

(20)



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción

**"DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA  
OLEOHIDRAULICO AUXILIAR PARA DESMOLDEO DE  
PIEZAS OBTENIDAS POR INYECCIÓN"**

# TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**

Presentada por:

**ALEX DAGOBERTO BONIFAZ PÉREZ**

*Guayaquil - Ecuador*

AÑO

**1998**



## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre (+), inspiración espiritual de mi existencia, a mi padre, mis hermanos y amigos que de una manera desinteresada han venido apoyándome durante toda mi vida estudiantil para mi superación como persona.

Al ING. ERNESTO MARTINEZ Director de tesis, por su ayuda y colaboración para la realización de este trabajo.

## DEDICATORIA



A JEHOVA

A MI MADRE (+)

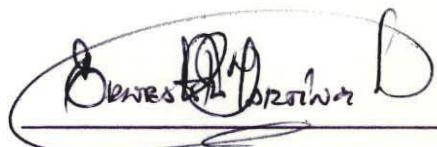
A MI PADRE

A MIS HERMANOS

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

ING. EDUARDO RIVADENEIRA P.

DECANO DE LA FIM

A handwritten signature in black ink, enclosed in an oval shape. The signature reads "Ernesto Martinez L.". Below the oval, the name "ING. ERNESTO MARTINEZ L." is printed in capital letters.

ING. ERNESTO MARTINEZ L.

DIRECTOR DE TESIS

\_\_\_\_\_  
ING. FRANCISCO ANDRADE S.

VOCAL

\_\_\_\_\_  
ING. MANUEL HELGUERO G.

VOCAL

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a horizontal line. The signature reads "Manuel Helguero". Below the line, the name "ING. MANUEL HELGUERO G." is printed in capital letters.

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

**"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"**

**( Reglamento de Graduación de la ESPOL)**



ALEX BONIFAZ PEREZ

## **RESUMEN**

El presente trabajo trata sobre el diseño y construcción de un sistema oleohidráulico auxiliar para desmoldeo de piezas obtenidas por inyección, el cual fue ejecutado en el complejo industrial PICA sección inyección en el mes de agosto de 1997 por el autor de esta tesis

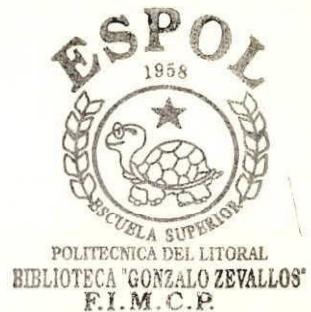
El capítulo uno contiene una introducción a la hidráulica, en el cual se trata sobre aspectos generales de la misma, además se habla sobre sus ventajas y servidumbres así como también las diferentes maneras de transmisión de la potencia hidráulica; se presentan además tablas con los símbolos más utilizados en los planos hidráulicos.

En el capítulo dos se realiza la descripción del sistema oleohidráulico auxiliar, donde se habla sobre sus partes constitutivas y funciones de cada elemento, además se describe el proceso de inyección del plástico y los diferentes tipos de desmoldeo de la pieza inyectada.

De acuerdo con lo descrito en el capítulo dos se hace el diseño y selección de los diferentes elementos del sistema oleohidráulico auxiliar, como es el cálculo de potencia del grupo bomba-motor, diseño del reservorio, sistema de refrigeración, además se realiza la selección de válvulas, filtros, tuberías y mangueras.

Luego se describe la parte constructiva del sistema oleohidráulico auxiliar, que se considera que es una parte muy importante, ya que tiene que ver con la instalación y alineamiento de los diferentes elementos constitutivos del sistema utilizando las diferentes normas de seguridad.

Después de terminado el trabajo en el mes de Octubre de 1997, y luego de realizar los ajustes respectivos el sistema funciona en optimas condiciones logrando de esta manera mejorar el sistema de desmoldeo de la pieza inyectada reduciendo el esfuerzo de choque en los moldes y por lo tanto el deterioro de los mismos, además se redujo el ciclo de los diferentes artículos, lo que trajo como consecuencia la reducción de los costos de fabricación y mantenimiento beneficiando de gran forma a la empresa.



## INDICE GENERAL

	Pags.
<b>RESUMEN .....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>XII</b>
<b>SIMBOLOGÍA .....</b>	<b>XIII</b>
<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>14</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN A LA HIDRÁULICA .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 PRINCIPIOS DE LA HIDRÁULICA .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2 TRANSMISIÓN DE POTENCIA HIDRÁULICA .....</b>	<b>20</b>
<b>1.3 VENTAJAS Y SERVIDUMBRE DE LA POTENCIA HIDRÁULICA .....</b>	<b>24</b>
<b>1.4 ACEITE HIDRÁULICO .....</b>	<b>26</b>
<b>1.5 SÍMBOLOS HIDRÁULICOS .....</b>	<b>33</b>
<b>2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>38</b>
<b>2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INYECCIÓN .....</b>	<b>38</b>
<b>2.2 SISTEMAS DE DESMOLDEO DE LA PIEZA INYECTADA .....</b>	<b>45</b>
<b>2.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA OLOEHIDRÁULICO AUXILIAR .....</b>	<b>52</b>

<b>3. DISEÑO DEL SISTEMA OLEOHIDRÁULICO.....</b>	<b>55</b>
<b>3.1 CALCULO DE POTENCIA DEL GRUPO BOMBA – MOTOR .....</b>	<b>55</b>
<b>3.2 DISEÑO DEL RESERVORIO .....</b>	<b>74</b>
<b>3.3 SELECCIÓN DEL ACEITE HIDRÁULICO .....</b>	<b>83</b>
<b>3.4 SELECCIÓN DE VÁLVULAS .....</b>	<b>87</b>
<b>3.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN .....</b>	<b>97</b>
<b>3.6 SELECCIÓN DE FILTROS .....</b>	<b>101</b>
<b>3.7 SELECCIÓN DE TUBERÍAS Y MANGUERAS .....</b>	<b>102</b>
<b>3.8 DISEÑO ELÉCTRICO .....</b>	<b>107</b>
<b>4. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE .....</b>	<b>112</b>
<b>4.1 CONSTRUCCIÓN DEL RESERVORIO .....</b>	<b>112</b>
<b>4.2 INSTALACIÓN DE LA BOMBA .....</b>	<b>118</b>
<b>4.3 ACOPLE DE TUBERIAS Y MANGUERAS .....</b>	<b>123</b>
<b>4.4 INSTALACIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR .....</b>	<b>125</b>
<b>4.5 MONTAJE DE TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO .....</b>	<b>125</b>
<b>4.6 PUESTA EN MARCHA Y AJUSTE .....</b>	<b>127</b>
<b>4.7 ANÁLISIS DE COSTO .....</b>	<b>134</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>138</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>140</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pags.	
Figura 1.1	Régimen de flujo laminar.....	18
Figura 1.2	Régimen de flujo turbulento .....	19
Figura 1.3	Presión en función de $f(h)$ , $f(d)$ , $f(g)$ .....	22
Figura 1.4	Presión transmitida a través de un fluido confinado .....	23
Figura 2.1	Máquinas Inyectoras .....	40
Figura 2.2	Proceso de Inyección de termoplásticos .....	41
Figura 2.3	Esquema de túnel de plastificación del material .....	43
Figura 2.4	Proceso de desmoldeo .....	46
Figura 2.5	Desmoldeo mixto .....	48
Figura 2.6	Esquema del accionamiento de las mordazas de un molde mediante cilindros de doble efecto .....	51
Figura 2.7	Esquema del circuito oleohidráulico auxiliar .....	54
Figura 3.1	Bomba de engranajes .....	62
Figura 3.2	Bomba de Tornillo .....	64
Figura 3.3	Bomba de Paletas equilibrada hidráulicamente .....	67
Figura 3.4	Bomba de Paletas no equilibrada hidráulicamente .....	68
Figura 3.5	Dimensiones del Reservorio .....	76
Figura 3.6	Reservorio .....	77
Figura 3.6 a	Placa de anclaje grupo bomba- motor .....	78
Figura 3.6 b	Placa lateral de limpieza .....	79
Figura 3.6 c	Plancha frontal .....	80
Figura 3.6 d	Placa deflectora .....	81
Figura 3.6 e	Brida de limpieza .....	82
Figura 3.7	Curva Viscosidad vs. Temperatura .....	85
Figura 3.8	Válvula de pistón .....	89
Figura 3.9	Válvula de 4 vías .....	92
Figura 3.10	Válvula Solenoide .....	94

<b>Figura 3.11</b>	<b>Tipos de centro de las válvulas de 4 vías .....</b>	<b>96</b>
<b>Figura 3.12</b>	<b>Calentamiento del aceite en los depósitos .....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 3.13</b>	<b>Diagrama de fuerza .....</b>	<b>108</b>
<b>Figura 3.14</b>	<b>Círculo de control .....</b>	<b>109</b>
<b>Figura 4.1</b>	<b>Diagrama de proceso de operaciones .....</b>	<b>113</b>
<b>Figura 4.2</b>	<b>Tablero de control eléctrico .....</b>	<b>126</b>
<b>Figura 4.3</b>	<b>Sistema oleohidráulico auxiliar .....</b>	<b>129</b>
<b>Figura 4.4</b>	<b>Máquina Inyectora VL 1000 Cincinnati Milacron .....</b>	<b>130</b>
<b>Figura 4.5</b>	<b>Silla funcional .....</b>	<b>131</b>
<b>Figura 4.6</b>	<b>Distribuidor agua templada Máquina VL 1000 .....</b>	<b>132</b>

## INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla I Tabla de equivalencias entre viscosidades .....	31
Tabla II Símbolos Hidráulicos .....	35
Tabla III Símbolos Hidráulicos .....	36
Tabla IV Símbolos Hidráulicos .....	37
Tabla VI Peso de moldes y dimensiones de los actuadores .....	55
Tabla VII Flujo de agua necesario para mantener el aceite a 50°C .....	100
Tabla VIII Tamaño de tubería de acuerdo a velocidad y flujo de Aceite .....	104
Tabla IX Características de las mangueras Hidráulicas tipo SAE 100R2 .....	106
Tabla X Cronograma de trabajo .....	128
Tabla XI Parámetros de operación finales del sistema .....	133



## SIMBOLOGÍA

P	=	Presión
h	=	Altura
g	=	Gravedad
R	=	Número de Reynolds
vt	=	Velocidad del fluido
D	=	Diámetro
ve	=	Viscosidad cinemática
P	=	Potencia
F	=	Fuerza
T	=	Tiempo
d	=	Densidad
°E	=	Grados Engler
°C	=	Grados Centígrados
A	=	Área
Q	=	Caudal
v	=	Velocidad
L	=	Carrera del cilindro
η	=	Rendimiento
A	=	Amperaje
V	=	Voltaje

## ANTECEDENTES

Plásticos Industriales C. A es una empresa dedicada a la fabricación de artículos de plásticos tanto en la línea industrial como doméstica, operando con máquinas inyectoras de diversos tonelajes de cierre y clasificadas en tres grupos que son alto, mediano y bajo consumo de material termoplástico. En vista de la demanda de productos en el mercado, la industria del plástico cada vez esta innovando nuevos productos y por consiguiente la elaboración de moldes con detalles especiales, en su diseño.

En lo referente al diseño de moldes de inyección, un factor importante es el desmoldeo de la pieza inyectada, el caso ideal sería aquel en que la pieza cayese por gravedad al abrir el molde, separándose de la cavidad o del núcleo. Pero la pieza queda retenida por resaltes propios de su diseño, fuerzas de adherencia y tensiones internas, por lo que hay que desprenderla del molde mediante dispositivos especiales. Por lo general, los dispositivos de desmoldeo se accionan mecánicamente, aprovechando la carrera de apertura de la máquina. Este tipo de accionamiento de eyección proporciona las mínimas dificultades desde el punto de vista constructivo. Sin embargo, no puede emplearse para piezas muy delicadas, ya que el esfuerzos de choque puede producir a veces el deterioro de las mismas. Por ello, las que no pueden soportar un esfuerzo de choque se desmoldan muchas veces por accionamiento hidráulico.

En el accionamiento hidráulico los moldes son movidos por cilindros de doble efecto conectados al sistema hidráulico de la máquina, en el cual el movimiento puede quedar programado en el control automático de la misma .

En el inventario de moldes de P. I. C. A , existían algunos diseños que tenían resaltos de diversos tipos, los cuales tenían sistema de eyección mecánico y proporcionaba dificultades en el cuidado de los moldes, por lo que se optó realizar un cambio en el sistema de eyección del artículo, de mecánico a hidráulico, llegando algunos moldes a tener hasta tres sistemas de eyección, surgiendo la necesidad de crear un sistema hidráulico independiente, ya que las máquinas inyectoras por lo general solo poseen dos sistemas de eyección hidráulico denominado "cores" .

De acuerdo con lo descrito anteriormente, el departamento de montaje me encarga el diseño y construcción del sistema oleohidráulico auxiliar, el cual va a ayudar a mejorar el sistema de desmoldeo de la pieza inyectada y además nos va a ayudar a realizar pruebas de sistemas de eyección en vacío en el taller mecánico de los diferentes moldes.

Este trabajo tiene además por objetivo explicar el modo de selección y montaje de los diferentes elementos hidráulicos.



## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN A LA HIDRÁULICA

#### 1.1 Principios de la energía hidráulica

##### Hidrostática

La hidrostática es la rama de la hidráulica que estudia las presiones y fuerzas producidas por el peso de un fluido en reposo. La presión se origina cuando el caudal encuentra resistencia. La resistencia puede ser debido a la carga del actuador o a la restricción en las tuberías.

Una columna de líquido ejerce como consecuencia de su propio peso, una presión sobre la superficie en que actúa. La presión está en función de la altura (h) de la columna, de la densidad (d) del líquido y de la gravedad (g).

$$p = h \cdot d \cdot g$$

La presión ejercida sobre el fondo de los diferentes recipientes de igual sección es la misma, con independencia de su forma, si la altura (h) son iguales. En la práctica se utiliza como unidad de presión el bar.

$$1 \text{ bar} = 10 \text{ PASCAL}$$

$$1 \text{ bar} = 0.99 \text{ ATM}$$

$$1 \text{ bar} = 1.02 \text{ Kg / cm}^2$$

$$1 \text{ bar} = 14.54 \text{ PSI}$$

## Hidrodinámica

La hidrodinámica es la rama de la hidráulica que estudia los fluidos en movimiento. En hidráulica el caudal caracteriza a la rapidez del movimiento. La fuerza puede transmitirse mediante presión únicamente, pero el caudal es esencial para producir un movimiento.

**Caudal y caída de presión .-** Cuando un líquido fluye tiene que existir un desequilibrio de fuerzas para originar el movimiento. por consiguiente, cuando un líquido circula a través de una tubería de diámetro constante, la presión será siempre inferior en un punto mas abajo de la corriente que en otro punto situado a contra corriente. se requiere una diferencia de presiones, o caída de presión, para vencer el rozamiento en la línea.

## RÉGIMEN LAMINAR Y TURBULENTO

Se dice que una circulación es laminar cuando el trayecto recorrido por el fluido no se ve perturbado por ninguna turbulencia importante. En una circulación de este tipo, las partículas que constituyen el fluido circulan paralelamente entre sí figura 1.1. Por oposición, se dice que una circulación es turbulenta cuando los filetes del fluido en circulación tienden a separarse con mayor o menor amplitud y rapidez . En una circulación de este tipo, el fluido se agita figura 1.2.

## Flujo laminar

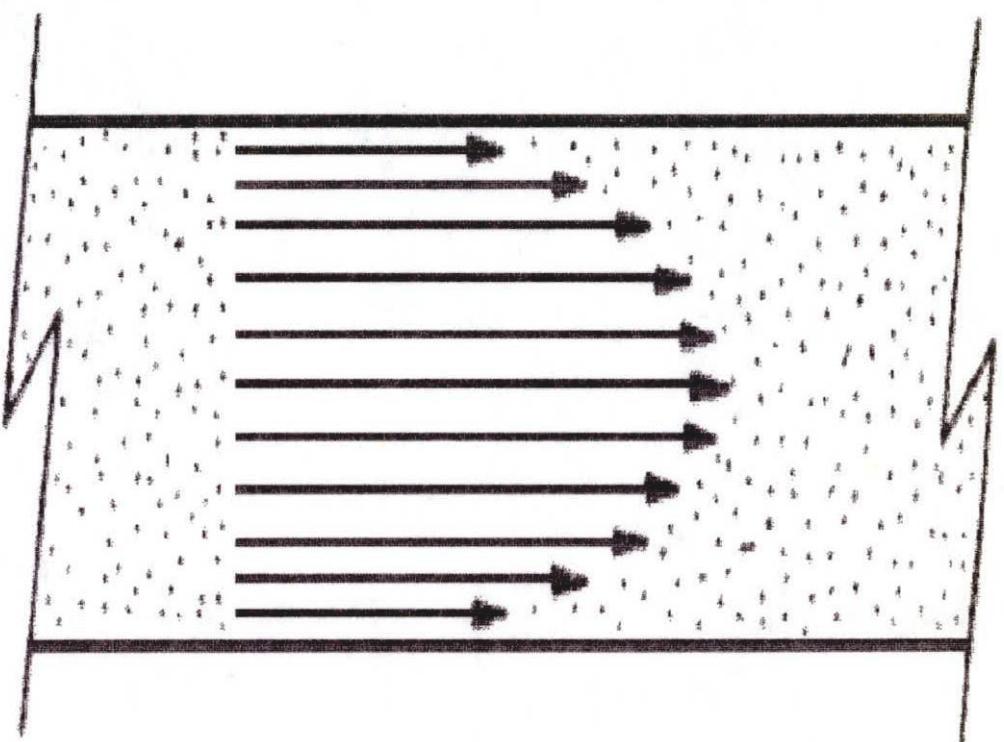


fig. 1.1 régimen de flujo laminar

## Flujo turbulento

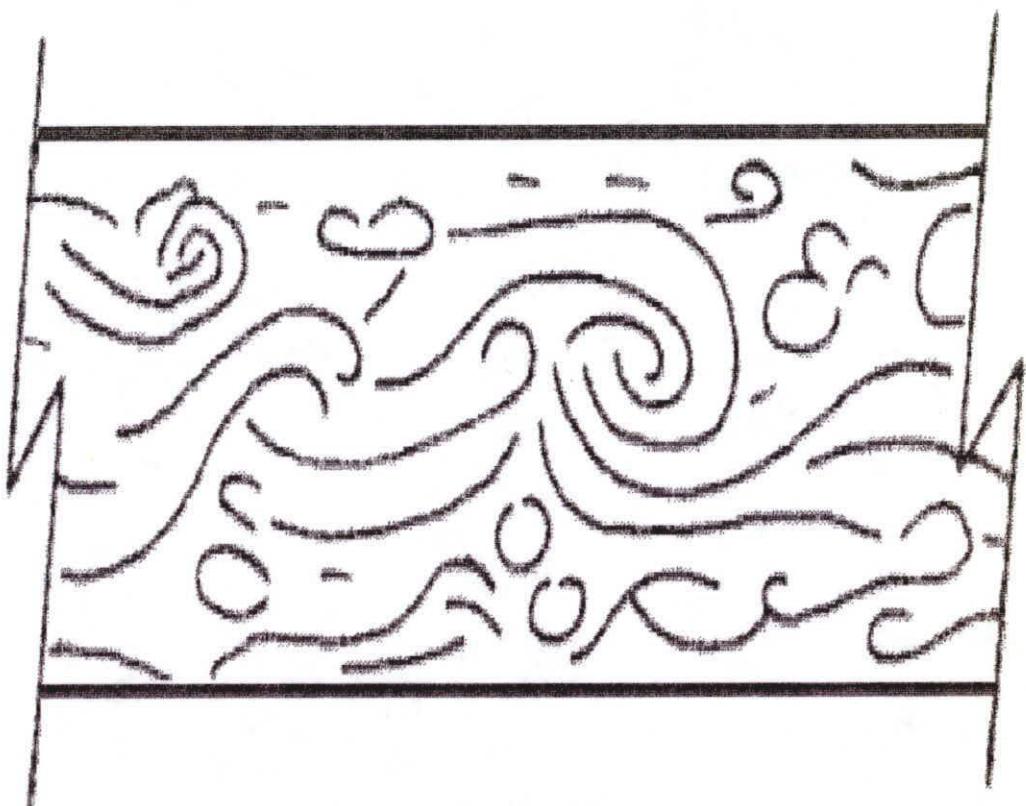
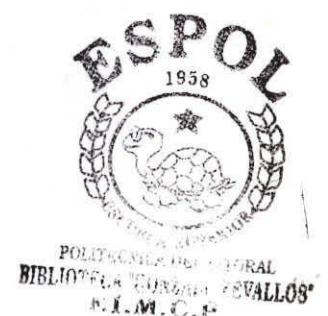


Fig., 1.2 Régimen de flujo turbulento



La naturaleza de una circulación se determina mediante un parámetro adimensional, que se conoce con el nombre de números de Reynolds.

Una circulación es laminar cuando el número de Reynolds es inferior a 2.300 y es turbulenta cuando ese mismo número es mayor a 2.300.

El número de Reynolds se determina mediante la siguiente fórmula :

$$R = \frac{Vt \times D}{Ve} \quad \text{, donde}$$

R = Número de Reynolds

Vt = Velocidad de circulación del fluido en cm / seg.

D = Diámetro de la canalización en cm.

Ve = viscosidad cinemática en Stokes.



## 1.2 Transmisión de la potencia hidráulica

Una columna de líquido ejerce como consecuencia de su propio peso, una presión sobre la superficie en que actua figura 1.3. La presión ejercida sobre el fondo de los diferentes recipientes de igual sección es la misma, con independencia de su forma, si la altura ( h ) son iguales.

El término fuerza hidráulica se refiere a la transmisión de energía de un objeto a otro a través de un fluido confinado. El fluido usado es aceite hidráulico. Debido a que el aceite hidráulico esencialmente es no compresible, este ocupará siempre una cierta cantidad de espacio. Si este

aceite es colocado en un envase cerrado, y si se ejerce un empuje sobre el aceite hacia una dirección, la fuerza de ese empuje será transmitida a través del aceite hacia todas las direcciones ( ver fig. 1.4). el aceite hidráulico es un medio importante de transmisión de energía por varias razones :

- a. Por su eficiencia. La energía puede ser transmitida de un objeto a otro con muy pocas pérdidas.
- b. Por su fuerza. Debido a que el aceite hidráulico es no compresible, este transmitirá cualquier fuerza que actúe sobre él.
- c. Por su versatilidad. El aceite hidráulico puede tomar cualquier forma. También, puede ser, ya sea, dividido o combinado para llevar a cabo una tarea específica.
- d. Por su lubricación. Mientras el aceite está siendo usado para mover varios componentes de la máquina, también esta lubricando dichos componentes.

