

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**CONSTRUCCIÓN DE UN MOLDE PARA LA FABRICACIÓN DE UN  
AVIÓN MIRAGE F-1 A ESCALA**

**POR:**

**YUGCHA LÓPEZ IVÁN ALEJANDRO**

**Proyecto de Grado presentado como requisito parcial para la  
obtención del Título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA ESTRUCTURAS**

**2006**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el señor YUGCHA LÓPEZ IVÁN ALEJANDRO, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

Tlg. José Ordoñez

SGTO. TÉC. AVC.

Latacunga, 24 de enero del 2006

## DEDICATORIA

Este trabajo va por mis padres Manuel y Magali a quienes respeto y admiro. Por mis hermanos Andrea y Pablo con cariño.

Por el recuerdo de mi abuelita Amelia que aunque no esta aquí para verlo seguro hubiese estado muy feliz y orgullosa de su nieto.

En general para toda mi familia que siempre han estado apoyándome.

Con mucho amor para Andrea que siempre ha estado junto a mi apoyándome en todo momento.

Iván Alejandro Yugcha López

## **AGRADECIMIENTO**

Al presentar este trabajo quiero dejar constancia de mi profundo agradecimiento al señor Ingeniero Guillermo Trujillo y Sargento José Ordóñez quienes hicieron posible que iniciara y concluyera con este trabajo práctico que es el testimonio de lo que en esta noble institución aprendemos para luego ser elementos útiles a la sociedad.

A mis padres que han sido el puntal que me han impulsado para salir adelante y cumplir con mi objetivo.

A mis compañeros de estudio que se han vuelto mis amigos y que me han brindado no solamente su amistad sino también su apoyo durante este lapso de estudio.

En otro plano quiero agradecer algunos profesionales sin cuya ayuda no hubiese sido posible presentar este trabajo en especial al Ing. Fernando Quevedo y a todos mis maestros que no solo me han brindado su conocimiento sino también su amistad.

Iván Alejandro Yugcha López

# ÍNDICE

	Pag.
PORTADA	I
CERTIFICACIÓN DEL PROFESOR DIRECTOR	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
LISTADO DE TABLAS	X
LISTADO DE GRÁFICOS	XI
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
TEMA	2
JUSTIFICACIÓN	2
OBJETIVOS	2
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
ALCANCE	3
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>MARCO TEÓRICO</b>	
1.1. MÁQUINAS PARA LA ELABORACIÓN DE LLAVEROS	4
1.1.1. GENERALIDADES	4
1.1.2. TIPOS DE MÁQUINAS	5
1.1.2.1. MÁQUINAS PARA MOLDEO DESCENTRADO	5

1.1.2.2.	INYECCIÓN DE MULTICOMPONENTES	5
1.1.2.3.	MÁQUINAS DE COINYECCIÓN	7
1.1.2.4.	MÁQUINAS FIFO	8
1.1.2.5.	INYECCIÓN ASISTIDA POR GAS	9
1.1.2.6.	INYECCIÓN CON FUNDIDO PULSANTE	10
1.1.2.7.	INYECCIÓN A BAJA PRESIÓN PARA ESTAMPADO Y DECORACIÓN EN EL MOLDE	11
1.1.2.8.	INYECCIÓN DE PINTURA EN EL MOLDE (IPT)	12
1.1.3.	MAQUINAS DE MOLDEO POR INYECCIÓN.	13
1.2.	MATERIALES	18
1.2.1.	LOS PLÁSTICOS	18
1.2.1.1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS PLÁSTICOS	19
1.2.2.	EL CAUCHO (ELASTÓMERO)	23
1.2.2.1.	CAUCHO NATURAL	23
1.2.2.2.	PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	24
1.2.2.3.	CAUCHO SINTÉTICO	25
1.3.	MOLDES	28
1.3.1.	GENERALIDADES Y DEFINICIÓN	28
1.3.2.	MODELOS	30
1.3.2.1.	DIMENSIONES DE LOS MODELOS	31
1.3.2.2.	CONSTRUCCIÓN DE MODELOS.	37
1.3.3.	PREPARACIÓN DE MOLDES	42
1.3.3.1.	VACIADO DE LOS OBJETOS EN MOLDES.	42
1.3.4.	TIPOS DE MOLDEO	43
1.3.4.1.	MOLDEO SOPLADO POR EXTRUSIÓN CONTINUA	43

1.3.4.2.	MOLDEO SOPLADO INTERMITENTE	44
1.3.4.3.	MOLDEO SOPLADO POR COEXTRUSIÓN	44
1.3.4.4.	MOLDEO POR INYECCIÓN	45
1.3.4.5.	MOLDEO SOPLADO POR ESTIRAMIENTO (STRETCH) INYECTADO	47
1.3.4.6.	MOLDEO SOPLADO EN 3D	47
1.3.4.7.	ARENAS DE MOLDEO	49
1.3.5.	CAJAS DE MOLDEO	52
1.3.6.	TERRAJAS	53

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

2.1.	DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS	55
2.2.	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO	55
2.2.1.	PRIMERA ALTERNATIVA	55
2.2.2.	SEGUNDA ALTERNATIVA	56
2.3.	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	57
2.4.	MATRIZ DE SELECCIÓN	62
2.5.	SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA	63

## **CAPITULO III**

### **CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA**

3.1.	MATERIALES	64
3.2.	MÁQUINA MANUAL DE MOLDEO POR INYECCIÓN	67
3.2.1.	LA MATRIZ DE INYECCIÓN	67

3.2.2. EL SISTEMA TÉRMICO	68
3.2.3. EL SISTEMA DE INYECCIÓN	69
3.2.4. EL SISTEMA DE CIERRE	71
3.2.5. EL BASTIDOR	72
3.2.6. AVIÓN MIRAGE F1 A ESCALA	73
3.3. PREMONTAJE DE LA MÁQUINA	74
3.3.1. DIAGRAMA DE PROCESO DE LA MATRIZ DE INYECCIÓN	75
3.3.2. DIAGRAMA DE PROCESO DEL SISTEMA TÉRMICO	78
3.3.3. DIAGRAMA DE PROCESO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN	80
3.3.4. DIAGRAMA DE PROCESO DEL SISTEMA DE CIERRE	83
3.3.5. DIAGRAMA DE PROCESO DEL BASTIDOR	85
3.4. DIAGRAMA DE ENSAMBLE DE LA MÁQUINA MANUAL DE MOLDEO A INYECCIÓN.	86
3.5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	86

## **CAPITULO IV**

### **ELABORACIÓN DE MANUALES**

4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	89
--------------------------	----

## **CAPITULO V**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

5.1. PRESUPUESTO	96
5.2. ESTUDIO ECONÓMICO	96
5.3. ANÁLISIS ECONÓMICO.	97

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1. CONCLUSIONES 101

6.2. RECOMENDACIONES 103

BIBLIOGRAFÍA 104

ANEXOS 105

ANEXO NO. 1 DISEÑO DEL AVIÓN MIRAGE F-1 A ESCALA

## LISTADO DE TABLAS

	Pag.
Tabla 2.1. Evaluación cualitativa	57
Tabla 2.2. Evaluación cualitativa y cuantitativa de complejidad de construcción	58
Tabla 2.3. Evaluación cualitativa y cuantitativa de operación	58
Tabla 2.4. Evaluación cualitativa y cuantitativa de mantenimiento	59
Tabla 2.5. Evaluación cualitativa y cuantitativa de costos.	60
Tabla 2.6. Evaluación cualitativa y operario.	60
Tabla 2.7. Evaluación cualitativa y cuantitativa de peso	61
Tabla 2.8. Evaluación cualitativa y cuantitativa de la seguridad del operador.	61
Tabla 2.9. Matriz de selección	62
Tabla 3.1. La Matriz de inyección.	64
Tabla 3.2. El Sistema Térmico	65
Tabla 3.3. El Sistema de Inyección	65
Tabla 3.4. El Sistema de Cierre	66
Tabla 3.5. El Bastidor	67
Tabla 5.1. Costo de los materiales de la máquina	97
Tabla 5.2. Costos de las Máquinas y herramientas.	99
Tabla 5.3. Costo de la mano de obra	99
Tabla 5.4. Molde	100
Tabla 5.5. Costo total de la máquina manual de moldeo por inyección	100

## LISTADO DE GRÁFICOS

	Pag.
Figura 1.1. Máquinas para moldeo descentrado	5
Figura 1.2. Máquina de inyección de multicomponentes	6
Figura 1.3. Máquina de coinyección	7
Figura 1.4. Máquinas FiFo	8
Figura 1.5. Inyección asistida por gas	9
Figura 1.6. Inyección con fundido pulsante	11
Figura 1.7. Inyección a baja presión para estampado y decoración en el Molde	12
Figura 1.8. Inyección de pintura en el molde (IPT)	13
Figura 1.9. Máquina de inyección	14
Figura 1.10. Proceso de los Plásticos	18
Figura 1.11. Plástico de alta densidad en una cadena lineal	21
Figura 1.12. Plástico de baja densidad en una cadena ramificada	22
Figura 1.13. Producción del caucho	23
Figura 1.14. Construcción de modelos	40
Figura 1.15. Diferentes diámetros de los moldes	41
Figura 1.16. Molde acabado con dos machos	41
Figura 1.17. Moldeo soplado por coextrusión	44
Figura 1.18. Moldeo por inyección	45
Figura 1.19. Moldeo soplado en 3D	49
Figura 1.20. Molde de arena	51
Figura 1.21. Cajas de moldeo	53
Figura 1.22. Terrajas	54

Figura 3.1. La matriz de inyección	67
Figura 3.2. El sistema térmico	68
Figura 3.3. Sistema de inyección	69
Figura 3.4. Componentes del sistema de inyección	70
Figura 3.5. El sistema de cierre	72
Figura 3.6. El bastidor	73
Figura 3.7. Avión Mirage F1 a escala	74
Figura 3.8. Producto final ( polietileno)	89

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo contribuir a la presentación del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en las diferentes ferias educativas que se desarrollan en el país y que están dirigidas a los bachilleres de la República para incentivar a que la juventud forme parte de esta prestigiosa Institución, en el cual demostramos con la práctica los conocimientos adquiridos durante nuestra estadía como estudiantes.

Como objetivo principal a plantearse en este proyecto fue el acondicionamiento de una máquina para la elaboración de un avión Mirage F1 a escala.

Una vez realizado el estudio de las alternativas en el cual se analizaron las ventajas y desventajas propias de cada una, se estableció que la máquina manual de moldeo por inyección cumplía con todas las exigencias y medidas de seguridad al momento de operarlas.

La máquina manual de moldeo por inyección consta de cinco sistemas como son: el bastidor, el sistema de cierre, el sistema térmico, el sistema de inyección y la matriz de inyección.

Concluida con la adaptación de la máquina se procedió a realizar las respectivas pruebas de funcionamiento, la elaboración de los manuales de mantenimiento, operación y hojas de registro.

## INTRODUCCIÓN

TEMA

Construcción de un molde para la fabricación de un avión MIRAGE F-1 a escala.

## JUSTIFICACIÓN

La construcción de este molde permitirá una reducción de gastos en artículos publicitarios para la mejora de la imagen del INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO en los eventos que participe y como centro educativo consiguientemente permitirá una mejor acogida de los alumnos interesados en ingresar a éste centro de estudios, por lo que se puede decir que producto que se exhibe se vende.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

- **Construir un molde para la fabricación de una maqueta de un avión MIRAGE F-1 a escala para el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.**

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **Analizar en forma teórica-práctica el funcionamiento de la máquina donde se realizará el avión a escala.**
- **Conocer el material que se va a utilizar en la fabricación de este molde.**
- **Investigar tipos de máquinas de moldeo a inyección para realizar la maqueta.**
- **Recopilar datos técnicos generales de la máquina manual a inyección.**
- **Conocer los tipos de materiales que se pueden inyectar en la máquina.**

ALCANCE

Este proyecto va encaminado al ahorro económico que se puede generar al Instituto en artículos de promoción, lo cual también favorecerá a todo el personal administrativo, docente y alumnos tanto militares como civiles del INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO. Además con la construcción de este molde generará un gran apoyo a todo lo relacionado en productos moldeados.

Se dejará 20 aviones como stock inicial para el ITSA.

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1. MÁQUINAS PARA LA ELABORACIÓN DE LLAVEROS

##### 1.1.1. GENERALIDADES

El inicio del moldeo por inyección puede redactarse con exactitud, puesto que en 1872 J. W. Hyatt resolvió el problema de plastificar y conformar una mezcla de nitrocelulosa y alcanfor con su “máquina de empaquetar”. Uhlmann definió en 1925 el proceso de moldeo por inyección como un método para formar cuerpos en moldes permanentes bajo presión. Las primeras máquinas eran de pistón y se accionaban a mano. En ellas contaba la habilidad del operador para aplicar las velocidades y fuerzas en cada tramo de la embolada que producían mejores piezas.

Las máquinas de inyección actuales están provistas de una bancada muy robusta, que puede ser modular, en la que un molde se fija en una placa en el lado más próximo a la unidad de plastificación y el otro en otra placa que es corredera sobre guías. Esta placa

móvil es accionada generalmente por un mecanismo de rodillera cuya presión de cierre se soporta mediante columnas, aunque en los últimos años se han desarrollado máquinas (Engel) que las sustituyen por cartelas de chapa para dejar más acceso a los moldes.

#### 1.1.2. Tipos de máquinas

La descripción precedente se refiere al tipo normal de máquinas de inyección, pero la variedad de requisitos exigidos hace que exista una gama diversificada adaptada a cada uno de ellos.

##### 1.1.2.1. Máquinas para moldeo descentrado

Algunas máquinas ofrecen la posibilidad de descentrar el punto de inyección mediante el pivotaje de la unidad de plastificación en un ángulo limitado o por desplazamiento lateral. Requieren adicionalmente una mayor abertura de la placa porta moldes fija.

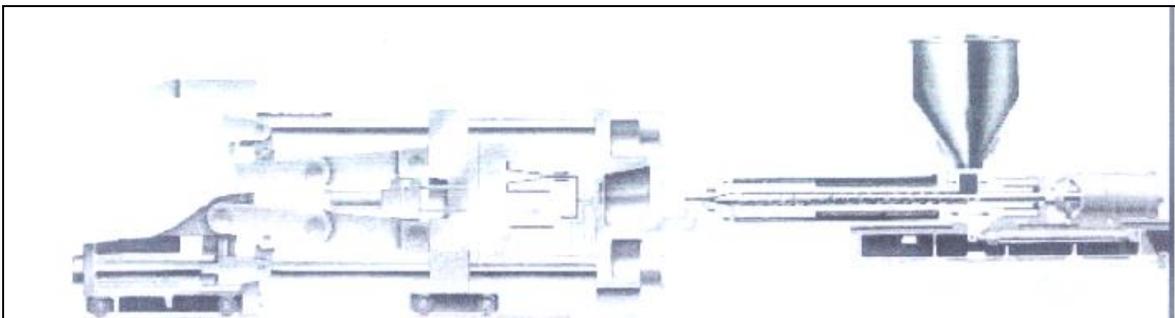


Figura 1.1. Máquinas para moldeo descentrado

##### 1.1.2.2. Inyección de multicomponentes

Inicialmente empleada para moldear teclas para máquinas de escribir, la inyección multicomponente permite hoy la producción de moldeados compuestos por dos o más materiales. Pueden producirse piezas con dos o más colores, compuestos rígidos –

blandos, conexiones no separables pero accionables, como en juguetería para que puedan moverse miembros de muñecos sin riesgo de que se desmonten y sean engullidos por el niño y, finalmente, moldeo en sándwich con dos o tres componentes.

Las máquinas pueden ser de diseño horizontal con la disposición en paralelo o a un ángulo una con otra de dos o más unidades de inyección. Puede necesitarse que uno de los moldes, además de moverse en la dirección longitudinal de cierre, gire para situar cada una de sus cavidades múltiples ante una a otra estación de inyección. También pueden moldearse materiales distintos con boquillas coaxiales.

Las máquinas de diseño vertical suelen tener de tres a cuatro unidades de inyección agrupadas alrededor de una unidad central de cierre vertical. Medio molde gira alrededor de un eje vertical y se presenta ante cada estación donde se cierra e inyecta el espacio libre. Estas secuencias múltiples permiten moldear, por ejemplo, luces posteriores de automóvil, generalmente en tres o cuatro colores.

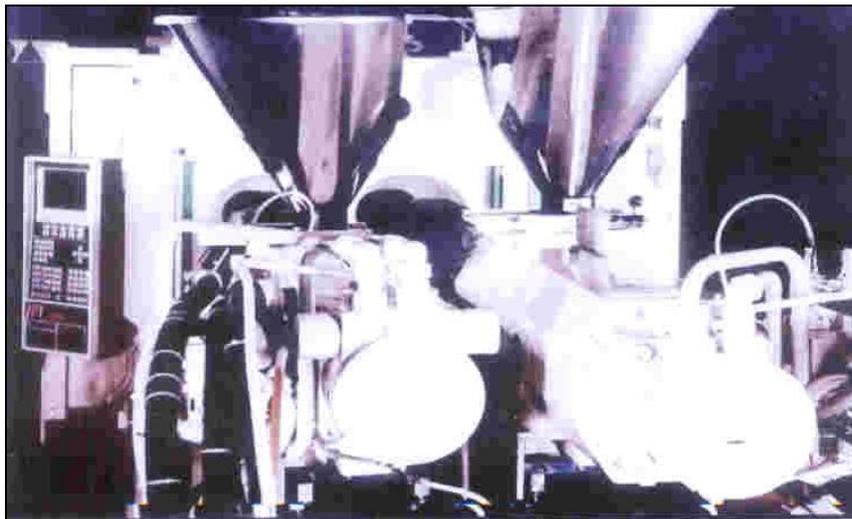


Figura 1.2. Máquina de inyección de multicomponentes

#### 1.1.2.3. Máquinas de coinyección

Una técnica distinta de la anterior permite producir piezas cuya superficie exterior es de un material distinto al interior, generalmente de menor calidad o recuperado, pero que quedan solidarios. En una primera fase se inyecta una cantidad del material que va al exterior que no llena el molde, sino que el frente de fundido es empujado por el material de

la segunda unidad de inyección para que cubra la superficie, donde se enfría rápidamente y va formando una “piel” relativamente delgada, en tanto que el frente continúa progresando por la acción del segundo material.

Un exceso del material exterior es antieconómico y, si existe defecto, el segundo material aparece en superficie, de modo que las secuencias, presiones y temperaturas exigen un control riguroso. La disposición de las distintas unidades de inyección es similar a las expuestas anteriormente.

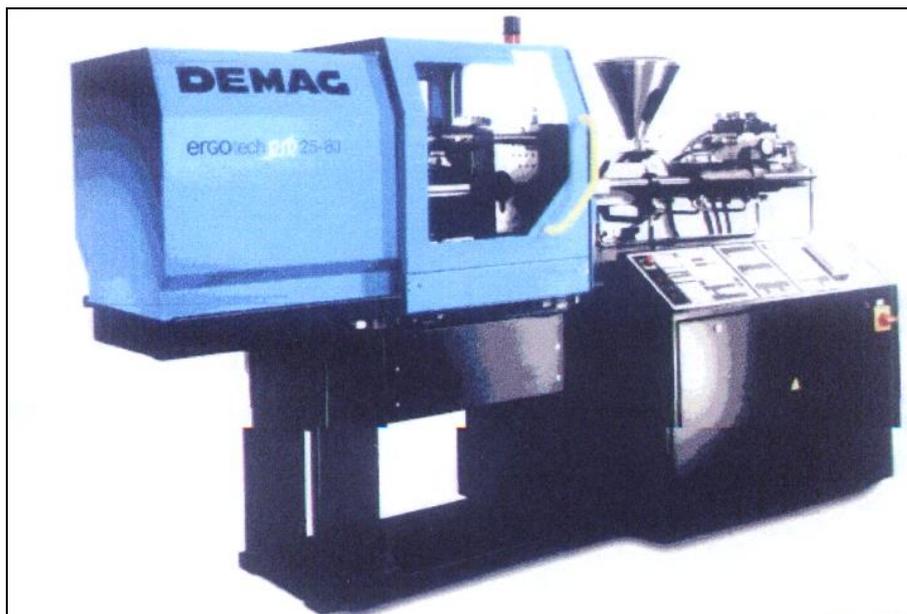


Figura 1.3. Máquina de coinyección

#### 1.1.2.4. Máquinas FiFo

El nombre es una abreviatura de first-in/first-out (primero en entrar/ primero en salir) y describe un nuevo proceso en que se moldean simultáneamente dos componentes, uno detrás (físicamente) del otro. Se trata de un proceso secuencial en que el tornillo de plastificación envía a la cavidad frontal de la cámara el volumen deseado del primer componente y a continuación se retira dejando espacio para alimentar en la cavidad el segundo componente.

