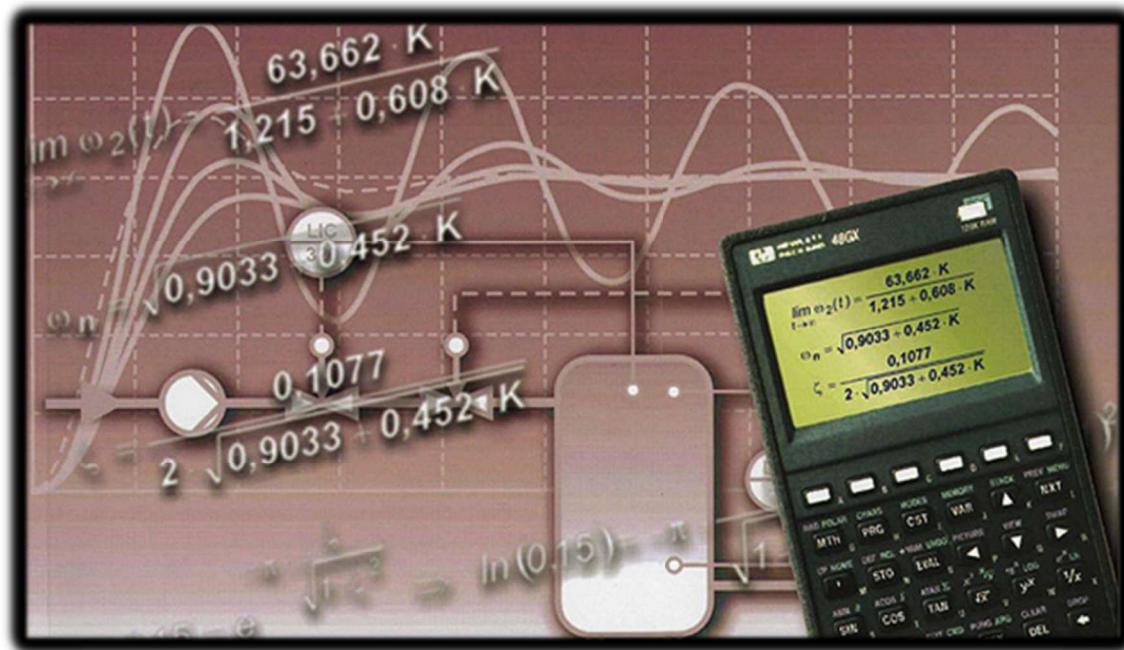


# DESARROLLO DE PROYECTOS DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL

*M2 UF1790 – Planificación de Sistemas de Medida y Regulación en Sistemas de Automatización Industrial. Normas de Aplicación*



# Indice

## I CONCEPTOS BASICOS

- INTRO A LA AUTOMATIZACION INDUSTRIAL
- FLUIDO Y TIPOS DE FLUIDOS
- HIDROSTÁTICA
- HIDRODINÁMICA
- NEUMÁTICA
- AIRE COMPRIMIDO
- ECUACIÓN DE LOS GASES PERFECTOS
- PRESIÓN
- TEMPERATURA
- CAUDAL
- DENSIDAD
- VISCOSIDAD
- CALOR ESPECÍFICO
- PESO. PESO ESPECÍFICO
- VOLUMEN. VOLUMEN ESPECÍFICO
- VOLUMEN DE UN CILINDRO NEUMATICO
- COMPRESIBILIDAD
- TENSIÓN SUPERFICIAL
- CONDUCTIVIDAD TERMICA
- CAPILARIDAD
- PRESION DE VAPOR
- POTENCIA
- HUMEDAD
- PRINCIPIO DE ARQUÍMIDES
- ECUACIÓN DE CONTINUIDAD
- TEOREMA DE BERNOULLI
- REGIMEN DE FLUJO: LAMINAR Y TURBULENTO
- FRICCIÓN DE FLUIDOS: TUBERÍAS Y DEPÓSITOS

## II COMPONENTES DE CIRCUITOS NEUMÁTICO E HIDRAULICO

- COMPRESORES. TIPOS
- FUNCIONAMIENTO DE UN COMPRESOR
- DEPOSITO
- ACUMULADOR
- TUBERIAS
- VALVULAS NEUMATICAS
- EFECTO VENTURI
- PRINCIPIO DE PASCAL
- BOMBAS HIDRAULICAS
- CAVITACION
- MOTORES HIDRAULICOS
- ACUMULADORES
- DEPOSITO
- FILTROS
- CILINDROS

## III REPRSENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE MOVIMIENTOS SECUENCIALES

- INTRODUCCION
- DIAGRAMA DE DESPLAZAMIENTO-FASE

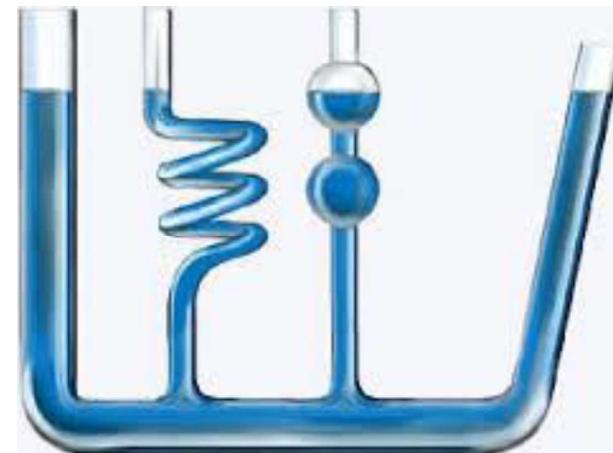
# Introducción a la Automatización Industrial

- DEFINICION DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL
- PIRAMIDE DE LA AUTOMATIZACION
- NIVELES DE AUTOMATIZACION
- CONTROLADORES
- OBJETIVOS DE LA AUTOMATIACION



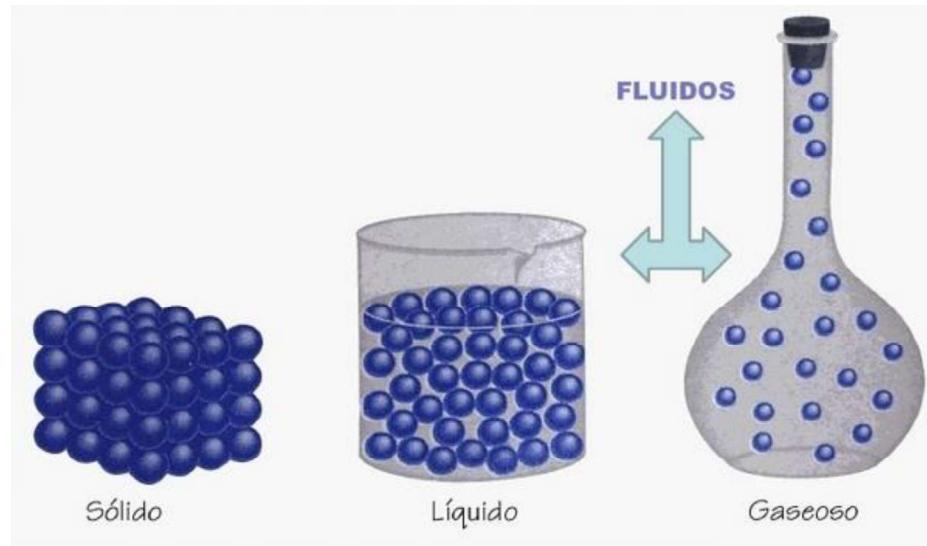
# Fluido

- Es un tipo de medio continuo compuesto por una sustancia y cuyas moléculas están unidas por atracciones débiles intermoleculares.
- Tiene la propiedad de fluir y carece de rigidez y tiene elasticidad, por lo que se puede adaptar a la forma del recipiente que lo contiene.
- La materia fluida puede ser trasvasada de un recipiente a otro, es decir, tiene la capacidad de fluir. Los líquidos y los gases son dos tipos diferentes de fluidos.
- Podrá cambiar su estado en función de sus condiciones de contorno (P, T) pudiendo ser:
  - sólido – no es un fluido, propiamente dicho.
  - líquido – tienen un volumen constante que no puede modificarse por compresión. Se les considera incompresibles.
  - gaseoso – Se pueden comprimir.



# Tipos de Fluídos

- Sólidos: sus moléculas están unidas fuertemente.
- Líquidos: sus moléculas están unidas menos fuertemente. Agua, aceite, gasolina, etc...
- Gaseosos: sus moléculas están unidas débilmente. Oxígeno, vapor, refrigerante, etc...
- Superfluidos – estado de la materia con ausencia total de viscosidad. Ej. Helio líquido (-270°C)

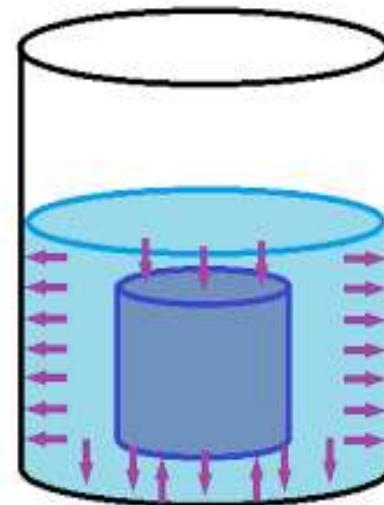
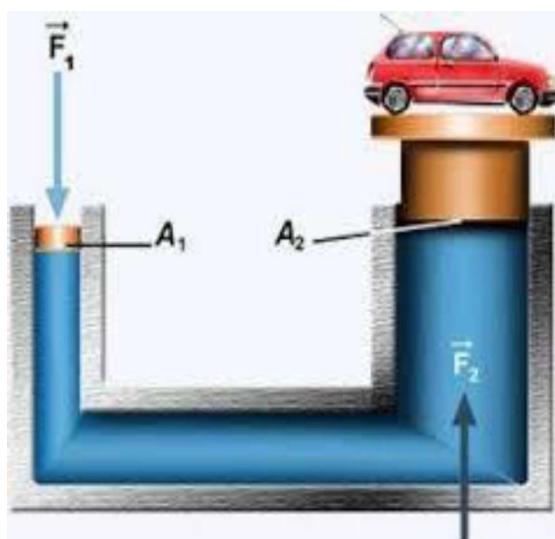


## Propiedades de los líquidos



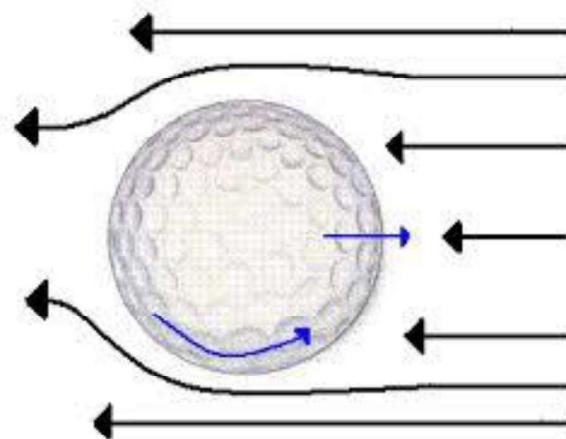
# Hidrostática

- Es la rama de la hidráulica que estudia los fluidos incompresibles y fluido compresibles en estado de reposo o de equilibrio
- Equilibrio hidrostático es cuando la presión y la gravedad están en equilibrio. (no hay aceleración vertical).



# Hidrodinámica

- Es la rama de la hidráulica que estudia los líquidos en movimiento. Se consideran velocidad, presión, caudal, etc.
- Para ello considera:
  - el fluido es un líquido incompresible, es decir, que su densidad no varía con el cambio de presión (a diferencia de los gases).
  - la energía perdida por la viscosidad se considera despreciable (oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales)
  - la velocidad del fluido varia muy lentamente



# Neumática

- Es la parte de la física que estudia el movimiento de los fluidos compresibles, mayoritariamente los gases. Como tecnología utiliza aire comprimido como medio de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.



# Aire Comprimido

- Aire comprimido es una de las formas de energía más antigua que conoce el hombre
- Neumática: conjunto de las aplicaciones técnicas (transmisión y transformación de fuerzas y movimiento) que utilizan la energía acumulada en el aire comprimido
- Se ha utilizado esta fuerza desde hace muchos años. Griego Ktesibios hace 2000 años fabricó una catapulta con aire comprimido

## VENTAJAS AIRE COMPRIMIDO

- Abundante: aire para comprimir se encuentra en cantidades ilimitadas
- Transporte: se transporta fácilmente por tuberías sin necesitar retorno
- Almacenable: se puede almacenar y tomarse de estos
- Temperatura: no peligro de explosión y de incendio. Instalaciones más baratas
- Limpio: si falla estanqueidad, no produce ensuciamiento. Importante industria alimentaria
- Elementos: simples y por tanto económicos en relación otras tecnologías. Pocas averías
- Velocidad: desplazamiento rápido. Velocidades de trabajo elevadas

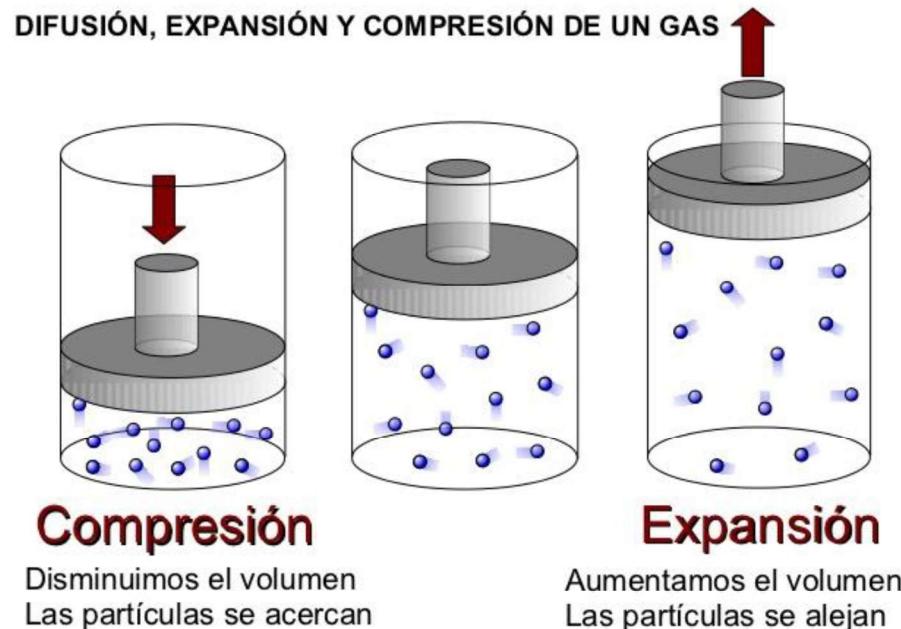
## INCONVENIENTES AIRE COMPRIMIDO

- Preparación: antes de utilizarlo, limpiarlo de impurezas y filtrado
- Compresible: no velocidades constantes y uniformes. Se mejora con electrónica. Caro.
- Fuerza: presión normal de trabajo 6 bar. No muy alto
- Costos: se compensa el coste de preparación del aire con coste económico de elementos y buen rendimiento
- Ruidoso y muy difícil de recuperar el aire de fugas

# Aire Comprimido

## PROPIEDADES FÍSICAS DEL AIRE

- Es un fluido: no tiene forma ni volumen. Ocupa el recinto en el que está ubicado  
Su volumen puede cambiar de forma y también de valor: expansión o compresión
- La composición volumétrica es:
  - 78% de nitrógeno
  - 21% de oxígeno
  - resto argón, helio, hidrógeno, xenón, vapor de agua, etcSu densidad es de 1,293 kg/m<sup>3</sup> a 0°C y 1 atm de presión



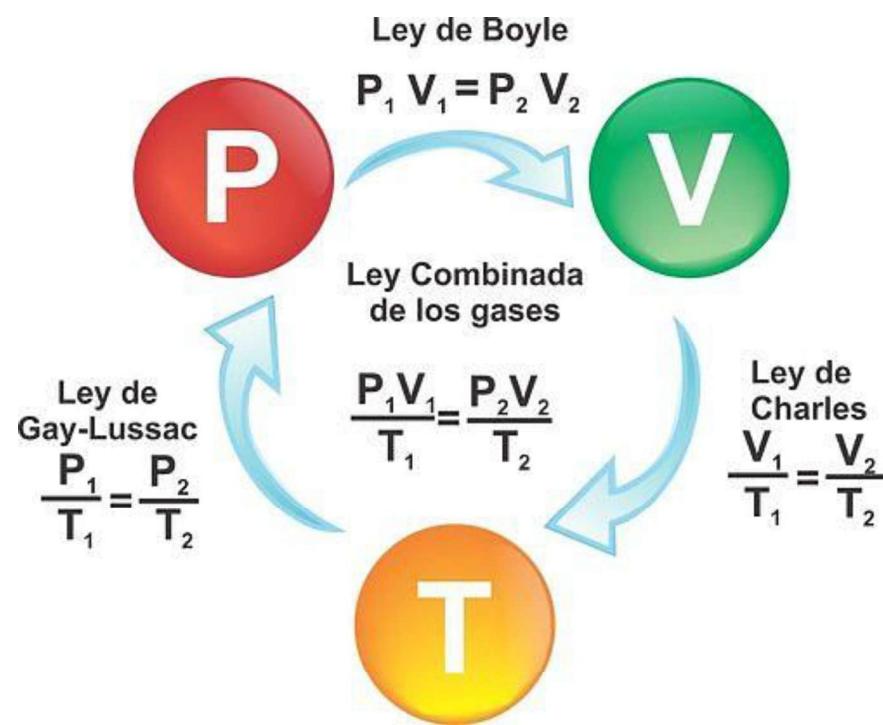
# Ecuación de Gases Perfectos

- Expresa la relación que existe entre los parámetros independientes de un gas ideal.

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

- En el caso particular en el que no varíe la temperatura ni el número de moles:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$



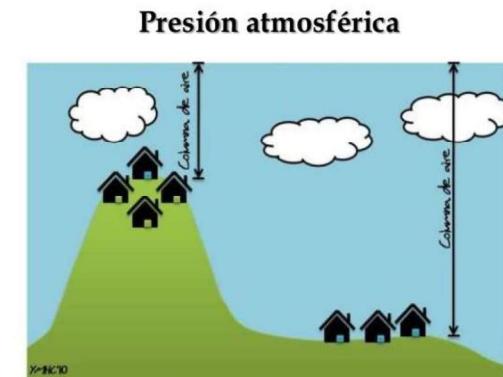
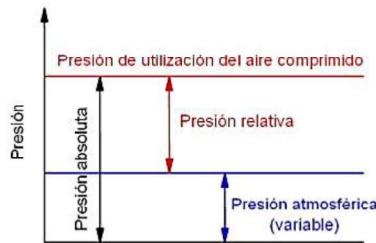
# Presión

- **PRESIÓN:** fuerza ejercida por un fluido sobre la superficie de un elemento su unidad en el SI es el **PASCAL**  
Muy importante para comprobar la resistencia de piezas
- **PRESIÓN ATMOSFÉRICA:** es el peso de la columna de aire comprendido entre una superficie y el límite de la atmósfera. Por tanto, varía con la altura, además de las condiciones metereológicas. A nivel del mar, se suele redondear a 1 bar.  
También se llama **BAROMÉTRICA** y la miden los **barómetros**
- **PRESIÓN ABSOLUTA:** la resultante de dividir la fuerza ejercida sobre una superficie por dicha superficie
- **PRESIÓN RELATIVA:** diferencia entre la  $P_{\text{absoluta}}$  y la  $P_{\text{atmosférica}}$ , ya que todos los cuerpos están sometidos a la presión atmosférica.  
También se llama **MANOMÉTRICA** y se mide con **manómetro**

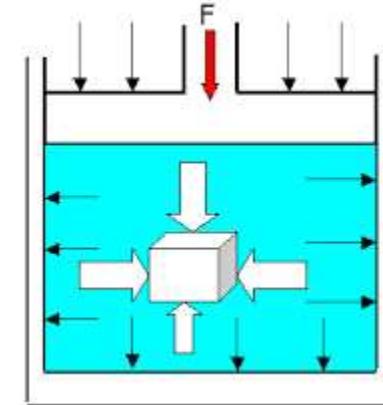
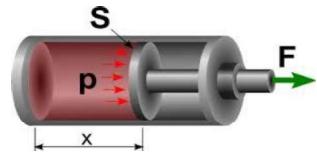
$$P = \frac{F}{S}$$

## Presión atmosférica, absoluta y relativa

Los manómetros indican el valor de presión relativa



Es la presión que ejerce el aire sobre la tierra y sobre todos los cuerpos que se encuentran en ella.



# Presión

- **Presión:** fuerza ejercida sobre la superficie de un cuerpo.

$$\text{Presión} = \text{Fuerza} / \text{Superficie}$$

- Las **unidades** que se utilizan para la presión son:

- En el Sistema Internacional: el **Pascal (Pa)**

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

- Pero el Pascal es muy pequeño para las presiones con las que vamos a trabajar, por lo que emplearemos el **bar**.

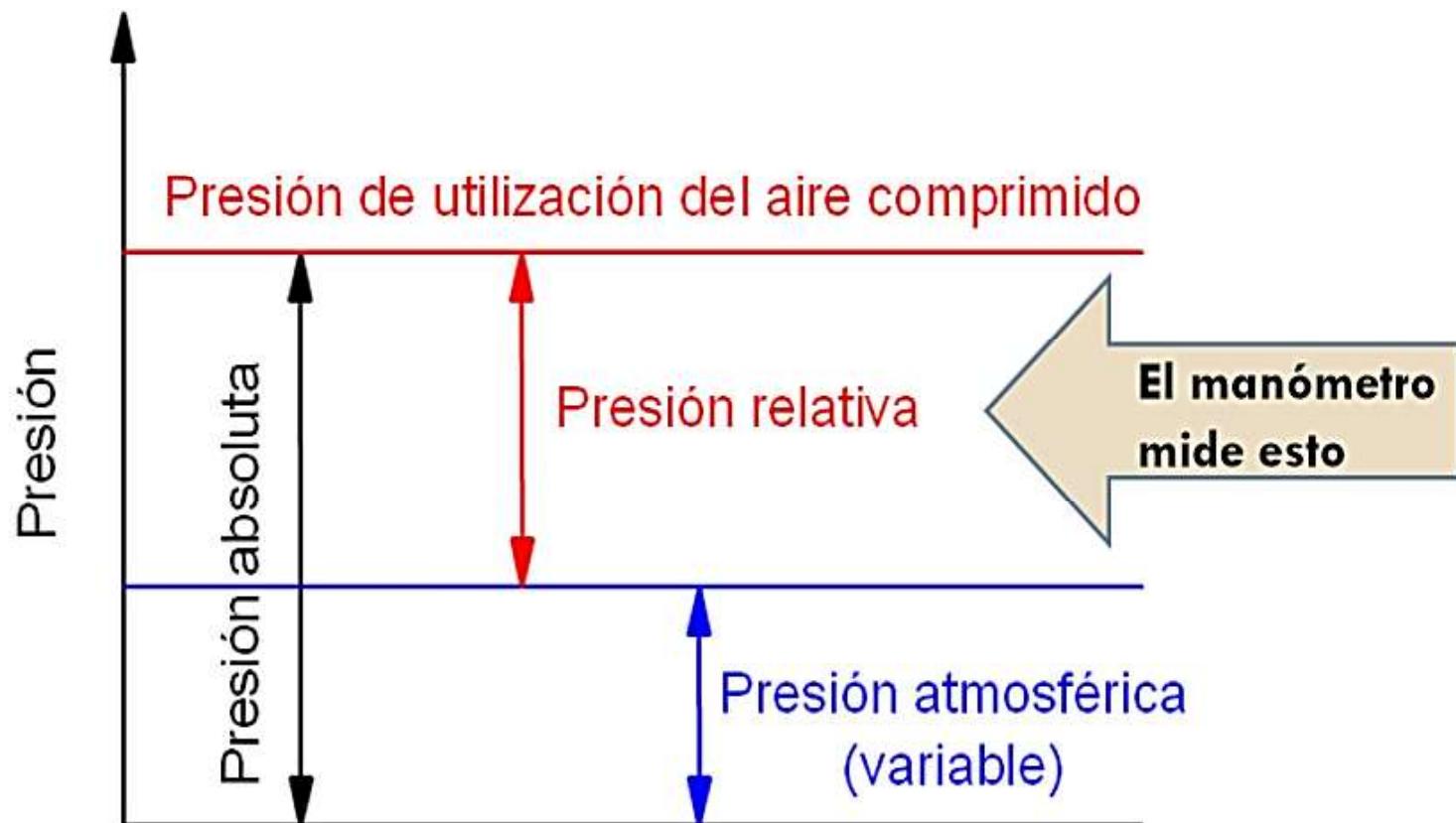
$$10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ bar} \approx 1 \text{ atmósfera}$$

- El aire comprimido que se emplea en la industria se comprime hasta alcanzar una presión de unos 6 bares con respecto a la atmosférica (presión relativa).

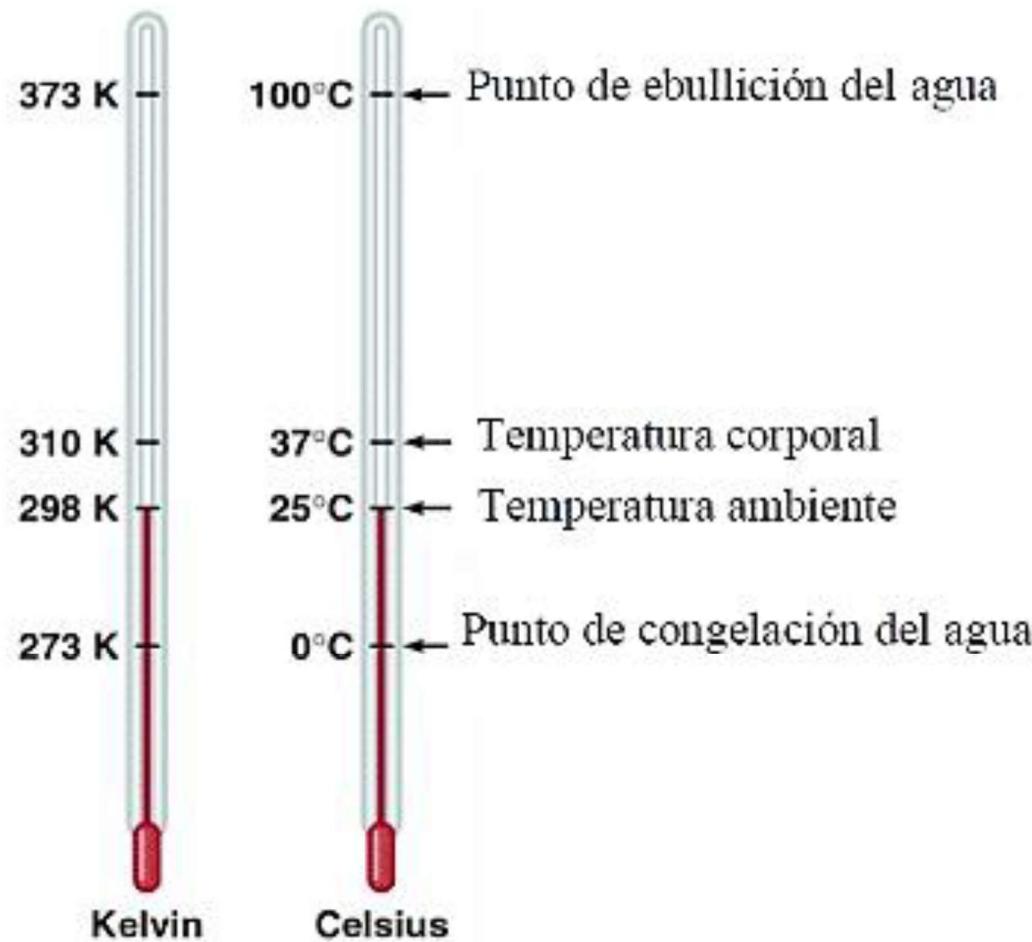
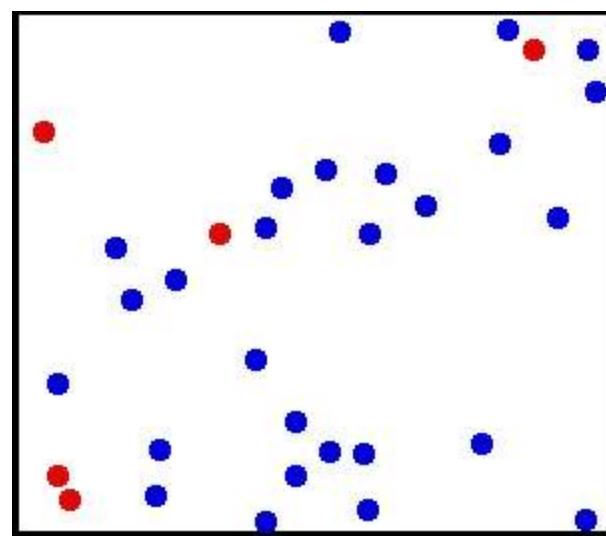
# Presión

$$\text{Presión absoluta} = P. \text{ atmosférica} + P. \text{ relativa}$$

- Los **manómetros** son instrumentos que nos indican el valor de la **presión relativa** que estamos utilizando.



