

**MANUAL BASICO**  
**de**  
**OLEOHIDRAULICA**

**2º Edición**  
**Mayo 2005**  
**Córdoba - Argentina**

## Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	01
1.1	Historia	01
<b>2</b>	<b>Principios Básicos</b>	02
2.1	Principio de Pascal	02
2.2	Presión	03
2.2.1	Ejemplos de Determinación de Presión	04
2.3	Caudal	05
2.4	Volumen Desplazado	05
2.5	Aplicaciones	06
2.6	Componentes de un Sistema	06
<b>3</b>	<b>Bombas: Características</b>	07
3.1	Caudal	07
3.2	Presión de Trabajo	07
3.3	Vida	07
<b>4</b>	<b>Bombas: Tipos</b>	08
4.1	Bombas Manuales	08
4.2	Bombas de Engranajes Externos	09
4.3	Bombas de Lóbulos	09
4.4	Bombas de Tornillos	10
4.5	Bombas de Semiluna	10
4.6	Bombas Gerotor	11
4.7	Bombas de Paletas	11
4.8	Bombas de Pistones Axiales en Línea	12
4.9	Bombas de Pistones Radiales	12
4.10	Bombas de Pistones Oscilantes	13
<b>5</b>	<b>Bombas a Engranajes</b>	14
5.1	Descripción	14
5.2	Funcionamiento	14
5.3	Cálculo de Caudal	15
5.4	Cálculo de Potencia	15
5.5	Cálculo de Torque o Par Motor	16
5.6	Sentido de Giro	16
<b>6</b>	<b>Motores</b>	17
<b>7</b>	<b>Válvulas: Tipos</b>	18
7.1	Generalidades	18
7.2	Válvulas de Seguridad	18
7.2.1	Válvulas Limitadoras de Presión	18
7.3	Válvulas Direccionales	20
7.3.1	Válvulas Unidireccionales	20
7.3.1.1	Anti-Retorno	20
7.3.2	Válvulas Direccionales de Dos Vías	21
7.3.3	Válvulas de Varias Vías	22
7.3.3.1	Ejemplo Funcionamiento	23
7.4	Válvula para el Control de Caudal	23
7.4.1	Válvulas Reguladoras de Caudal No Compensadas	23
7.4.2	Válvulas Reguladoras de Caudal Compensadas	24
<b>8</b>	<b>Anexo 1 - Relación entre la Válvula Limitadora de Presión y la Colocación de una Bomba Nueva</b>	25
<b>9</b>	<b>Anexo 2 - Empleo de Abacos</b>	26
<b>10</b>	<b>Anexo 3 - Cambios de Giro en Bombas a Engranajes</b>	31
10.1	Cambio de Giro Bomba B1	31
10.2	Cambio de Giro Bomba BO	32
10.3	Cambio de Giro Bomba MC1	33
10.4	Cambio de Giro Bomba AP	34
10.5	Cambio de Giro Bomba MD1	35
<b>11</b>	<b>Anexo 4 - Fallas</b>	36
11.1	Fallas Producidas en Bombas a Engranajes	36
11.1.1	Fallas Ocasionadas por los Fluidos Inadecuados	36
11.1.2	Fallas Ocasionadas por los Aire en el Circuito	37
11.1.3	Fallas Ocasionadas por Sobre Carga	37
11.1.4	Fallas Ocasionadas por Malas Instalaciones	37
11.2	Fallas Producidas en Circuitos Hidráulicos y Posibles Soluciones	38
11.3	Fallas Producidas en las Placa de Fricción de una Bomba MD	42
11.4	Fallas Producidas en Bujes B1, BO y MC1	42
11.5	Fallas Producidas en el Cuerpo de una Bomba (desgaste por entalladuras)	43
11.6	Fallas Producidas en los Engranajes de una Bomba	43
<b>12</b>	<b>Notas</b>	44

## 1 Introducción

La Hidráulica es una rama de la ingeniería que abarca el estudio de la presión y el caudal de los fluidos así como sus aplicaciones; se puede dividir en Hidráulica de agua o de aceite (Oleo-hidráulica) y Neumática cuando éste fluido es un gas.

### 1.1 Historia

Arquímedes, hacia el año 250 A.C., investigó alguno de los principios de la hidráulica, cuyas técnicas ya se empleaban con anterioridad, principalmente en sistemas de distribución de agua por ciudades. Desde entonces se fueron desarrollando diversos aparatos y técnicas para el movimiento, trasvase y aprovechamiento del agua.

Finalmente en el año 1653 el científico francés Pascal descubrió el principio según el cual la presión aplicada a un líquido contenido en un recipiente se transmite por igual en todas direcciones.

En el siglo XVIII Joseph Bramah construyó el primer mecanismo hidráulico basado en la ley de Pascal: se trataba de una prensa hidráulica con un gran cilindro que movía un vástago en cuyo extremo se aplicaba al material a prensar; la presión necesaria se obtenía por medio de una bomba manual y el líquido empleado fue agua.

Ya en el siglo XX se descubrió que el empleo de aceites en lugar de agua facilitaba la lubricación de las piezas móviles de los componentes del sistema, al tiempo que se disminuía la oxidación de los mismos y las fugas de fluido, de ahí el nombre de Oleo-hidráulica o Hidráulica de aceite.

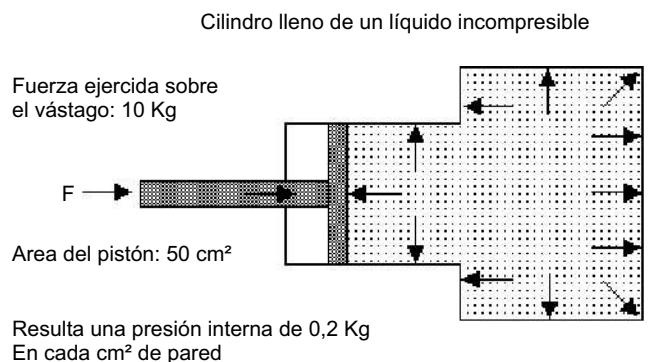
Actualmente la Oleohidráulica y la Neumática son las dos técnicas más empleadas para la transmisión de energía, y en muchas de sus aplicaciones se combinan con controles electrónicos para proporcionar movimientos precisos y controlados.

## 2 Principios Básicos

El principio básico de la oleohidráulica es la ley de Pascal, cuyo enunciado, dice: "La presión aplicada a un líquido confinado se transmite uniformemente en todas direcciones, y ejerce fuerzas iguales sobre áreas iguales".

### 2.1 Principio de Pascal

La figura 1 muestra gráficamente el principio de Pascal. Como complemento a este principio se ha de decir que los líquidos son prácticamente incompresibles: a diferencia de los gases que pueden comprimirse, los líquidos, como los sólidos, no experimentan una reducción significativa de su volumen al verse sometidos a presión.



Si el fondo tuviese 20 cm<sup>2</sup>, como cada 5 cm<sup>2</sup> reciben un empuje de 10 Kg, todo el fondo recibiría 40 Kg de empuje

Fig. 01 Principio de Pascal

Aplicando el principio de Pascal y observando la figura 2, se puede comprobar cómo una pequeña fuerza F es ejercida sobre un émbolo pequeño, de área A1, produce sobre el émbolo una presión de:

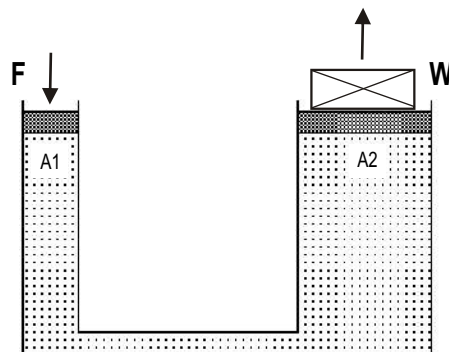


Fig. 02 Equilibrio Hidráulico

$$P = F / A1$$

Esta presión se transmite a lo largo del tubo y por medio de un fluido hasta un émbolo de sección mayor, cuya área es A2. Puesto que el sistema se encuentra en equilibrio, las presiones en ambos émbolos son las mismas, de donde se deduce que:

$$P = F / A1 = W / A2$$

de donde:

$$W = (A2 / A1) \times F$$

y se llega a la conclusión de que con una fuerza F pequeña se puede levantar un peso W considerablemente mayor, ya que poseemos un dispositivo para multiplicar la fuerza, con la gran ventaja mecánica de que es directamente proporcional a la relación de las áreas de los pistones.

## 2.2 Presión

La presión es la fuerza por unidad de superficie a que está sometido un fluido. Así, pues, se representa la presión:

$$P \text{ (kg/cm}^2\text{)} = \frac{F \text{ (kg)}}{S \text{ (cm}^2\text{)}}$$

En la figura 3 se representa un ejemplo de aplicación.

Para disminuir una presión  $P$  se ha de aumentar la superficie  $S$  y para aumentarla, basta con reducir la superficie  $S$ .

Se dice que una presión es uniforme cuando la relación  $\frac{F}{S}$  es idéntica en los distintos puntos de la superficie comprimida.

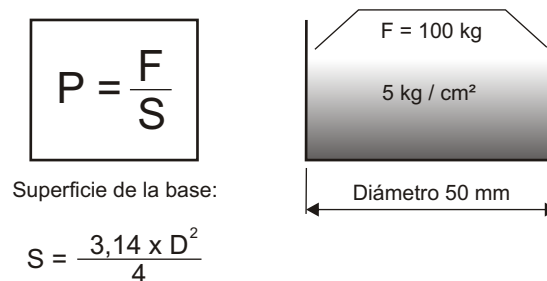


Fig. 03 Determinación del Valor de una Presión

La presión no sólo se ejerce de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba, sino también lateralmente. En una palabra, la presión se ejerce en todos los sentidos.

La presión estática es la que ejerce un fluido en reposo sobre las paredes del recipiente que la contiene, mientras que la presión dinámica es la presión debida a la velocidad, cuya existencia se pone en evidencia al oponer un obstáculo a su movimiento.

En el sistema internacional (S.I.), la unidad de presión es el Pascal (Pa.); equivale a la presión uniforme que actúa sobre una superficie plana de un metro cuadrado, ejercida perpendicularmente, por una fuerza total de un Newton (N).

Recordemos que el Newton, unidad de fuerza del sistema internacional, es la fuerza que comunica a un cuerpo, cuya masa sea de un kilogramo, una aceleración de un metro por segundo.

Dado el pequeño valor absoluto del Pascal hemos visto que actualmente se utiliza como valor de presión el BAR, que equivale a  $10^5$  Pascal.

La correspondencia de las unidades de presión es la siguiente:

$$1 \text{ PASCAL} = 10^{-5} \text{ BAR} \text{ ó } 1,02 \times 10^{-5} \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ BAR} = 10^5 \text{ PASCAL} \text{ ó } 1,02 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 98.000 \text{ PASCAL} \text{ ó } 0,98 \text{ BAR}$$

$$1 \text{ Lb. Pulg.}^2 = 0,0689 \text{ BAR}$$

### 2.2.1 Ejemplos de Determinación de Presión

Estos ejemplos ponen en evidencia la fórmula  $P = \frac{F}{S}$

Sobre la cabeza de un alfiler, cuya punta descansa sobre una superficie suficientemente dura, apliquemos un empuje de 1 kg (Figura 4).

Suponiendo que el diámetro de la punta del alfiler sea de 0,2 mm, averigüemos el valor de la presión ejercida por el alfiler sobre la superficie receptora, expresada en BAR.

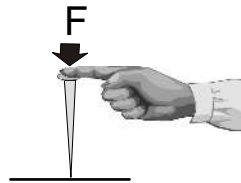


Fig. 04 Una fuerza muy débil puede crear una presión muy grande

Superficie de la base de la punta del alfiler en  $\text{cm}^2$ :

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,02 \times 0,02}{4} = 0,0003 \text{ cm}^2$$

Presión ejercida por la parte afilada del alfiler sobre el material con el cual está en contacto:

$$\frac{1}{0,0003} = 3333,33 \text{ kg/cm}^2$$

Para determinar la presión que ejerce sobre el suelo una máquina provista de orugas (Figura 5) cuando está trabajando, se sigue utilizando la misma fórmula. En donde el peso de la máquina es de 10.000 kg,  $D = 100 \text{ cm}$ ,  $L = 400 \text{ cm}$  y  $H = 70 \text{ cm}$  (ancho de la oruga).

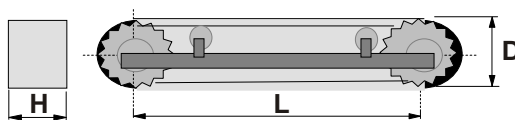


Fig. 05 Presión ejercida sobre el suelo por un tren de orugas de una máquina

$$\text{Presión (kg/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Peso de la máquina (kg)}}{2H (L + 0,35 D)} = \frac{10.000}{2 \times 70 (400 + 35)} = 0.164 \text{ kg/cm}^2$$

En resumen:

En la hidráulica la presión es la fuerza que actúa por unidad de superficie.

Una fuerza considerable actuando sobre una gran superficie = poca presión.

Una fuerza mínima actuando sobre una superficie pequeña = presión elevada.

### 2.3 Caudal

Caudal, es la relación entre el volumen de líquido desplazado y el tiempo empleado en hacerlo. Dicho de otra manera es la intensidad con que un líquido fluye.

$$\text{Caudal} = \frac{\text{Volumen del líquido}}{\text{Tiempo}} = \frac{\text{Superficie} \times \text{Espacio}}{\text{Tiempo}}$$

Su unidad de medida es el metro cúbico / seg pero debido a que resulta una unidad muy grande para el empleo en la tecnología hidráulica de maquinarias se emplea:

$$1 \frac{\text{Litro}}{\text{min}} = 1,66 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$1 \frac{\text{Litro}}{\text{min}} = 4,403 \times 10^{-3} \text{ galones/seg.} = 0,2642 \text{ galones/min}$$

$$1 \text{ galón/min} = 3,785 \text{ litros/min}$$

En hidráulica el caudal caracteriza a la rapidez del movimiento.

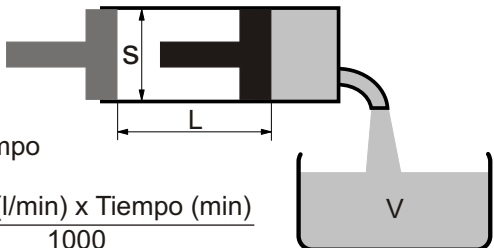
### 2.4 Volumen Desplazado

Se puede expresar diciendo que el volumen de líquido desplazado es igual al caudal multiplicado por el tiempo en que se mantuvo este.

**S x L = V = Q x T**

Volumen = Caudal x Tiempo

Volumen (m<sup>3</sup>) =  $\frac{\text{Caudal (l/min)} \times \text{Tiempo (min)}}{1000}$



1 m<sup>3</sup> = 1000 L = 264,2 galones (U.S.)

1 Litro = 0,001 m<sup>3</sup> = 0,2642 galones (U.S.)

1 galón (U.S.) = 3,785 litros

1 pulg.<sup>3</sup> = 16,39 cm<sup>3</sup>

### 2.5 Aplicaciones

La hidráulica estudia la transmisión de la energía empujando un líquido. Es sólo un medio de transmisión, no una fuente de potencia que sería el accionador primario (motor eléctrico, motor de explosión, tracción animal, etc.).

La energía generada por esta fuente primaria se transmite al fluido que la transporta hasta el punto requerido, volviendo a convertirla en energía mecánica por medio de un accionador.

El elemento del circuito que absorbe la energía mecánica, de la fuente de potencia, y la transforma en hidráulica es la bomba del circuito.

Los accionadores que posteriormente transforman la energía hidráulica en mecánica pueden ser motores o cilindros, según se desee obtener un movimiento rotativo o lineal respectivamente, y entre los elementos de bombeo y los accionadores se intercalarán los elementos de regulación y control necesarios para el correcto funcionamiento del sistema.

En resumen: un motor proporciona una determinada energía mecánica a una bomba, y ésta, según la energía que recibe, suministra una determinada energía hidráulica, la cual se transfiere bajo forma de caudal y presión y mediante un fluido hidráulico, a un pistón donde se vuelve a transformar en la energía mecánica necesaria para realizar un trabajo. La figura 6 representa esquemáticamente un sistema de transmisión de energía.

