

MF. T6.- Máquinas Hidráulicas

Las transparencias son el material de apoyo del profesor para impartir la clase. No son apuntes de la asignatura. Al alumno le pueden servir como guía para recopilar información (libros, ...) y elaborar sus propios apuntes

Departamento: Ingeniería Eléctrica y Energética
Area: Máquinas y Motores Térmicos

CARLOS J RENEDO renedoc@unican.es

Despachos: ETSN 236 / ETSIIT S-3 26

<http://www.diee.unican.es/cjre.htm>

Tlfn: ETSN 942 20 13 44 / ETSIIT 942 20 13 82

1

T6.- MAQUINAS HIDRAULICAS

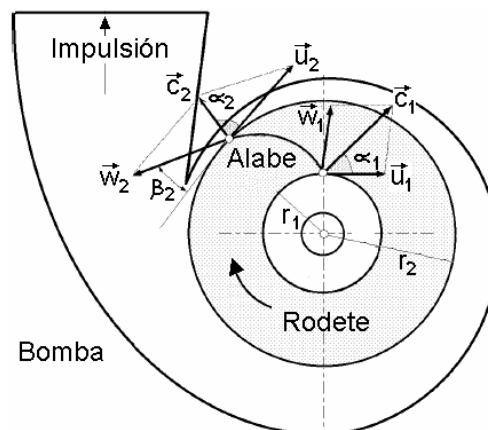
- 1.- Triángulos de velocidades
- 2.- Bombas centrífugas
- 3.- Turbinas hidráulicas
- 4.- Ventiladores
- 5.- Compresores
- 6.- Hélices

1.- Triángulos de velocidades (I)

M.H. comunican o extraen energía de un fluido

Suelen tener un elemento giratorio (rodete), que tiene una serie de álabes con unos determinados ángulo de incidencia del fluido, siendo los de entrada ($_1$), y los de salida ($_2$).

La velocidad del rotor es diferente a la del fluido, hay varias velocidades y ángulos, que definen los triángulos de velocidades.



2

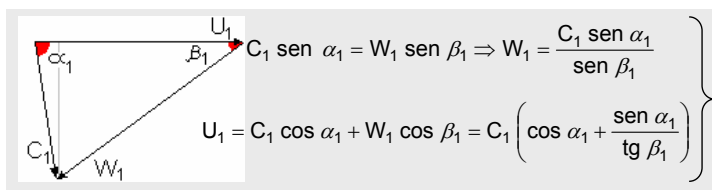
1.- Triángulos de velocidades (II)

	Fluido (C)	Rotor (U)	Relativa (C-U)
Entrada	C_1	U_1	$W_1 (C_1-U_1)$
Salids	C_2	U_2	$W_2 (C_2-U_2)$

Forma del álabe	α	β
	$C^{\wedge}U$	$W^{\wedge}U$

$$U_1 = \frac{2 \pi r_1 n}{60} \text{ (m/s)}$$

$$U_2 = \frac{2 \pi r_2 n}{60} \text{ (m/s)}$$

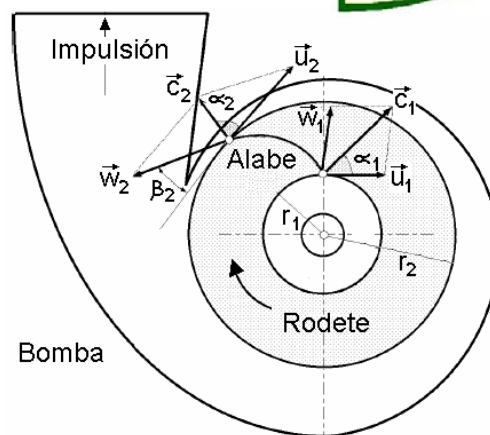


$$C_1 = \frac{U_1}{\left(\cos \alpha_1 + \frac{\text{sen } \alpha_1}{\text{tg } \beta_1} \right)}$$

Si $\alpha_1 = 90^\circ \Rightarrow C_1 = U_1 \text{ tg } \beta_1 \text{ (m/s)}$

$$C_2 = \frac{\text{Caudal}}{A_2} = \frac{C_1 A_1}{A_2} = \frac{C_1 \pi r_1^2}{2 \pi r_2 \text{ Ancho}_{\text{rodete}}}$$

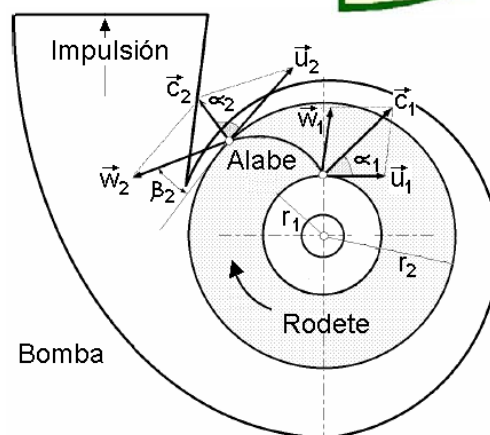
3



1.- Triángulos de velocidades (III)