# Temperatura



$$t(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273$$

$$T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273$$

# Caudal

- **Caudal:** es la cantidad de fluido que atraviesa una sección de la tubería en la unidad de tiempo.

$$\text{Caudal} = \text{Volumen} / \text{Tiempo}$$

- Las **unidades** que se utilizan para el caudal son **litros/segundo**.
- Los instrumentos para medir el caudal se llaman **caudalímetros**.
- Las magnitudes que usamos en neumática e hidráulica **equivalentes a otras magnitudes eléctricas** que hemos usado anteriormente.

Magnitudes eléctricas	Magnitudes neumáticas e hidráulicas
Intensidad	Caudal
Tensión (voltaje)	Presión

# Potencia Hidráulica

- **CAUDAL:** es la cantidad de fluido que atraviesa una superficie por unidad de tiempo  
**Caudal (Q) = Volumen/tiempo = Superficie/velocidad [m<sup>3</sup>/s]**
- **POTENCIA:** la fuerza que es capaz de desarrollar el fluido por la velocidad a la que se mueve  
**Potencia (P) = Fuerza \* velocidad = Presión \* caudal [W]**
- **Resistencia hidráulica:** es aquella que se opone al paso del fluido a través de una tubería  
**RESISTENCIA H. (R) = 0.062\*μ\*L/D<sup>4</sup>**

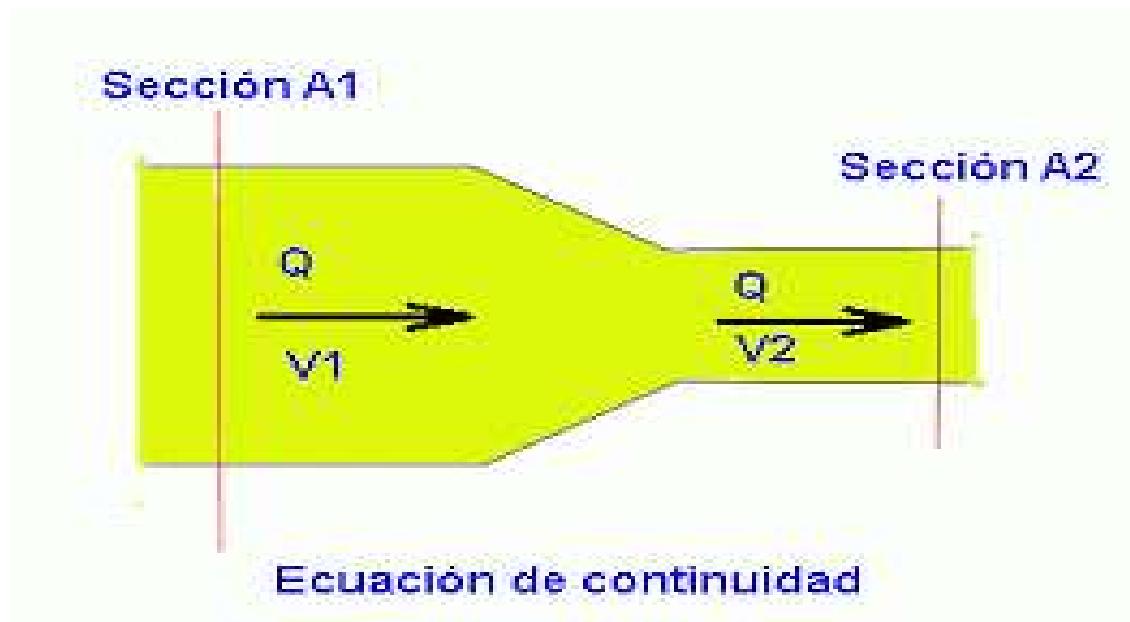
# Ecuación de Continuidad

- Expresa la ley de conservación de masa entre dos puntos de un flujo de un fluido

$$\mathbf{m}_1 = \mathbf{m}_2$$

- Desarrollando la formula, se llega la siguiente expresión

$$Q_1 = Q_2 \quad A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$



# Densidad

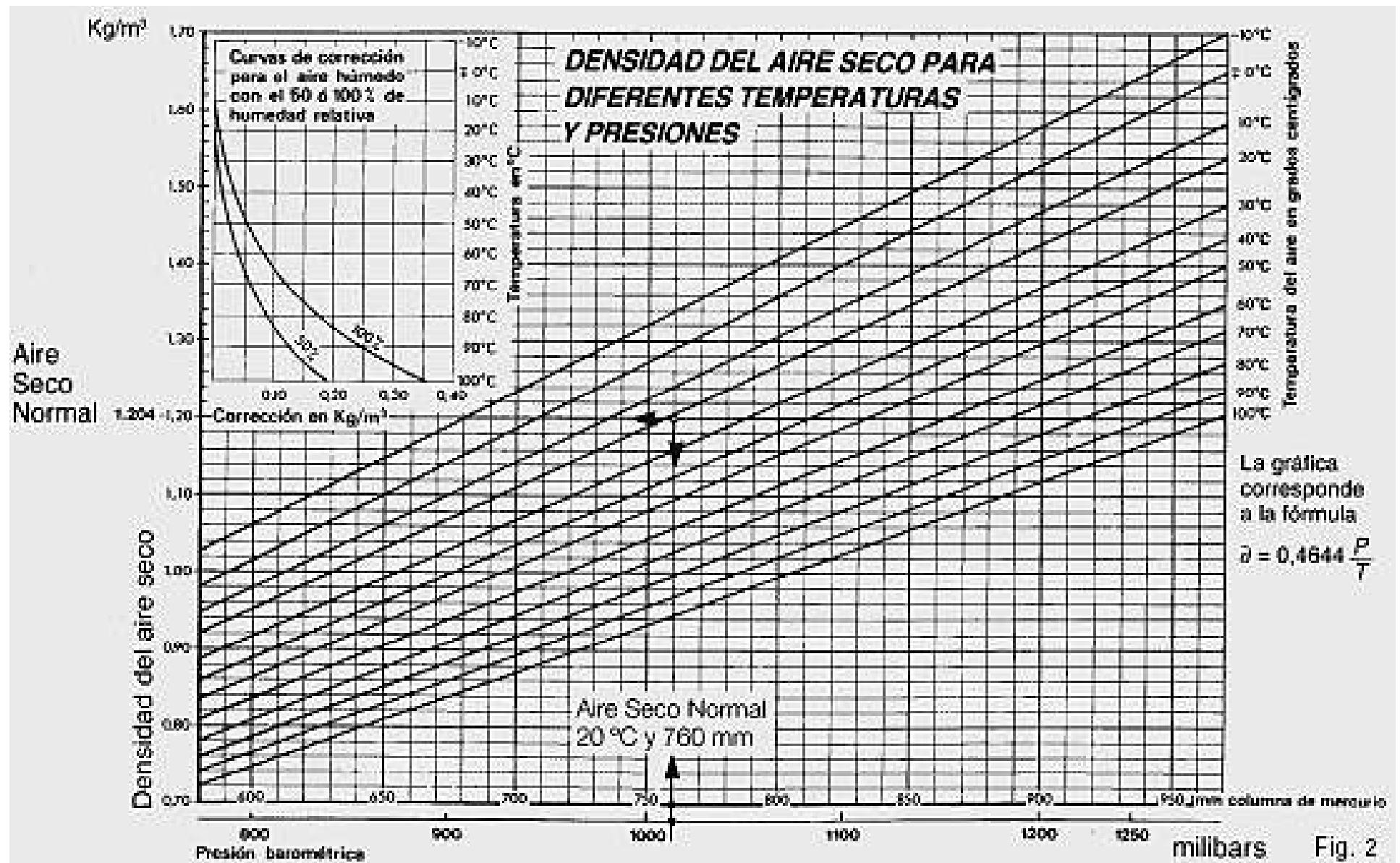
- Es una magnitud física **ESTÁTICA** de un fluido
- Expresa la relación entre la masa de un fluido y el volumen que ocupa
- Su unidad en el SI es el kg/m<sup>3</sup>
- Un cuerpo flotará en un fluido o no, dependiendo de la densidad de cada uno de ellos

$$\rho = \frac{m}{V}$$

densidad = masa / volumen

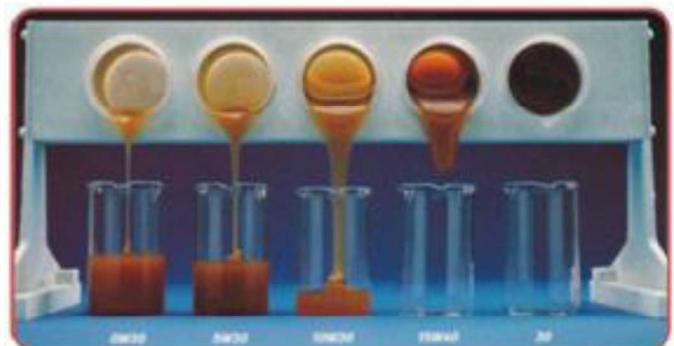
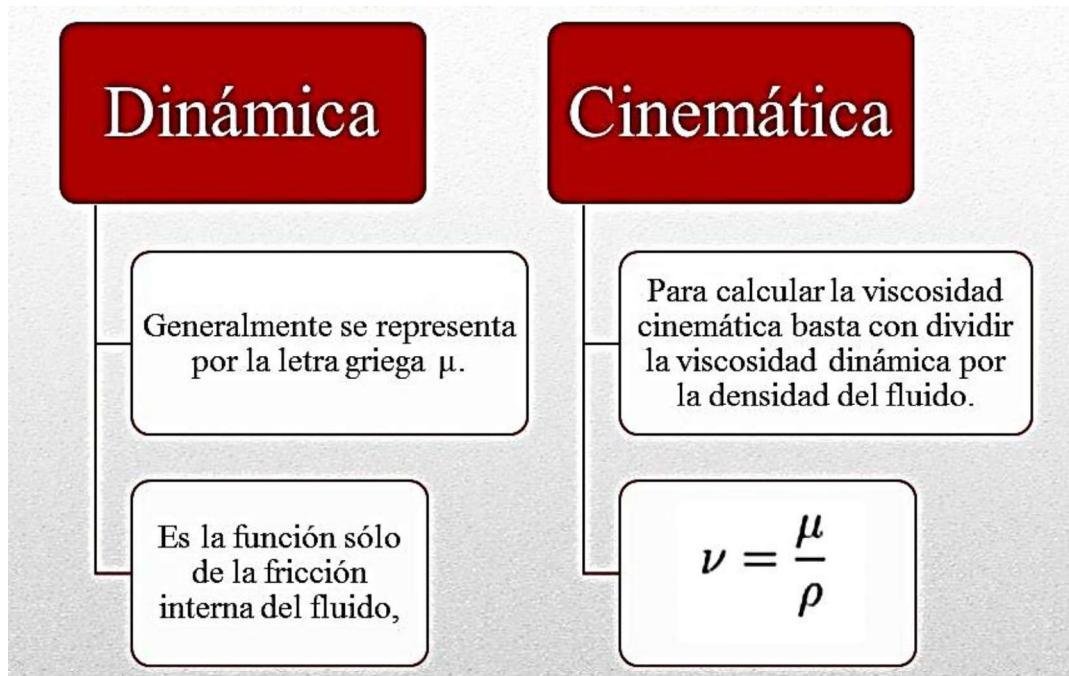


# Densidad del aire seco



# Viscosidad

- Es una magnitud física **DINÁMICA** de un fluido
- Expresa la resistencia que tienen las moléculas de un fluido al separarse las unas de las otras.  
Es decir, la resistencia de un fluido a fluir (deformarse)
- Cuanto más grandes sean las moléculas del fluido, más resistencia a separarse entre ellas
- Depende mucho de la temperatura
- Su unidad en el SI es pascal-segundo (Pa.s)



# Viscosidad

TABLA 5. Propiedades del aire a distintas altitudes

altitud <i>H</i> km	temperatura <i>t</i> °C	presión absoluta <i>P<sub>a</sub></i> kPa	densidad <i>ρ</i> kg/m <sup>3</sup>	viscosidad dinámica <i>μ · 10<sup>5</sup></i> N·s/m <sup>2</sup>	viscosidad cinemática <i>ν · 10<sup>4</sup></i> m <sup>2</sup> /s
0	15,00	101,33	1,225	1,789	0,146
2	2,00	79,50	1,007	1,726	0,171
4	-4,49	70,12	0,909	1,661	0,183
6	-23,96	47,22	0,660	1,595	0,242
8	-36,94	35,65	0,526	1,527	0,290
10	-49,90	26,50	0,414	1,458	0,352
12	-56,50	19,40	0,312	1,422	0,456
14	-56,50	14,17	0,228	1,422	0,624
16	-56,50	10,35	0,166	1,422	0,857
18	-56,50	7,57	0,122	1,422	1,166
20	-56,50	5,53	0,089	1,422	1,598
22	-54,58	4,05	0,065	1,432	2,203
24	-52,59	2,97	0,047	1,443	3,070
26	-50,61	2,19	0,034	1,454	4,276
28	-48,62	1,62	0,025	1,465	5,860
30	-46,64	1,20	0,018	1,475	8,194

TABLA 4. Propiedades físicas del agua a 1 bar

temperatura <i>t</i> °C	densidad <i>ρ</i> kg/m <sup>3</sup>	módulo elástico <i>K · 10<sup>-9</sup></i> N/m <sup>2</sup>	viscosidad dinámica <i>μ · 10<sup>5</sup></i> N·s/m <sup>2</sup>	viscosidad cinemática <i>ν · 10<sup>6</sup></i> m <sup>2</sup> /s	tensión superficial <i>σ</i> N/m	presión de vapor <i>p<sub>v</sub></i> kPa
0	999,8	1,98	1,781	1,785	0,0756	0,61
5	1000,0	2,05	1,518	1,519	0,0749	0,87
10	999,7	2,10	1,307	1,306	0,0742	1,23
15	999,1	2,15	1,139	1,140	0,0735	1,70
20	998,2	2,17	1,002	1,003	0,0728	2,34
25	997,0	2,22	0,890	0,893	0,0720	3,17
30	995,7	2,25	0,798	0,800	0,0712	4,24
40	992,2	2,28	0,653	0,658	0,0696	7,38
50	988,0	2,29	0,547	0,553	0,0679	12,33
60	983,2	2,28	0,466	0,474	0,0662	19,92
70	977,8	2,25	0,404	0,413	0,0644	31,16
80	971,8	2,20	0,354	0,364	0,0626	47,34
90	965,3	2,14	0,315	0,326	0,0608	70,10
100	958,4	2,07	0,282	0,294	0,0589	101,33

Tabla de viscosidad dinámica (a la presión de 1 bar)

www.va

Substancia	<i>T</i> °C	<i>μ</i> Pa·s
Aceite de castor	25	0,985
Aceite de oliva	25	0,081
Acetona	25	3,06 · 10 <sup>-4</sup>
Ácido sulfúrico	25	0,0242
Agua	20	1,003 · 10 <sup>-3</sup>
Agua	25	8,91 · 10 <sup>-4</sup>
Aire	0	17,4 · 10 <sup>-6</sup>
Argón	27	22,9 · 10 <sup>-6</sup>
Benceno	25	6,04 · 10 <sup>-4</sup>
Brea / pez / piche	25	2,3 · 10 <sup>6</sup>
Crema de cacahuete / maní	25	250 000
Etanol (alcohol etílico)	25	1,074 · 10 <sup>-3</sup>
Etilenglicol	25	0,0161
Glicerina (glicerol)	25	1,5
Helio	27	19,9 · 10 <sup>-6</sup>
Hidrógeno	0	8,4 · 10 <sup>-6</sup>
Jarabe de maíz	25	1,3806
Ketchup	25	50 000 - 100 000
Melaza	25	5000 - 10 000
Mercurio	25	1,526 · 10 <sup>-3</sup>
Metano	27	11,2 · 10 <sup>-6</sup>
Metanol	25	5,44 · 10 <sup>-4</sup>
Miel	25	2000 - 10 000
Nitrobenceno	25	1,863 · 10 <sup>-3</sup>
Nitrógeno	27	18 · 10 <sup>-6</sup>
Nitrógeno líquido	-196	1,58 · 10 <sup>-4</sup>
Propanol	25	1,945 · 10 <sup>-3</sup>
Sangre humana	37	3 · 10 <sup>-3</sup> - 4 · 10 <sup>-3</sup>
Sirope de chocolate	25	10 000 - 25 000
Xenon	0	21,2 · 10 <sup>-6</sup>

# Calor Específico

- También llamado capacidad calorífica específica
- Calor específico ( $c$ ) de una sustancia – Es la cantidad de calor que hay que suministrar a la unidad de masa de una sustancia para aumentar su temperatura 1 grado
- Capacidad calorífica ( $C$ ): cantidad de calor suministrada a todo la masa para elevar su temperatura un grado

$$C_e = \frac{C}{m}$$

$$c = \frac{Q}{m\Delta T}$$

$$Q = mc\Delta T$$

**Calor**

**Calor específico**

**Unidades:** J/kg.°C    cal/g.°C    Btu/lb.°F

# Masa – Peso. Peso Específico

- Masa (m): magnitud que expresa la cantidad de materia de un cuerpo, medida por su inercia.
- Su unidad en el sistema internacional es el Kilogramos (kg)
- Peso: es una FUERZA. Es la fuerza con la que la Tierra atrae a un cuerpo hacia si.

Como cualquier fuerza, su unidad es el Newton (N)

$$\text{Peso} = m \cdot g$$

- Peso específico: es la relación del peso de una sustancia y su volumen

$$\text{Peso específico} = m/V$$



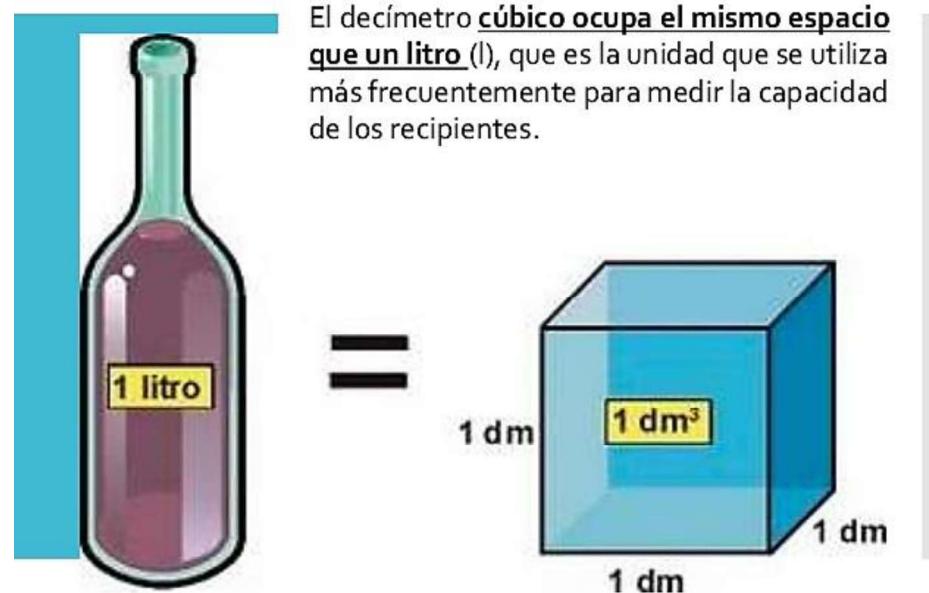
**MASA**  $\neq$  **PESO**



# Volumen. Volumen Específico

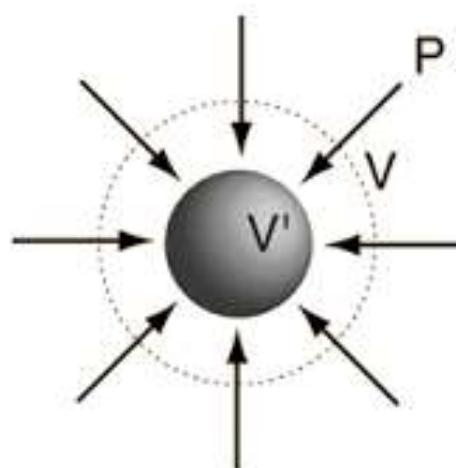
- Volumen (V): espacio que ocupa un cuerpo
- Volumen específico: volumen que ocupa un cuerpo por unidad de masa

$$\text{volumen específico} = v = \frac{V}{m} (m^3 / kg) = \frac{1}{\rho}$$



# Compresibilidad

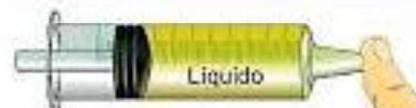
- Cualidad de la materia a la cual hace que los cuerpos disminuyan de volumen al someterlos a una presión determinada, manteniendo otros parámetros constantes.
- Incompresibilidad: es una simplificación de la realidad, ya que no existe un cuerpo/sustancia infinitamente rígido
- Conceptos de la compresión y la descompresión



Módulo de  
compresibilidad:

$$B = \frac{\Delta P}{\Delta V/V}$$

$P$  = presión  
 $V$  = volumen



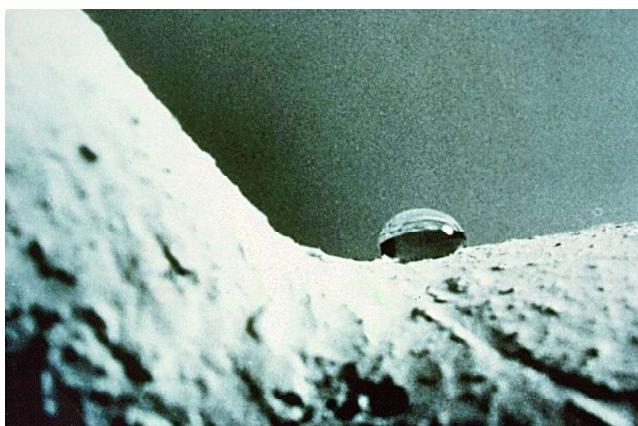
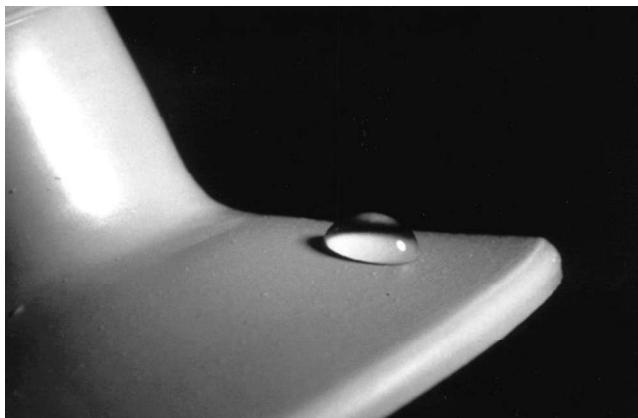
Los líquidos son fluidos poco compresibles



Los gases son fluidos muy compresibles

# Tensión Superficial

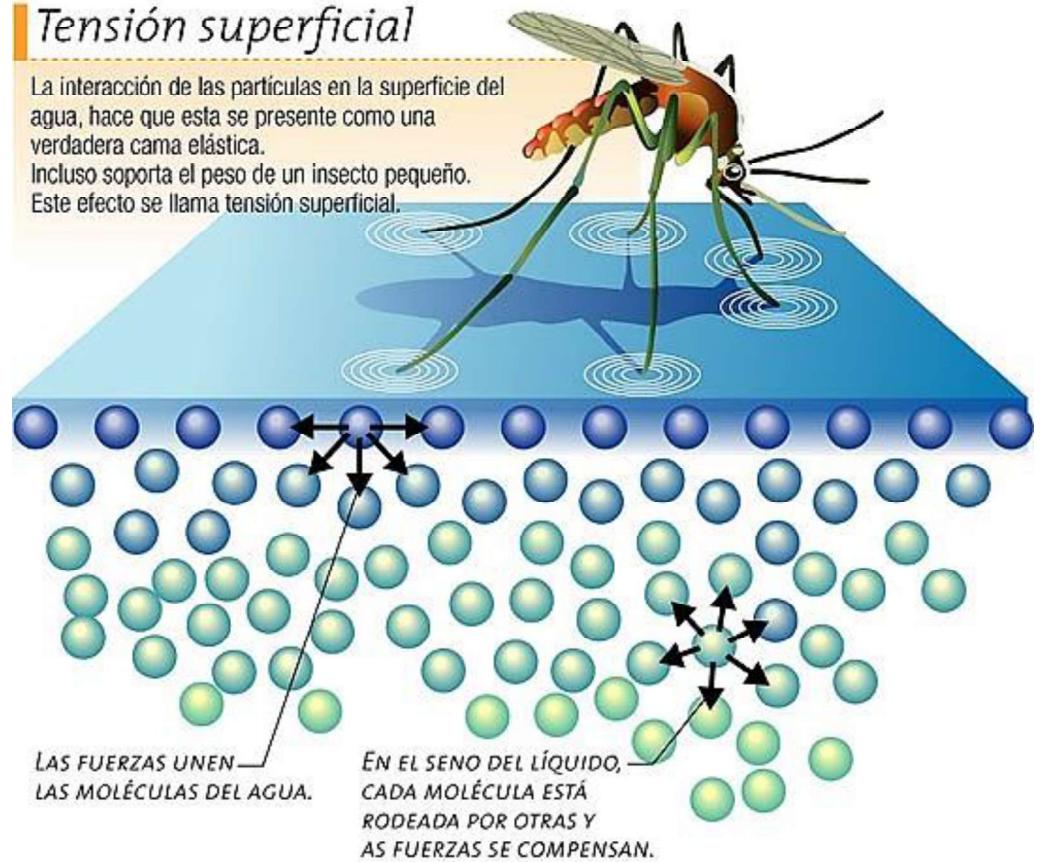
- Es la cantidad de energía necesaria para aumentar la superficie de un fluido por unidad de área.
- Debido a que las fuerzas moleculares que actúan en una sustancia son diferentes en la superficie que en su interior
- Sus unidades son  $\text{N.m}^{-1}$ ,  $\text{J.m}^{-2}$ ,  $\text{kg.s}^{-2}$



## Tensión superficial

La interacción de las partículas en la superficie del agua, hace que esta se presente como una verdadera cama elástica.

Incluso soporta el peso de un insecto pequeño. Este efecto se llama tensión superficial.



# Conductividad Térmica

- Propiedad física de los materiales que mide la capacidad de conducir el calor. Es la capacidad de transferir la energía cinética de sus moléculas a otras adyacentes.
- La conductividad térmica  $k$  es el coeficiente que controla la velocidad de transferencia de calor por conducción ( $dQ/dt$ ) o flujo de calor a través de un área  $A$ , debido a un gradiente de temperatura ( $dT/dx$ ).
- Se define mediante la Ley de Fourier:

$$q = -k \frac{dT}{dx}$$

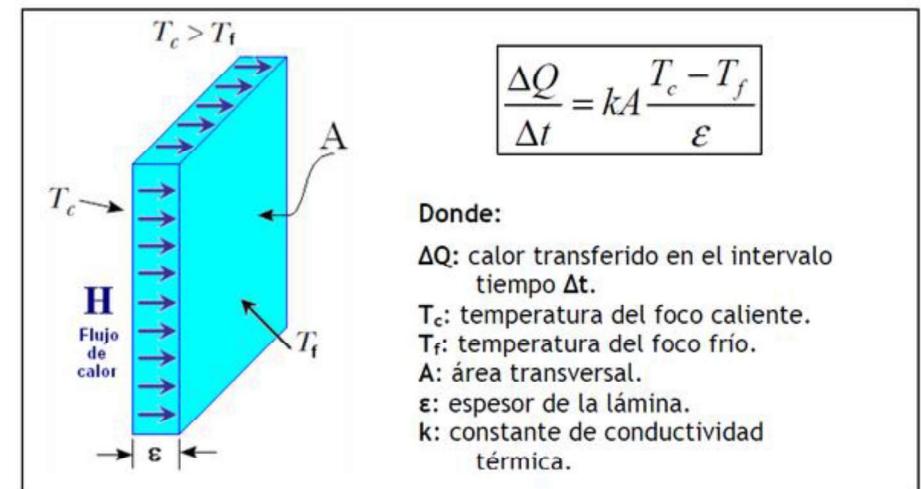
Flujo de calor (J/m<sup>2</sup>-s) → q → Gradiente de temperatura ←

Conductividad térmica (J/m-K-s)

$T_1$        $T_2 > T_1$

$x_1$        $x_2$

heat flux

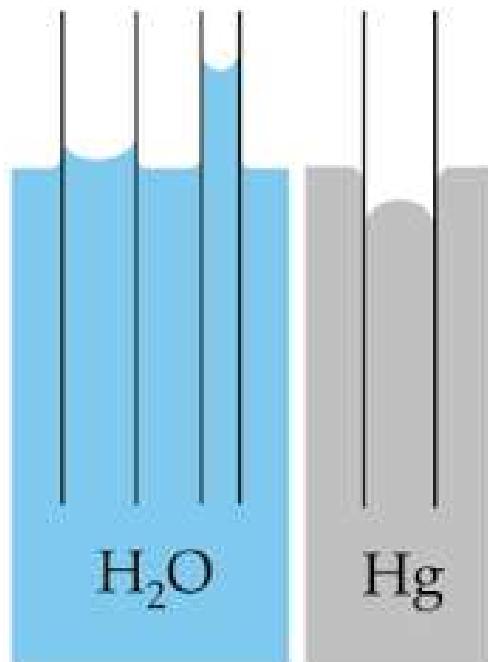


- Se mide en W/(m.K) o J/(m.K.s)

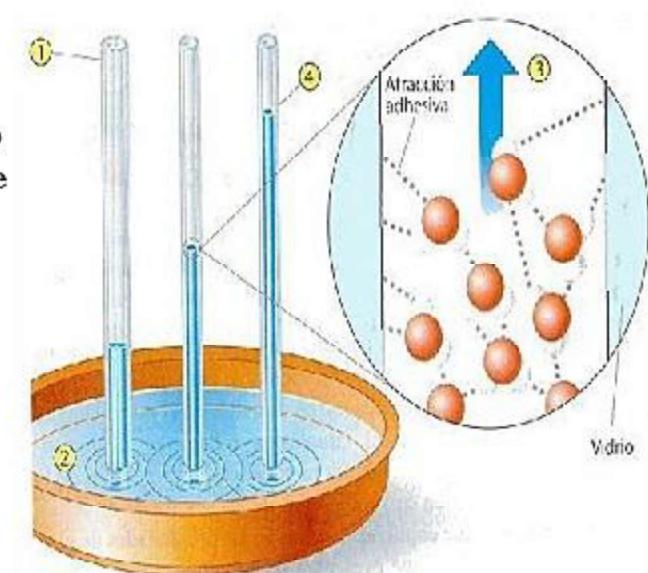
Figura 2: Esquema representativo del flujo de calor a través de una superficie. Se ha añadido ecuación que modela esta situación y se han listado las variables involucradas.