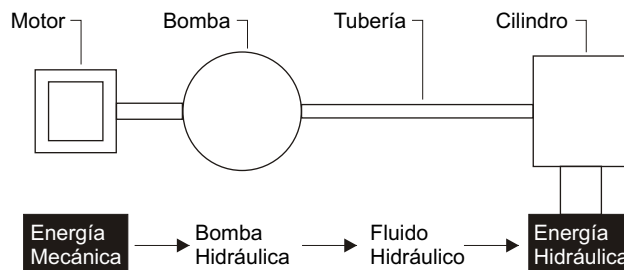


Fig. 06 Sistema de Transmisión de Energía

## 2.6 Componentes de un Sistema

Los componentes de un sistema son todos aquellos elementos que incorpora el sistema para su correcto funcionamiento, mantenimiento y control, y pueden agruparse en cuatro grupos:

- **Bombas** o elementos que transforman la energía mecánica en hidráulica.
- **Elementos de regulación y control**, encargados de regular y controlar los parámetros del sistema (presión, caudal, temperatura, dirección, etc.).
- **Accionadores**, que son los elementos que vuelven a transformar la energía hidráulica en mecánica.
- **Acondicionadores y accesorios**, que son el resto de elementos que configuran el sistema (filtros, intercambiadores de calor, depósitos, acumuladores de presión, manómetros, etc.).

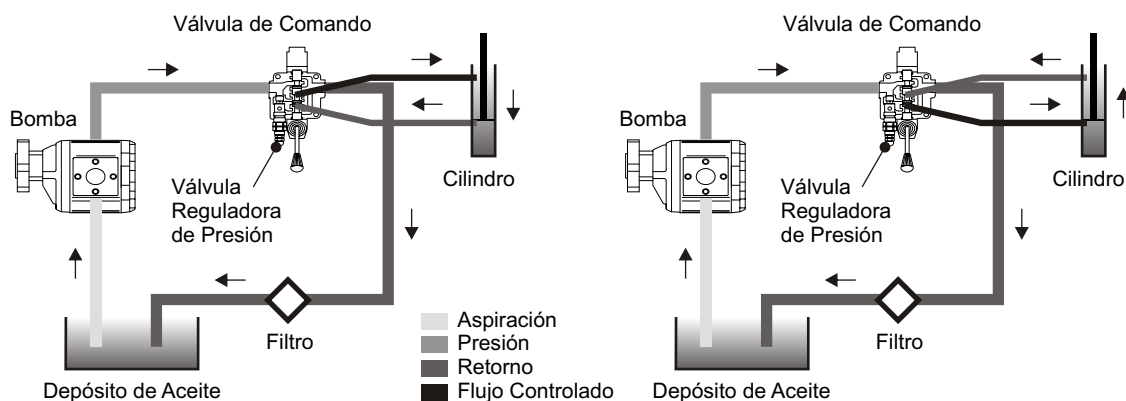


Fig. 07 Circuito hidráulico básico

La figura 7 muestra un circuito hidráulico básico. Una Bomba Hidráulica provoca la circulación de un líquido apropiado, alimentándose desde un depósito que asegura un abastecimiento continuo.

Una válvula de comandos canaliza el líquido según las condiciones impuestas al sistema. Finalmente el receptor (cilindro ó motor hidráulico), recibirá ese líquido en circulación y lo transformará en trabajo efectivo cuando así se lo desee.

En la práctica, este conjunto se completa mediante tuberías filtros, conexiones y en casos más complejos incorporando otros tipos de válvulas según los fines perseguidos.

Se estructura así un sistema hermético capaz de soportar determinadas presiones de funcionamiento, transmitiendo un determinado nivel de energía hidrostática.



### 3 Bombas: Características

#### 3.1 Caudal

En todas las bombas, el caudal de salida teórico es el producto de la cilindrada o capacidad por ciclo, multiplicada por el número de ciclos o revoluciones por unidad de tiempo; así pues, el caudal de salida en estas bombas será función del número de revoluciones o ciclos por unidad de tiempo con que esté trabajando:

$$\text{Caudal} = \text{cilindrada} \times \text{velocidad}$$

El caudal así obtenido es el llamado caudal teórico, que es siempre superior al caudal real en función del rendimiento volumétrico de la bomba, es decir, de las fugas internas de la misma. El caudal real es el que suministra la bomba, y es igual al caudal teórico menos las fugas internas o el retroceso del fluido de la impulsión a la aspiración.

Se define el rendimiento volumétrico como la relación entre el caudal real y el teórico:

$$v = Q_{\text{real}} / Q_{\text{teórico}}$$

Este rendimiento volumétrico oscila entre el 0,80 y el 0,99 según el tipo de bomba, su construcción y sus tolerancias internas, y según las condiciones específicas de trabajo: velocidad, presión, viscosidad del fluido, temperatura, etc. Cuando dicho rendimiento sea inferior al facilitado por el fabricante de la bomba, ésta deberá repararse o substituirse, ya que el consumo de energía necesario para mantener sus condiciones de trabajo se incrementará, lo que implicará un incremento en el costo de la energía.

Además del rendimiento volumétrico, se debe considerar el rendimiento mecánico de las bombas, ya que parte de la potencia con que se alimenta se desperdicia para poder vencer los rozamientos internos.

El rendimiento total de una bomba es el producto de sus rendimientos volumétrico y mecánico:

$$\text{total} = \text{volumétrico} \times \text{mecánico}$$

El rendimiento total de una bomba nueva puede oscilar entre el 0,80 y el 0,90, valores que disminuirán con el uso y el desgaste de los elementos de estanqueidad interna de la propia bomba.

#### 3.2 Presión de trabajo

Todos los fabricantes otorgan a sus bombas un valor denominado presión máxima de trabajo, algunos incluyen las presiones de rotura o la presión máxima intermitente, y otros adjuntan la gráfica presión / vida de sus bombas.

Estos valores los determina el fabricante en función de una duración razonable de la bomba trabajando en condiciones determinadas. Se ha de observar que no existe un factor de seguridad normalizado; por ello algunos fabricantes incluyen la presión de rotura del elemento, o el número de ciclos de cero a X kg/cm<sup>2</sup> que resiste la bomba.

#### 3.3 Vida

La vida de una bomba viene determinada por el tiempo de trabajo desde el momento en que se instala hasta el momento en que su rendimiento volumétrico haya disminuido hasta un valor inaceptable, sin embargo este punto varía mucho en función de la aplicación. Así por ejemplo hay instalaciones donde el rendimiento no puede ser inferior al 90% mientras que en otras se aprovecha la bomba incluso cuando su rendimiento es inferior al 50%.

La vida de una bomba (y del resto de los componentes de un sistema oleohidráulico) varía considerablemente en función del nivel de contaminación del fluido con el que está trabajando. Así, una bomba trabajando con un fluido filtrado a 3 micras vivirá mucho más tiempo que otra que esté trabajando con un fluido filtrado a 25 ó 40 micras.

## 4 Bombas: Tipos

Las bombas se pueden clasificar en dos grandes grupos en función del tipo de fuerza que se les ha de aplicar para su funcionamiento. Así las que trabajan absorbiendo una fuerza lineal las denominaremos bombas manuales, mientras que las que necesitan un esfuerzo rotativo aplicado a su eje las denominaremos bombas rotativas.

### 4.1 Bombas Manuales

Constan de un vástago conectado a un pistón, con sus elementos de estanqueidad, que se desplaza en el interior de un orificio cilíndrico (Figura 8) cerrado por el extremo opuesto por donde tiene los orificios de entrada y salida.

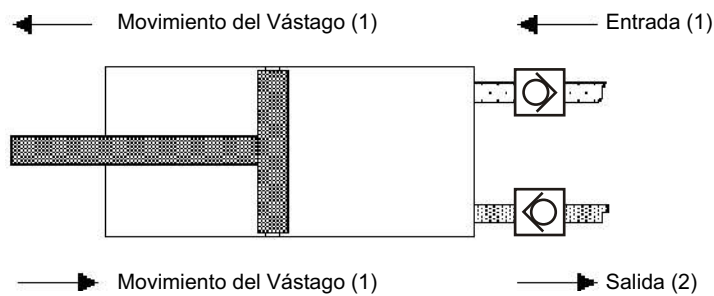


Fig. 08 Bomba Manual Simple Efecto

Existen diversos tipos de bombas manuales, y aunque todas trabajen según el principio anteriormente definido, las hay simples, donde el bombeo se realiza por una sola cámara del cilindro; dobles, donde mientras una cámara del cilindro está aspirando, la otra está bombeando (Figura 9).

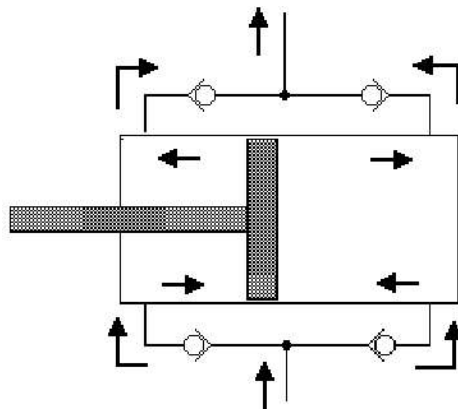


Fig. 09 Bomba Manual Doble Efecto

### 4.2 Bombas de Engranajes Externos

Una bomba de engranajes externos produce caudal al transportar el fluido en las cámaras formadas por el espacio entre los dientes de los engranajes, el cuerpo de la bomba y las placas laterales.

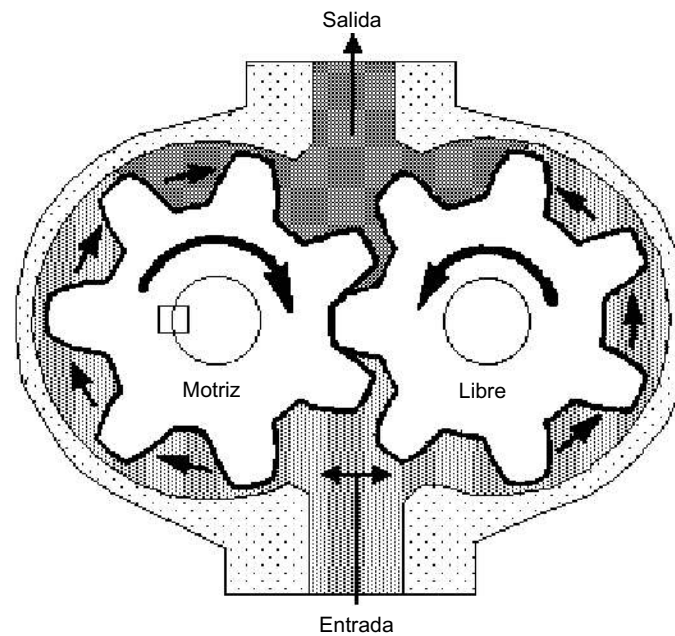


Fig. 10 Bomba de Engranajes Externos

### 4.3 Bombas de Lóbulos

Las bombas de lóbulos son bombas rotativas de engranajes externos, que difieren principalmente de éstas en la forma en que son accionados los engranajes (en este caso lóbulos).

Mientras en la bomba de engranajes externos un engranaje hace girar al otro, en las bombas de lóbulos ambos son accionados independientemente por medio de un sistema de engranajes, externo a la cámara de bombeo. La figura 11 muestra esquemáticamente una bomba de lóbulos.

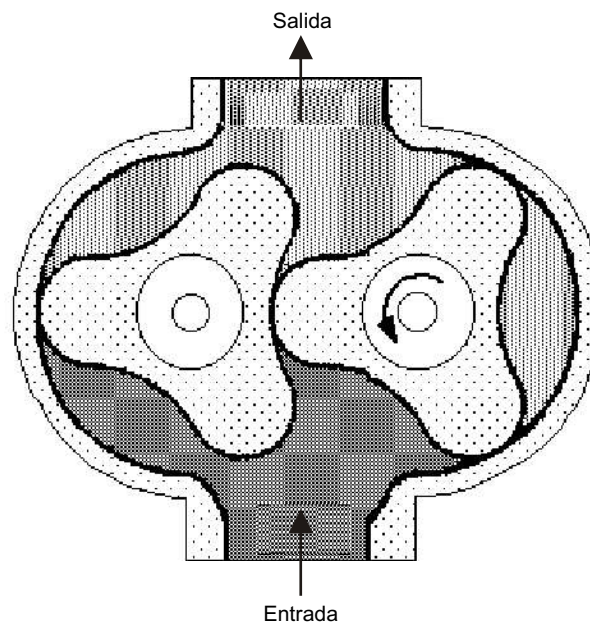


Fig. 11 Bomba de Lóbulos

#### 4.4 Bombas de Tornillos

En este tipo de bombas, un rotor en forma de espiral gira excéntricamente en el interior de un estator.

El caudal a través de una bomba de tornillos es axial, y va en el sentido del rotor motriz.

El fluido en este tipo de bombas no gira, sino que se mueve linealmente.

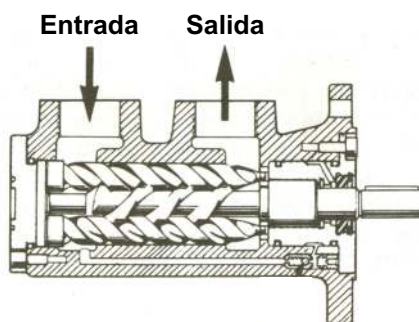


Fig. 12 Bomba de Tornillo

#### 4.5 Bombas de Semiluna

En este tipo de bombas hay, entre los dos engranajes, una pieza de separación en forma de media luna (semiluna). Esta pieza está situada entre los orificios de entrada y salida.

El fluido hidráulico se introduce en la bomba y es transportado hacia la salida por el espacio existente entre la semiluna y los dientes de ambos engranajes.

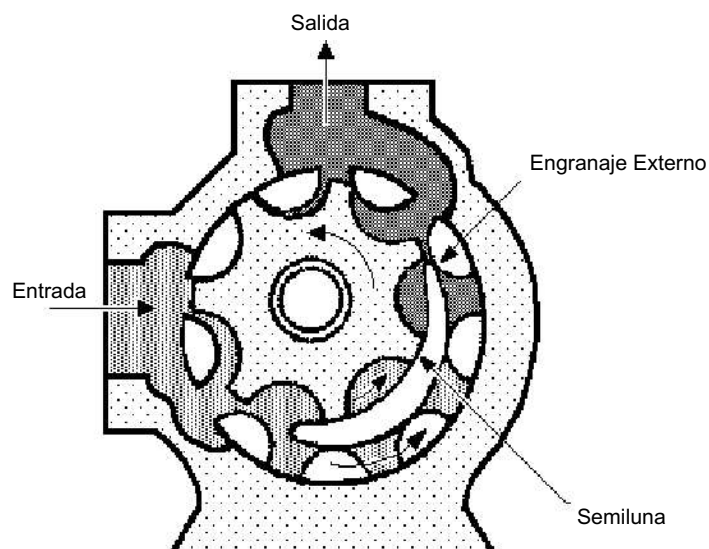


Fig. 13 Bomba de Semiluna

#### 4.6 Bombas Gerotor

Este tipo de bombas consiste en un par de engranajes donde el rotor interno (motriz) arrastra al rotor externo, que a su vez tiene un diente más, y giran ambos en la misma dirección (Figura 14).

El fluido entra en la cámara cuando los dientes empiezan a separarse (creándose una aspiración), y es expulsado cuando éstos vuelven a entrelazarse.

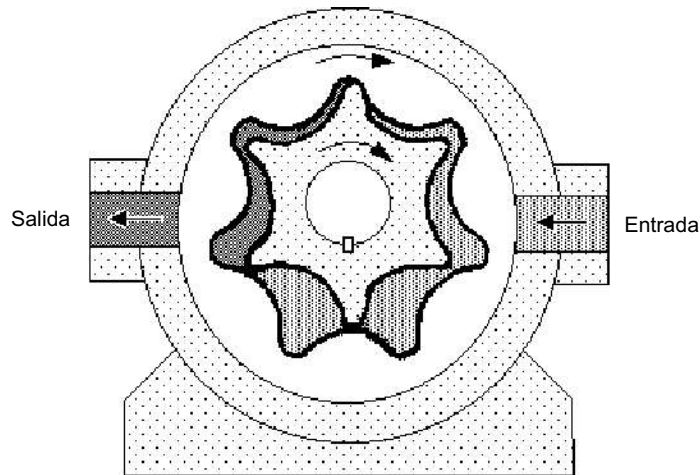


Fig. 14 Bomba Gerotor

#### 4.7 Bombas de Paletas

En estas bombas un determinado número de paletas se deslizan en el interior de unas ranuras de un rotor que a su vez gira en un alojamiento o anillo (Figura 15). Las cámaras de bombeo se forman entre las paletas, el rotor, y el alojamiento, y este conjunto queda cerrado lateralmente por las placas laterales.