La unidad estándar de potencia es el horsepower (hp) caballo de poder, ideado por James Watt, el cual relacionó la potencia de su máquina de vapor, con la potencia de un caballo, watt decidió que un caballo cómodamente podría realizar 550 pie - libra de trabajo en un segundo, o

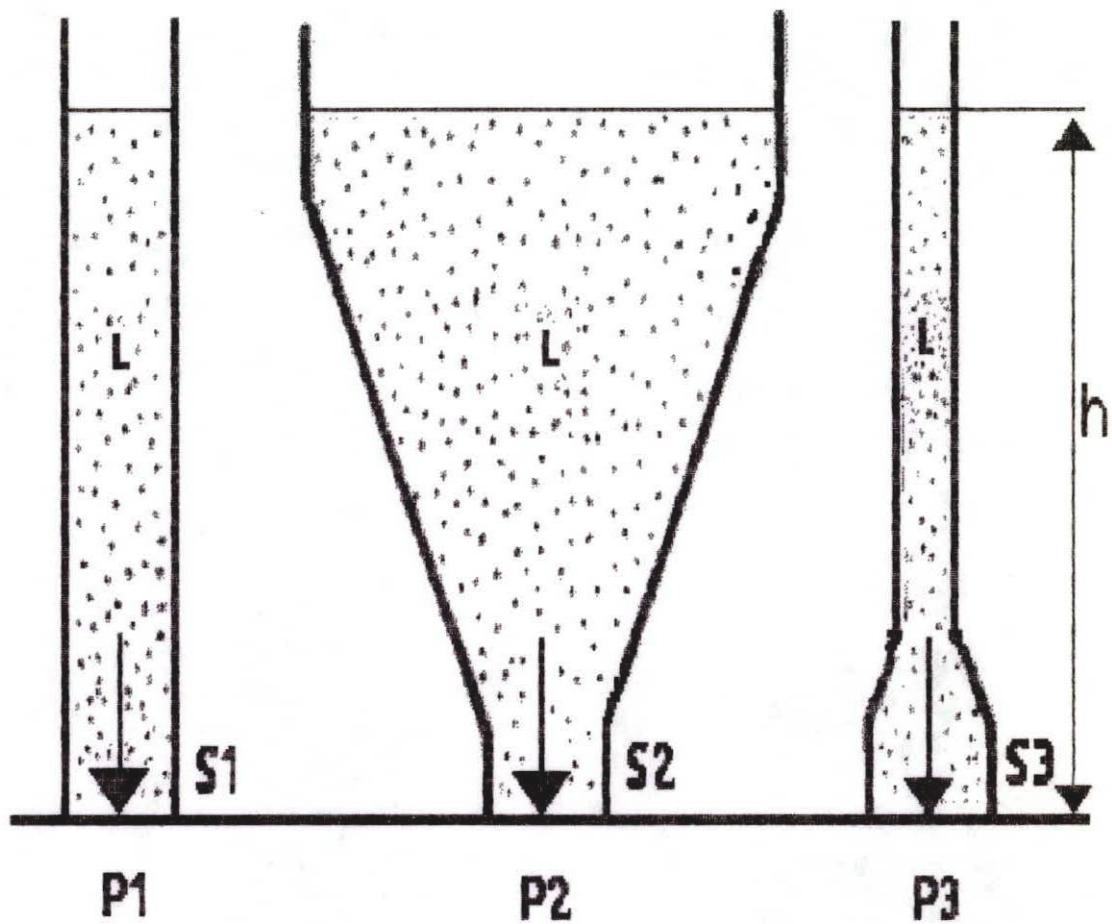


Fig. 1.3 La presión está en función de la altura ( $h$ ) de la columna, de la densidad ( $d$ ) del líquido y de la gravedad ( $g$ )

33.000 pie - libra en un minuto, horas tras horas. Este valor desde entonces fue designado como horsepower (hp).

$$P(\text{potencia}) = \frac{F(\text{fuerza}) \times D(\text{distancia})}{T(\text{tiempo})}$$

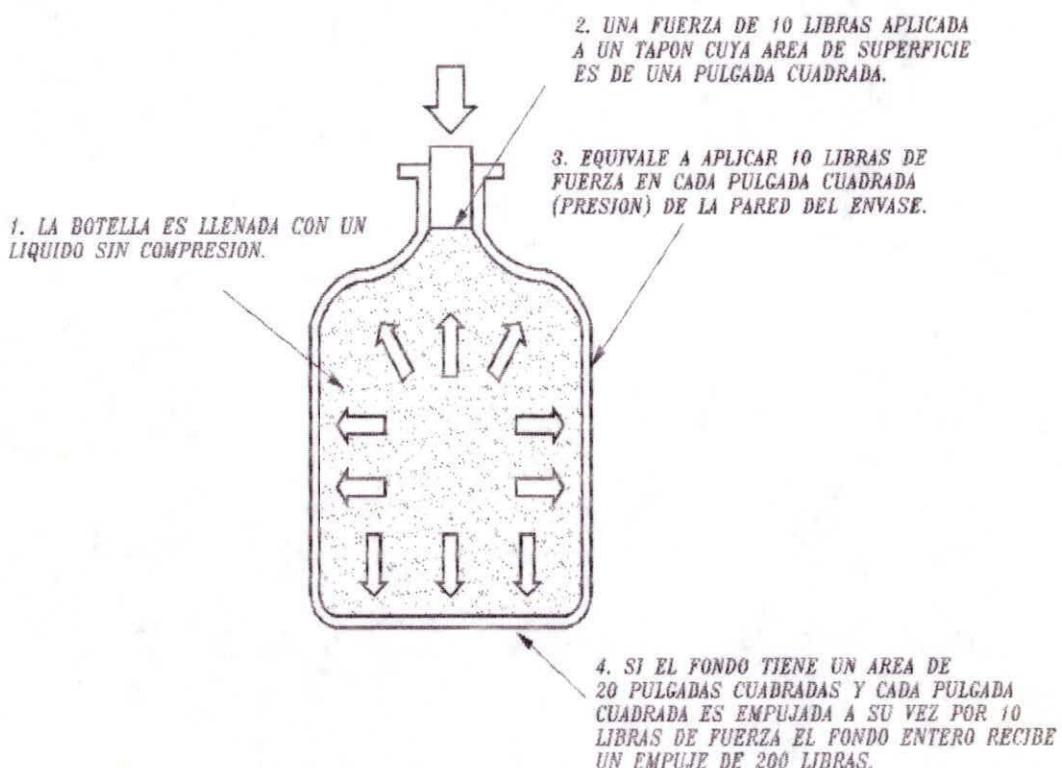


fig. 1.4 Presión (Fuerza por unidad de área) transmitida a través de un fluido confinado.

entonces fue designado como horsepower (hp).

$$P(\text{potencia}) = \frac{F(\text{fuerza}) \times D(\text{distancia})}{T(\text{tiempo})}$$

Los (hp) que se usan en un sistema hidráulico pueden ser calculado si conocemos el flujo y la presión.

$$hp = \frac{gpm \times psi}{1714}$$

$$Hp = gpm \times psi \times .000583$$



### 1.3 Ventajas y servidumbre de la potencia hidráulica

El accionamiento hidráulico forma parte esencial de la técnica actual de construcción de maquinaria. Sin la aplicación de elementos hidráulicos hubiera sido imposible alcanzar el actual grado de racionalización y automatización, al menos en la forma económica que conocemos. Especialmente en la última generación de maquinaria, la de las máquinas con mando numérico, la hidráulica se beneficia de una gran estimación e importancia.

La creciente aplicación de la hidráulica se fundamenta en las siguientes ventajas:

Simplicidad de los medios precisos para manejar la energía hidráulica, o sea, producirla, transmitirla, almacenarla, regularla y transformarla.

Elevada relación energía/peso del elemento hidráulico que permite reducir su peso y limitar los momentos de inercia puestos en juego. Por ejemplo, un motor hidráulico con una relación peso-potencia de aprox. 0.7 Kp/CV, puede compararse con un motor trifásico de rotor en cortocircuito con 6.5 Kp/CV. Los momentos de inercia de ambas máquinas están en la relación aproximada de 1/100.

La carrera de trabajo se adapta a cada necesidad y puede regularse en forma continua. Mediante las válvulas limitadoras de presión se obtiene una protección ideal contra las sobrecargas.

La posibilidad de transformar un movimiento de giro en otro de traslación sin golpes en los finales de carrera, lo cual permite mucha flexibilidad en el mando de máquinas herramientas.

Las variaciones de presión en un sistema hidráulico durante la carrera de trabajo pueden obtenerse por impulsos o bien por regulaciones continuas de precisión. (esta regulación fina de presión se utiliza en los dispositivos

copiadores hidráulicos y en las servoválvulas automáticas con gran éxito).

En colaboración con la electrotecnia se han conseguido importantes aplicaciones de la hidráulica, dando lugar a la llamada electrohidráulica. Se han unido la simplicidad de los mandos eléctricos con las fuertes aplicaciones de esfuerzos.

Frente a ventajas evidentes, la hidráulica tiene sus limitaciones prácticas, las cuales vienen determinadas sobre todo por las propiedades de los aceites hidráulicos. La reducida rigidez de la columna de aceite y la influencia de la temperatura en la viscosidad del aceite pueden crear dificultades. Así mismo no es posible dar una fórmula general para todas las transmisiones de movimiento; para conseguir un sistema hidráulico que funcione correctamente deben tenerse en cuenta muchas experiencias y aprovechar toda clase de conocimientos.

#### **1.4 Aceite hidráulico**

##### **Propiedades principales de un buen aceite hidráulico**

Entre las más importantes cuestiones a tener en cuenta para asegurar un buen funcionamiento de un sistema hidráulico adecuado. El aceite a presión debe cumplir diversas funciones. Aparte de transmitir la presión desde la bomba del cilindro, debe lubricar todas las partes en movimiento (bomba, motor, cilindro), además debe transmitir el calor producido localmente y

proteger contra la corrosión los diferentes elementos.

Como transmisor de la presión en la hidráulica industrial se utilizan normalmente aceites minerales. Los aceites minerales son hidrocarburos de diferentes fórmulas. Los más adecuados son del tipo de aceites refinados con base parafínica, puesto que en su mayor parte contienen uniones saturadas: por ello son poco afectados por su envejecimiento y tienen una curva de viscosidad relativamente plana y por ello favorable.

#### Propiedades deseadas :

***Curva de viscosidad del tipo plano***, de forma que un amplio cambio de temperaturas sea bueno para las condiciones de trabajo. Una viscosidad demasiado elevada supone fuertes pérdidas de carga en las tuberías y dificulta la aspiración en los arranques en frío.

***Buena estabilidad de la película de aceite*** (normalmente denominada "facilidad de engrase" o "untuosidad"); depende con que el aceite moja los metales, de la cohesión entre las moléculas del aceite y de su viscosidad.

***Resistencia al envejecimiento***, que viene determinada por la resistencia química del aceite respecto a las influencias del oxígeno presentes en el aire y de otros productos existentes en el aceite. La oxidación por el oxígeno es tanto mayor cuanto menor es el volumen de aceite; por ello, cuanto menor es el tiempo en que se verifica el ciclo completo del aceite, tanto mayor es el



aumento de temperatura. El ensuciamiento del aceite con impurezas y limaduras metálicas contribuye a la aceleración de su envejecimiento. Por ello puede prolongarse la duración de un aceite hidráulico mediante una buena filtración. Una carga de aceite debe mantenerse en buenas condiciones de servicio como mínimo durante un año. El grado de envejecimiento viene determinado por su índice de acidez NZ.

**Contenido de humedad.** A causa del siempre posible peligro de entrada de agua en el circuito, por ejemplo, agua de condensación, los aceites deben permitir un cierto grado de mezcla con agua. No deben emulsionarse, sino que deben separar rápidamente el agua introducida. La capacidad de engrase del aceite no debe quedar disminuida por la presencia de un pequeño porcentaje de agua. Puesto que el agua es mas pesada que el aceite se recoge en el fondo del deposito de aceite.

**La espuma** en el aceite es desde todos los puntos de vista inaceptable. El aire no disuelto debe eliminarse rápidamente; por ello la tensión superficial de un buen aceite hidráulico debe ser pequeña. Las causas de espuma son en su mayoría pérdidas en la aspiración de la bomba

**Servicio en frío.** Las unidades hidráulicas también deben poder trabajar en invierno en habitaciones sin calefacción sin grandes dificultades en su arranque. El consumo elevado de corriente eléctrica cuando se arranca en frío

un aceite hidráulico con gran viscosidad no debe llevar a superar los valores previstos para las protecciones eléctricas. Un buen aceite hidráulico debe poder funcionar incluso a 0°C. Con temperaturas inferiores a 0°C debe preverse un calentamiento, o bien deben utilizarse aceites especiales para invierno de escasa viscosidad.

**Aditivos.** En la fabricación de los aceites hidráulicos se utilizan diversos tipos de aditivos. Por ejemplo, hay un medio para disminuir el punto de derrame, para aumentar la resistencia a la presión, para disminuir el envejecimiento o para mejorar la protección contra la corrosión. Las cualidades de un aceite hidráulico vienen fijadas por la norma 605.12 de la VDMA, que permiten clasificar de una manera segura los diferentes tipos de aceites.

### Propiedades físicas fundamentales de los aceites

**Peso específico y densidad** El peso específico de los aceites, o sea, el peso de la unidad de volumen, se da siempre referida a 20°C. En los aceites minerales de base naftas es relativamente elevado:

$$\gamma = 0.91 \text{ a } 0.95 \text{ kp/dm}^3$$

En los buenos aceites minerales de base parafínica los valores son de

$$\gamma = 0.86 \text{ a } 0.91 \text{ kp/dm}^3$$

La densidad  $\rho$  del fluido viene dada por la fórmula

$$\rho = \frac{\gamma}{g} \text{ (Kg/dm}^3\text{)}$$

La densidad es la masa referida al volumen unitario.

### Viscosidad

La viscosidad mide el rozamiento interno entre las partículas del fluido; depende de la temperatura. En el cálculo de las resistencias que ofrecen las tuberías al paso del fluido, la viscosidad es el factor mas importante. Un aceite muy fluido puede elevar las pérdidas por las fugas, pero supone menores pérdidas de cargas en las tuberías. Un buen aceite hidráulico debe tener una viscosidad entre 17 y 40 cSt a 50 °C ( se escribe así : 17 a 40 cSt 50 ) al aumentar la presión también aumenta la viscosidad; sin embargo, este aumento no tiene importancia hasta presiones por encima de 150 Kp/cm<sup>2</sup>.

En Europa se ha dado habitualmente la viscosidad de los aceite en grados Engler ( °E ) para una temperatura de servicio de 50°C en los aceites hidráulicos. Los grados Engler son unos coeficientes que dan el tiempo de paso de una cantidad determinada de

TABLA I

cSt	°E	cSt	°E
10	1,8	100	13
9	1,7	90	12
8	1,6	80	11
7	1,5	70	10
6		60	9
5	1,4	50	8
4	1,3	40	7
3,5		30	6
3	1,2	20	5
2,5		18	4
2	1,15	16	3
1,5		14	
1	1,1	12	2,5
		10	2
			1,9
			1,8
1	1		

Tabla de equivalencias entre viscosidades  
(Centistokes - grados Engler).

fluido, por ejemplo, aceite mineral, a través de un orificio calibrado dividido por el tiempo invertido por la misma cantidad de agua a 20°C.

Para los cálculos deben utilizarse las unidades absolutas ( viscosidad dinámica y cinemática ). Estas son :

*Para la viscosidad dinámica  $\eta$  en el sistema físico de unidades:*

$$1 \text{ P ( Poise )} = 100 \text{ cP ( Centipoise )} = 1 \text{ g/cm . s}$$

*En el sistema técnico de unidades :*

$$1 \text{ Kp . s/m}^2 = 98,1 \text{ P} = 9810 \text{ cP, e inversamente}$$

$$1 \text{ cP} = 1,02 \cdot 10^{-4} \text{ Kp . s/m}^2$$

*Para la viscosidad cinemática en el sistema físico de unidades :*

$$1 \text{ St ( Stoke )} = 100 \text{ cSt ( Centistoke )} = 1 \text{ cm}^2/\text{s}$$

*En el sistema técnico de unidades:*

$$1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^4 \text{ cm}^2/\text{s} = 10^4 \text{ St} = 10^6 \text{ cSt}$$

### 1.5 Símbolos hidráulicos.

Los símbolos describen claramente las funciones de cada uno de los aparatos hidráulicos independientemente de su disposición constructiva y tamaño. Con estas simplificaciones puede dibujarse fácilmente cualquier circuito hidráulico de forma clara y completa respecto a todas las funciones que debe realizar.

Para conseguir una fácil comprensión de los principios generales del circuito es preciso que queden bien representados en el esquema todos los aparatos que intervienen. El número de aparato determina en cada esquema un elemento independiente cuyas características quedan detalladas en la lista adjunta con su denominación y tamaño.

Los símbolos más utilizados se encuentran en los planos hidráulicos, se muestran en las tablas II, III, IV y v a continuación:



TABLA II

## SIMBOLOS HIDRAULICOS

SIMBOLO	DENOMINACION	SIMBOLO	DENOMINACION
—	Tubería de carga rígida	(M)	Motor monofásico de corriente alterna
—	Tubería flexible	(M)	Motor trifásico de corriente alterna
+	Cruce de tuberías con unión	□	Motor térmico
++	Cruce de tuberías sin unión	○ ○	Bomba de caudal constante a) Un sentido del flujo b) Doble sentido de flujo
----	Tubería de maniobra (pilotaje)	○ ○	Bomba de caudal variable a) Un sentido del flujo b) Doble sentido del flujo
—X	Derivación tapada (cerrada)	○ ○ P	Bomba de accionamiento manual
山	Recipiente para fluido hidráulico	○ ○	Motor hidráulico a) Un sentido del flujo b) Doble sentido del flujo
—	Recipiente para fluido hidráulico a presión	○ ○	Motor hidráulico de caudal variable a) Un sentido del flujo b) Doble sentido del flujo
—	Escape al aire	○ ○	Motor hidráulico oscilante con ángulo de rotación limitado
—	Acumulador hidráulico	a) b)	Accionamientos a) Mecánico b) Pulsador c) Leva d) Pedal
◇ ◇	Filtro (símbolo general) Filtro con purga	c) d)	Accionamientos a) Resorte b) Roldana c) Eléctrico a bobina d) Eléctrico a doble bobina
○	Manómetro		
◇	Intercambiador de calor. Calentador		
◇	Intercambiador de calor. Refrigerador		
—	Intercambiador de calor. Refrigerador líquido		
—W	Presostato		Llave de paso

**TABLA III**  
Símbolos hidráulicos

SÍMBOLO	DENOMINACION	SÍMBOLO	DENOMINACION
	Válvulas de secuencia. Permiten e impiden el paso de caudal entre dos puntos de un circuito mediante pilotaje interno o externo.		Accionamiento o pilotaje de válvulas distribuidoras a) Por pulsador en un sentido y retorno por resorte b) Por accionamiento mecánico y retorno por resorte c) Por palanca manual y enclavamiento mecánico d) Por electroimán y retorno por resorte e) Por aire y retorno por resorte f) Por fluido hidráulico y retorno por resorte g) Por electroimán para las dos posiciones. Queda en el último pilotaje (biestable). h) Por aire para las dos posiciones. i) Por electroimán para las dos posiciones extremas. Al faltar pilotaje vuelve al centro. j) Por palanca manual. Representado en posición centro. k) Por electroimán y manualmente. En reposo, posición centro.
	Válvulas de contrapresión. Estas válvulas originan una contrapresión a la salida de un actuador, que deberá ser vencida para que ésta pueda moverse.		Cilindros hidráulicos a) De simple efecto b) De simple efecto. Retorno por resorte c) De doble efecto d) De doble efecto. Doble vástago.
	a) 2 posiciones (2p) 2 vías (2v)		
	b) 2p - 3v		
	c) 2p - 4v		
	d) 3p - 4v		
	e) 3p - 4v		
	f) 3p - 4v		
	g) 3p - 4v		
	h) 3p - 4v		

TABLA IV

## Símbolos hidráulicos

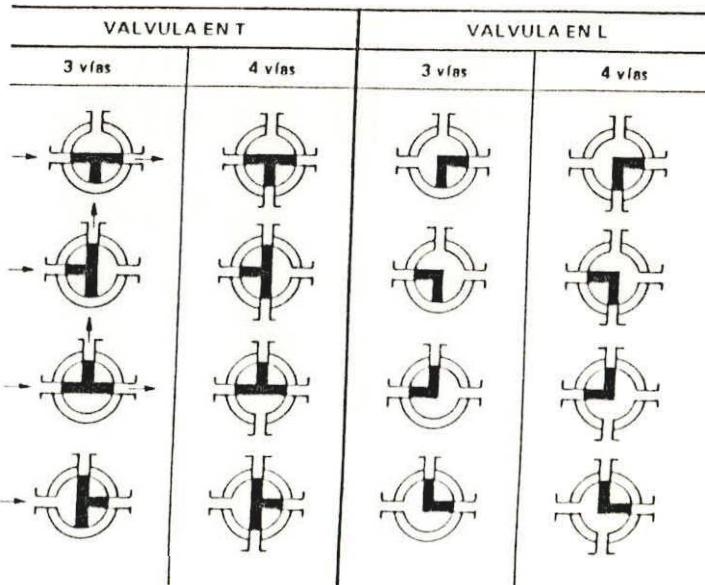
SÍMBOLO	DENOMINACION	SÍMBOLO	DENOMINACION
	Accionamientos a) Neumático b) Hidráulico c) Neumático-Hidráulico d) Electro-Hidráulico		Válvula doble de control y regulación de caudal
	a) Eje con un sentido de giro b) Eje con doble sentido de giro c) Enclavamiento mecánico		Válvula doble de retención con accionamiento pilotado por la presión del circuito
	a) Inicio de instalación b) No hay flujo hidráulico c) Hay flujo hidráulico		Selector de circuitos
	Manómetro diferencial. Señala máximo y mínimo		Válvulas antirretorno a) Pilotada a la apertura b) Pilotada a la apertura con drenaje
	Caudalímetro Contador totalizador		Válvulas limitadoras de presión (Seguridad) a) Pilotaje interno b) Pilotaje exterior a distancia
	Accionamiento motorizado en dos sentidos		Válvulas de reducción de presión a) Reductora b) Reductora con retención c) Reductora diferencial con drenaje
	a) Válvula reguladora de caudal (variable) b) Válvula reguladora de caudal en un sentido. Conjunto de regulador más antirretorno		Válvula de exclusión

TABLA V

## Símbolos hidráulicos

SÍMBOLO	DENOMINACION	SÍMBOLO	DENOMINACION
	e) Cilindro Freno en lado izquierdo		h) Cilindro en diferencial
	f) De doble efecto Freno en lado izquierdo, regulable		m) Convertidor de presión aire/aceite
	g) De doble efecto Freno regulable en ambas carreras.		Mecanismos articulados
	h) De doble efecto Freno regulable en ambas carreras		Conexiones rotativas – de 1 vía – de 3 vías
	i) Cilindro telescópico de simple efecto		Dispositivo de paro brusco
	j) Cilindro telescópico de doble efecto		Dispositivo de enclavamiento
	k) Multiplicador de presión		Termómetro

## VALVULAS DE 3 Y 4 VIAS

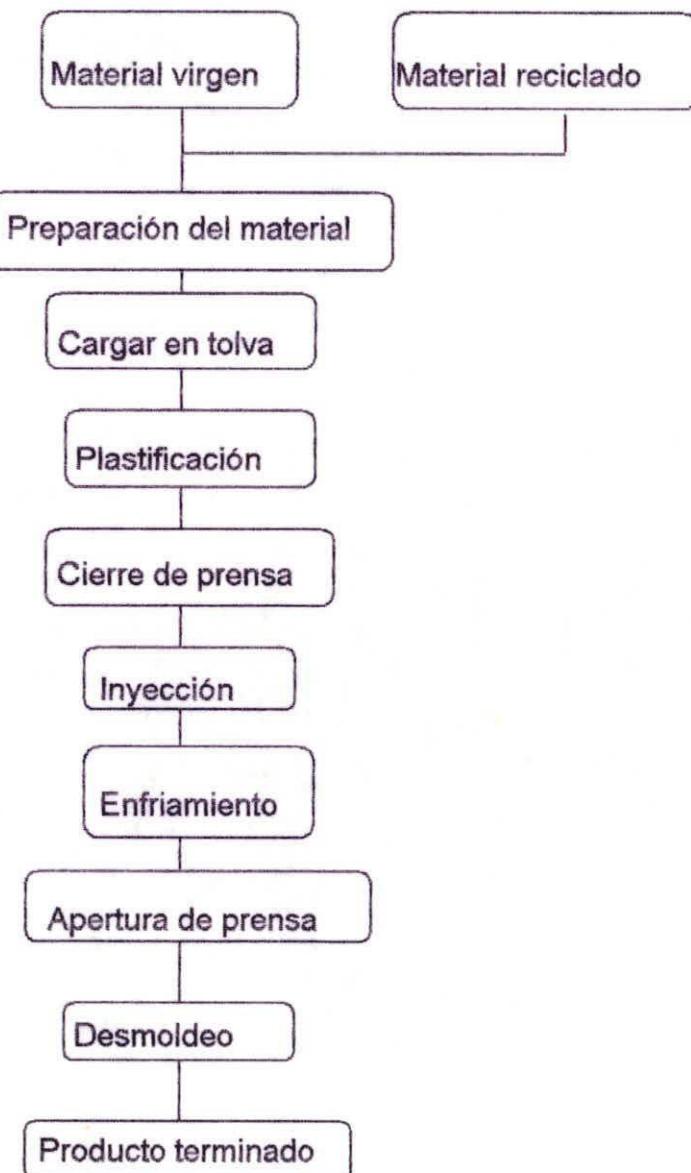


## CAPITULO II

### DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

#### 2.1 Descripción del proceso de inyección

A continuación mostramos la secuencia del proceso de inyección

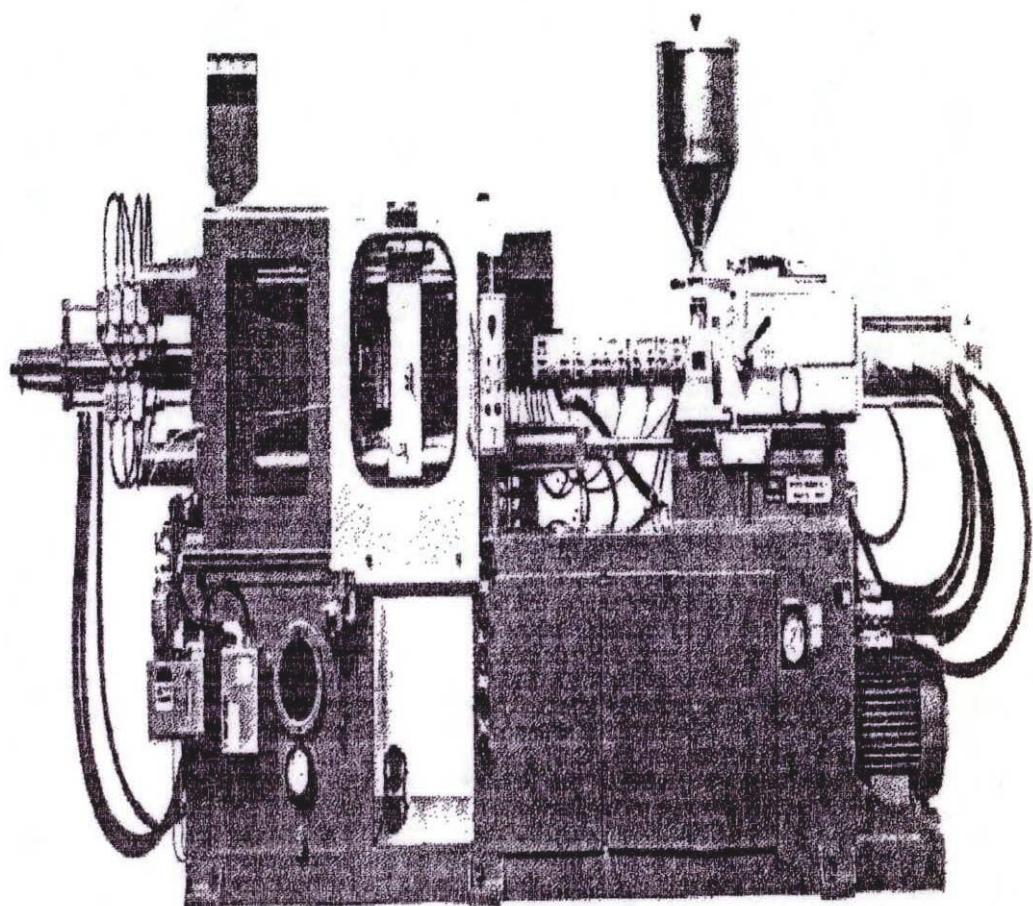


El proceso de transformación del plástico se lo realiza en máquinas inyectoras, ver figura 2.1 ; el material plástico ya sea en forma granular o reciclado se lo mezcla con pigmento en máquinas de tambores o sin fin aproximadamente durante 10 minutos, dando una mezcla homogénea; luego este material se vierte sobre la tolva del dispositivo dosificador situado sobre la unidad inyectora de la máquina entrando al túnel de calefacción o plastificación, donde realiza la siguiente secuencia (fig. 2.2).