# Capilaridad

- Propiedad de los líquidos que depende de su tensión superficial (la cual a su vez, depende de la cohesión o fuerza intermolecular del líquido) que le confiere la capacidad de subir o bajar por un tubo capilar. La superficie libre de un líquido puesto en contacto con la pared de un sólido sube o baja en las proximidades de esta, según el líquido moje o no.

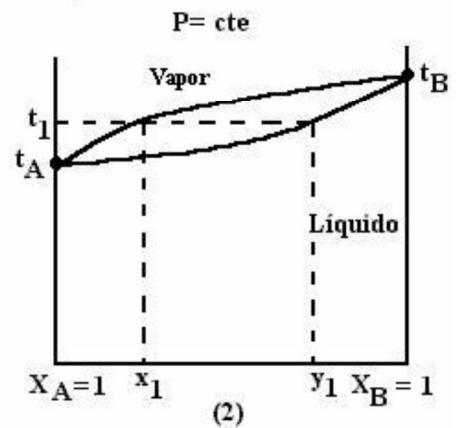
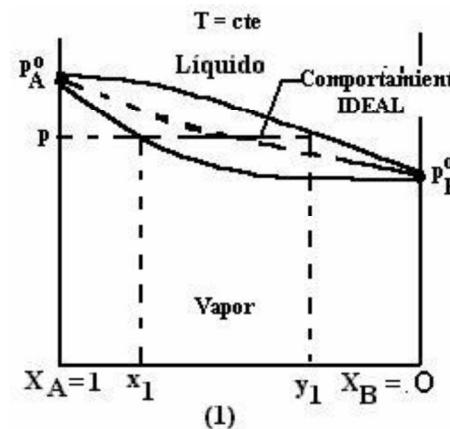
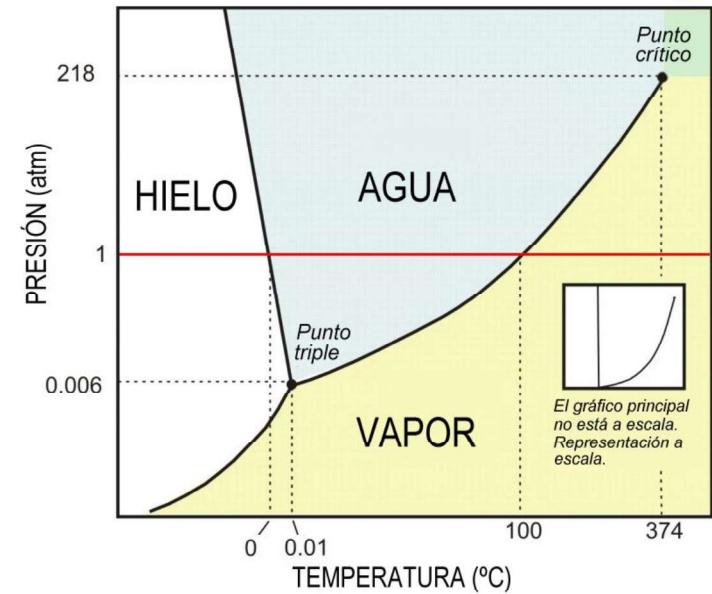
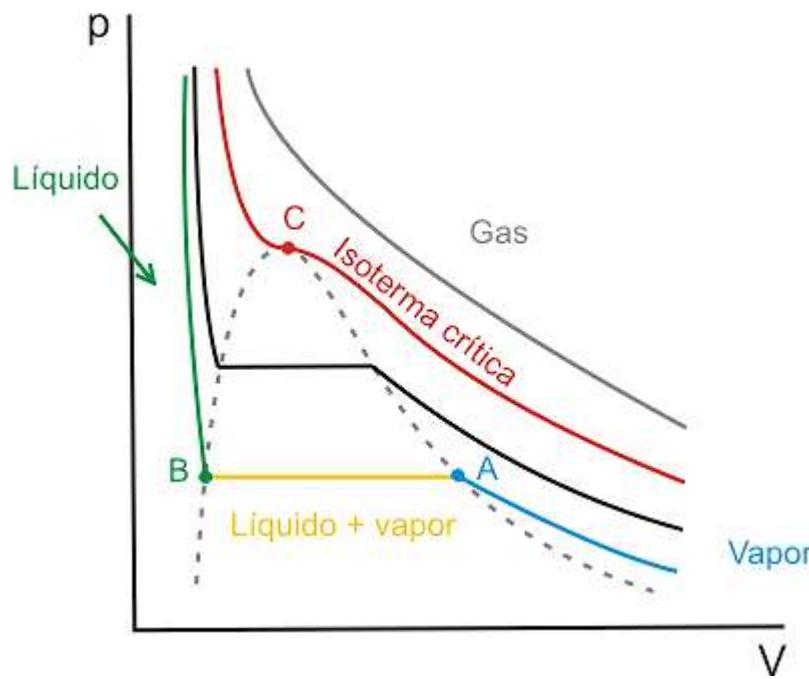


Cuando un líquido sube por un tubo capilar, es debido a que la fuerza intermolecular o cohesión intermolecular entre sus moléculas es menor que la adhesión del líquido con el material del tubo.



# Presión de Vapor

- Es la presión de la fase gaseosa o vapor de un sólido o un líquido sobre la fase líquida, para una temperatura dada, en la que la fase líquida y el vapor se encuentran en equilibrio dinámico



# Humedad

- **HUMEDAD ABSOLUTA**

Cantidad de vapor acuoso contenido en un m<sup>3</sup> de aire

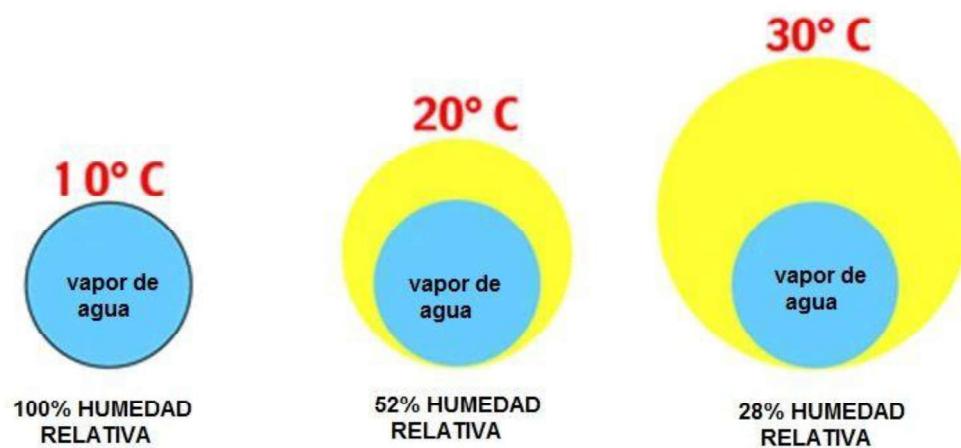
- **HUMEDAD RELATIVA**

Relación entre la masa de vapor acuoso contenido en un volumen de aire y la que existiría en el mismo volumen , si el aire estuviera saturado. Se da en tanto por ciento

$$\text{HUMEDAD RELATIVA} = (\text{presión parcial de vapor de agua}) / (\text{presión de vapor a la misma } T^a)$$

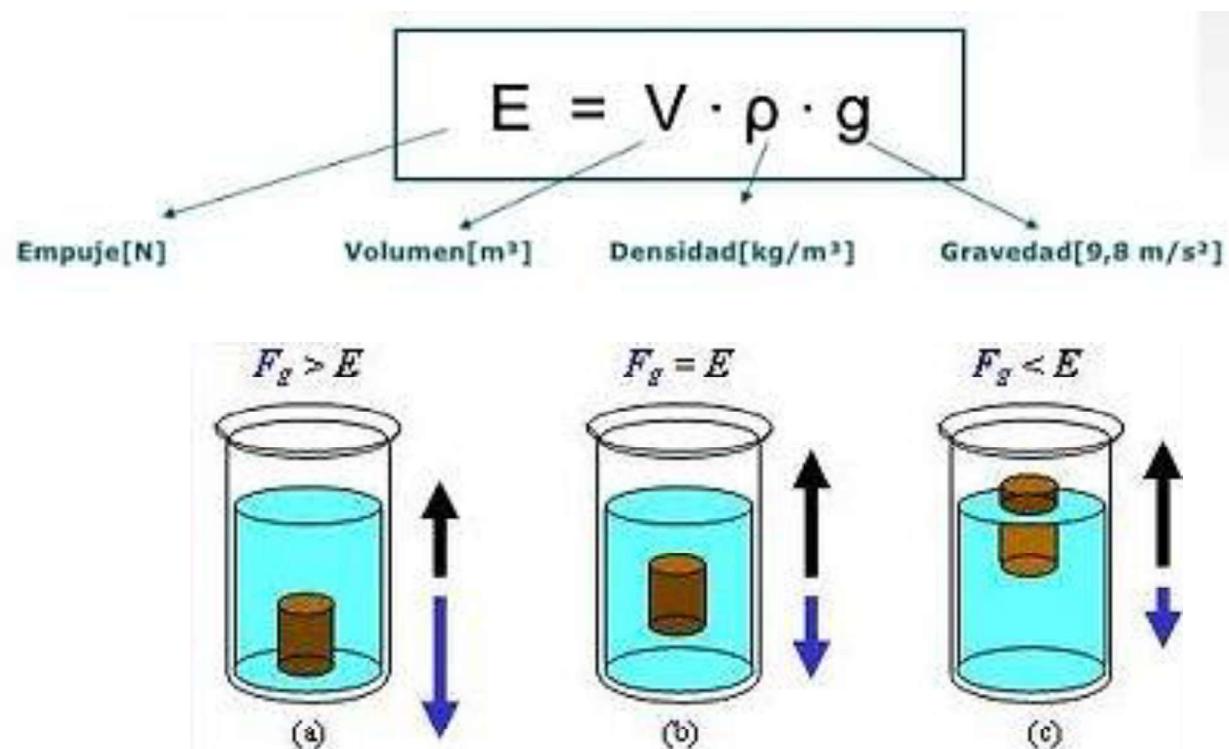
<u>T<sup>a</sup> del aire</u>	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
<u>Peso en gr</u>	4,8	6,8	9,4	12,8	17,3	23,0	30,0

Ejemplo:



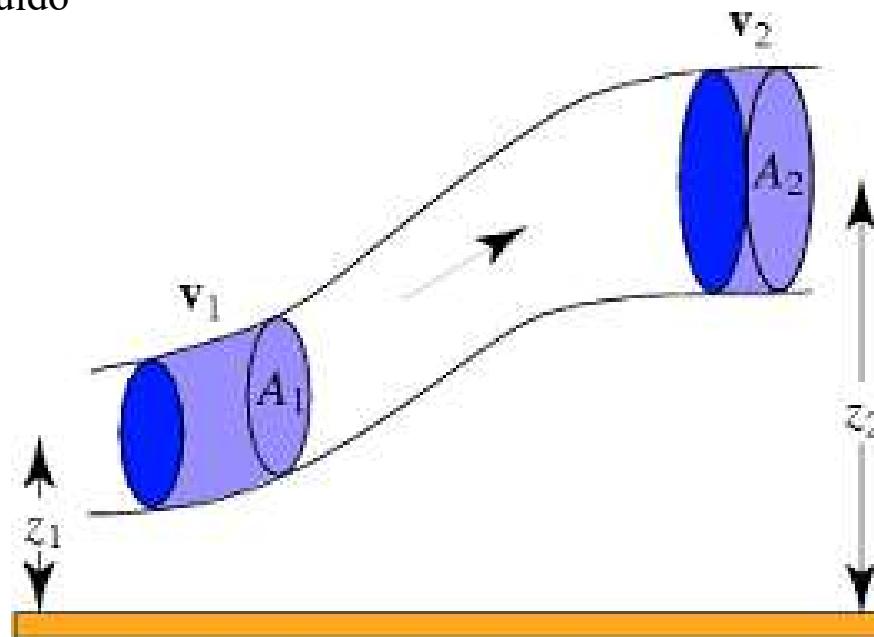
# Principio de Arquímedes

- Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso del fluido desalojado



# Teorema de Bernuilli

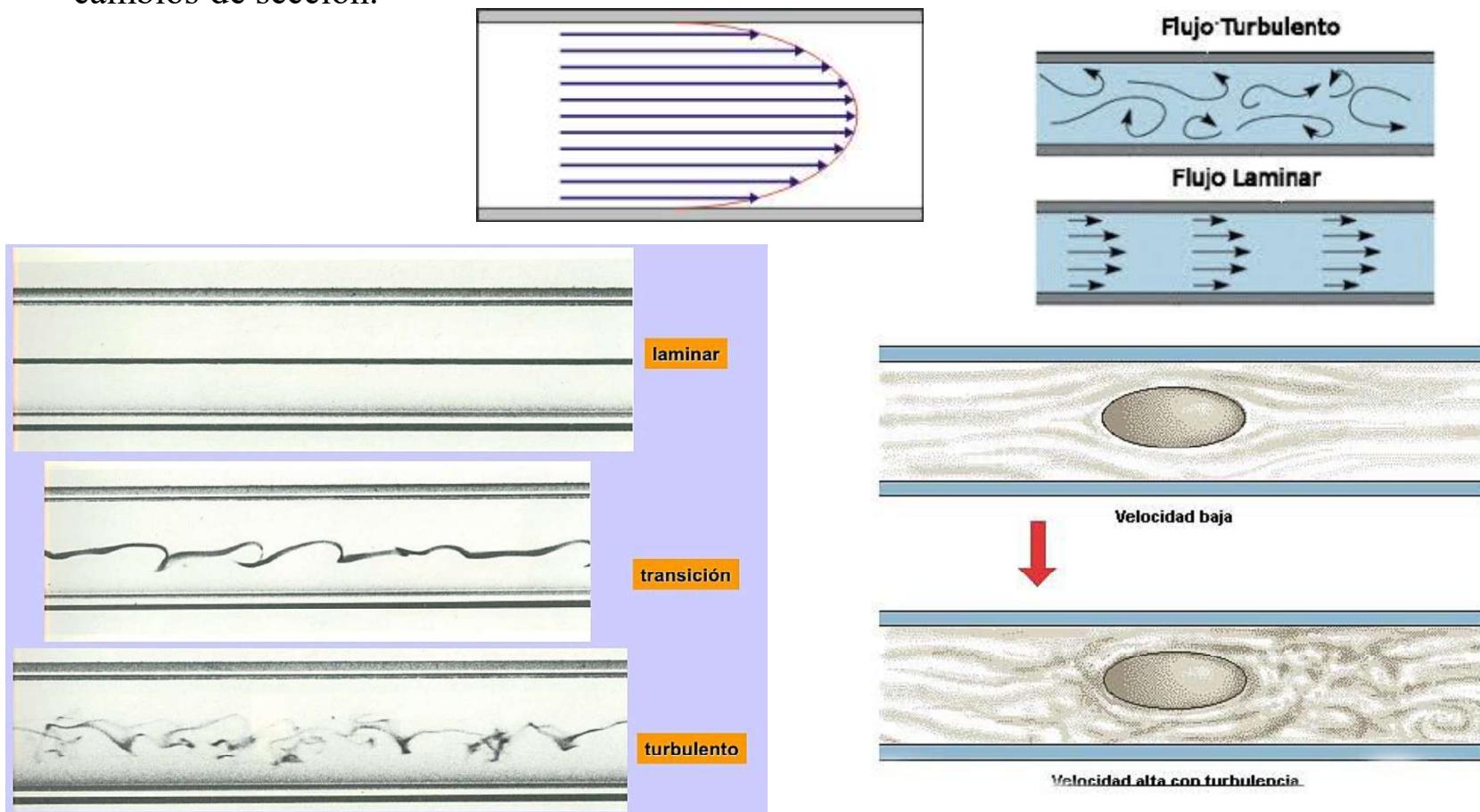
- Expresa el principio de conservación de la energía aplicado a un fluido.
- Es decir, la suma de la energía de presión, cinética y potencial es constante entre dos secciones del flujo del fluido



$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

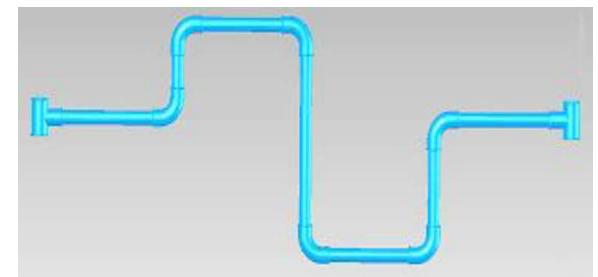
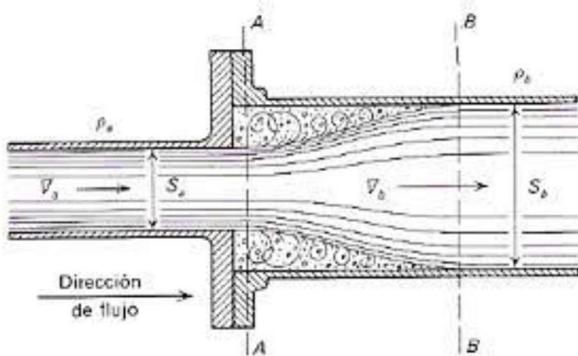
# Régimen de Flujo Laminar y Turbulento

- **Régimen laminar:** las partículas fluyen de manera ordenada guardando su posición
- **Régimen turbulento:** las partículas fluyen de manera aleatoria por el recinto. Esto provoca cambios de presión internos (succiones). Suelen producirse en los obstáculos o cambios de sección.

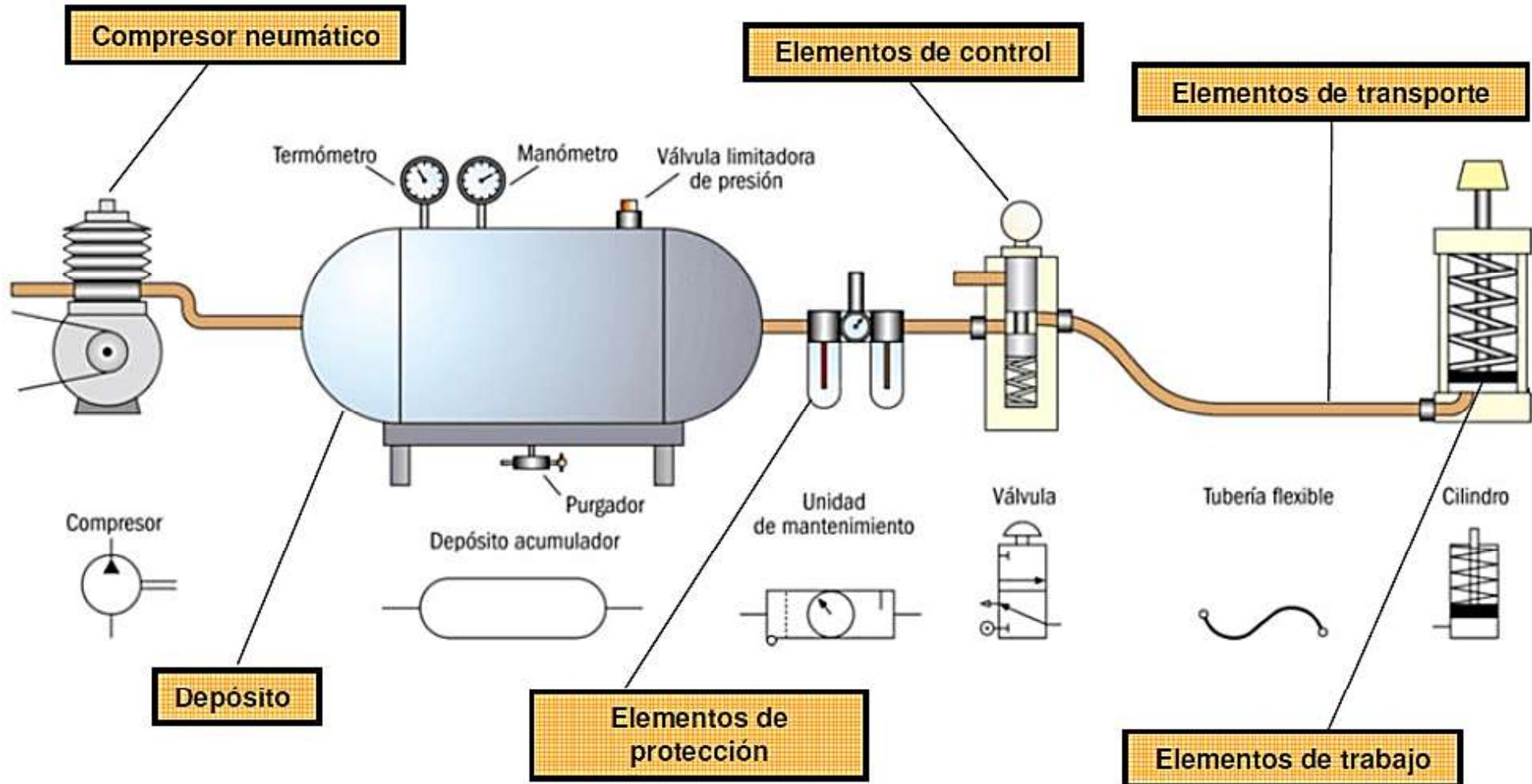


# Fricción de Fluidos: Tuberías y Depósitos

- Es la oposición de las partículas del fluido a avanzar en su flujo. Se diferencian dos casos:
  - rozamiento con las paredes
  - rozamientos internos
- Esto provoca aumento de temperatura
- La fricción se engloba en el parámetro de **Perdida de carga**



# Componentes de un Circuito Neumático



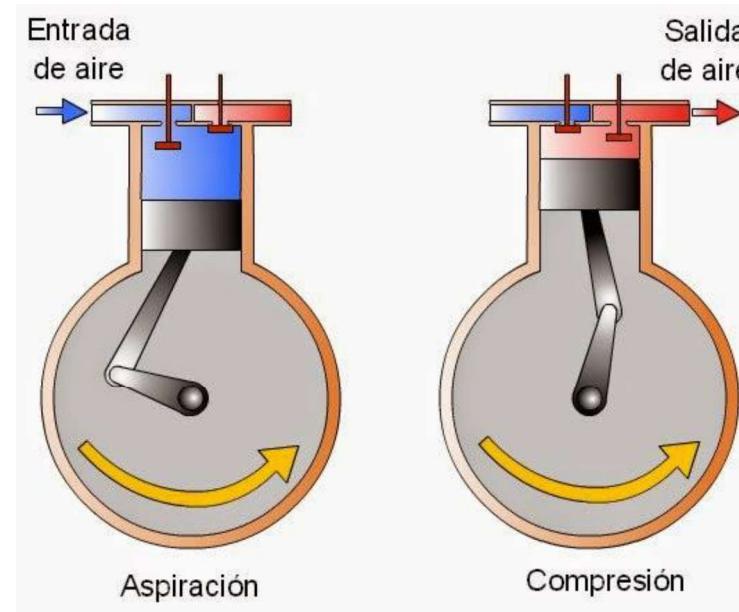
# Compresores

- Elemento que produce el aire comprimido; es el corazón de la instalación. Eleva la presión del aire hasta el valor deseado. Aspira aire del ambiente (filtrado) y lo comprime mediante la disminución del volumen. Transforman energía potencial del aire comprimido a través de aportar energía mecánica desde el exterior (motor eléctrico o de combustión interna).
- Al incrementar la energía del fluido se incrementa su velocidad y/o presión y/o altura.
- La diferencia entre compresor y bomba, es que el primero comprime fluidos compresible y los segundos comprimen fluidos incompresibles.
- La capacidad de los compresores debe ser superior al tamaño de la red. Sino sería insuficiente y no funcionarían los mecanismos correctamente. Normalmente se utilizan para mover un fluido de una zona de menor presión a una zona de mayor presión.
- Tener en cuenta, que para aumentar de presión un elemento, el compresor SIEMPRE deberá suministrar una presión más elevada que la que tenga este.

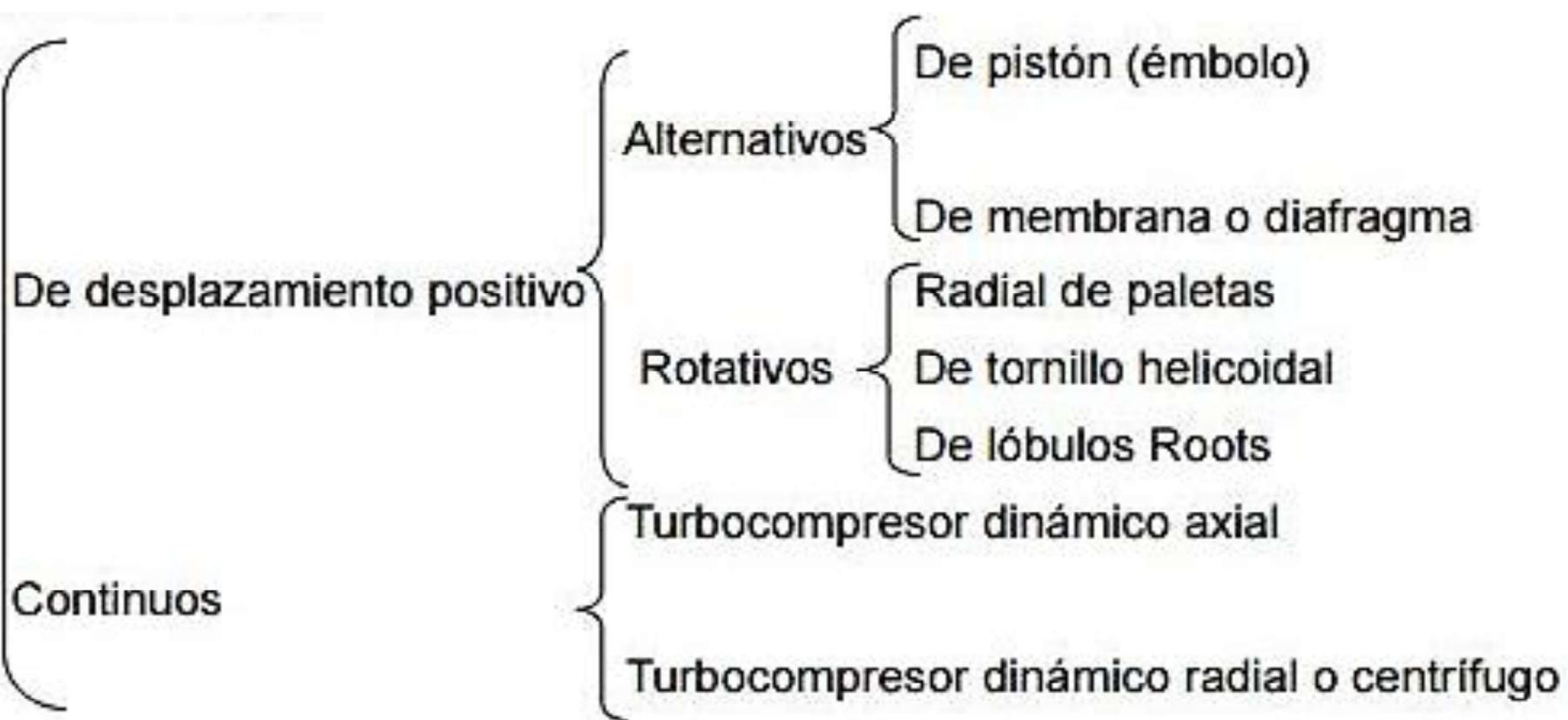


# Compresores. Características

- Características:
  - Cilindrada: volumen de fluido que se está comprimiendo.
  - Rendimiento volumétrico: relación entre la energía del fluido realmente comprimido y la que teóricamente se podría comprimir.
  - Caudal: es el volumen de fluido por unidad de tiempo.
  - Cavitación (en bombas): fenómeno por el cual un fluido pasa repentinamente de líquido a vapor de forma inestable.
  - Velocidad: es la velocidad de giro del rodamiento o los ciclos del cilindro.
  - Altura: diferencia de presiones entre la salida y la entrada.