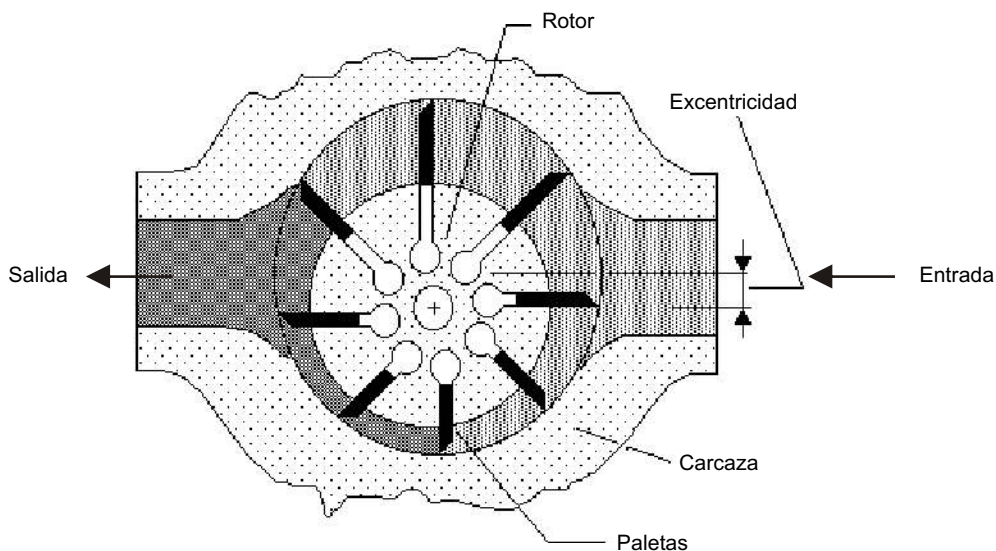


Fig. 15 Bomba de paletas

#### 4.8 Bombas de Pistones Axiales en Línea

En este tipo de bomba de pistones axiales, el barrilete de cilindros gira, accionado por el eje motriz. Los pistones, alojados en los orificios del barrilete, se conectan al plato inclinado.

A medida que el barrilete gira, los pistones se muevan linealmente con respecto al eje, en un movimiento alternativo.

Los orificios, en la placa de distribución, están dispuestos de tal forma que los pistones pasan por el orificio de entrada o aspiración cuando empiezan a salir de sus alojamientos, y por la salida cuando están nuevamente entrando en sus alojamientos.

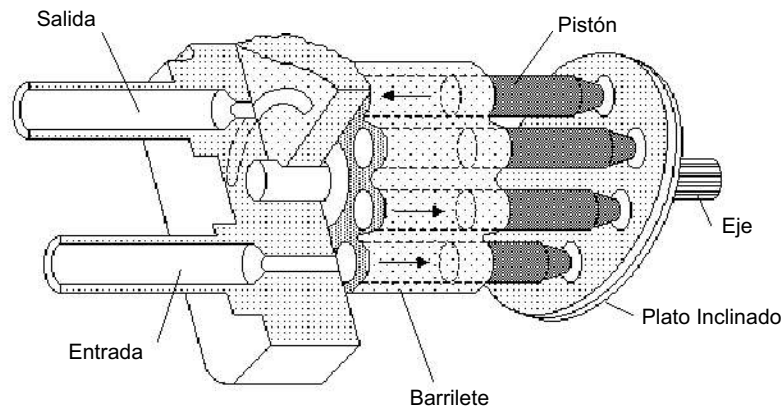


Fig. 16 Bomba de pistones axiales

#### 4.9 Bombas de Pistones Radiales

En estas bombas los pistones están colocados radialmente en un bloque de cilindros; estos pistones se mueven perpendicularmente con relación al eje.

El bloque de cilindros gira sobre un pivote en el interior de un rotor. A medida que el bloque gira, la fuerza centrífuga, hace que el pistón siga la superficie interna del rotor, que está desplazada con relación al eje del bloque de cilindros.

Los orificios localizados en el anillo de distribución permiten que los cilindros, aspiren el fluido cuando se expanden, y lo expulsan cuando se mueven hacia dentro.

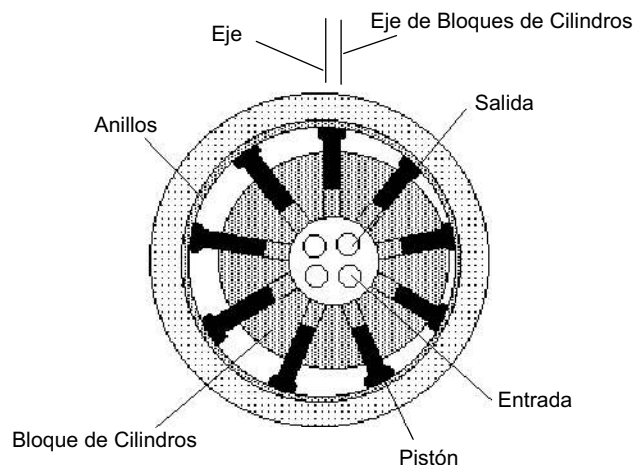


Fig. 17 Bomba de pistones radiales



#### 4.10 Bombas de Pistones Oscilantes

En este tipo de bombas los cilindros están fijos en la bomba, no giran alrededor del eje motriz.

Al igual que en un motor de explosión, los pistones se mueven en un sentido por el esfuerzo transmitido por un cigüeñal.

Estas bombas suelen usar válvulas anti-retorno de entrada y salida en cada uno de sus pistones.

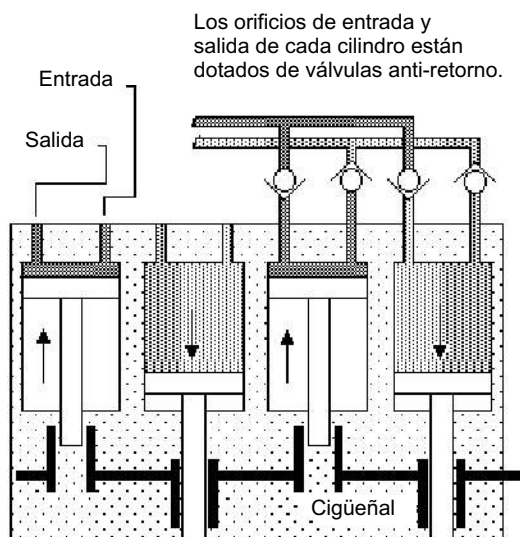


Fig. 18 Bomba de pistones oscilantes

## 5 Bombas a Engranajes

Las Bombas de engranajes externos, son las más difundidas y su empleo es preferido por su gran simplicidad (solo dos piezas móviles) y facilidad para el mantenimiento y reparación.

### 5.1 Descripción

Una bomba de engranajes (Figura 19) está constituida por una carcasa de fundición de hierro o de aluminio. Esta carcasa está provista de dos orificios: uno de alimentación y otro de salida. Para reducir las pérdidas de carga, la sección del orificio de alimentación suele ser mayor que el de salida.

En el interior de la carcasa van situados dos engranajes que normalmente llevan dentado recto rectificado. Uno de los engranajes es el conductor y el otro, el conducido.

Las dos caras laterales de la carcasa quedan obturadas mediante sendas tapas. Una de ellas, la del lado de salida del eje, es la que denominamos toma o flange, lleva un dispositivo de estanqueidad que, al mismo tiempo que evita las fugas de aceite, impide la entrada de aire entre el eje y la toma

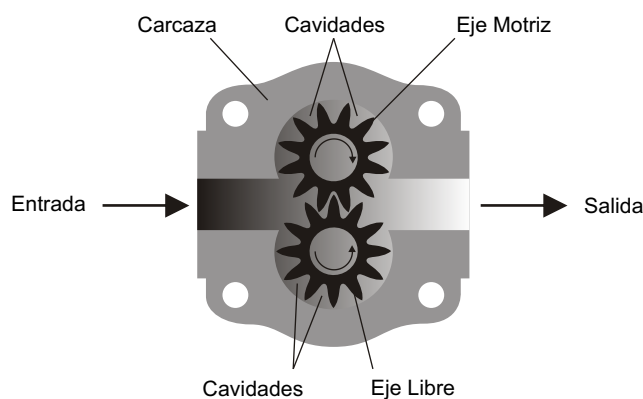


Fig. 19 Bomba a Engranajes

### 5.2 Funcionamiento

En toda bomba de engranajes de dentado exterior, durante la rotación de los órganos, el aceite circula del siguiente modo: El aceite ingresa a la bomba a través del orificio de alimentación.

Durante la rotación de los engranajes en la carcasa, el aceite no sólo se arrastra, sino que queda aprisionado entre los alojamientos de la carcasa y las cavidades formados por el dentado de cada piñón. El aceite no se libera hasta que las cavidades de los dentados desembocan en la cámara de salida. Entonces el aceite es expulsado en la tubería de presión hacia el distribuidor del sistema hidráulico.



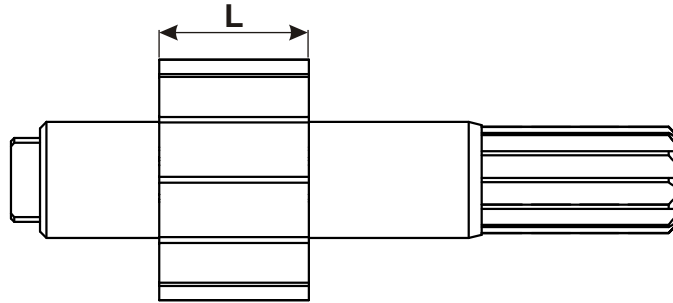
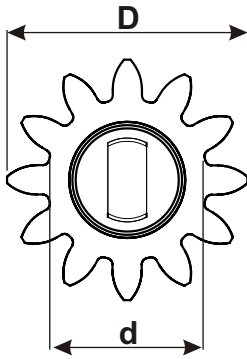
### 5.3 Cálculo de Caudal

$$Q = (\text{l/min a 2000 RPM})$$

$$Q = (\text{cm}^3/\text{rev.})$$

$$Q = \frac{(D^2 - d^2) \times \pi \times L \times 2000 \times 10^{-6}}{4}$$

$$Q = \frac{(D^2 - d^2) \times \pi \times L \times 10^{-3}}{4}$$



$$= 3,1416$$

**D** (mm) = diámetro exterior

**d** (mm) = diámetro de fondo

**L** (mm) = ancho del dentado

$$10^{-6} = 0,000001$$

$$10^{-3} = 0,001$$

### 5.4 Cálculo de Potencia

Es la relación que existe entre el trabajo realizado por una fuerza y el tiempo empleado en realizarlo.

$$\text{Potencia} = \frac{\text{Trabajo}}{\text{Tiempo}}$$

$$1 \text{ Kilowatt} = 1,34 \text{ HP} = 1,36 \text{ CV}$$

$$1 \text{ CV} = 0,7355 \text{ Kw.}$$

$$1 \text{ HP} = 0,7457 \text{ Kw}$$

En hidráulica la fuerza la aplicamos por medio de una superficie y originamos una presión, por lo tanto la potencia hidráulica es el producto de la presión por la superficie por el espacio (equivalente al trabajo hidráulico) dividido por el tiempo.

$$\text{Potencia} = \frac{(\text{Presión} \times \text{Superficie}) \times \text{Espacio}}{\text{Tiempo}}$$

$$\text{Sabemos que CAUDAL} = \frac{\text{Superficie} \times \text{Espacio}}{\text{Tiempo}} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}}$$

Resumiendo, tenemos que **Potencia = Caudal x Presión**, teniendo en cuenta las unidades y su conversión tendremos que:

$$P \text{ (CV)} = \frac{Q \text{ l/min} \times P \text{ kg/cm}^2}{450} = \frac{Q \text{ l/min} \times P \text{ bar}}{441,6}$$

$$P \text{ (kw)} = \frac{Q \text{ l/min} \times P \text{ bar}}{600}$$

### 5.5 Cálculo de Torque o Par Motor

En mecánica un par (torque) viene definido por un sistema de dos fuerzas iguales, de la misma magnitud, paralelas y de sentido contrario, que actúan sobre un cuerpo rígido. Un par se caracteriza por sus dos fuerzas y por su sentido. El momento de un par es igual al producto del módulo de sus dos fuerzas por la distancia a su línea de acción. Esta distancia se denomina brazo de palanca.

La unidad para el par es el metro - newton (m.N). En la práctica se utiliza el metro - Decanewton (m. daN).

La unidad antigua de par era el metro - kilogramo (m.kg)

$$\begin{aligned} 1 \text{ kilogramo - fuerza (kgf)} &= 9,8 \text{ newton (N)} \\ 1 \text{ newton (N)} &= 0,102 \text{ kilogramos - fuerzas (kg-f)} \\ 1 \text{ decanewton (daN)} &= 1,02 \text{ kilogramos - fuerzas (kg-f)} \end{aligned}$$

En Mecánica el par se calcula mediante las fórmulas:

$$C \text{ m.kg} = \frac{P \text{ cv} \times 716}{N \text{ r/min}} \quad \text{ó} \quad C \text{ m.N} = \frac{P \text{ w}}{w}$$

**C m.kg** = el par en metros - kilogramo  
**C m.N** = el par en metros - Newton  
**P cv** = potencia en caballos.  
**P w** = potencia en vatios  
**N r/min** = velocidad de régimen en R.P.M.  
**w** = velocidad angular en radianes / segundo

En hidráulica, y sobre todo en los sistemas hidrostáticos motores, la noción del par debe entenderse de un modo diferente; en donde el par es proporcional a:

**La presión de trabajo.**  
**La cilindrada del motor hidráulico.**

El par se calcula entonces con las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} C \text{ m.kg} &= 1,59 \times P \text{ kg/cm}^2 \times Q \text{ l/vuelta} \\ \text{ó} \\ C \text{ m.da.N} &= 1,59 \times P \text{ BAR} \times Q \text{ l/vuelta} \end{aligned}$$

### 5.6 Sentido de Giro

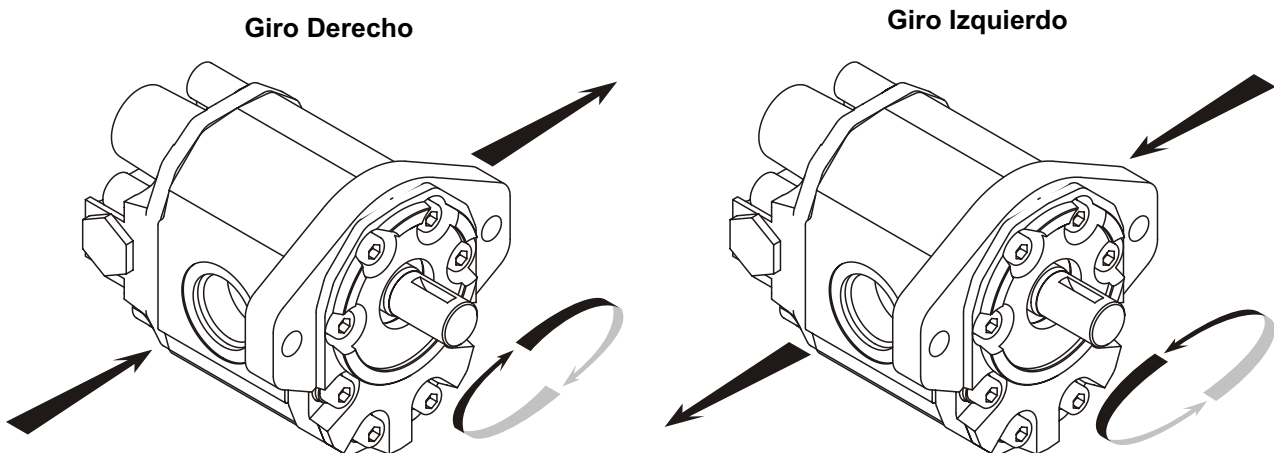


Fig. 20 Identificación del sentido de giro de una bomba a engranajes

## 6 Motores

Los motores hidráulicos son los elementos destinados a transformar la energía hidráulica en energía mecánica rotativa.

Los motores funcionan en forma inversa a la de las bombas. En éstos la presión y el caudal obligan al elemento impulsor a realizar un movimiento que se transforma en rotativo.

Existen tantos tipos de motores hidráulicos como de bombas, y en algunos casos pueden emplearse las bombas como motores (cuando éstos giran en un sólo sentido o cuando las bombas están especialmente diseñadas para ello).

En el caso de querer usar una bomba hidráulica como motor, y si éste debe girar en dos sentidos, se ha de incorporar un drenaje directo a tanque para eliminar la presión que se produce en el interior de la carcasa al convertirse la vía de retorno y de lubricación del retén (sin presión) en vía de admisión (presurizada). Además, se ha de verificar que, por su diseño, esta bomba resista presión en la que sería la línea de aspiración.