Se inyecta todo el fundido y el material se distribuye de modo que el segundo

componente queda totalmente envuelto en el primero. Si se respeta la relación correcta de materiales se evita totalmente que se mezclen. Las máquinas convencionales pueden adaptarse para este proceso con un gasto menor que el de situar dos unidades de inyección.

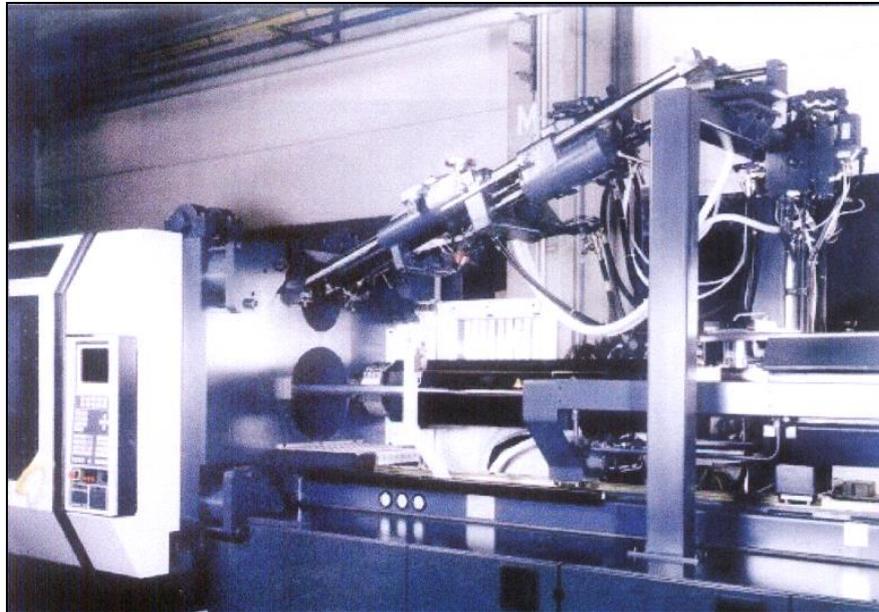


Figura 1.4. Máquinas FiFo

#### 1.1.2.5. Inyección asistida por gas

Popularizado de modo creciente, este sistema permite obtener moldeados huecos con una combinación de espesores de pared de distinto grosor. En lugar de un segundo componente, como en los casos anteriores, se inyecta primero una cantidad corta y definida de fundido y a continuación se inyecta un gas inerte que hace avanzar la masa de fundido, que forma una piel en contacto con las paredes frías del molde hasta recubrirlo totalmente.

El gas inyectado puede formar parte de la inyección y/o de la fase de mantenimiento de la presión. Se utiliza nitrógeno, a una presión de hasta 30 MPa, tanto por precio como por razones de seguridad, dado que el aire podría producir mezclas explosivas. La unidad de gas suele ser adaptable a todo tipo de máquinas y se ofrece independientemente.



Figura 1.5. Inyección asistida por gas

#### 1.1.2.6. Inyección con fundido pulsante

En algunas masas de moldeo, y muy especialmente en los LCP (polímeros de cristal líquido) y en los reforzados con fibras, las líneas de soldadura son mucho más débiles que el resto del moldeo. El tipo de molécula fuertemente lineal de los LCP hace que se comporte como el material reforzado con fibras.

Tanto unas como otras no se solapan o rodean las zonas de unión de dos frentes de fundido, generándose líneas de soldadura frágiles.

Aplicando una presión pulsante de dirección contraria a la del frente de fundido, inmediatamente después de que se encuentren los dos frentes de fundido, se puede influir sobre las líneas de soldadura entremezclándolas. La maquinaria para este proceso se encuentra aún en fase de desarrollo.

Se han desarrollado otras técnicas para obtener este efecto, basadas en hacer pulsar alternativamente dos canales de inyección, y se cree que estarán disponibles

comercialmente a corto plazo.

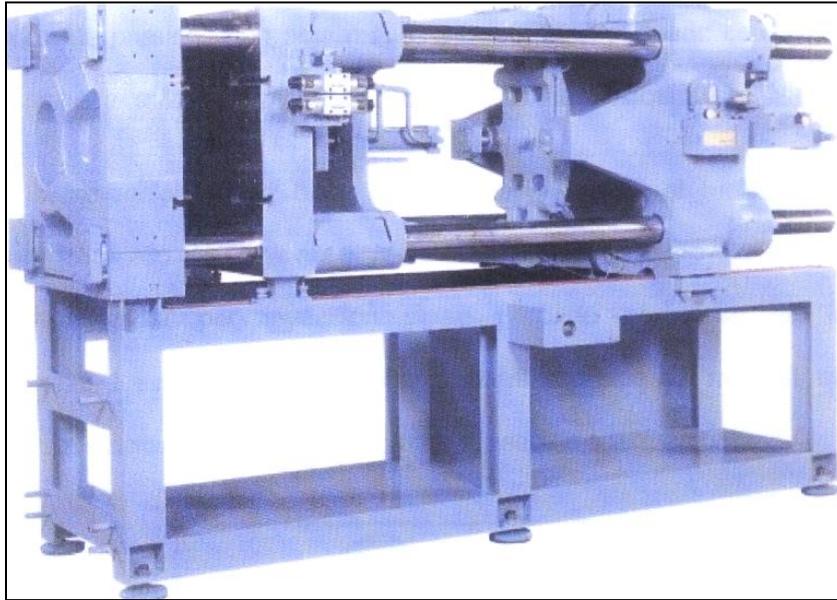


Figura 1.6. Inyección con fundido pulsante

#### 1.1.2.7. Inyección a baja presión para estampado y decoración en el molde

En la estampación, la cavidad del molde se llena en dos fase, una primera parcial con el molde semiabierto que se cierra luego para hacer fluir la resma, o bien mediante el movimiento de uno o varios núcleos para generar la presión.

Este sistema permite reducir la fuerza de cierre entre un 25 % y un 70 %, siendo crítica la relación entre longitud de la carrera de flujo y el espesor de pared.

Suelen ser necesarios controles separados para los dispositivos de generación de presión. Con esta maquinaria se han moldeado con éxito piezas de buen espesor utilizando plásticos recuperados mezclados.

La estampación es la base para el decorado en el molde por contra inyección. Para ello se sitúa en el molde la etiqueta, tejido o elemento que se pretende respaldar por inyección y se procede como se ha indicado anteriormente. La alimentación de tales elementos puede ser manual, mediante un marco de fijación o en continuo a partir de

película o tela en bobina.



Figura 1.7. Inyección a baja presión para estampado y decoración en el molde

#### 1.1.2.8. Inyección de pintura en el molde (IPT)

Este es el proceso más novedoso, desarrollado conjuntamente por Battenfeld, Rover y H. B. Fuller. Se trata de una variante de la coinyección en la que el primer material que se aplica es una pintura. El proceso se está desarrollando industrialmente en instalaciones de moldeadores seleccionados y controlados por los propietarios de la patente.

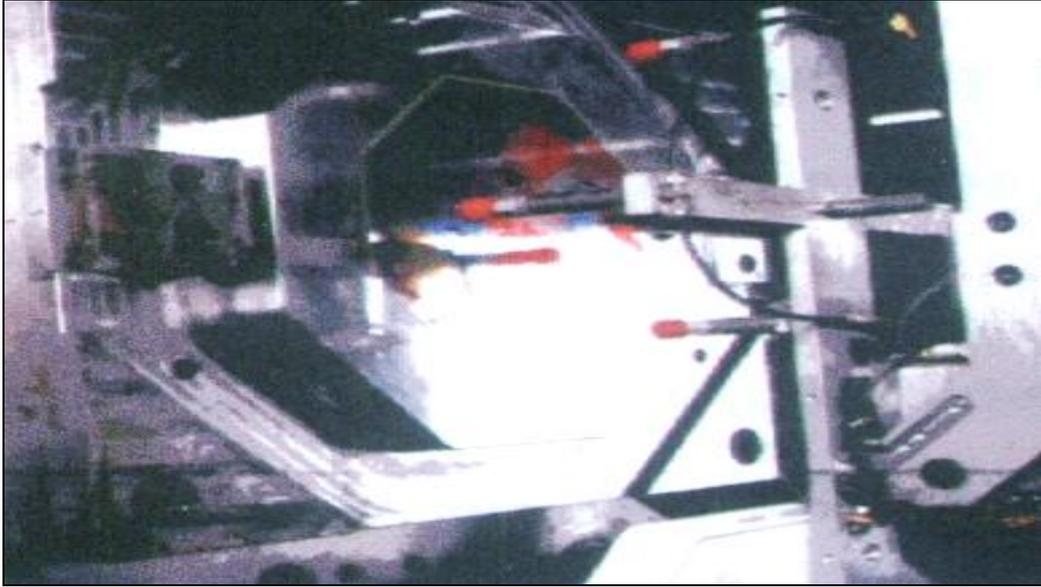


Figura 1.8 Inyección de pintura en el molde (IPT)

### 1.1.3. MAQUINAS DE MOLDEO POR INYECCIÓN.

El proceso de moldeo por inyección consiste en hacer pasar a presión el material termoplástico ablandando desde un cilindro caliente a las dos mitades de un molde mantenidas juntas.

Después de un periodo adecuado de enfriamiento las dos mitades del molde se separan y la pieza así formada puede ser extraída.

La apertura del cierre de las dos mitades del molde se coordina con la inyección del material para establecer una secuencia de operaciones que puedan repetirse continuamente

Básicamente una maquina moldeo por inyección esta conformada por las siguientes partes como se ve en la figura 1.9

1. Unidad de cierre o de fijación del molde.- **Consta con los dispositivos necesarios para la colocación, accionamiento y funcionamiento de las dos mitades del molde (placa fija y móvil columnas guías).**

2. Unidad de inyección.- **Comprende aquellas partes de la maquina necesarias para la carga, plastificación e inyección del material plástico (tolva , cilindro, sistema de calentamiento).**
3. Unidad de potencia.- **Comprende toda aquella parte de la maquina necesaria para transformar y suministrar la fuerza motriz a las unidades de inyección y cierre (palanca de accionamiento, pistón, columnas guías).**

Cuando en la unidad de inyección las operaciones de caldeo y de presión se realizan en una cámara la máquina se denomina de una fase o de fase única. Si estas dos unidades se llevan a cabo en cámaras diferentes la máquina es de dos fases.

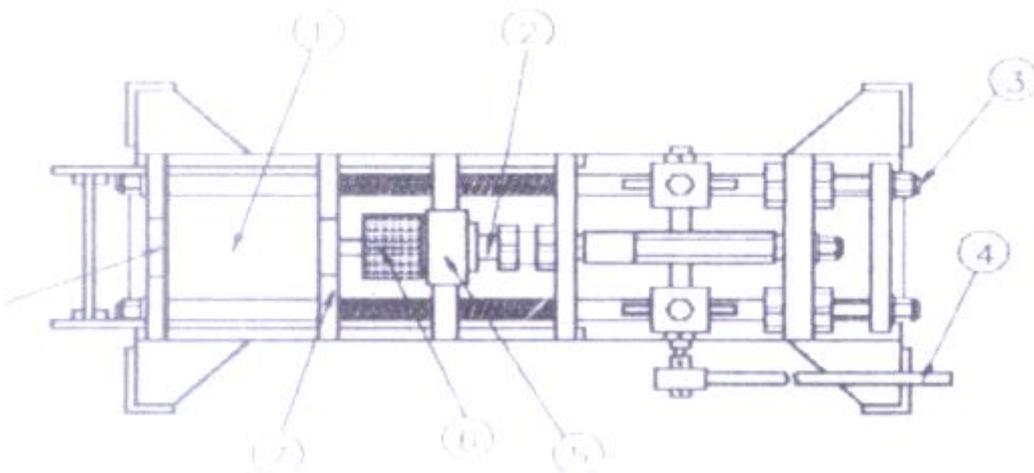


Figura 1.9. Máquina de inyección

En las máquinas de una fase el pistón de inyección empuja al material a través del cilindro de caldeo donde el polímero es calentado a la temperatura de moldeo y al mismo tiempo es forzado desde la parte delantera del cilindro a través de la boquilla a entrar en el molde.

Las máquinas de dos fases se llaman también de plastificación porque en el sistema de inyección las operaciones de caldeo y de presión se efectúan en cámaras diferentes.

El material se calienta a la temperatura de moldeo durante la primera fase del proceso; este material pasa a un receptáculo desde el cual es forzado a entrar en el molde en la segunda fase. La primera fase es la de calentamiento o plastificación, mientras que la segunda es la de presión o inyección.

Los dos tipos de máquinas, de fase única y de dos fases, pueden ser de pistón o de tornillo.

En las máquinas de pistón, el material plástico entra al cilindro de calentamiento a través de la garganta de la tolva de alimentación en el momento que el pistón se encuentra retraído. Al comenzar el ciclo de inyección, el pistón empuja rápidamente hacia adelante llevando consigo todo el material que se encuentre por delante, en el cilindro, lo compacta y lo empuja a través del torpedo hacia el molde.

En las máquinas de tornillo, éste primero empuja la resma (plástico) hacia la parte delantera del barril y luego por la misma rotación se desplaza hacia atrás debido a la presión de la masa plástica que es acumulada en la parte delantera del tornillo.

Al completar el ablandamiento de la cantidad necesaria para llenar la cavidad del molde, el tornillo deja de rotar y se mueve hacia adelante actuando como un pistón, forzando el plástico fundido a través de las entradas del molde hacia el interior del mismo.

En las máquinas de una fase, la inyección se lleva a cabo generalmente por la acción de un pistón. Sí se emplea en cambio un tornillo, la presión se genera solamente por la rotación del mismo.

En las máquinas de dos fases, la inyección y la plastificación pueden ser desarrolladas solo por pistones, o tornillos, o por la combinación de los dos sistemas o por la rotación y desplazamiento de un solo tornillo en la cámara de inyección.

Con respecto a la unidad de potencia, ésta puede ser generada manual o

mecánicamente (mediante dispositivos de tipo electromecánico, hidráulico, neumático, óleoneumático, etc.)

De acuerdo a la disposición constructiva de las máquinas, se tienen las siguientes combinaciones:

- Unidades de cierre e inyección horizontal
- Unidad de cierre horizontal y de inyección vertical
- Unidad de cierre vertical y de inyección horizontal
- Unidades de cierre e inyección vertical

Las unidades de cierre e inyección horizontal generalmente ocupan más espacio que una máquina vertical, sin embargo la disposición de sus partes . es adecuada para el montaje y el ajuste ya que los cambios de moldes y mantenimiento pueden efectuarse fácilmente. Como los movimientos se producen horizontalmente debe tenerse en cuenta el efecto del peso. Las caras del molde son Invariablemente verticales; y por tanto, la gravedad ayuda a la separación de la pieza cuando es expulsada después del final de la carrera de apertura.

En las máquinas de cierre horizontal con inyección vertical se puede trabajar con diferentes tipos de molde. Se emplean moldes, de inyección central y de inyección lateral, tanto de una como de múltiples cavidades con la misma facilidad que con la máquina totalmente horizontal.

Esta máquina es más compacta que una horizontal de la misma capacidad y la reducción de superficie necesaria para trabajo es una característica muy favorable.

La combinación de cierre e inyección vertical ofrece la máxima economía en superficie, la unidad de inyección se monta por encima de la unidad de cierre y dicha disposición vertical tiene ventajas para la inyección de piezas que requieren el empleo de machos. Sin embargo, presenta dificultades de instalación por su altura.

Las máquinas de cierre vertical e inyección horizontal son normalmente utilizadas en el moldeo por compresión, prensado de planchas, moldeo de formas y otros procesos.

## 1.2. MATERIALES

### 1.2.1. LOS PLÁSTICOS

Todas las sustancias naturales, artificiales o sintéticas, cuyo peso molecular es superior a 10000 aproximadamente, reciben el nombre general de sustancias macromoleculares.

Se dividen en dos grandes grupos:

- Sustancias macromoleculares inorgánicas.
- Sustancias macromoleculares orgánicas

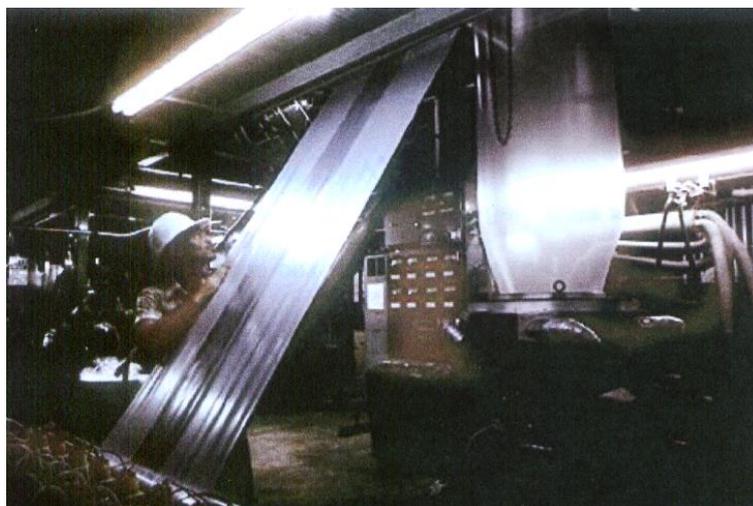


Figura 1.10. Proceso de los Plásticos

Al primer grupo pertenecen el grafito, el diamante, el cuarzo, numerosos silicatos complejos, la mayoría de las rocas, así como también una serie de productos industriales transformados, de estructura macromolecular, como el vidrio, el cemento, la porcelana.

En el grupo de las sustancias macromoleculares orgánicas se incluyen los productos naturales del reino vegetal y animal de elevado peso molecular (como proteínas, grasas y alcaloides), así como los productos técnicos derivados de ellos, y los numerosos

**productos orgánicos macromoleculares totalmente sintéticos.**

**Los productos macromoleculares orgánicos en cuyas moléculas se repiten con regularidad ciertos principios estructurales genéricos reciben el nombre de altos polímeros o plásticos. Estos altos polímeros pueden ser a su vez naturales, artificiales o sintéticos.**

**La estructura material de cada sustancia orgánica es la cadena de átomos de carbono; por lo tanto, si se observa al carbono, este tiene 4 electrones en la capa exterior lo que genera una valencia de cuatro. Con cada electrón puede formar un enlace covalente con otro átomo o átomos de acuerdo a su valencia**

#### **1.2.1.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS PLÁSTICOS**

**La reacción mediante la cual las moléculas de una sustancia se unen entre sí espontáneamente, o con el empleo de un catalizador, para originar un producto de la misma composición centesimal, pero de peso molecular múltiplo, se denomina polímero, por cuanto repite cierto número de veces la estructura molecular de partida.**

**Una de las características principales de un monómero es el hecho de que su molécula debe ser bifuncional o polifuncional. Esto significa que la molécula que es sometida a una polimerización debe contener dos o mas grupos funcionales o reactivos.**

**Los altos polímeros se forman por una serie de procesos químicos sucesivos análogos, que se designa como polimerización. Se conocen dos tipos de polimerización:**

Por condensación y por adición

**En general, la polimerización tiene lugar entre moléculas que contienen radicales con enlaces dobles.**

**Así mismo la polimerización tiene lugar entre monómeros de una misma estructura**

química o entre monómeros de estructura diversa, originando en cada caso polímeros homogéneos (isopolímeros u homopolímeros) o heterogéneos (copolímeros).

La reacción mediante la cual las moléculas reaccionan entre sí espontáneamente o con el empleo de un catalizador, dando lugar a productos químicos de estructura química distinta de los productos de partida, se llama condensación.