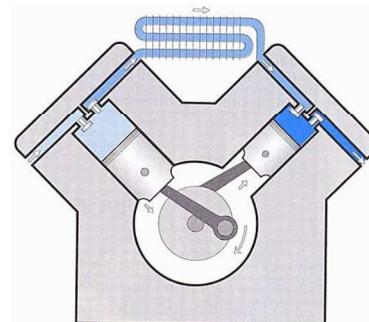
# Compresores. Tipos según tipo de Accionamiento



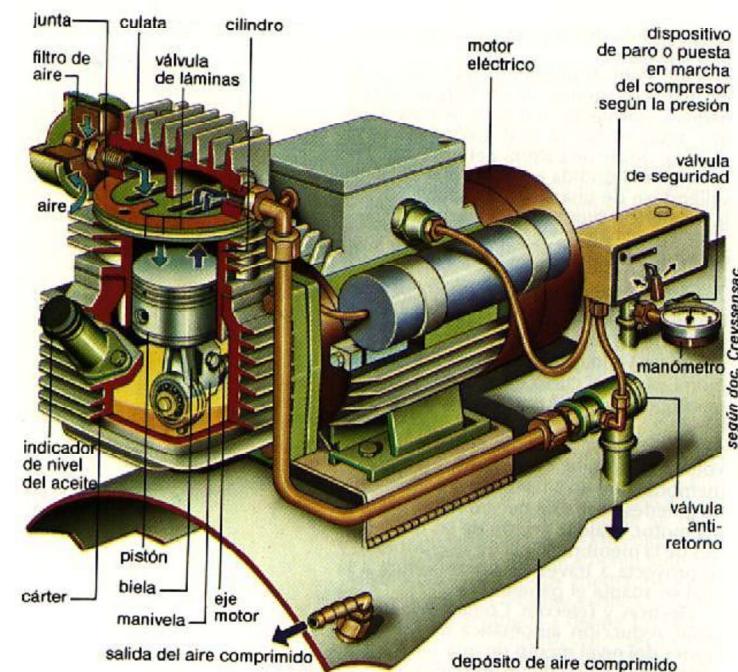
# Compresores de Embolo Oscilante

- Están movidos por mecanismo biela-manivela que transforma el movimiento rotativo del motor de arrastre en movimiento alternativo. Van equipados con válvula de seguridad y presostato
- Los hay de una, dos o más etapas (con uno, dos o más cilindros), dependiendo del caudal o presión que se desea.
- Cuando hay más de una etapa (para alcanzar mayor compresión), hay una elevación importante de la temperatura, por lo que la refrigeración será tenida en cuenta.
- Movimiento del émbolo hacia abajo, crea succión (presión inferior a la atmosférica) por aumentar su volumen, entrando el aire al cilindro por la válvula de admisión. Al final de la carrera, émbolo se moverá hacia arriba, cerrándose la válvula de admisión obligando a válvula de escape a abrirse para descargar el aire
- Si hay dos etapas, aire pasa refrigerado a la segunda etapas comprimiéndose ya a la presión de trabajo deseada.

**Compresor de Embolo  
de Dos Etapa**

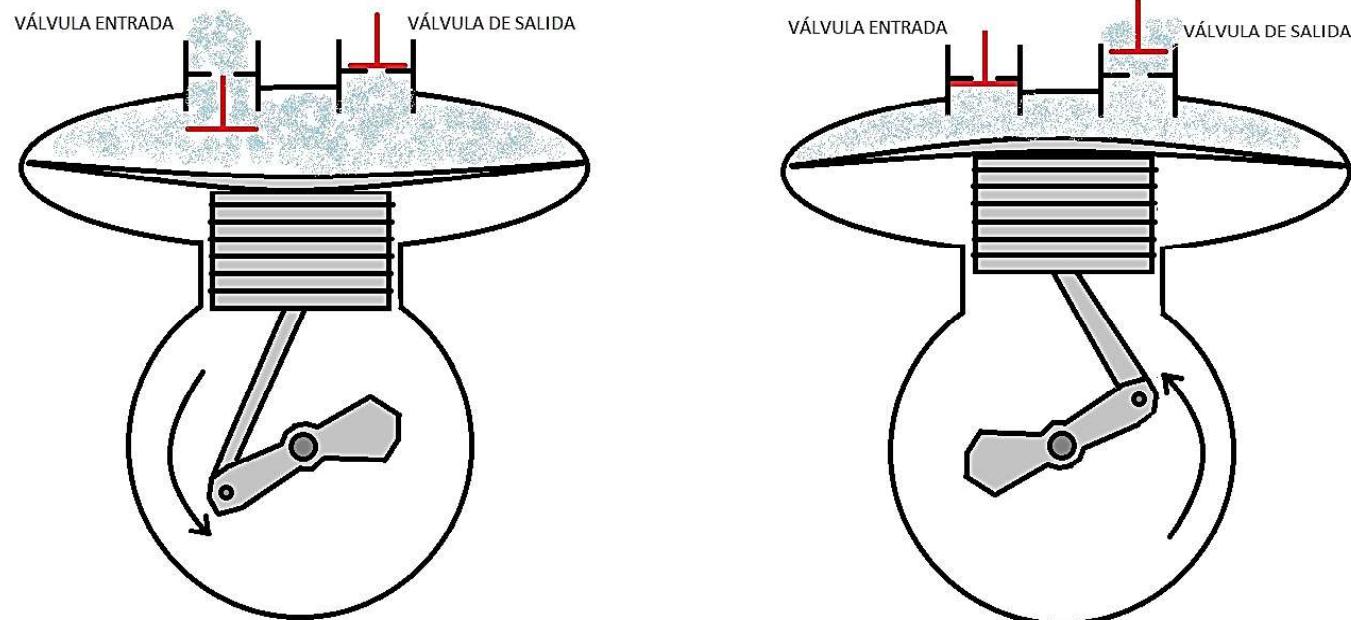


Aire aprox. de 7 Bares  
Temperatura de 120°C



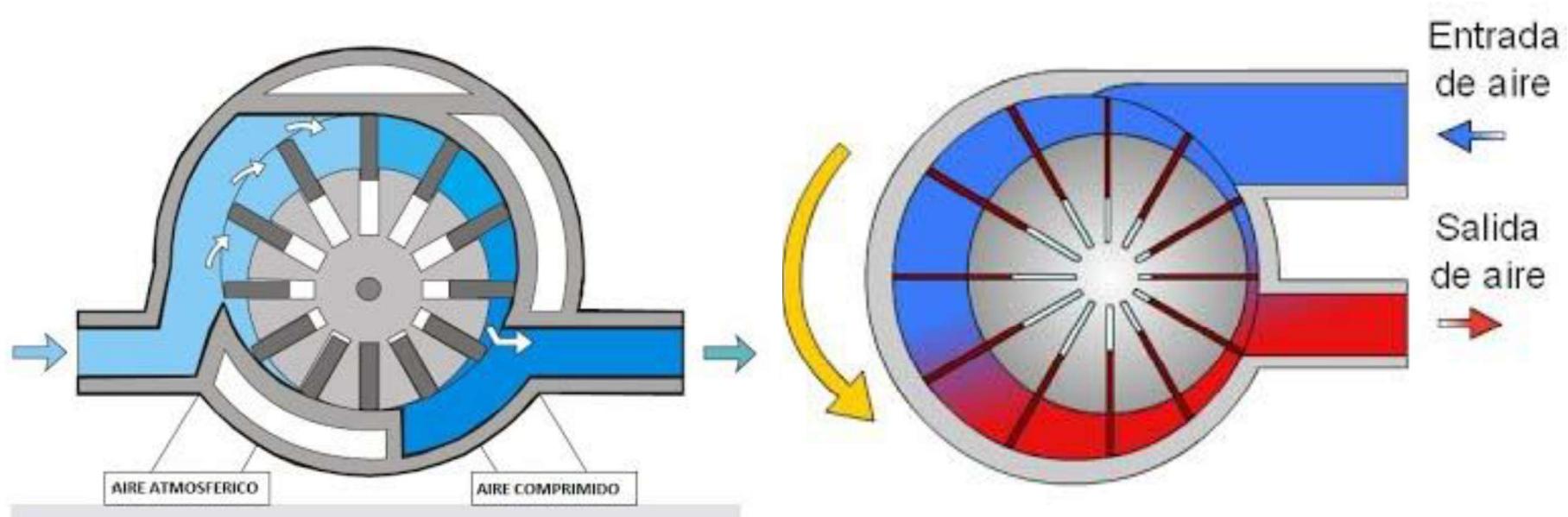
# Compresores de Membrana

- Funcionamiento: motor acciona un mecanismo de cigüeñal/bielas/pistón, transformando el movimiento rotatorio del motor en rectilíneo alternativo (pistón sube y baja). En la cabeza del pistón hay instalada una membrana que oscila empujada por el pistón haciendo que el aire se comprima en el interior de una pequeña cámara y gracias a unas válvulas que evitan que el aire vuelva a salir
- La cámara de presión tiene una válvula de seguridad que evita que la presión dentro de la cámara sea excesiva. La cámara está directamente conectada a la salida del aire del compresor.



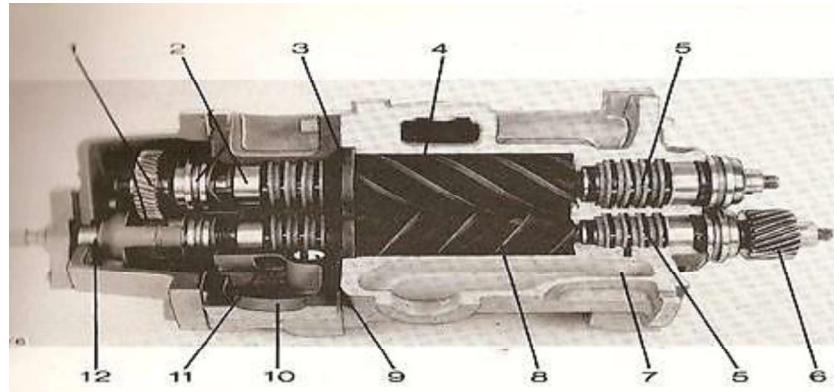
# Compresores Radial de Paletas

- Sus elementos son básicamente un estátor que hace de cuerpo del elemento, en cuyo interior se aloja el rotor, que es el elemento activo o móvil.
- El aire entraría por el conducto de admisión absorbido por el vacío que genera el rótor, para a continuación forzado a girar dentro de su cavidad. El secreto es que esta cavidad tiene una forma irregular, en la que el volumen encerrado por dos paletas del rotor y el estator va disminuyendo y por tanto aumentando su presión a la salida de este, por el conducto de escape.



# Compresores de Tornillo Helicoidal

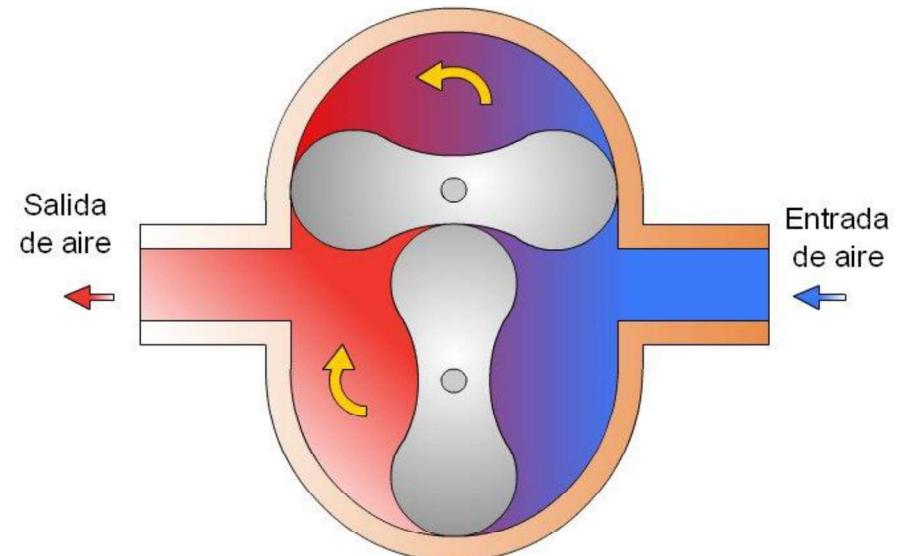
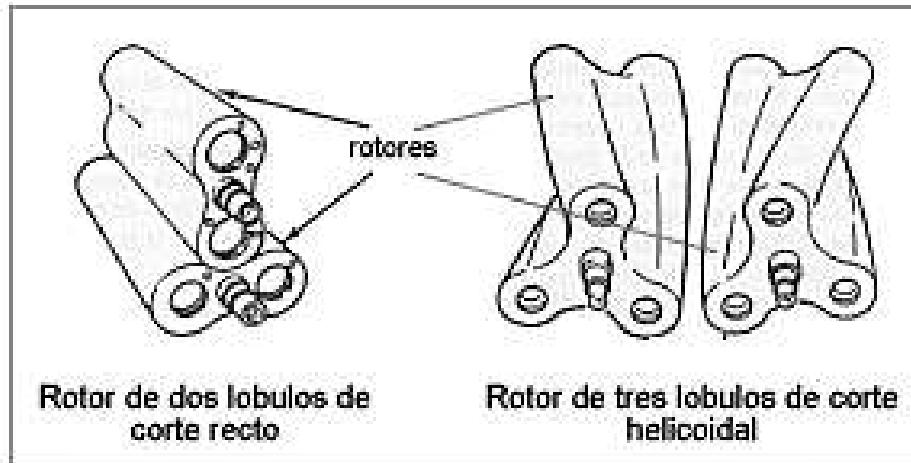
- Este tipo de compresor dispone de dos tornillos sinfín colocados de forma paralela. Estos tornillos deben ser movidos por una fuerza externa.
- El propio “enfrentamiento” de los filetes de ambos tornillos al girar, hace que el hueco existente entre ellos vaya reduciendo su volumen y por tanto comprimiendo el fluido que se encuentra en su interior.



1. Engranaje de sincronización: tornillos nunca en contacto. Hace que giren en el sentido correspondiente
2. Rodamiento del rotor: encargado del eje ppal del rotor
3. Separador: mantiene separado los tornillos de la zona de transmisión
4. Rotor hembra: formado por espacios llamados alvéolos
5. Empaques: no permite que algún fluido salga por el compresor
6. Piñón: responsable del movimiento del sistema
7. Canal refrigerante: se encarga de mantener la T<sup>a</sup> estable
8. Rotor macho: formado por lóbulos
9. Orificio de ventilación: trabaja en equipo con canal refrigerante
10. Puerto de salida: permite la salida de fluidos
11. Orificio de drenaje: salida de fluidos de la cámara compresora
12. Pistón de equilibrio: mantiene a los ejes a la misma distancia

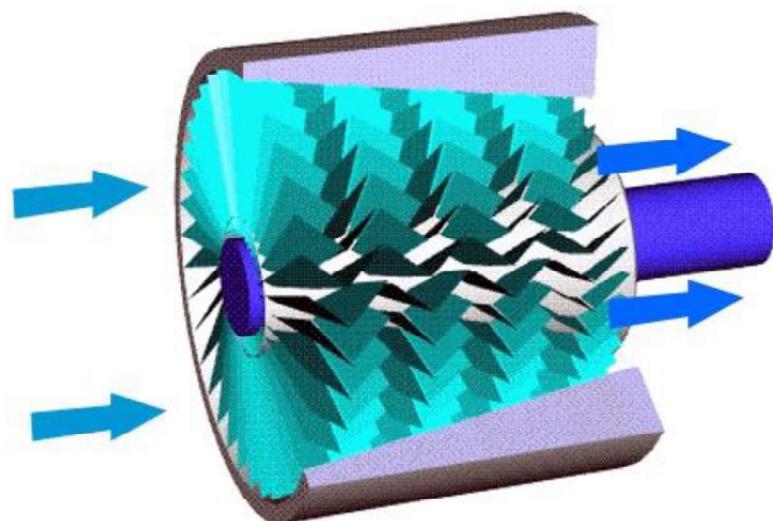
# Compresores de Lóbulos Roots

- Formado por unos rotores en forma de lóbulos para comprimir el aire. Como en los compresores helicoidales, el principio de funcionamiento está basado en el giro de dos rotores de lóbulos en el interior de la carcasa.
- Los rotores giran de forma sincronizada y en sentido contrario, formando unas cámaras donde entra el aire. Al girar, el espacio entre lóbulos disminuye aumentando la presión dentro de la cámara.
- Los rotores pueden ser bilobulares o trilobulares.



# Turbocompresor Dinámico Axial

- Formado por varios discos llamados rotores y estatores que llevan acoplados una serie de álabes. Entre rotor y rotor se coloca un espaciador, el cual permite que se introduzca un estator entre ambos. Cada disco de rotor y estator forma un escalón de compresor. En el rotor se acelera la corriente fluida para que en el estator se vuelva a frenar, convirtiendo la energía cinética en presión. Este proceso se repite en cada escalón.
- En algunos compresores se colocan en el cárter de entrada unos álabes guía, los cuales no forman parte del compresor, pues sólo orientan la corriente para que entre con el ángulo adecuado



**Compresor Axial**

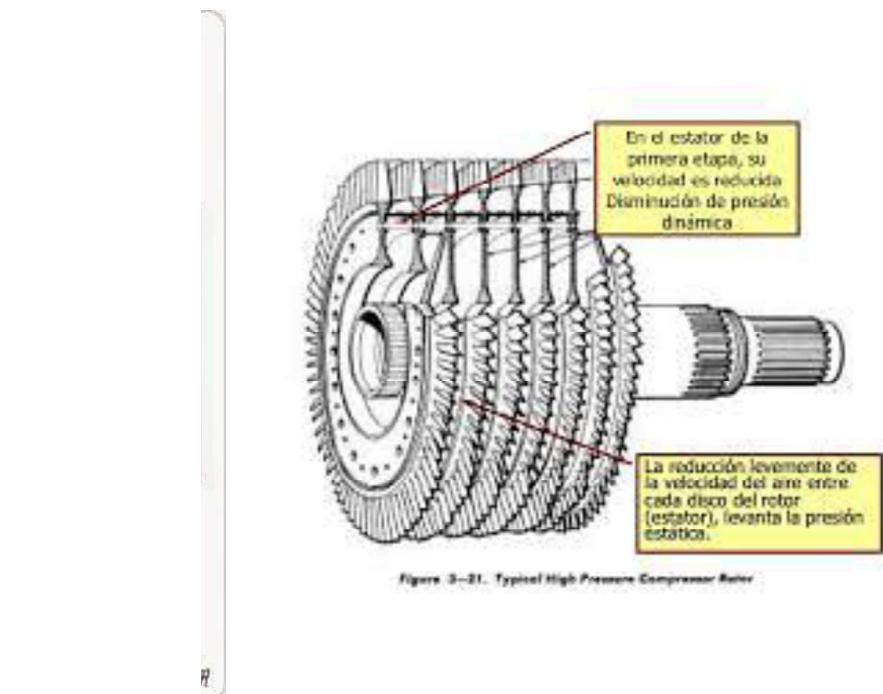
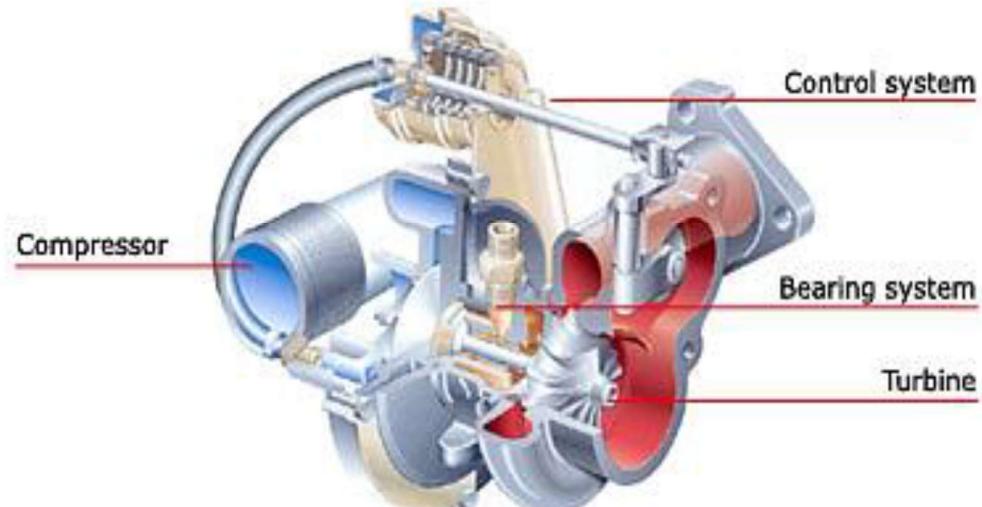
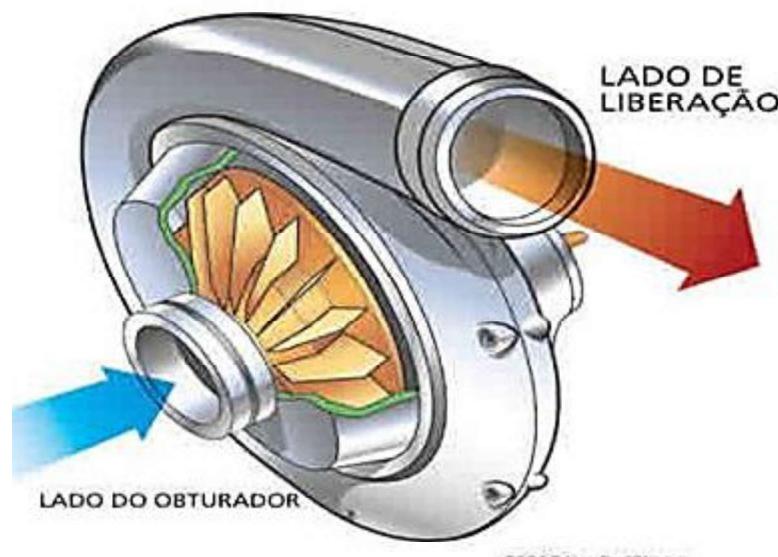


Figure 3-21. Typical High Pressure Compressor Stages

# Turbocompresor Dinámico Radial

- Funcionamiento: el aire aspirado entra directamente en la zona central del rotor, guiado por la campana de aspiración. El rotor girando a gran velocidad, lanza el aire sobre un difusor situado a su espalda, donde la energía cinética imprimida a las moléculas del aire se transforma en presión estática.
- Un turbocompresor tradicional puede ser un equipo con dos o más etapas de compresión
- Turbocompresores son muy utilizados en la industria del automóvil por ser muy compactos, ligeros, aumentar la potencia y ser bastante fiables.

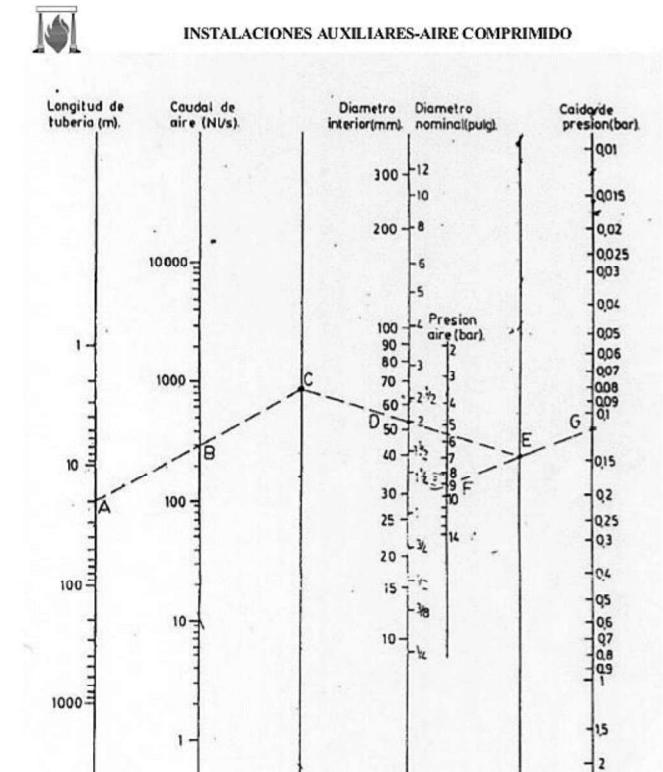
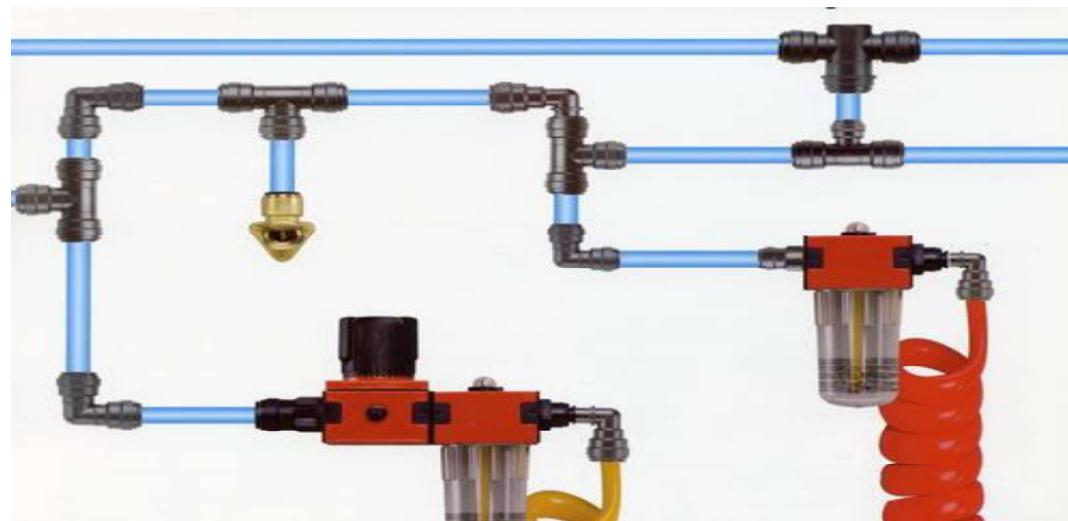
## COMO FUNCIONAM OS SUPERCHARGERS



©2005 HowStuffWorks

# Tuberías

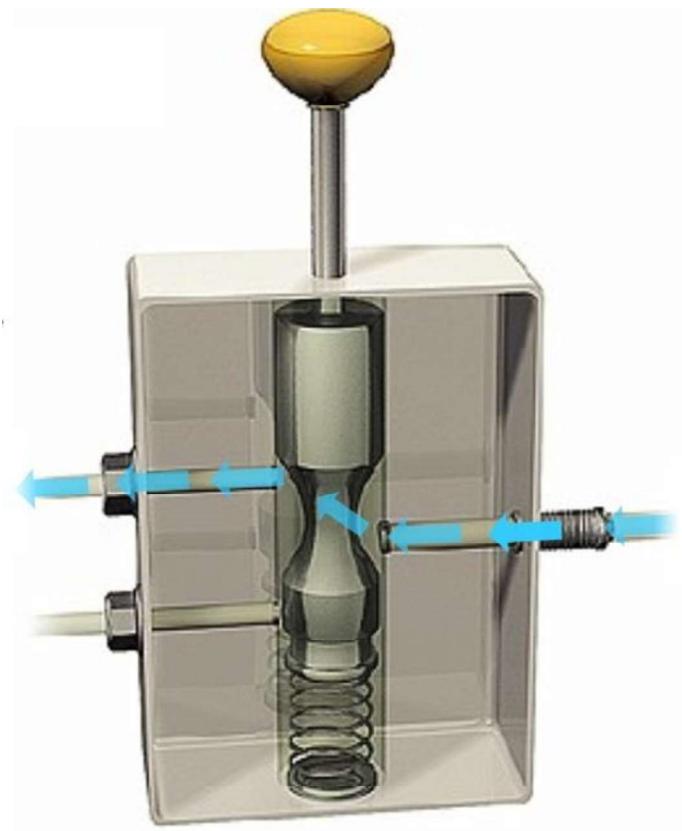
- Transportan el aire comprimido desde el compresor/depósito hasta máquinas o mecanismos.
- Cálculo riguroso, teniendo en cuenta:
  - el caudal
  - longitud de tuberías
  - pérdida de presión admisible
  - presión de servicio
  - cantidad de estrangulamientos de la red
  - condiciones atmosféricas
- En la práctica existen **nomogramas** para un cálculo aproximado de tubería:



- Los materiales de los que están hechas varían con su aplicación:
  - para gas estándar: acero al carbono (SPG)
  - grandes diámetros en conductos largos: acero inoxidable
  - cobre si requiere resistencia a la corrosión o al calor
- Debe tener una pendiente en descenso en sentido de la corriente del 1 al 2%.