En todos los motores hidráulicos se recomienda que el drenaje se conecte directamente al depósito, sin pasar por otras líneas de retorno o por filtros que pudieran crear contrapresiones en el drenaje; y el consiguiente exceso de presión en el retén del eje.

El par desarrollado por estos motores viene determinado por la misma formula que para bombas:

$$C \text{ m.kg} = \frac{P \text{ cv} \times 716}{N \text{ r/min}} \quad \text{ó} \quad C \text{ m.N} = \frac{P \text{ w}}{w}$$

## 7 Válvulas: Tipos

### 7.1 Generalidades

Una vez, gracias a la bomba, se ha conseguido introducir el fluido en la tubería del sistema o circuito hidráulico, se precisan una serie de componentes para regular y controlar los parámetros de presión y caudal de este flujo de fluido dentro del sistema, así como de dirigir el flujo en uno u otro sentido según las necesidades.

Para ello se dispone de un amplio abanico de válvulas capaces de realizar todas las funciones requeridas para el correcto control de los parámetros. Estas válvulas regulan la presión en puntos determinados, la dirección del fluido, y el caudal. Por ello se dividen en los tres grandes grupos que son:

- Válvulas reguladoras de presión
- Válvulas direccionales
- Válvulas reguladoras de caudal

Las primeras suelen funcionar por medio de un pistón que es sensible a la presión; las direccionales, en su mayoría, se basan en el desplazamiento de un vástago dentro de un alojamiento, haciendo que, según la posición, el flujo se dirija a uno u otro orificio de salida; los reguladores de caudal se basan en la reducción de la sección de paso de fluido y pueden hacerlo por medio de pistones, estranguladores o de correderas.

Como su nombre indica, las válvulas reguladoras de presión tienen como misión el control de la presión en los distintos puntos del circuito o sistema hidráulico. En su forma más simple se trata de válvulas de dos vías (entrada y salida) que pueden estar normalmente abiertas (paso de fluido a través de ellas), o normalmente cerradas (no hay paso de fluido a través de ellas). La mayoría de las válvulas de control de presión pueden asumir infinidad de posiciones, entre sus estados de totalmente abierto y totalmente cerrado, dependiendo de los caudales y las presiones diferenciales.

### 7.2 Válvulas de Seguridad

Válvula de regulación de presión del tipo "normalmente cerrada", es decir que no permite el paso de fluido en condiciones normales.

Como su propio nombre indica se trata de válvulas que limitan la presión máxima en el sistema, ofreciendo así la seguridad de que no se exceden los valores límites de presión máxima de los componentes, o simplemente se usan para mantener la presión máxima dentro de los parámetros para los que se ha diseñado el circuito.

#### 7.2.1 Válvulas Limitadoras de Presión

En este tipo de válvulas (Figura 21) entre la entrada y la salida existe una bola o un cono que se mantiene presionado contra su asiento por medio de un resorte.

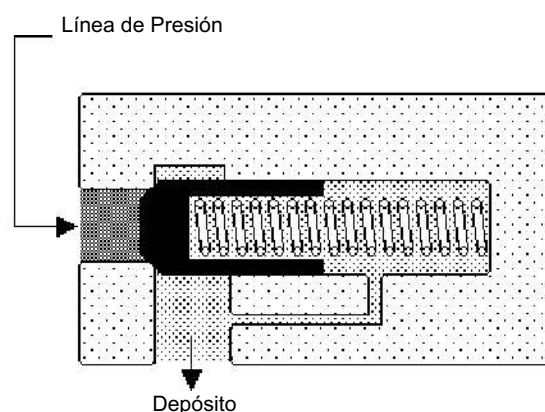


Fig. 21 Válvula de seguridad directa

La fuerza que ejerce este resorte puede variarse, en las válvulas directas regulables, por medio de un sistema mecánico externo a la válvula (Figura 22). Cuando la presión del fluido en la entrada de la válvula es superior a la que la mantiene cerrada, venciendo la fuerza del resorte (Figura 23), ésta se abre, permitiendo el paso del fluido hacia la salida de la válvula (que normalmente se conecta al depósito).

En el momento en que la presión del sistema no sea suficiente para vencer la fuerza del resorte y mantener abierta la válvula, ésta se cerrará por la acción del resorte.

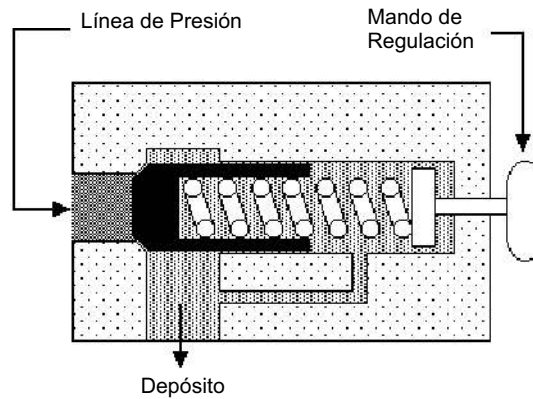


Fig. 22 Válvula de seguridad de acción directa y regulable (cerrada)

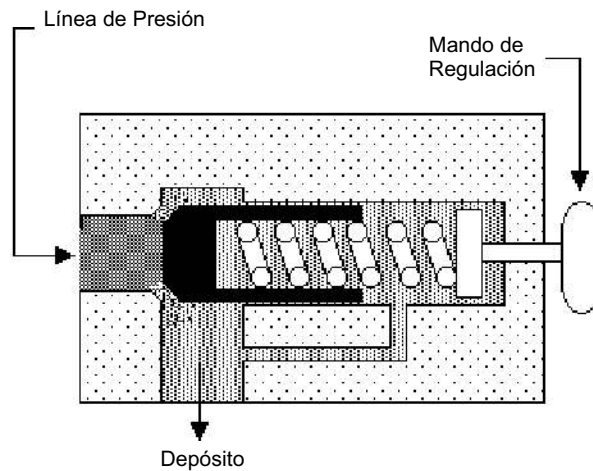


Fig. 23 Válvula de seguridad de acción directa y regulable (abierta)

### 7.3 Válvulas Direccionales

Son aquellas que abren y cierran el paso y dirigen el fluido en un sentido u otro a través de las distintas líneas de conexión. Se pueden clasificar por el número de pasos que tienen, el número de entradas y salidas que tienen y por el número de posiciones en que pueden actuar.

Atendiendo a esta definición, las primeras válvulas direccionales que nos encontramos son las llamadas unidireccionales o anti-retornos.

#### 7.3.1 Válvulas Unidireccionales

Las válvulas unidireccionales son, como su propio nombre indica, válvulas que permiten el flujo del fluido sea en un sólo sentido, y evitan el flujo en sentido inverso.

##### 7.3.1.1 Anti-Retorno

Como muestra la figura 24, se trata de una válvula normalmente cerrada por medio de un cono o una bola, presurizados contra su asiento mediante un resorte.

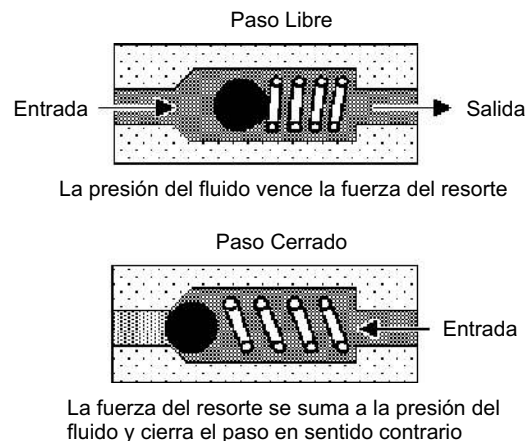


Fig. 24 Válvula anti-retorno (abierta y cerrada)

Mientras la presión del fluido actúe en contraposición a la del resorte, éste se abrirá permitiendo el paso del fluido en la dirección hacia la vía opuesta; sin embargo, si la presión entra en la válvula por la parte del resorte, esta presión se suma a la propia del resorte bloqueando totalmente el paso y evitando que el fluido pueda ir en sentido contrario al anterior.

Como se desprende de este principio de funcionamiento, todas las válvulas anti-retorno precisan una presión mínima para abrirse. Esta presión está en función del taraje del resorte. Por ello se puede variar la presión de apertura de la válvula cambiándole el resorte interior. Este factor es muy importante ya que entre las aplicaciones de esta válvula aquí se trata de mantener una presión mínima en el circuito.

Normalmente el resorte de estas válvulas permite el paso del fluido a partir de una cierta presión mínima. Para determinadas aplicaciones interesa que el resorte de la válvula esté tarado a una presión determinada; en estos casos el símbolo de la misma deberá incluir la referencia del resorte.

Estas válvulas son muy utilizadas en todos los sistemas hidráulicos, y su principio de funcionamiento se aplica en muchos otros tipos de válvulas. La sencillez de funcionamiento de estas válvulas hace que raramente sufran averías, si bien puede romperse el resorte o pueden presentar fugas por desgaste de los elementos de cierre.

### 7.3.2 Válvulas Direccionales de dos Vías

Las válvulas direccionales de varias vías permiten el paso del fluido desde la entrada (llamada presión u orificio de presión) hacia las diferentes vías en que debe realizar sus funciones.

Estas válvulas pueden ser normalmente abiertas o normalmente cerradas. El accionamiento de las mismas puede hacerse por distintos medios: manual, eléctrico y pilotado (hidráulico).

La más sencilla de estas válvulas es la válvula de dos vías que puede ser abierta o cerrada, según sea su posición normal de funcionamiento.

La válvula de dos vías es una simple llave de paso que permite que el caudal o la presión pasen o no a través de ellas. Se diferencia de los reguladores simples de caudal (llaves de aguja) en que ésta tiene como misión primordial el cierre total del paso de fluido, mientras que el regulador, que también puede llegar a cerrar totalmente el paso del fluido, está diseñado para estrangular y restringir el paso del mismo.

Ejemplos de llave de cierre son la de vaciado del depósito (normalmente cerrada) y la de aislamiento de los filtros (normalmente abierta). El modelo más empleado de llave de cierre es la llave esférica, denominación que adquiere por su construcción. (Figura 25).

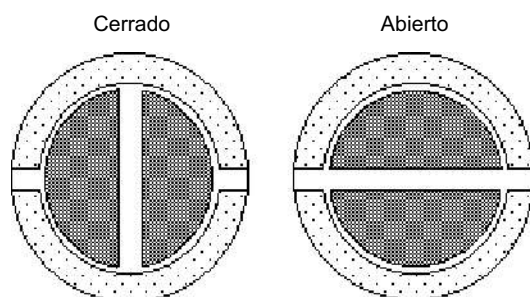


Fig. 25 Válvula direccional de dos vías

Estas válvulas son muy utilizadas en los sistemas hidráulicos para aislar los componentes. Así por ejemplo, se suelen colocar en la línea de aspiración de las bombas para permitir que éstas se puedan desmontar sin necesidad de vaciar el depósito. Esta aplicación, que es muy frecuente, puede ocasionar problemas si se arranca el circuito sin haber abierto previamente la válvula.

Mediante una combinación de muchas llaves de cierre se podría obtener la redirección del fluido a los distintos accionadores y puntos del circuito. Sin embargo, y para evitar la complejidad que esto representaría, se han diseñado las válvulas direccionales de múltiples vías.

### 7.3.3 Válvulas Direccionales de Varias Vías

En estas válvulas hay un orificio de entrada y según la válvula, diversos orificios que pueden ir hacia los accionadores o distintas partes del sistema, y un orificio de retorno hacia el depósito.

La figura 26 muestra una llave de bola de varias vías. Como se puede observar, al hacer girar un mando externo (no reflejado en la figura), se mueve la bola interior y hace que las diferentes vías se intercomuniquen, permitiendo o cerrando el paso del fluido en las diversas direcciones.

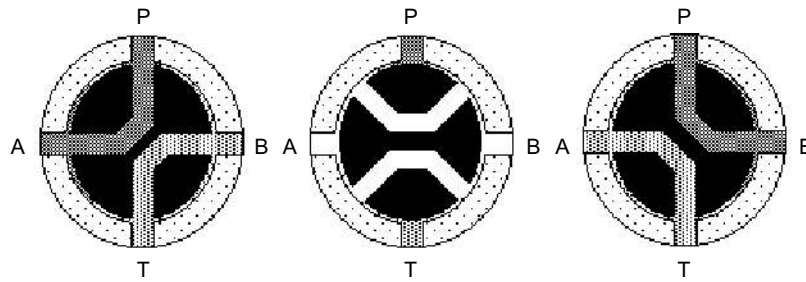


Fig. 26 Válvula direccional: cuatro vías y tres posiciones

Además de las válvulas direccionales rotativas, existen las de desplazamiento lineal (las más empleadas), en las que la conexión de las vías se realiza desplazando una vástago con un determinado relieve por el interior de una camisa en la que se hallan las distintas vías.

Todas las válvulas direccionales pueden ser manipuladas de tres formas distintas: válvulas de accionamiento manual, en las cuales la acción de apertura y cierre o movimiento del vástago o bola se realiza por medio de una palanca que es accionada desde el exterior; válvulas direccionales eléctricas, en las cuales esta función se realiza por medio de solenoides o electroimanes que accionan el vástago; y válvulas direccionales de accionamiento hidráulico en las cuales el desplazamiento del vástago se realiza mediante presión hidráulica.

Así mismo existen combinaciones entre las manuales e hidráulicas y las eléctricas e hidráulicas.

Para válvulas de gran caudal la fuerza necesaria para desplazar el vástago puede llegar a ser muy elevada. En estos casos el accionamiento manual o por solenoide no ofrece fuerza suficiente para desplazar el vástago. La solución consiste en aprovechar la presión hidráulica del sistema para pilotar el desplazamiento del vástago.

Este pilotaje se hace externamente o internamente por medio de otra electro-válvula de pequeño tamaño que envía la presión de pilotaje a uno u otro extremo del vástago.

Cuando se usan electro-válvulas pilotadas se ha de tener en cuenta la presión mínima necesaria para el pilotaje. En algunos circuitos, con vástagos de centro abierto (presión conectada a tanque), no existe presión suficiente para pilotar. En estos casos es necesario intercalar una válvula anti-retorno calibrada a una presión ligeramente superior a la necesaria para el pilotaje, y tomar éste inmediatamente antes del anti-retorno. La figura 27 muestra el funcionamiento típico de una válvula de vástago.

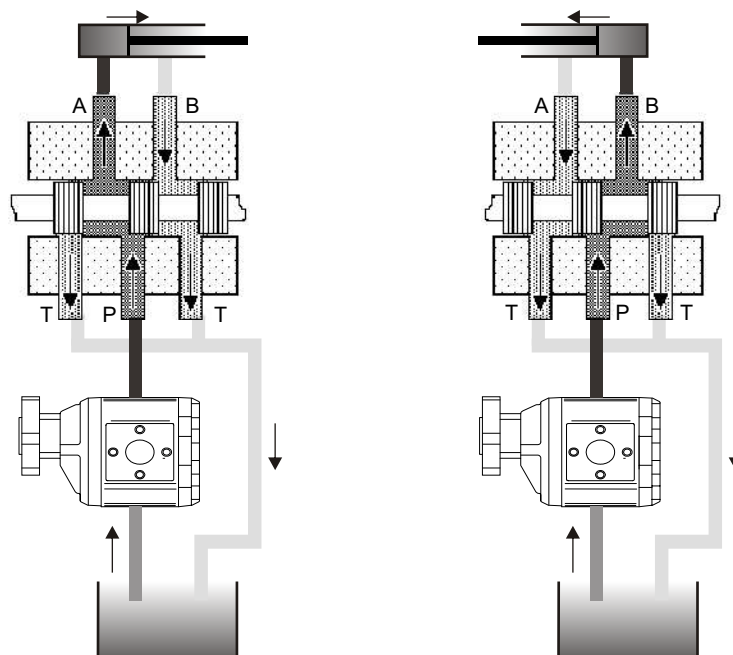


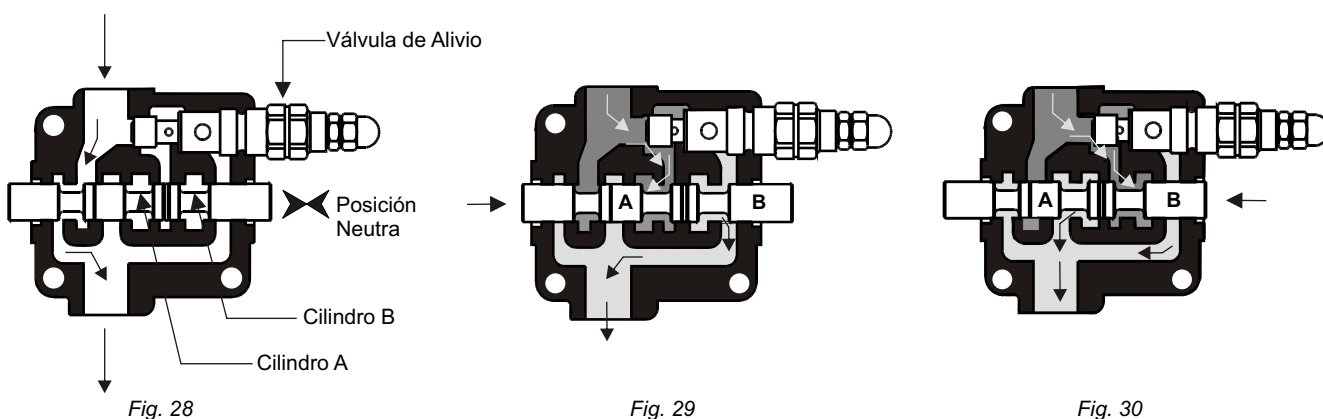
Fig. 27 Válvula direccional (P-A y B-T; P-B y A-T)



Al desplazar la corredera hacia uno u otro lado la intercomunicación de las vías cambiaría de una hacia la otra.