La reacción en la cual se obtienen productos químicos de estructura igual a la de los productos de partida, se llama adición.

La molécula tiene una dimensión que ocupa una parte del espacio y en este extiende la ramificación de sus átomos y de sus agrupamientos atómicos en todas las direcciones.

Según la funcionalidad del monómero se forman dos tipos estructurales principales: los polímeros lineales o de cadena y los polímeros de enlaces cruzados, o de estructura tridimensional.

Se formará un polímero lineal cuando un monómero bifuncional presente dos grupos reactivos o un doble enlace en los extremos. Los polímeros lineales pueden formarse en cadena recta o ramificada, lo que depende del tipo de reacción de polimerización

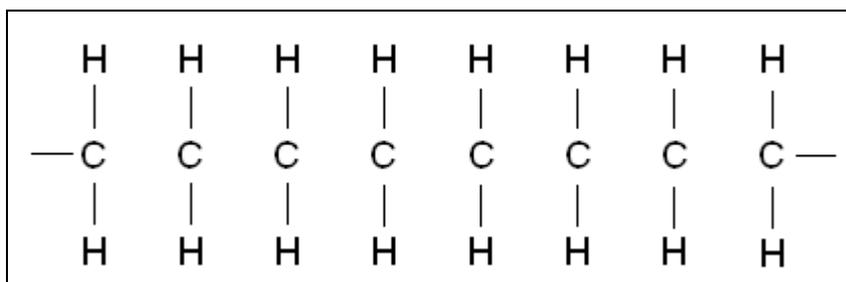


Figura 1.11. Plástico de alta densidad en una cadena lineal

Las cadenas ramificadas se unen recíprocamente por unas fuerzas

intermoleculares, cuya magnitud depende de las cualidades técnicas de la sustancia. La ausencia de ramificaciones y la presencia de los grupos polares aumentan estas fuerzas, elevando la densidad del paquete de las macromoléculas y la temperatura de fusión o ablandamiento del polímero

Esta disposición confiere una mayor o menor resistencia a las fuerzas que tienden a modificar la conformación de la molécula, y es a nivel atómico; en cambio, la fuerza de cohesión molecular es a nivel molecular.

Si un monómero es tres o mas veces funcional, o si existe una mezcla de monómeros bifuncionales o trifuncionales, se obtienen polímeros de estructura tridimensional en los que están ligadas todas sus unidades estructurales en forma recíproca, por medio de enlaces covalentes.

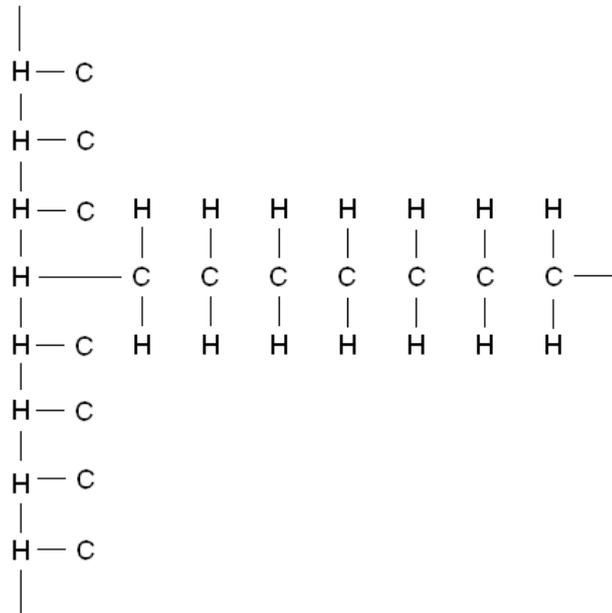


Figura 1.12. Plástico de baja densidad en una cadena ramificada

### 1.2.2. EL CAUCHO (elastómero)

**Caucho o Hule**, sustancia natural o sintética que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica. El caucho natural se obtiene de un líquido lechoso de color blanco llamado látex, que se encuentra en numerosas plantas. El caucho

sintético se prepara a partir de hidrocarburos insaturados.

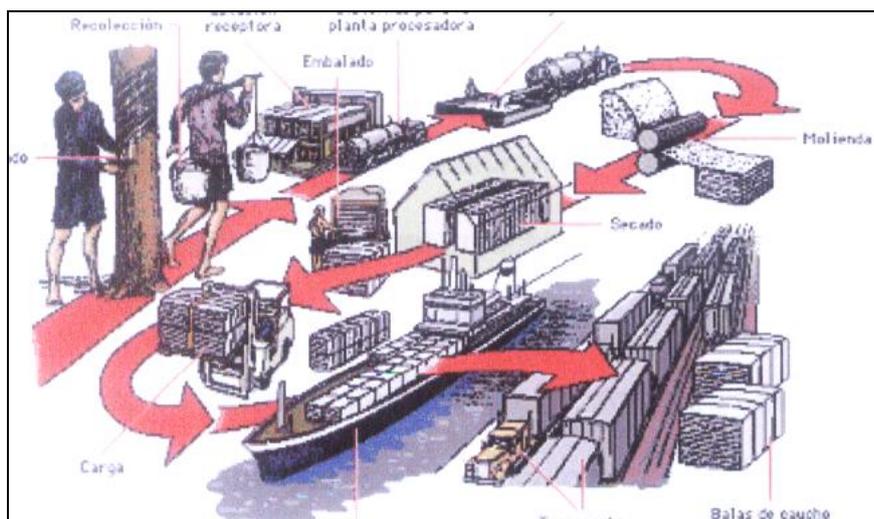


Figura 1.13. Producción del caucho

#### 1.2.2.1. CAUCHO NATURAL

En estado natural, el caucho aparece en forma de suspensión coloidal en el látex de plantas productoras de caucho. Una de estas plantas es el árbol de la especie *Hevea Brasiliensis*, de la familia de las Euforbiáceas, originario del Amazonas. Otra planta productora de caucho es el árbol del hule, *Castilloa elástica*, originario de México (de ahí el nombre de hule), muy utilizado desde la época prehispánica para la fabricación de pelotas, que se utilizaban en el juego de pelota, deporte religioso y simbólico que practicaban los antiguos mayas. Indonesia, Malasia, Tailandia, China e India producen actualmente alrededor del 90% del caucho natural.

#### 1.2.2.2. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

El caucho en bruto obtenido de otras plantas suele estar contaminado por una mezcla de resinas que deben extraerse para que el caucho sea apto para el consumo. Entre estos cauchos se encuentran el guayule, la gutapercha y la balata, que se extraen de ciertos árboles tropicales.

El caucho bruto en estado natural es un hidrocarburo blanco o incoloro. El compuesto de caucho más simple es el isopreno o 2-metilbutadieno, cuya fórmula química es  $C_5H_8$ . A la temperatura del aire líquido, alrededor de  $-195\text{ }^{\circ}\text{C}$ , el caucho puro es un sólido duro y transparente. De  $0$  a  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  es frágil y opaco, y por encima de  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  se vuelve blando, flexible y translúcido. Al amasarlo mecánicamente, o al calentarlo por encima de  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , el caucho adquiere una textura de plástico pegajoso. A temperaturas de  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  o superiores se descompone.

El caucho puro es insoluble en agua, álcalis o ácidos débiles, y soluble en benceno, petróleo, hidrocarburos aromáticos y disulfuro de carbono. Con agentes oxidantes químicos se oxida rápidamente, pero con el oxígeno de la atmósfera lo hace lentamente.

### 1.2.2.3. CAUCHO SINTÉTICO

Puede llamarse caucho sintético a toda sustancia elaborada artificialmente que se parezca al caucho natural. Se obtiene por reacciones químicas, conocidas como condensación o polimerización, a partir de determinados hidrocarburos insaturados. Los compuestos básicos del caucho sintético, llamados monómeros, tienen una masa molecular relativamente baja y forman moléculas gigantes denominadas polímeros. Después de su fabricación, el caucho sintético se vulcaniza.

Tipos de caucho sintético

Se producen varios tipos de caucho sintético: neopreno, buna, caucho de butilo y otros cauchos especiales.

Neopreno

Uno de los primeros cauchos sintéticos logrados gracias a la investigación de Carothers fue el neopreno, el polímero del monómero cloropreno, de fórmula  $CH_2=C(Cl)CH=CH_2$ . Las materias primas de cloropreno son el eteno y el ácido clorhídrico. El neopreno fue desarrollado en 1931 y es resistente al calor y a productos químicos como

aceites y petróleo. Se emplea en tuberías de conducción de petróleo y como aislante en cables y maquinaria.

Buna o caucho artificial

Químicos alemanes sintetizaron en 1935 el primero de una serie de cauchos sintéticos llamados buna o cauchos buna, obtenidos por copolimerización, que consiste en la polimerización de dos monómeros denominados comonómeros. La palabra buna se deriva de las letras iniciales de butadieno, uno de los comonómeros, y natrium (sodio), empleado como catalizador. En la buna N, el otro comonómero es el propenonitrilo ( $\text{CH}_2\text{CH}(\text{CN})$ ), que se produce a partir del ácido cianhídrico. La buna N es muy útil en aquellos casos en los que se requiere resistencia a la acción de aceites y a la abrasión. También se obtiene caucho industrialmente por copolimerización de butadieno y estireno (buna 5).

Caucho de butilo

Este tipo de caucho sintético, producido por primera vez en 1949, se obtiene por copolimerización de isobutileno con butadieno o isopreno. Es un plástico y puede trabajarse como el caucho natural, pero es difícil de vulcanizar. Aunque no es tan flexible como el caucho natural y otros sintéticos, es muy resistente a la oxidación y a la acción de productos corrosivos. Debido a su baja permeabilidad a los gases, se utiliza en las cámaras interiores de los neumáticos.

Otros cauchos especiales

Se han desarrollado numerosos tipos de cauchos con propiedades específicas para aplicaciones y usos especiales. Uno de estos cauchos especiales es el coroseal, un polímero de cloruro de vinilo ( $\text{CH}_2\text{CHCl}$ ). Estos polímeros son resistentes al calor, la corrosión y la electricidad, y no se deterioran por la acción de la luz ni por un almacenamiento prolongado. El coroseal no se puede vulcanizar, pero mientras no se le someta a altas temperaturas, se muestra más resistente a la abrasión que el caucho natural o el cuero.

Otro tipo de caucho especial es el tiocol, que se obtiene por copolimerización de dicloruro de etileno ( $\text{CHCl}_2\text{CHCl}_2$ ) y tetrasulfuro de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_4$ ). Puede trabajarse y vulcanizarse como el caucho natural y es resistente a la acción de los aceites y los disolventes orgánicos usados en barnices; se emplea para aislamientos eléctricos pues no se deteriora con la luz ni la electricidad.

Muchos otros tipos de caucho sintético se producen con métodos parecidos a los antes descritos. La introducción de algunos cambios en los procesos de polimerización ha mejorado la calidad de los productos y abaratado costes. Uno de los mayores avances ha sido la utilización del petróleo como aditivo, bajando los costes al poder conservarse grandes cantidades de caucho sintético almacenado. Gracias a ello se ha conseguido fabricar neumáticos de larga duración. Otros dos avances importantes son el desarrollo de la espuma de caucho sintética, que se usa en tapicería, colchones y almohadas, y el caucho bruto de superficie arrugada, para la industria del calzado.

### 1.3. MOLDES

#### 1.3.1. GENERALIDADES Y DEFINICIÓN

La palabra molde tiene muchísimas acepciones, por lo que no hay posibilidad alguna de precisar lo que se entiende por molde, aunque, en general, puede decirse que es aquella pieza en la cual se hace en hueco la figura que en sólido quiere darse a la materia fundida que en él se vacía, como, por ejemplo, la cera, el yeso, un metal cualquiera, etc.

También se denomina con la palabra moldes a las letras de imprenta, las agujas de hacer media, palillos para encajes, etc.

En Paleontología se llaman moldes a las formas orgánicas que no presentan rastro alguno de su primitiva naturaleza, que ha desaparecido, dejando en la roca una impresión que atestigua su antigua presencia. Por ejemplo, cuando una Concha ha sido disuelta y arrastrada por la infiltración del agua a través de la roca, muchas veces ha dejado en ésta, ahora compacta, un molde o impresión de su superficie externa y otra de una superficie interna, y entre las dos superficies, una cavidad correspondiente al espesor de la pared de la concha.

En este caso tenemos la forma, las dimensiones y los contornos del cuerpo orgánico que existió, sin tener la más pequeña parte de su sustancia orgánica original ni señal alguna de su estructura interior

Según la sustancia con que está construido el molde se denomina de una u otra manera así: molde de metal es el construido de hierro fundido; molde de piezas es el construido por varias piezas que en conjunto, ajustadas cuidadosamente unas con otras, componen en hueco la figura que se ha de reproducir; molde descubierto, aquel en que la impresión o el dibujo se hace para una cara sola, quedando la otra cara o reverso plana o conforme resulte al enfriarse el metal en contacto con el aire libre; molde perdido, el que sólo sirve para fundir un ejemplar del objeto a reproducir, debido a la poca consistencia de la materia de que está formado o por la especial disposición de las piezas que lo componen.

No podemos prescindir de fijar conceptos en cuanto a la aplicación disparatada de los diversos vocablos que determinan las diferentes operaciones que se efectúan en el moldeo y la reproducción de piezas por moldeo.

Se dice corrientemente fundir una pieza, refiriéndose a la reproducción de una pieza al verter el metal o sustancia fundida dentro del molde, del cual se sacará una vez solidificada de nuevo después del conveniente enfriamiento.

A esto se denomina vaciar una pieza, acepción que siempre ha concedido el diccionario de la lengua al verbo vaciar.

El denominar a este vaciado por ja palabra fundido es un gran barbarismo, por cuanto fundido representa la acción de convertir en plástico un metal o sustancia sólida, sustancia que en estado de fusión o plasticidad es apta para ser vertida en moldes, dentro de los cuales adoptará exactamente la forma de los huecos y salientes que presente dicho molde en su interior, así, pues, la acción de verter la sustancia plástica dentro de un molde se denomina rociado.

Se confunde asimismo y de una manera lamentable el vocablo molde con el de matriz, y viceversa. Molde, como queda indicado, es la pieza o dispositivo formado por un conjunto de piezas en que aparece en hueco la figura que se quiere reproducir en sólido, mientras que matriz es el dispositivo formado por diversas piezas de manera que conjuntamente, con el movimiento que se les imprime, conducen a la formación de una pieza u objeto de forma y dimensiones definidas.

### 1.3.2. MODELOS

Para la construcción de moldes es necesario casi siempre construir el llamado modelo, que en escultura es la representación en barro, cera, ardua, etc., de una obra que se ha de ejecutar en mármol, madera u otra materia. Las medallas se modelan generalmente en cera en tamaño mayor del natural; los bocetos de estatuas, en barro y en tamaño menor, y para esculpir las en mármol se hace otro modelo igual de barro que después se vacía en yeso.

En metalurgia el modelo es una pieza de madera o metal cuya forma es reproducida luego al verter el metal fundido en la huella (vaciado) que ha dejado el modelo en la arena o tierra seca.

El modelo puede ser nuclear, como el de una culata, o tener partes huecas, como un cilindro. En este caso hay que preparar aparte el modelo del espacio interior, modelo que se construye de la misma arena especial, llamada arena, para noyos, pues noyó se denomina el modelo que forma en relieve el hueco que deberá tener la pieza una vez sea extraída del molde.

#### 1.3.2.1. DIMENSIONES DE LOS MODELOS

Los modelos han de tener dimensiones mayores que las definitivas del objeto que debe reproducirse, porque al solidificarse y enfriarse la colada se contrae. Así pues, en fundición o vaciado de piezas por medio de hierro deberán tenerse en cuenta, para la construcción de modelos, las contracciones de las diferentes clases de fundiciones empleadas, a continuación indicamos una serie de datos prácticos.

FUNDICIÓN NEGRA. - Tiene una contracción longitudinal del 13 al 15 por ciento. FUNDICIÓN GRIS. - Se puede tomar el 11 por 1.000 por término medio; un poco más para piezas muy bajas y estrechas, y menor para las macizas de cierto tamaño, en las que el ancho, alto y profundidad son del mismo orden.

FUNDICIÓN BLANCA Y ATRUCHADA. - Del 12 al 16 por mil.

FUNDICIÓN BLANCA MALEABLE PROCEDENTE DE LA FUNDICIÓN

BLANCA. - Del 13 al 20 por mil. Pero para modelos de grandes dimensiones y espesor pequeño (planchas) se toma de 11 a 13 por mil. Para vigas, columnas, planchas con bastidores, etc., de 6 a 7 por mil. Columnas macizas, del 9 al 11 por 1.000. Columnas huecas, del 8 al 10 por mil.

Para ruedas de engranaje, volantes, poleas, plataformas, etc., con radios y refuerzos, se toma del 8 al 10 por 1.000. En los demás órganos de máquinas como, por ejemplo, bastidores, se toman 11 milímetros por metro.

En el moldeo en arena verde la contracción es mayor, así como la colada en molde metálico para piezas cementadas.

El acero se contrae tanto más cuanto más puro es. Llega a 18 por 1.000. En general está comprendido entre 12 y 16 por mil.

Si el molde se calienta previamente, queda comprendido entre 12 y 13 por mil, las aleaciones de cobre tienen en general una contracción de 12 a 15 milímetros por metro. A los vaciados de latón y bronce debe dárseles una extensión tanto menor cuanto mayor sea la superficie y el espesor de los mismos. Puede ser suficiente contar con una contracción de 9 a 10 milímetros.

El cinc se contrae de 15 a 17 por 1.000; el estaño, de 6 a 9 por 1.000, y el plomo de 10 a 12 por 1.000. El bronce de cañones, 7,5 por mil; el latón, 15,4 por mil.

La contracción superficial es doble de la lineal y la cúbica triple, es decir, el volumen de la pieza debe ser igual en definitiva al del modelo menos el triple de la dilatación lineal multiplicada por el número de metros cúbicos del modelo.

Para facilitar el desmodelado se da a los modelos una ligera salida (despulla), y caso de no poder ser, se da salida y contrasalida, acompañada de un despiece conveniente o fragmentación del modelo.

Las diferentes partes que constituyen el modelo se sujetan con tornillos o con empalmes especiales de punta, ángulo, cruz, lengüeta, cola de milano, media madera, mortaja y espiga, diente recto, etc.

Estos ensambles deben practicarse con mucho cuidado, trazándose por medio de máquinas en los grandes talleres de construcción de modelos.

Las diferentes piezas que constituyen un modelo se ajustan a veces con marcas especiales de ajuste, especialmente en piezas de reporte. El modelo presenta, por ejemplo, un saliente cilíndrico en el que encaja fuertemente el reporte por un hueco del mismo diámetro, etc.

En el modelo ha de haber también ciertos salientes para apoyo del macho o noto que se llaman marcas de macho. Estas marcas han de tener suficiente salida, a la vez que suficiente longitud para guiar al macho y permitir un ajuste exacto, siendo su diámetro el necesario para que ofrezcan la debida resistencia.

El macho conviene que quede fijo, para evitar que el empuje de la colada lo pueda hacer flotar o remover. Para ello el modelista se vale de una marca en forma de clavo, hecha de fundición muy fusible y que sujete el macho al resto del molde.

Hay que prever la existencia de agujeros para sacar la arena del interior de los órganos, como, por ejemplo, en las camisas de los cilindros.

Estos agujeros se cierran luego, una vez extraída la arena, con soldadura autógena o se les obtura con una barra de cobre o un metal dilatante entrándolos a rosca y aserrando el saliente inútil.

En cuanto a las terrajas, diremos de antemano que es un calibre de plancha de hierro o de madera cuya forma responde a la sección meridiana de la pieza a reproducir. Con ella se evita la construcción del modelo. Si esta terraja es de madera, se refuerzan las aristas por medio de planchas de hierro.

En ruedas de engranaje, volantes, etc., se construye sólo una parte que luego se cambia de lugar, repitiendo con el mismo modelo el moldeo sucesivo de las partes hasta obtener el molde completo.

En las partes de la pieza a reproducir y que luego tienen que ser sometidas a la acción de máquinas-herramientas tales como limadoras, mandriladoras, planeadoras, moríajadoras, fresadoras, etc., hay que dejar mayor espesor que el definitivo. Para trabajos pequeños se dejan de 2 a 4 milímetros. Para grandes piezas de acero o fundición convendrá llegar a 8 ó 10 milímetros.