	Fluido (C)	Rotor (U)	Relativa (C-U)
Entrada	C_1	U_1	$W_1 (C_1-U_1)$
Salids	C_2	U_2	$W_2 (C_2-U_2)$

Forma del álabe	α	β
	$C^{\wedge}U$	$W^{\wedge}U$



El salto creado por la bomba, H :

$$H = \frac{C_2 U_2 \cos \alpha_2 - C_1 U_1 \cos \alpha_1}{g}$$

Si $\alpha_1 = 0 \Rightarrow H_{\text{max}}$

El par motor, C :

$$C = \frac{\gamma Q}{g} (C_2 r_2 \cos \alpha_2 - C_1 r_1 \cos \alpha_1)$$

La potencia hidráulica, N :

$$N = C \text{ vel}_{\text{ang}} = \gamma Q H$$

Gran influencia de los álbes en el comportamiento de la máquina.

4

2.- Bombas centrífugas (I)

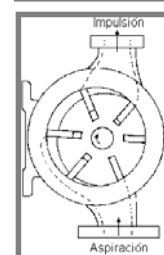
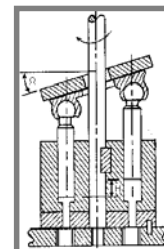
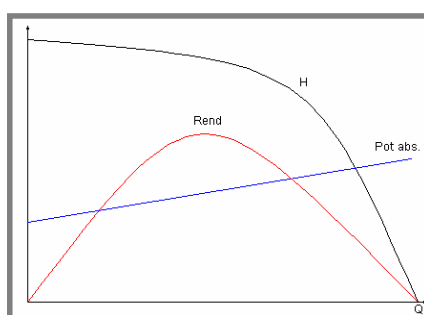
Provocan el movimiento de un líquido, venciendo las resistencias que impone el circuito hidráulico a su paso, consumen energía

Existen principalmente **dos tipos de bombas**:

- De **desplazamiento positivo**: de embolo, rotativas y de tornillo
- **Centrífugas**; son las empleadas en los sistemas de climatización, calefacción ...; producen un flujo continuo de agua; el par de arranque es pequeño, lo que hace fácil su accionamiento

Características:

- caudal (m^3/h o l/h)
- la presión o altura suministrada, h
- la altura de aspiración
- la potencia consumida
- la presión máxima que puede soportar



5

2.- Bombas centrífugas (II)

Ventajas:

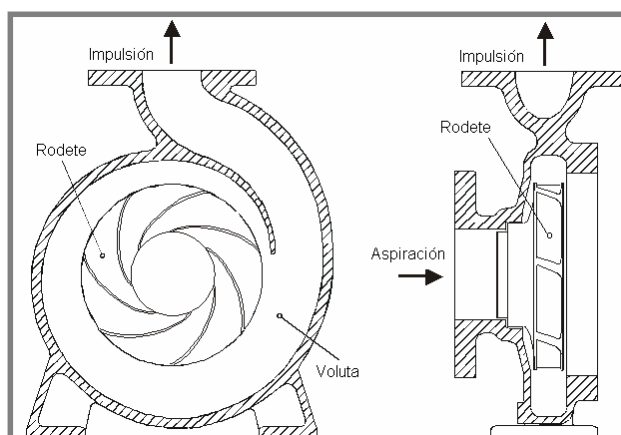
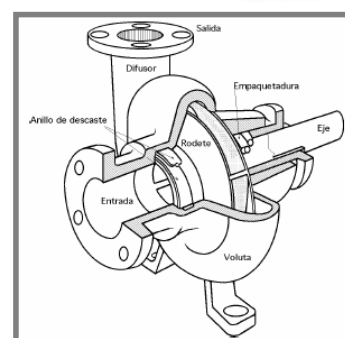
- de sencilla construcción, no requieren tolerancias estrictas
- no necesitan válvulas, no tienen movimientos alternativos
- compacta y poco peso,
- fácil mantenimiento y de vida prolongada

Inconvenientes:

- bajos rendimientos con caudales pequeños
- no se autocebaban (válvula pie pozo)

Las partes de la bomba son:

- el rodete.
- aspiración.
- carcasa o voluta., puede incluir un difusor (sistema de álabes fijos).
- empaquetaduras y cierres mecánicos.



2.- Bombas centrífugas (III)

Existen bombas de **rotor húmedo** (sin mantenimiento, menos ruido, peor rendimiento y para circuitos cerrados) **y de rotor seco**.



Se llama bomba multifase o **multietapa** a las bombas que tienen varios rodets encerrados en una única carcasa (rodets en serie)

- Eje horizontal
- Eje vertical

7

2.- Bombas centrífugas (IV)