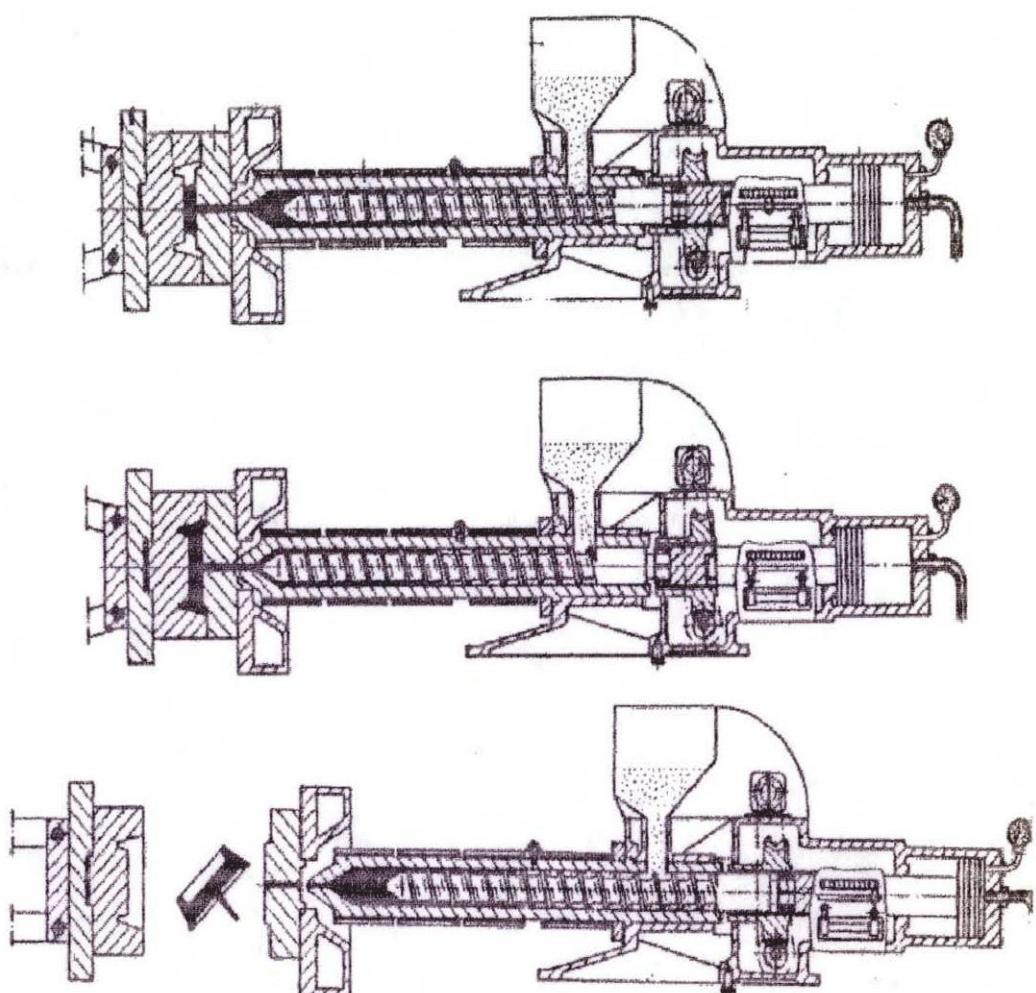
a. Ajustar la temperatura de inyección.

Esta temperatura de plastificación depende del tipo de material a inyectarse variando en rangos de 160°C-300°C, la misma que se logra a través de bandas de calefacción divididas en el túnel en 3 a 4 zonas controladas por su respectiva termocupla o un sensor de temperatura. Se recomienda que las zonas del centro sean las de plastificación, describiendo siempre la temperatura dentro del túnel una parábola como se muestra en la fig. 2.3.

b. Se juntan las dos partes del molde a través del plato móvil y fijo de la inyectora para luego proceder a inyectar el material plastificado dentro del mismo, teniendo en consideración la presión y velocidad de inyección. Dependiendo del material y la forma del artículo disponemos de tres presiones de inyección (primera presión de inyección, segunda presión de



**Fig. 2.1 Máquinas inyectoras**



**a.- inyección del material plástico**

**b.- enfriamiento**

**c.. desmoldeo**

**Fig. 2.2 Proceso de inyección de termoplásticos**

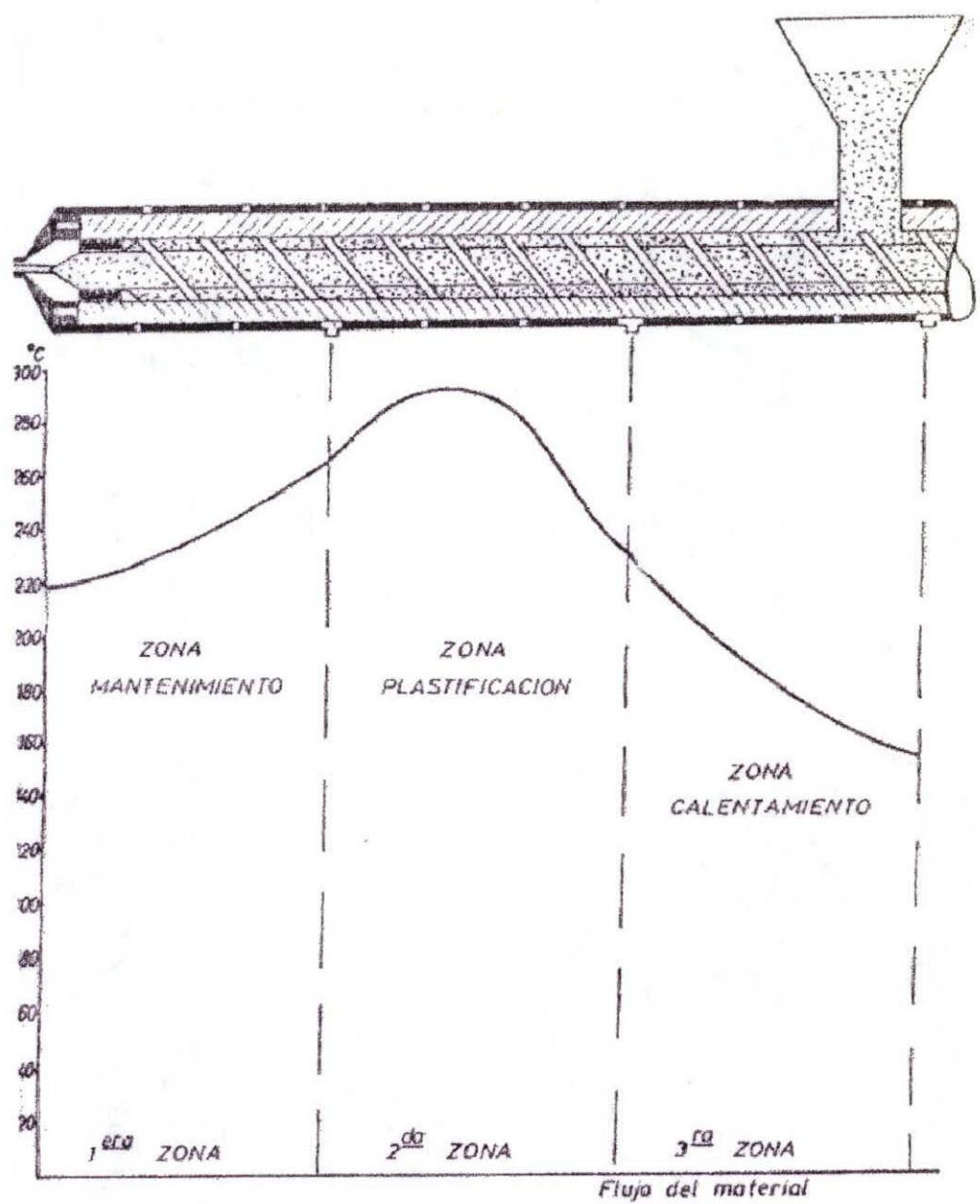


Fig. 2.3 Esquema del túnel de plastificación del material

inyección y presión de sostenimiento), éstas se deben elegir de tal forma que el artículo obtenido sea perfecto. Así también la velocidad de inyección dispone de tres variables (alta, media y baja), con ellas se reduce la orientación del flujo, y se consigue que la temperatura de la masa plástica en el molde sea en amplio grado uniforme.

c. Tiempo de enfriamiento.

Comienza una vez terminado el tiempo de inyección, hasta el momento en que el material se haya plastificado, luego se abre el molde. Este tiempo de enfriamiento lo precisan los artículos injectados en el molde, así como también en el rendimiento de plastificación al trabajar con inyectoras antiguas.

Ciertos plásticos permiten ciclos rápidos de inyección, dado que, por su rigidez, es posible realizar el desmoldeo a temperatura relativamente elevadas después de su breve enfriamiento. El ciclo total de inyección de un artículo encuentra su principal limitación en el tiempo de enfriamiento, aunque en el moldeo por inyección, el material, la máquina y el molde deben considerarse como una unidad y tenerse siempre en cuenta como tal.

d. Extracción del artículo del molde.

La misma que puede ser dependiendo del molde y del artículo; mecánica, manual, neumático, hidráulico, etc., luego se procede a cortar la colada del punto de inyección, y rebabarla si es necesario.

La calidad de los artículos inyectados y el ritmo de producción dependen del empleo del material apropiado, de que el molde sea correcto, y del principio de construcción de la Inyectora.

Seguidamente es sometido al control de calidad y al embalaje respectivo, quedando listo para su despacho. El ciclo total de inyección en una máquina depende también si ésta opera manual, semiautomático, o automático. La secuencia de operación automática es la siguiente:

- 1.- Cierre del molde
- 2.- Inyección del material al molde bajo condiciones antes señaladas
- 3.- enfriamiento o plastificación del artículo durante el tiempo que permanece cerrado el molde
- 4.- Apertura del molde
- 5.- Expulsión del artículo



## 2.2 Sistemas de desmoldeo de las piezas obtenidas por inyección

Una vez enfriada y solidificada la pieza, hay que extraerla del molde, es decir, desmoldarla. El caso ideal sería aquel en que la pieza cayese por gravedad al abrir el molde, separándose de la cavidad o del núcleo. Pero la pieza queda retenida por resaltes, fuerzas de adherencia y tensiones internas, por lo que hay que desprenderla del molde mediante dispositivos especiales. Por lo general, los dispositivos de desmolde se accionan mecánicamente, aprovechando la carrera de apertura de la máquina. Si este accionamiento eyector simple no basta, la extracción puede efectuarse también neumática o hidráulicamente. Con el sistema de inyección que actúa aprovechando la carrera de apertura de la máquina, hay que cuidar que la pieza quede en la parte móvil del molde, que es la única que puede contener los eyectores. Esto puede conseguirse mediante resaltes o a base de temperaturas diversas entre núcleo y matriz. La pieza se contraerá sobre un núcleo más frío que la matriz y deberá aplicársele una fuerza para su desmoldeo.

### Medios de accionamiento

La placa expulsora es accionada normalmente en forma mecánica, en combinación con la carrera de apertura de la máquina de inyección. El perno extractor choca con un tope y desprende bruscamente la pieza

(figura 2.4), la cual entonces es desplazada por los expulsores en dirección hacia el plano de partición, hasta que cae por gravedad. Este tipo de accionamiento del eyector proporciona las mínimas dificultades desde el punto de vista constructivo. Sin embargo no puede emplearse para piezas muy delicadas, ya que el esfuerzo de choque que inicia el proceso de desmoldeo puede

#### MOLDES PARA INYECCIÓN DE PLÁSTICOS

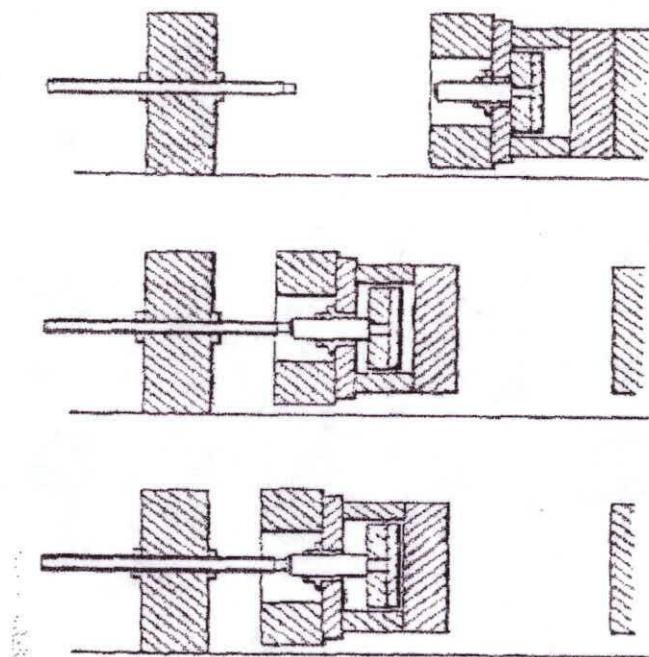


Fig. 2.4 representación del proceso de desmoldeo efectuado en combinación con la carrera de apertura de la máquina.

producir a veces un deterioro de las mismas. Por ello, las que no pueden soportar un esfuerzo de choque se desmoldan muchas veces por accionamiento hidráulico de las placas expulsoras. Este método es caro, por exigir un sistema hidráulico especial, pero funciona sin sacudidas y puede accionarse a voluntad.

En moldes muy profundos la carrera del expulsor no es a veces suficiente para desmoldar por completo la pieza, por lo que entonces suele emplearse un método mixto de desmoldeo. Primeramente se separa la pieza por accionamiento mecánico de la placa expulsora y, a continuación, se desprende con aire comprimido (figura 2.5). Si no se dispone de aire comprimido hay que extraer a mano la pieza después de su separación.

### **Ejección mixta**

La posibilidad de desmoldeo representada en la figura 2.5 constituye una forma particular de la ejección de dos pisos. En el proceso de apertura del molde, la pieza se separa primero mecánicamente del núcleo; después, es extraída de forma definitiva mediante aire comprimido. Este principio de desmoldeo tiene la ventaja de ser mas económico, en relación con los principios puramente mecánicos, y de que la pieza sufre menos esfuerzos, ya que la presión de desmoldeo (aire) actúa sobre toda la

superficie. También se emplea, fundamentalmente cuando la carrera del eyector no basta para el desmoldeo total de la pieza (piezas profundas). La entrada de aire puede situarse en cualquier punto.

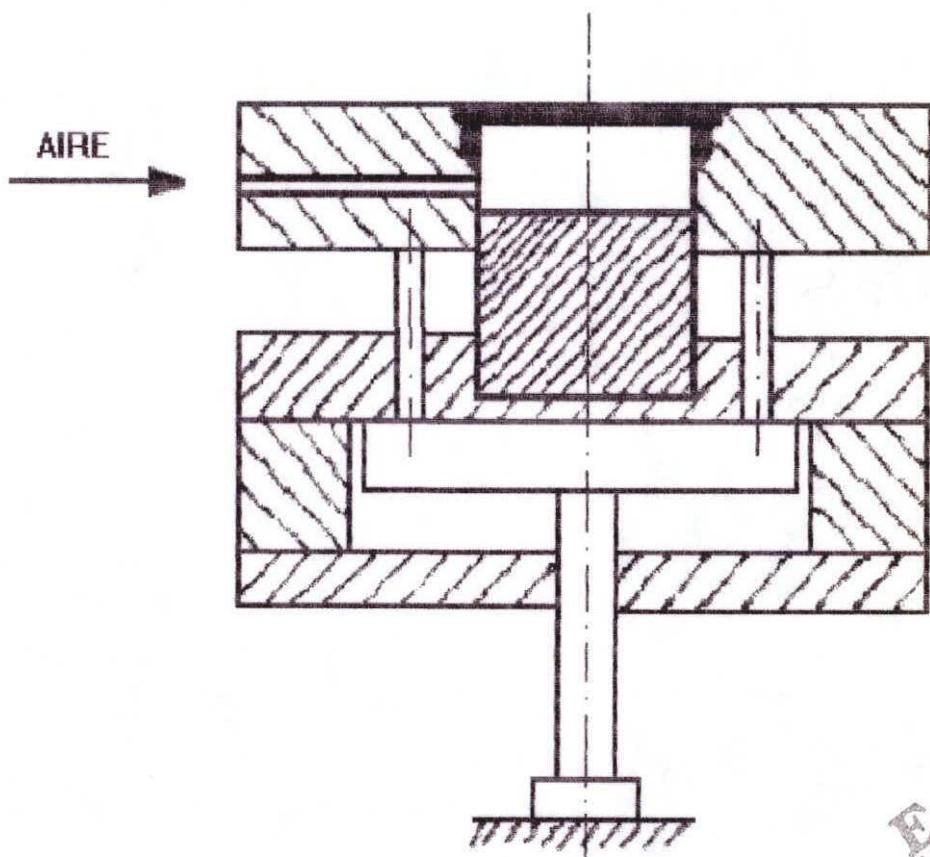


FIG. 2.5 DESMOLDEO MIXTO

### Moldes con resaltes de cualquier tipo

Las piezas provistas de resaltes exigen una forma especial de desmoldeo. Prescindiendo de las roscas, que pueden desmoldearse desenroscando, para el desmoldeo de piezas con resaltes es necesario muchas veces un plano de partición adicional.

Los moldes se construyen entonces de forma que permitan que una parte de la matriz se desplace lateralmente. los elementos móviles, así como sus guías y elementos de bloqueo tienen que ser muy robustos y deben ajustarse con el máximo cuidado para evitar que se abra el molde durante la inyección, en virtud de la elevada presión de la masa. De otro modo, el molde no sería útil e incluso podría deteriorarse durante la apertura. Debido a la baja viscosidad de inyección y a la elevada presión existente en el molde, la masa penetra en los planos de partición de los diversos elementos cuando éstos no están bien ajustados y bloqueados. La consecuencia mínima es una rebaba indeseada. Pero pueden producirse también elevados esfuerzos de flexión y cizallamiento junto a las correderas, las cuales pueden deformarse. Han dado muy buenos resultados prácticos las superficies de cierre cónicas y los pernos de bloqueo firme.

Los elementos móviles del molde son accionados en combinación con la apertura o cierre de la máquina, o hidráulicamente (figura 2.6). En el accionamiento hidráulico, los cilindros son movidos por cilindros de doble efecto conectados al sistema hidráulico de la máquina. El movimiento puede quedar programado en el control automático de la máquina o bien independientemente. Con ello aumenta la seguridad de funcionamiento de los moldes.

Como los diversos elementos han de estar cuidadosamente ajustados y cerrar completamente hermética, las guías adquieren una especial importancia. Las correderas, núcleos y mordazas suelen guiarse mediante colas de milano o sus modificaciones, es decir, ranuras con sección en forma de T. Para reducir el desgaste conviene lubricar las guías con bisulfuro de molibdeno durante el servicio. También puede dificultarse el desgaste empleando un tipo adecuado de acero; si las guías son templadas y reajustables, puede corregirse ligeramente el desgaste de las superficies en cuña.

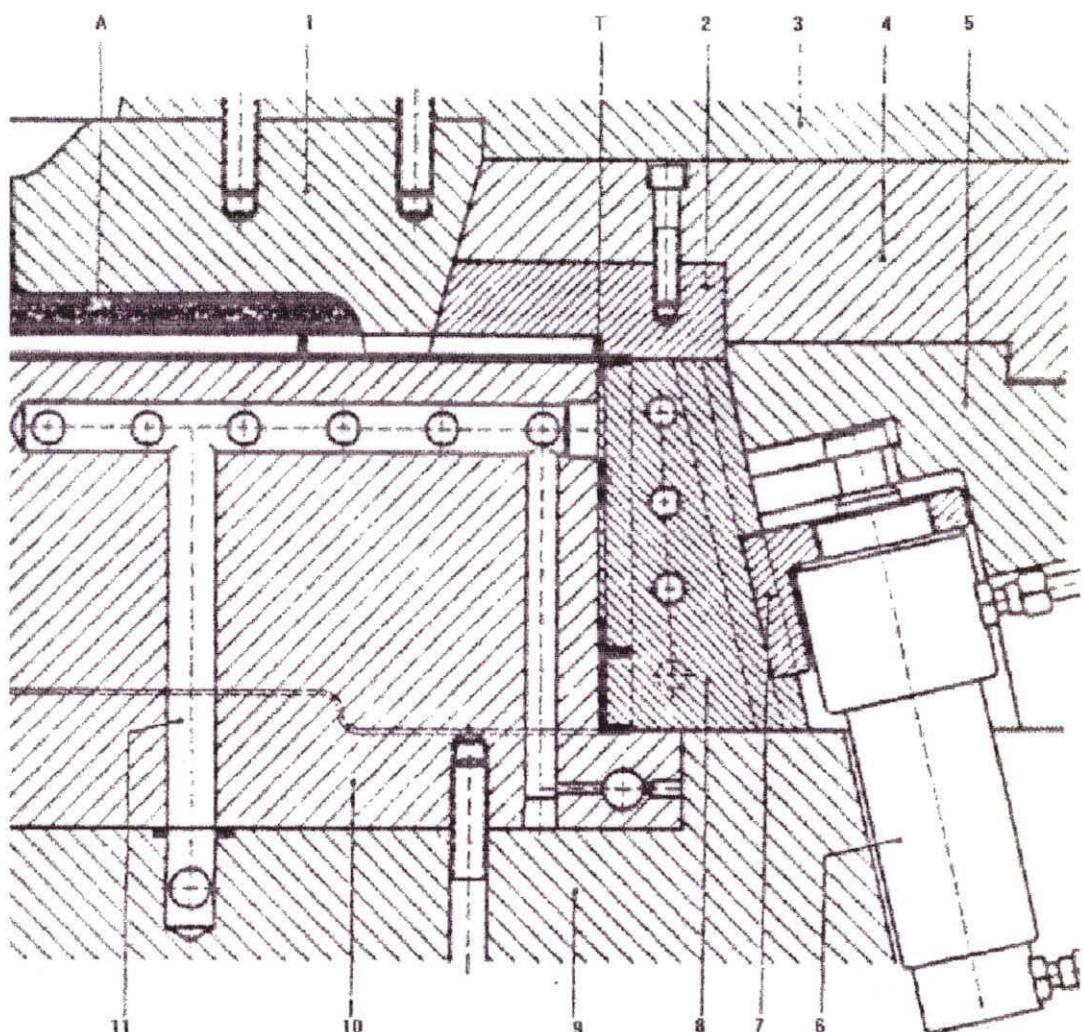


Fig. 2.6 Representación esquemática del accionamiento de las mordazas de un molde mediante cilindros hidráulicos de doble efecto.  
 1, placa de entrada de colada; 2, placa de moldeo; 3, plato portamolde lado boquilla; 4, placa intermedia; 5, placa de guía; 6, cilindro hidráulico; 7, estribo de fijación y accionamiento; 8, mordaza; 9, placa de fijación del núcleo; 10, núcleo; 11, agujero para refrigeración; A, sistema de llenado; T, pieza.

### 2.3 Descripción del sistema oleohidráulico auxiliar

Para el desmoldeo de una pieza, en los moldes se encuentran instalados cilindros de doble efecto para realizar dicho trabajo. Entonces de acuerdo con esto necesitamos disponer de un sistema oleohidráulico para lograr la actuación de los cilindros.

El sistema oleohidráulico es un sistema transmisor de potencia y/o movimiento, utilizando como medio transmisor el aceite (casi incompresible) bajo presión.

En la figura 2. 7 se muestra un esquema del circuito oleohidráulico

Este sistema esta formado por una bomba 1 de engranajes de caudal constante el cual aspira el fluido hidráulico, de un reservorio 2 y lo confina al sistema.

Un distribuidor de comando eléctrico 4 en posición central, tiene asegurado la recirculación del aceite hidráulico debido a la presión de la bomba.

Estando el distribuidor en la posición extrema suministra un flujo paralelo llenando la cámara del pistón 5 para realizar un movimiento de avance, en igual forma si el distribuidor se encuentra en la otra posición extrema el flujo en este caso es cruzado, realizando un retroceso del pistón para completar otro ciclo. La fuerza del actuador depende de la superficie del pistón y de la máxima presión suministrada por el sistema.

La presión que se obtiene en el sistema oleodinámico viene determinado por la válvula reguladora de presión 3 el cual posee un manómetro 6 que indica realmente la presión existente en el sistema.

Una válvula antirretorno 8 ejerce un control direccional y a su vez un control de presión, para contrarrestar las contra presiones obtenidas en el sistema y evitar daños en la bomba.

El aceite al actuar en el sistema eleva su temperatura debido a la transferencia de calor suministrado por los moldes necesitando de un intercambiador de calor 9 enfriando el aceite.

Los elementos 7 y 10 son filtros colocados en la succión de la bomba y en la descarga al reservorio respectivamente ya que el aceite necesita estar bien filtrado.



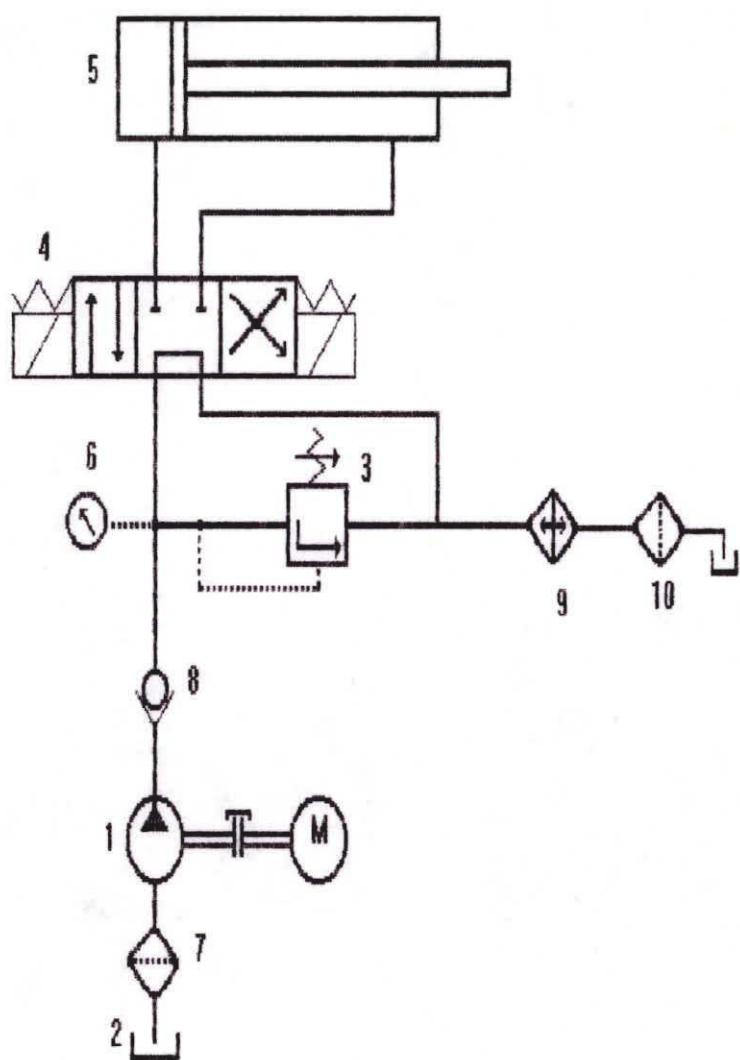
ESQUEMA HIDRAULICO DEL SISTEMA.