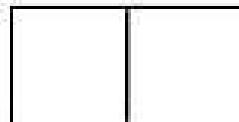
# Válvulas

- En el sistema hidráulico se utilizan para regular, permitir o impedir el paso de un fluido (puesta en marcha, paro, dirección, presión o caudal de fluido)
- Tipos:
  - limitadoras de presión
  - reguladoras de presión
  - reguladoras de caudal
  - divisoras
  - unidireccionales y unidireccionales pilotadas
  - selectoras
  - contrabalance
  - proporcionales
- En neumática se puede decir que existen dos tipos de señales:
  - presencia de aire o presión (estado 1, SI)
  - ausencia de aire o presión (estado 0, NO)

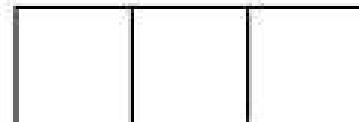


# Válvulas. Representación Esquemática

- Válvulas distribuidoras influyen en el camino del aire comprimido. Para representarlas simbólicamente se utilizan símbolos que sólo indican su función (sin decir como son por dentro). Para identificar una válvula, se debe indicar:
  - Número de vías, que son las entradas y salidas que tiene la válvula
  - Número de posiciones, realizando en cada posición una función determinada
  - Accionamiento, determina el modo de cambiar de posición la válvula
  - Retorno, determina el modo en que vuelve a la posición de “reposo” o inicial
- Las posiciones se representan a través de cuadros:

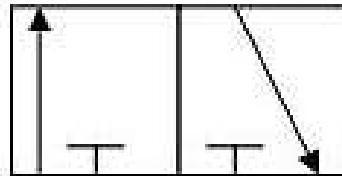


*Válvula de dos posiciones*

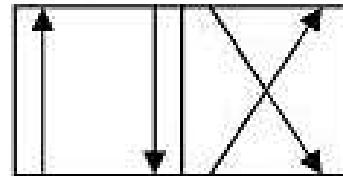


*Válvula de tres posiciones*

- Las vías se representan a través de flechas, indicando la flecha la dirección del aire. Si la tubería interna está cerrada, se representa con una línea transversal



*Válvula de 3 vías 2 posiciones (3/2)*



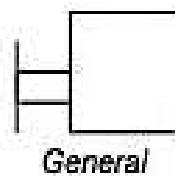
*Válvula de 4 vías 2 posiciones (4/2)*

# Válvulas. Representación Esquemática

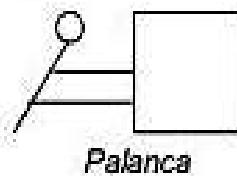
- La posición inicial o de “reposo” de la válvula es la de la derecha en las de dos posiciones, o la central en las demás. En esa posición se representan los empalmes por medio de una raya que sobresale y se une a las tuberías exteriores. Los empalmes se representan por letras o números:

<b>Utilizaciones</b>	A, B, C	2, 4, 6	CIL, OUT
<b>Presión</b>	P	1	IN
<b>Escapes</b>	R, S, T	3, 5, 7	EX
<b>Pilotajes</b>	X, Y, Z	12, 14, 16	
<b>Fugas</b>	L	9	

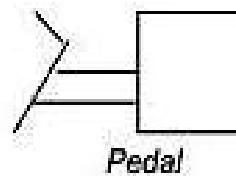
- El accionamiento de la válvula puede ser de diferentes formas, representándose en el lateral izquierdo, y el retorno a la posición de reposo en el derecho.



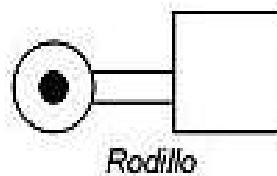
General



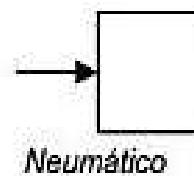
Palanca



Pedal



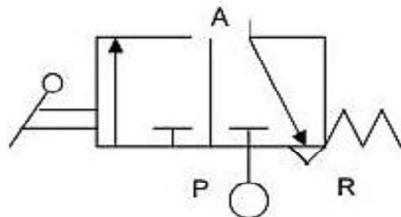
Rodillo



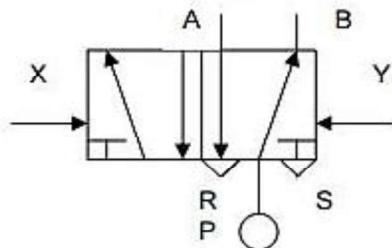
Neumático

# Válvulas. Representación Esquemática

- Cuando en la posición de reposo la línea de presión (P) está abierta a una utilización (A), se dice que está *normalmente abierta*, mientras que si está cerrada se dice que está *normalmente cerrada*.



Válvula de 3 vías 2 posiciones, accionamiento por palanca y retorno por muelle, normalmente cerrada (3/2 n.c.). Válvula monoestable o inversora.

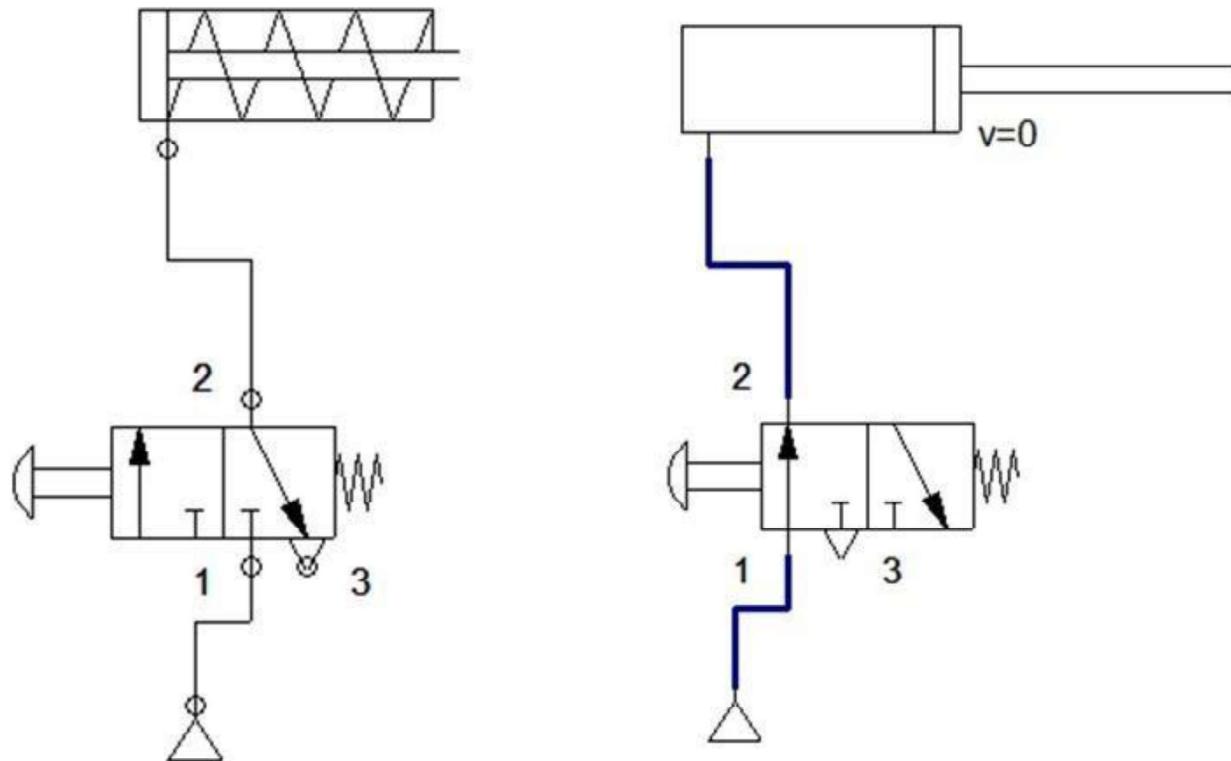


Válvula de 5 vías 2 posiciones accionamiento y retorno neumático (5/2). Válvula biestable, de impulsos o memoria.

- **En la 1<sup>a</sup> válvula:** en posición de reposo, llega el aire de P (presión), pero no pasa (cerrada en posición de reposo). La utilización está comunicada con el escape A-R. Al dar a la palanca cambia de posición, comunicando P-A (utilización al cilindro) y el escape R queda cerrado. Al dejar de dar a la palanca la válvula vuelve, por efecto del muelle, a su posición de cerrada inicial.
- **En la 2<sup>a</sup> válvula:** cuando se pilota la válvula con aire por Y, se pone en contacto P-B, A-R y S está cerrado. Si se pilota la válvula por X, se comunica P-A, B-S y R está cerrado.
- **Válvula monoestable o inversora:** la válvula retorna a su posición de reposo al dejar de accionarla (mediante un muelle).
- **Válvula biestable, de impulsos o de memoria:** la válvula no retorna al dejar de accionarla.

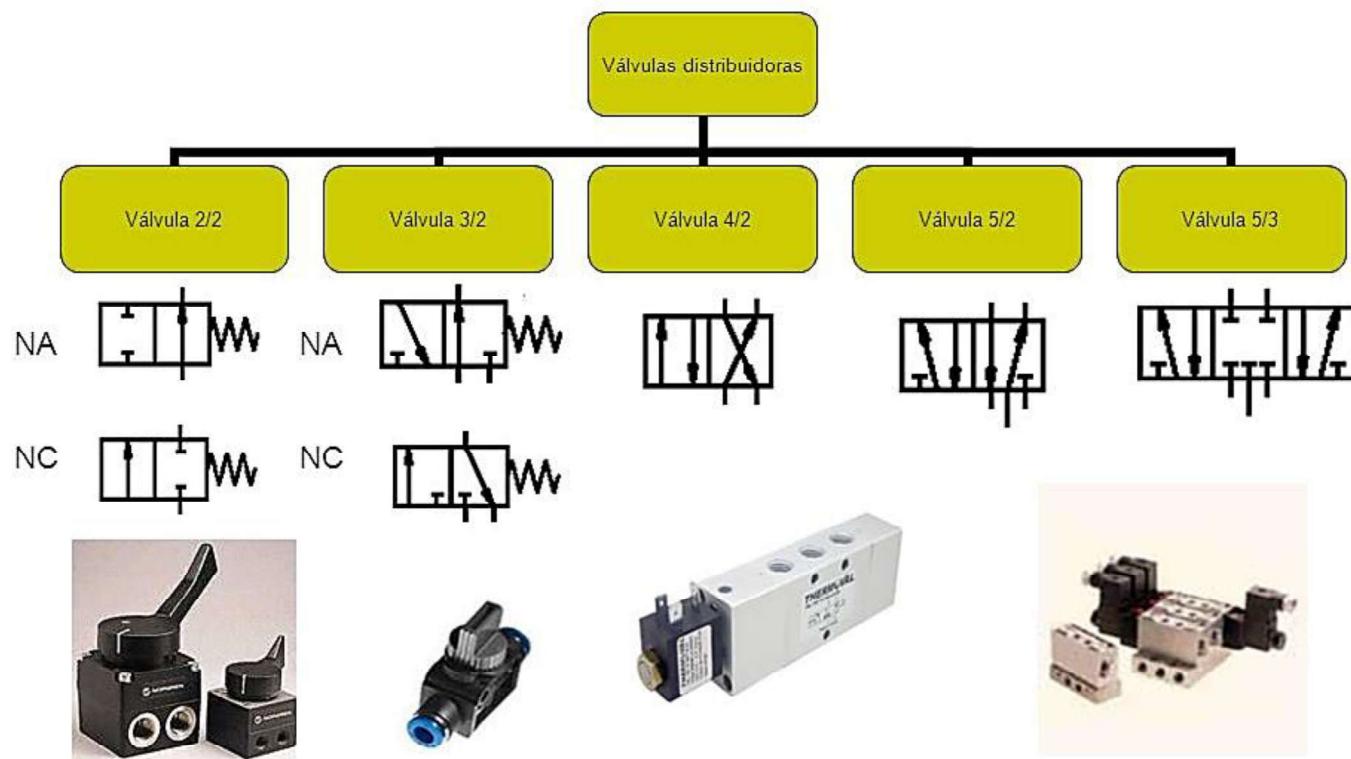
# Válvulas. Representación Esquemática

- Los cilindros de simple efecto utilizan válvulas distribuidoras 3/2 monoestables o biestables.
- Los cilindros de doble efecto utilizan válvulas distribuidoras 4/2 o 5/2 monoestables o biestables.
- Los finales de carrera mecánicos son válvulas 3/2 generalmente cerradas en posición de reposo, accionados por rodillo y retorno por muelle.



# Válvulas Distribuidoras o de Vías

- Elementos que modifican el flujo en los circuitos hidráulicos, permiten controlar la dirección del movimiento y la parada de los cilindros y otros actuadores.
- Clasificación en cuanto su modo de funcionamiento:
  - de funcionamiento continuo: tienen dos posiciones finales e infinitas intermedias.  
Pueden ser válvulas proporcionales o servoválvulas.
  - todo o nada: tienen una cantidad determinada de posiciones (2, 3, 4 ...)



# Válvulas Distribuidoras o de Vías

- Clasificación en cuanto a su número de conexiones o vías y posiciones:

- válvula 2/2 (2 vías /2 posiciones)
- válvula 3/2
- válvula 4/2
- válvula 5/2
- válvula 4/3

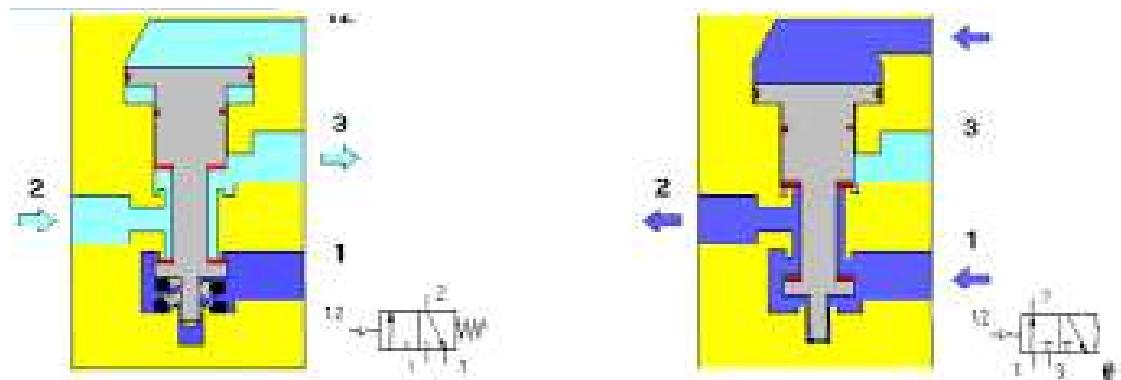


Figura 4-5. Válvula 3/2 accionada neumáticamente

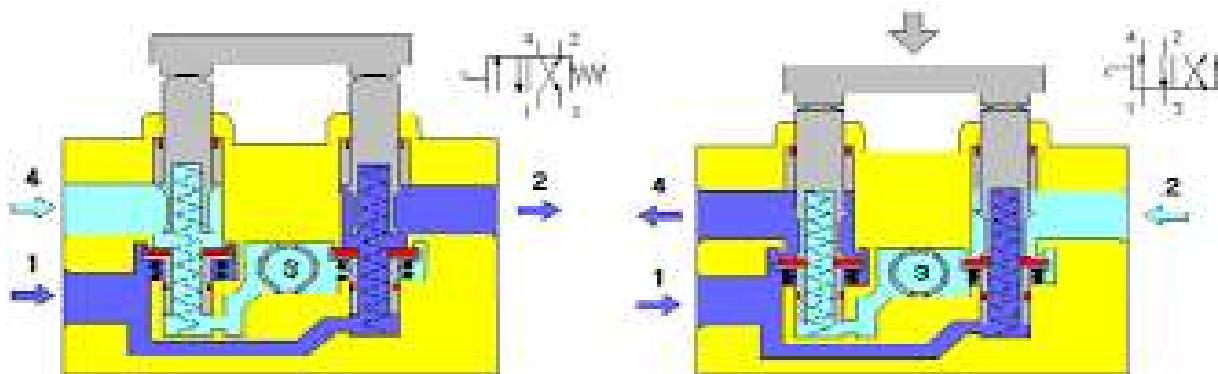
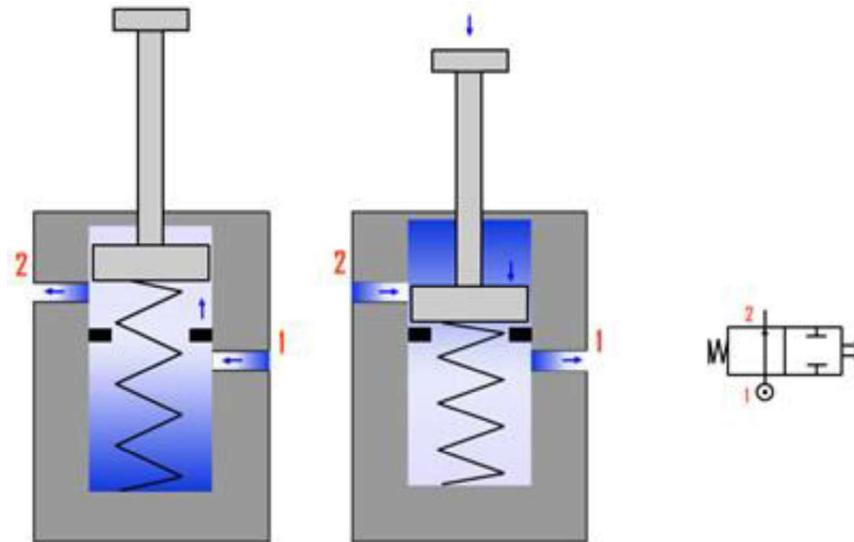


Figura 4-6. Válvula distribuidora 4/2

# Válvulas Distribuidoras o de Vías



## VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS

- |    |  |             |    |  |             |
|----|--|-------------|----|--|-------------|
| 1) |  | Válvula 2/2 | 4) |  | Válvula 4/3 |
| 2) |  | Válvula 3/2 | 5) |  | Válvula 4/4 |
| 3) |  | Válvula 4/2 | 6) |  | Válvula 6/3 |

3/2  
Nº posiciones  
Nº vías

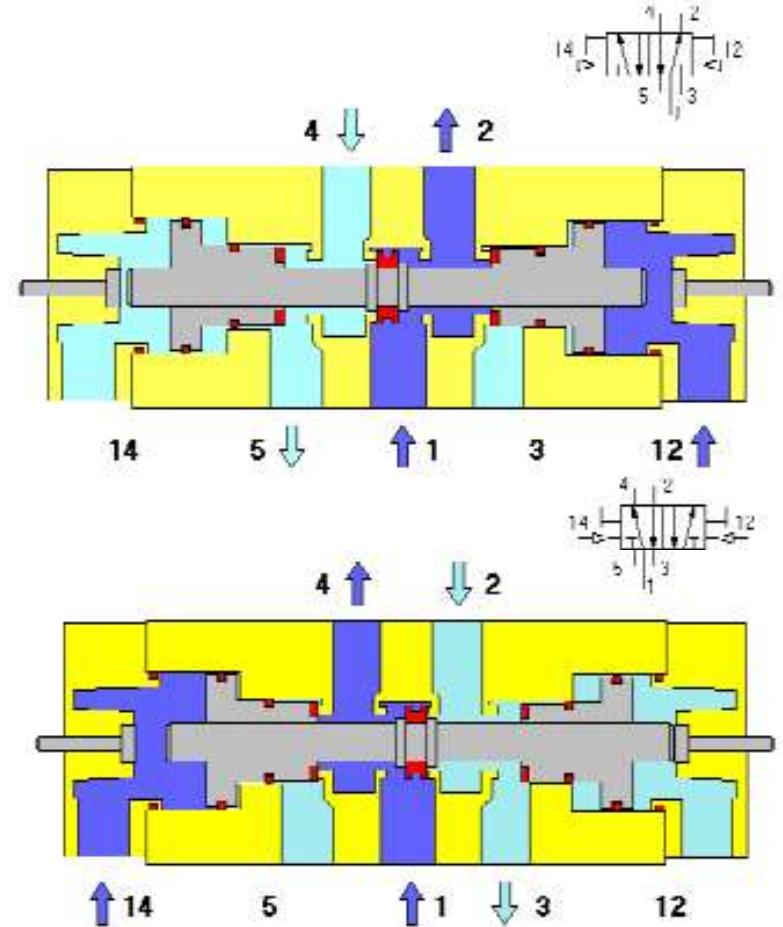
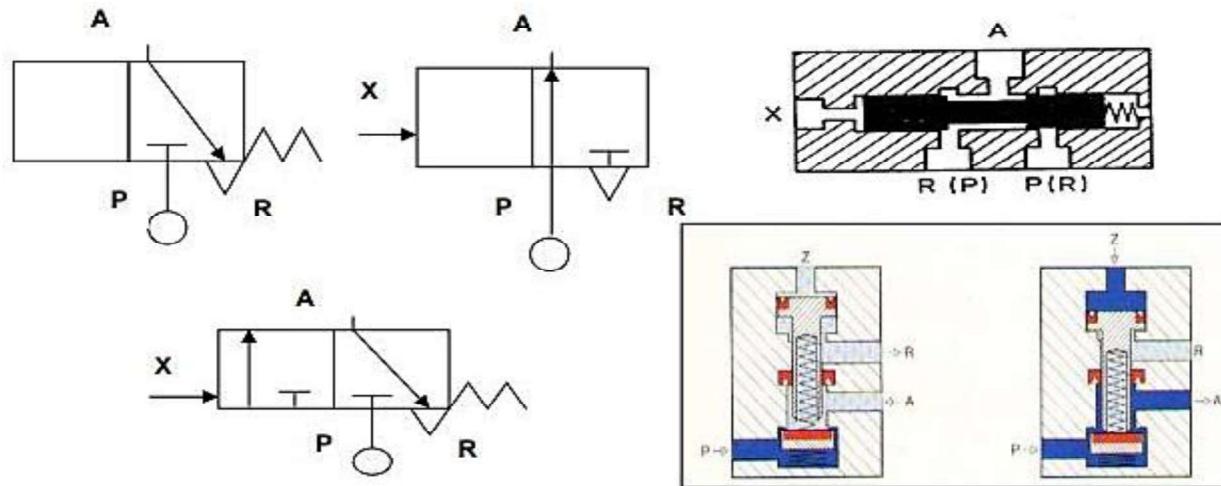


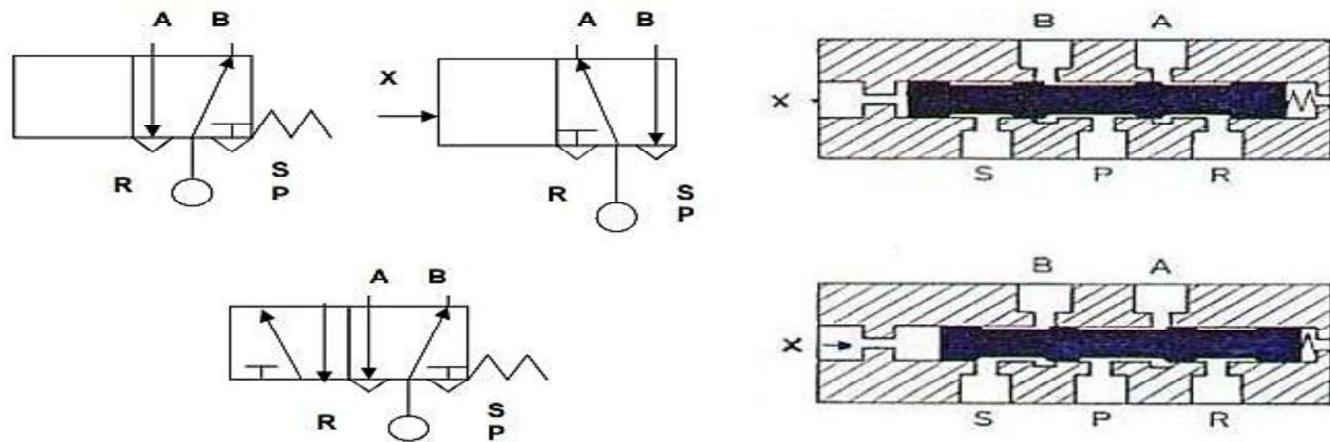
Figura 4-7. Válvula distribuidora 5/2 de disco flotante

# Válvulas Monoestables. Funcionamiento

- VÁLVULA 3/2 NORMALMENTE CERRADA, ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO RETORNO MUELLE

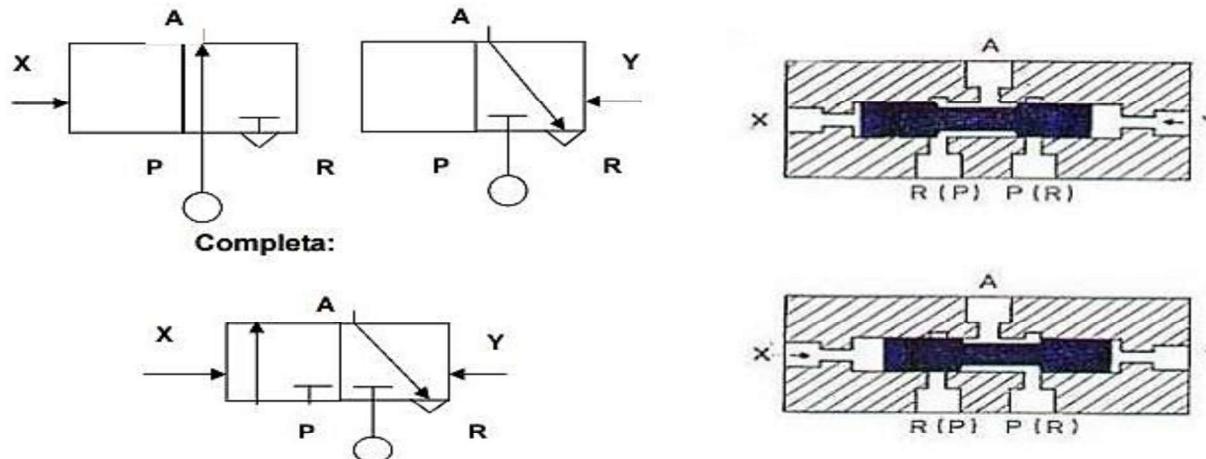


- VÁLVULA 5/2 ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO RETORNO MUELLE