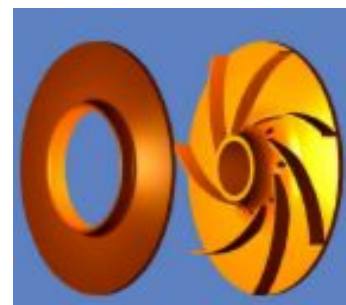
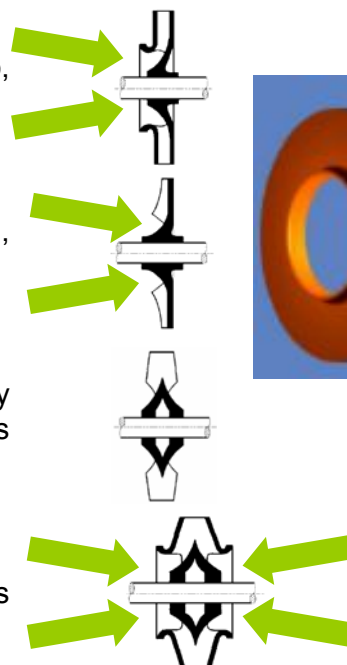
Tipos de rodets:

Cerrados: el habitual, mejor rendimiento, posibles problemas de obstrucción

Semiabiertos: sin problemas de obstrucción, se emplean con fluidos "sucios"

Abiertos: sin problemas de obstrucción, muy malos rendimientos hidráulicos por "fugas internas"

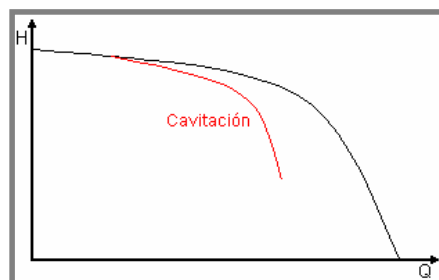
Doble aspiración: compensa esfuerzos axiales, para grandes caudales



8

2.- B. C.: Cavitación

Cavitación: vaporización del agua por la depresión creada en la entrada (ruidos, desgaste de piezas, vibraciones, ↓Q)
El peligro aumenta con agua caliente



Las bombas centrífugas tienen una altura de aspiración limitada

NPSH (altura neta de succión positiva): es la presión mínima por debajo de la cual se produce cavitación en la bomba

Hay dos **NPSH**:

- **NPSH requerida:** es una característica de la bomba
- **NPSH disponible:** es una característica del circuito de aspiración

$$NPSH_d = \frac{p_{atm} - p_{sat}}{\gamma} - \Delta cota - H_{per Tub}$$

$$NPSH_d \geq NPSH_r + 0,5m$$

9

2.- B.C.: Leyes de Semejanza

- Al ↑ velocidad de giro (n), ↑ el caudal (Q) proporcionalmente, y la presión o altura (H) suministrada proporcionalmente a n²
- La potencia absorbida (P_{abs}) es proporcional a n³ (P_{abs} = γ Q H)
- Al ↑ el diámetro del rodete (D_r), ↑ Q y H proporcionalmente
- Al ↑ la anchura del rodete, ↑ Q proporcionalmente

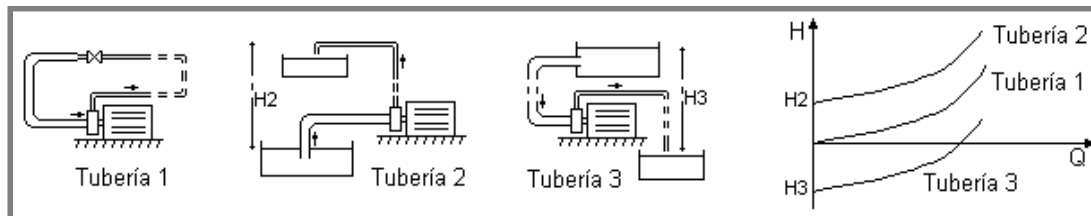
$$\frac{rpm_1}{rpm_2} \text{ ó } \frac{Drodete_1}{Drodete_2} = \frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{H_1}{H_2} \right)^{1/2} = \left(\frac{Pabs_1}{Pabs_2} \right)^{1/3}$$

- Al ↑ los ángulos o el n° de álabes cambia la forma de la curva H-Q
- La curva H-Q se ve afectada por μ, y es sensible a la T;
- Para mantener un caudal determinado si ↓T (μ) ⇒ ↓η, ↑P_{abs} y ↓H

Se amplia en ventiladores

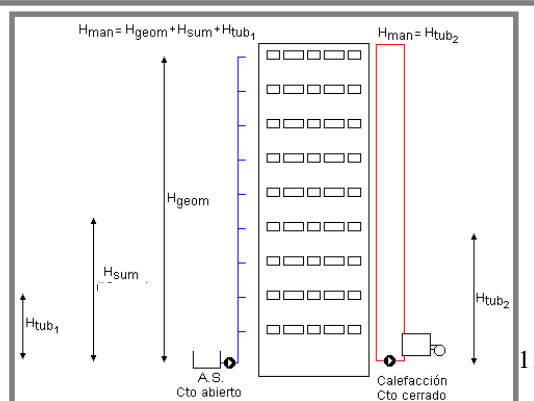
2.- B.C.: Punto de Funcionamiento (I)

El **punto de funcionamiento** está marcado por la intersección entre la curva de la bomba y la de la tubería ($\approx k Q^2$)