Fig. 2.7 ESQUEMA DEL CIRCUITO OLEOHIDRAULICO AUXILIAR

## CAPITULO III

### DISEÑO DEL SISTEMA OLEOHIDRÁULICO

#### 3.1 CALCULO DE PRESIÓN Y POTENCIA DEL GRUPO BOMBA - MOTOR

La presión se genera por resistencias de carga en los actuadores hidráulicos. En consecuencia la presión de la bomba debe ser la carga máxima el los actuadores dividido para el área del pistón.

A continuación en la tabla VI presentamos los diferentes moldes y dimensiones de los actuadores, que trabajan en la máquina inyectora marca Reed Prentice de 700 Tons. de cierre, la cual posee solo un sistema de eyección hidráulica mientras que los moldes poseen dos.

TABLA VI

#### PESO DE MOLDES Y DIMENSIONES DE LOS ACTUADORES

MOLDE	CARGA O PESO (Kg)	(D) PISTÓN (mm)	ÁREA CILINDRO (cm <sup>2</sup> )	(d) VASTAGO (mm)
<i>Silla pekes</i>	2100	50	15.8	22
<i>Silla Monaco</i>	3500	63	25	28
<i>Kaveta cónica</i>	2100	50	15.8	22
<i>Silla italiana</i>	3000	63	25	28
<i>Silla pequeña</i>	2550	50	15.8	22

Como vemos la mayor carga esta en el molde de la silla Mónaco, entonces calculamos la presión necesaria para mover el sistema.

En este caso  $F = 3500 \text{ Kg.}$

Para el calculo del área usamos la siguiente formula :

$$A = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4 \times 100} \quad (\text{cm}^2)$$

entonces  $A = 25 \text{ cm}^2$

$F = p \times A;$        $p = \text{presión}$

$$p = \frac{F}{A} \quad (\text{Kg / cm}^2)$$

$$p = \frac{3500}{25} = 140 \text{ Kg/cm}^2$$

La velocidad en un cilindro depende del tamaño y cantidad de aceite suministrado por unidad de tiempo.

Caudal necesario:

$$Q = \text{caudal}; \quad Q = \text{Velocidad} \times \text{Área} = \frac{\text{volumen}}{\text{tiempo}}$$

$$A = \text{área}; \quad A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Tenemos una área del pistón  $A = 25 \text{ cm}^2$ , con una carrera  $L = 10 \text{ cm}$ , entonces necesitamos llenar el volumen del cilindro en el tiempo  $t = 1 \text{ seg}$ .

$$V = A \times L; \quad V = 25 \times 10 = 250 \text{ cm}^3 = 15,256 \text{ plg}^3$$

$$Q = \frac{15,256 \text{ plg}^3}{1 \text{ seg}} = 15,256 \times 60 = 915,35 \text{ (plg}^3/\text{min)}$$

$$Q = 3.9 \text{ gpm}$$

Con esta presión y caudal en el actuador seleccionamos la bomba adecuada.

#### SELECCIÓN DE LA BOMBA

Existen dos tipos de bombas

**Bombas de desplazamiento no positivo.-** Las bombas de desplazamiento no positivo tales como los tipos centrífuga o de turbina, funcionan mediante la fuerza centrífuga, según la cual el fluido, al entrar por el centro del cuerpo de la bomba, es expulsado hacia el exterior por medio de un impulsor que gira rápidamente. No existe ninguna

separación entre los orificios de entrada y salida, y su capacidad de presión depende de la velocidad de rotación.

Aunque estas bombas suministran un caudal uniforme y continuo, su desplazamiento disminuye cuando aumenta la resistencia a la salida; pudiendo llegar a ser nulo.

Es por esta razón que las bombas centrífugas fueron descartadas para el sistema oleohidráulico, ya que se requieren de elevadas presiones.

**Bombas de desplazamiento positivo.**- Las bombas utilizadas en sistemas hidráulicos normalmente son de desplazamiento positivo. Esto significa que excepto por eficiencias, la bomba mantiene su flujo constante sin importar la presión de carga.

Esto se logra a que la salida está completamente sellada con respecto a la succión.

Es así como se puede decir que el único propósito de las bombas es crear flujo, la presión se genera en un sistema hidráulico por la resistencia que encuentra el flujo.



Aunque en algunas oportunidades se dice que la bomba pierde presión y esto solo puede suceder cuando hay algo de drenaje interno en la bomba debido a su desgaste.

Estas bombas trabajan bajo el principio de la hidrostática. De acuerdo con sus principios de proyecto existen los siguientes tipos : Bombas de engranajes, bombas de husillos y bombas de paletas

De acuerdo con su sistema de trabajo podemos distinguir estas bombas en:

**Bombas de caudal constante;** las mismas que hay de todos los tipos anteriormente mencionadas.

**Bombas de caudal variable;** para ello solo son utilizables los tipos con pistón giratorio y de pistones.

Las bombas para dar presión de aceite tienen la misión de transformar la energía que las acciona en un caudal de aceite con una presión determinada. Esta energía hidráulica puede conducirse mediante tuberías hasta elementos hidráulicos alejados (cilindros o hidromotores), en los cuales puede efectuar un trabajo.

De acuerdo con esto la selección cae dentro de este tipo de bombas la cual dependerá de la presión que se tiene en el sistema.

### **Bombas con caudal constante**

A causa de su sencillez y economía se utilizan principalmente estas bombas en los circuitos hidráulicos. Mediante instalaciones auxiliares, por ejemplo acumuladores de presión, sistemas con dos bombas y distribuidores de 3 vías, puede llegar a conseguirse un rendimiento de energía muy completo con estas bombas de caudal constante.

### **Bomba de engranajes.**

El robusto mecanismo de una bomba de engranajes la hace particularmente adecuada para suministrara un caudal constante de aceite. Estas bombas tienen actualmente un rendimiento volumétrico muy elevado y una duración larga. Trabajan prácticamente sin necesidad de entretenimiento y son muy económicas. Al estar adaptadas para trabajar a elevado número de revoluciones, permite conseguir modelos de gran rendimiento energético en relación a su volumen, con limitada carga en sus rodamientos. Gracias a los perfeccionamientos conseguidos en su proyecto y en su construcción pueden utilizarse actualmente bombas de engranajes hasta presiones de trabajo de 175 kp/cm<sup>2</sup>.

El funcionamiento de una bomba de engranajes es muy fácil de comprender. El ajuste entre los dientes de dos ruedas de engranaje es la base de rendimiento de la bomba. Al girar sobre dos ejes paralelos las dos ruedas dentadas, según la dirección de la flecha (fig. 3.1).

El aceite que ha llenado los espacios entre diente y diente sigue dentro de éstos; al girar la rueda llega a la zona de presión y es finalmente expulsado cuando los dientes opuestos vuelven a engranar. El aceite que queda al final entre los dientes (aprox. 1/10 del caudal total) debe evacuarse hacia la zona de presión por dos ranuras efectuadas en las paredes frontales de la caja de la bomba con el fin de evitar esfuerzos y golpes anormales en la bomba.

De acuerdo a su gran rendimiento volumétrico y energético en relación a su volumen, este tipo de bomba puede ser adecuada para el sistema oleohidráulico.

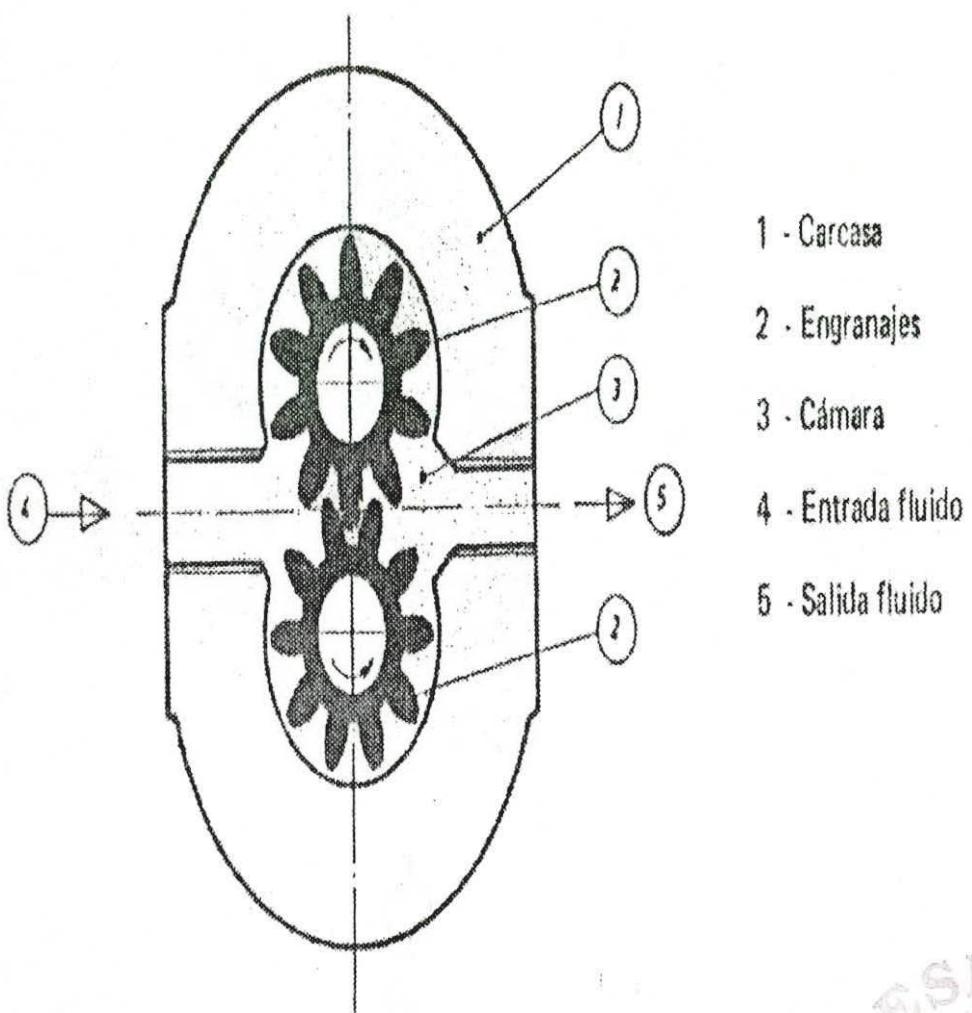


FIG. 3.1 BOMBA DE ENGRANAJES

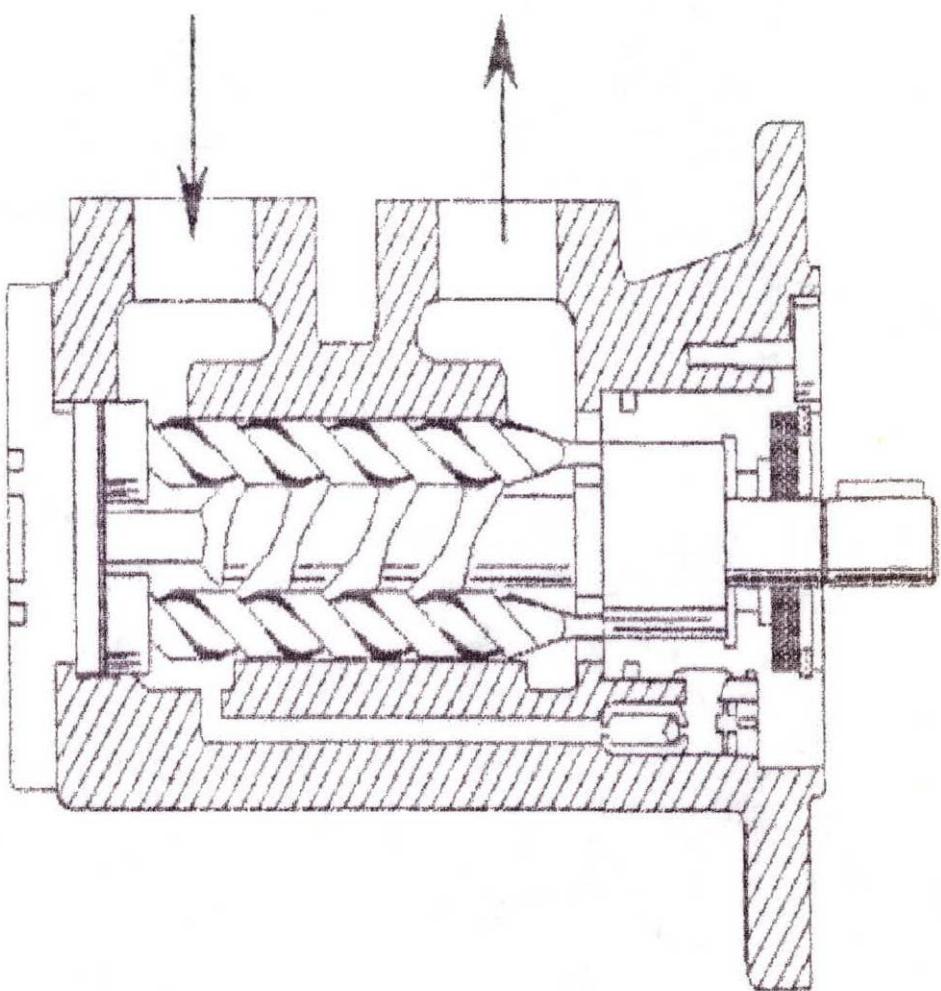


### **Bombas de tornillos o husillos.**

La bomba de husillos es muy indicada para dar caudales continuos sin ningún tipo de impulsos, en máquinas muy precisas . Esta bomba admite todos los fluidos incluso masas viscosas.

Las bombas de tornillo (Fig. 3.2) tienen 2, 3 ó 5 husillos giratorios con rosca a la derecha o a la izquierda, los cuales tienen perfiles cuyos flancos están especialmente diseñados para que tanto entre si como con respecto a la carcaza mantengan la estanqueidad. Al girar los husillos crean entre los filetes cámaras que se mueven en la dirección axial hacia adelante. El fluido comprimido no gira sino que se desplaza en línea recta sin turbulencia.

Por lo tanto podemos tomar en cuenta esta bomba para la selección.



**FIG. 3.2 BOMBA DE TORNILLO**

### Bombas de paletas.

Las bombas de paletas son básicamente construidas por una carcasa que encierra un rotor con ranuras normalmente radiales o ligeramente inclinadas. Su principio de funcionamiento es simple, el rotor (Fig. 3.3) es arrastrado por un motor. Las aletas guiadas por ranuras radiales, se mueven de acuerdo con la forma interna del estator. Cada dos aletas crean una cámara, cuyo volumen aumenta y disminuye dos veces por vuelta. El aceite exterior penetra en las zonas de aspiración que corresponden a cámaras de volumen elevado, mientras que al reducirse este volumen el aceite se comprime creándose un aumento de presión en el mismo. Las Zonas intermedias separan los espacios de aspiración de los de compresión. Estas zonas intermedias deben abarcar como mínimo dos aletas, de forma que se impida el retroceso del aceite desde las cámaras de presión hacia las de aspiración.

Las mejoras técnicas moderadamente introducidas han conseguido limitar los desgastes entre paletas y carcasa. Al girar el rotor se crean dos cámaras de aspiración y dos de compresión; gracias a la disposición simétrica de las mismas del rotor queda equilibrado con respecto a las presiones.

La bomba mostrada en la fig. 3.3 es del tipo equilibrada hidráulicamente, las del tipo no equilibrada hidráulicamente es mostrada en la fig. 3.4, este diseño es aplicado a las bombas de caudal variable, pero como en el sistema oleohidráulico necesitamos un caudal constante por lo que este diseño de bomba no es tomada en cuenta para el sistema.



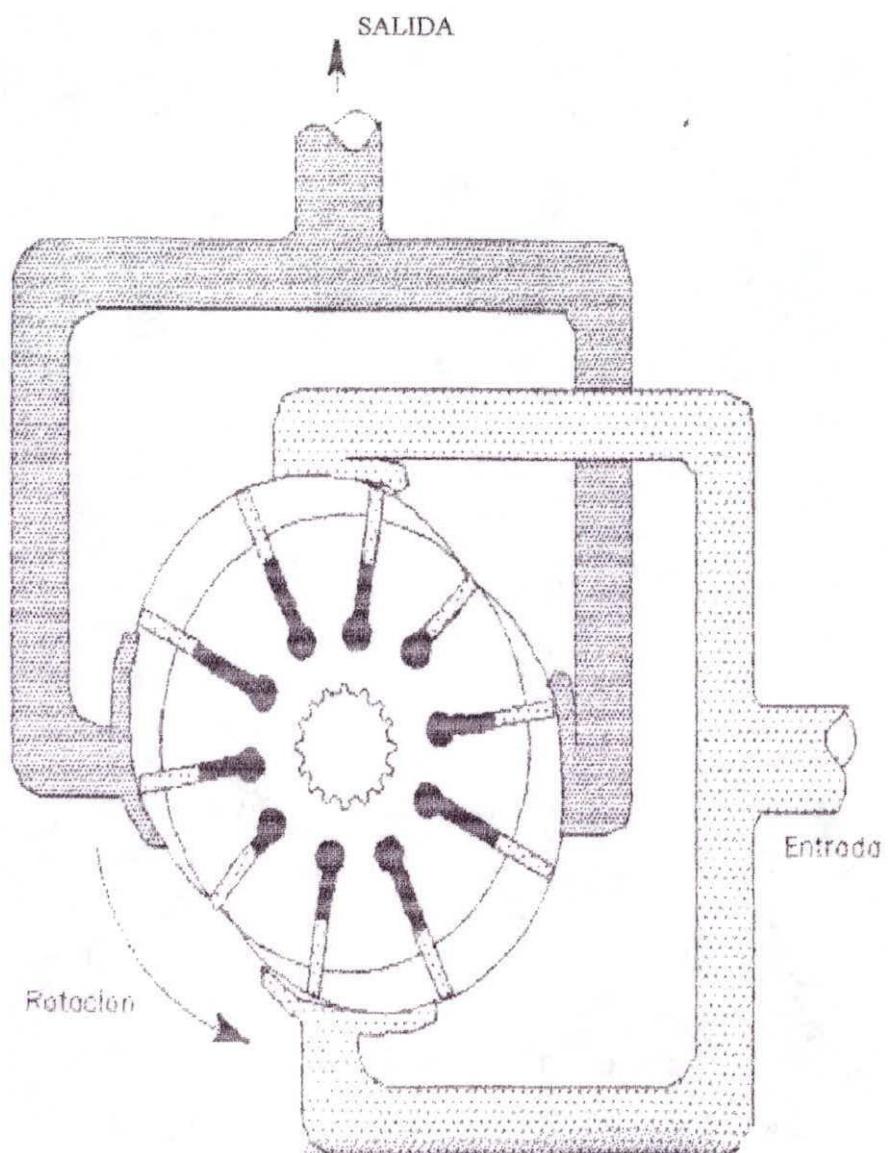


FIG. 3.3 BOMBA DE PALETAS EQUILIBRADA HIDRAULICAMENTE

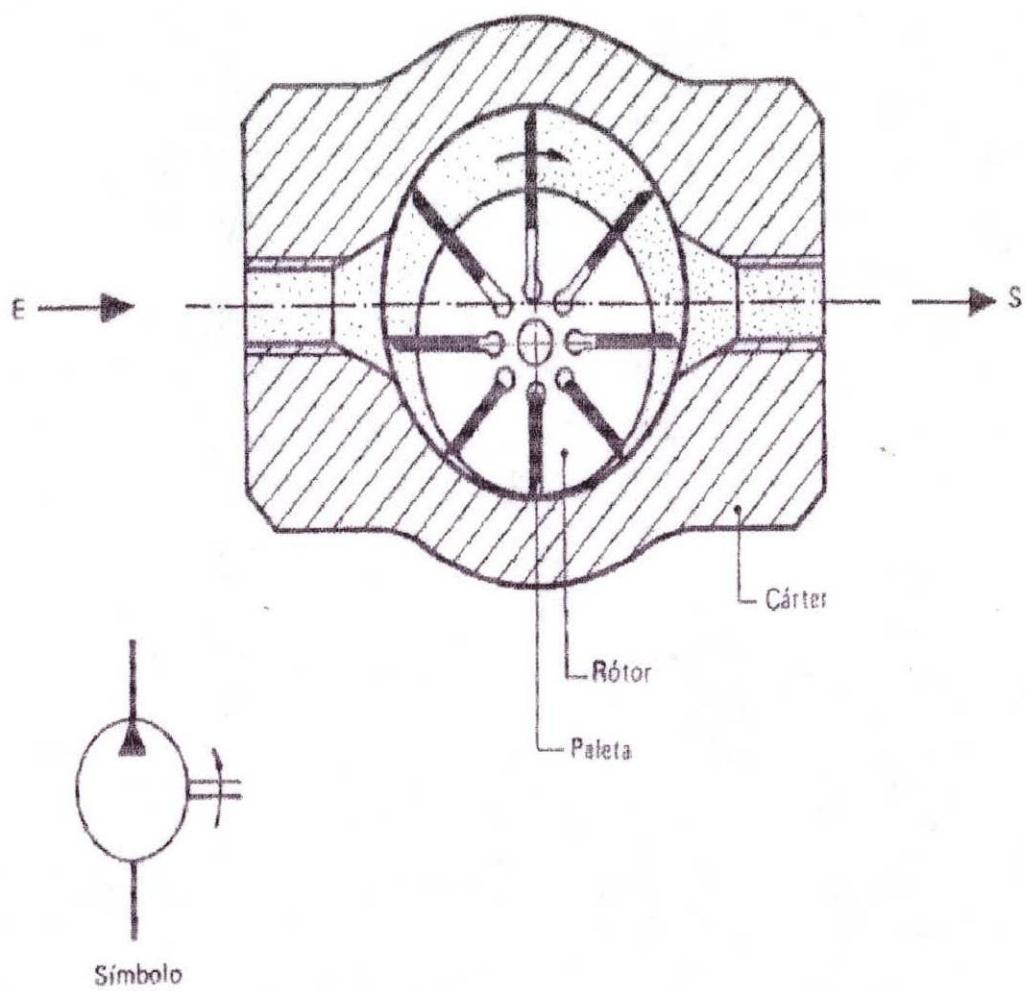


FIG. 3.1 BOMBA DE PALETAS NO EQUILIBRADA

HIDRAULICAMENTE

CUADRO No. 1

## CUADRO COMPARATIVO DE LOS TIPOS DE BOMBAS

BOMBAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>DESPLAZAMIENTO NO POSITIVO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caudal uniforme y continuo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de presión depende de velocidad de rotación</li> </ul>
<b>DESPLAZAMIENTO POSITIVO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caudal constante en cada carrera.</li> <li>- Desplazamiento independiente de la presión de salida.</li> </ul>	

CUADRO No. 2

## CUADRO SELECTIVO DE BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO.

BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
ENGRANAJES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caudal constante de aceite.</li> <li>- Rendimiento volumétrico elevado.</li> <li>- larga duración.</li> <li>- son económicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Admite esfuerzos muy limitados.</li> </ul>
TORNILLO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altas velocidades.</li> <li>- Autoaspirante.</li> <li>- Buen rendimiento mecánico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No permite ninguna regulación volumétrica.</li> </ul>
PALETAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevadas presiones.</li> <li>- Gran potencia en relación a su tamaño</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El aceite debe estar bien filtrado.</li> </ul>

De acuerdo con el cuadro No. 2 y considerando las ventajas se selecciona una bombas de engranajes.

Con la presión de trabajo que es igual a 140 Kg / cm<sup>2</sup>, que transformada al sistema ingles p = 1991 psi y el caudal Q = 3.9 gpm, realizamos la selección entre dos marcas de bombas existentes en el mercado local de las siguientes características.

MARCA	MODELO	CAUDAL ( gpm )	PRESION ( psi )	RPM
ATOS	PFG - 199	5	2030	1800
PARKER	PZG2AR113S1	4	2000	1800

Entonces seleccionamos una bomba de engranajes de la marca Parker. La bomba entrega 4 gpm. girando a 1800 rpm y a 2000 psi de presión. Bajo estas condiciones la potencia de la bomba es igual a P = p x Q

$$P = 4 \text{ gpm} \times 2000 \text{ psi} \times 0.000583 = 4.66 \text{ Hp}$$

$P = 5 \text{ Hp}$

Con estos datos de la bomba seleccionamos el motor.

**Calculamos la potencia del grupo bomba - motor**

**Potencia ( P )**

$$P = \frac{p \times Q}{1714 \cdot \eta}$$

$\eta$  = rendimiento conjunto motor bomba ( 0,8 )

$$P = \frac{5}{0.8} = 6.25 \text{ Hp.}$$

Con esta potencia, en el mercado local encontramos un motor marca

**Siemens de las siguientes características :**

<b>Marca del fabricante</b>	<b>SIEMENS</b>
<b>Número de serie de fabricación</b>	<b>1LAB 113 - 4YB60</b>
<b>Tensión de trabajo</b>	<b>220 / 440 volt.</b>
<b>Intensidad de trabajo</b>	<b>19 / 9.5 Amp</b>
<b>Potencia del motor</b>	<b>7.5 HP</b>
<b>Velocidad</b>	<b>1800 RPM</b>
<b>Clase de servicio</b>	<b>IP - 54</b>
<b>Clase de aislamiento</b>	<b>F</b>

Como vemos la clase de servicio de este motor es IP - 54, que corresponde a un motor protegido contra el polvo y contra las proyecciones de agua ya que el ambiente de trabajo es húmedo y existe la presencia de polvos.