Estas válvulas son frecuentes en todos los sistemas hidráulicos para dirigir el flujo hacia uno u otro sentido del actuador.

### 7.3.3.1 Ejemplo Funcionamiento de una Válvula de Comando con Válvula de Alivio Incorporada



La válvula de comandos se encuentra en posición de reposo, en donde se puede apreciar que el aceite ingresa y sale en forma libre por el canal de by-pass. (Figura 28) y las conexiones a cilindro A y B, están cerradas.

El vástago de la válvula fue desplazado hacia la derecha cerrando así el canal del by-pass. En este caso el aceite se dirige por la zona de válvula de alivio, realizando la apertura de la válvula de retención y llegando a la conexión A y de allí hacia el cilindro produciendo el movimiento del mismo. En este momento, la válvula de alivio, controla la presión del circuito (Figura 29). Por la conexión B, se produce el retorno de aceite proveniente de la contra - cara del cilindro.

En la figura 30 observamos el desplazamiento del vástago hacia la izquierda, generando el mismo efecto que el ejemplo anterior (Figura 29). En este caso el cilindro cambia de sentido de movimiento produciendo el retorno de aceite por la conexión A.

**EN LAS VALVULAS DE COMANDOS CON VALVULA DE ALIVIO INCORPORADA, LA CONEXION DE ENTRADA SE REALIZA SIEMPRE DEL LADO DE LA VALVULA DE ALIVIO**

## 7.4 Válvula para el Control de Caudal

Las válvulas reguladoras de caudal son las que delimitan el volumen de líquido por unidad de tiempo que pasa a través del sistema. La más sencilla de estas válvulas es el grifo de cierre o llave de aguja, en el cual, según se va abriendo el mando de regulación, el caudal que pasa a su través incrementa. Sin embargo, este tipo tan sencillo de válvulas reguladoras de caudal no están compensadas, por lo que la retención que produce se transforma en calor. Son, pues, válvulas poco utilizadas debido a la generación de temperatura.

Las válvulas reguladoras de caudal tienen también muchas aplicaciones dentro de los sistemas hidráulicos ya que sirven para variar la velocidad de los movimientos.

### 7.4.1 Válvulas Reguladoras de Caudal No Compensadas (Válvulas de Aguja)

El método más simple de regular el caudal es mediante la válvula de aguja. En la válvula de aguja un cono conectado al mando de regulación abre o cierra el paso según se separe más o menos de su asiento. Es decir, a medida que se va aflojando el mando se va incrementando el área de paso de fluido, permitiendo un mayor caudal (Figura 31). En este tipo de válvulas el caudal regulado está influenciado por la presión del circuito ya que al incrementar la presión también aumentará el caudal que pasa a través de la válvula (eso sí, con una mayor pérdida de carga y aumento de temperatura).

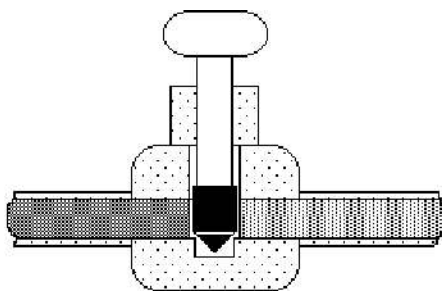


Fig. 31 Válvula de aguja

### 7.4.2 Válvulas Regulatoras de Caudal Compensadas

Las válvulas de regulación compensadas mantienen el caudal constante independientemente de la diferencia de presión del fluido. Así, mientras en las válvulas no compensadas el caudal se incrementa en función de la presión, en las válvulas compensadas el caudal se mantiene constante a pesar de la variación de presión. Estas válvulas compensadas son las más utilizadas ya que mantienen las velocidades de los actuadores dentro de unos límites mucho más definidos que las válvulas no compensadas.

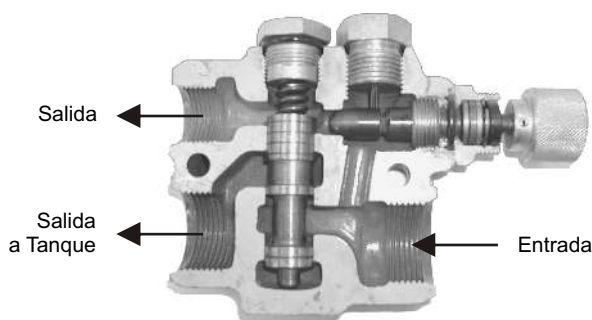


Fig. 32 Válvula reguladora de caudal compensada

La figura 32 muestra el funcionamiento de la válvula reguladora de caudal de tres vías compensada.

Cuando la presión en la línea de caudal regulado se incrementa, la corredera se desplaza hacia la izquierda incrementando el paso de caudal hacia el orificio de regulación.

Dentro del grupo de válvulas reguladoras de caudal compensadas nos encontramos con las válvulas divisoras de caudal, que son válvulas con una entrada y dos salidas de caudal regulado. Estas válvulas pueden suministrar dos caudales a partir de un caudal primario, por ejemplo cuando se trata de mover simultáneamente dos cilindros.

La figura 33 muestra esquemáticamente una válvula divisora de caudal.

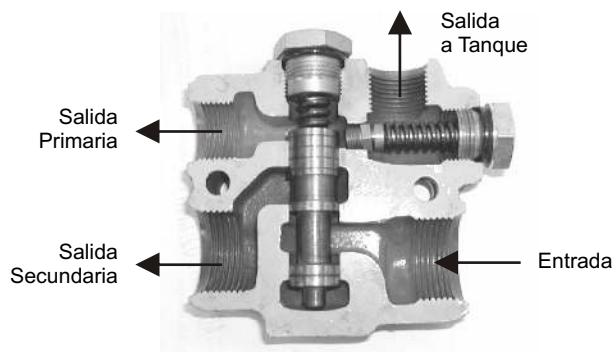


Fig. 33 Válvula divisora de caudal

## 8 Anexo 1 - Relación entre la Válvula Limitadora de Presión y la Colocación de una Bomba Nueva

Desearíamos que la información que damos a continuación quedara grabada en la memoria del lector: "El montaje de una bomba nueva en una máquina o en una instalación cualquiera debe estar acompañado obligatoriamente por un descalibrado total de la válvula de limitación de presión del circuito. El recalibrado de la válvula constituirá la operación final del proceso."

El proceso debe realizarse de la forma siguiente:

1. Colocar un manómetro con una escala conveniente, en una toma de la tubería, siempre prevista para esta finalidad (generalmente en la válvula de comandos).
2. Descalibrar la válvula de limitación de presión del circuito. Precaución: su regulación puede estar condicionada por un tornillo o bien por arandelas de calibración. En algunos casos, su descalibrado y recalibrado podría hacerse mejor en un banco de pruebas; pero por un lado cuando la operación se realiza en campo no es normal tener un tester portátil.
3. Montar la bomba, teniendo en cuenta de echarle aceite en la zona de sus dientes ó paletas, según el tipo, y a continuación proceder a conectar las cañerías ó mangueras.
4. Poner en marcha el motor, a fin de elevar la temperatura del aceite.
5. Bloquear los cilindros hidráulicos con un dispositivo cualquiera evitando las posiciones extremas, muy especialmente cuando los pistones están equipados con válvulas de limitación fin de carrera.
6. Después que el aceite haya alcanzado una temperatura comprendida entre 40 y 50°C, aumentar el régimen de revoluciones del motor.
7. Desplazar la palanca del comando a fin de alimentar los cilindros. Si éstos se encuentran inmovilizados, la presión registrada será una presión estática, es decir, que se ha suprimido toda pérdida de carga y que la presión leída en el manómetro es válida para todos los puntos del circuito.

Actuar entonces sobre el dispositivo de regulación de la válvula, en varios intentos, hasta obtener el valor de presión prescripto por el fabricante.

### **¿Por qué hay que descalibrar la válvula de limitación de presión del circuito antes de proceder al montaje de una bomba nueva?**

La experiencia demuestra que ocurre frecuentemente que los últimos técnicos que han examinado la instalación han aumentado en un valor no despreciable la presión de seguridad de apertura de la válvula pensando obtener así una mejora de funcionamiento. Ésta operación que "a priori" parece inconcebible, es sin embargo realizada a diario: confusión del caudal con la presión.

Si esta válvula no está totalmente descalibrada y a continuación reacondicionada a su valor nominal, la bomba nueva solo sobrevivirá por lo general algunas horas en su nuevo emplazamiento. (Exceso de presión no soportable por la bomba o incluso por el acoplamiento).

Las averías en las bombas nuevas y su cambio sucesivo en cascada se deben en muchas ocasiones a que no se ha respetado esta precaución elemental.

## 9 Anexo 2 - Empleo de Abacos

Analizaremos una instalación simple con un cilindro que accionaremos con una bomba y veremos como se debe proceder para seleccionar correctamente los elementos que integran dicho circuito.

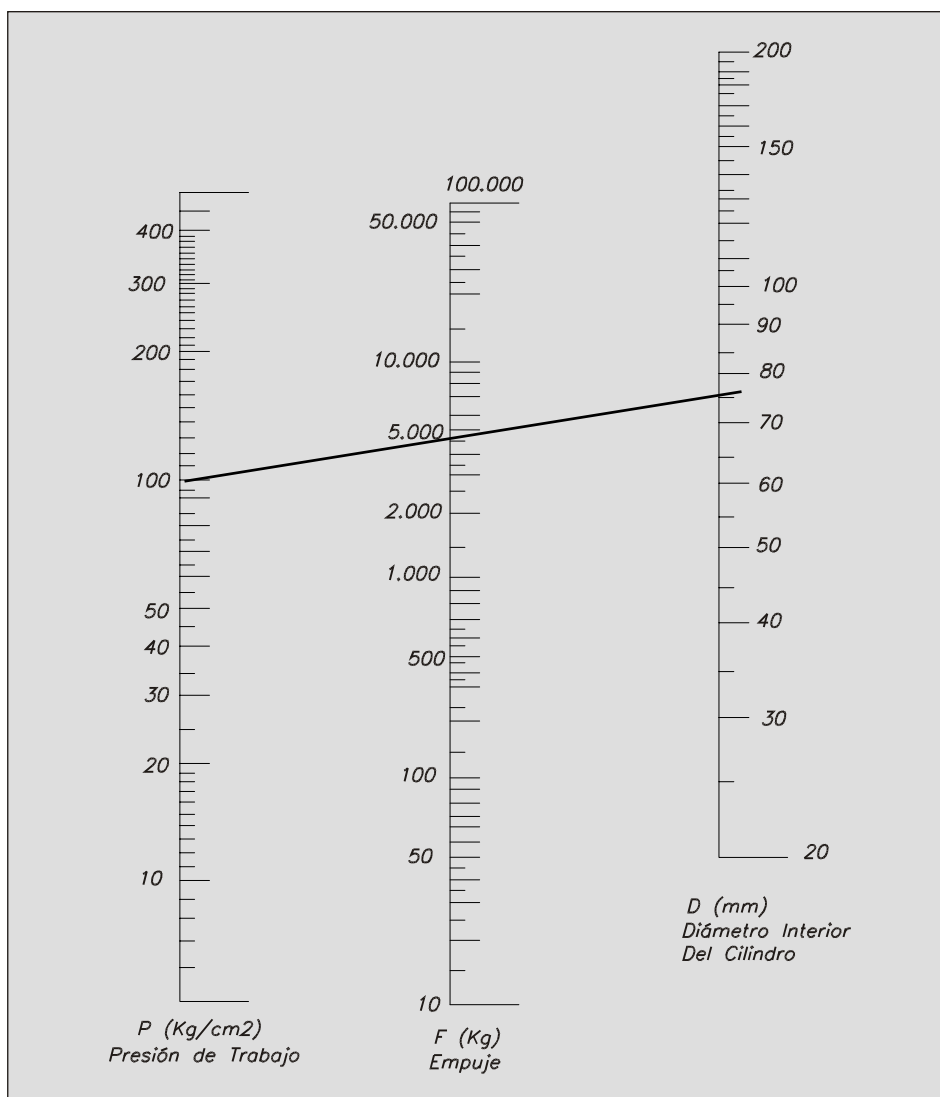
1) El Cilindro (elemento principal) realiza un determinado trabajo, a través de un valor de empuje, con un recorrido o carrera que a su vez se efectúa en un cierto tiempo, indicativo de una velocidad de desplazamiento.

Fijamos también el valor de presión con que vamos a trabajar en el circuito.

Sintetizando y como ejemplo ilustrativo, tendremos:

- a) Fuerza Necesaria:  $F = 4.500$  (kg)
- b) Carrera Necesaria:  $C = 800$  (mm)
- c) Tiempo p/ recorrido total :  $T = 10$  (seg.)
- d) Velocidad de desplazamiento:  $V = 80$  (mm/seg.)
- e) Presión de trabajo  $P = 100$  (kg/cm<sup>2</sup>)

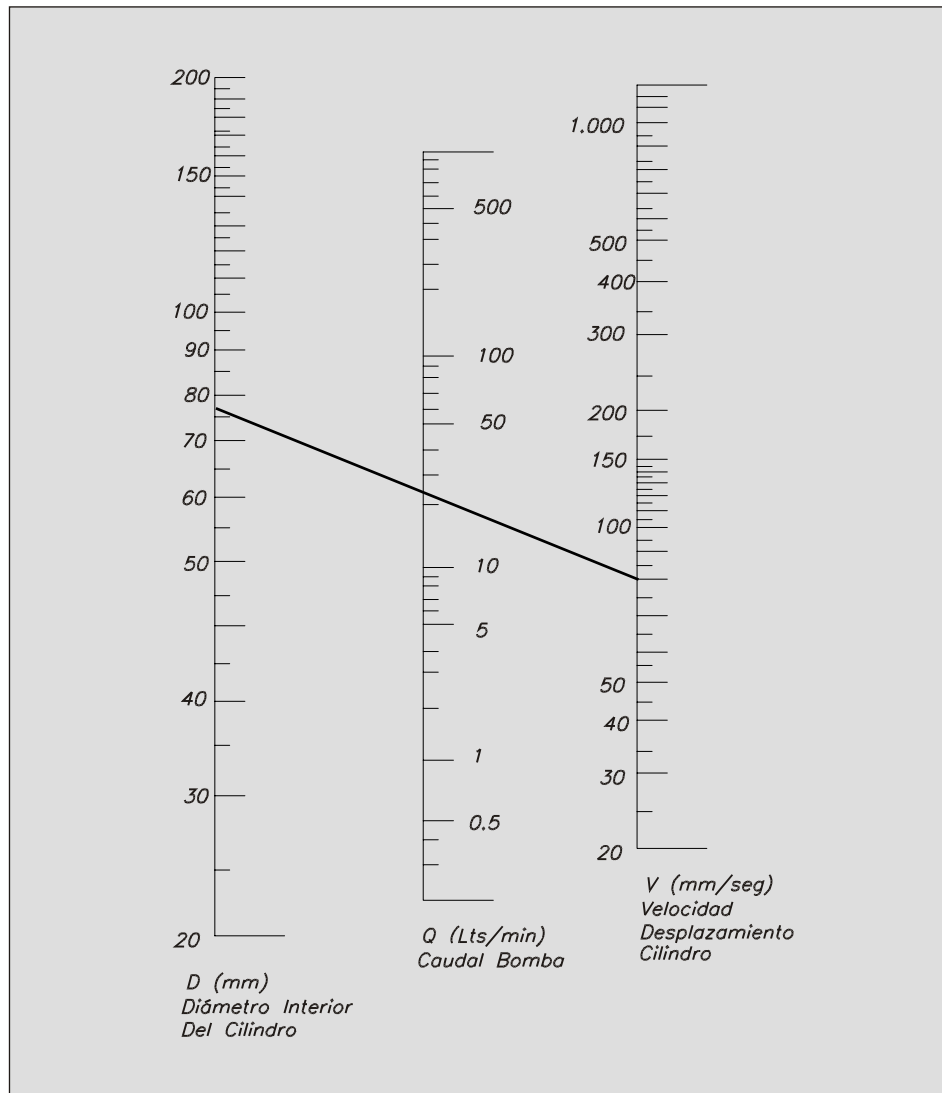
Con el valor  $F$  y la presión  $P$ , del ábaco 1, extraemos el valor del diámetro interior  $D = 76,2$  (mm) que deber tener el cilindro.