Circuito abierto:
P. estática + Fric. Tubería

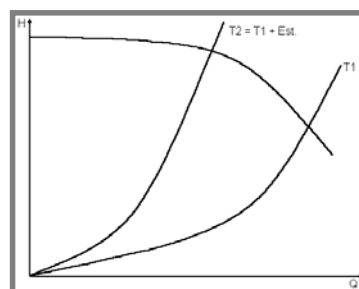
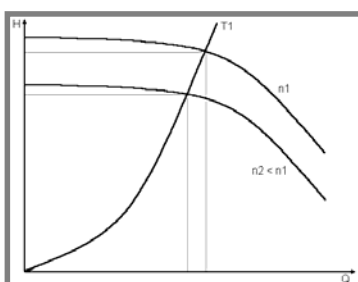
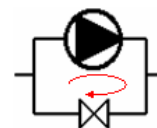
Circuito cerrado
Fricción en Tubería



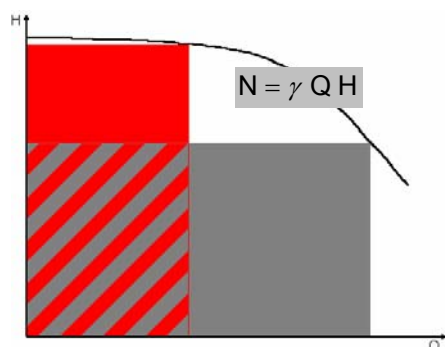
2.- B.C.: Punto de Funcionamiento (II)

Para **variar el punto de funcionamiento** de la bomba:

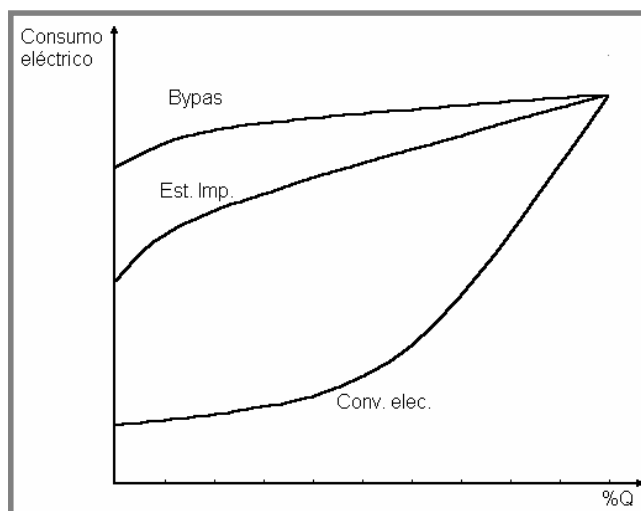
- Instalando un depósito de acumulación para las puntas de demanda
- Instalando varias bombas en paralelo
- Con un bypass y una válvula entre la impulsión y la aspiración
- Provocando una pérdida de carga con una válvula situada en la tubería de impulsión
- Variando la velocidad de giro



2.- B.C.: Punto de Funcionamiento (III)



Comparando consumos:

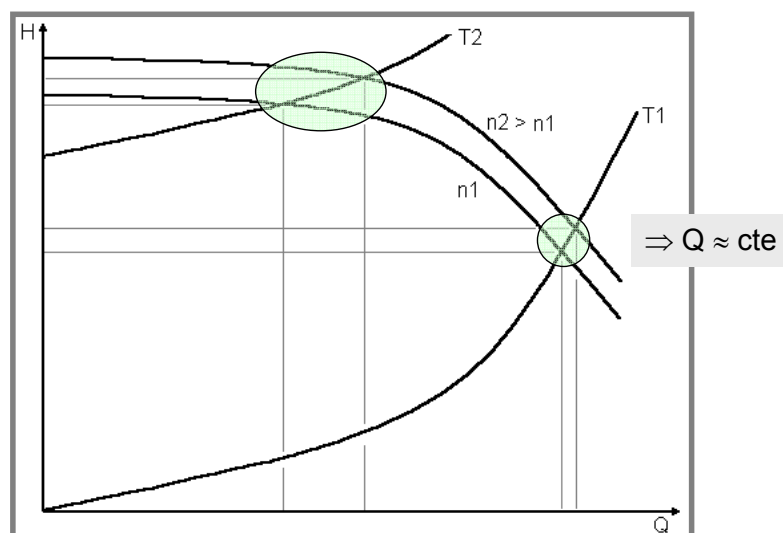


13

2.- B.C.: Punto de Funcionamiento (IV)

Control con velocidad variable:
ojo al pto de funcionamiento

$\downarrow n \Rightarrow \downarrow \downarrow \downarrow Q$



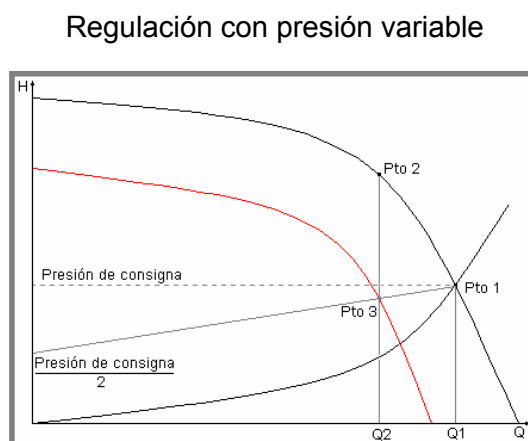
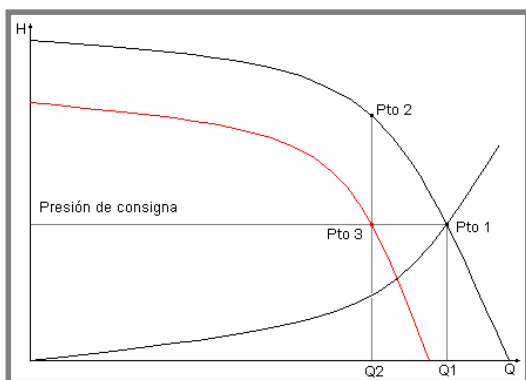
14