También el tipo de aislamiento es F que corresponde a una temperatura máxima de 155°C.

### 3.2 DISEÑO DEL RESERVORIO

El diseño del reservorio es muy importante, porque un reservorio correctamente construido es mas que un tanque que solo almacena aceite para suministro de la bomba, sus medidas tienen que ser diseñadas de acuerdo a la potencia eléctrica instalada y caudal de la bomba.

La capacidad del reservorio debe ser de 2 a 4 veces el caudal suministrado por la bomba, en este caso si tenemos una bomba que nos suministra 4 gpm, la capacidad del tanque debe de ser de 16 galones, esto se debe a que el nivel del aceite del reservorio debe de estar por encima de la línea de succión de la bomba, esto prevé el vacío en las líneas de operación y en consecuencia la formación de vórtices, en la figura 3.5 mostramos las dimensiones del reservorio en base a lo anterior, y en la fig. 3.6 el despiece del mismo, en este diseño todos los componentes están montados en la cubierta, por tratarse de elementos de mediana dimensiones.

Además el reservorio debe ser capaz de:

- Disipar el calor del aceite
- Separar el aire del aceite
- Impedir la contaminación



Los elementos del reservorio son:

- filtro de succión
- filtro de aire
- filtro de retorno
- visor de nivel y temperatura
- deflector
- magnetos

**Filtros.**- Su principal función es la retención de partículas y elementos extraños que contaminan el fluido y causan daños en los elementos hidráulicos. Para nuestro sistema oleohidráulico tenemos filtro en la succión y en la descarga.

**Filtro de aire.**- Se utiliza para mantener la presión interna del tanque a presión atmosférica. Es así como el filtro de aire debe ser lo suficientemente grande a la capacidad de la bomba.

**Deflector.**- El deflector es una lámina que se extiende a través de la longitud total del tanque. El propósito principal es el de separar el aceite de succión del aceite de retorno, para prevenir que el aire que se introduzca al aceite del tanque debido a la turbulencia que se forma en la descarga se introduzca en la succión de la bomba, lo cual produce cavitación dentro de ésta, y de esta manera se deteriore la bomba.

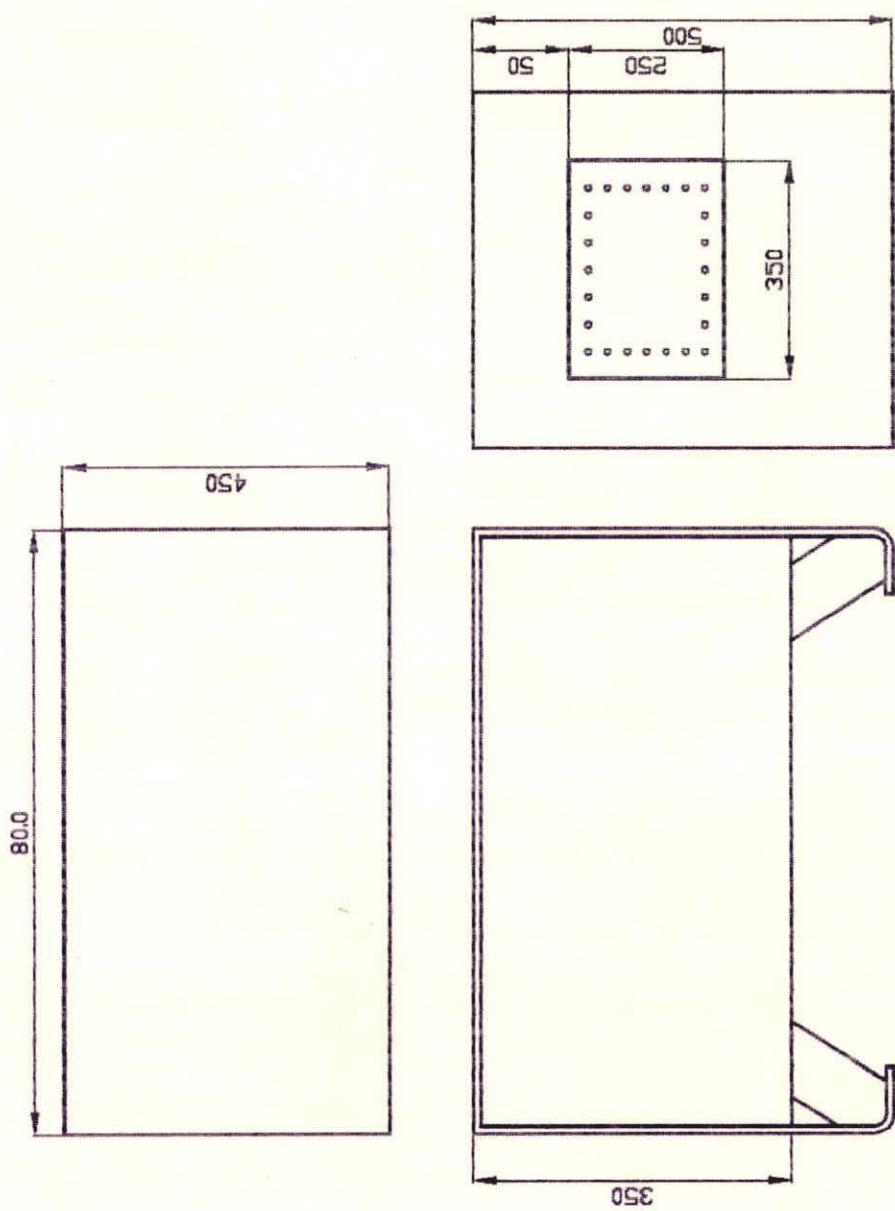


Fig. 3.6 DIMENSIONES DEL RESERVORIO

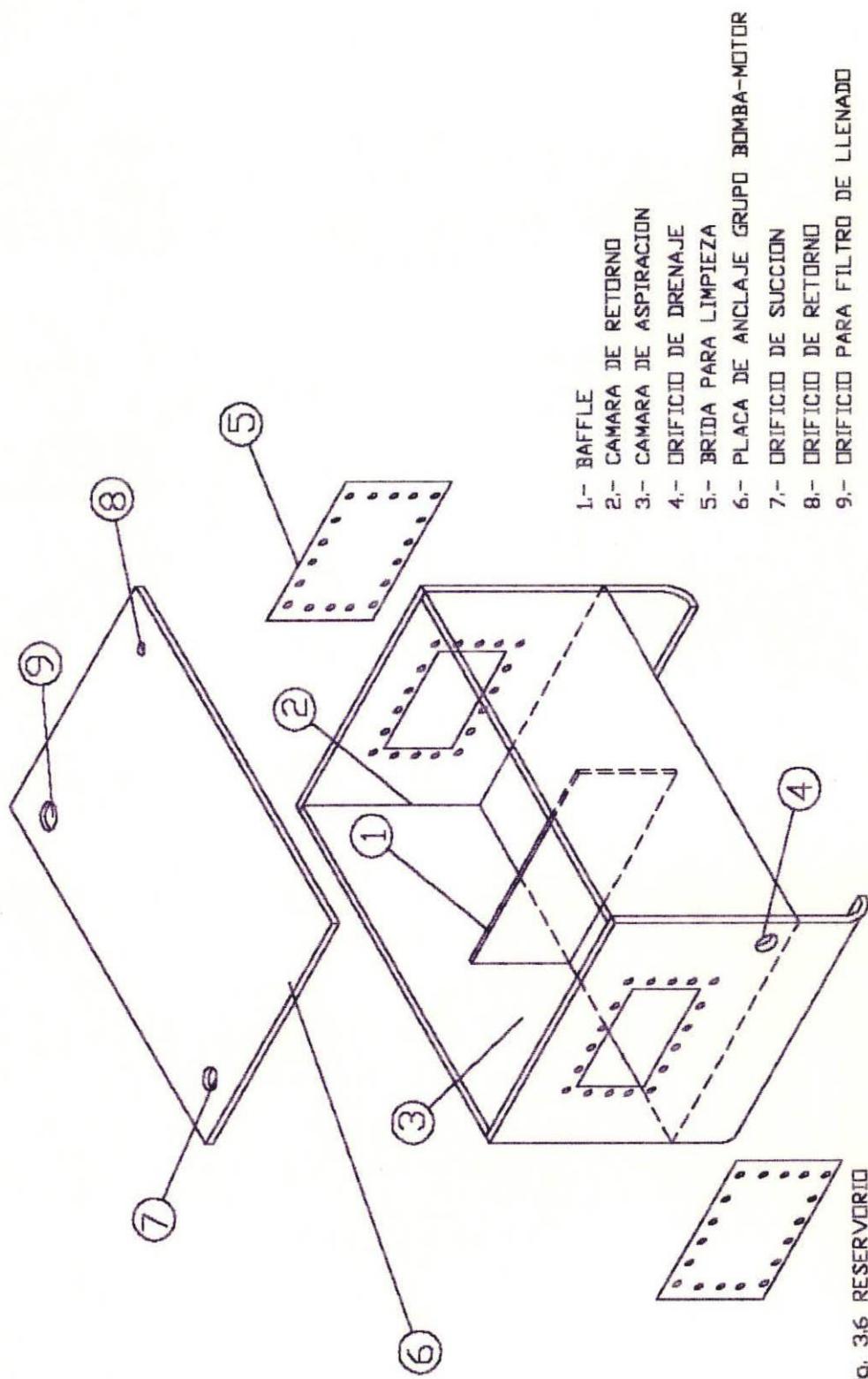


fig. 3.6 RESERVORIO

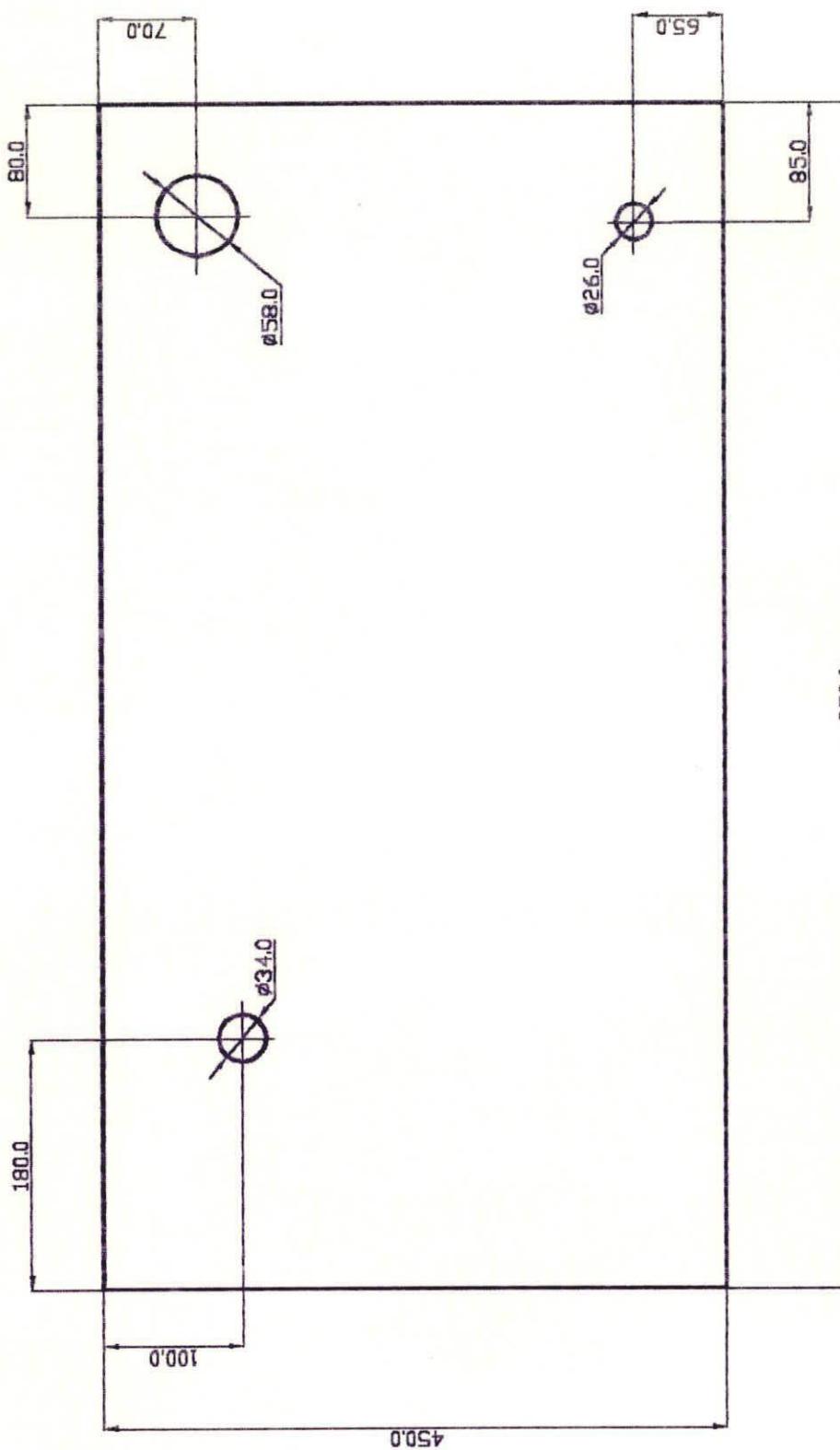


fig. 3.6a. PLACA DE ANCLAJE GRUPO BOMBABA-MOTOR  
PLANCHA ASTM A-36 3mm

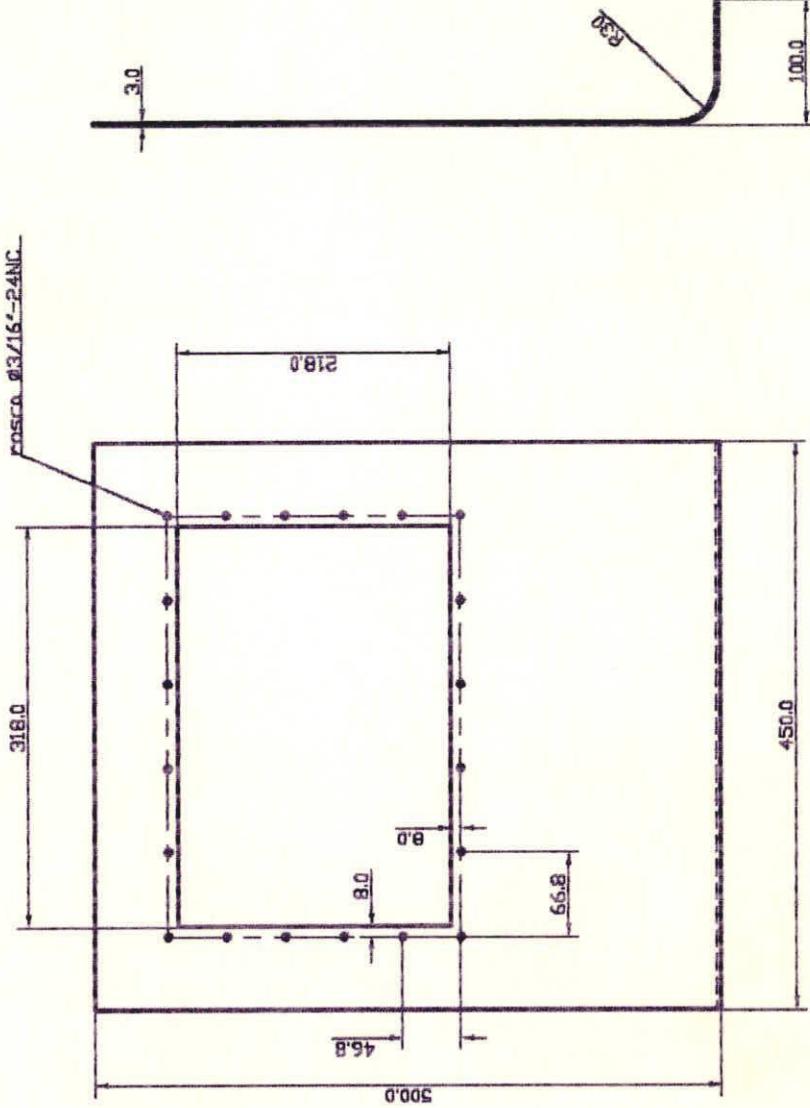


fig.3.6b. PLACA LATERAL DE LIMPIEZA

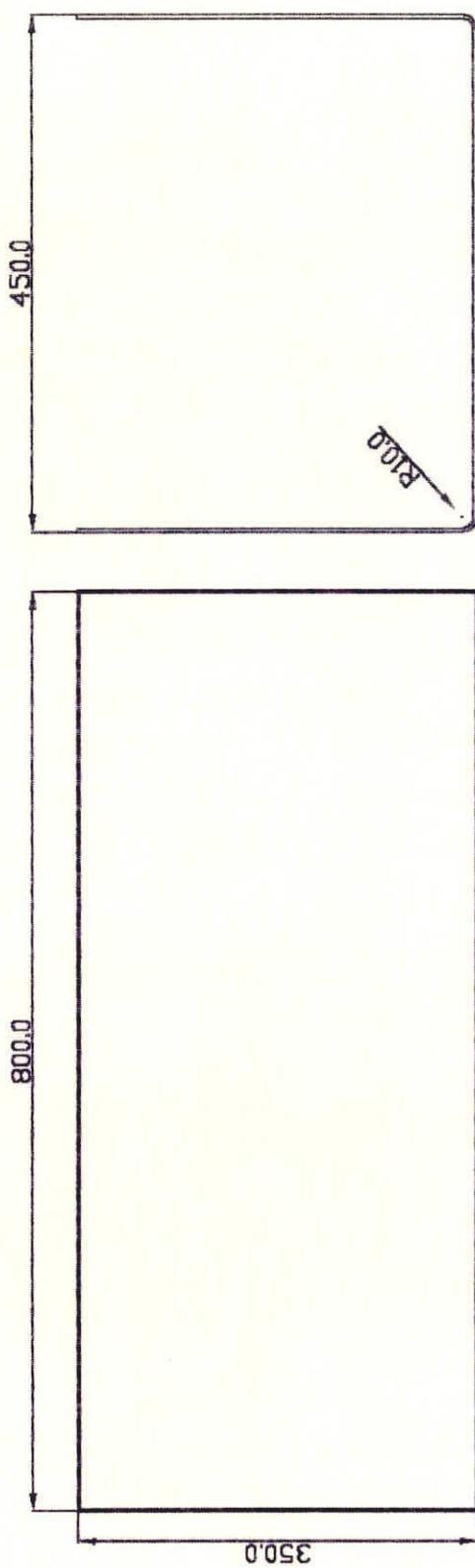


fig. 3,6c PLANCHAS FRONTAL

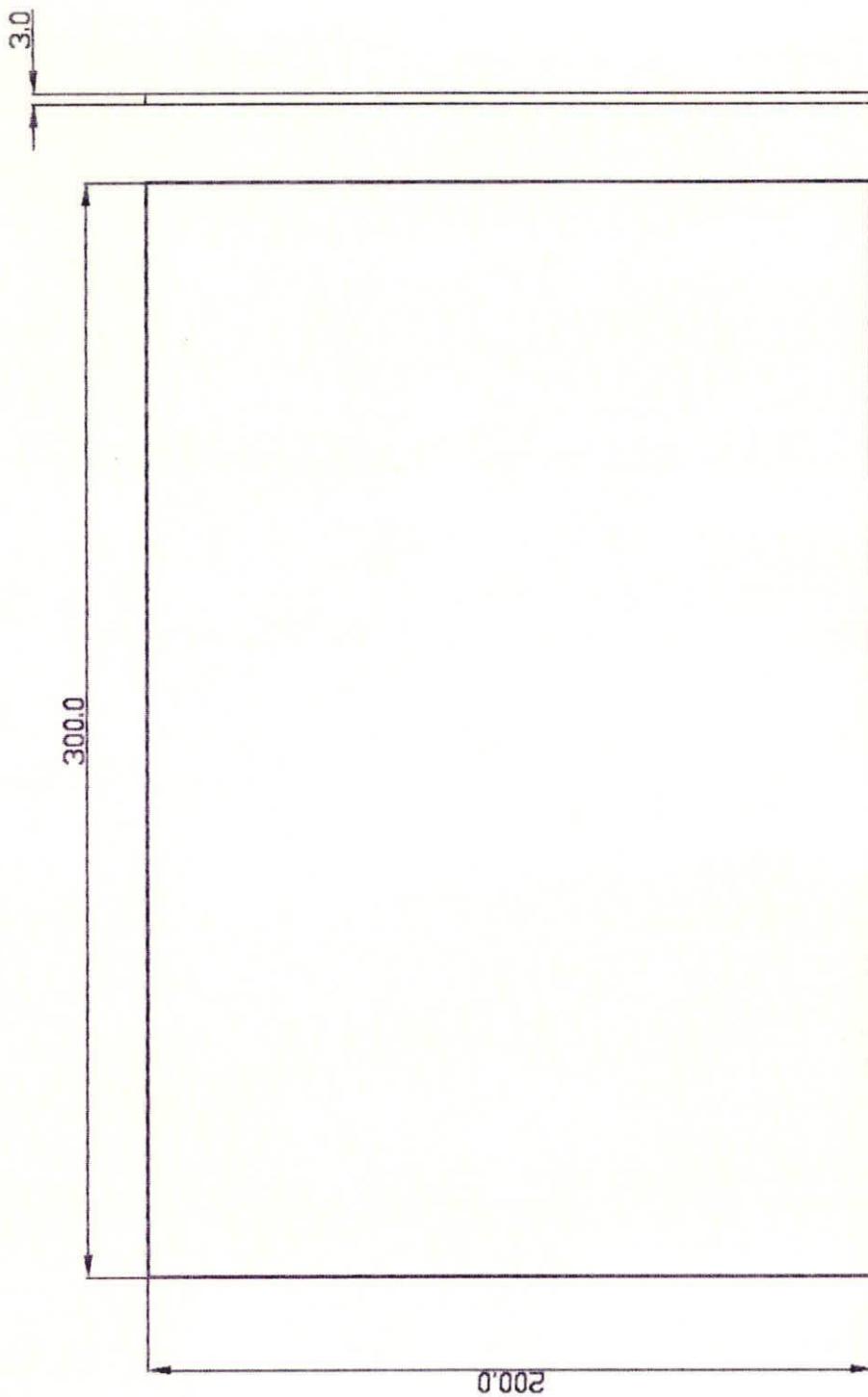


fig. 3.6d PLACA DEFLECTORA

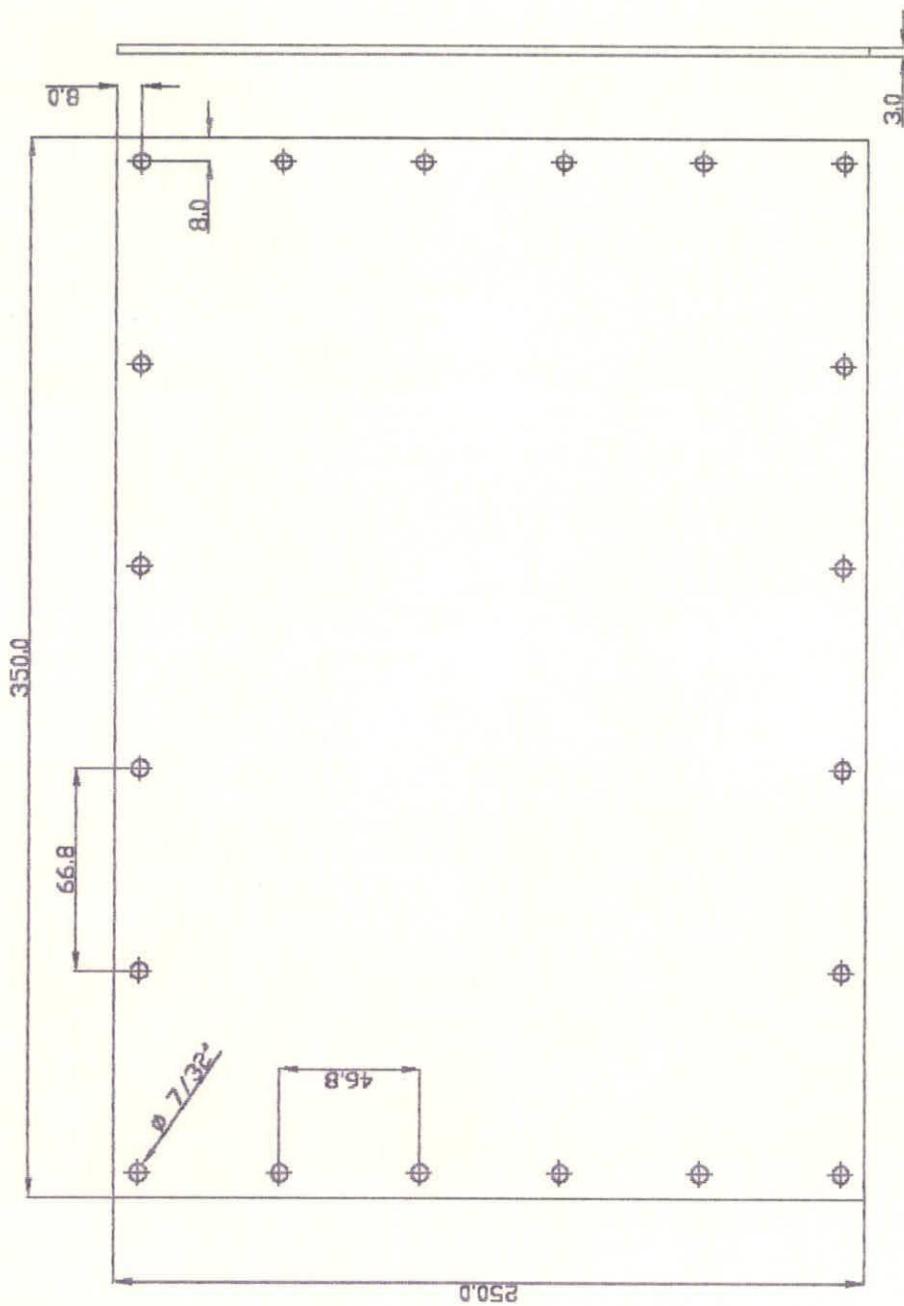


Fig. 3.6e BRIDA DE LIMPIEZA

**Magnetos.**- Los magnetos son usados para remover partículas de hierro y acero presentes en el aceite, deben tener una ubicación adecuada para atraer dichas partículas del fluido, además tienen que ser accesibles a la limpieza.