La variación de espesores en un modelo es un gran inconveniente para la homogeneidad del enfriamiento en la solidificación. Hay que tomar precauciones especiales, puesto que la desigualdad de enfriamiento da lugar a tensiones intensivas, tales que pueden ocasionar la rotura al más insignificante esfuerzo.

Deben evitarse, pues, siempre que ello sea posible, variaciones bruscas en la sección, los ángulos salientes agudos; y, en caso de necesidad, es preferible hacer el ángulo obtuso o poco agudo y rebajarlo después.

El trabajo del modelista es el de un carpintero, si bien sus conocimientos deben ser más extensos, y hasta las herramientas son de mayor cuidado y perfección. En el ensamble de las piezas para modelo debe ponerse sumo cuidado a fin de evitar el ulterior deterioro y servirse de portados o salientes, que se introducen en huecos de otras piezas y que se pintan de negro, así como las superficies que no han de tener contacto con la arena de fundición, sino sólo entre las partes de que consta el modelo.

Asimismo ha de tener conocimientos de dibujo y geometría descriptiva y conocer el arte del fundidor, especialmente las contracciones, cuyo detalle hemos enumerado, y el modo cómo aquél ha de disponer los modelos y machos para llevar a cabo su cometido.

El modelista, al recibir el dibujo, debe copiarlo a escala natural dándole las dimensiones correspondientes, si es que no ha sido trazado ya teniendo en cuenta éstas. Para facilitar su trazado se vale de un metro que en vez de tener 100 centímetros tiene en realidad 101, si bien está dividido en 100 partes. El modelista, al leer 67 centímetros en el plano de la pieza que haya que reproducir por vaciado, tomará 67 centímetros de su metro en el dibujo que él ejecute.

Con el dibujo a tamaño natural trazará los perfiles en las tablas de madera, ideará los ensambles, etc., pasando las tablas así preparadas a los operarios encargados de trabajarlas, bien a máquina, bien a mano.

En cuanto a la contracción, cambia a menudo la forma de los objetos. Para obtener, por ejemplo, un semicírculo (semipolea), el modelo ha de tener la forma de un sector con ángulo mayor de 180 en el centro de la circunferencia límite.

Para conocer las superficies que deben ajustarse y ensamblarse se pintan generalmente de negro y se les hace una señal o marca con el escoplo o punzón. Suelen ser marcas formadas por uno o varios trazos rectos semejantes a cifras romanas o árabes. Las dos superficies que han de quedar en contacto tienen igual señal.

Llamase franco a un trazo, lengua de víbora a una flecha sin pluma, contramarca, gancho, pie de oca, cola de milano, etc.

Generalmente, los modelos están contruidos de madera o de metal. Se construyen también de barro, escayola, cera, azufre, etc., hoy se emplea el yeso para lustrar los moldes, guarnecer molduras y reparar modelos de madera, etc. Escogido el yeso, se añade agua y se amasa añadiendo al líquido una ligera cantidad de sal o goma arábica desleída en agua caliente para acelerar el endurecimiento. Una vez seco, se da a la superficie, con una esponja o pincel, un baño de alumbre (cemento inglés) o cera amarilla (dos partes) y esencia de trementina (cuatro partes) y dejando secar lentamente en un horno o,

finalmente, se sumerge en una disolución de cola de pescado o goma arábica.

Para unir dos partes de un modelo, nunca deben pegarse los ensambles con cola, a menos de hacer intervenir a la vez un tornillo o un ensamble especial. Los modelos, convenientemente, clasificados, se reúnen en un almacén especial, donde se conservan en estanterías atados con bramante y numeradas las diversas piezas y cajas de noyos.

Conviene llevar un índice o catálogo como si se tratase de libros de una librería, en el cual se pueden añadir diversos datos y por menores así como indicar las dimensiones de la pieza que con el respectivo modelo se ha construido.

#### 1.3.2.2. Construcción de modelos.

Ya hemos dicho que los modelos son construidos, en general, de madera o de metal. Este último se utiliza para la confección de las llamadas placas para el moldeo mecánico. Los modelos pueden ser de fundición, que es lo corriente, bronce, metal blanco o bien de otras aleaciones duras.

Las maderas empleadas en la construcción de modelos suelen ser de preferencia la encina o el pino. También se emplean el nogal, álamo, tilo, castaño, haya, etc.

Sea la que fuere la madera que se emplee en la construcción de modelos, es condición indispensable que esté bien seca.

El pino resinoso se emplea bastante en la confección de grandes modelos. La madera de chopo es muy apreciada para la construcción de modelos de calidad, existiendo dos calidades, el chopo negro y el blanco. Tiene la gran propiedad de que es bastante plástica y se alabea muy poco.

Para modelos de piezas de arte se utiliza el tilo, por su estructura compacta y su

facilidad en ser trabajado. El tilo recién cortado se contrae mucho y se alabea fácilmente, pero bien desecado se conserva muy bien y su gran plasticidad evita que se agrieten las piezas con él fabricadas.

También es una madera muy buena para la confección de modelos el peral, pero tiene el inconveniente de que es caro, por lo que únicamente se utiliza para pequeños modelos; lo mismo ocurre con el nogal.

La cola que debe utilizarse para la construcción de modelos es la que tiene un color uniforme (amarillo o pardo). Debe ser dura, áspera y poco quebradiza, transparente y limpia.

Debe partirse antes que doblarse, mostrando una fractura brillante como el vidrio.

Siempre que se construya un modelo habrá que tener presente el desmoldeo, de manera que al quitar el modelo no arrastre consigo parte de la arena que haya sido moldeada con él. A tal fin conviene que la superficie sea convexa si el modelo es de una sola pieza, y aun en este caso se dará a las paredes normales a la junta una ligera inclinación que aumente su convexidad.

Con el mismo fin se emplean varias cajas de arena, de manera que los planos de junta lo sean de separación de partes convexas, lo que en el lenguaje de taller se dice tener salida.

Si la pieza a obtener ha de tener la forma de la figura 1.14 (figura 1), construiremos el modelo de una sola pieza y se moldeará en dos medias cajas como se indica en la figura 1.14. Una vez efectuado el moldeo, se separarán las dos medias cajas y se sacará el modelo por la parte superior, en la dirección que indica la flecha marcada en la figura 1.14.

Cuando no existe convexidad no es posible construir el modelo de una sola pieza. En este caso se dice que el modelo tiene contrasalda y hay que construirlo de varias piezas, como se indica en la figura 1.14 (figura 3), en donde se puede apreciar que el modelo está construido por dos partes, la superior A y la inferior H. La salida de las dos partes del modelo se efectuará de acuerdo con la dirección que indican las flechas.

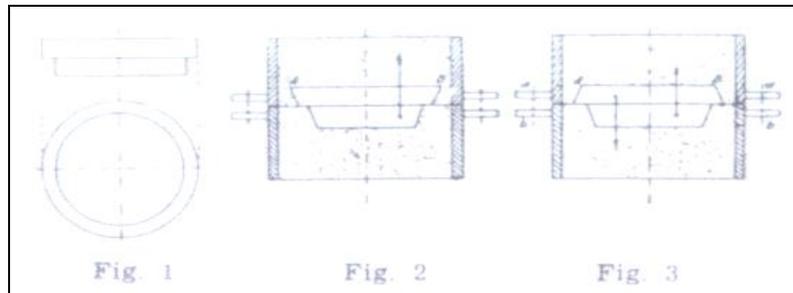


Figura 1.14. Construcción de modelos

Cuando las piezas tienen hueco, además del modelo correspondiente hay que hacer el noyó, que es el modelo de la parte hueca. Así, en la figura 1.15 (figura 4), el modelo de la pieza, que es un casquillo cilíndrico con un hueco sencillamente cilíndrico, será el indicado en la figura 1.15 (figura 5) y el noyó será el que representa la figura 1.15 (figura 6).

En el caso del casquillo de la figura 1.15 (figura 7), que tiene el hueco de diferentes diámetros, el modelo será el mismo de la figura 1.15 (figura 5), pero el noyó será el indicado en la figura 1.15 (figura 8).

Si, por ejemplo, tenemos que preparar la pieza de la figura 1.15 (figura 9), que es un soporte vertical de cojinete, construiremos el modelo correspondiente, que tendrá la forma de dicha figura, y con cotas o dimensiones adecuadas, teniendo en cuenta la contracción del metal con el que va a fundirse.

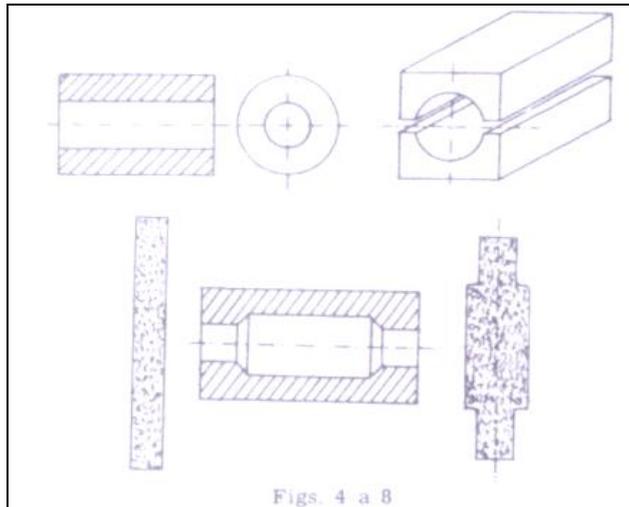


Figura 1.15. **Diferentes diámetros de los moldes**

A continuación se construirá los hoyos correspondientes a los huecos A y B, que a su vez corresponden al hueco de bancada y de agujero de cojinete respectivamente. El hoyo del macho del hueco de bancada A se ejecutará por medio de la caja de machos indicada en la figura 1.16. En la cual a es la tabla de asiento que tiene los travesaños b y b para impedir que esta tabla se alabee. En la figura 1.16 se indica el molde acabado con los dos machos A y B que corresponden a los agujeros o huecos citados.

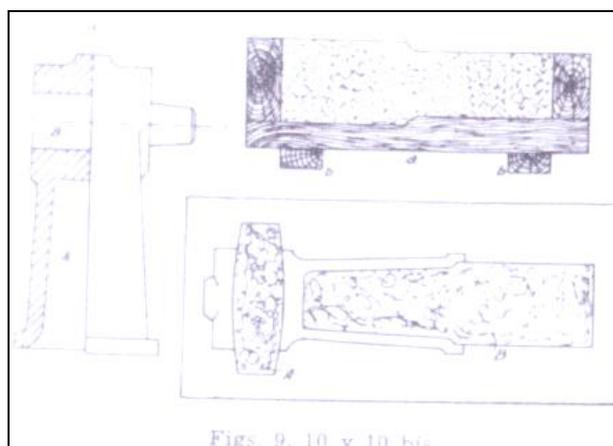


Figura 1.16. **Molde acabado con dos machos**

### 1.3.3. PREPARACIÓN DE MOLDES

#### 1.3.3.1. Vaciado de los objetos en moldes.

El vaciado en molde es objeto de estudio por parte de la Tecnología Mecánica cuando ésta se ocupa en dar forma a los objetos valiéndose de la propiedad que tienen algunas sustancias de endurecerse después de haber tomado la forma líquida o una más o menos pastosa que les permita adaptarse perfectamente a los menores pliegues o sinuosidades del recipiente que los contiene, cuya impresión conservan con más o menos fidelidad después de su endurecimiento, reproduciendo así, de una manera más o menos exacta, en su superficie exterior, la forma de las paredes interiores del recipiente en que estaban contenidos.

Esto indica que para proceder a la formación de un objeto por medio del vaciado es preciso disponer de un recipiente o vasija, a la que se da el nombre de molde, cuya superficie interior reproduzca fielmente en sentido inverso todos los detalles de la superficie exterior del objeto o modelo. De manera que lo que en el modelo es lleno, en el molde es hueco, y recíprocamente.

La condición principal que debe presentar la sustancia que se utilice para el vaciado es que tome fácilmente la forma líquida o pastosa. Las sustancias que en más alto grado reúnen esa circunstancia son los metales, pues a ¡a facultad de tomar la forma líquida por fusión hay que agregar su fácil paso al estado sólido por enfriamiento y la gran dureza de su superficie, que los hace a propósito para reproducir fielmente los detalles más insignificantes del modelo, así como su gran cohesión, que asegura la solidez del conjunto y hace imposibles los desprendimientos por adherencia con las sustancias de que está compuesto el molde.

Además de los metales pueden utilizarse sustancias como el azufre, la parafina y otras, cuya fusión es también fácil y que reproducen con exactitud los detalles del modelo, pero su escasa consistencia y la delicadeza necesaria para su manejo limitan mucho sus aplicaciones; finalmente, hay otras sustancias, como el yeso y el cemento, que toman una forma pastosa muy a propósito cuando contienen gran cantidad de agua, endureciéndose después y tomando la forma sólida a medida que se van secando.

El vaciado de objetos de metal recibe el nombre de fundición, y en realidad es el de aplicaciones más extensas, pues es tan grande el número de metales y sus aleaciones, así como sus propiedades y sus precios de coste, que su utilización abarca desde el más insignificante objeto doméstico hasta las colosales estatuas que adornan las calles y paseos públicos.

#### 1.3.4. TIPOS DE MOLDEO

##### 1.3.4.1. Moldeo soplado por extrusión continua

En el proceso continuó, una extrusora estática plastifica y empuja el polímero fundido a través de la cabeza para formar un parísón continuo.

##### 1.3.4.2. Moldeo soplado intermitente

En el moldeo por soplado intermitente, la fundición se acumula antes de llegar a la matriz y es expulsada de un solo disparo. El moldeo soplado intermitente se utiliza principalmente para piezas grandes, dado que hay que trabajar con un parísón más pesado que la pequeña pieza a moldear.

##### 1.3.4.3. Moldeo soplado por coextrusión

El moldeo soplado por coextrusión permite combinar materiales con diferentes propiedades para crear un producto terminado destinado para una aplicación particular. Con este proceso usted puede fabricar productos que contengan varias capas en sus estructuras de pared. Asimismo, las distintas partes de la estructura se pueden optimizar para obtener un mejor balance entre las propiedades y los costos.

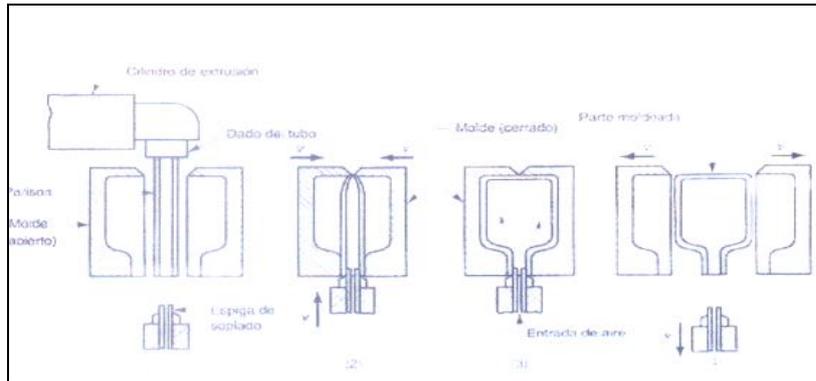


Figura 1.17. Moldeo soplado por coextrusión

#### 1.3.4.4. Moldeo por inyección

El moldeo comienza con el moldeo por inyección de un pre-formado, el cual luego es recalentado hasta obtener su forma final en un molde, también es capaz de producir artículos moldeados.

Su función es de recibir la masa plástica distribuirla, darle forma, enfriarla, pasarla por un estado sólido y extraer la pieza.

Es indispensable en la construcción de un molde que sus placas al ser mecanizadas queden perfectamente paralelas así como también las columnas de guía deben estar en escuadra perfecta con sus placas para dar un funcionamiento suave en la abertura del molde

Básicamente consta de las siguientes partes de acuerdo a la figura 1.18

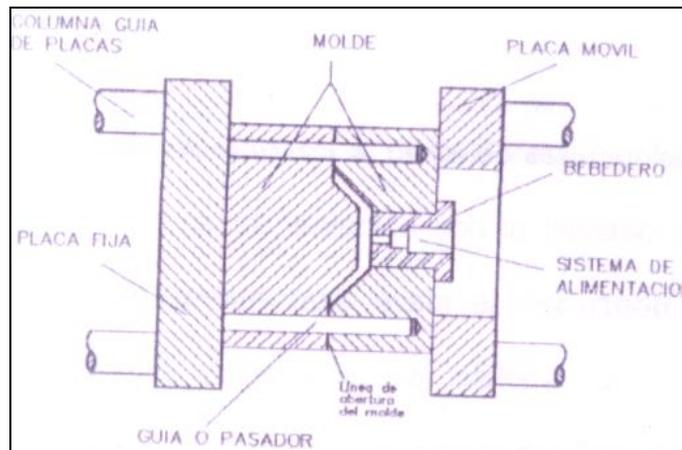


Figura 1.18. Moldeo por inyección

1. Placas de fijación. **Sujetan las dos mitades del molde. La una es fija o estacionaria y la otra móvil o deslizante.**
2. Columnas guías de placas. **Permiten el deslizamiento de las placas y consecuentemente la separación de las dos mitades del molde.**
3. Bebedero. **Es un componente del molde que permite a través de si mismo, el flujo del material plástico desde la máquina inyectora hacia las cavidades del molde.**
4. Sistema de alimentación. **Se compone de mazarota, canales de distribución, entradas o puntos de inyección.**
  - Mazarota. **Es el producto del bebedero.**
  - Canales de distribución. **Es la parte del sistema que une el bebedero con las entradas a las cavidades.**
  - Entrada o punto de inyección. **Es el canal de estrangulamiento u orificio que conecta el sistema de alimentación con la cavidad del molde. Esta pequeña sección es necesaria para evitar el rechupado en el producto moldeado y permitir la separación del sistema de alimentación del producto. La dimensión de la entrada depende del**

flujo del material a ser moldeado, del espesor de pared del producto, del volumen de material a ser inyectado, de la temperatura del material fundido y de la temperatura del molde.

5. Guías o pasadores. **Posicionan correctamente las dos mitades del molde, una respecto a la otra, para que coincidan exactamente y el cierre del molde sea hermético.**
6. El molde propiamente dicho. **Consta de dos mitades que, por lo general, se fijan directamente sobre las placas de fijación.**

#### 1.3.4.5. Moldeo soplado por estiramiento (stretch) inyectado

El moldeo soplado estirable por inyección comienza con el moldeo por inyección de un pre-formado, que también es recalentado, pero estirado con una clavija, al mismo tiempo en que es soplado en el molde. Este es el típico proceso de conversión para producir botellas de PET.

#### 1.3.4.6. Moldeo soplado en 3D

El moldeo soplado en 3D es un desarrollo reciente en el cual el parison es manipulado por un brazo robotizado para ubicar el parison en un molde tridimensional, antes de ser soplado. Las ventajas que presenta son bajo nivel de desperdicio y la capacidad de producir formas complejas. Generalmente, se lo utiliza para fabricar piezas de automóviles.

La moldería es el arte de preparar los moldes en los que se hace el vaciado o colada del metal fundido.

La operación general de moldeo para el vaciado de metales consiste en:

Construir un modelo de madera o modelado.

- Rodearlo de arena bien apisonada y convenientemente preparada.

- **Quitar el modelo o desmodelado.**
- **Añadir aquellas partes de arena que corresponden a huecos o partes internas.**

Así pues, para hacer un molde se construye primeramente un modelo, generalmente de madera; se recubre luego de arena apelmazada; se quita después el modelo, y en el hueco que dejase vierte el metal fundido.

La operación de rodear de arena el modelo de madera se ejecuta llenando de arena el espacio que queda entre el modelo y una caja de hierro fundido de forma de paralelepípedo recto y de paredes con nervaduras para que tenga mayor resistencia, abierta por las dos bases, es decir, sin tapa ni fondo, y con agarraderas laterales para poderlas suspender y así transportarlas fácilmente.

Estas cajas se pueden superponer. Entre cada dos o más se acostumbra colocar el modelo. Estas cajas, una vez llenas de arena rodeando el modelo, quedan separadas por la línea AB.