Abaco N° 1: para determinar el diámetro de un cilindro

2) El cilindro se desplazara con una velocidad  $V$ , por lo cual, con el diámetro obtenido y mediante la ayuda del abaco 2, uniendo los puntos representativos comprobamos que las condiciones impuestas se cumplirán suministrándole un caudal  $Q = 22$  (l/min), valor este que deberá ser entregado por la bomba.

3) Necesitaremos una bomba que proporcione  $Q = 22$  (l/min) y que a su vez accione con un motor eléctrico a 1.450 RPM en los diferentes modelos fabricados y sobre la base de sus curvas características, tendremos que la bomba necesaria será de  $16 \text{ cm}^3$  / vuelta, o 22 l/min, a 1450 RPM y un rendimiento del 95% a  $100 \text{ kg/cm}^2$  de presión.

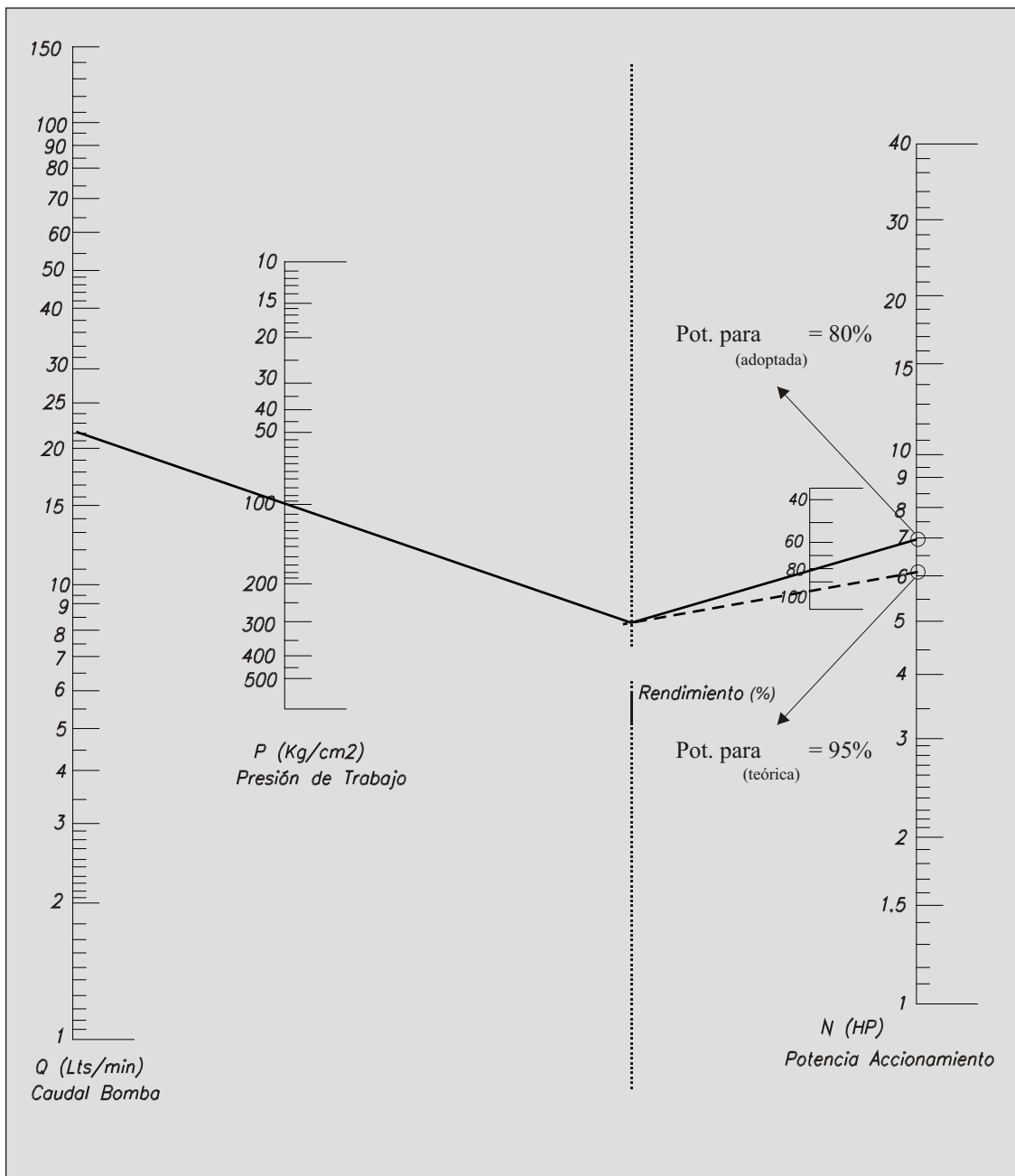


Abaco N° 2: para determinar el caudal necesario (tipo de bomba)

4) Ahora determinaremos la potencia necesaria del motor eléctrico utilizando el ábaco 3, uniendo los puntos, comprobamos que se hace necesario disponer de una potencia mínima de  $N = 6,25$  HP para  $t = 95\%$ .

Observamos que en la citada tabla existe un eje con porcentajes relativos al rendimiento total, representativo de la eficiencia de toda instalación, estimándose prudente adoptar un valor que oscile alrededor del 80%.

De todas maneras, debemos considerar un cierto margen de seguridad para afrontar eventuales requerimientos de mayores potencias hidráulicas. Por consiguiente la selección del motor eléctrico se hará por exceso de potencia y encuadrado dentro de valores normales de fabricación. En este caso será conveniente adoptar por una potencia de  $N = 7$  HP.



Abaco N° 3: para determinar la potencia necesaria (tipo de motor)

5) El caudal establecido, deberá ser conducido a través de tuberías, las que deberán estar correctamente dimensionadas, considerando la velocidad normal de circulación recomendada, conforme a los ábacos 4 y 5 que se detallan a continuación.

TUBERIA DE ASPIRACIÓN	TUBERIA DE RETORNO	TUBERÍA DE PRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )					
		0 a 10	10 a 25	25 a 50	50 a 100	100 a 150	150 a 200
0.5 a 1.5 m/seg.	2 m/seg.	3 m/seg.	3,5 m/seg.	4 m/seg.	4,5 m/seg.	5 m/seg.	5,5 m/seg.

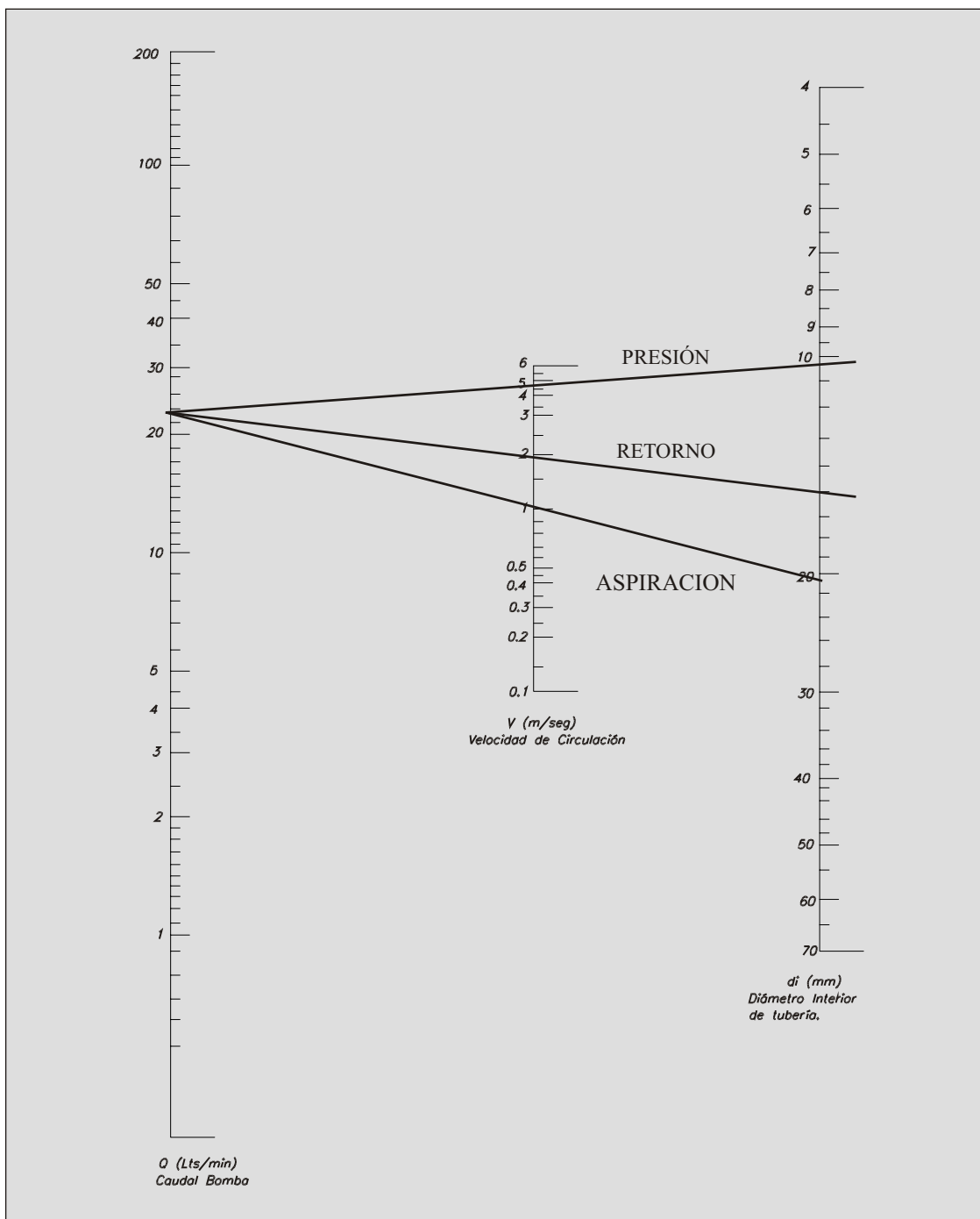
*Abaco N° 4: velocidad del fluido para determinar el diámetro de cañería a utilizar*

Del ábaco 5 y en base a valores establecidos en el ábaco 4, es posible seleccionar la tubería, con el diámetro interior apropiado y acorde a su ubicación en el circuito (Tubería “de presión”; “de retorno” y especialmente “de alimentación o aspiración”).

Normalmente el mercado proveedor suministra medidas normalizadas, la selección deberá realizarse por valores en exceso ya que los valores obtenidos en el ábaco 5 son los mínimos indispensables. Los tubos de presión y retorno pueden unificarse en sus medidas.

Todas estas consideraciones han sido realizadas sobre la base de una longitud de conductos no superior a 5 mts. En caso de verse rebasado dicho valor, convendrá analizar el problema más detenidamente mediante expresiones que evalúan las caídas de presión que pueden generarse o bien cubrir la eventualidad con mayores diámetros de tuberías.

Resulta conveniente destacar que el líquido, por la tubería de aspiración, se desplaza con la mínima velocidad posible, que la longitud de dicho conducto es la mínima indispensable y que el nivel del depósito de aceite se encuentra por encima del de entrada de la bomba.



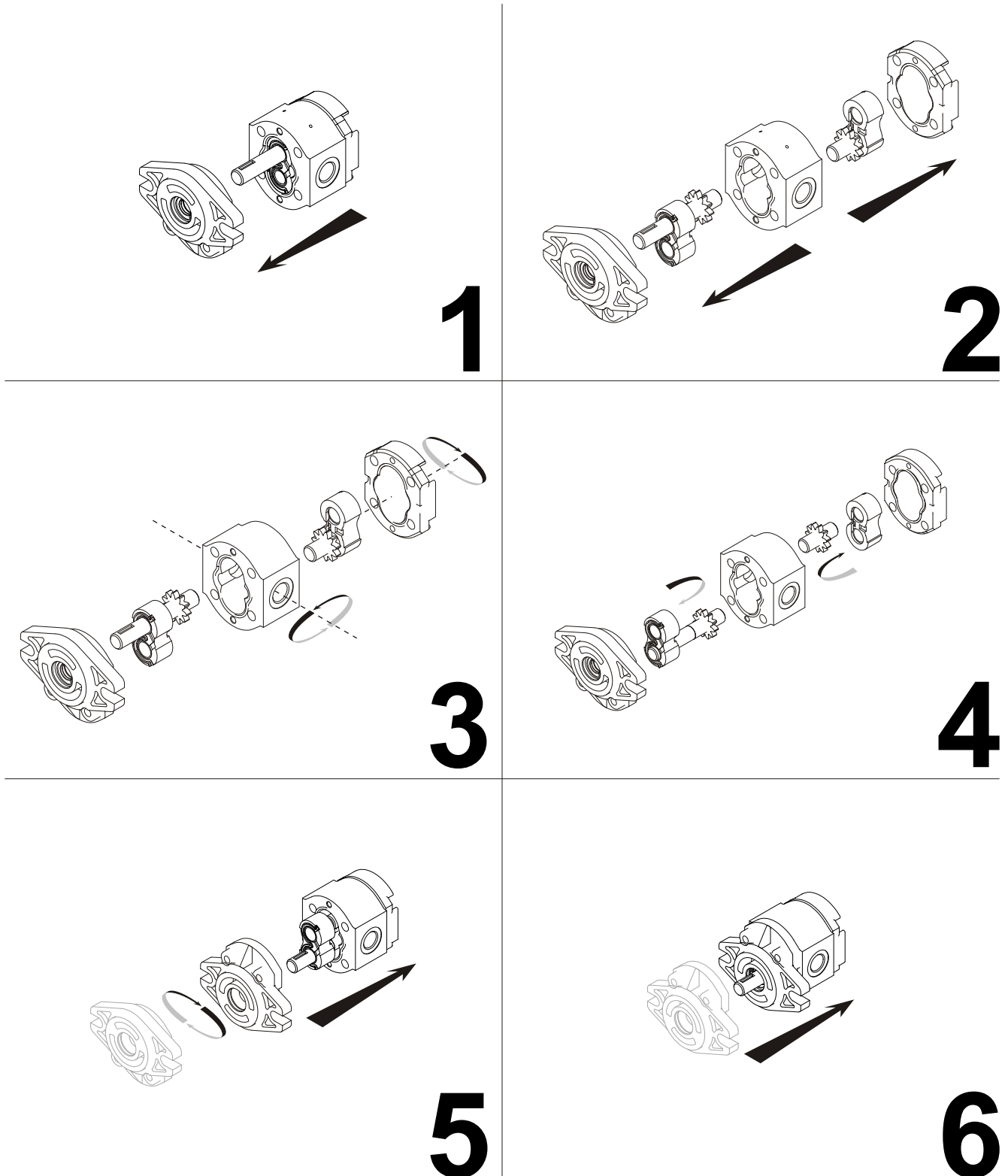
Abaco N° 5: para determinar tipos de cañerías a utilizar (aspiración, presión y retorno)



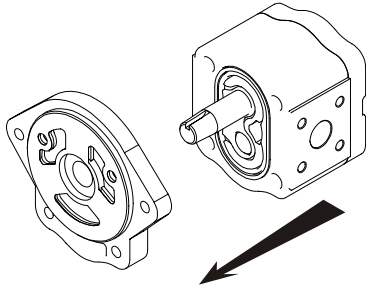
## 10 Cambios de Giro en Bombas a Engranajes

### 10.1 Cambio de Giro Bomba B1

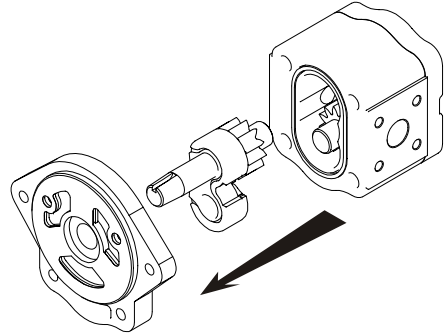
**NOTA:** Ejemplo válido solo para bombas B1 que no tengan entrada y salida de caudal por toma de fijación.