### 3.3 SELECCIÓN DEL ACEITE HIDRÁULICO

En circuitos hidráulicas el aceite es el medio de transmisión de poder, y en ciertos casos un componente lubricante. Para una larga vida útil del sistema hidráulico el aceite debe ser de buena calidad con un alto índice de viscosidad y con agentes antiespumantes y antioxidantes conforme a los estándares Internacionales ( DIN 51524 y 51535 ).

En particular se recomienda el uso de aceites minerales del grupo H-LP de acuerdo a DIN 51524.

La viscosidad del aceite tiene que ser la apropiada para el tipo de bomba y motor utilizado. Un aceite hidráulico con alta viscosidad a la temperatura de arranque puede causar ruido y además daños por cavitación en la bomba; continuas operaciones con altas viscosidades tenderá a formar aire en suspensión en el aceite hidráulico, por lo cual el sistema fallara, produciendo cavitación en la bomba y erosión en las válvulas. Por lo contrario bajas viscosidades causa una disminución en la eficiencia del circuito y un deterioro del sistema de lubricación dinámica.

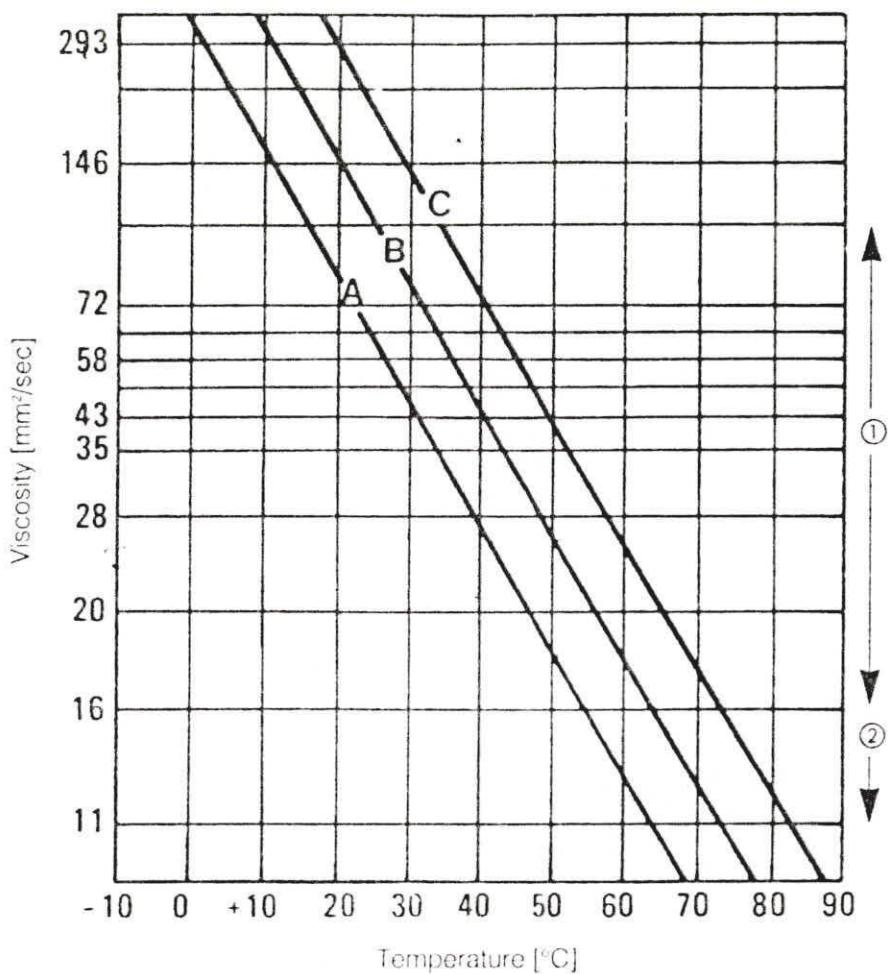
En la (fig. 3.7) se presenta la curva promedio de viscosidad vs. Temperatura para los aceites más usados.

En la tabla VII se presenta los códigos correspondientes a los diferentes fabricantes de aceites.

El aceite seleccionado para el sistema oleohidráulicos es el Shell Tellus 46 de las siguientes características:

VISCOSIDAD cST 40°C	PUNTO DE INFLAM. °C (C.A)	ÍNDICE DE VISCOSIDAD
46	243	103

Lubricante tipo premium elaborado a base de aceites parafínicos, tiene gran estabilidad y se utilizan como aceites hidráulicos y tipo circulación, entre las principales especificaciones del Tellus están las siguientes: Denison HFO, HF1, HF2, Cincinnati Milacron, P68, P69, P70, Vickers 1-286s, 1-2952s.



- ① Recommended range for continuous operation  
② Minimum permitted (lubrication problems)

**Fig. 3.7 Curva Viscocidad vs. Temperatura**

**CUADRO No. 3**

**CODIGOS CORRESPONDIENTES A LOS DIFERENTES FABRICANTES  
DE ACEITE**

<b>DIN 51524/part 2 June 1979</b>	<b>H-LP 32</b>	<b>H-LP 46</b>	<b>H-LP 68</b>
ISO VG ref	32	46	68
AGIP	OSO 32	OSO 46	OSO 68
IP	Hydrus 32	Hydrus 46	Hydrus 68
BP	Energol HLP 32	Energol HLP 46	Energol HLP 68
CASTROL	Hyspin AWS 32	Hyspin AWS 46	Hyspin AWS 68
ESSO	Nuto H 32	Nuto H 46	Nuto H 68
MOBIL	DTE 24	DTE 25	DTE 26
SHELL	Tellus 32	Tellus 46	Tellus 68
CHEVRON	EP Hydraulic Oil 32	EP Hydraulic Oil 46	EP Hydraulic Oil 68

### 3.4 SELECCIÓN DE VÁLVULAS

Las válvulas en los sistemas hidráulicos juegan un papel importante, ya que sirve para controlar la operación de los actuadores, de hecho ejercen su autoridad en el circuito, regulando presiones, creando condiciones especiales de presión, decidiendo que cantidad de aceite debe fluir en ciertas partes del circuito, y dirigiendo el flujo hacia donde debe ir.

Las válvulas se clasifican en tres categorías generales : control de presión, control de flujo y control direccional.

En este caso para nuestro sistema hidráulico surge la necesidad de disponer de dos válvulas, una limitadora de presión con posibilidad de reglaje y una válvula direccional.

#### Válvulas de presión.

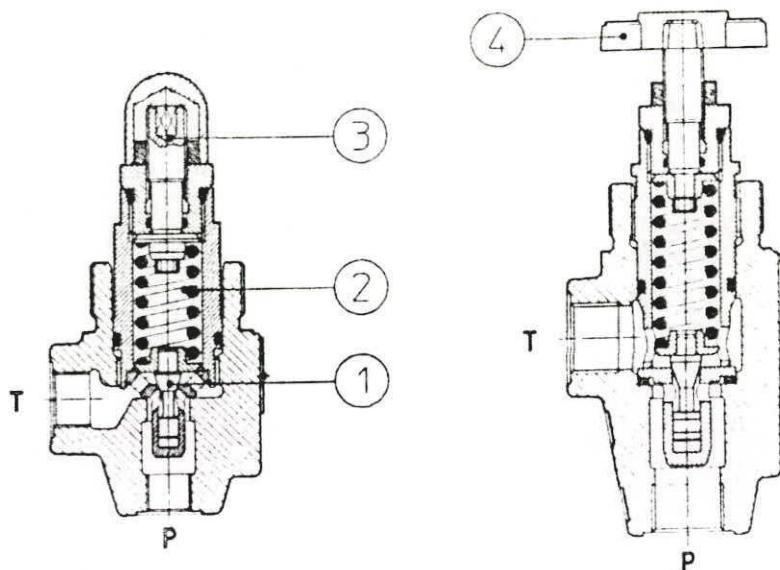
Las válvulas de presión sirven para limitar la presión hidráulica. Según su tipo se utilizan para asegurar una presión máxima en un sistema hidráulico, para reducir la presión dentro de un sistema hidráulico, para establecer una determinada maniobra de acuerdo con una presión hidráulica dada y para mantener una determinada pérdida de carga.

La presión hidráulica se genera mediante una resistencia exterior, por ejemplo esfuerzo de avance, rozamiento de un cilindro, y por la resistencia debido a la circulación de aceite en tuberías y aparatos.

Cuando el movimiento de un elemento de transmisión hidráulica queda bloqueado, o bien existe una dificultad en la circulación de aceite, sube la presión de la bomba. Con el fin de evitar daños en la instalación, debe asegurarse que la presión no supere un determinado valor.

**Válvula reguladora de presión tipo pistón.** La válvula utilizada para limitar la presión del circuito es la de pistón. El cilindro de estas válvulas está templado y rectificado, y tiene un pequeño juego con respecto al cilindro de la válvula, lo que garantiza su estanqueidad. Gracias a este pequeño juego, la válvula tiene una cierta amortiguación con respecto a las oscilaciones de presión. El aceite a presión entra por la conexión P. A través de una tobera, la cara frontal del cilindro de la válvula recibe la presión, abriéndose al vencer la fuerza del muelle hasta que el aceite a presión puede descargarse por la conexión T (fig. 3.8).





1.- Vástago

2.- Resorte

3.- Tuerca

4.- perilla

Fig. 3.8 Válvula de Piston

### **Selección.**

La válvula de seguridad se ajusta alrededor de un 10% sobre la presión de servicio, entonces tenemos:

p - presión de servicio

pa - presión de ajuste

$p = 2000 \text{ psi}$

$$pa = p \times 1.1 = 2200 \text{ psi} \approx 152 \text{ bar.}$$

De acuerdo a esto seleccionamos una válvula adecuada de entre dos marcas en el mercado local.

MARCA	MODELO	CAUDAL (l/min)	RANGO DE PRESIÓN (bar)
VICKERS	ECT-03FW-10T	20	100 a 250
ATOS	ARE 06	15	15 a 300

Seleccionamos la válvula de seguridad marca Vickers por ser la adecuada.

### **Válvulas direccionales**

Las válvulas direccionales como su nombre lo indica, se usan para controlar la dirección del caudal, aunque todas realizan esta función las válvulas direccionales varían considerablemente en construcción y funcionamiento.

Se clasifican, según su características principales en :

- Tipo de elemento interno obturador ( pistón o esfera), corredera rotativa o deslizante.
- Métodos de actuación Levas, émbolos, palancas manuales, mecánicas, solenoides eléctricos, presión hidráulica y otros incluyendo combinaciones de estos.
- Número de vías Dos vías, tres vías, cuatro vías, etc...
- Tamaño Tamaño nominal de las tuberías conectadas a la válvula o a su placa base, o caudal nominal.
- Conexiones Roscas cónicas, roscas cilíndricas, bridás y placa base.

Como ya he mencionado, existen muchas válvulas direccionales de acuerdo a las características mencionadas, pero en este caso nos vamos a referir a la utilizada en nuestro sistema oleohidráulico.

### Válvula de 4 vías

La función básica de estas válvulas es dirigir el caudal de entrada a cualquiera de las dos orificios de salida (fig. 3.9), el caudal del orificio "P" (bomba) puede ser dirigido a cualquiera de los dos orificios de salida denominados A y B por conveniencia). En la válvula de 4 vías el orificio interno esta comunicado al tanque permitiendo el retorno del caudal al depósito.

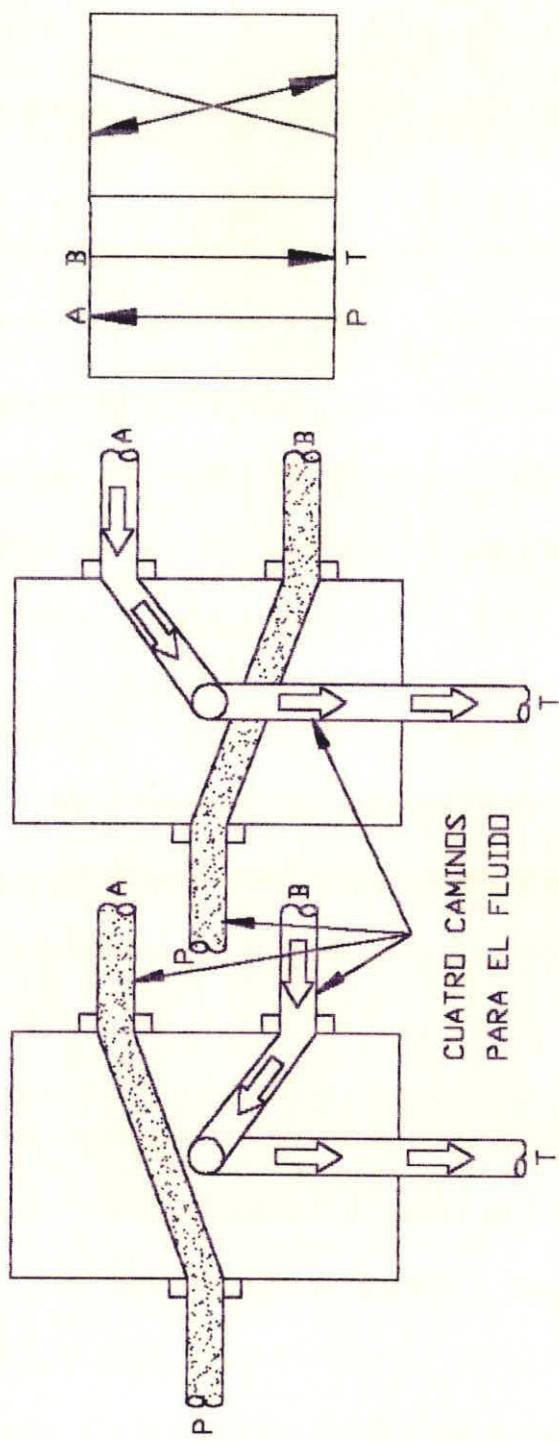


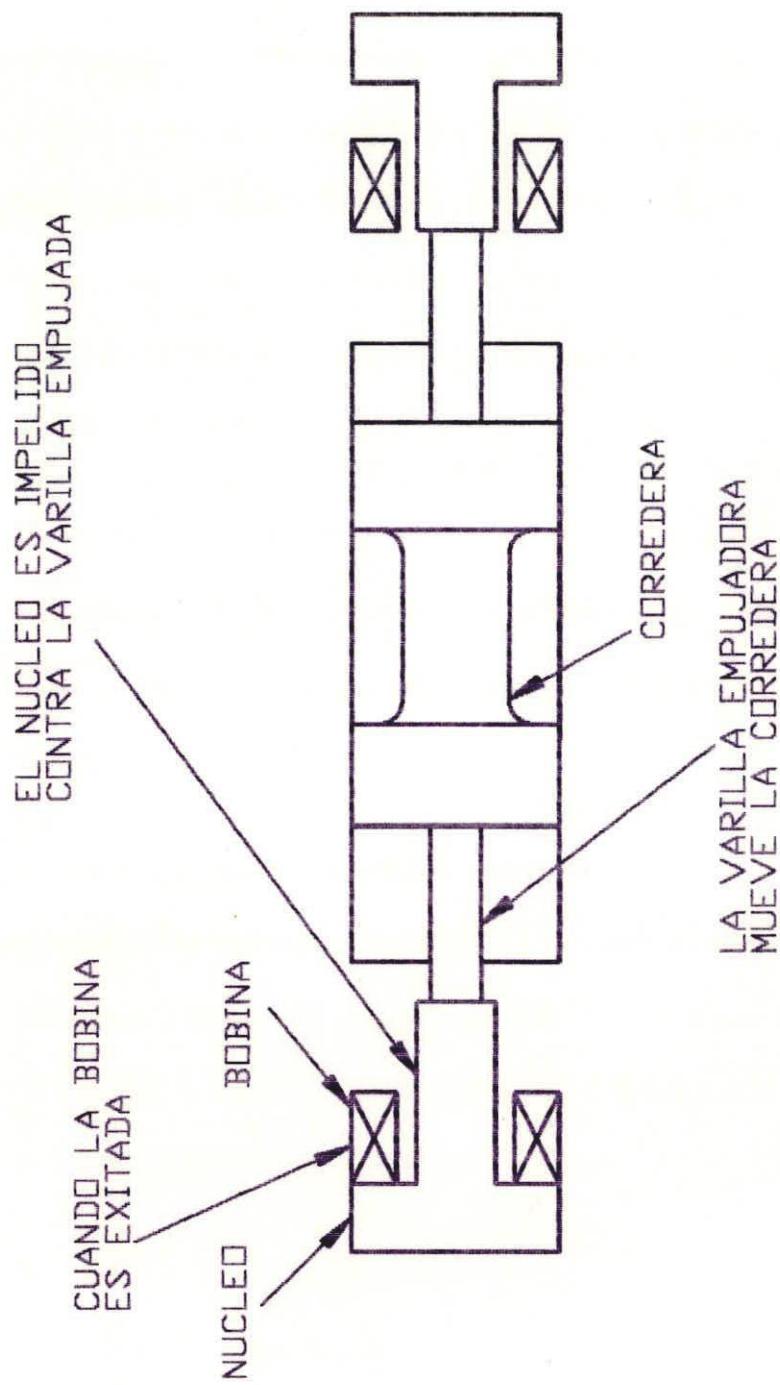
Fig. 3.9 VALVULA DE 4 VIAS

La mayoría de estas válvulas son del tipo corredera deslizante, aunque existen válvulas rotativas que se usan principalmente para pilotajes. Se fabrican en modelos de dos o tres posiciones. La válvula de 3 posiciones tiene una posición central o neutra, los métodos de accionamiento incluyen palancas manuales, levas, conexiones mecánicas, muelles solenoides, presión piloto, y otros sistemas.

El medio de accionamiento en nuestro sistema hidráulico es del tipo solenoide, ya que el sistema trabaja con límites de carrera y microswitches instalados en el molde y en la prensa de la máquina inyectora.

Entonces un método de accionar una válvula de 4 vías tipo corredera es mediante un solenoide (fig. 3.10). La energía aplicada a la bobina del solenoide origina un campo magnético que atrae el núcleo del imán dentro de la bobina. El movimiento del núcleo es transmitido a la corredera mediante una varilla empujadora.

El centraje se lo realiza por muelles, estos muelles devuelven las correderas de las válvulas a su posición normal cuando el esfuerzo de accionamiento deja de actuar.



*Fig. 3.10 VALVULA SOLENOIDE*

### **Tipos de centro**

La mayoría de las válvulas de tres posiciones disponen de una variedad de correderas intercambiables. Todas las correderas de 4 vías poseen pasos idénticos para el caudal, en sus posiciones extremas, con diferentes condiciones centrales, como puede verse en la (fig. 3.11).

El tipo de centro seleccionado es el de "tándem" el cual tiene los orificios "A" y "B" bloqueados y el "P" unido al tanque. Esto significa que en el momento de arranque de la bomba, la válvula en su posición central (desnergizada), conduce el flujo con toda la presión generada retorna al tanque.

La válvula direccional es del tipo Vickers.

**Modelo :** DG4S4-018C-50

**Presión max.:** 250 bar.

**Presión de trabajo:** 70 bar, en el retorno al reservorio; 210 bar cuando la corredera esta en reposo.

**Caudal :** 45 l/min. A 200 bar , 30 l/min. A 250 bar.

**# de solenoides:** 2 con bobinas a 110 volts.



POLITECNICA DEL LITORAL  
BIBLIOTECA 'GONZALO ZEVALL'  
F.I.M.C.P.

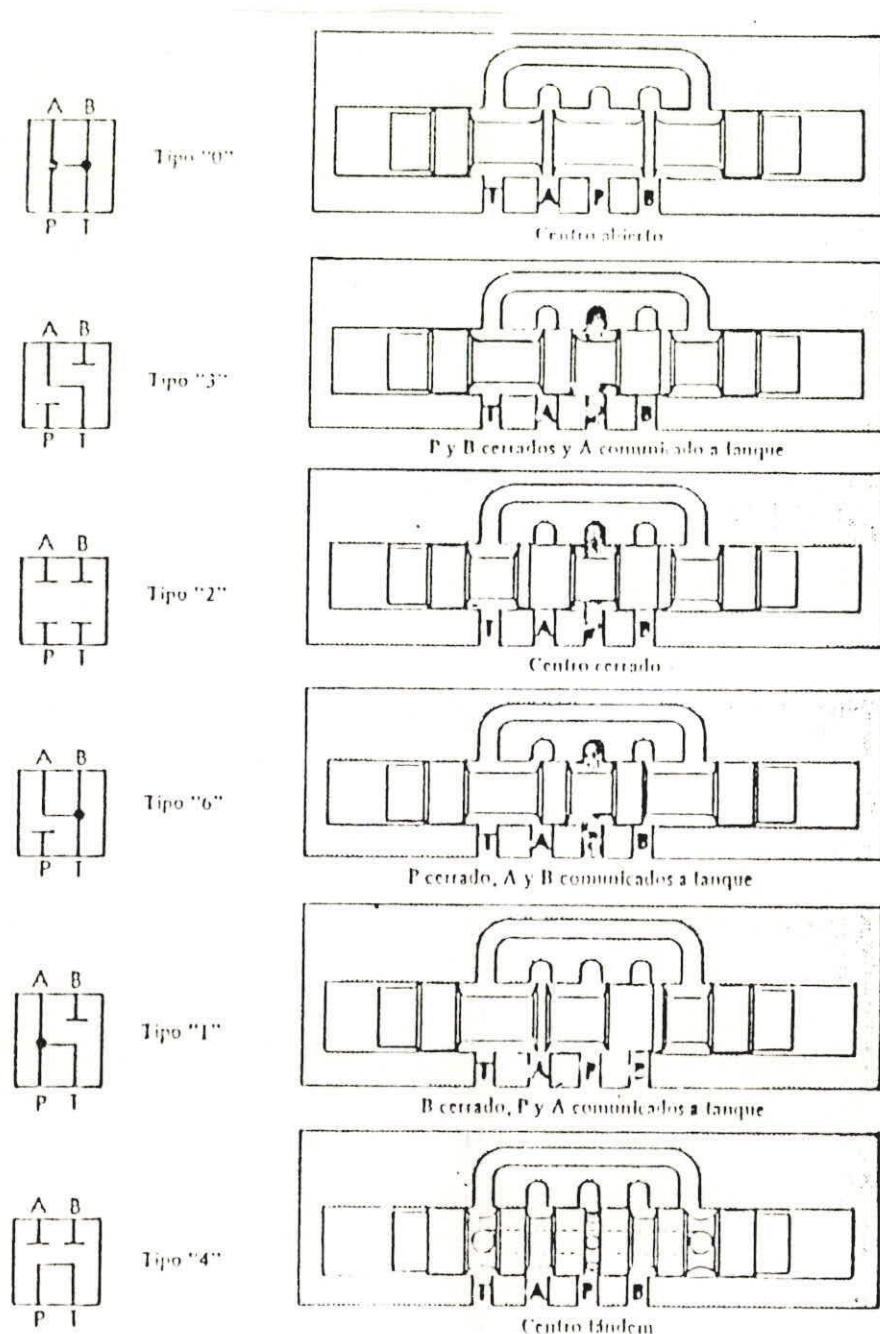


Fig. 3.11 Tipos de centros de las válvulas de 4 vías

### 3.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Debido a la continua operación del sistema la temperatura del aceite se eleva debido al proceso isotérmico, entonces se hace indispensable la utilización de un sistema adicional de refrigeración del aceite, ya que todo el calor no es disipado a través de las paredes del reservorio.

Para el caso del sistema oleohidráulico, el aumento de temperatura por encima de la ambiente se determinan según las curvas de la ( fig. 3.12 ). No demos olvidar que la temperatura en el recipiente no debe exceder el límite prudencial de 50°C (máximo 60 °C).

En el mercado existen diversos tipos de enfriamiento para el aceite entre los cuales tenemos:

**Refrigeración por aire.-** El aceite atraviesa unos tubos, que pueden ser del tipo panal de abeja, mientras que el aire circula por su exterior forzado por un ventilador eléctrico.

**Refrigeración por agua.-** En este diseño el agua circula alrededor de un elemento enfriador y el aceite hidráulico es bombeado a través de este elemento, transfiriéndose el calor del aceite al agua.

**Refrigeración mediante frigorífico.-** En este sistema el aceite es enfriado mediante un grupo frigorífico (compresor, evaporador, condensador, ventilador y líquido refrigerante).