2.- B.C.: Punto de Funcionamiento (V)

En las bombas **con convertidor electrónico**:

$$\text{Pot} = \gamma H Q \Rightarrow \infty \text{ Area}$$

- Bypass Pto1 al Pto 2
- Convertidor Pto 1 al Pto 3



P_{\min} para el correcto funcionamiento de válvulas de control

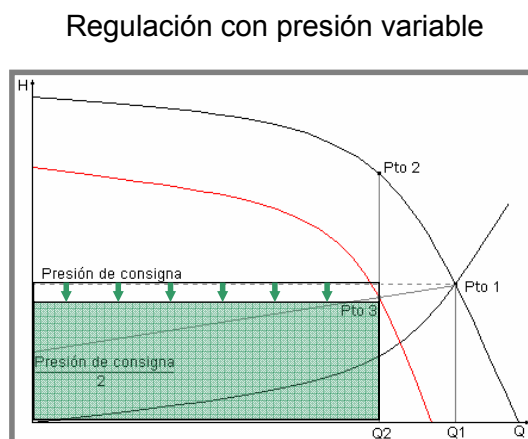
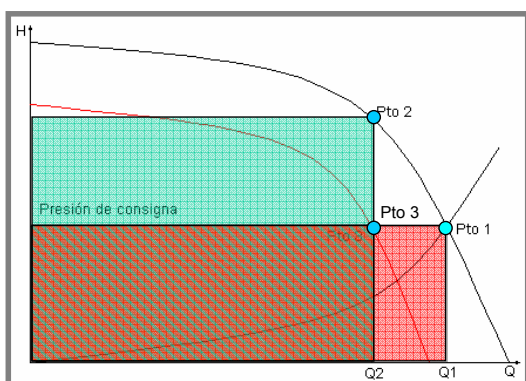
15

2.- B.C.: Punto de Funcionamiento (V)

En las bombas **con convertidor electrónico**:

$$\text{Pot} = \gamma H Q \Rightarrow \infty \text{ Area}$$

- Bypass Pto1 al Pto 2
- Convertidor Pto 1 al Pto 3



P_{\min} para el correcto funcionamiento de válvulas de control

16

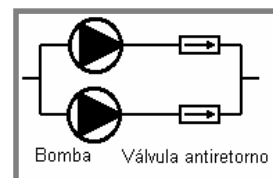
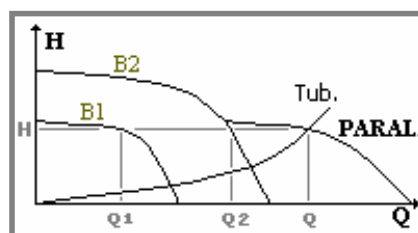
2.- B.C.: Acoplamientos (I)

En paralelo

para cada altura conseguida el caudal es la suma de los caudales de todas las bombas acopladas

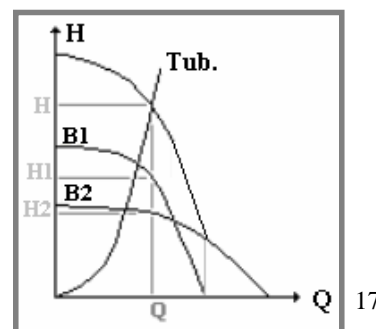
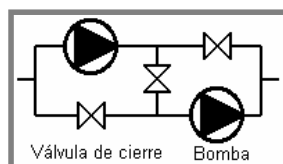
Hay que colocar una válvula antiretorno en cada una de las bombas

Si las bombas son distintas pueden suceder situaciones no deseables



En serie

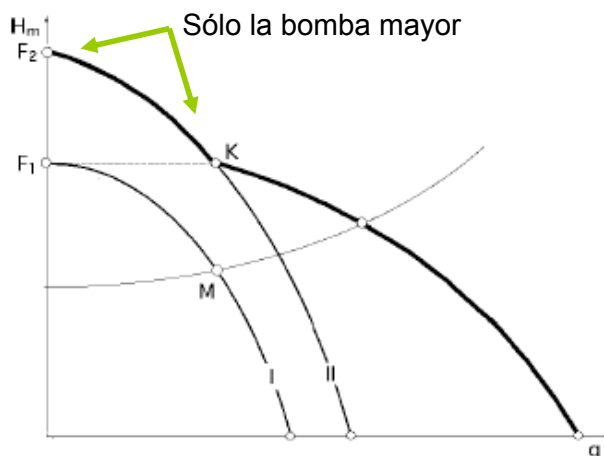
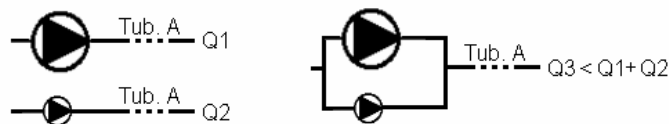
para cada caudal suministrado la altura es la suma de la conseguida por cada una de las bombas acopladas