La moldería comprende, por consiguiente, la construcción de modelos y calibres, la preparación de las cajas de arena que forman el molde que ha de recibir el metal y la obtención de arenas que reúnan las condiciones y cualidades necesarias. Ya hemos dicho las que ha de reunir el modelo y también las dimensiones que debe tener, habida cuenta de la contracción y de la mayor cantidad de materia que ha de tener la pieza fundida para poder luego ser trabajada con las máquinas-herramientas correspondientes.

El espesor o grueso superior al definitivo que debe tener la pieza se saca con un exceso de 6 milímetros para piezas de grandes dimensiones o de contracción dudosa. Cuando la contracción es conocida con exactitud, es suficiente un margen de 3 milímetros. En las piezas que deben ser alisadas o mandriladas, su diámetro al salir de fundición debe ser de 6 a 10 milímetros superior al definitivo

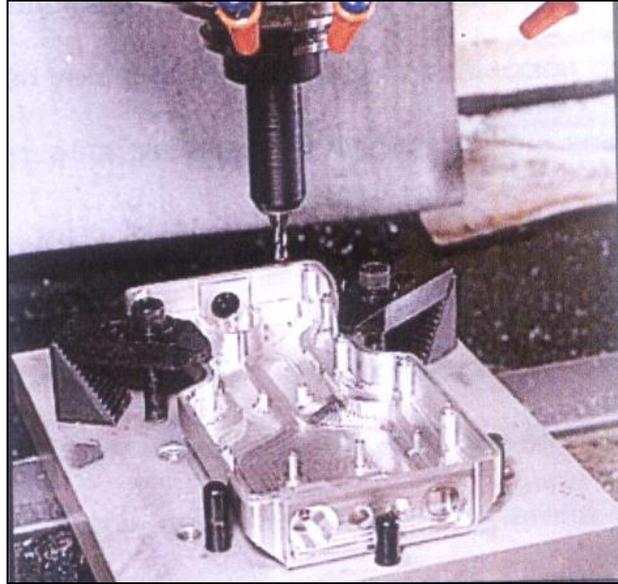


Figura 1.19. Moldeo soplado en 3D

#### 1.3.4.7. Arenas de moldeo

Las arenas de moldeo no deben tener ni óxido de hierro, ni cal, ni magnesia, ni materias orgánicas, porque si las contienen se alteran a las elevadas temperaturas de fusión. Estas arenas deben ser plásticas, para lo cual la alúmina debe entrar en la proporción de un 5 a un 15 por 100; deben ser porosas, para facilitar la salida de los gases que se forman. Además, han de ser homogéneas, y no formar grietas, lo cual se obtiene con una proporción de sílice entre 75 y 90 por ciento.

ARENAS. - Antes de utilizar una arena, lo mejor es probarla fundiendo una pieza pequeña, las arenas se clasifican en grasas, semigrasas, magras, dulces y de río. La proporción de alúmina disminuye de la primera, que tiene un 12 por 100, a la última, que tiene un 5 por 100.

La primera se emplea en moldes que han de fundir en seco; la segunda para fundir sin desecar, en verde; la tercera para la confección de machos; la cuarta, que es de grano fino, para piezas pequeñas, y la última sólo se utiliza en casos especiales.

Arena verde es toda arena en que al moldear no se espera a su desecación para proceder a la colada, y arena de estufa es la que se seca antes de la colada. A la arena verde se mezcla arena fresca ordinaria, arena de grano fino vieja y hulla pulverizada. Si la pieza es pequeña, la arena verde ha de resultar magra, untuosa y de grano fino. Para piezas mayores el grano puede ser más grueso.

La arena para la confección de machos debe ser muy porosa a fin de dar salida a los gases de disgregación fácil, porque luego hay que quitarla.

La llamada arena ordinaria es magra, mezcla de arena vieja de machos y arena semigrasa granulada. También se emplea arena de estiércol, a base de arena y estiércol o tanino.

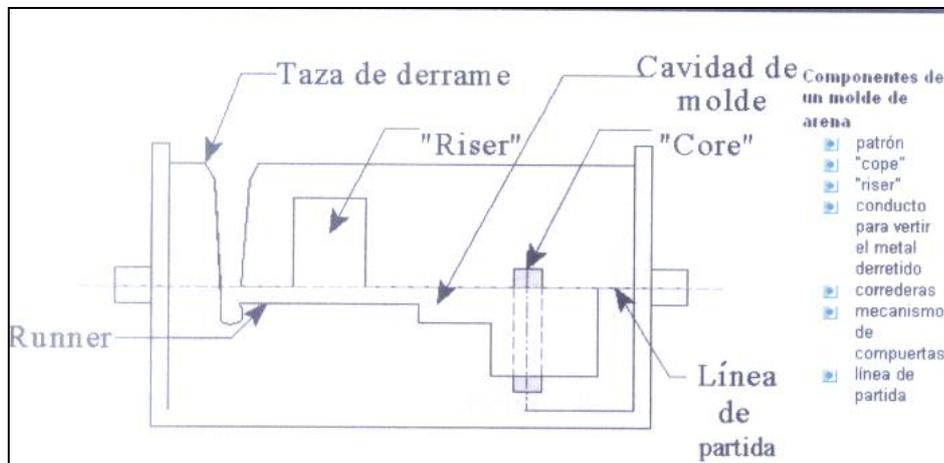


Figura 1.20. Molde de arena

Cuando se requiere gran porosidad se emplea arena de sílice pura aglutinada con harina.

Los moldes y los hoyos o machos se recubren de negro mineral, que es hulla pulverizada mezclada con arena, para que la superficie de los mismos a la elevada temperatura de la colada no se vitrifique. El negro mineral se usa sólo para recubrir arenas verdes.

El negro vegetal es carbón vegetal pulverizado. El negro de estufa es un líquido bituminoso o polvo impalpable formado por un 35 por 100 de negro vegetal, un 15 por 100 de grafito y un 10 por 100 de arcille, todo ello emulsionado en agua con estiércol de caballo y orina. En vez de negro puede usarse blanco, que es talco.

Para dar paso a los gases y contribuir a la mayor porosidad de los machos o núcleos se recurre a mezclar las arenas; mejor aún, a constituir sus núcleos o parte central por haces de paja, cáñamo, fibra, cuerda, etc.

#### 1.3.5. CAJAS DE MOLDEO

Las cajas de moldeo, que es donde se preparan los moldes, son comúnmente de fundición y constan de dos marcos, en general, con orejetas para su mejor transporte y para su ajuste.

Si para la confección del molde son precisas más caídas, se colocan otras intermedias llamadas chapas. Las cajas terminales o cajas corrientes, cuando son de grandes dimensiones, llevan refuerzos o traviesas para poder sostener la arena, la altura corriente de una caja de moldeo es de 50 a 100 milímetros.

En la figura 1.21 se representa una caja de moldeo vista en planta.

Cuando la caja superior tiene más de 400 milímetros, se la provee de las traviesas d. Los refuerzos interiores R de todas las cajas sirven para mantener la arena en su sitio, y gracias a sus rebordes no es necesario poner traviesas en las chapas los pasadores se fijan con chaveta y tuerca. Hay otros sistemas, pero son menos usados.

Para su transporte las cajas llevan asideros y empuñaduras diversos. Estos asideros acostumbran servir también para el ensamblaje y enlace de cajas, de modo que las diversas cajas que intervienen en la colada formen un conjunto sólido.

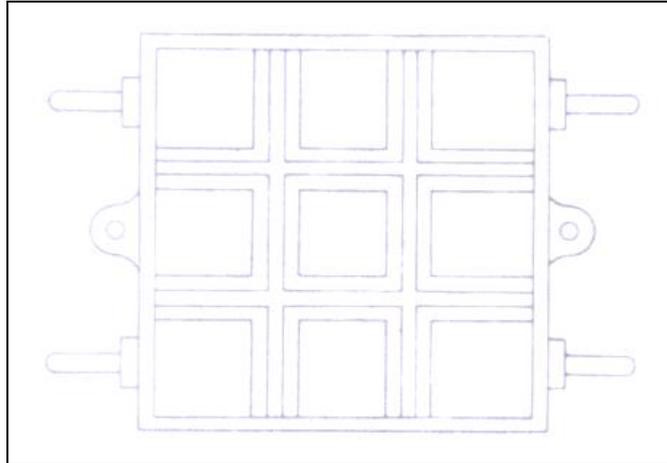


Figura 1.21. Cajas de moldeo

Como se ha indicado, la mayor parte de las cajas de moldeo son de fundición, pero las hay también de hierro laminado o perfilado, de madera, desmontables, metálicas, articuladas, etc.

#### 1.3.6. TERRAJAS

Los calibres, que allí también se llama a las terrajas, sirven para moldear superficies de revolución o elípticas, consisten en un eje vertical *S* con un calibre *D* (figura 1.22) que tiene un perfil definido. Este eje se apoya en una quicionera *P*. La terraja se fija a la altura que se desea por medio del aro con tornillo *T*.

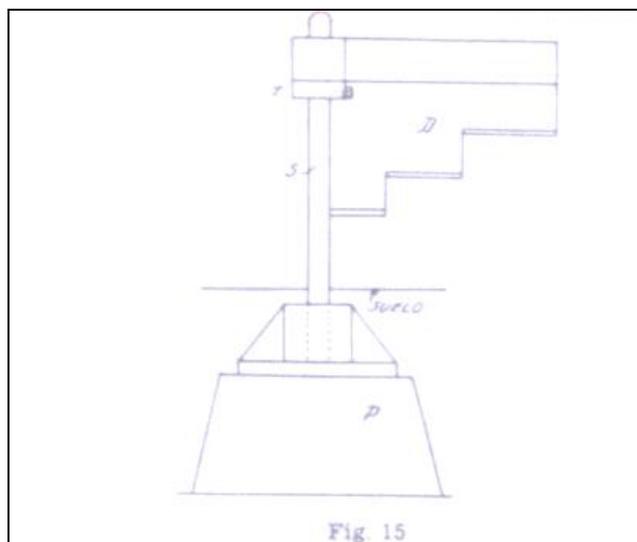


Figura 1.22. Terrajas

Las hay para el trazado de óvalos, en las que el movimiento del calibre es variable en sentido transversal, y gracias a este movimiento y al de variación en la vertical pueden obtenerse superficies cualesquiera. Llámense en tal caso espiraloides o helicoidales, y los movimientos indicados pueden obtenerse a mano o automáticamente.

El operario moldeador, además de lo que antecede, utiliza para trabajar y hacer los moldes distintas herramientas, como son las paletazo llanas, espátulas, alisadores, gubias, martillos, atacadores, fuelles, tamices, azadones, zapapicos, palas o cucharas, carretillas, vagonetas, cribas, brocas, pinces, etc.

## CAPÍTULO II

### ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

#### 2.1. DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS

Una máquina para construir llaveros de caucho se lo realiza mediante el moldeo por inyección la cual tiene como función principal en la de moldear un cierto tipo de material mediante la inyección.

Sobre las bases de las necesidades y capaz de satisfacer todos aquellos requerimientos se propone algunas alternativas:

- Máquina manual de moldeo por inyección
- Máquina automática de moldeo por inyección

## **2.2. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO**

**En este subcapítulo se analiza las ventajas y desventajas de las alternativas para definir y analizar los requerimientos apropiados para poder elaborar la máquina apropiada**

### **2.2.1. PRIMERA ALTERNATIVA**

**Esta alternativa es un tipo de máquina manual de moldeo a inyección en la cual se aplica la fuerza bruta del hombre se presentan varias ventajas y desventajas con la finalidad de precisar parámetros que faciliten el análisis de la mejor elección.**

Ventajas

- **Esta máquina manual es de fácil construcción.**
- **Es de fácil operación**
- **Su costo de construcción es bajo.**
- **Su mecanismo es fácil de realizar su mantenimiento.**
- **Fácil de transportar**

Desventajas

- **El operador trabaja muy cerca al conjunto.**
- **Actúa bajo acción directa de una palanca.**
- **Los niveles de producción son medianamente rápidos.**

### **2.2.2. SEGUNDA ALTERNATIVA**

**Esta alternativa de la máquina automática de moldeo se suprime la fuerza bruta del hombre en la cual se la cambia mediante un sistema hidráulico en la cual reduce el trabajo del operador.**

Ventajas

- **Los niveles de producción realmente rápidos.**
- **El operador solo tiene que estar controlando la inyección de los materiales**
- **Es de fácil operación**

Desventajas

- **Su costo de construcción es realmente costoso.**
- **Es difícil de transportar**
- **Su mantenimiento es muy costoso debido a que tiene cilindros hidráulicos.**
- **Dificultad en la construcción.**
- **La máquina en sí es realmente pesada**

### 2.3. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Para la evaluación de cada una de las alternativas que están planteadas debemos tomar en cuenta la operación, mantenimiento, costo, fuerza ejercida por el operador, peso y la seguridad del operador al momento de construir y de utilizar las maquinas de inyección.

La evaluación de cada uno de los parámetros se lo realiza en forma cualitativa, calificándoles de mala, buena, muy buena, sobresaliente. Con la finalidad de cuantificar se asigne una puntuación de 7, 8, 9 y 10 respectivamente a fin de poderse determinar la mejor opción sobre la base de matriz de selección.

Tabla 2.1. Evaluación cualitativa

CUALITATIVA	CUANTITATIVA
<b>SOBRESALIENTE</b>	<b>10</b>
<b>MUY BUENA</b>	<b>9</b>
<b>BUENA</b>	<b>8</b>
<b>MALA</b>	<b>7</b>

COMPLEJIDAD DE CONSTRUCCIÓN

Hace referencia a las características técnicas y propiedades del material utilizado en la estructura y constitución del mecanismo de inyección, así como también los pasos y normas de fabricación y construcción

Tabla 2.2. Evaluación cualitativa y cuantitativa de complejidad de construcción

TIPOS DE MÁQUINA	EVALUACIÓN	
Manual de modelo	9	MB
Automática de modelo	10	S

#### Operación

La manera en la cual se van a operar las máquinas es manualmente y automáticamente.

En el caso de la máquina manual se utiliza en gran parte la fuerza bruta del operador para poder iniciar el proceso de moldeo por inyección; en cambio en la maquina accionada automáticamente se suprime la fuerza del operador por un sistema hidráulico y así evitando el cansancio físico de las personas.

Tabla 2.3. Evaluación cualitativa y cuantitativa de operación

TIPOS DE MÁQUINA	EVALUACIÓN	
Manual de modelo	10	S
Automática de modelo	9	MB

#### Mantenimiento

Es necesario e importante dar un buen mantenimiento a las máquinas para mantenerlas en condiciones estándar de operación en todo momento; Como para alargar la vida útil de los materiales.

El mantenimiento en la máquina manual es realmente de fácil acceso a todos los mecanismos movibles capaz de lubricar a cada uno de ellos en la cual tendremos una

reducción de tiempo increíble en comparación al otro tipo de máquina.

En cambio el mantenimiento de la máquina automática se lo realiza con ciertos equipos que solo ellos pueden lubricar los cilindros hidráulicos en la cual nos resultaría más costoso que la otra máquina y sobre todo el tiempo se nos alargaría en el mantenimiento.

Tabla 2.4. Evaluación cualitativa y cuantitativa de mantenimiento

TIPOS DE MÁQUINA	EVALUACIÓN	
Manual de modelo	10	S
Automática de modelo	8	MB

Costo

La accesibilidad de los materiales de la máquina manual es sumamente reducido y fácil de adquirir en el mercado; en cambio con la máquina automática su costo es realmente elevado y muy difícil de conseguir todas las partes de dicha máquina.

Tabla 2.5. Evaluación cualitativa y cuantitativa de costos.

TIPOS DE MÁQUINA	EVALUACIÓN	
Manual de modelo	9	MB
Automática de modelo	9	MB

Fuerza ejercida por el operador

La aplicación de los mecanismos tiene como objetivo la disminución del esfuerzo del operario al máximo, para poder desempeñarse de mejor manera en el momento de producirse la inyección de los materiales.

La máquina manual al momento de ponerla en funcionamiento se realiza un considerable esfuerzo por parte del operador ya que su manipulación es directa al

momento de ejercer presión en la palanca, pero aquella presión es mínima cuando se obtiene el nivel correcto de calentamiento del material. Caso contrario en la maquina automática su esfuerzo es nulo, porque toda la presión que se necesita es enviada por los cilindros hidráulicos en la cual el operador no utiliza su fuerza.

Tabla 2.6 Evaluación cualitativa y operario.

TIPOS DE MÁQUINA	EVALUACIÓN	
Manual de modelo	9	MB
Automática de modelo	10	S

Peso

La determinación del peso de la máquina manual es realmente liviano en la cual no se utiliza materiales pesados lo que en la máquina automática sus componentes son muy pesados y por ende toda la máquina tendrá un peso superior a la maquina manual.

Tabla 2.7. Evaluación cualitativa y cuantitativa de peso

TIPOS DE MÁQUINA	EVALUACIÓN	
Manual de modelo	10	S
Automática de modelo	8	MB

Seguridad del operador

La seguridad del personal que opera estas máquinas es muy importante; por eso estas máquinas deben tener dispositivos de protección contra las cocinas y protección en caso que se derrame el material caliente , la máquina manual posee una palanca que mientras no se la hale esta no entra en funcionamiento, en cambio la hidráulica se tiene que encender mediante un interruptor la cual una vez accionado la maquina comienza a funcionar, la cual un solo descuido del operador podría causar graves accidentes.

Tabla 2.8. Evaluación cualitativa y cuantitativa de la seguridad del operador.

TIPOS DE MÁQUINA	EVALUACIÓN
------------------	------------

<b>Manual de modelo</b>	<b>10</b>	<b>S</b>
<b>Automática de modelo</b>	<b>10</b>	<b>S</b>

#### 2.4. MATRIZ DE SELECCIÓN

En la siguiente Tabla se resume todos los resultados obtenidos de las dos Alternativas de construcción, para obtener la mejor máquina que cumpla con las expectativas planteadas.

Tabla 2.9. Matriz de selección

		TIPOS DE MÁQUINAS					
PARÁMETROS		MANUAL DE MOLDEO			AUTOMÁTICA DE MOLDEO		
		Cualit.	Cuant.	PxCt	Cualit.	Cuant.	PxCt
<b>Complejidad de construcción</b>	<b>0.7</b>	<b>MB</b>	<b>9</b>	<b>6.3</b>	<b>S</b>	<b>10</b>	<b>7</b>
<b>Operación</b>	<b>0.9</b>	<b>S</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>MB</b>	<b>9</b>	<b>8.1</b>
<b>Mantenimiento</b>	<b>0.8</b>	<b>S</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>MB</b>	<b>9</b>	<b>7.2</b>
<b>Costo</b>	<b>0.6</b>	<b>MB</b>	<b>9</b>	<b>5.4</b>	<b>MB</b>	<b>9</b>	<b>5.4</b>
<b>Fuerza ejercida por el operador</b>	<b>0.6</b>	<b>MB</b>	<b>9</b>	<b>5.4</b>	<b>S</b>	<b>10</b>	<b>6</b>
<b>Peso</b>	<b>0.2</b>	<b>S</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>MB</b>	<b>9</b>	<b>1.8</b>
<b>Seguridad del operador</b>	<b>0.7</b>	<b>S</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>S</b>	<b>10</b>	<b>7</b>
<b>TOTAL</b>		<b>43.1</b>			<b>42.5</b>		

#### 2.5. SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

Posterior a la evaluación y al estudio técnico de cada una de las alternativas se llega a la conclusión, que la primera opción es la mas recomendable en vista de sus ventajas de orden técnico-económicos en su construcción y operación que rebasa a la otra alternativa

## CAPITULO III

### CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA

#### 3.1. MATERIALES

**De manera general todos los elementos constitutivos de la máquina se construyen con diferentes tipos de acero en función del trabajo que realiza cada elemento de la máquina.**

**Las tablas 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 presentan una lista de todos los elementos que constituyen la máquina de inyección.**

## LA MÁQUINA DE INYECCIÓN

Tabla 3.1. La Matriz de inyección.