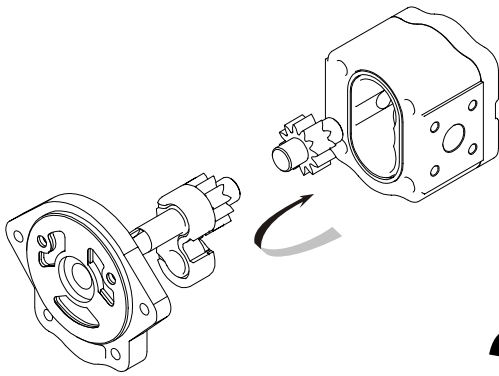
### 10.2 Cambio de Giro Bomba BO



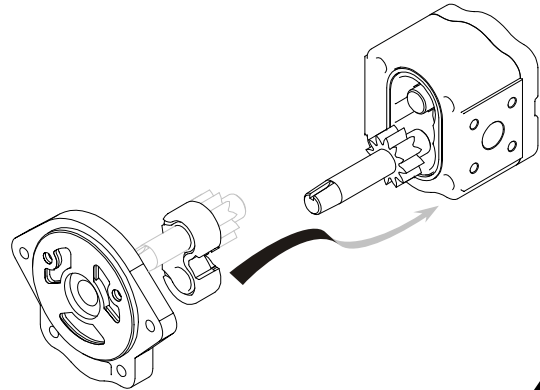
1



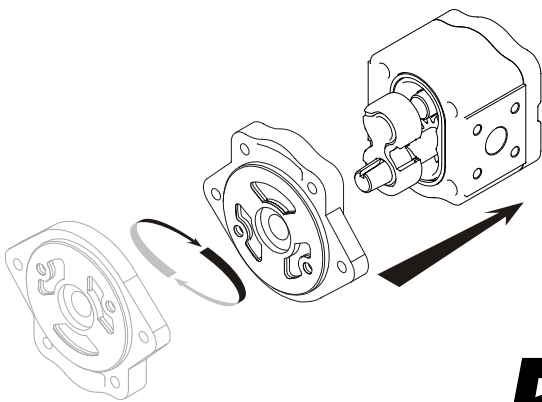
2



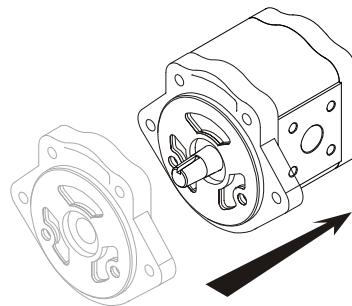
3



4

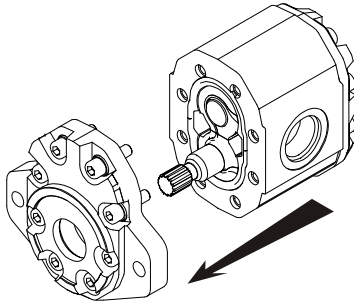


5

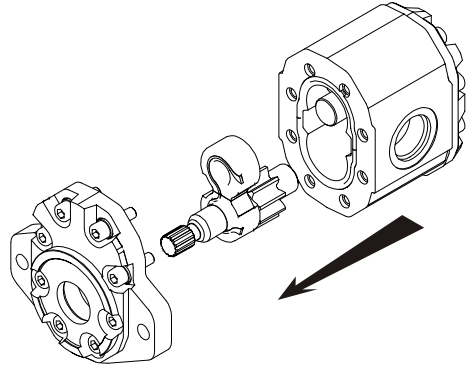


6

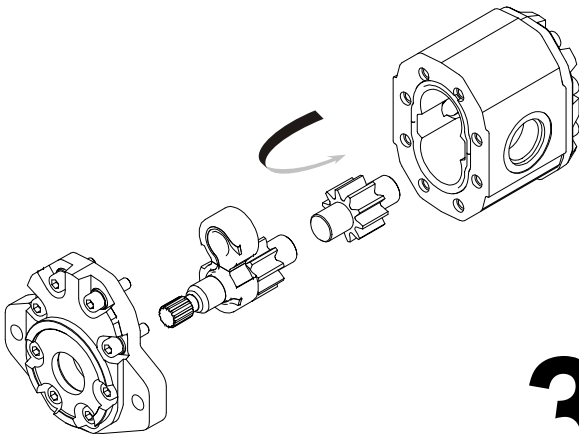
### 10.3 Cambio de Giro Bomba MC1



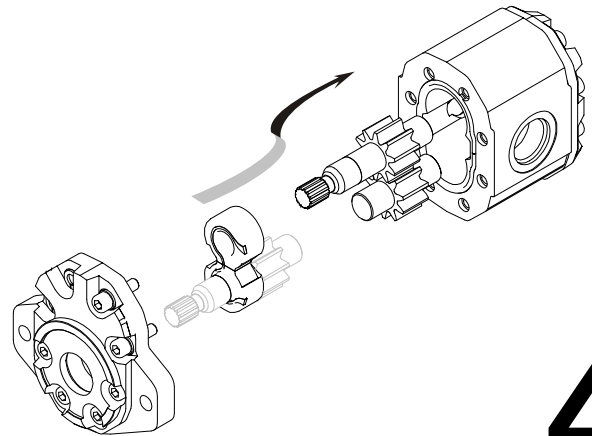
1



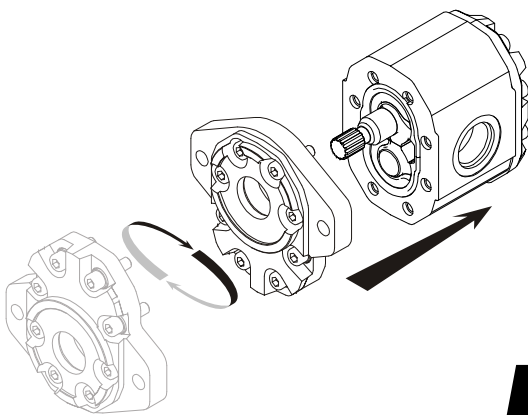
2



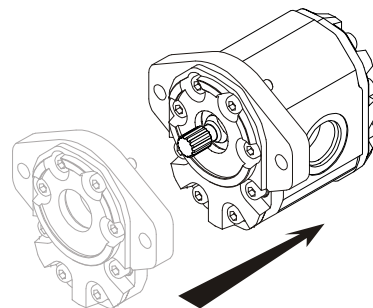
3



4

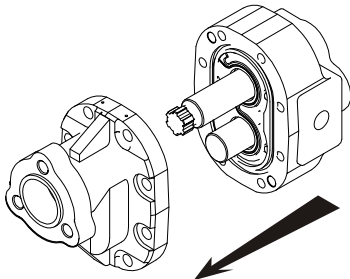


5

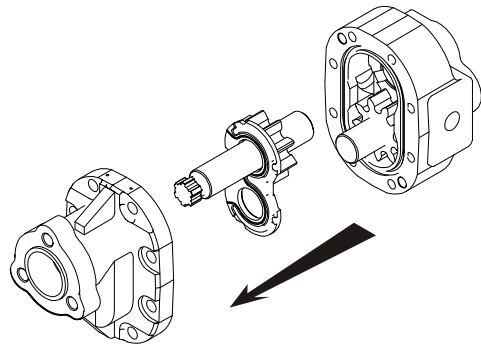


6

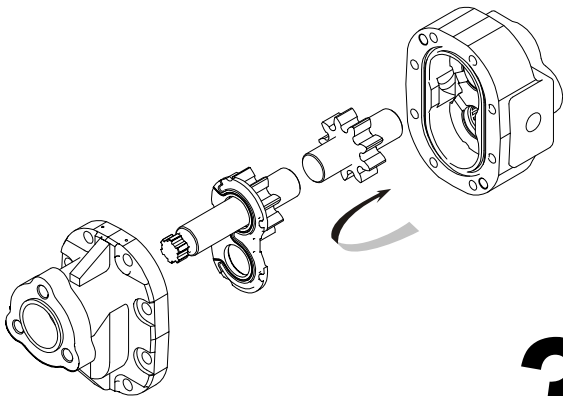
### 10.4 Cambio de Giro Bomba AP



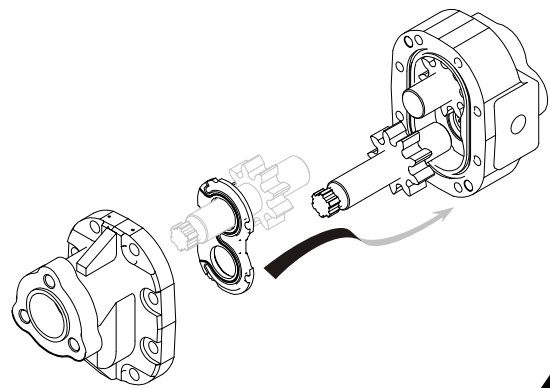
1



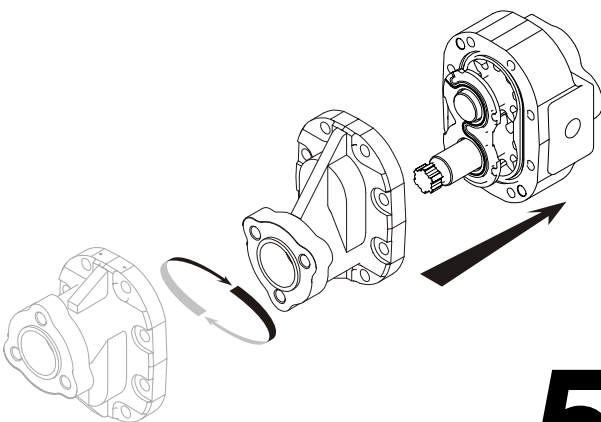
2



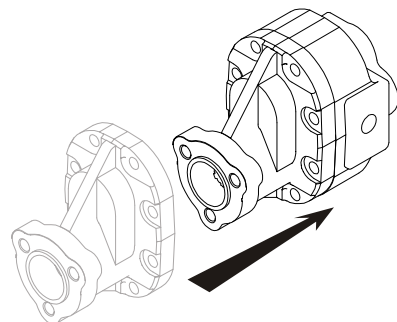
3



4



5



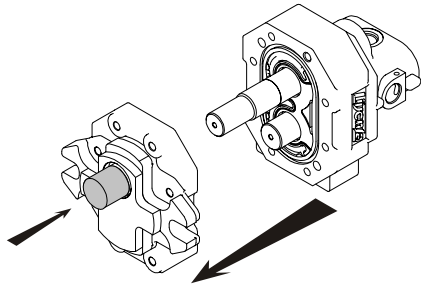
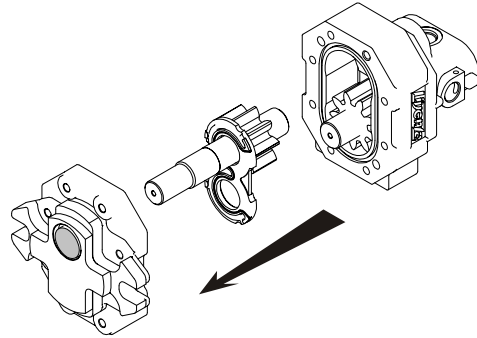
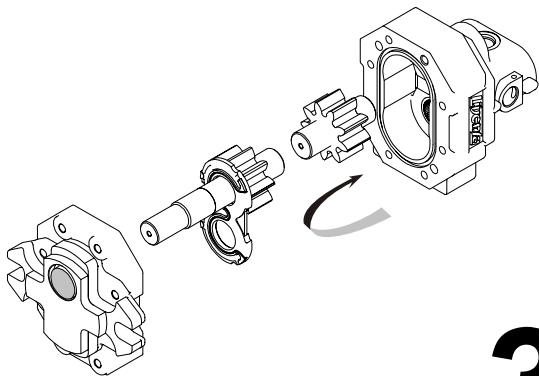
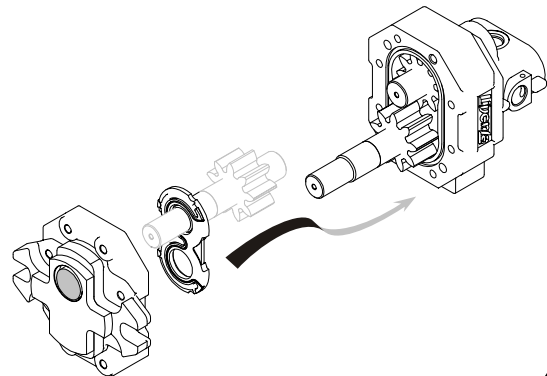
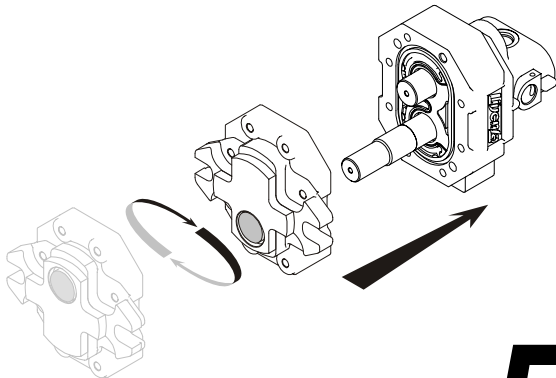
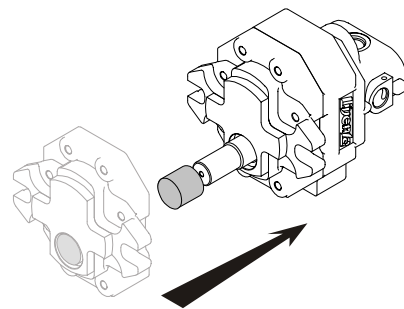
6

### 10.5 Cambio de Giro Bomba MD1

**NOTA:** Antes de comenzar el desarmado de la bomba se deberá contar con 1 tapón de espuma de poliuretano de  $\text{Ø } 33 \times 30 \text{ mm}$  de largo aproximadamente embebido en aceite de gran viscosidad o grasa.

Una vez removido todos los tornillos de la bomba comenzar a retirar cuidadosamente la toma, colocando antes de retirarla por completo dicho tapón.

Este procedimiento impedirá el desarme de las agujas de su respectiva canasta en el rodamiento.

**1****2****3****4****5****6**

## 11 Fallas

### 11.1 Fallas Producidas en Bombas a Engranajes

Las Fallas de bombas que se presentan en servicio, son en su mayor parte, debidas a errores cometidos en su operación. Los fluidos inadecuados, las sobrecargas y las reparaciones mal hechas son por lo general la causa por la cual una bomba deja de funcionar ó rinda menos de lo especificado.

#### 11.1.1 Fallas ocasionadas por los fluidos inadecuados

##### **Fluidos contaminados con partículas finas**

Producen aspereza en las superficies de trabajo de las bombas acelerando su desgaste.

##### **Fluidos contaminados con partículas gruesas**

Producen ralladuras en los bujes y cuerpos de las bombas a engranajes, ralladuras en las paletas y estatos de bombas a paletas; atascamientos de válvulas a resortes de bombas a pistón, ralladuras en válvulas rotativas, etc. Se caracteriza por rayas en las superficies deslizantes y marcas profundas en dientes de engranajes.

##### **Fluidos combinados con cieno**

La humedad ambiente se condensa y el agua mezclada con el fluido forma cieno ó lodo, que se deposita en los filtros y tuberías de aspiración; provocando caídas de presión en la aspiración, que a la postre se traducen en cavitación.

Se manifiesta como desprendimientos de metal en las zonas de aspiración de las bombas.

También la humedad provoca corrosión en partes de la bomba.

##### **Fluidos que afectan las empaquetaduras**

Algunos fluidos contienen sustancias que pueden dañar las empaquetaduras internas y externas de las bombas, causando pérdidas que disminuyen su rendimiento y pueden llegar a permitir la entrada de aire al sistema ocasionando cavitación.

Se manifiesta como desgaste prematuro de retenes y aro sellos y erosiones de cavitación en las zonas de aspiración.

##### **Fluidos demasiado viscosos**

Aumentan la temperatura de trabajo, las presiones internas y las cargas de fricción, por otra parte falla la lubricación en algunos lugares de las bombas sobre todo en el arranque.

Ocasionan desgastes prematuros y anormales.

##### **Fluidos poco viscosos**

Aumentan las pérdidas internas y externas de la bomba, falla la lubricación, llegando hasta el engranamiento, no se alcanza la presión de trabajo requerida por fugas y la temperatura por consiguiente también aumenta.