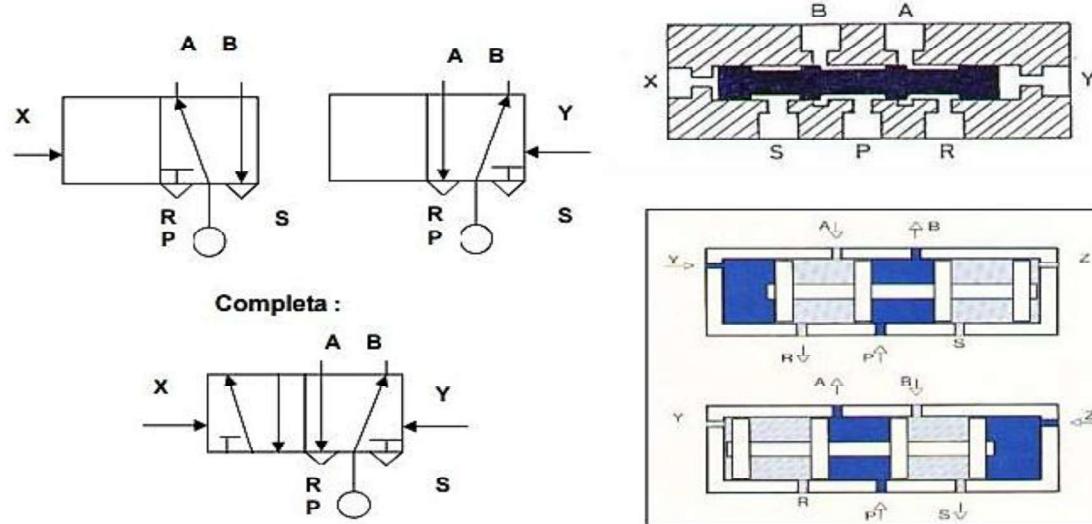


# Válvulas Biestables. Funcionamiento

- VÁLVULA 3/2 ACCIONAMIENTO Y RETORNO NEUMÁTICO

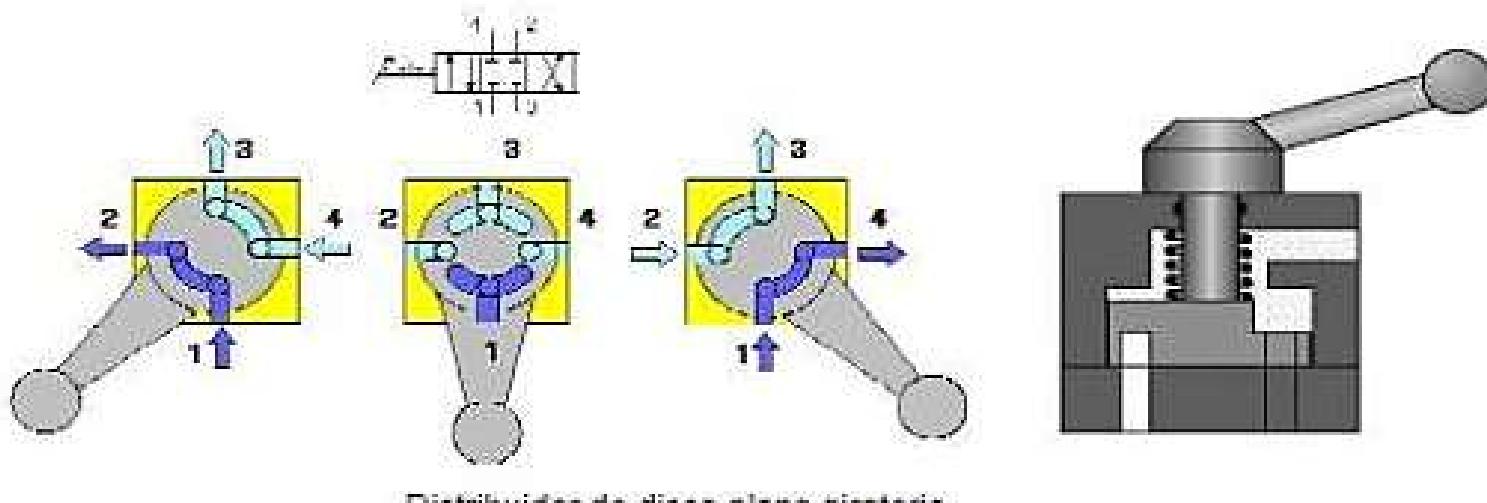


- VÁLVULA 5/2 ACCIONAMIENTO Y RETORNO AUTOMÁTICO



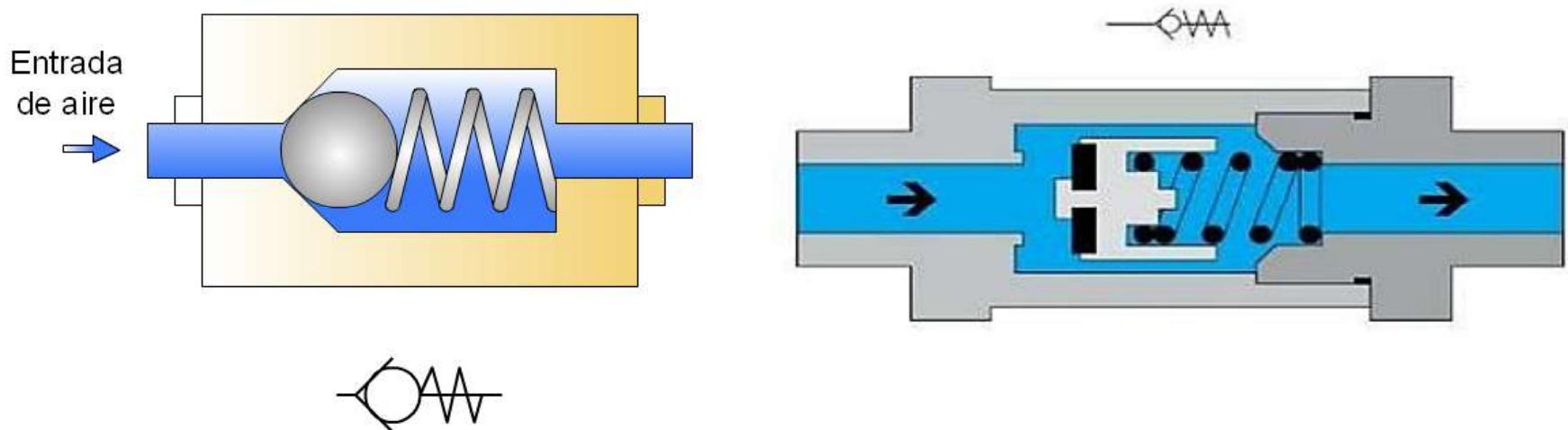
# Válvulas de Disco Plano Giratorio

- Estas válvulas son generalmente de accionamiento manual o por pedal, otros tipos de accionamiento son difíciles de incorporar a ellas.
- Constan de dos discos superpuestos, el superior, que es el que se hace girar, dispone de dos conductos de forma curvada; en el inferior se encuentran las conexiones con los conductos y permanece inmóvil.
- En los tres pequeños esquemas situados a la izquierda de la figura se muestra las conexiones en los laterales para que puedan observarse con mayor facilidad.
- En la posición intermedia todos los conductos están cerrados, permitiendo, en principio inmovilizar un cilindro en cualquier posición; sin embargo, debido a la compresibilidad del aire, no se puede realizar con precisión.
- Girando la palanca la válvula pasará a las otras posiciones poniendo en contacto las vías de una manera determinada. Los conductos del disco giratorio pueden estar situados en forma diferente de tal manera que la válvula puede cumplir diferentes misiones.



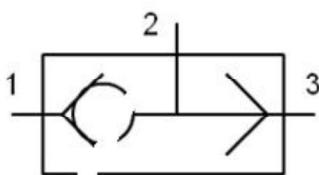
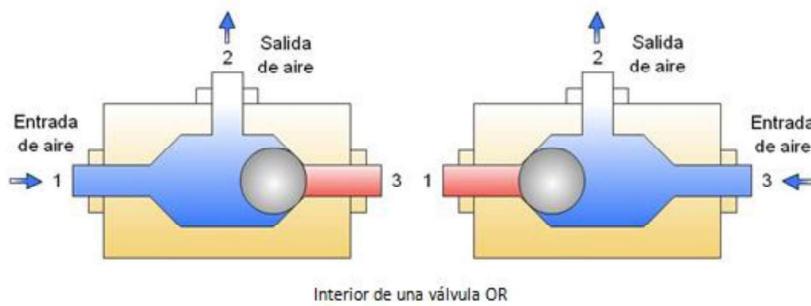
# Válvulas de Bloqueo. Válvula Antirretorno

- **VALVULAS DE BLOQUEO:** bloquean el paso de caudal en un sentido y lo permiten en el otro. La presión del lado de salida actúa sobre la pieza obturadora y apoya el efecto del cierre hermético de la válvula.
- **VÁLVULA ANTIRRETORNO:** Permite el paso de fluido sólo en una dirección, bloquea el paso en el sentido contrario. La obturación en un sentido puede obtenerse mediante un cono, bola, disco o membrana. Generalmente, el cuerpo de estanqueidad está comprimido por un resorte. Cuando la fuerza del aire comprimido es superior a la tensión del muelle, el obturador se abre o se levanta de su asiento y deja pasar el aire.

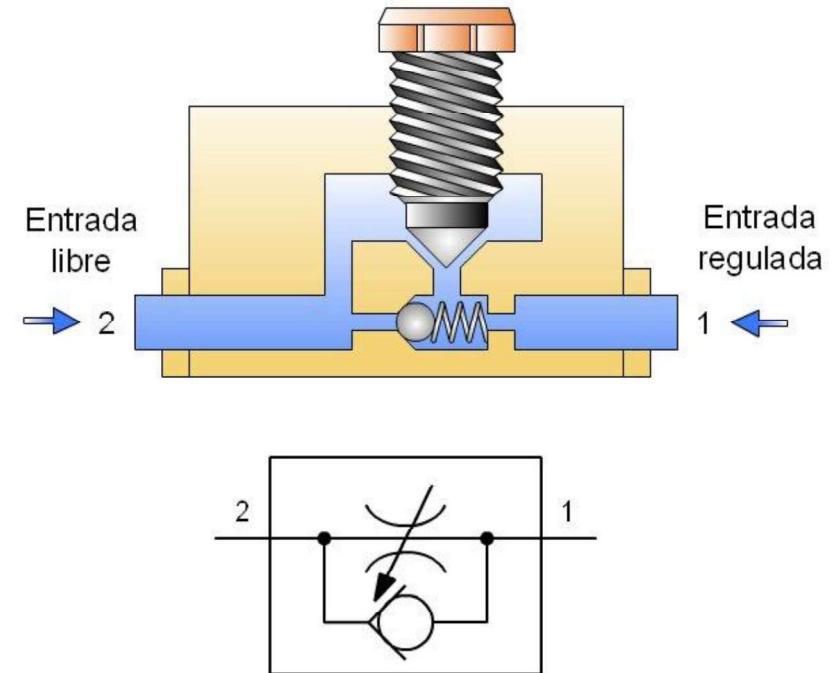


# Válvulas de Bloqueo. Válvula Antirretorno

- VÁLVULA “O” (OR) – También llamada *antirretorno doble*. Con ella se permite que un mando determinado se pueda realizar desde puntos distintos.
- VÁLVULA ANTIRRETORNO CON ESTRANGULACIÓN – También llamada de *estrangulación unidireccional*. Permite el paso estrangulado en una dirección. En esa dirección, se puede variar la sección de paso de cero al diámetro de la válvula. En la otra dirección, la membrana se levanta del asiento y el aire pasa libre. Se utilizan, junto a los cilindros, para variar su velocidad

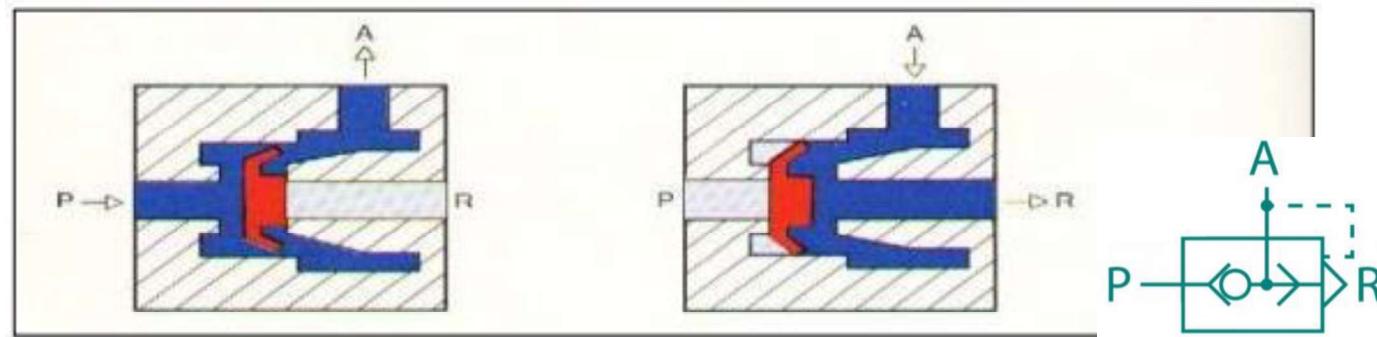


Símbolo de la válvula OR

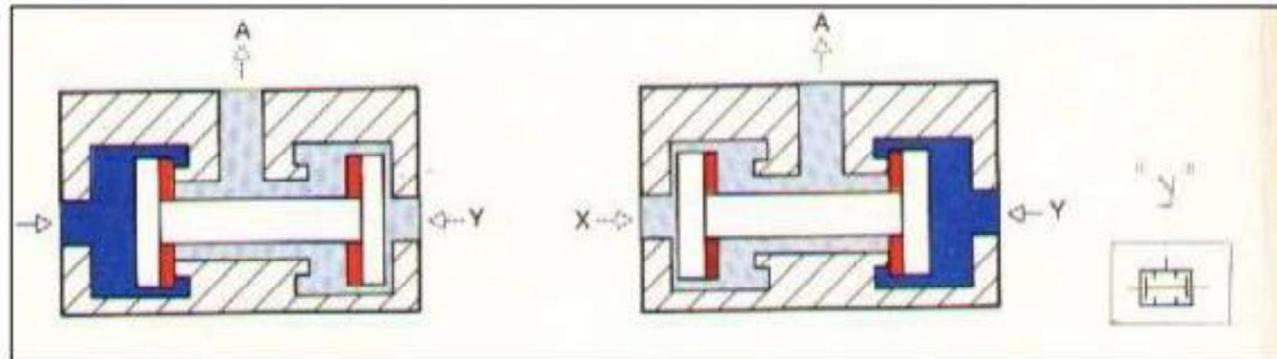


# Válvulas de Bloqueo. Válvula Antirretorno

- VÁLVULA DE ESCAPE RÁPIDO – Utilizadas para purgar rápidamente el aire de un cilindro, aumentando notablemente su velocidad. Se monta también junto al cilindro. Se circula aire de P-A, la junta de labio cierra a R. Al purgarse el cilindro, la junta cierra el paso hacia P, uniéndose A-R.

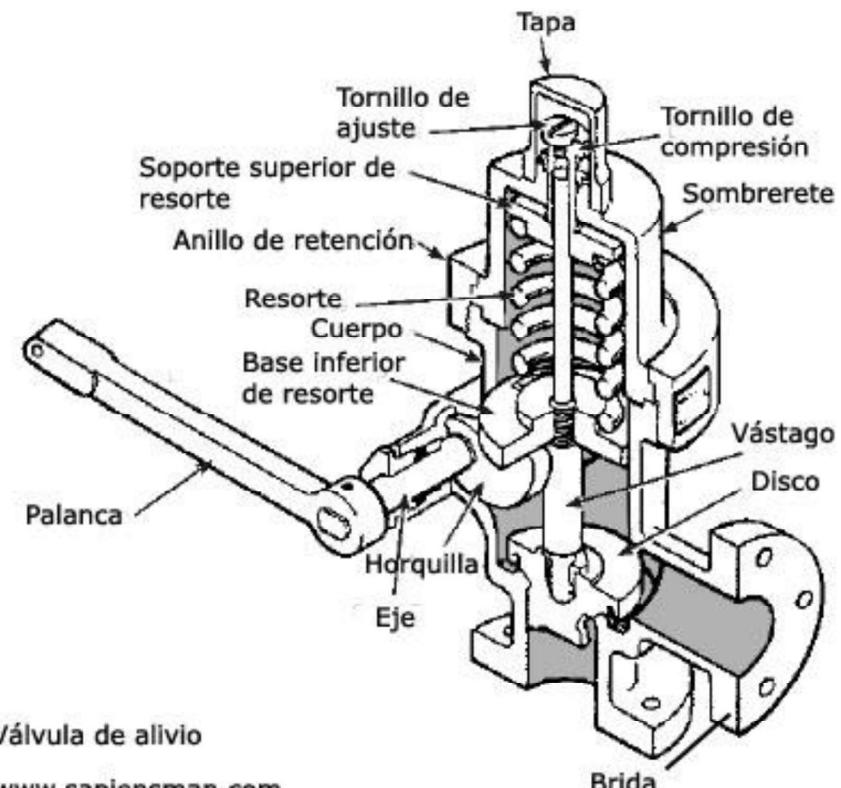
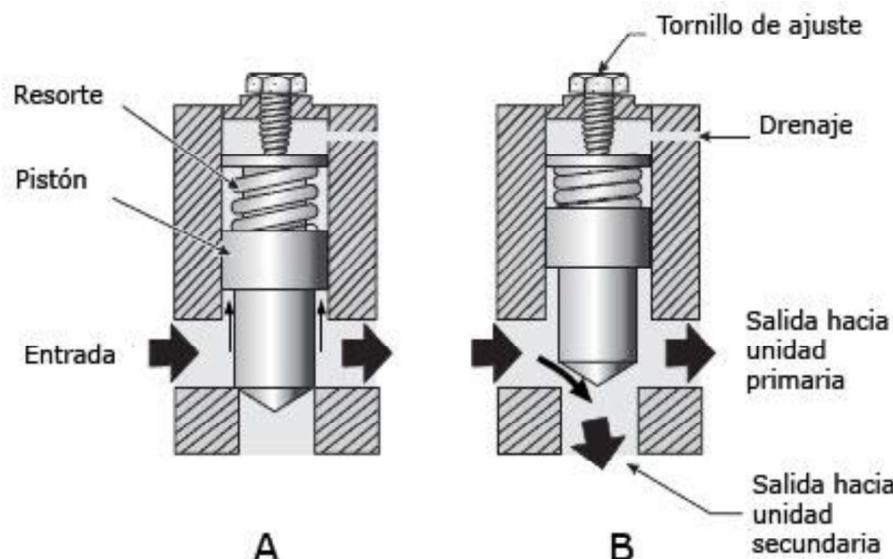


- VÁLVULA “Y” (AND) – También llamada de *simultaneidad o dos presiones*. En A sólo habrá salida cuando ambas entradas reciban aire. Una única señal bloquea la salida de aire hacia A.



# Válvulas de Presión

- Las principales válvulas de presión son los *reguladores de presión*. Antes se ha visto un filtro con regulador de presión y purga.
- Su función es mantener constante la presión en el secundario aún existiendo variaciones de presión en el primario. Los hay con o sin compensación de caudal y con o sin escape.
- Destacan entre estas la *limitadora de presión* y la *de secuencia*

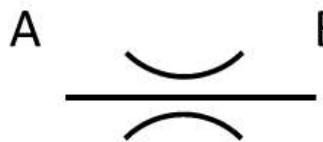


Válvula de alivio

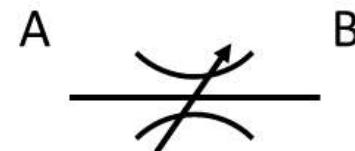
# Válvulas de Caudal

- Influyen en la cantidad de aire circulando. El caudal se regula en ambos sentidos.
- Todo estrechamiento de sección transversal, así como las longitudes muy largas, significa resistencia a la corriente y por tanto, considerables pérdidas de presión. La estrangulación o diafragma puede ser regulable, incorporándose al símbolo una flecha cruzada.

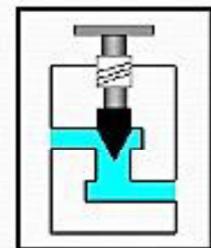
Válvula Reguladora de Caudal



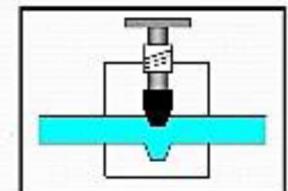
Válvula Reguladora de Caudal Ajustable



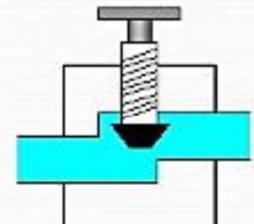
➤ Válvula de aguja



➤ Válvula de compuerta

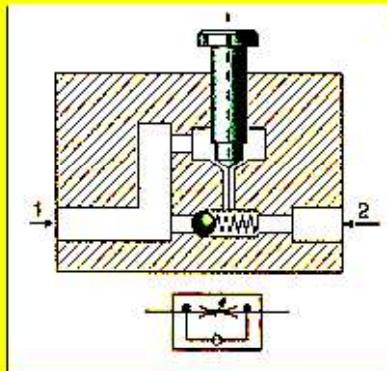


➤ Válvula de esfera



# Válvulas Reguladoras de Caudal. Aplicaciones

- Aplicaciones: Las aplicaciones de los reguladores de caudal no están limitadas a la reducción de la velocidad de los cilindros o actuadores en general. Además se usan en accionamientos retardados, temporizadores, impulsos, etc. Los reguladores de caudal pueden ser unidireccionales o bidireccionales.
  - control de velocidad de avance en cilindro de doble efecto
  - control de velocidad de avance y retraso cilindro doble efecto
  - control de velocidad de avance en válvula 4/2
  - control de velocidad avance y retraso en válvula 4/2

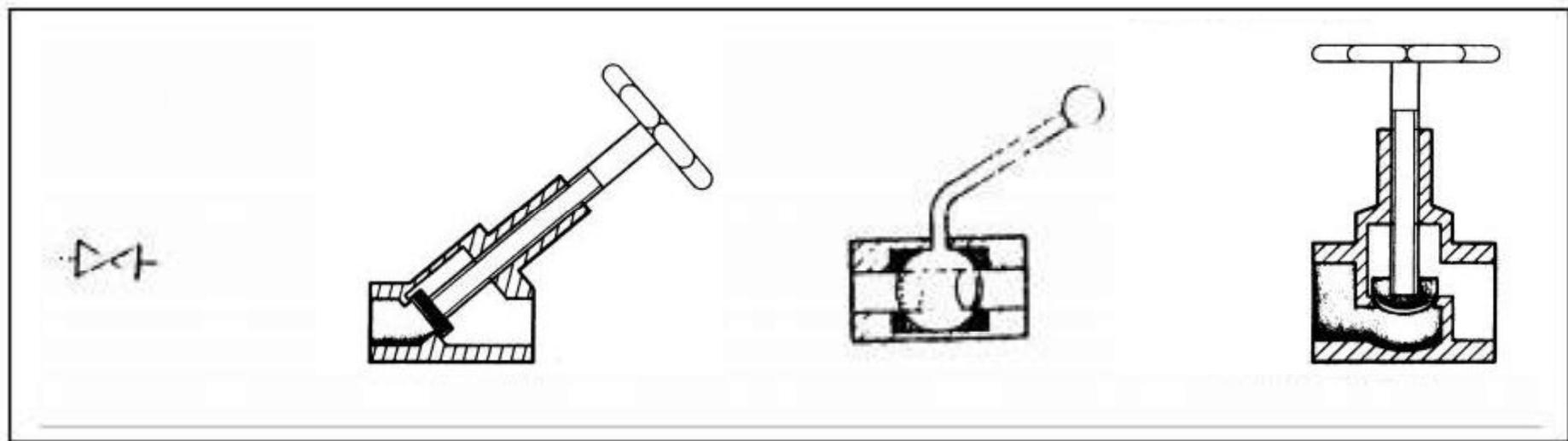


**Válvula estranguladora unidireccional.** Es una válvula híbrida que reúne condiciones de las válvulas de bloqueo y de las de flujo. Se usa como válvula de flujo para regular la velocidad de los actuadores pero solo en un sentido de su movimiento. Si interesan velocidades de avance y retroceso diferentes y controladas, se dispone una válvula en cada vía.

**Válvulas reguladoras de flujo o caudal.** Ajustan el caudal circulante a un valor fijo o variable. Solo pueden disminuir el caudal circulante. Existen dos tipos : actuadoras en los dos sentidos y actuadoras unidireccionales. También se pueden considerar en este grupo los silenciadores y reguladores de escape, si actúan sobre el caudal.

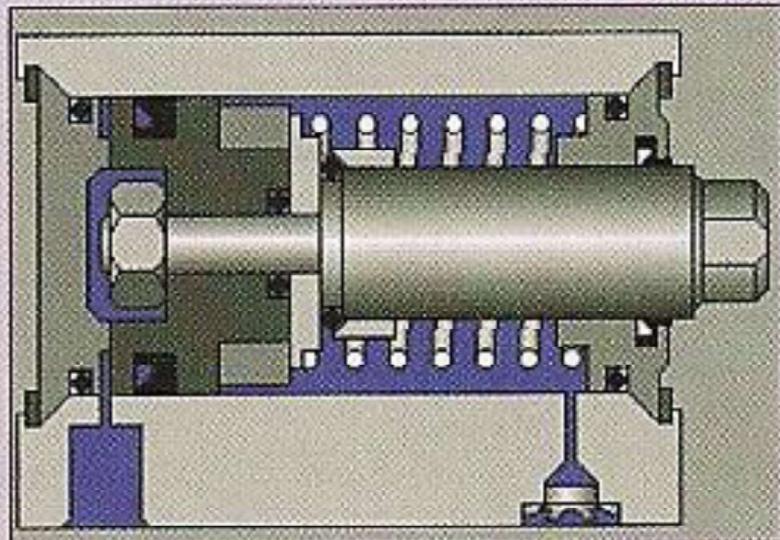
# Válvulas de Cierre

- Son aquellas que abren o cierran el paso de caudal sin escalones. El paso puede producirse en ambas direcciones

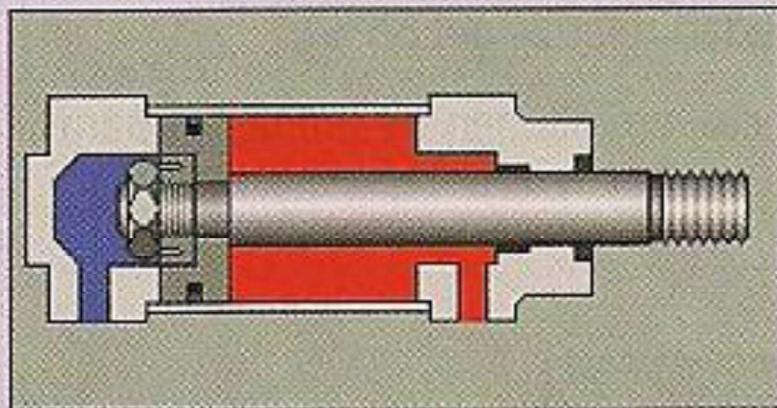


# Cilindros de Simple Efecto

- Se le aplica presión sólo por un extremo, por lo que realiza trabajo sólo en un sentido.
- Generalmente la carrera activa es la de “vástago saliente”, realizándose el retorno por muelle o fuerza externa. Se clasifican de esta forma
- Al entrar aire proveniente del distribuidor, el vástagos avanza (carrera de avance o trabajo), mientras que al dejar de entrar aire el vástagos retrocede (carrera de retroceso o retorno)



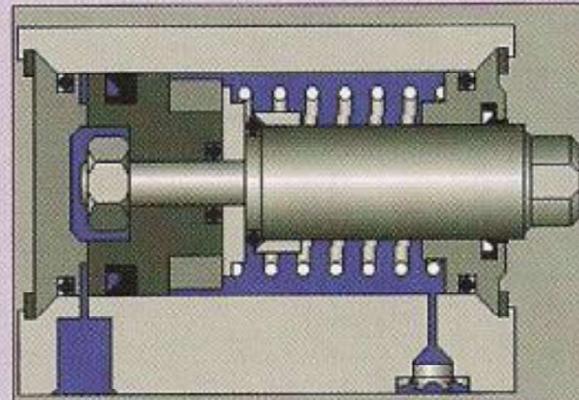
a) De simple efecto.



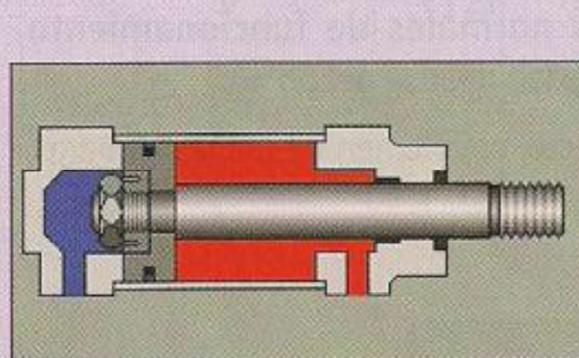
b) De doble efecto.