ELEMENTO	ACERO	ESPECIFICACIONES	DIMENSIONES
<b>Bloques</b>	<b>M 238</b>	<b>Platina</b>	<b>Ø 100 mm (2)</b>
<b>Guías</b>	<b>M 238</b>	<b>Eje</b>	<b>Ø8mm x 8 mm (2)</b>
<b>pasador cabeza nacho</b>	<b>M 238</b>	<b>Eje</b>	<b>Ø 8 mm x 25 mm</b>
<b>Pernos</b>	<b>M 238</b>	<b>hexagonales</b>	<b>12 mm x 1pulg. (2)</b>

Tabla 3.2. El Sistema Térmico

ELEMENTO	ACERO	ESPECIFICACIONES	DIMENSIONES
<b>Cilindro de inyección</b>	<b>AISI C1024</b>	<b>Barra perforada</b>	<b>Ø 50 x 200 mm</b>
<b>Boquilla de inyección</b>	<b>AISI 4140H</b>	<b>Eje</b>	<b>Ø 50 x 55 mm</b>
<b>Torpedo</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>Eje</b>	<b>Ø 30 x 90 mm</b>
<b>Resistencias eléctricas</b>		<b>600 W 220 V</b>	<b>2</b>

Tabla 3.3. El Sistema de Inyección

ELEMENTO	ACERO	ESPECIFICACIONES	DIMENSIONES
<b>Palanca de inyección</b>	<b>AISI/SAE 1045</b>	<b>Eje</b>	<b>Ø 31.75 x 1000 mm</b>
<b>Eje porta-piñon</b>	<b>AISI 4140H</b>	<b>Eje</b>	<b>Ø 25.34 x 130 mm</b>
<b>Piñon</b>	<b>AISI/SAE 4337</b>	<b>Eje</b>	<b>Ø 30 x 90 mm</b>

<b>cremallera</b>	<b>AISI/SAE 4337</b>	<b>platina</b>	<b>200 x 40 x 40 mm</b>
<b>Émbolo</b>	<b>AISI/SAE 1045</b>	<b>Eje</b>	<b>190 x 86 mm</b>
<b>Placas porta-rodamientos</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>platina</b>	<b>190 x 86 mm</b>
<b>Placa porta-cremallera</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>platina</b>	<b>85 x 112 mm</b>
<b>Placa porta-cilindro</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>platina</b>	<b>U 80 x 40 x 160 mm</b>
<b>Columna soporte</b>	<b>ASTM A36</b>	<b>Perfil U</b>	<b>U 80 x 40 x 700 mm</b> <b>U 80 x 40 x 600 mm</b>
<b>Base de columna</b>	<b>ASTM A36</b>	<b>Perfil U</b>	<b>U 60 x 40 x 160 mm</b>

Tabla 3.4. El Sistema de Cierre

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACERO</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>DIMENSIONES</b>
<b>Columnas-guía</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>Eje</b>	<b>Ø 37.75 x 600 (2) mm</b>
<b>Platos porta-matrices</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>platina</b>	<b>257 x 100 x 12 (2) mm</b>
<b>Plato ajustable</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>platina</b>	<b>257 x 100 x 12 (1) mm</b>
<b>Placas de refuerzo</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>platina</b>	<b>50 x 12 x 220 (2) mm</b>
<b>Eslabones primarios</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>platina</b>	<b>50 x 12 x 140 (2) mm</b>
<b>Eslabones secundarios</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>platina</b>	<b>50 x 12 x 120 (4) mm</b>
<b>Eslabones de conexión</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>platina</b>	<b>50 x 12 x 50 (6) mm</b>
<b>Eslabones verticales</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>platina</b>	<b>50 x 12 x 3600 (2) mm</b>

<b>Eslabones giratorios</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>platina</b>	<b>50 x 12 x 140(4) mm</b>
<b>Eje de cierre</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>Eje</b>	<b>Ø 31.75 x 240 mm</b>
<b>Palanca de cierre</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>Eje</b>	<b>Ø 25 x 580 mm</b>
<b>Barra porta-eslabones</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>eje</b>	<b>Ø 12.7 x 130 mm</b>
<b>Placas sujetadoras</b>	<b>AISI/SAE 1020</b>	<b>platina</b>	<b>50 x 12 x 35 (2) mm</b>
<b>Chumaceras</b>			<b>Ø 19.05</b>
<b>Tuercas</b>			<b>1 ¼ pul. (4)</b>
<b>Tuercas</b>			<b>1 ¼ pul. (2)</b>
<b>Pernos</b>		<b>hexagonales</b>	<b>5 /16 x pulg. (6)</b>
<b>Pernos</b>		<b>hexagonales</b>	<b>5 /16 x 1 ½ pulg. (8)</b>

Tabla 3.5. **El Bastidor**

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACERO</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>DIMENSIONES</b>
<b>Vigas mesa inferior</b>	<b>ASTM A36</b>	<b>perfil</b>	<b>½ x 2 pulg. (6)</b>
<b>Columnas</b>	<b>ASTM A36</b>	<b>Perfil</b>	<b>3/8 x 1 pulg. (5)</b>
<b>Estructura soporte</b>	<b>ASTM A36</b>	<b>perfil</b>	<b>½ x 1 ½ pulg. (2)</b>

### 3.2. Máquina manual de moldeo por inyección

#### 3.2.1. La matriz de inyección

**La matriz de inyección es una unidad completa capaz de producir artículos moldeados, sus cavidades contienen la forma y las dimensiones del producto deseado.**

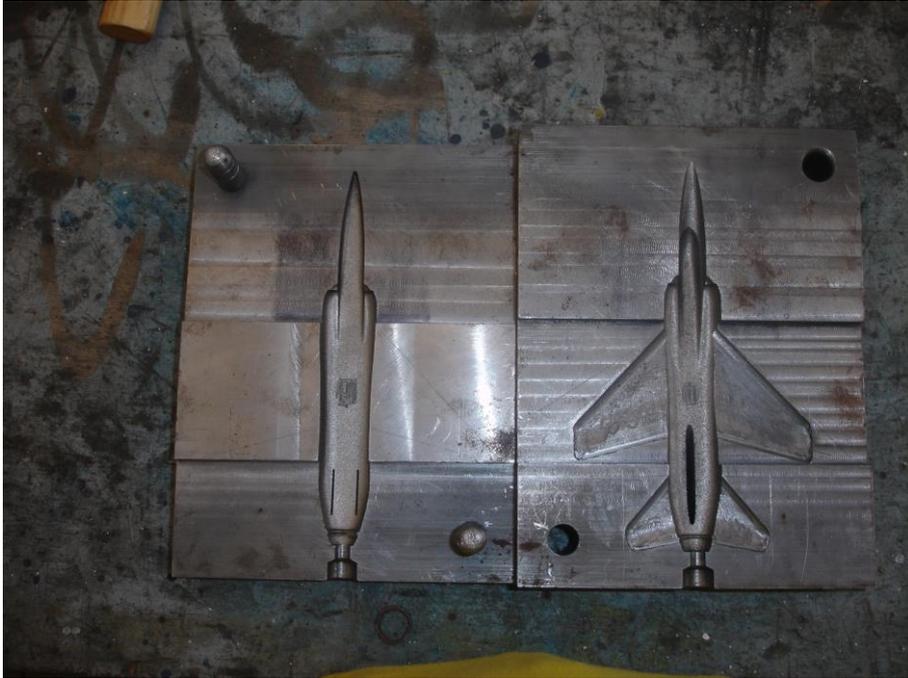


Figura 3.1. La matriz de inyección

### 3.2.2. El sistema térmico

El sistema térmico está constituido por una serie de elementos que deben ser capaces de transformar el material granular en material fundido.

El sistema térmico su principal objetivo es repartir calor al material para que este cumpla con su función que es ser plastificado para posteriormente ser moldeado, la temperatura de fusión del caucho es de 80°C y del polietileno es 115°C.

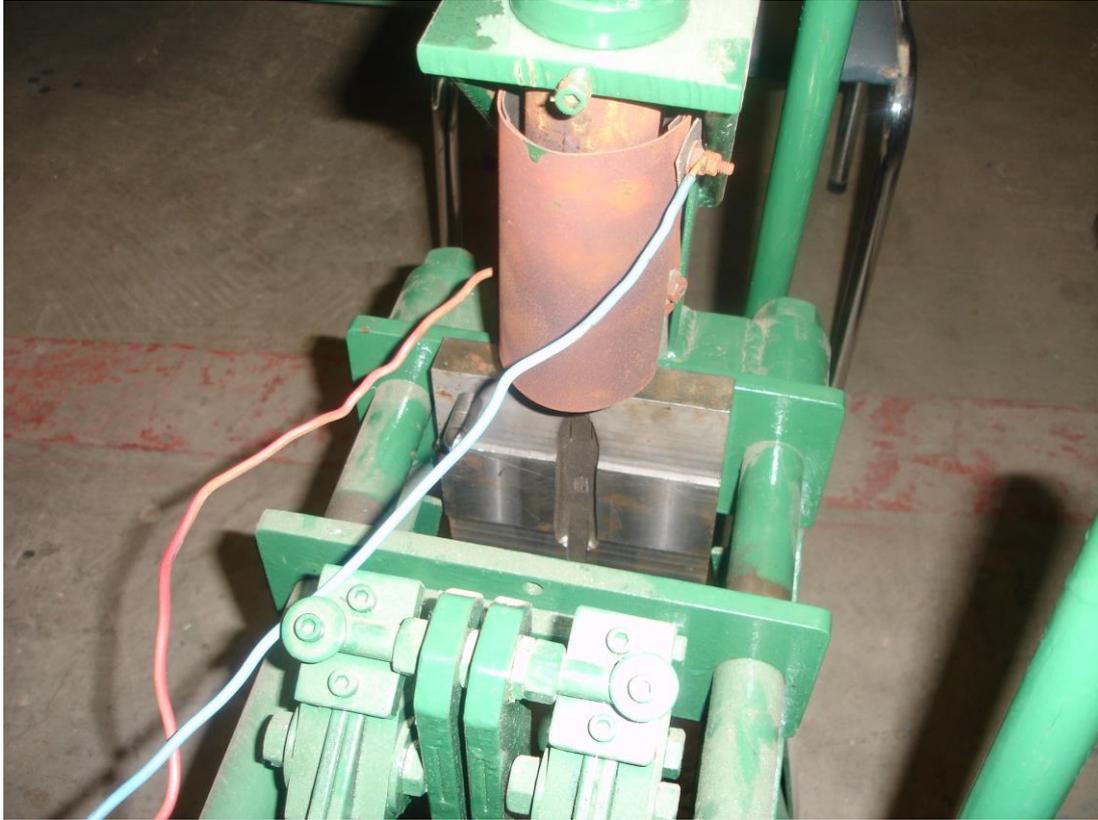


Figura 3.2. El sistema térmico

### 3.2.3. El sistema de inyección

El sistema de inyección es un mecanismo que permite el flujo del material fundido hacia las cavidades del molde, de acuerdo con la figura 3.3 al aplicar una fuerza a la palanca de inyección el movimiento se transmite a través del sistema piñón cremallera hacia el pistón que es el encargado de empujar el material hacia la boquilla.

Las funciones de la unidad de inyección son:

- Plastificar y homogenizar al material
- Inyectar el material fundido dentro del molde a altas velocidades y presiones.
- Dosificar la cantidad necesaria del material para un ciclo de trabajo.

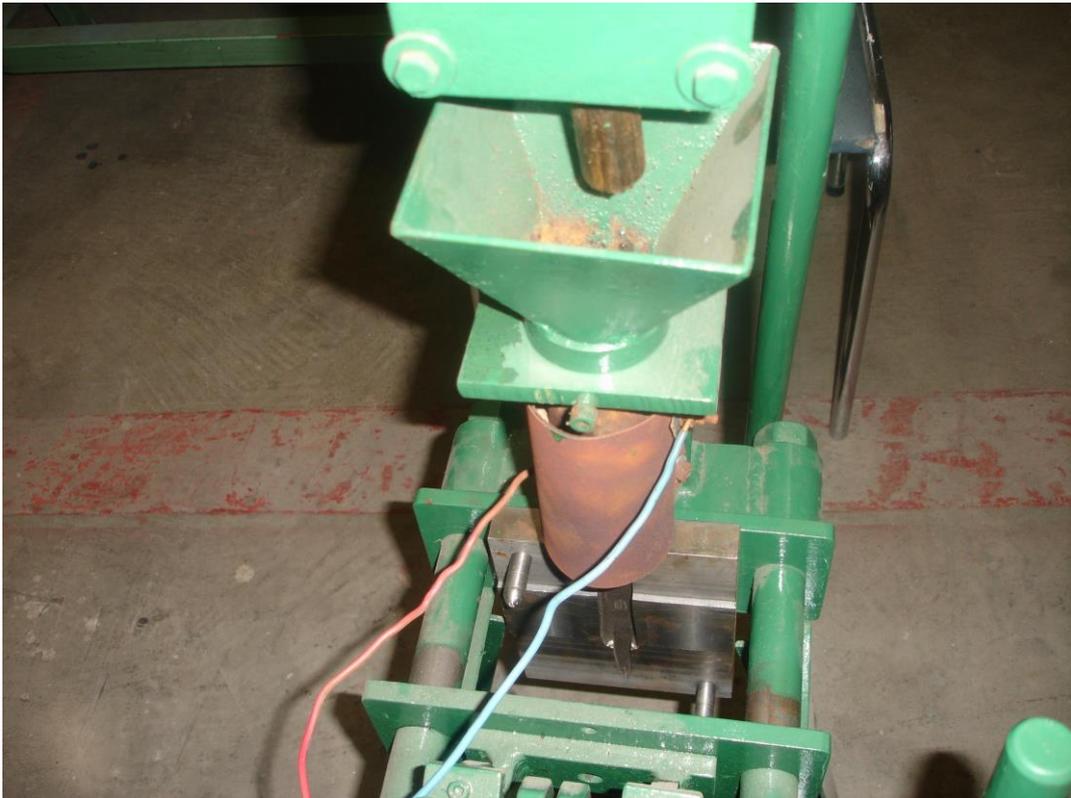


Figura 3.3. Sistema de inyección

**Elementos de la unidad de Inyección:**

- **Boquilla.**
- **Bandas calefactoras.**
- **Cilindro.**
- **Tolva.**
- **Torpedo**

**Características de la unidad de inyección:**

- **El enfriamiento deberá ser adecuado a la zona de entrada del material.**
- **La unidad de inyección debe ser de fácil acceso a todas sus partes.**
- **La tolva debe ser grande y resistente con posibilidad de vaciado completo.**
- **Debe tener la posibilidad de ser desmontada rápidamente.**
- **Las partes móviles o de temperaturas con cubiertas deben ser adecuadas par proveer la seguridad suficiente.**

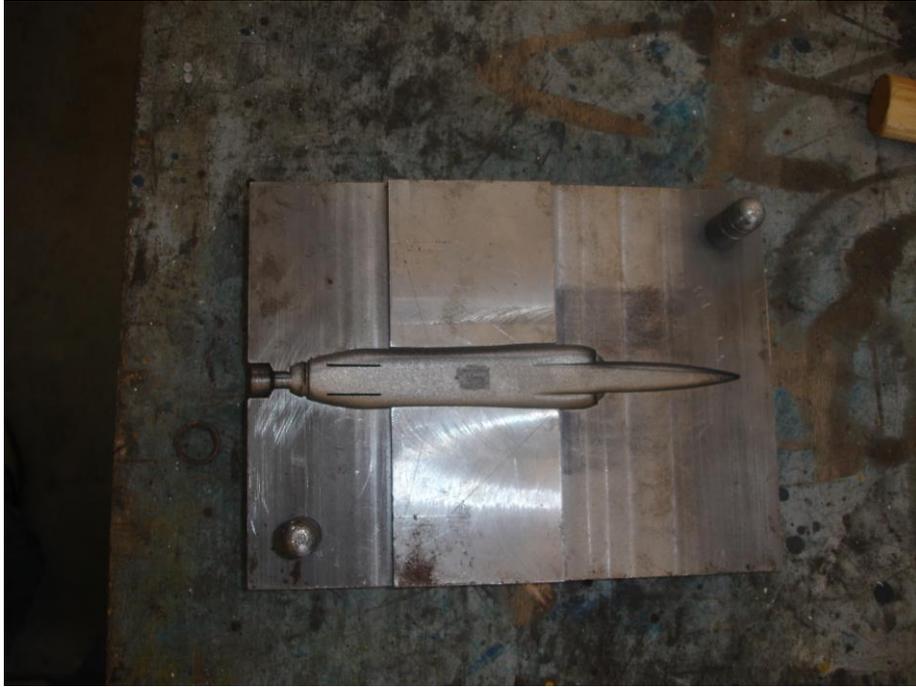


Figura 3.4. Componentes del sistema de inyección

#### 3.2.4. El sistema de cierre

El sistema de cierre en proyección va a ser un dispositivo accionado mecánicamente que permita el deslizamiento de la placa móvil hacia la fija para unir las dos mitades del molde y formar una cavidad hermética que evite que el material fundido escape

Función.

La unidad de cierre tiene la función de efectuar el movimiento hacia la posición de cierre y apertura del molde dentro del ciclo total de trabajo de la máquina.

Características:

- Deben ser robustas y además paralelas entre las platinas.
- No debe ser tan complicado y debe facilitar su lubricación.
- Debe tener un sistema manual capaz de permitir la rapidez de los movimientos con mínimo consumo de energía.



Figura 3.5. El sistema de cierre

### 3.2.5. El bastidor

**El bastidor cumple únicamente con la función de soportar el peso de todos los elementos de la máquina y de proporcionar una adecuada disposición de todos los sistemas**



Figura 3.6. El bastidor

### 3.2.6. Avión Mirage F1 a escala

Después de haber unido todos los sistemas de la máquina y siguiendo todos los manuales de operación se llegó a obtener nuestro avión Mirage F1 a escala, también se puede utilizar como material para moldear al polietileno que de igual forma dará el mismo resultado que con el caucho.



Figura 3.7. Avión Mirage F1 a escala

### 3.3. PREMONTAJE DE LA MÁQUINA

En este apartado se dan las indicaciones para trabajar individualmente a cada pieza de la máquina de inyección mediante diagramas de procesos, antes de conformar el conjunto completo.