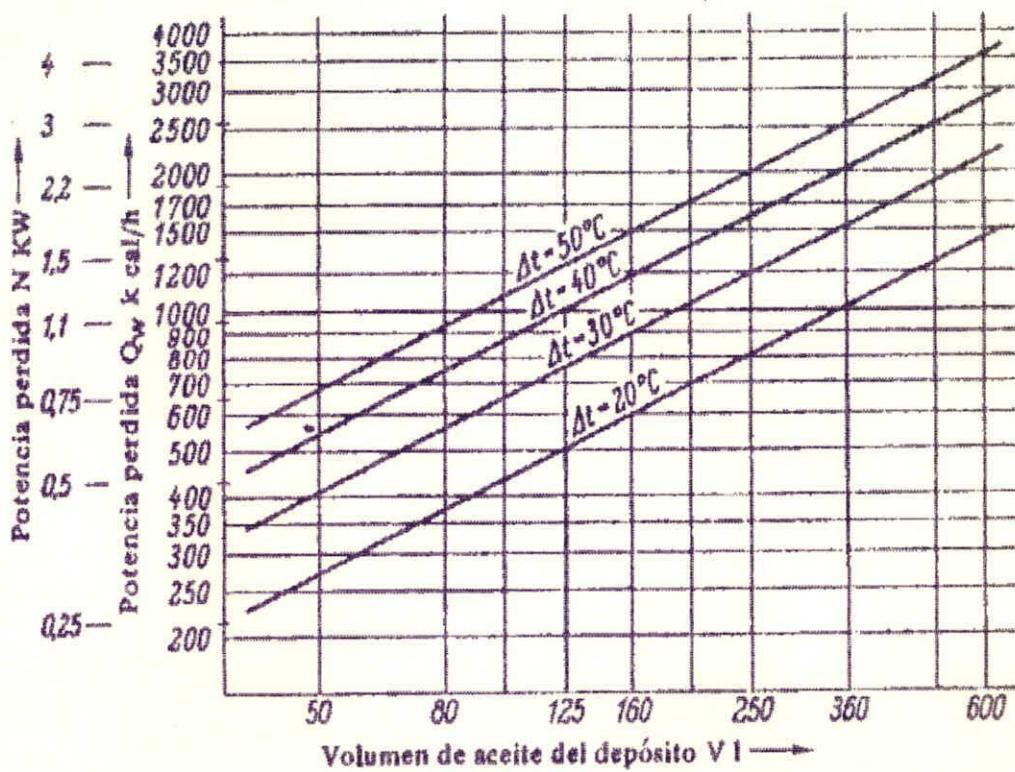


Fig. 3.12 Calentamiento del aceite en los depósitos

CUADRO No.4

## CUADRO SELECTIVO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

SISTEMA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
AIRE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aire abundante medio ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- regular eficiencia</li> <li>- costo energía eléctrica</li> <li>- dimensiones mayores</li> <li>- ocasiona ruido</li> </ul>
AGUA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- buen rendimiento</li> <li>- Dimensiones pequeñas</li> <li>- costo bajo en comparación a otros sistemas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se hace necesario una instalación de agua</li> </ul>
FRIGORÍFICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto rendimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dimensiones mayores</li> <li>- energía eléctrica</li> <li>- costo</li> </ul>

De acuerdo con el cuadro seleccionamos el sistema de enfriamiento por agua, ya que el agua no es problema porque utilizamos el agua de enfriamiento de las máquinas inyectoras.

El sistema oleohidráulico funciona con un intercambiador de calor mediante agua, marca Vickers modelo OCW - 5 - 2F - 30 , cuya presión nominal es de 500 psi. En la tabla VII presentamos el flujo de agua a cierta temperatura dada por el fabricante para mantener el aceite a 50°C.

TABLA VII

## FLUJO DE AGUA NECESARIO PARA MANTENER EL ACEITE A 50°C

TEMPERATURA AGUA ( °C )	FLUJO DE AGUA
15	1.4 gpm por Hp a ser disipado
20	1.2 gpm por Hp a ser disipado
25	1 gpm por Hp a ser disipado
30	0.8 gpm por Hp a ser disipado

Como vemos, este enfriador es capaz de remover hasta 5 Hp (toda la energía capaz de generar el motor eléctrico) si ingresan 4 galones de agua por minuto a 30°C.

### 3.6 SELECCIÓN DE FILTROS

Los filtros deben seleccionarse según su aplicación, capacidad de filtración y capacidad de flujo. Según su aplicación tenemos que los filtros pueden ser de succión, presión y retorno.

Los filtros de succión tienen capacidad de filtración de 10 micrones normalmente y varían su capacidad de flujo de 10, 20, 40 y 60 gpm.

Por eso en algunas ocasiones es necesario instalar en el sistema dos o tres filtros en paralelo.

Los filtros de presión ocasionalmente se requieren y principalmente cuando se utilizan servoválvulas. Estos deben tener capacidad de filtración de 3 micrones, para el caso del sistema oleohidráulico no es necesario.

Los filtros de retorno se utilizan para separar las impurezas que se introducen a través de los vástagos de los cilindros y de la limaña que se produce en los componentes por desgaste.

Su capacidad de filtración es de 10 a 15 micrones. A través de este elemento debe pasar todo el aceite que regresa al tanque.

En la succión seleccionamos un filtro marca Atos (existente en el mercado local) este filtro trabaja sumergido en el aceite filtra impurezas

de hasta 25  $\mu\text{m}$  y una capacidad de 48 l/min.

El filtro de retorno también es Atos modelo X-FHP-40, el cual retiene hasta 10  $\mu\text{m}$ .

El filtro de aire es del tipo Vickers modelo SP-113-C , el cual tiene una capacidad de flujo de 20 gpm y una resistencia de 0,50 plg Hg.

### **3.7 SELECCIÓN DE TUBERÍAS Y MANGUERAS**

Los diferentes aparatos de una instalación hidráulica quedan enlazados mediante tuberías y mangueras, las cuales van empalmadas con uniones roscadas especiales. Evidentemente, todos los elementos de unión deben ser elegidos para resistir las presiones de trabajo.

En el sistema oleohidráulico las mangueras son las que conducen la presión hacia los cilindros de doble efecto, dejando las tuberías para la succión y el retorno al tanque.

Para las tuberías se utilizan exclusivamente tubos de acero sin soldadura según normas DIN 2391, o bien DIN 2442.

El diámetro de las tuberías se debe seleccionar en base al máximo flujo de aceite en cada sección del circuito, este flujo está gobernado por el máximo caudal dado por la bomba; sin embargo no debe exceder los siguientes límites de velocidad:

- 1 a 1.5 m/seg. tuberías de aspiración
- 1.5 a 4 m/seg. tuberías de retorno
- 4 a 8 m/seg. tubería de presión

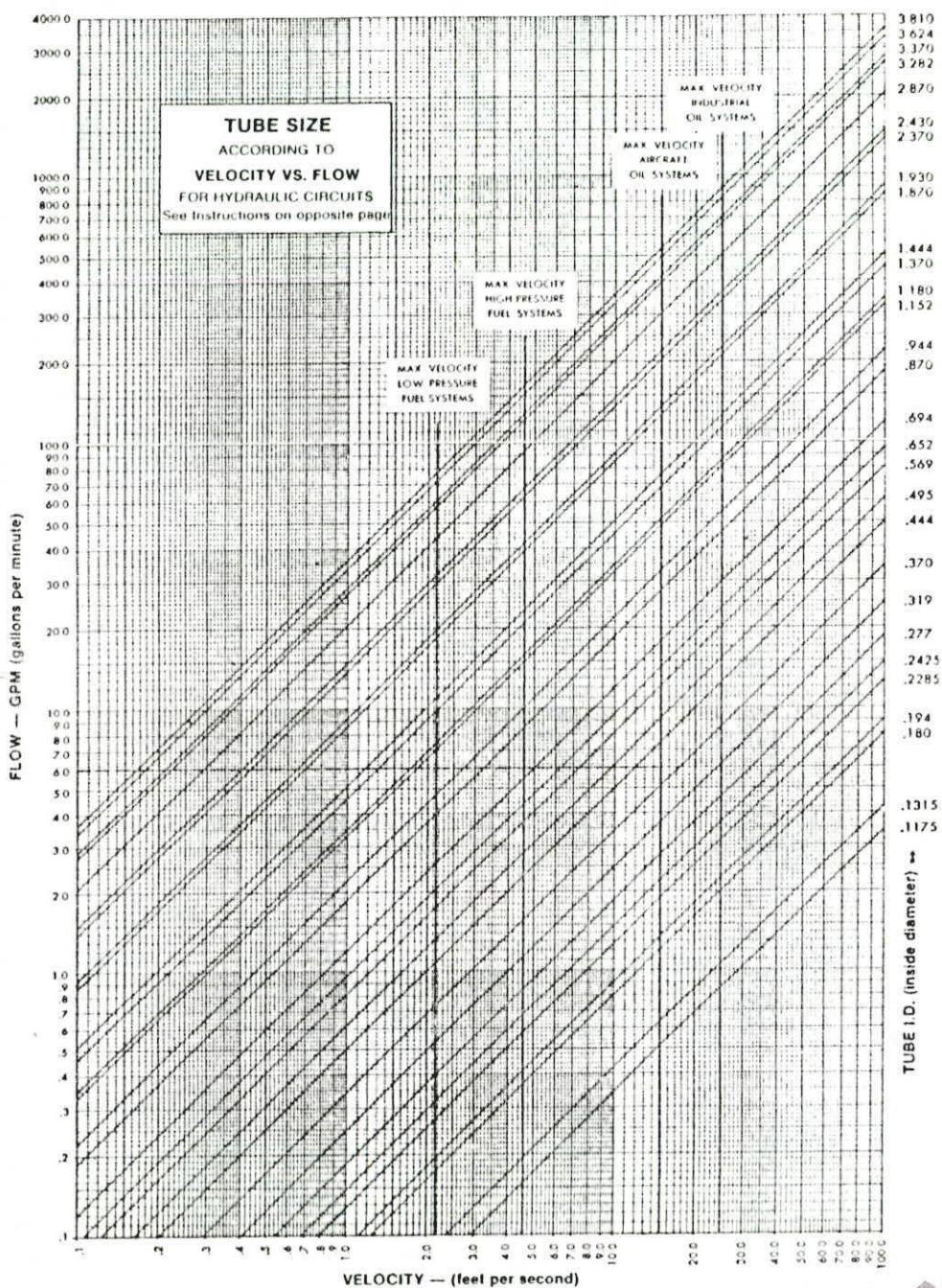
De acuerdo con la tabla VIII selecciono los siguientes diámetros.

Tuberías	Diametro	Al exterior	Espesor de pared
	Pulg	Pulg	Pulg
aspiración	0.652	3/4	0.049
retorno	0.370	1/2	0.065

Las tuberías seleccionadas son de acero SAE 1010 cédula 40 que corresponde a tuberías standard.

En lo que se refiere a las mangueras deben evitarse en lo posible, en el caso del sistema oleohidráulico no es factible, entonces debe procurarse al menos que los esfuerzos que los solicitan sean los más limitados posibles. La duración de las mangueras viene determinada por los esfuerzos locales sobre sus extremos de empalme.

Según el tipo de esfuerzo, se refuerzan con dos a cuatro capas de alambre metálico. Las armaduras quedan embebidas dentro del caucho vulcanizado, de forma que la pared interna de la manguera es bien lisa para evitar las pérdidas excesiva de carga.

**Tabla VIII****Tamaño de tubería de acuerdo a velocidad y flujo de aceite**

La influencia de la elasticidad de la manguera puede evitarse utilizando mangueras para muy alta presión, que correspondan de 8 a 10 veces la presión de trabajo efectiva.

La presión de trabajo debe ser de 30 al 60 % de la presión de prueba. Mientras que la presión de rotura de la manguera debe ser aproximadamente tres veces superior a la nominal de la instalación.

La presión de trabajo en el sistema oleohidráulico es alrededor de 2000 psi, seleccionamos una manguera SAE 100 R2 tipo AT, según indica la tabla IX, esta manguera tiene doble trenzado metálico separado por una capa de caucho sintético resistente al aceite, condiciones atmosféricas y a la abrasión, diámetro interior de  $\frac{1}{2}$  pulg, diseñada para una presión de trabajo de 3500 psi, y una presión de rotura de 14000 psi.

**Tabla IX****Características de las mangueras hidráulicas tipo SAE 100R2-AT**

<i>D. Interior (pulg.)</i>	<i>D. Exterior (pulg.)</i>	<i>Presión de trabajo (psi)</i>	<i>Presión de rotura (psi)</i>
3/16	0.53	5000	20000
1/4	0.59	5000	20000
3/8	0.75	4000	16000
1/2	0.87	3500	14000
5/8	1.17	2250	9000
1	1.50	2000	8000
1 1/4	1.87	1625	6500
1 1/2	2.13	1250	5000

### 3.8 DISEÑO ELÉCTRICO

El diseño eléctrico está fundamentalmente basado a lo que es el arranque directo del motor fig. 3.13, y el circuito de control del sistema oleohidráulico fig. 3. 14.

Al seleccionar los elementos de fuerza y control se han tomado en cuenta varios elementos electromecánicos con la finalidad de optimizar el sistema.

En el arranque directo del motor utilizamos un interruptor de fuerza, un contactor y un relé contra sobrecargas. El contactor se lo utiliza para conectar y controlar el motor, la protección contra sobrecargas del motor de las líneas de alimentación y del contactor es función del relé contra sobrecargas. La protección del motor y demás aparatos, en caso de cortocircuito, la realiza el breaker.

Para la selección se tuvo presente lo siguiente:

- El breaker debe proteger al relé contra sobrecargas de destrucción por corrientes de aproximadamente 10 veces la intensidad nominal del relé.
- Tanto la curva de desconexión del breaker como la curva característica de disparo del relé contra sobrecargas deben permitir el arranque del motor.
- El breaker debe desconectar las sobre intensidades que el contactor no esté en capacidad de interrumpir (corrientes entre 8 y 10 veces la

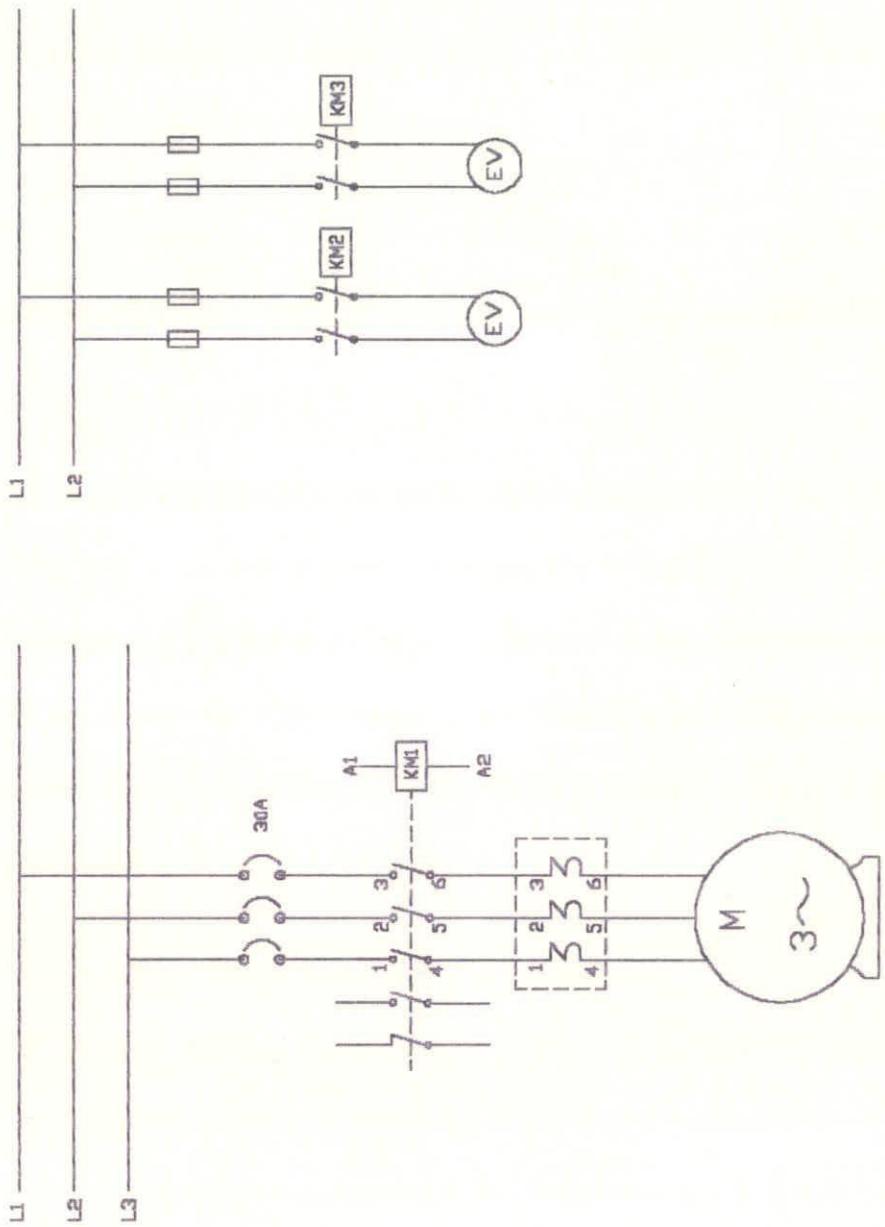


Fig. 3.13 DIAGRAMA DE FUERZA

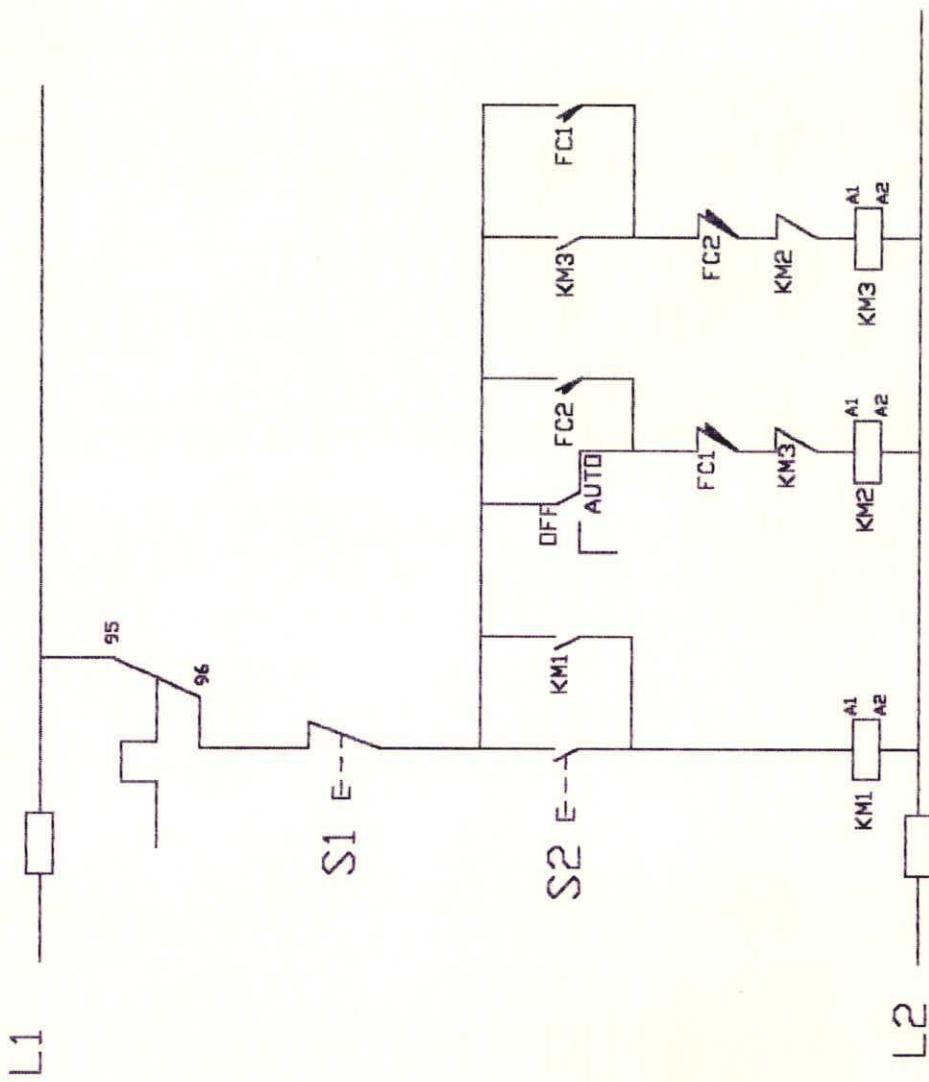


FIG. 3.14 CIRCUITO DE CONTROL

- intensidad nominal del contactor ).
- El breaker debe proteger al contactor en caso de cortocircuito.
- El contactor evita que el motor arranque involuntariamente al retornar la tensión después de una falla y permite su conexión desde un punto distante.

### **Dimensionamiento de elementos.**

#### **Datos del motor:**

marca Siemens, 7.5 hp, 220/440 V, 19/9.5 A, 1800 rpm

El motor en este caso trabaja a 220v, obteniéndose un amperaje de 19 A

Breaker :  $19 \times 1.5 = 28.5$  Amp. ;  $7.5 \times 1.5 = 11.25$  Hp.

Contactor :  $19 \times 1.5 = 28.5$  Amp. ;  $7.5 \times 1.5 = 11.25$  Hp.

Térmico :  $19 \times 1.25 = 23.75$  Amp. ;  $7.5 \times 1.25 = 9.37$  Hp

### **SELECCIÓN SIEMENS**

Breaker : Intensidad nominal 30 Amp.

Tensión nominal 220 V.

tres polos

Contactor : Clase de protección IP40

Intensidad nominal 32 Amp.

Tensión nominal 220 V.

Potencia nominal 8.5 Kw.



Relé térmico : - Protección contra falla de fase

- Compensación de temperatura (-25,+25 °C )
- Bloqueo de reconexion, anulable, con disparo libre
- Intensidad de ajuste 16 - 25 Amp.
- contactos auxiliares 1 NA + 1 NC, separados galvánicamente.

Para el comando de la válvula se seleccionó un relay de control de las siguientes características :

10 A, 1/4 Hp, 120V, 60 Hz, con 3 contactos NC y 3 contactos NO.

Debido a que las bobinas de la válvula solenoide consumen 5 A a 120V y 2.5 A a 220V.

## CAPITULO IV

### CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

#### 4.1 CONSTRUCCIÓN DEL RESERVORIO

Una vez diseñado, la construcción del reservorio debe realizarse detalladamente, considerando el montaje de los diferentes elementos. En la fig 4.1, se muestra el diagrama de operaciones del proceso en la cual proporcionó una descripción detallada de los patrones de flujo de material, incluyendo las operaciones de ensamblado.

Cabe indicar que en el proceso de ensamblado incluye el empernado de las bridas de limpieza y el proceso de soldadura de las placas del reservorio con arco eléctrico manual, utilizando electrodos E7018 .

#### Electrodo

**Características.** Electrodo con revestimiento de bajo hidrógeno, con polvo de hierro. Su arco es sumamente estable, poco chisporoteo, con resistencia a la tracción de 56.000 Kg / mm<sup>2</sup> .

#### Composición.

C	0.06%	Mn	1.0%	Si	0.65%	S	0.010%
---	-------	----	------	----	-------	---	--------

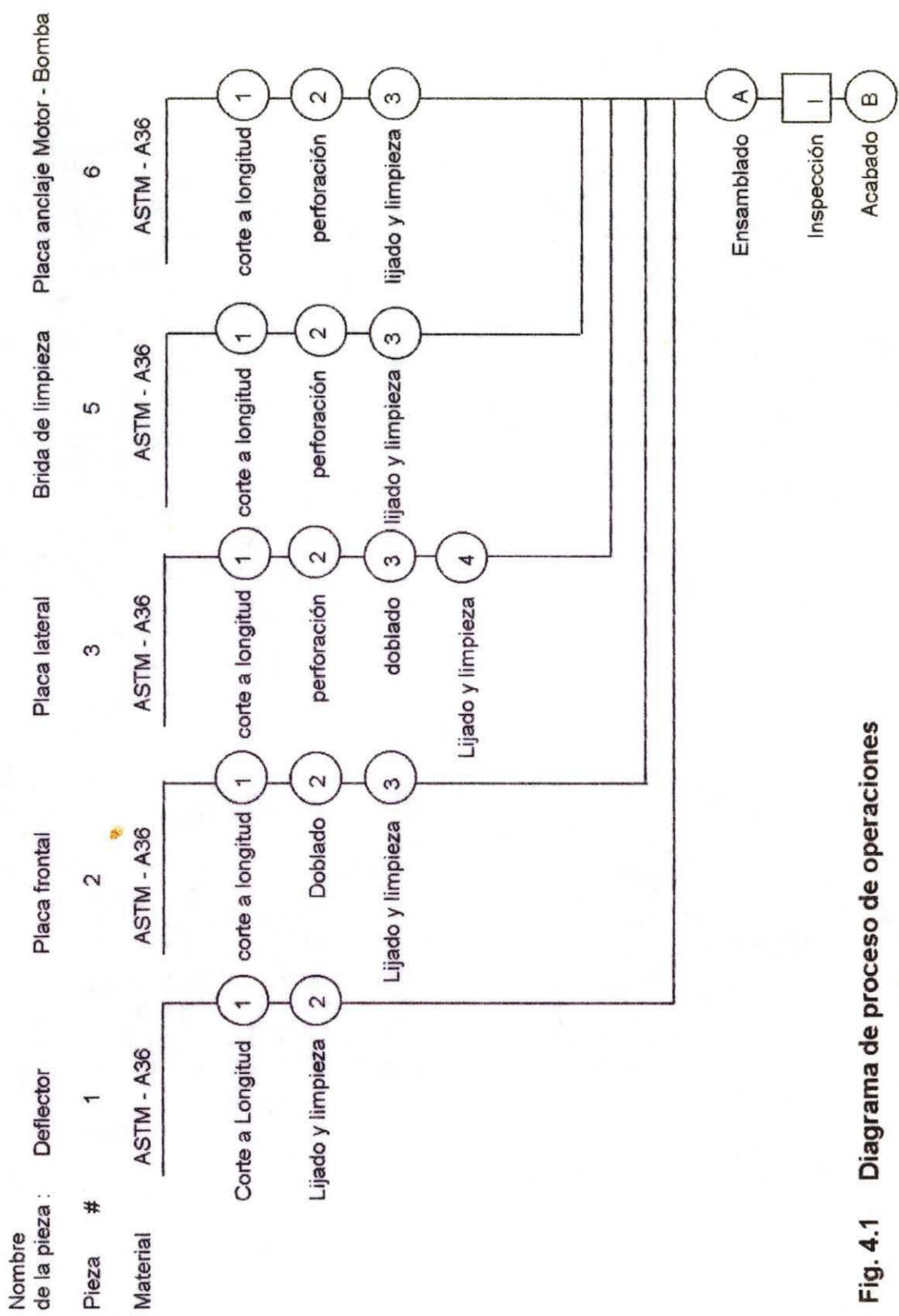


Fig. 4.1 Diagrama de proceso de operaciones

## Corriente y polaridad

Para corriente continua o alterna - Electrodo al polo positivo

$\varnothing$ mm	$\varnothing$ pulg	Amperaje
3,25	1/8	100 - 140
4,00	5/32	140 - 190
5,00	3/16	190 - 230

## Aplicaciones.

- Para aceros de mediano y bajo carbono, baja aleación.
- Para aceros laminados en frío.
- Para calderas.
- Para fabricación de tanques.
- Piezas de maquinaria.