17

2.- B.C.: Acoplamientos (II)

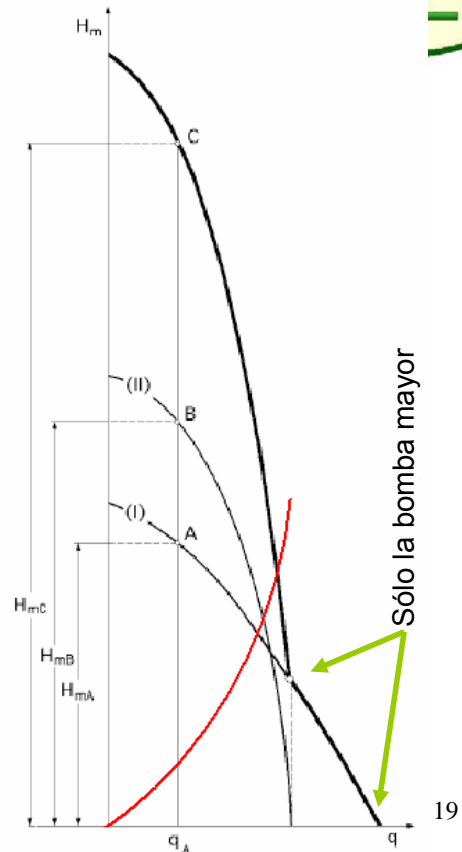
En paralelo



18

2.- B.C.: Acoplamientos (III)

En serie

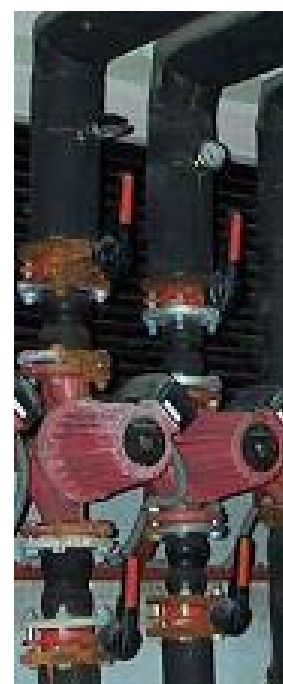
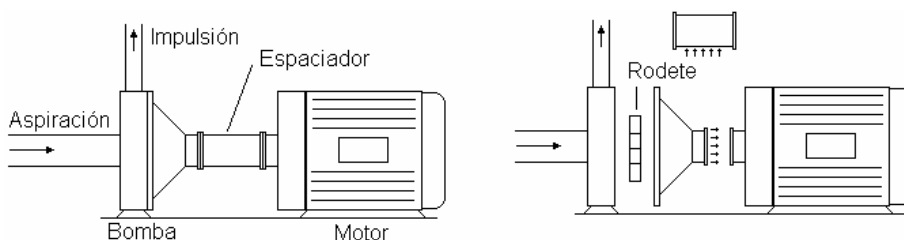


19

2.- B.C.: Montaje e Instalación

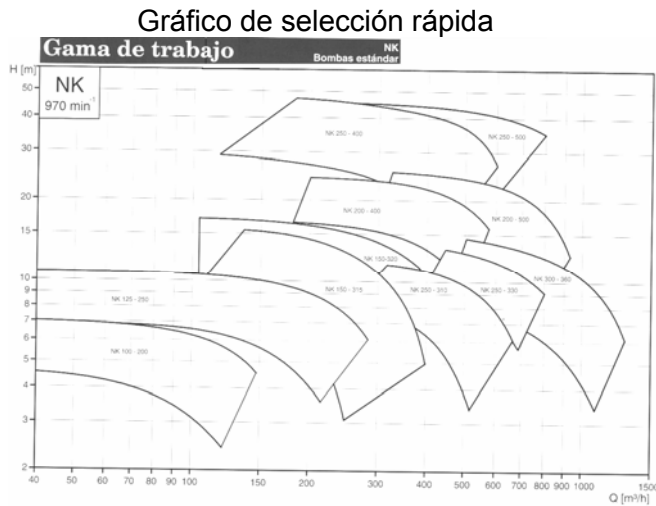
Se debe tener en cuenta:

- Lugar accesible
- Fácil aspiración
- Cebado, válvulas de pie de pozo
- Alineación
- Uniones flexibles
- Válvulas de retención
- Conos difusores
- Elementos de medida