# Cilindros de Doble Efecto

- Paseen dos tomas de aire situadas a ambos lados del émbolo. Se aprovecha la carrera de trabajo en los dos sentidos. Son los más utilizados.
- Ventajas en relación a los de simple efecto:
  - aprovecha toda la longitud del cuerpo del cilindro como carrera útil
  - no realiza trabajo en comprimir el muelle
  - mucha precisión en su funcionamiento
- A igualdad de presión, más fuerza en el avance que en retroceso por no tener la parte del vástago
- La carrera no tiene la limitación del muelles de los de simple efecto, pero tampoco puede ser muy larga por el peligro de pandeo y flexión del vástago
- Existen con amortiguación interna, sistema de amortiguación que entra en acción poco antes de alcanzar el final de carrera, para evitar un choque brusco y posibles daños cuando masa trasladada es grande



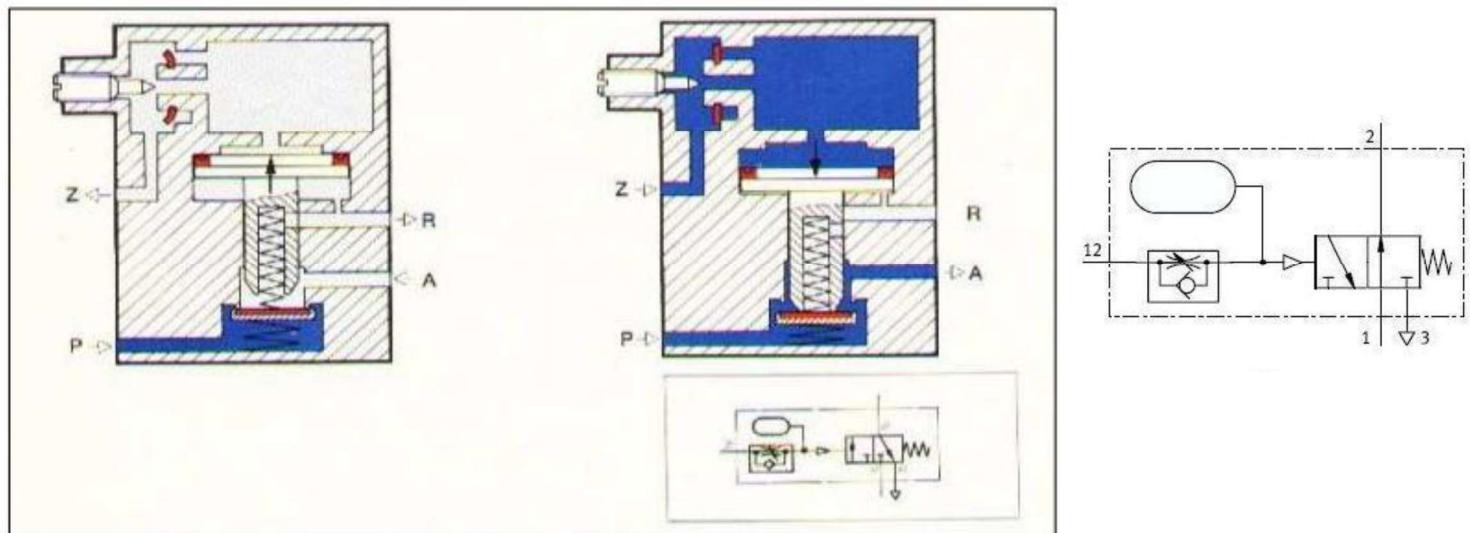
a) De simple efecto.



b) De doble efecto.

# Temporizadores Neumáticos con Retardo de Activación Cerrado en Posición de Reposo

TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS: se construyen combinando una estrangulación, un depósito y una válvula de pilotaje neumático Fundamentalmente tienen dos misiones: adelantar o atrasar el tiempo (temporizar) en una inversión o, temporizar para generar impulsos.

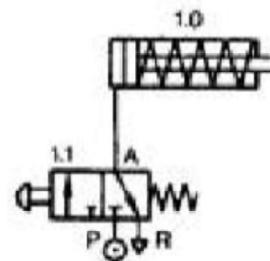


- En su posición de reposo, **P** está cerrado y **A-R**. El aire entra al depósito por el pilotaje **X** y la estrangulación unidireccional regulable (a través de un tornillo). Al llegar la presión del depósito a un valor determinado, vence la fuerza del muelle, circulando aire de **P-A** y cerrando **R**.
- Variando la entrada de aire con el tornillo, se consigue abrir o cerrar más su paso, con lo que retardamos más o menos el tiempo.
- Si la válvula la convertimos en abierta en posición de reposo, obtenemos un temporizador con retardo a la activación abierto en posición de reposo. En su posición de reposo, **R** está cerrado y **P-A**. Al pilotarse por **X**, **P** se cierra y **A-R**

# Circuitos Neumáticos – Esquemas Básicos

Mando de un cilindro de simple efecto.

El vástago de un cilindro de simple efecto debe salir al accionar un pulsador y regresar inmediatamente al soltarlo.



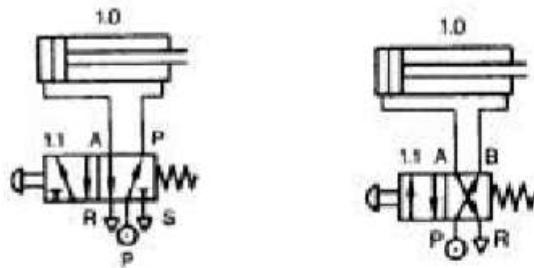
solución:

Para realizar este mando se precisa una válvula distribuidora 3/2 cerrada en posición de reposo. Al accionar dicha válvula, el aire comprimido pasa de P hacia A; el conducto R está cerrado. Por el efecto del muelle de reposición de la válvula, el cilindro es pone en escapo de A hacia R; el empalme de alimentación P se cierra.

# Circuitos Neumáticos – Esquemas Básicos

Mando de un cilindro de doble efecto.

Ejercicio: El vástagos de un cilindro de doble efecto debe salir o entrar según se accione una válvula.



Solución:

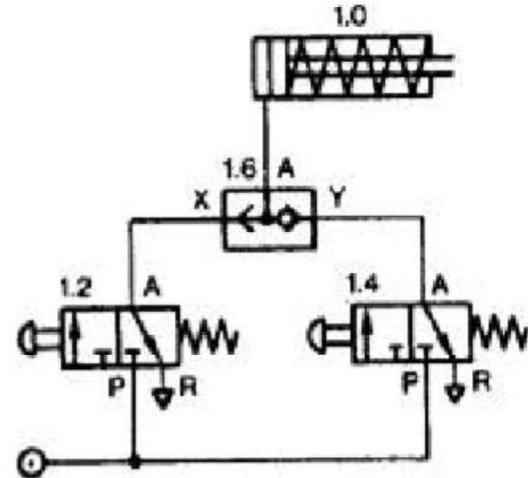
Este mando de cilindro puede realizarse tanto con una válvula distribuidora 4/2 como con una 5/2. La unión de los conductos de P hacia B y de A hacia R en la 4/2 mantiene el vástagos entrado en la posición final de carrera. Al accionar el botón de la válvula es establece la unión de P hacia A y de B hacia R. El vástagos del cilindro seis hasta la posición final de carrera. Al soltar el botón, el muelle recuperador de la válvula hace regresar ésta a la posición Inicial. El vástagos del cilindro vuelve a entrar hasta la posición final de carrera.

Si se emplea una válvula distribuidora 5/2, el escapo se realiza por R ó S. Para regular la velocidad, basta incorporar válvulas de estrangulación.

# Circuitos Neumáticos – Esquemas Básicos

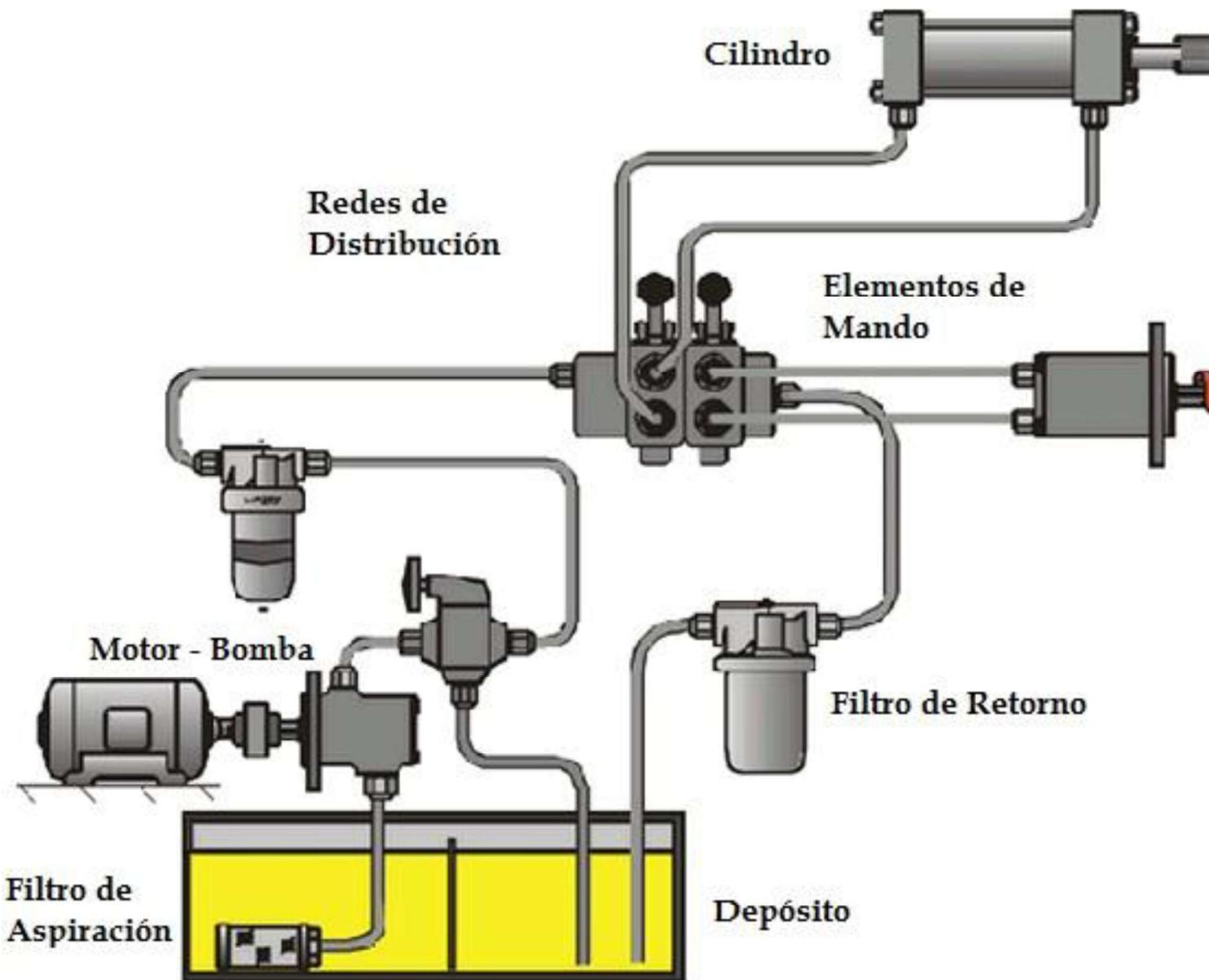
Mando con selector de circuito.

El vástago de un cilindro debe poderse hacer salir de dos puntos diferentes.



Al accionar la válvula 1.2 el aire comprimido circula de P hacia A, y en el selector de circuito de X hacia A y pasa al cilindro. Lo mismo ocurre cuando es invierte la válvula 1.4. En ausencia del selector, en el circuito arriba montado al pulsar 1.2 ó 1.4, el aire saldría por el conducto de escape de la otra válvula distribuidora 3/2, que no ha sido accionada.

# Componentes de un Circuito Hidráulico



# Principio de Pascal

Densidad ( $\rho$ )

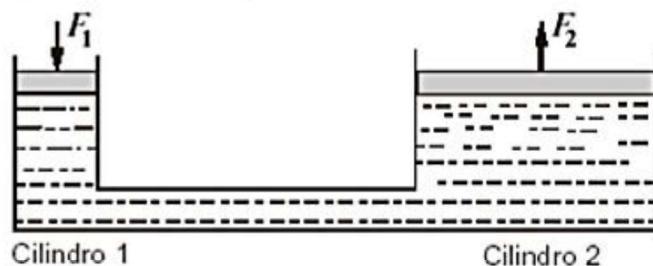
Suponiendo el fluido homogéneo, la densidad

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{kg/m}^3)$$

La compresión que sufren los aceites hidráulicos la podemos considerar despreciable. Por lo tanto, la densidad del fluido no varía significativamente con la presión.

## Principio de Pascal

La presión aplicada a un fluido confinado se transmite íntegramente en todas las direcciones y ejerce fuerzas iguales sobre áreas iguales, actuando estas fuerzas normalmente a las paredes del recipiente.

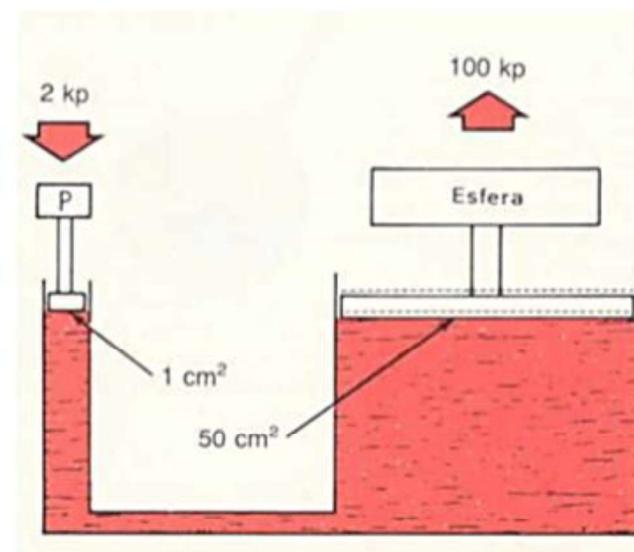


$$p_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

$$p_2 = \frac{F_2}{e}$$

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$



# Efecto Venturi

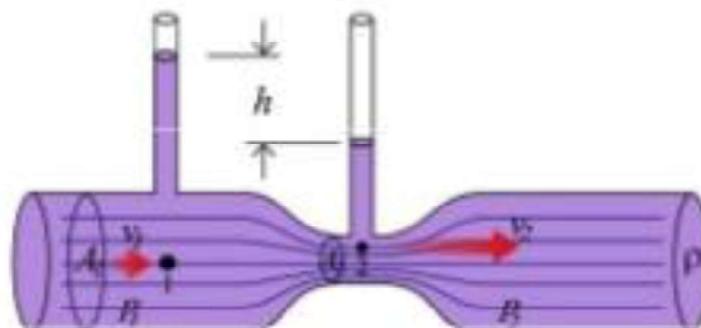
Tal como lo predice la Ecuación de Continuidad, la velocidad de un fluido aumenta porque el área del conducto se reduce y, según la ecuación de Bernoulli, una aumento de velocidad producirá una disminución de la presión.

El efecto Venturi consiste en que la corriente de un fluido dentro de un conducto cerrado disminuye la presión del fluido al aumentar la velocidad cuando pasa por una zona de sección menor. Si en este punto del conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido contenido en este segundo conducto. Este efecto recibe su nombre del físico italiano Giovanni Battista Venturi (1746-1822).

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$



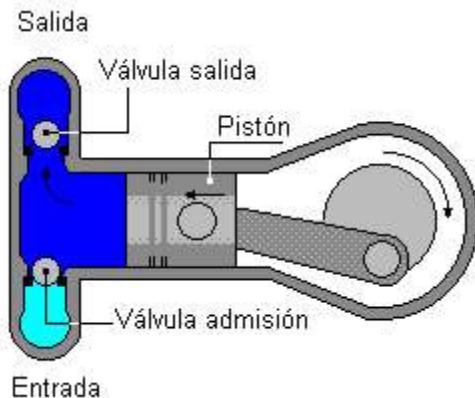
Tubo de Venturi

# Bombas Hidráulicas

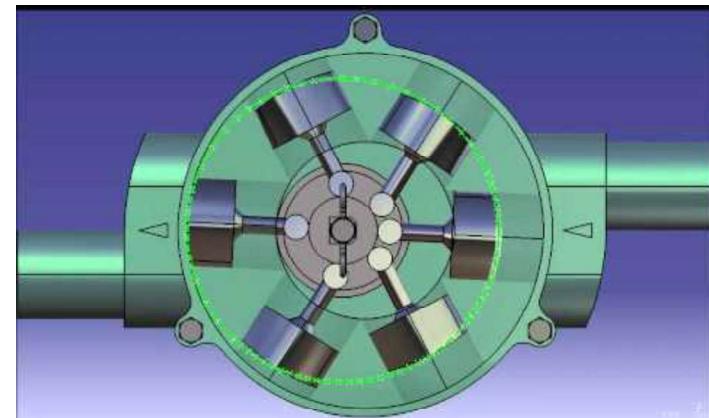
- Son utilizadas para transferir energía o bombear fluidos incompresibles, por lo que no alteran la densidad del fluido de trabajo.
- 1.- Según su principio de funcionamiento se dividen en bombas volumétricas y bombas dinámicas.
    - **Bombas Volumétricas:** Basadas en el principio de la Hidrostática. En cada ciclo de impulsión generan un volumen o cilindrada
      - Bombas de Embolo Alternativo
      - Bombas Rotativas o Rotoestáticas
    - **Bombas Rotodinámicas:** Basadas en el principio de la Hidrodinámica. Intercambio de movimiento entre máquina y fluido.
      - Radiales o centrífugas
      - Axiales
      - Diagonales o helicocentrífugas
  - 2.- Según el tipo de accionamiento se dividen en :
    - **Electrobombas:** accionadas por un motor eléctrico. Se diferencian de las motobombas en que éstas últimas estan accionadas por motores de combustión interna
    - **Bombas Neumáticas:** bombas de desplazamiento positivo en las que la energía de entrada es neumática (aire comprimido)
    - **Bombas de Accionamiento Hidráulico:** estan accionadas por un líquido, como la bomba de ariete o la noria.
    - **Bombas Manuales:** accionadas con energía mecánica “humana”, como la bomba de balancín

# Bombas Volúmetricas de Embolo

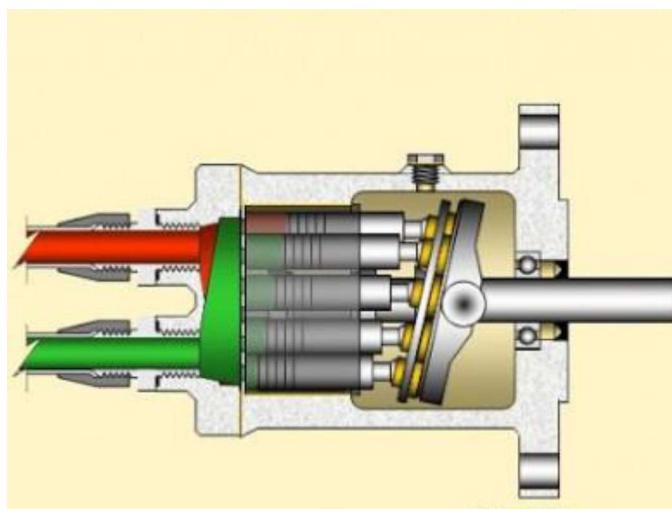
## Bomba Alternativa de Embolo



## Bomba Rotativa de Pistones

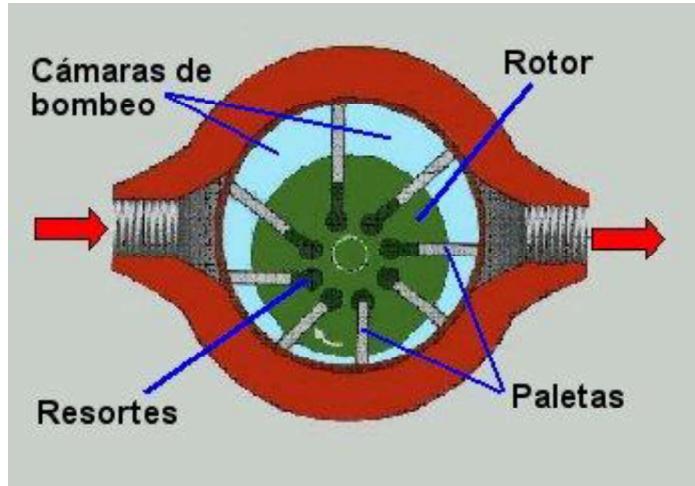


## Bomba de Pistones Axiales

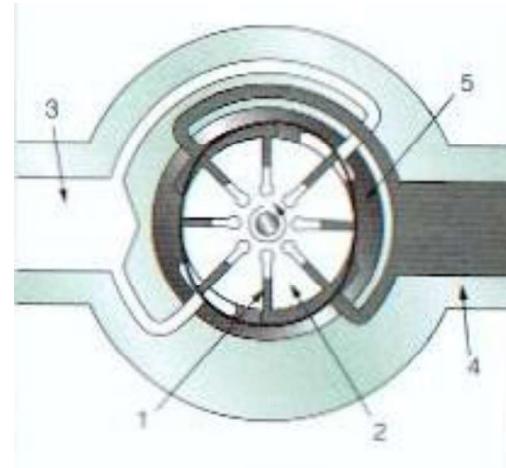


# Bombas Volúmetricas Rotativas o Rotoestáticas

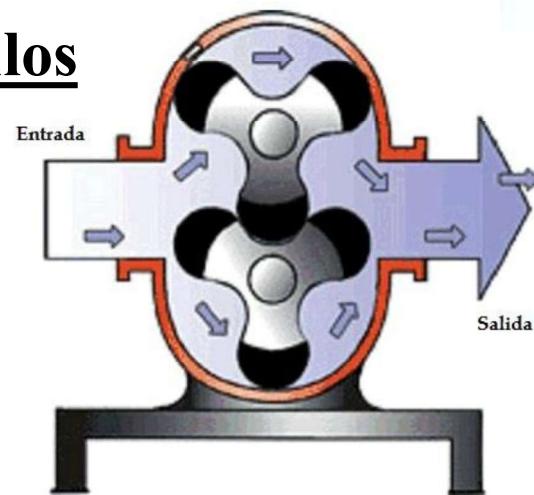
## Bomba de Paletas Desequilibradas



## Bomba de Paletas Equilibradas



## Bomba de Lóbulos

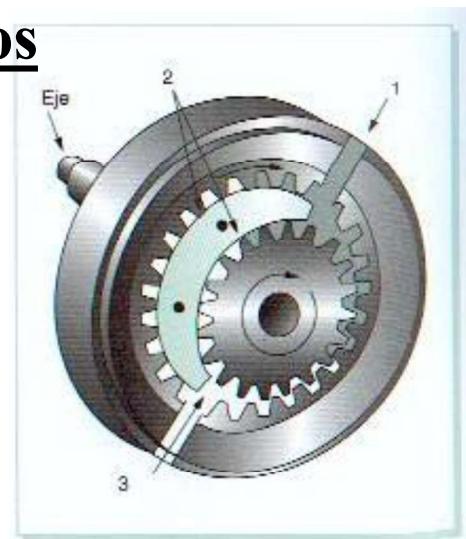


# Bombas Volúmetricas Rotativas o Rotoestáticas

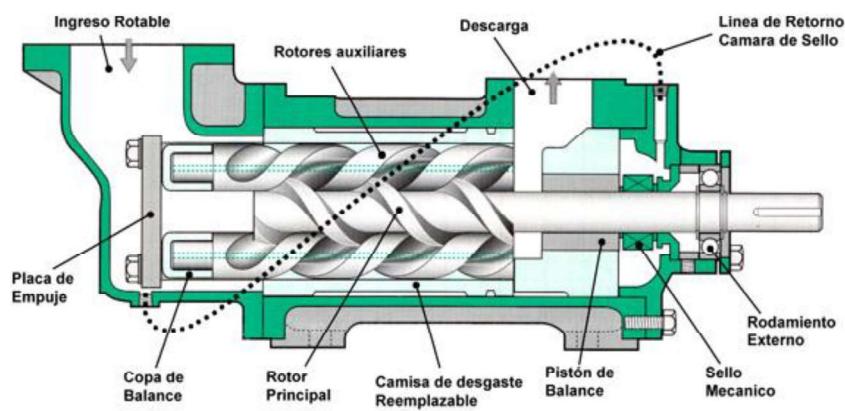
## Bomba de Engranajes de Dientes Externos



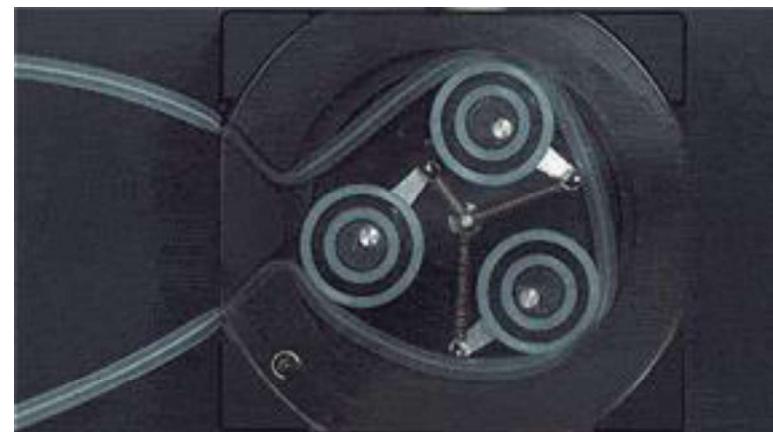
## Bomba de Engranajes de Dientes Internos



## Bomba de Tornillo

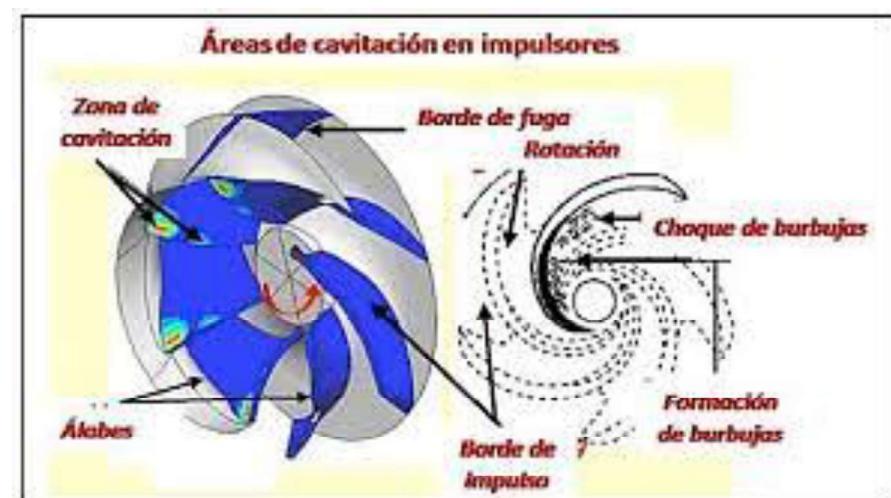


## Bomba Peristáltica



# Cavitación. Bombas

- Fenómeno físico producido en un fluido cuando este sufre una repentina y brusca bajada de presión, pasando de estado líquido a gaseoso inestable, provocándose la implosión de estas de forma inmediata
- Causas de generación de cavitación:
  - cambios bruscos de velocidad en el fluido
  - velocidades del fluido excesivas
  - resistencia muy elevada en línea de aspiración
  - viscosidad muy elevada del fluido
- Prevención a la cavitación:
  - mantener entrada limpia/libre obstrucciones
  - tubería de aspiración de suficiente diámetro y corta
  - minimizar número de codos
  - velocidades de rotación de diseño



# Efecto Diesel. Bombas

- Es una consecuencia de que se formen burbujas de aire en los fluidos hidráulicos.
- Si la presión del sistema se incrementa de forma brusca en un corto periodo de tiempo, las burbujas de aire se calientan por compresión hasta el punto que se produce un encendido espontáneo de la mezcla aire/gas.
- Si esto ocurre en la proximidad de las juntas o guías, están pueden ser carbonizadas. Además se pueden generar partículas que serán introducidas al sistema.



# Motores Hidráulicos

- Es un actuador mecánico que convierte la presión hidráulica en un par de torsión (rotación o giro).
- Su funcionamiento es inverso al de las bombas hidráulicas (convierten la energía de rotación en presión hidráulica). Usa el flujo de aceite enviado por la bomba y lo convierte en un movimiento rotatorio para impulsar otro dispositivo.
- Generan un par grande a bajas revoluciones en comparación con los motores eléctricos.

---

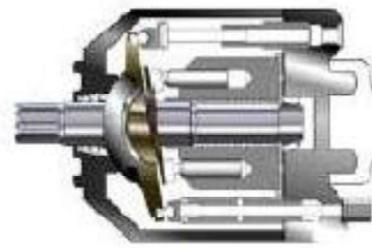
Los cuatro tipos más comunes de motores hidráulicos son de engranaje, de paletas de pistón y de eje acodado.