Se registran desgastes excesivos y engranes ó agarrotamientos.

##### **Fluidos incorrectos**

Las distintas partes de un circuito determinan el tipo de fluido a usar y hay fluidos muy distintos entre sí; cada uno para un uso específico. El uso de líquido de frenos o de mezclas inflamables en equipos corrientes de tractor son ejemplos de un uso incorrecto que finaliza en desperfectos en las bombas.

### 11.1.2 Fallas ocasionadas por aire en el circuito

El ingreso de aire en el circuito, ya sea en la línea de aspiración, en el tanque por bajo nivel de fluido o en cualquier zona de descarga de cilindros y motores cuando se efectúan malas maniobras, trae aparejado daños en la bomba. Las burbujas de aire en el sistema especialmente en las zonas de alta presión provocan cavitación con sus concurrentes desprendimientos de metal.

### 11.1.3 Fallas ocasionadas por sobre carga

Para tener una idea de la magnitud de la reducción en la vida útil de una bomba tenemos el caso de los cojinetes donde su vida útil varía inversamente proporcional con el cubo de la presión a que está sometido.

Si la presión se aumenta el doble, la vida disminuye 8 veces.

Las sobre presiones ocasionadas por mal funcionamiento de una válvula limitadora o por erróneo concepto de querer aumentar las velocidades de operación, aumentando la presión, traen aparejado serios daños en las bombas donde se resienten cojinetes, empaquetaduras, bujes, etc.

Las sobre presiones pueden llegar a provocar roturas de cuerpos ejes y dientes de engranajes en las bombas.

### 11.1.4 Fallas ocasionadas por malas instalaciones

Un desarme de bomba, si no se toman las precauciones correspondientes puede ocasionar fallas posteriores graves.

## 11.2 Fallas Producidas en Circuitos Hidráulicos y Posibles Soluciones

En este apartado se detallarán una serie de defectos que indican un mal funcionamiento del sistema, inmediatamente se pondrán las causas probables que pueden provocar dicho desperfecto (la secuencia está de acuerdo con la probabilidad del suceso ó con la facilidad de comprobarlo) y a continuación su solución.

### 11.2.1 Ruido excesivo en bomba

#### Cavitación

Limpiar los filtros sucios.

Limpiar la línea de succión.

Limpiar el filtro de aire del tanque.

Cambiar el fluido del sistema.

Verificar que la manguera de aspiración no se encuentre reducida en su sección.

#### Aire en el fluido

Apretar las conexiones de entrada que goteen.

Llenar el tanque a nivel apropiado.

Purgar el aire del sistema.

Reemplazar el retén de la tapa de la bomba.

#### Acople desalineado

Alinear la unidad y comprobar las condiciones de los aros sellos.

#### Bomba desgastada o dañada

Reparar ó reemplazar.

### 11.2.2 Ruido excesivo en válvula de alivio

#### Ajuste demasiado cercano a la presión de trabajo o al ajuste de otra válvula

Instalar un manómetro de presión y ajustar a la presión correcta.

#### Cono y asientos desgastados

Reparar o reemplazar.

### 11.2.3 Calor excesivo en bomba

#### Fluido caliente

Instalar un manómetro de presión y ajustar a la presión correcta.

#### Cavitación

Cambiar todos los filtros sucios.  
Limpiar la línea de succión si está obstruida.  
Limpiar el filtro de aire del tanque.

#### Aire en el fluido

Apretar las conexiones de entrada que goteen.  
Llenar el tanque a nivel apropiado.  
Purgar el aire del sistema.  
Reemplazar el retén de la tapa de la bomba.

#### Válvula de alivio o descarga con ajuste demasiado alta en presión

Instalar un manómetro de presión y ajustar a la presión correcta.

#### Carga excesiva

Alinear la unidad y comprobar las condiciones de los aros sellos.  
Localizar y corregir alguna restricción mecánica.  
Comprobar la carga de trabajo que pueda exceder la que señala el diseño.

#### Bomba desgastada o dañada

Reparar ó reemplazar.

### 11.2.4 Calor excesivo en válvula de alivio

#### Fluido caliente

Instalar un manómetro y ajustar a la presión correcta.

#### Ajuste incorrecto

Instalar un manómetro y ajustar a la presión correcta.

#### Válvula desgastada o dañada

Reparar ó reemplazar.

### 11.2.5 Calor excesivo en fluido

#### Presión del sistema demasiada alta

Instalar un manómetro y ajustar la presión correcta.

#### Válvula de alivio o descarga con ajuste demasiado alta en presión

Instalar un manómetro y ajustar a la presión correcta.

#### Fluido sucio o baja provisión

Cambiar los filtros y también fluidos del sistema si no tienen viscosidad apropiada.  
Llenar el tanque a nivel adecuado.

#### Fluido de viscosidad incorrecta

Cambiar los filtros y fluidos del sistema.  
Llenar el tanque a nivel adecuado.

#### Sistema de enfriamiento defectuoso

Reparar ó cambiar.

#### Bomba, válvula, motor, cilindro u otro componente desgastado

Reparar ó cambiar.



### 11.2.6 No hay flujo

#### La bomba no recibe flujo

- Cambiar los filtros sucios.
- Limpiar la línea de succión.
- Limpiar el filtro de aire del tanque.
- Llenar el tanque a nivel apropiado.

#### Acople roto entre el motor y la bomba

- Compruébese algún daño en la bomba ó en el manejo.
- Cambiar y linear el acople.

#### Motor que mueve a la bomba con rotación invertida

- Invertir rotación.

#### Control direccional ajustado en posición incorrecta

- Comprobar la posición de los controles operados con solenoides.

#### Todo el flujo para a través de la válvula de alivio

- Ajustar.

#### Bomba dañada

- Compruébese algún daño en la bomba ó en el manejo.

### 11.2.7 Poco flujo

#### Ajuste del control de flujo demasiado cerrado

- Ajustar.

#### Válvula de alivio o descarga con ajuste demasiado abierto

- Ajustar.

#### Fuga externa en el sistema

- Apretar las conexiones que tengan pérdida.
- Purgar el aire del sistema.

#### Bomba, válvula, motor, cilindro u otro componente desgastado

- Reparar ó cambiar.

### 11.2.8 Flujo excesivo

#### Ajuste del control de flujo demasiado abierto

- Ajustar.

### 11.2.9 No hay presión

#### No hay flujo

### 11.2.10 Baja presión

#### Hay un escape de presión

- No hay flujo.
- Flujo incorrecto.

#### Ajuste de la válvula reguladora de presión demasiado bajo

- Ajustar.

**Fugas externas excesivas**

Apretar las conexiones que tengan pérdida.  
Llenar el tanque a nivel apropiado.  
Purgar el aire del sistema.

**Válvula reguladora de presión desgastada o dañada**

Reparar ó cambiar.

**11.2.11 Presión errática****Aire en el flujo**

Apretar las conexiones que tengan pérdidas.  
Llenar el tanque a nivel apropiado.  
Purgar el aire del sistema.

**Válvula de alivio desgastada**

Reparar o Cambiar.

**Contaminación en el flujo**

Cambiar filtros.  
Cambiar el fluido del sistema.

**Bomba, motor ó cilindro desgastado**

Reparar ó cambiar.

**11.2.12 Presión excesiva****Válvula reguladora de presión o válvula de alivio mal ajustada**

Ajustar.  
Reparar ó cambiar.

**11.2.13 No hay movimiento****No hay flujo o presión****Control del límite o posición (mecánico, eléctrico ó hidráulico) inoperante ó desajustado.**

Reparar ó cambiar.

**Restricción mecánica**

Localizar la restricción mecánica y reparar.

**Motor ó cilindro desgastado**

Reparar o cambiar.

**11.2.14 Movimiento lento****Poco fluido****Viscosidad del líquido demasiado alta**

El flujo puede estar demasiado frío ó sucio y/o cambiarse por otro de viscosidad correcta.

**Control de presión insuficiente para válvulas****No hay lubricación en el paso de máquina o en los mecanismos de movimiento**

Lubricar.

**Motor ó cilindro desgastado**

Reparar ó cambiar.

### **11.2.15 Movimiento**

#### **Presión**

#### **Aire en el flujo**

#### **No hay lubricación en los mecanismos de movimientos**

Lubricar.

#### **Motor ó cilindro desgastado**

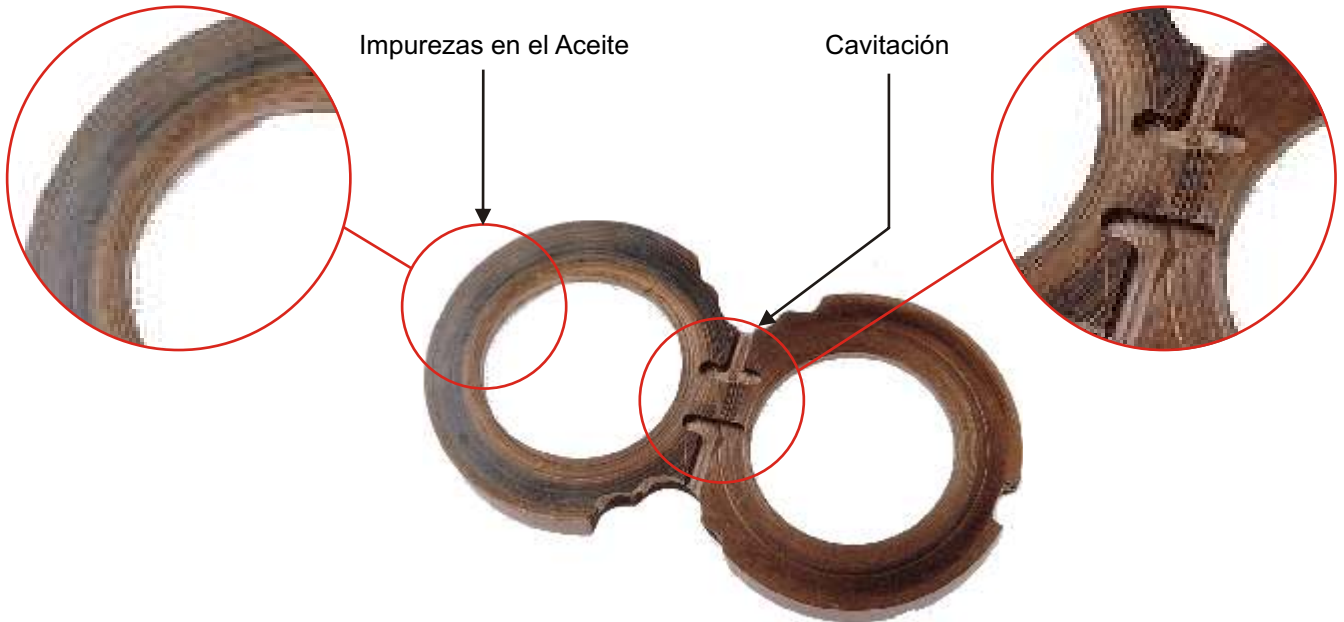
Reparar ó cambiar.

### **11.2.16 Velocidad o movimiento excesivo**

#### **Flujo excesivo**

Regular caudal.

### 11.3 Fallas producidas en las placa de fricción de una bomba MD



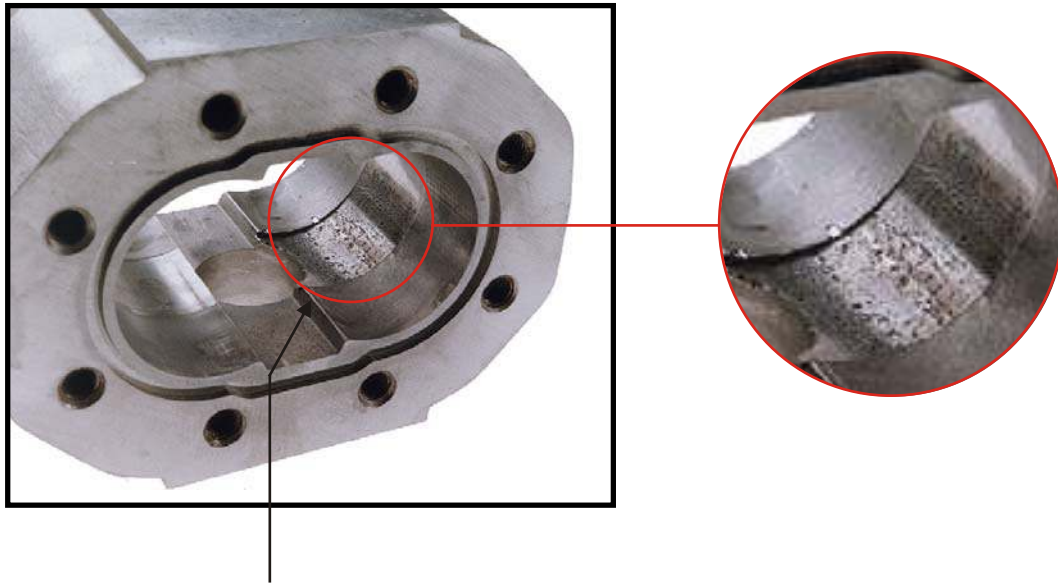
### 11.4 Fallas producidas en bujes B1, BO y MC1

Las caras laterales se encuentran en un estado deplorable al igual que los alojamientos. En estas condiciones estas piezas quedan irrecuperables.

Causas posibles de esta avería: suciedad en el aceite, calentamiento, etc.



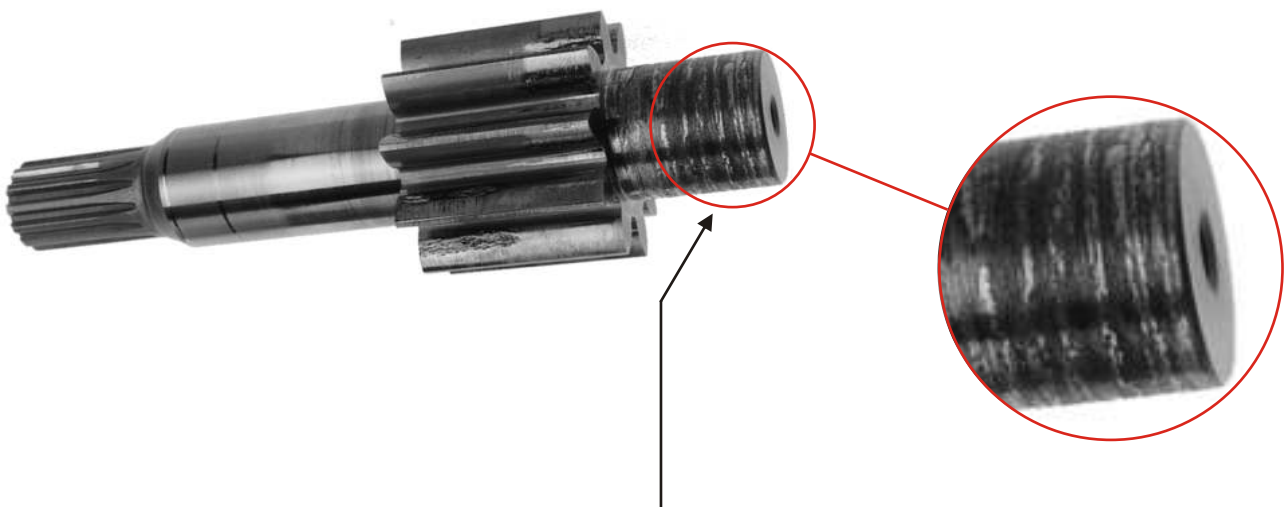
### 11.5 Fallas producidas en el cuerpo de una bomba (desgaste por entalladuras)



Se observa en este cuerpo de bomba el amplio rallado (igual a la altura de los engranajes) ocasionado por el rozamiento de las cimas de los dientes. La flecha señala la arista de la entalladura. Como es lógico, este desgaste se origina del lado de la alimentación.

Puede ocurrir, sobre todo en el caso de bombas con carcasa de aluminio fundido, que en un productor de energía de este tipo que nunca hubiera funcionado a presiones elevadas, llegarán a aparecer huellas muy semejantes a las que acabamos de mencionar. En este caso tales "HUELLAS" no son imputables a la acción de los dentados sobre los alojamientos de la carcasa, sino a una velocidad de paso excesivamente grande por el orificio de alimentación y por consiguiente, en el interior de la cavidad correspondiente.

### 11.6 Fallas producidas en engranajes de una bomba a engranajes



Se puede ver el estado de los ejes de una bomba a engranajes. Esto es producto de las impurezas en el aceite, originando así un excesivo calentamiento, posterior engrane y finalmente la destrucción total del equipo.

**12 Notas**

Lined area for notes, consisting of 26 horizontal lines.