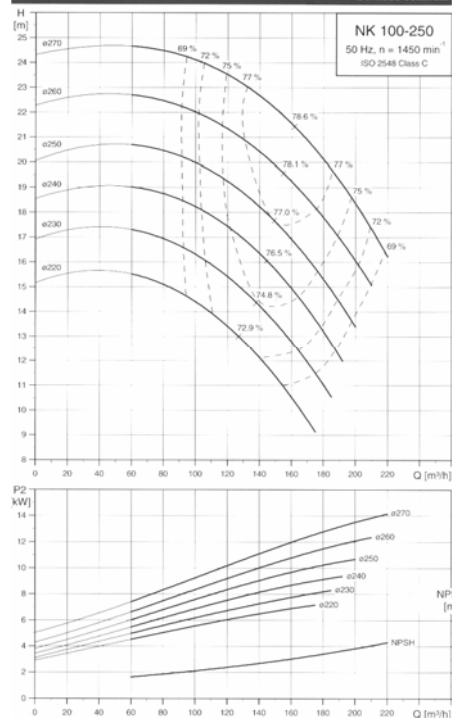
2.- B.C.: Selección (I)

Hay que acudir a las curvas del fabricante:



<http://www.grundfos.com/web/homees.nsf>

Curvas características

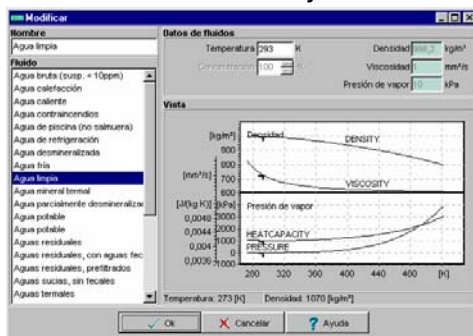


21

2.- B.C.: Selección (II)

Hay software de fabricantes

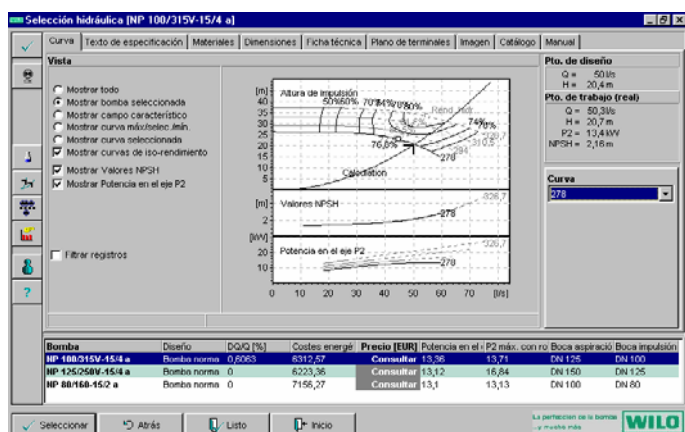
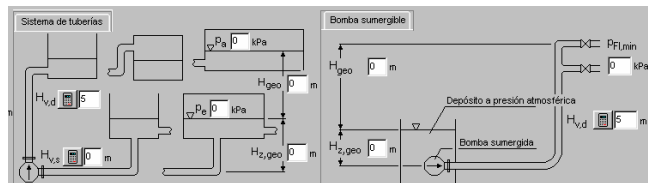
Fluido de trabajo



En ventiladores es similar

Resultados

Tipo de circuito

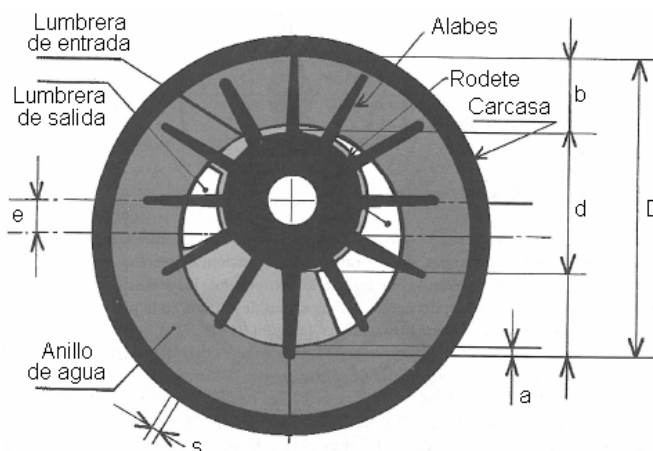


2.- B.C.: Otras B; Autocebantes (I)

Bajos rendimientos (20-40%)

De anillos de agua:

- Rodete excéntrico
- Lumbreras de entrada y salida en las paredes perpendiculares al eje
- Como bombas de vacío con gases

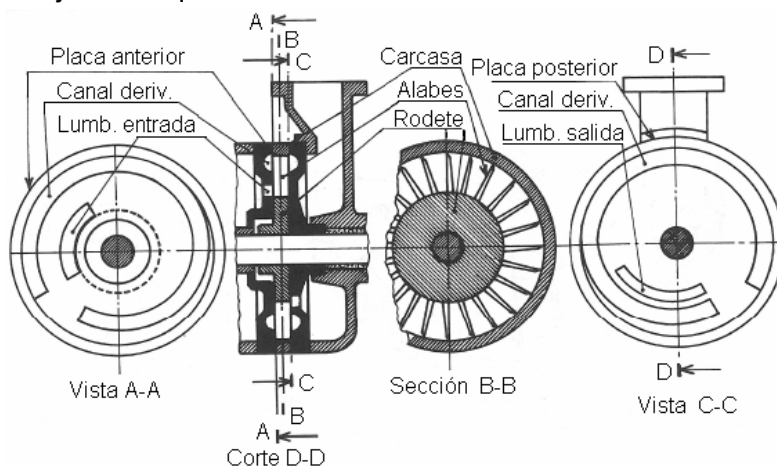


$$Q = \frac{\text{ancho } n}{60} \left(\frac{\pi}{4} (D - a)^2 - d^2 - n^\circ \text{alabes} (b - a) \right) s$$