#### 3.3.1. Diagrama de proceso de la matriz de inyección

DIAGRAMA DE PROCESO DE LA MATRIZ DE INYECCIÓN

AUTOR:	YUGCHA LÓPEZ IVÁN ALEJANDRO									
FIRMA DE RESPONSABILIDAD										
MATERIA PRIMA	ACERO AISI P20									
ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO	DISTANCIA	MÉTODO RECOMENDADO		
Elaboración del plano del molde en AUTOCAD	O	⇒	D	□	▽	300				
Selección del material	O	⇒	D	□	▽	60				
Elaboración del molde en polímero	O	⇒	D	□	▽	200				
Construcción del molde	O	⇒	D	□	▽	50				
Cortar la matriz en dos partes	O	⇒	D	□	▽	40				
Tallar el molde en la matriz en alto relieve	O	⇒	D	□	▽	120				
Tallar la entrada de la boquilla de inyección en la matriz	O	⇒	D	□	▽	60				
Taladrar en el conjunto anterior,	O	⇒	D	□	▽					
los agujeros que van a moldear uno de los resaltantes del llavero y el asiento de cada uno de los machos	O	⇒	D	□	▽	25				
Taladrar los agujeros para los pernos de sujeción	O	⇒	D	□	▽	30				

<b>entre los bloques</b>								
<b>Separar los bloques</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>5</b>		
<b>Enguiar los bloques</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>10</b>		
<b>Empernar los bloques</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>20</b>		
<b>Fijar el molde completo estético o secundario al conjunto de las placas sujetadoras</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>15</b>		
<b>Enguiar las mitades del molde del llavero colocando pasadores en los nuevos agujeros</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>12</b>		
<b>Taladrar los canales de alimentación</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>35</b>		
<b>Tallar la rosca en los machos</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>35</b>		
<b>Comprobar el molde cuando la máquina funcione</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>35</b>		
<b>Comprobar medidas, diámetros del llavero</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>10</b>		
<b>Inspección final</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>35</b>		
<b>TOTAL</b>						<b>1097</b>		

3.3.2. Diagrama de proceso del sistema térmico

DIAGRAMA DE PROCESO DEL SISTEMA TÉRMICO								
AUTOR:		<b>YUGCHA LÓPEZ IVÁN ALEJANDRO</b>						
FIRMA DE RESPONSABILIDAD								
MATERIA PRIMA		<b>COCINA ASAF 750 PERFORADORA</b>						
ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO minutos	DISTANCIA metros	MÉTODO RECOMENDADO
<b>Tallar exteriormente la rosca en el cilindro de inyección</b>	<b>O</b>	<b>⇒</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>100</b>		
<b>Tornear la boquilla de inyección</b>	<b>O</b>	<b>⇒</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>40</b>		
<b>Tallar interiormente la rosca en la boquilla de inyección</b>	<b>O</b>	<b>⇒</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>40</b>		
<b>Tornear el torpedo</b>	<b>O</b>	<b>⇒</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>40</b>		

<b>Taladrar los agujeros del torpedo</b>	<b>O</b>	<b>⇒</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>35</b>		
<b>Montar el torpedo en la boquilla</b>	<b>O</b>	<b>⇒</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>20</b>		
<b>Ensamblar el conjunto boquilla-torpedo en el cilindro</b>	<b>O</b>	<b>⇒</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>30</b>		
<b>Taladrar la placa porta-cilindro</b>	<b>O</b>	<b>⇒</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>30</b>		
<b>Cortar la geometría definitiva de la placa porta-cilindro</b>	<b>O</b>	<b>⇒</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>15</b>		
<b>TOTAL</b>						<b>350</b>		

**3.3.3. Diagrama de proceso del sistema de inyección**

DIAGRAMA DE PROCESO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN								
AUTOR:		YUGCHA LÓPEZ IVÁN ALEJANDRO						
FIRMA DE RESPONSABILIDAD								
MATERIA PRIMA		ACERO AISI/SAE 1045						
ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO minutos	DISTANCIA metros	MÉTODO RECOMENDADO
Tallar los canales de arriostamiento en uno de los perfiles de la columna	O	⇒	D	□	▽	90		
Taladrar los agujeros de arriostamiento en el otro perfil de la columna	O	⇒	D	□	▽	40		
Cilindrar interiormente las placas sujetadoras del piñon	O	⇒	D	□	▽	120		
Soldar la palanca de inyección a la manzana de acople	O	⇒	D	□	▽	15		
Cilindrar exteriormente el eje porta-piñon	O	⇒	D	□	▽	35		
Fresar el piñon	O	⇒	D	□	▽	20		
Fresar la cremallera	O	⇒	D	□	▽	20		
Fresar los chaveteros en el eje, engranaje y manzana de acople	O	⇒	D	□	▽	20		

Taladrar los agujeros en las placas porta-rodamientos para sujetarlas al perfil móvil de la columna mediante pernos	O	⇒	D	□	▽	30		
Taladrar los agujeros en las placas porta-rodamientos para alojar precisamente a los rodamientos	O	⇒	D	□	▽	30		
Taladrar los agujeros en las placas porta-rodamientos para empernar en éstas la placa porta-cremallera	O	⇒	D	□	▽	30		
Taladrar un agujero en la cremallera	O	⇒	D	□	▽	30		
Tallar la rosca en el agujero de la cremallera	O	⇒	D	□	▽	30		
Roscar externamente el émbolo	O	⇒	D	□	▽	30		
Montar el sistema cremallera émbolo	O	⇒	D	□	▽	20		
Construir las chavetas	O	⇒	D	□	▽	100		
TOTAL						660		

**3.3.4. Diagrama de proceso del sistema de cierre**

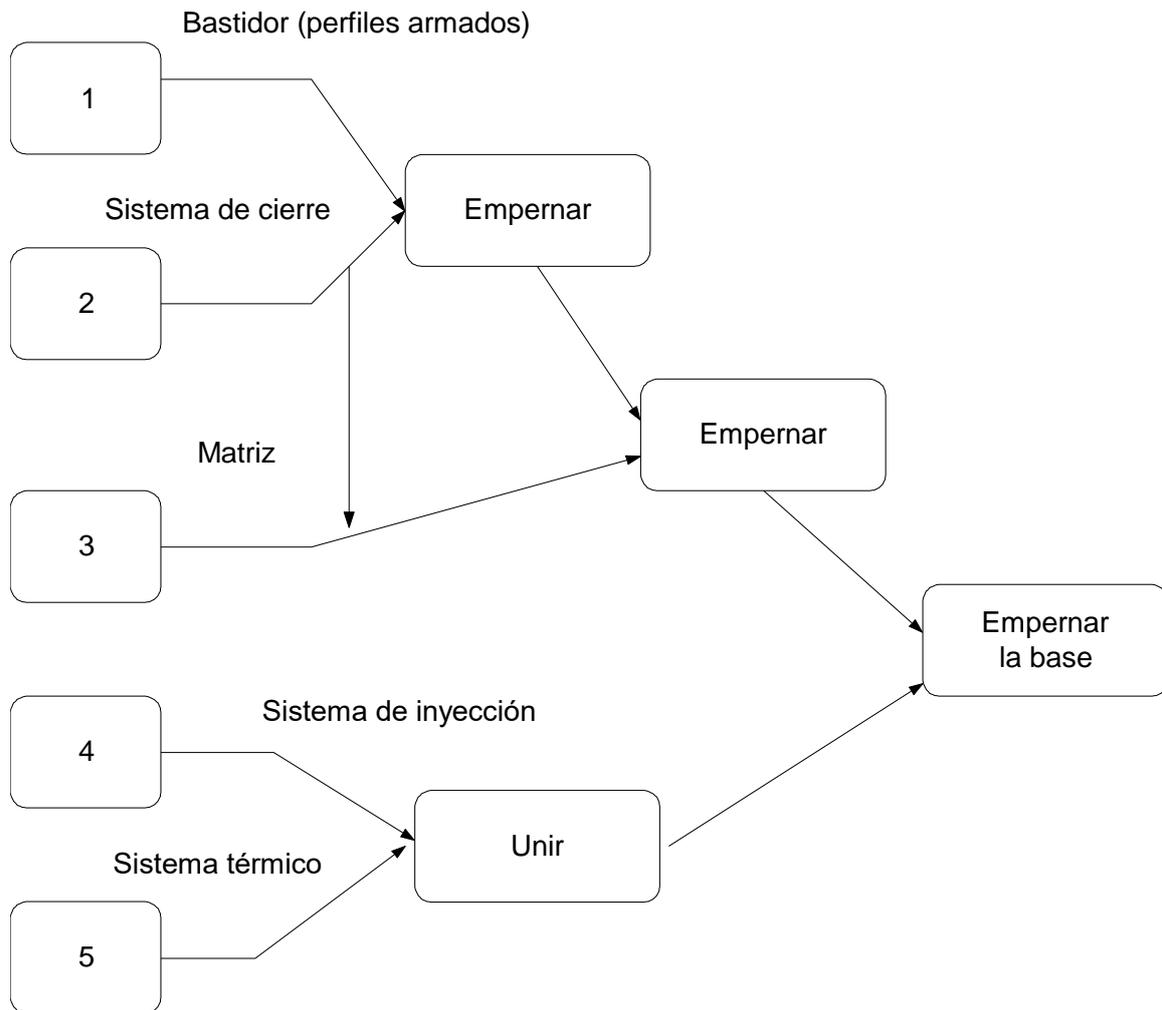
DIAGRAMA DE PROCESO DEL SISTEMA DE CIERRE								
AUTOR:		<b>YUGCHA LÓPEZ IVÁN ALEJANDRO</b>						
FIRMA DE RESPONSABILIDAD								
MATERIA PRIMA		<b>PLATINA 2 x ¼ - ACERO AISI/SAE 1020</b>						
ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO minutos	DISTANCIA metros	MÉTODO RECOMENDADO
Taladrar los agujeros en los eslabones para alojar a los pasadores	O	⇒	D	□	▽	110		
Cilindrar las columnas-guías	O	⇒	D	□	▽	50		
Roscar las columnas-guías	O	⇒	D	□	▽	60		
Taladrar los agujeros en las placas porta-moldes y en la ajustable	O	⇒	D	□	▽	40		

Taladrar los agujeros en las placas de conexión	O	→	D	□	▽	40		
Taladrar los agujeros en la barra porta- eslabones	O	→	D	□	▽	40		
Taladrar los agujeros en las placas sujetadoras	O	→	D	□	▽	40		
Taladrar los agujeros en los eslabones primarios para emperrar las placas sujetadoras	O	→	D	□	▽	40		
Taladrar un agujero en los pasadores	O	→	D	□	▽	40		
Cilindrar el eje de cierre	O	→	D	□	▽	30		
Fresar un chavetero en el eje y en la manzana de acople	O	→	D	□	▽	30		
Soldar la palanca de cierre a la manzana de acople	O	→	D	□	▽	20		
Construir la chaveta	Φ	→	D	□	▽	30		
TOTAL						570		

3.3.5. Diagrama de proceso del bastidor

DIAGRAMA DE PROCESO DEL SISTEMA DE CIERRE								
AUTOR:	<b>YUGCHA LÓPEZ IVÁN ALEJANDRO</b>							
FIRMA DE RESPONSABILIDAD								
MATERIA PRIMA	<b>Angulo1 x ½ 3/16 ASTM A 36</b>							
ACTIVIDAD	SÍMBOLO					TIEMPO minutos	DISTANCIA metros	MÉTODO RECOMENDADO
<b>Selección del material</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>30</b>		
<b>Medido y trazado de la estructura</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>60</b>		
<b>Cortar los perfiles</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>300</b>		
<b>Ensamblar la estructura</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>40</b>		
<b>Comprobar medidas</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>10</b>		
<b>Acabados</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>20</b>		
<b>Pintar la estructura</b>	<b>O</b>	<b>→</b>	<b>D</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>30</b>		
<b>TOTAL</b>						<b>490</b>		

3.4. Diagrama de ensamble de la máquina manual de moldeo a inyección.



### 3.5. Pruebas de funcionamiento

Según el análisis de los aviones obtenidos en múltiples inyecciones, se pueden hacer las siguientes puntualizaciones:

Con respecto a la fuerza de inyección. El proceso de inyección del avión de caucho requiere la aplicación de una fuerza moderada. Al inyectar forzadamente significa que el material aún no está completamente fundido o no se encuentra a la temperatura de fusión; en cambio que al inyectar sin mayor esfuerzo se entiende que es consecuencia de un calentamiento excesivo del material.

En cuanto al producto obtenido. Un avión con rugosidades en su superficie o con

rechupes, es producto de una falta de calentamiento del caucho. En cambio, si este accesorio se deforma inmediatamente después del desmoldeo, es consecuencia de un calentamiento exagerado del caucho.

Con relación a la velocidad de inyección. Si se presentan rugosidades solamente alrededor del punto de inyección quiere decir que la velocidad de inyección es muy baja.

En lo que respecta a la fuerza de cierre de la matriz. Si el sistema de cierre no está bien calibrado es evidente la presencia de rebabas en el plano de partición del molde.

Por lo tanto, para obtener un llavero de buena calidad, es preciso controlar los parámetros de la inyección, es decir, la velocidad y la presión de inyección y la temperatura de calentamiento del caucho.



Figura 3.8. Producto final (polietileno)

CAPITULO IV  
ELABORACIÓN DE MANUALES

#### 4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

En el presente capítulo, se da a conocer al operador el manual de operación para evitar posibles accidentes y saber de manera exacta como poner en funcionamiento esta máquina.

Un manual de mantenimiento sirve para preservar y extender la vida útil de esta máquina, así como la hoja de registros en donde se anotará las veces que se utilice la máquina de inyección, además llevar un registro sobre el tiempo de operación de la misma.

A continuación se detalla en las diferentes Tablas la referencia de cada uno de las Tablas de este capítulo.

REFERENCIA	TABLA No.
MANUAL DE OPERACIÓN	4.1
MANUAL DE MANTENIMIENTO	4.2
MANUAL DE SEGURIDAD	4.3
HOJAS DE REGISTRO	4.4

	MANUALES	<b>Pág. 01 de 03</b>
	MANUAL DE OPERACIÓN	Tabla No.
	Elaborado por: Alno. Yugcha López Ivan A	Revisión No.
	Aprobado por:	Fecha:
1. OBJETIVO  <b>Documentar normas que se deben observar para la operación del equipo.</b>		

**2. ALCANCE**

**Dar a conocer al operador los pasos que debe seguir para manejar el equipo.**

**3. NOMBRE DEL EQUIPO.**

**MÁQUINA MANUAL DE MOLDEO POR INYECCIÓN**

**4. OPERACIÓN**

**Al tener la máquina en estas condiciones, se monta la una mitad del moldeo en el plato porta-matriz fijo y la otra en el móvil.**

**Luego, se colocan las guías de la matriz y se acercan las dos mitades hasta ubicar correctamente el cilindro de inyección, es decir hasta que los ejes de cierre y de inyección**

	<b>MANUALES</b>	<b>Pág. 02 de 03</b>
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	Tabla No.
	Elaborado por: Alno. Yugcha López Ivan A	Revisión No.
	Aprobado por:	Fecha:

**se intersequen perpendicularmente el plano de partición del molde.**

**A continuación se regula el cierre entre los dos platos mencionados por medio del posicionamiento del plato ajustable.**

**Para evitar que los sistemas de cierre y de inyección se desplacen en la mesa superior del bastidor, se empernan a esta estructura los platos porta-moldes fijo y ajustable.**

Finalmente y antes de la inyección, se colocan las guías de los machos y los machos en la mitad fija del molde

Una vez preparado el material con los aditivos correspondientes, es introducido en el cilindro de inyección para su calentamiento, ocupando todo volumen disponible.

Para tal efecto, se conectan las resistencias eléctricas en paralelo a la fuente de 220 V y se espera un tiempo de 17 minutos, para que el caucho alcance su estado de fusión.

En este estado y por acción tan solo del peso de la palanca de inyección, el material debe empezar a fluir por la boquilla. Al verificar esta situación, se cierra.

	MANUALES	Pág. 03 de 03
	MANUAL DE OPERACIÓN	Tabla No.
	Elaborado por: Alno. Yugcha López Ivan A	Revisión No.
	Aprobado por:	Fecha:

Herméticamente la cavidad de inyección y se procede a inyectar, ejerciendo la acción del peso del operario sobre la palanca.

Antes de extraer la pieza moldeada, la alimentación de energía es desconectada, para evitar el sobrecalentamiento del caucho.

Al extraer el llavero es necesario que la palanca de inyección regrese a su posición Entonces se coloca nuevo material en el cilindro para que empiece a calentarse. Y se acciona la palanca de cierre para separar la placa porta-moldes móvil de y de esta manera poder tener acceso al producto inyectado

Inmediatamente la pieza obtenida es sometida a un proceso de enfriamiento.

Como el llavero lleva insertados los machos de roscar, hay que extraerlos, para lo debe tomar muy en cuenta que el macho que tiene la cabeza “loca” es el en desenroscarse.

.Nuevamente se colocan los machos en la mitad fija del molde, se acciona el sistema para desplazar el plato porta-moldes móvil hacia el fijo, se conecta la alimentación de energía, y el ciclo de inyección se inicia otra vez.

	MANUALES	<b>Pág. 01 de 02</b>
	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Tabla No.
	Elaborado por: Alno. Yugcha López Ivan A	Revisión No.
	Aprobado por:	Fecha:

1. OBJETIVO

**Documentar los procedimientos de mantenimiento para la correcta utilización y conservación de la máquina de moldeo**

2. ALCANCE

**Mantener en condiciones óptimas de operación y brindar al personal del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico el procedimiento correcto para el mantenimiento de este equipo.**

3. MANTENIMIENTO

**En vista de que las partes y piezas de la máquina de inyección no trabajan en condiciones extremas ni de carga ni de funcionamiento, se requiere tan solo mantener lubricadas las partes que entran en fricción unas con otras, como el sistema piñón-cremallera, el plato porta- moldes móvil, el bastidor, los pasadores, los eslabones, pistón y el cilindro.**

	MANUALES	<b>Pág. 02 de 02</b>
---	----------	----------------------

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Tabla No.
	Elaborado por: Alno. Yugcha López Ivan A	Revisión No.
	Aprobado por:	Fecha:

**Engrase trimestralmente el sistema de cierre sin desarmarlo, previa limpieza de estos mecanismos con diesel.**

**Inspeccione después de cada operación en el tiempo más corto, todas las partes de la máquina a inyección que estén lubricadas y luego colóquela en un lugar seco para evitar la corrosión y deterioro del equipo.**

**Mantenga limpio el dispositivo del molde de inyección libre de impurezas y del óxido.**

**Revisar trimestralmente la estructura del bastidor, todos los puntos soldados y los demás componentes que tiene la máquina de inyección y sobre todo que estén en perfectas condiciones de operación.**

**Registre cada operación de mantenimiento y causas de defecto en el libro de vida de la máquina manual de moldeo por inyección para llevar un control de su servicio.**

	MANUALES	<b>Pág. 01 de 01</b>
	MANUAL DE SEGURIDAD	Tabla No.
	Elaborado por: Alno. Yugcha López Ivan A	Revisión No.
	Aprobado por:	Fecha:

**1. OBJETIVO**

Indicar al operador cuales son los posibles riesgos que se podrían ocasionar al momento de poner en funcionamiento la máquina.

## 2. PROCEDIMIENTO DE SEGURIDAD

Mantener siempre limpio el área de trabajo, libre de obstáculos como cables deberán estar en buenas condiciones y en perfecto orden.

Colocar los residuos y la basura en contenedores o en recipientes adecuados

Tener mucho cuidado con la resistencia eléctrica que solo con el contacto podría ocasionar quemaduras simples,

Con respecto al sistema piñón - cremallera se debe tener sumo cuidado de no trabajar con ropa muy suelta capaz de que no pueda agarrarse con dicho sistema.

Al momento de operar la máquina se debe trabajar con una mascarilla para protección de la nariz, ya que el humo que sale es muy perjudicial para el cuerpo humano.

## CAPITULO V

### ESTUDIO ECONÓMICO

#### 5.1. Presupuesto

Para la construcción de la máquina manual de moldeo a inyección se utilizó varios materiales, máquinas, herramientas que fueron escogidos de la mejor forma para minimizar costos de construcción tomando en cuenta la operación y mantenimiento de la máquina.

#### 5.2. Estudio Económico

Durante la realización de esta máquina se destacan los siguientes costos económicos.

- **Materiales**
- **Máquinas herramientas**
- **Mano de obra**
- **Molde**

**MATERIALES** Comprende toda la materia prima requerida y utilizada en la construcción de la máquina manual de moldeo por inyección.

**MÁQUINAS HERRAMIENTAS.-** En la construcción de la máquina manual de moldeo por inyección se utilizó varias máquinas y herramientas. Se realizó las tareas de torneado, cilindrado, taladrado, soldado, pintado , entre otros se realizó el proceso de cortes de diferentes materiales y medidas

**MANO DE OBRA** Referente a la mano de obra comprende manufactura, montaje, desmontaje, pintura, limpieza, etc.

**MOLDE.-** Se refiere a la construcción del molde, ya que la fabricación de este dicho trabajo tiene varios pasos que realizar para obtener el molde adecuado.

### 5.3. Análisis Económico.

Tabla 5.1. Costo de los materiales de la máquina

Nº	ITEM	CANT	VI UNITAR.USD	SUBTOTAL USD
1	COCINA ASAF 750 PERFORADA	1	15	15
2	CHUMACERAS	2	15	30
3	EJES DE TRANSMISIÓN	2	10	20

4	PLANTILLAS 2* ¼	2	13.15	26.30
5	U 80 X 40 X 700	2	10	20
6	PLATINA 50 X 60	1	20	20
7	ÁNGULOS 1 ½ X 3/16	2	12.72	25.44
8	PIÑON 10 cm x 38 mm ACERO	1	32.50	32.50
9	BOCINES	2	5	10
10	Tuercas acero 1 pulg.	4	0.750	3
11	Tuercas acero 1 ¼ pulg.	4	1.350	5.40
12	PERNOS 5/16 X 2 pulg.	4	0.055	0.22
13	PERNOS 3/8 X 1 pulg.	4	0.088	0.35
14	PERNOS ½ X 1 ½ pulg.	2	0.22	0.44
15	PERNOS ½ X 2 pulg.	6	0.22	1.32
16	02061 1 pulg. ACERO 1018	1	11.20	11.20
17	02062 2 pulg. ACERO 1018	1	8.050	8.50
18	02067 7/8 pulg. CERO 1018	1	10.30	10.30
19	050423 35 x 25 ACERO	1	10	10
20	PINTURA	1 gal.	5.80	5.80
TOTAL				255.77

Tabla 5.2. Costos de las Máquinas y herramientas.