Para el proceso de ensamblado se utilizó electrodos de  $\varnothing$  1/8, con la máquina soldadora a corriente alterna y calibrado a 140 A .

De acuerdo a la fig. 4.1 el proceso de acabado corresponde a la limpieza y pulido de las superficies para eliminar todo tipo de incrustación, rebabas, óxido y herrumbre. Además incluye el proceso de pintura en el cual se utilizó pintura anticorrosiva compatible con el aceite hidráulico.

## PINTURA

### Tipo y características

HEMPADUR HI - BUILD 4520 es una pintura epoxy de capa gruesa de dos componentes, curada con poliamida. Forma una película dura y tenaz, que resiste a la abrasión, agua, gasolina, diesel aceites hidráulicos, lubricantes y productos similares. Resistencia Limitada a los aceites vegetales y a los disolventes fuertes, tales como cetonas, ésteres, etc.

CONSTANTES			NOTAS		
FÍSICAS					
ACABADO:	SEMI - BRILLANTE				
COLOR:	BLANCO	GRIS	NEGRO	otros según carta	
No COLOR:	1000	1008	1999		
% Solidas en volumen	55	55	55		
Rendimiento teórico:	5.5	5.5	5.5	m <sup>2</sup> / litro - micras	
	221	221	221	sq. ft/U.S. galon - 4galon	
Punto de inflamación	26/79	26/79	26/79	°C / °F A. Penski	
Peso específico	1.4	1.4	1.3	Kg / litro	
Secado al tacto	8 - 10	8 - 10	8 - 10	horas a 20 °C / 68 °F	
Curado	1	1	1	semana a 20 °C/68 °F	

**DATOS DE APLICACIÓN**

<b>Proporción mezcla:</b>	Base 4520: Curing agent 9504 - 3:1 en vol.	
<b>Método de aplicación:</b>	pistola sin aire	brocha(parcheos)
<b>Dilución: THINNER:</b>	0845 ( 5 % )	0845 ( 5 % )
<b>Vida de la mezcla:</b>	8 horas (20 °C/ 68 °F )	8 horas (20 °C/ 68°F)
<b>Diámetro boquilla:</b>	0.018"	
<b>Presión en boquilla:</b>	250 bar / 3625 psi	
<b>Limpieza de equipos:</b>	THINNER 0845	
<b>Espesor de la película recomendado:</b>	Húmeda: 175 - 200 micras/ 7-8 mils	
<b>Intervalo repintado:</b>	Seca: 100 micras / 4 mils	
	Min: 16 horas ( 20 °C / 68 °F )	

Se tuvo mucho cuidado con la estanqueidad del reservorio, para lo cual se realizó un ensayo no destructivo de tintas penetrantes en las uniones soldadas para detectar fisuras.

## ANÁLISIS

### Descripción básica del examen

El examen por líquidos penetrantes es un método de ensayo no destructivo, mediante el cual es posible detectar discontinuidades. Entonces es necesario dar una visión general de los fundamentos básicos de la técnica de tintas penetrantes.

### EQUIPO UTILIZADO.

Equipo MAGNAFLUX que comprende lo siguiente:

- Líquido penetrante coloreado eliminables con disolventes
- disolvente
- revelador seco

### PROCEDIMIENTO

La secuencia de la operación es la siguiente:

- Limpieza inicial
- Secado
- Aplicación del penetrante
- Eliminación del exceso de penetrante
- Secado
- Revelado
- Observación

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En la detección de defectos mediante el método de tintas penetrantes, una de las ventajas que tuve es que pude observar pequeñas discontinuidades en la parte del fondo del reservorio, las cuales procedimos a corregirlas, ya que éstas pueden propagarse y por lo tanto causar filtraciones de aceite hidráulico en el reservorio.

### **4.2 INSTALACIÓN DE LA BOMBA**

Así como cualquier equipo eléctrico o mecánico, un equipo hidráulico requiere una serie de cuidados para su instalación y montaje, a fin de que su vida útil no sea disminuida. Esto acontece principalmente con las bombas que, por ser uno de los elementos mas solicitados en un sistema hidráulico, esta sujeto a fallas prematuras.

Por lo que tenemos que cuidar en una instalación de la bomba es su alineamiento.

#### **Alineación de la bomba.**

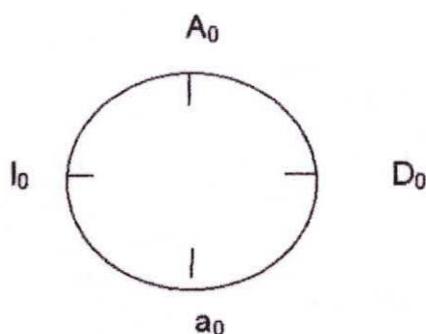
En este caso se tuvo en cuenta dos tipos de desalineamiento, radial y axial o angular.

El desalineamiento radial es la distancia que separa a dos ejes que son paralelos.

El desalineamiento axial, es cuando la bomba esta inclinada o en desnivel con el eje del motor, en este caso habrá un esfuerzo en el eje que será transmitido a partes giratorias internas de la bomba, ocasionando desgastes prematuros.

Para la alineación de la bomba, tome dos marcas que coincidan entre si al momento de tomar las lecturas axiales con el calibrador de laines (gauge), para luego medir la diferencia, quitando o agregando laines en la base del motor manteniendo fija la bomba.

Las cuatro lecturas iniciales son :



$$A_0 = 0.85 \text{ mm}$$

$$a_0 = 0.35 \text{ mm}$$

$$l_0 = 0.45 \text{ mm}$$

$$D_0 = 0.25 \text{ mm}$$

A continuación se giran ambos ejes 180 ° coincidiendo sus marcas, vuelvo a tomar las lecturas con el calibrador de lanas, donde obtengo:

$$A_{180} = 0.50 \text{ mm}$$

$$a_{180} = 0.75 \text{ mm}$$

$$l_{180} = 0.20 \text{ mm}$$

$$D_{180} = 0.20 \text{ mm}$$

Con estos datos procedo a calcular la desviación:

$$X = \delta V = \frac{A_0 + A_{180}}{2} - \frac{a_0 + a_{180}}{2}$$

$$X = \frac{0.85 + 0.50}{2} - \frac{0.75 + 0.35}{2} = 0.125 \text{ mm}$$

$$Y = \delta H = \frac{l_0 + l_{180}}{2} - \frac{D_{180} + D_0}{2}$$

$$Y = \frac{0.45 + 0.20}{2} - \frac{0.20 + 0.25}{2} = 0.1 \text{ mm}$$



Esto significa que el acople está abierto en la parte de arriba

$\delta V = 0.125 \text{ mm}$  y en la parte izquierda  $\delta H = 0.1 \text{ mm}$ .

Por lo que procedí a corregir este desalineamiento, agregando lanas a la base del motor, obteniendo:

**LECTURAS FINALES ( mm )**

A <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>	D <sub>0</sub>	A <sub>180</sub>	B <sub>180</sub>	I <sub>180</sub>	D <sub>180</sub>
0.35	0.20	0.25	0.15	0.20	0.30	0.1	0.20

$$\delta V = 0.025 \text{ mm}$$

$$\delta H = 0.00 \text{ mm}$$

Debemos admitir que por más perfecto que sean los procesos de medición, siempre podemos incurrir a los tipos de errores expuestos anteriormente. Es por esta razón que utilizamos acoplamientos flexibles que permiten pequeños desalineamientos del grupo bomba motor.

El acople flexible fue seleccionado en base al siguiente cuadro.

**CUADRO No. 5**  
**CUADRO COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE**  
**ACOPLES**

<b>Características</b>	<b>Acople cadena</b>	<b>Acople Mordaza</b>	<b>Acople flexible</b>
<b>MAX.</b>			
<b>RPM</b>	5000	3600	4500
<b>Desalineamiento permisible radial</b>	0.15"	0.15"	1 1/8"
<b>Desalineamiento permisible angular</b>	2"	†	4"
<b>Capacidad de carga de choque</b>	ninguna	moderada	excelente
<b>Amortiguamiento de la vibración</b>	ninguna	moderada	excelente

#### 4.3 ACOPLE DE TUBERÍAS Y MANGUERAS

Las tuberías y mangueras en el sistema hidráulico constituyen el medio de enlace entre los diferentes elementos constituyentes del mismo, por lo tanto se tuvo en consideración el material y dimensiones en la instalación.

##### Tuberías

###### Precauciones preliminares

Las precauciones que se tuvieron en cuenta en la instalación de las tuberías pueden resumirse de la siguiente manera.

- a) Se limpio bien el interior de la tubería antes de proceder a su instalación, esto significa eliminar gotas de soldadura, polvo y suciedad.
- b) Se tuvo en cuenta la eliminación de rebabas, luego de tarrajar los tramos de tuberías para unirlas por medio de neplos, codos, uniones, etc.
- c) Se aplicó la pasta o (mástico) exclusivamente a las roscas macho, para ejecutar uniones roscadas entre tubos y válvulas.
- d) Al conectar un tubo a una válvula por medio de unión a rosca, se tuvo en cuenta el no emplear demasiada fuerza para introducir el tubo, para evitar que se causen deformaciones en el cuerpo de la válvula.

## Instalación de mangueras

El sistema oleohidráulico contiene mangueras sólo en las líneas de presión, ya que los actuadores son partes en movimiento, debido a esto se tuvieron las siguientes precauciones:

- Las mangueras se fijaron adecuadamente para prevenir cualquier interferencia con las partes en movimiento y evitar la fricción con los demás accesorios.
- Durante la instalación permitimos la formación de suficiente seno en la manguera para evitar retorcimiento posterior y por ende una caída de presión.
- Se seleccionaron los acoplos apropiados para las mangueras en su instalación, recordando que sólo las mangueras son flexibles mas no los acoplos
- En la descarga de la bomba hasta la válvula de alivio se colocaron mangueras tensas, evitando retorcimiento de la manguera durante su instalación y funcionamiento, ya que esto desgasta la manguera y afloja las conexiones.

#### 4.4 INSTALACIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR

Su instalación se la realizó de manera horizontal a un nivel razonable en el sistema de acuerdo a las dimensiones de diseño en la parte lateral del reservorio, este elemento necesito una buena sujeción para lo cual se construyó una base de ángulo de 1 x 1/8 de pulg. De acuerdo al diseño del sistema el enfriador se encuentra en la línea de retorno del aceite al tanque antes del filtro.

Su montaje se realizó tomando en cuenta la facilidad que debe tener este intercambiador para conectarse al sistema de enfriamiento de las máquinas inyectoras de la fábrica.

#### 4.5 MONTAJE DEL TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO

Para la instalación eléctrica se tuvo en cuenta, que el sistema oleohidráulico, es un sistema trasladable a diferentes sitios de trabajo, por lo tanto todos los elementos eléctricos fueron montados en un tablero de mando y control, cuyas dimensiones son 0.20 x 0.30 x 0.15 mt , en la misma estructura del sistema en la parte superior fig. 4.2.

El tablero eléctrico esta construido en chapa de acero y su clase de protección es IP 54. La disposición de los aparatos se la realizó en consideración al calor que ellos producen, por lo tanto deben tener una cierta separación.

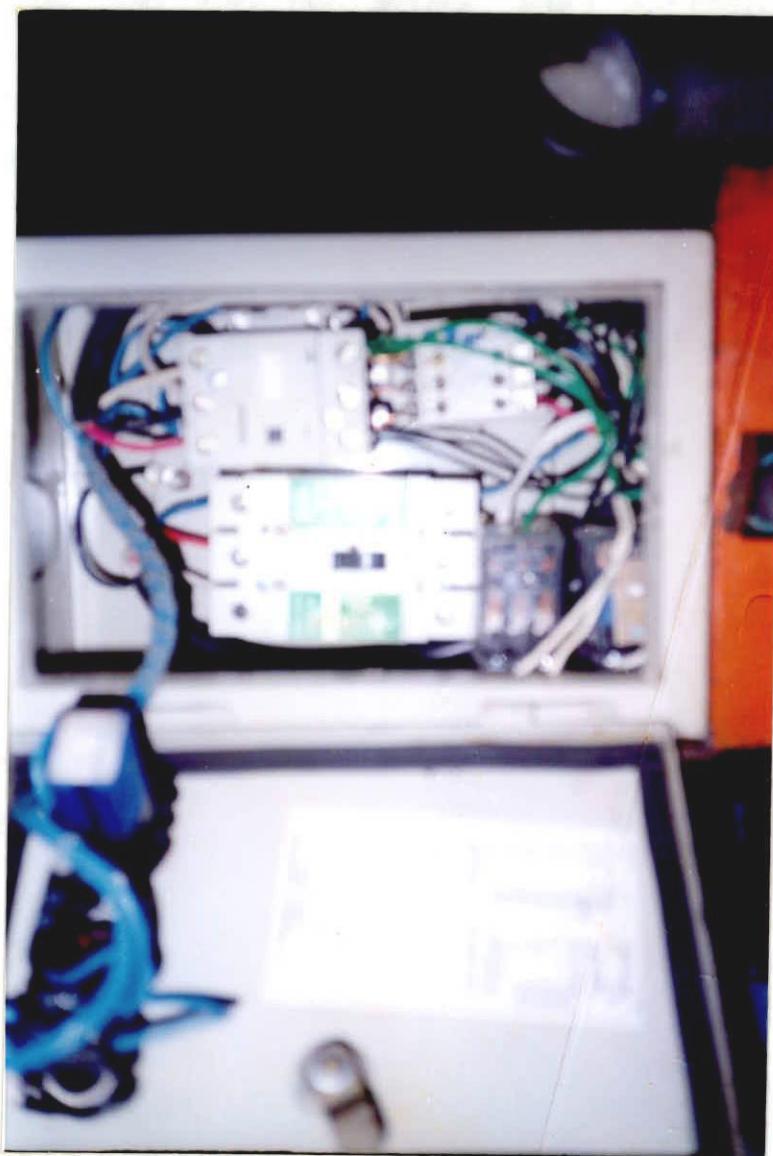


Fig. 4.2 Tablero de control eléctrico

El cableado también se lo realizó tomando en cuenta el espacio entre los diferentes elementos para poder realizar cualquier maniobra.

#### 4.6 PUESTA EN MARCHA Y AJUSTES

Una vez acoplado todo el sistema oleohidráulico auxiliar, como se muestra en la fig 4.3 se procedió a la puesta en marcha del equipo, dando así cumplimiento al cronograma de trabajo indicado en la tabla X, ya que éste no podía tener retraso alguno.

La prueba se la realizó en la máquina inyectora VL 1000 Cincinnati Milacron figura 4.4 , para el desmoldeo de la silla Mónaco fig. 4.5. realizando el siguiente procedimiento.

Primeramente se llenó el reservorio con aceite hidráulico Tellus 46 hasta el nivel de operación, para luego conectar las mangueras a los cilindros del molde, seguidamente se realizó también las conexiones del sistema de refrigeración del aceite del equipo al distribuidor de agua templada de la máquina inyectora fig. 4. 6, y se reguló el caudal a 4 gpm. Se realizó las conexiones eléctricas del sistema de fuerza y control, para el arranque del motor y el comando de la electroválvula.

**Tabla X**  
**CRONOGRAMA DE TRABAJO**

	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
	1a	2a	3a	4a	1a	2a	3a	4a	1a	2a	3a	4a
Estudio general												
Diseño												
Selección de elementos												
Construcción y montaje												
Pruebas y ajustes												



Fig. 4.3 Sistema oleohidráulico auxiliar

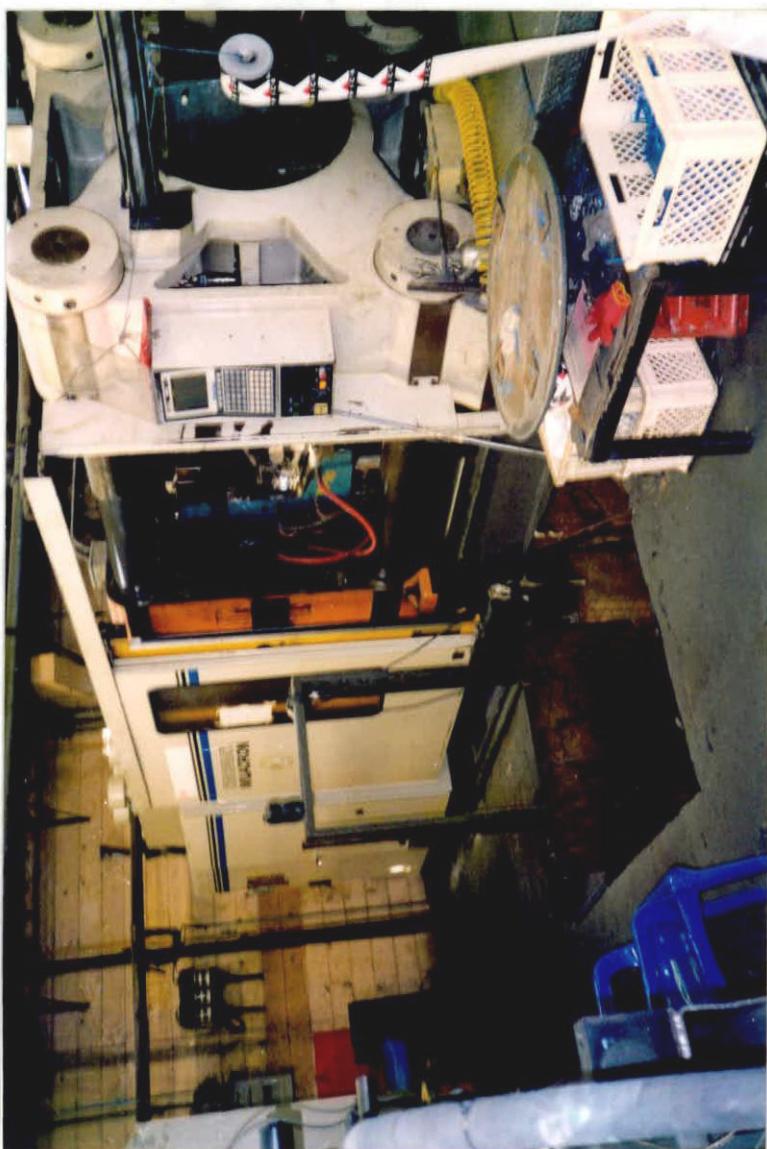


Fig. 4.4 Máquina Inyectora VL 1000 Cincinnati Milacron



Fig. 4.5 Silla Funcional / Mónaco



Fig. 4.6 Distribuidor de agua templada máquina VL 1000

### Arranque del motor

Se procedió al arranque del motor, el cual es de forma directa, con la ventaja de obtener un par elevado ( 1.5 veces el nominal ), después de esto se corrigió el sentido de giro del motor el cual tiene que ser en sentido contrario al de las manecillas del reloj, para luego regular la presión en la bomba a 120 bar, por medio de la válvula de seguridad, obteniéndose un tiempo de 2.5 segundos en la carrera de los pistones del molde de la silla funcional ( Mónaco ) en este caso. El amperaje obtenido en el motor es de 17 A por fase y esta dentro del rango de trabajo, ya que el amperaje nominal del motor es de 19 A.

En la tabla XI presento los parámetros de operación finales obtenidos en el sistema hidráulico auxiliar, en los diferentes moldes.

TABLA XI

### PARÁMETROS DE OPERACIÓN FINALES DEL SISTEMA

MOLDE	Presión de la bomba (bar)	Amperaje motor (A)	Caudal de agua templada (gpm)	Tiempo carrera piston (seg)
Silla Mónaco	120	17	4	3
Silla Pekes	118	16.7	4	2
Kaveta	117.5	16.3	4	2
Silla Italiana	116	16.2	4	2.5

#### 4.7 ANÁLISIS DE COSTO

El análisis de costo para el sistema oleohidráulico auxiliar es el siguiente:

Primero analizo el costo del material y los diferentes elementos utilizados en el sistema.

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unit. S/.</b>	<b>Total S/.</b>
<b>plancha ASTM A36</b>	2	157.000	314.000
<b>nudo de acero 3 / 4"</b>	1	32.000	32.000
<b>unión de acero 1/2"</b>	1	23.500	23.500
<b>codo de acero 3 / 4"</b>	1	52.800	52.800
<b>codo de acero de 1/2"</b>	3	10.250	30.750
<b>tubo de acero cédula 40 de 1/2"</b>	1	55.300	55.300
<b>tubo de acero ced. 40 de 3 / 4"</b>	1	106.110	106.110
<b>manguera SAE 100R2</b>	5 m	112.408 c/m	562.041
<b>codo hidráulico macho 3/8" x 90°</b>	3	19.500	58.500
<b>acople hidráulico 1/2"</b>	8	15.300	122.800
<b>tee hidráulica 1/2"</b>	1	56.500	56.500
<b>filtro aceite succión</b>	1	253.125	253.125
<b>filtro aceite retorno</b>	1	367.325	367.325

<b>filtro aire</b>	1	<b>140.800</b>	140.800
<b>perno exag. Hierro 3/16" x 1/2"</b>	44	<b>145</b>	6.380
<b>bomba engranaje</b>	1	<b>1'150.685</b>	1'150.685
<b>motor eléctrico</b>	1	<b>1'530.500</b>	1'530.500
<b>válvula de alivio</b>	1	<b>555.832</b>	555.832
<b>válvula solenoide</b>	1	<b>855.100</b>	855.100
<b>intercambiador de calor</b>	1	<b>974.235</b>	974.235
<b>visor de nivel</b>	1	<b>48.465</b>	48.465
<b>acople flexible</b>	1	<b>226.170</b>	226.170
<b>empaque teflon cinta</b>	4	<b>1.200</b>	4.800
<b>electrodo E7018</b>	50	<b>535</b>	26.750
<b>pintura Hempadur</b>	1 gal.	<b>212.796</b>	212.796
<b>manometro 0-3000 psi c/glicerina</b>	1	<b>275.000</b>	275.000
<b>termometro 0 -100°C</b>	1	<b>249.300</b>	249.300
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 8'291.564</b>

Como vemos, el costo total del material y de los elementos utilizados es de S/. 8'291.564.

### COSTO DE LOS ARTÍCULOS

Ahora analizo el costo de los artículos desde el punto de vista cuantitativo, mas no del precio de cada uno, debido a que el precio de éstos varían frecuentemente.

<i>Artículo</i>	<i>Ciclo anterior (seg.)</i>	<i>Ciclo actual (seg.)</i>	<i>Maquina</i>
Silla Monaco	85	75	VL 1000
Silla Pekes	50	40	1000/6000
Kaveta cónica	70	66	VL 1000
Silla Italiana	62	55	VL 6000
Silla Pequeña	45	39	VH 850

Tomemos el caso de la silla funcional / Mónaco, que es la de mayor producción. Esta silla anualmente tiene un pedido de 50.000 unidades, por lo tanto anteriormente para su producción necesitábamos 1.180,5 horas, en la actualidad se requiere 1.041,6 horas, obteniéndose una diferencia de 138,9 horas. Si este número de horas lo multiplicamos por el costo de operación de la maquina VL 1000 que es donde se produce obtenemos:

$$138,9 \text{ horas} \times 117.517,14 \text{ sucres / horas} = 16'323.130,74 \text{ sucres.}$$

Por lo tanto, este valor refleja el incremento anual en las utilidades de la empresa.

Aplicando el mismo análisis para cada artículo que se produce en dicha máquina, estamos justificando económicamente la construcción del equipo ya que en menos de un año quedó pagado su precio, además del costo de la instalación de la eyección Hidráulica en el molde.

En definitiva, los resultados son los que esperábamos al poner en marcha la construcción del sistema, ya que este dará beneficios muchísimos años a la empresa.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Después de la construcción y montaje del sistema oleohidráulico auxiliar se puede concluir que:

- Los beneficios que nos presta la energía hidráulica en realidad se ve reflejada en la simplicidad de los medios precisos para accionar el sistema.
- Como resultado de esto se mejoró el sistema de desmoldeo de la pieza inyectada reduciendo el esfuerzo de choque en los moldes y por lo tanto, el deterioro de los mismos.
- El sistema además redujo el ciclo de los diferentes artículos, lo que trajo como consecuencia la reducción de los costos de fabricación y mantenimiento beneficiando de gran forma a la empresa.
- La construcción del sistema oleohidráulico me pudo adiestrar un poco más en la selección de elementos hidráulicos y elementos eléctricos de protección y control.
- Con los conocimientos adquiridos en la ESPOL además de los adquiridos en la práctica, se pudo realizar el trabajo de una manera técnica, empleando personal capacitado.

Por todo esto se puede realizar las siguientes recomendaciones para el buen funcionamiento del sistema oleohidráulico y de esta manera alargar su vida útil.

- Evitar siempre la contaminación del aceite hidráulico.
- Evitar la aireación del fluido que es una causa de la cavitación de la bomba.
- Evitar la oxidación del aceite hidráulico, el cual es un valor que se dobla por cada 18°C de aumento de temperatura.
- Limpiar los filtros de succión y retorno frecuentemente, así como también el filtro de llenado del reservorio.
- Realizar la limpieza del reservorio con todas las cañerías protegidas contra inclusiones de impurezas del medio ambiente.
- Utilizar siempre mangueras compatibles con el aceite hidráulico y diseñados para resistir las presiones de trabajo.
- Cambiar el aceite cuando una inspección lo indique, ya que cambiar el aceite solamente como un factor de tiempo puede ser innecesario y despilfarro. El evitar cambiar ahorra dinero y energía.

## BIBLIOGRAFÍA

1. J. ROLDAN VILORIA, Neumática, Hidráulica y electricidad aplicada ( 4ta edición; Madrid: Paraninfo, 1995 )
2. VÍCTOR POMPER, Mandos hidráulicos en las máquinas herramientas (2da edición; Barcelona: Blume, 1969 )
3. A. DURR Y O. WATCHER, Hidráulica aplicada a las máquinas herramientas ( 1ra Edición; Barcelona: Blume, 1975 )
4. SPERRY VICKERS, Mobile hydraulics manual ( 1ra Edición; Michigan: Sperry rand corporation, 1967 )
5. PARKER, Hose and fittings catalog, Abril 1981
6. THEODOR SCHMELCHER, Manual de baja tensión ( 2da Edición: Munich: Siemens, 1984 )
7. ATOS, Manual de electrohidráulica, 1995