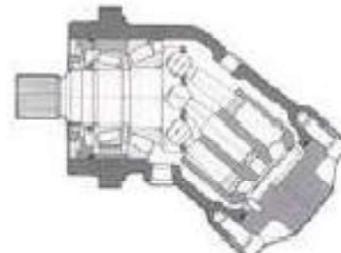
Motor de Engranaje



Motor de Paletas



Motor de Pistón



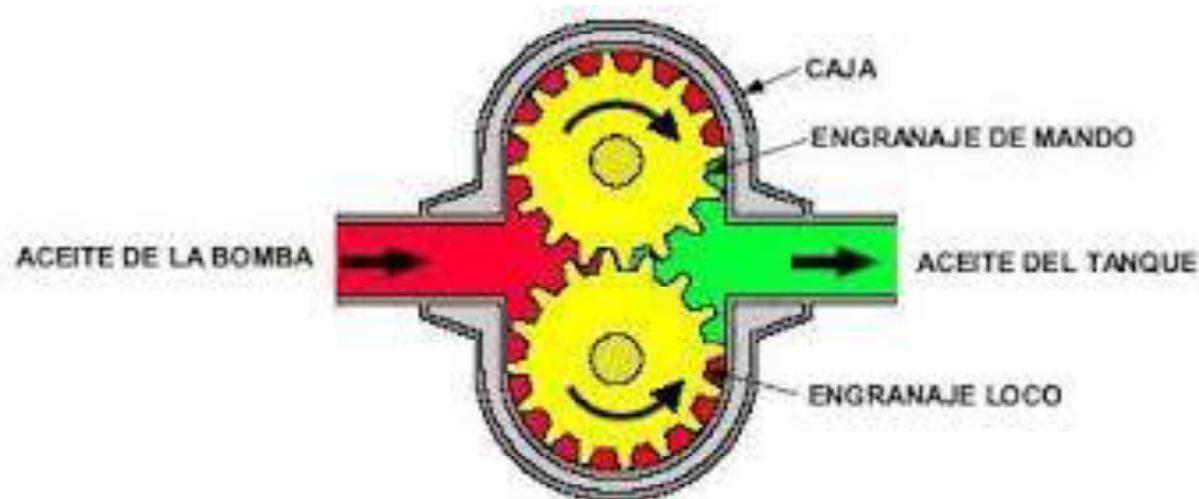
Motor de Pistón de Eje Acodado

# Motores Hidráulicos. Características

- Características motores hidráulicos:
  - desplazamiento: volumen de fluido requerido para rotar el eje una revolución. Puede ser fijo (entrega par constante) o variable. AL variar caudal, varía su velocidad
  - par de salida: directamente relacionado con la presión del sistema y el desplazamiento del motor
  - par de arranque: el requerido para iniciar el movimiento de una carga. Se requiere más para iniciar que para mantenerla carga
  - par de operación: es el que puede desarrollar un motor
  - eficiencia: relación entre el par de salida y el par de operación. Se pueden definir otros
  - velocidad: a la que gira el rotor o el número de ciclos por unidad de tiempo.
  - deslizamiento: es la fuga a través del motor o el fluido que pasa a través del mismo sin producir trabajo

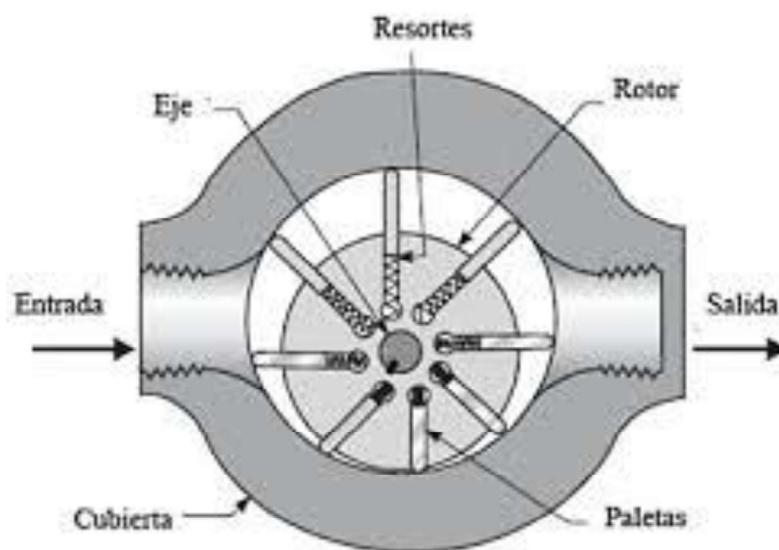
# Motores Hidráulicos. Clasificación según su Estructura de Engranajes

- Son de tamaño reducido
- Pueden girar en los dos sentidos
- El par es bajo
- Son ruidosos
- Trabajan a altas velocidades
- Su rendimiento cae mucho a bajas velocidades



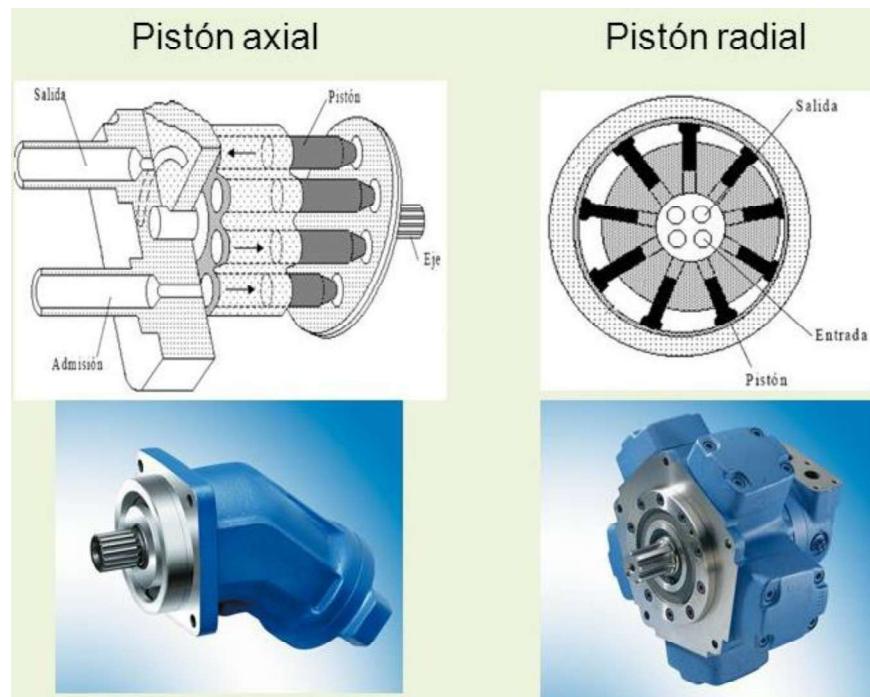
# Motores Hidráulicos. Clasificación según su Estructura de Paletas

- Misma estructura que las bombas de paletas, pero el movimiento radial debe ser forzado, mientras que en las bombas se debe a la fuerza centrífuga
- Tienen buenos niveles de eficiencia, pero no tan buenos como el de pistones
- Su coste muy competitivo
- Vida útil más corta que la de uno de pistones

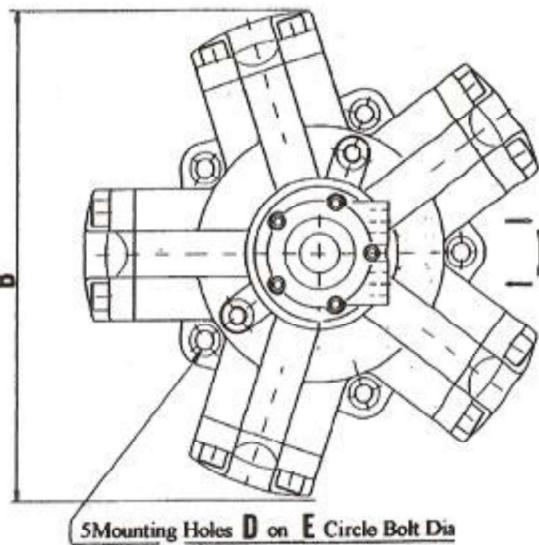
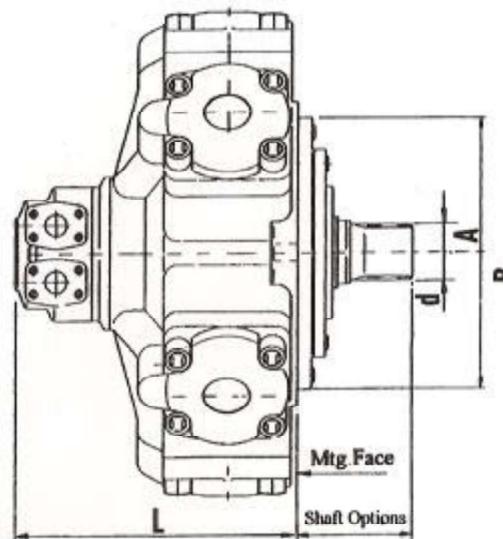
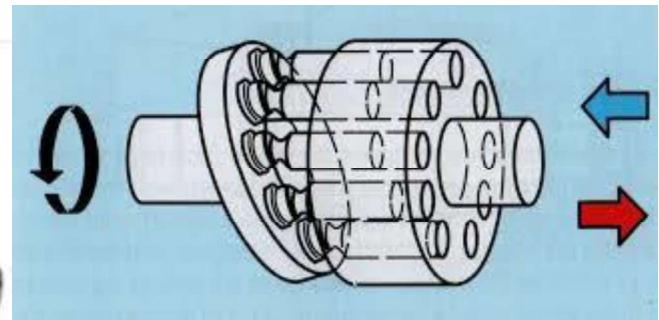
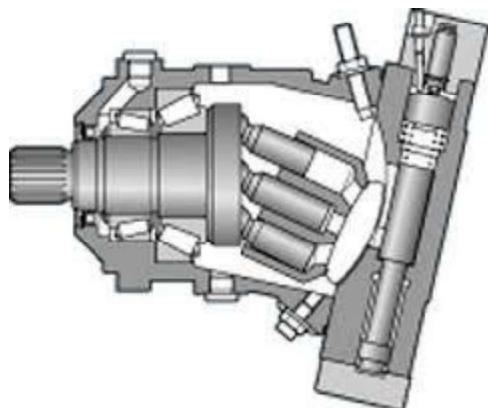


# Motores Hidráulicos. Clasificación según su Estructura de Pistón

- Por lo general son los que consiguen las mayores potencias trabajando a altas presiones.
- Dos tipos en función de la posición de los pistones con respecto al eje:
  - de pistones axiales: pistones en la dirección del motor. Líquido entra por la base del pistón y lo obliga a desplazarse hacia afuera
  - de pistones radiales: pistones dispuestos perpendicularmente al eje del motor. Se consigue el par debido a la excentricidad



# Motores Hidráulicos. Clasificación según su Estructura de Pistón

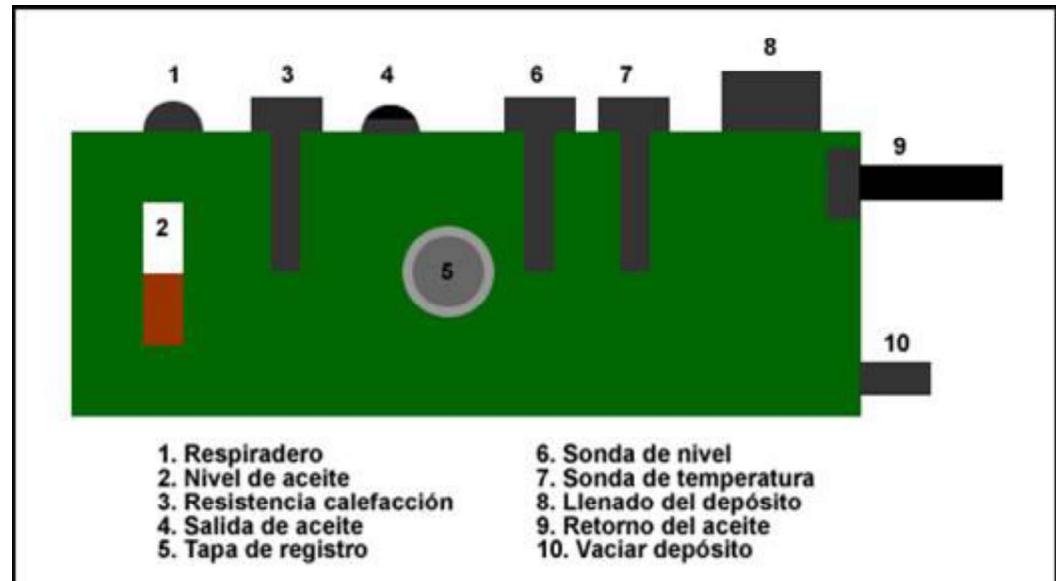


# Motores Hidráulicos. Clasificación según su Par-Velocidad

- De velocidad elevada y par bajo (HSLT)
- De velocidad baja y par alto (LSHT)
- De rotación limitada (generadores de par)

# Depósito. Componentes

- Componente del sistema hidráulico donde se almacena el fluido que trabajará a lo largo de la instalación. También llamado **calderín** o **acumulador**.
- Su función:
  - almacenar aire comprimido para que instalación nunca sufra falta de suministro, evitando daños drásticos. Absorbe las dilataciones del fluido por cambios de temperatura
  - amortiguar las pulsaciones del caudal de salida de los compresores alternativos
  - permite que compresores no tengan que trabajar de manera continua, sino intermitentemente
  - hacer frente a demandas puntuales de caudal sin provocar caídas de presión
- Debe ser resistente a golpes, condiciones de contorno, debidamente sellado para prevenir la contaminación del fluido y debidamente ventilado con un filtro para permitir la entrada y salida del aire según cambia el nivel del fluido

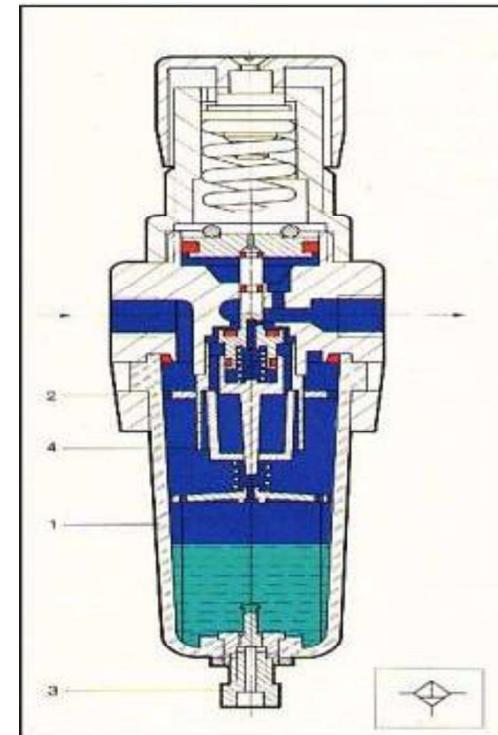


# Depósito. Características

- Características:
  - Filtrado: para proteger al resto de la instalación
  - Calentador o refrigerador: mantener temperatura ideal para correcta viscosidad y correcto funcionamiento de otros elementos (cilindros, distribuidores, etc)
  - Almacenamiento: deberá almacenar todo el fluido, teniendo en cuenta que pueda existir gases, agua y dilatación del fluido. Sobredimensionarlo un 15%
  - Volumen de trabajo: será 3 o 4 veces el caudal de la bomba
  - Constitución interior: no contamine el fluido y no tenga fugas

# Filtros Hidráulicos

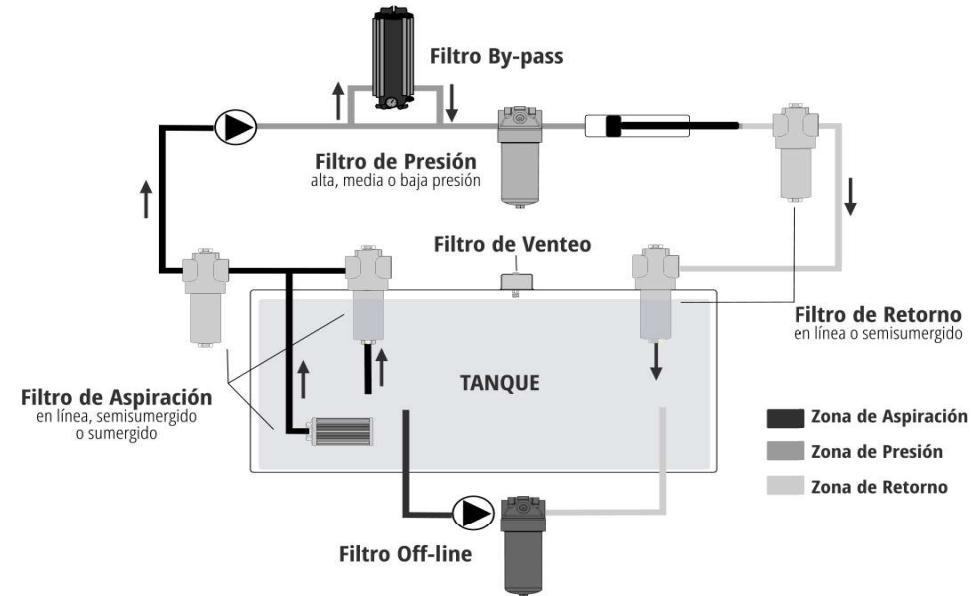
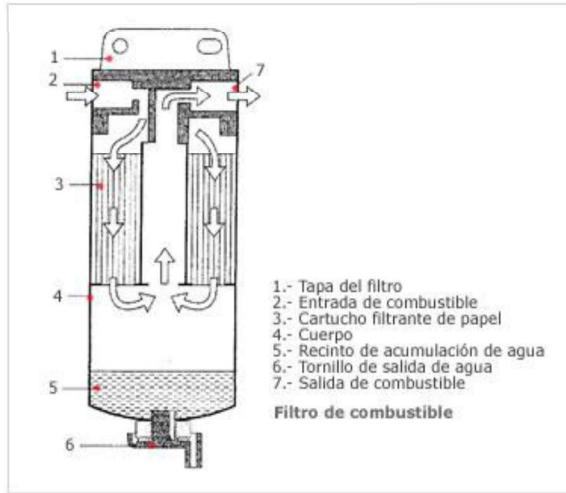
- Es el elemento principal del sistema de filtración de una máquina hidráulica. Su misión es extraer del aire comprimido todas las impurezas y el agua condensable.
- Existen impurezas de origen externo y generadas internamente por desgaste, erosión de piezas o efecto diesel y así preservar la vida útil de componentes y fluido hidráulico.
- Funcionamiento: aire entra por chapa deflectora (2) de ranuras directrices, al recipiente (1), con movimiento de rotación. Por fuerza centrífuga, componentes líquidos y partículas se desprenden y caen a la parte inferior del recipiente. Se extraen por medio de purga manual o automática



# Tipos de Filtros

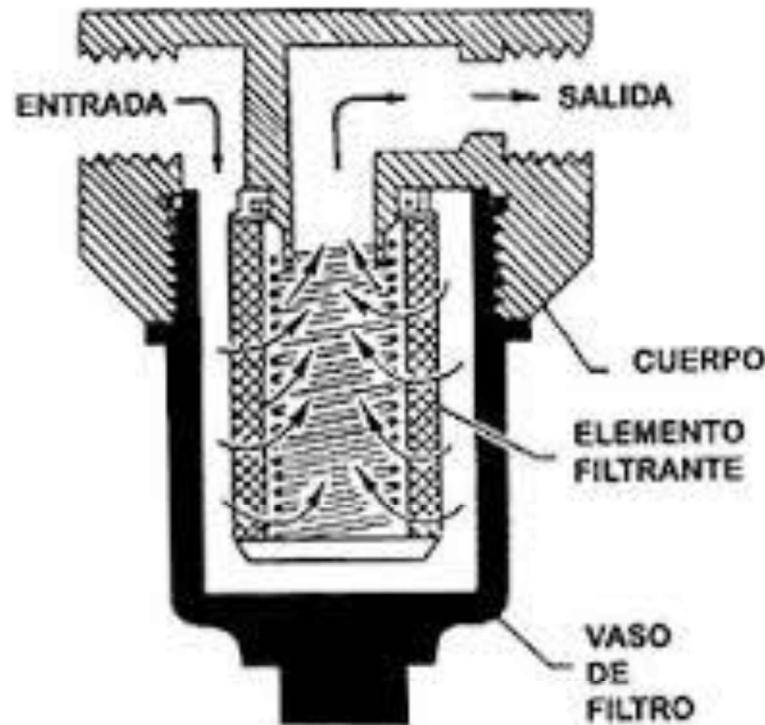
- Tipos:
  - de impulsión o presión: en línea de alta presión tras grupo de impulsión. Protege componentes sensibles como válvulas o actuadores.
  - de retorno: en la conducción del retorno a baja presión o en el mismo depósito en caso de filtros sumergidos o semisumergidos. Filtran partículas originadas por fricción de componentes móviles.
  - de venteo: en los respiraderos del equipo. Reduce el ingreso de contaminantes del equipo.
  - de recirculación: situados off line. En la linea de refrigeración que alimenta al intercambiador de calor. Retiran sólidos acumulados en depósito hidráulico
  - de succión: antes del grupo de impulsión
  - de llenado: a la entrada de depósito para evitar entrada de contaminantes desde la fuente de fluido
- Después del filtro, aire limpio pasa por el **regulador de presión**. Este mantiene la presión de trabajo constante, aunque varíe la presión de la red o el consumo de aire. Presión primaria debe ser siempre mayor a la secundaria o de trabajo.

# Tipos de Filtros



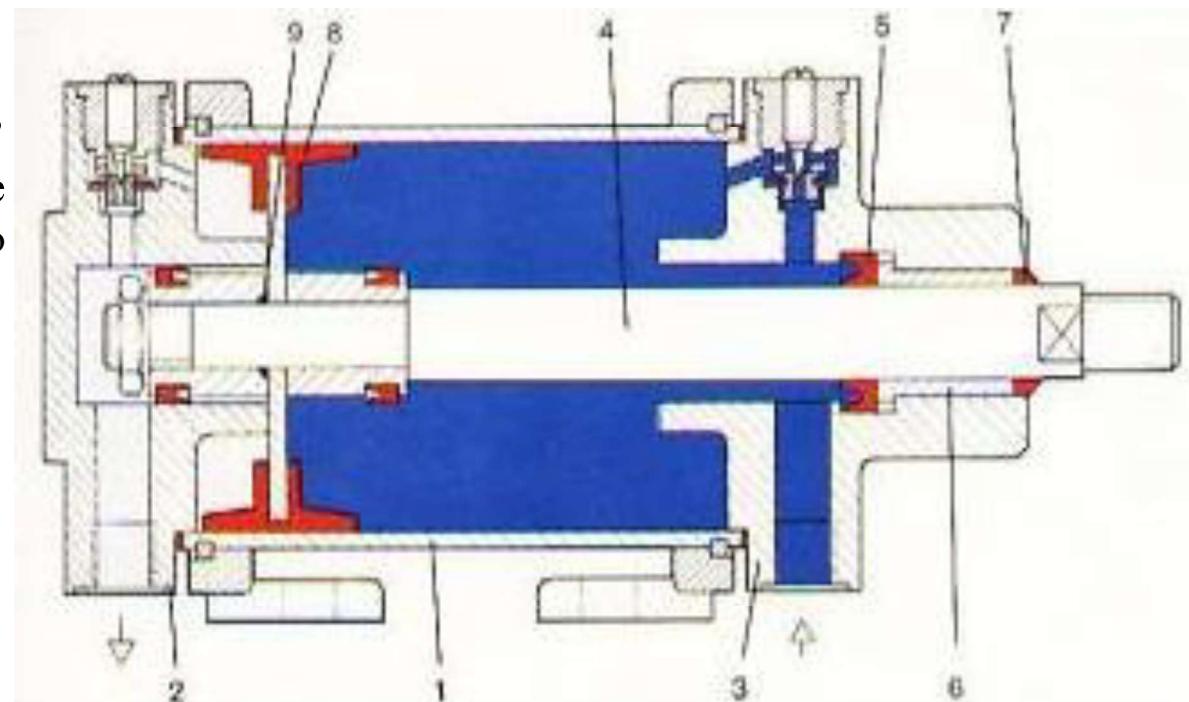
# Filtros. Componentes

- Constituidos por:
  - elemento filtrante o cartucho
  - carcasa o contenedor
  - dispositivo de control de saturación
  - válvulas de derivación, antirretorno, purgado y toma de muestras



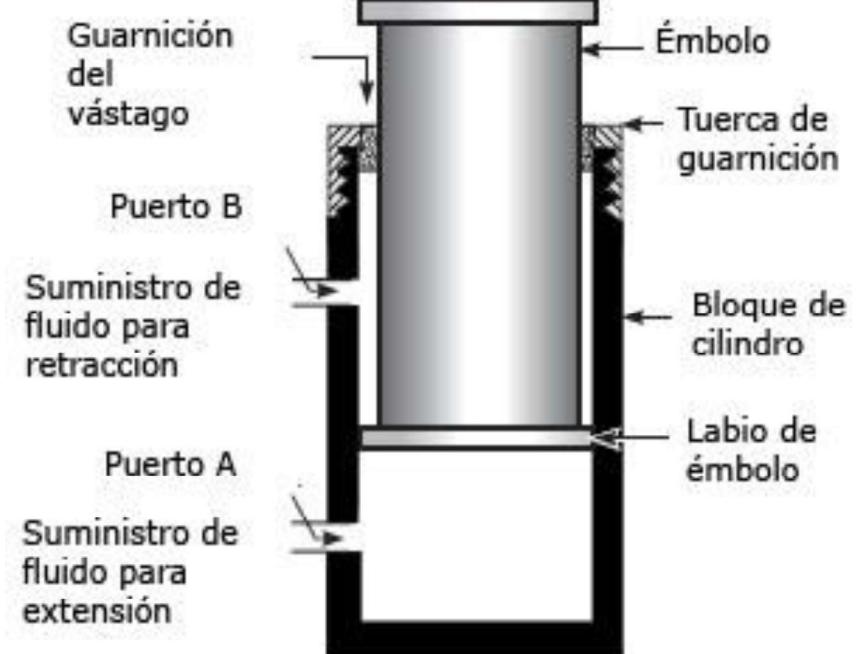
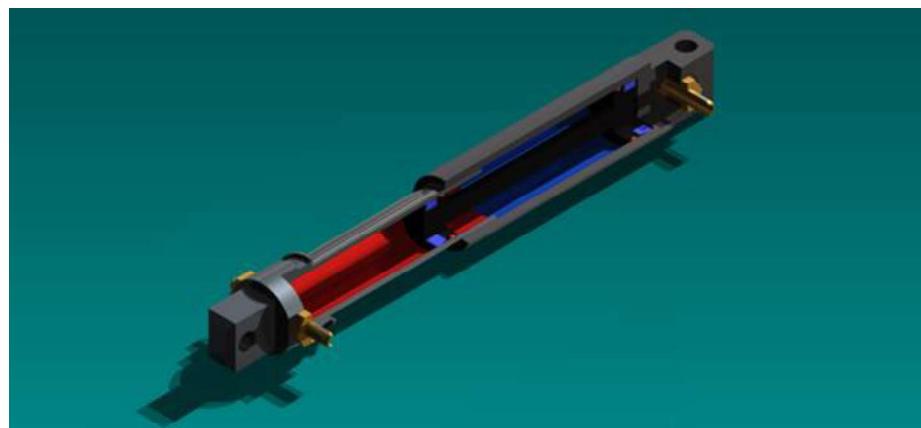
# Cilindros

- Obtienen la energía de un fluido presurizado, convirtiéndolo en un movimiento lineal (también llamados motores hidráulicos lineales)
- Consta de un tubo cilíndrico (camisa 1) de acero embutido sin costuras con acabado interno (bruñido) para minimizar el desgaste; una tapa de fundición de aluminio (cabezal anterior 3) en la parte del vástagos y otra (cabezal posterior 2) en el otro extremo; émbolo de aleación ligera o acero bonificado con manguito de doble copa (8); y vástagos (4) de acero bonificado al cromo para evitar corrosión con juntas tóricas (9). Entre vástagos y cabezal anterior lleva un cojinete (6) para guiar el vástagos y collarín obturador (5) para hermetizar vástagos. Delante del casquillo del cojinete hay un aro rascador (7) que impide la entrada de suciedad en el interior del cilindro
- Fuerza deberá ser cte en toda la carrera. Las acciones son de “tirar” y “empujar”. El mayor esfuerzo se realiza al empujar (cara del émbolo sin vástagos)
- La velocidad dependerá del caudal
- La fuerza a desarrollar:  $F = P \cdot A$



# Cilindros de Buzo

- No dispone de un émbolo como tal. Es el propio vástago del émbolo quien funciona a modo de émbolo
- Sólo disponen de una cámara y suelen montarse en vertical para que retorno sea por fuerza de la gravedad.
- Tienen un rendimiento mecánico favorable.



# Representación Esquemática de Movimientos Secuenciales

- Un **esquema es secuencial** cuando los movimientos de los cilindros considerados se realiza en un orden llamado **SECUENCIA**. Además, un movimiento no se inicia hasta que el movimiento anterior no se haya realizado y controlado.
- Para representar una secuencia, tener en cuenta:
  - los elementos de potencia (cilindros) se designan por las letras A, B, C, etc
  - la salida del vástago se representa por “+” y su retorno por “-”
  - las etapas o fases de los cilindros se describen por orden cronológico
  - las transiciones se representan por válvulas como pulsadores (S), finales de carrera (“ $a_1$ ” afuera y “ $a_0$ ” adentro para el cilindro A), etc