N°	ITEM	CANT.	UNIDAD	V/UNIT. USD	SUBTOTAL
----	------	-------	--------	-------------	----------

1	Hojas de sierra	4	Unidades	1.5	6
2	Lijas para hierro	4	Unidades	0.75	3
3	Cepillo de hierro	1	Unidades	1.5	1.50
4	Soldadora	10	Horas	1.50	15
5	Amoladora	10	Horas	1	10
6	Torno	20	Horas	4	80
7	Esmeril	3	horas	1	3
8	Compresor	2	Horas	1.50	3
TOTAL					121.5

Tabla 5.3. Costo de la mano de obra

N°	ITEM	SUBTOTAL USD
1	Estructura	60
2	Montaje y Desmontaje	70
TOTAL		130

Tabla 5.4. Molde

N°	ITEM	CANT.	V/UNIT. USD	SUBTOTAL
1	Molde Avión Mirage F1 a escala	1	600.00	600.00
TOTAL			600.00	

Tabla 5.5. Costo total de la máquina manual de moldeo por inyección

ITEM	V/UNIT. USD
<b>Materiales empleados</b>	<b>255.77</b>
<b>Herramientas y equipos</b>	<b>121.50</b>
<b>Mano de obra</b>	<b>130.00</b>
<b>Molde</b>	<b>600.00</b>
<b>COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA</b>	<b>1107.27</b>

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

- **El presente estudio ha permitido desarrollar una máquina de operación manual para la producción de los llaveros, satisfaciendo una necesidad del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.**
- **En cuanto a la investigación científica presenta una variedad de máquinas de moldeo que son utilizadas a nivel industrial de la cual se obtiene un sin número de productos moldeados, en todos los colores y dimensiones.**

- **Definitivamente el sistema de separación de las fases de calentamiento del material y de inyección ofrece las mejores condiciones para obtener un moldeo óptimo, ya que la parte de la máquina que ha de emplearse para el calentamiento del material puede construirse específicamente para tener buenas características de transmisión de calor sin ninguna limitación sobre las condiciones de presión que satisfacen en la fase de inyección y viceversa.**
  
- **Estructuralmente la máquina no presenta complicaciones de construcción mecánica, todas sus partes y piezas son elementos de fácil construcción, montaje y desmontaje.**
  
- **La máquina se adapta fácilmente a todo tipo de molde adquiriendo gran versatilidad en cuanto a la variedad de artículos moldeados. Esto se debe a que tanto el sistema de inyección como el de cierre permiten regular su posición de acuerdo con las características geométricas de la matriz.**
  
- **De manera general, el moldeo por inyección es el proceso de transformación de los materiales como el caucho. Por lo tanto además del caucho, la máquina en estudio puede inyectar otros tipos de materiales como el polietileno, poliestireno, y el polipropileno.**

## **6.2. Recomendaciones**

- **La operación de la máquina es totalmente sencilla, basta acoplarse con la secuencia del procedimiento de la inyección y la calidad del producto será óptima.**
  
- **Con el fin de optimizar el proceso de producción de la máquina hay que tomar ciertas acciones tendientes a cumplir con este objetivo, así inmediatamente después del desmoldeo es aconsejable enfriar el producto en agua para prevenir deformaciones en el llavero.**
  
- **El material de desecho del desmoldeo es decir la mazarota o los artículos que por cualquier motivo hayan salido imperfectos pueden ser reutilizados sin necesidad de un tratamiento posterior.**
  
- **De manera general, el molde debe permanecer en atmósferas inertes, libres de todo tipo de corrosión para preservar el fino acabado de sus superficies.**

## BIBLIOGRAFÍA

- **JREIN Moldes, matrices y estampado Ediciones EDIDAC**
  
- **NICOLAS LARBURU ARRIZABALAGA. Prontuario de técnicas máquinas y herramientas. Decimotercera edición. Editorial Paraninfo**
  
- **MENGES G. Moldes para inyección de plásticos Editorial Gustavo Gui S.A.**
  
- **BAUMEISTER TEODORO / EUGENE A. AVALLONE (1984) Manual del ingeniero mecánico, Volumen II. Octava edición Editorial Mc Graw Hill**
  
- **JHOSEPH E. SHIGLEY, CHARLES R. MISCHKE. (2002), Diseño en ingeniería mecánica. Sexta edición, México editorial Mc Graw Hill**

A

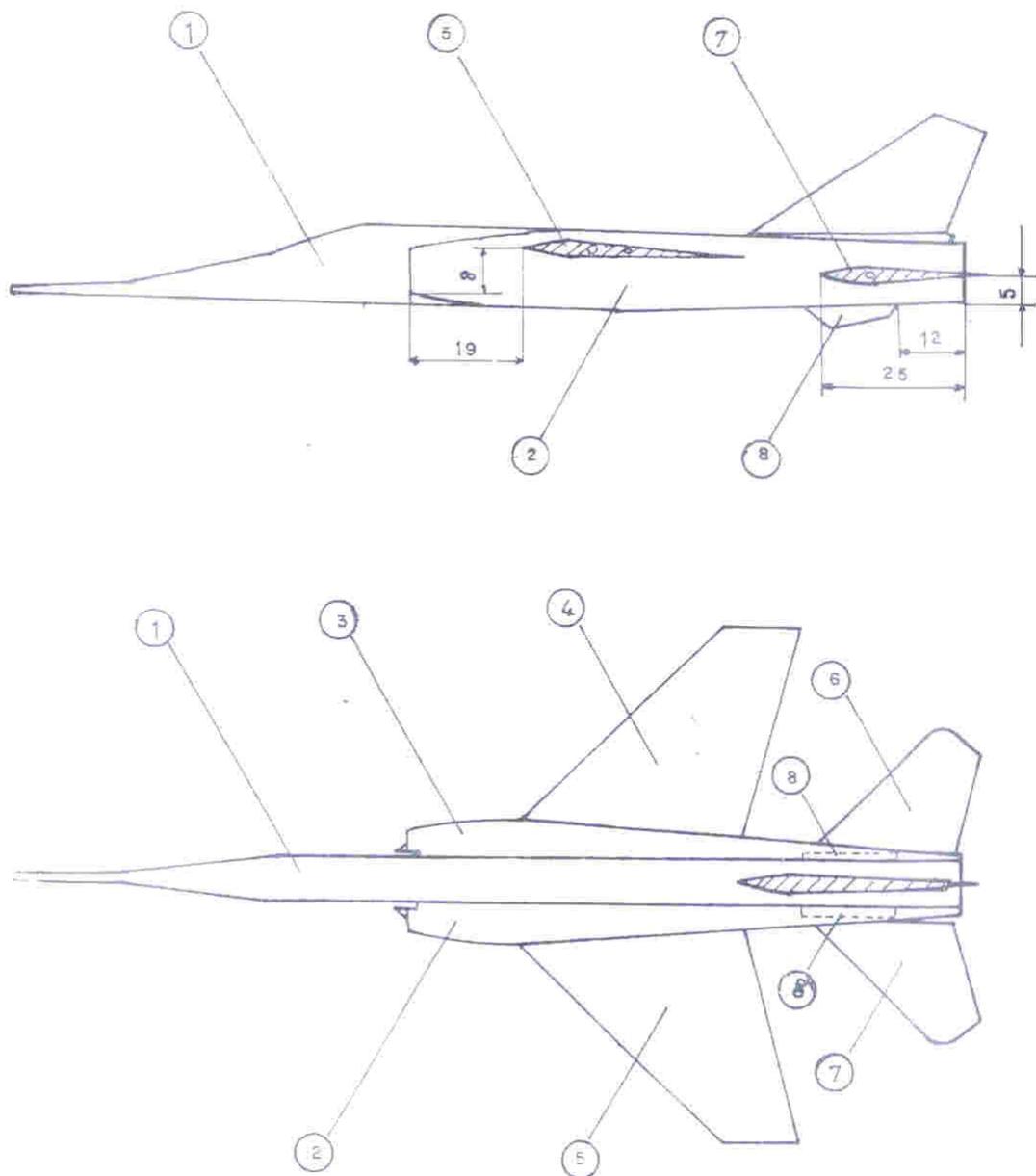
N

E

X

O

S



## DISEÑO DEL AVIÓN MIRAGE F-1 A ESCALA

Elaborado por: Alno. Yugcha López Ivan A

Aprobado por:

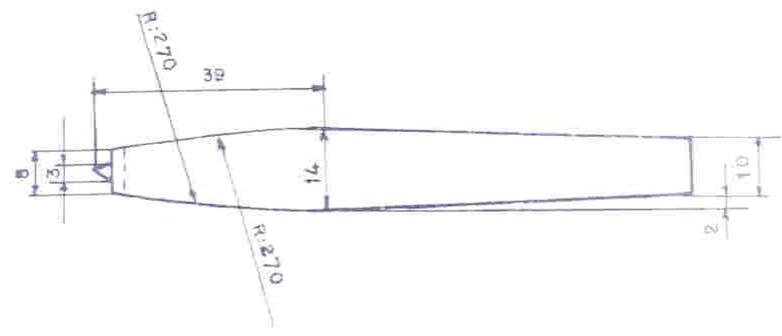
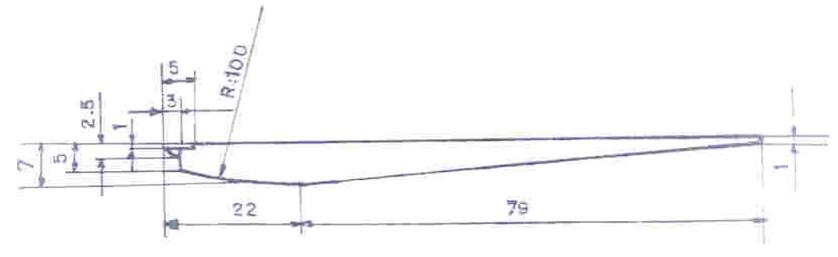
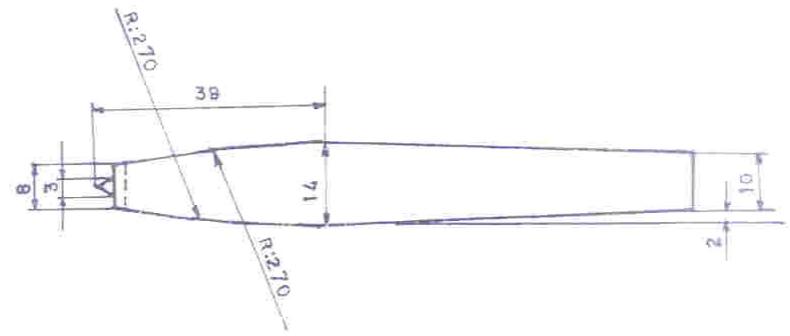
Escala 1:1

Tabla No. 1

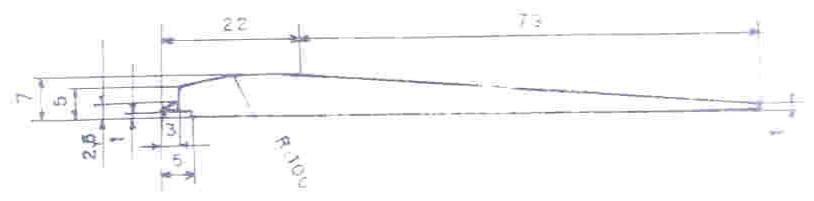
Revisión No.

Fecha:

2



3



## DISEÑO DEL AVIÓN MIRAGE F-1 A ESCALA

Elaborado por: Alno. Yugcha López Ivan A

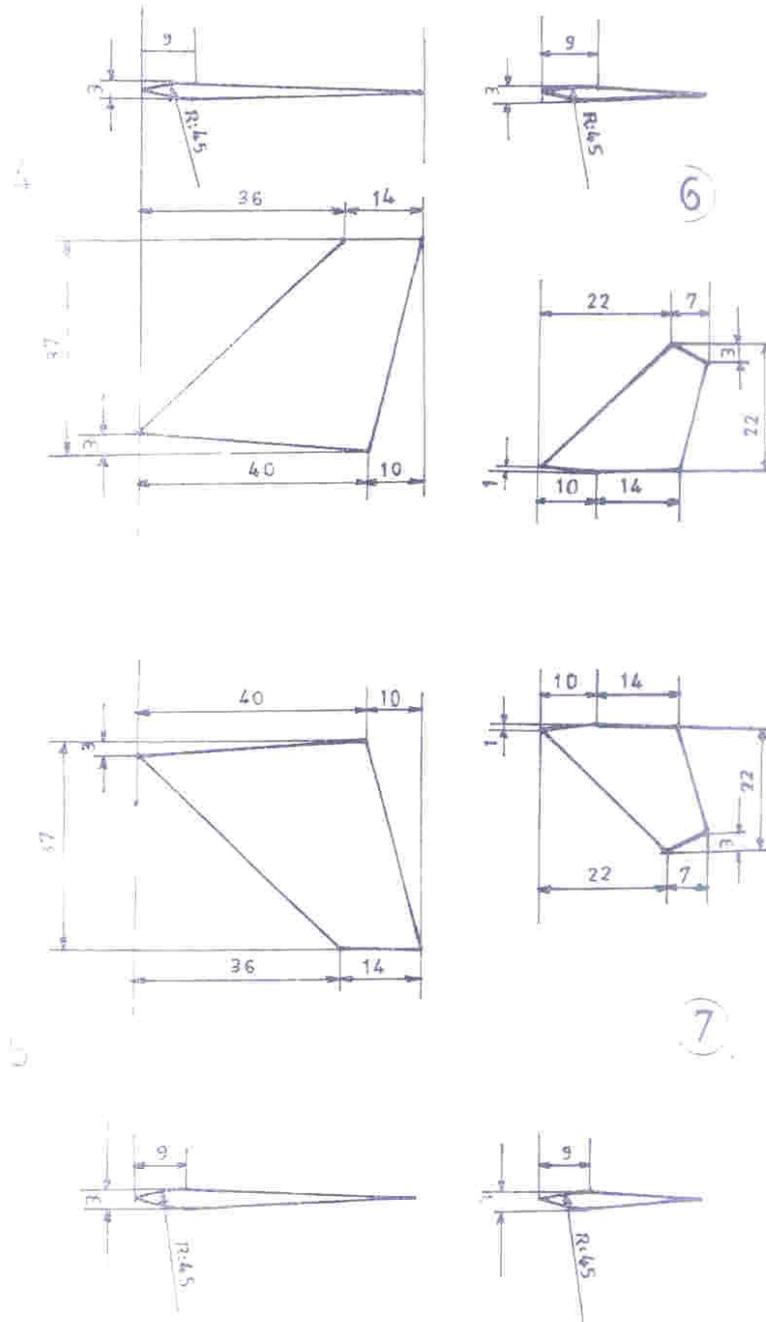
Aprobado por:

Escala 1:1

Tabla No. 2

Revisión No.

Fecha:



## DISEÑO DEL AVIÓN MIRAGE F-1 A ESCALA

Elaborado por: Alno. Yugcha López Ivan A

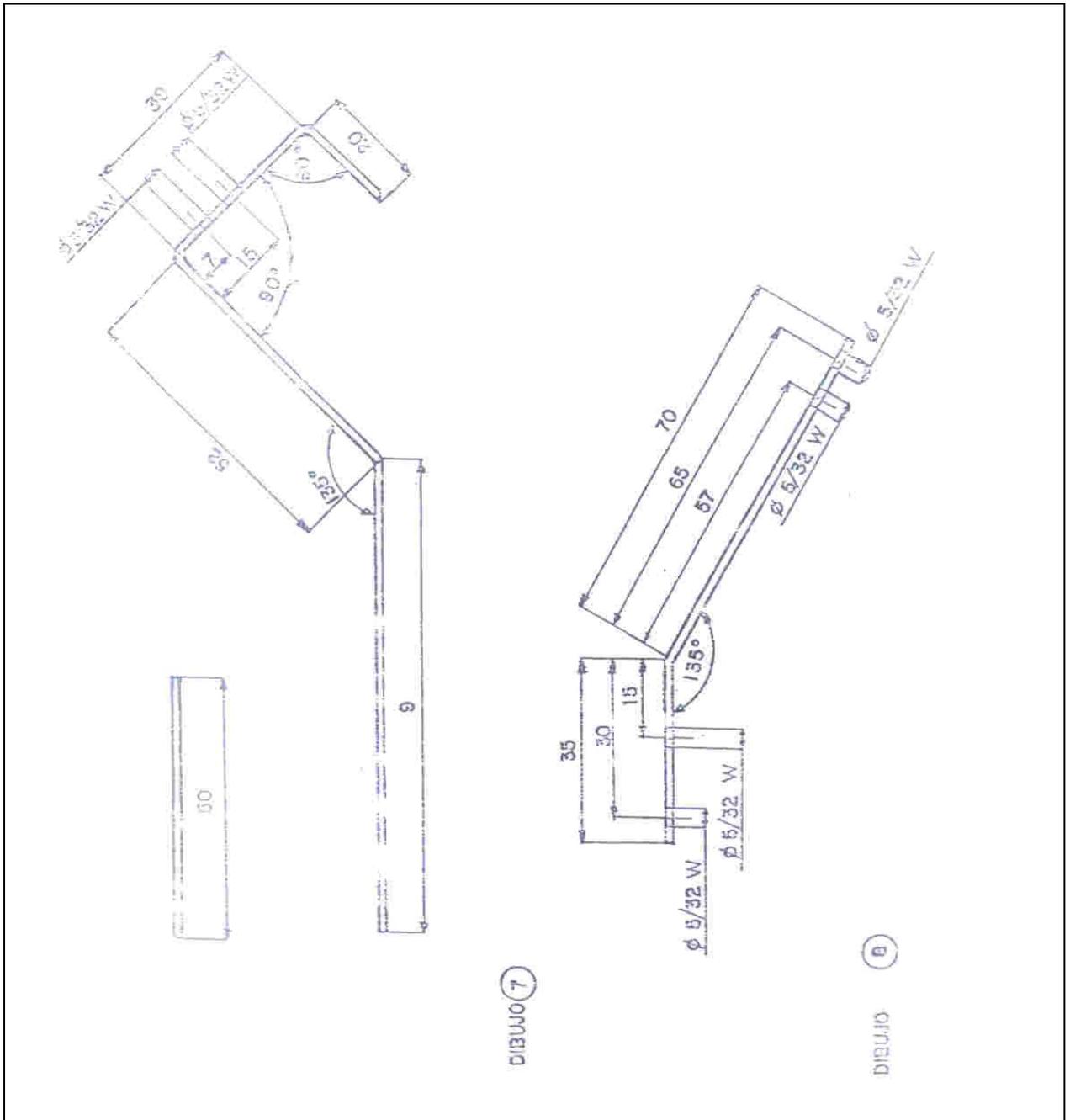
Aprobado por:

Escala 1:1

Tabla No. 3

Revisión No.

Fecha:



	<p align="center"><b>DISEÑO DEL AVIÓN MIRAGE F-1 A ESCALA</b></p>	<p>Escala 1:1</p>
	<p>Elaborado por: Alno. Yugcha López Ivan A</p>	<p>Tabla No. 4</p>
	<p>Aprobado por:</p>	<p>Revisión No.</p>
		<p>Fecha:</p>

## HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

APELLIDOS : **Yugcha López**  
NOMBRES : **Iván Alejandro**  
FECHA DE NACIMIENTO : **14 de Septiembre de 1982.**  
EDAD : **23**  
ESTADO CIVIL : **Soltero**

ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIOS : **Escuela Isidro Ayora y Eugenio Espejo (Salinas)**  
SECUNDARIOS : **Colegio Vicente León.**  
SUPERIORES : **Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico**

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

ELABORADO POR

**YUGCHA LÓPEZ IVÁN ALEJANDRO**

---

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**Ing. Dag Bassantes.**  
**EMCI. ITSA.**

---

**Latacunga, 24 de enero de 2006**