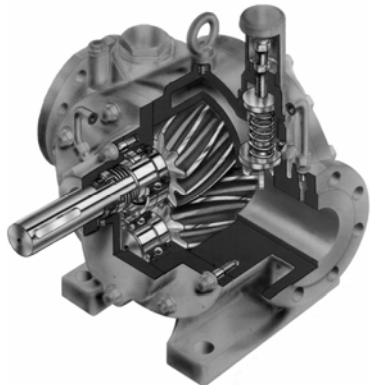
2.- B.C.: Otras B; Autocebantes (II)

De canales de derivación:

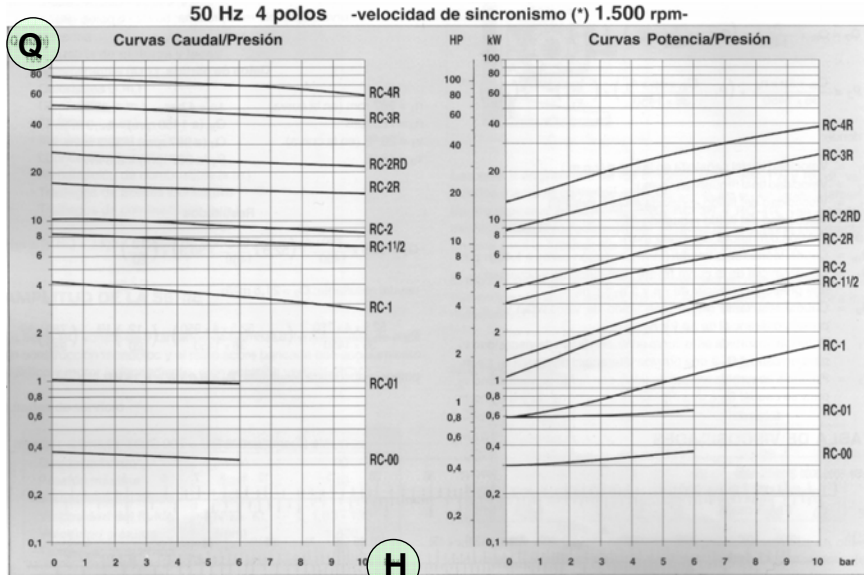
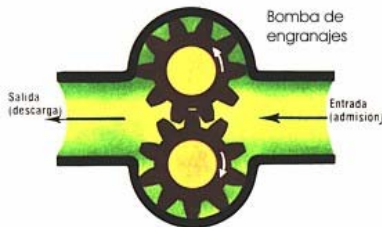
- Rodete concéntrico
- En una, o las dos paredes hay canales de derivación (espiral)
- Lumbreras de entrada y salida en cada una de las paredes
- Trabajan mejor con líquidos



2.- B.C.: Otras B; Engranajes (I)



Para líquidos viscosos: aceites, gasóleos, ...



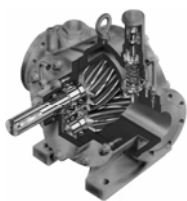
$$Q = cte_1 n = cte_2$$

$$Pot = \gamma Q H = cte_3 H$$

25

2.- B.C.: Otras B; Engranajes (II)

FACTORES DE CORRECCION



Cuando la viscosidad del fluido y/o la velocidad de funcionamiento son diferentes a las expresadas en las curvas, los valores de **caudal** y **potencia absorbida** se determinan mediante las siguientes fórmulas:

$$Q_2 = Q_{th} \times \frac{n_2}{1450} - \left(Q_{th} \times \frac{n_1}{1450} - Q_1 \right) \times \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^{-1/3}$$

$$P_2 = \frac{Q_{th} \times \Delta p \times n_2}{36 \times 1450} + \left(P_1 - \frac{Q_{th} \times \Delta p \times n_1}{36 \times 1450} \right) \times \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^{1/3} \times \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^{4/3}$$

donde:

- n_1 = Velocidad inicial señalada en la curva (r.p.m.)
- n_2 = Velocidad final requerida (r.p.m.)
- v_1 = Viscosidad del fluido señalada en la curva (°E)
- v_2 = Viscosidad del fluido requerido (°E)
- Δp = Presión diferencial requerida (bar)
- Q_{th} = Caudal teórico de la bomba (m³/h), a presión **cerero** y a 1.450 r.p.m.
- Q_1 = Caudal inicial de la curva (m³/h), con fluido de viscosidad v_1 , a una presión diferencial de Δp y a n_1 r.p.m.
- Q_2 = Caudal resultante (m³/h), con fluido de viscosidad v_2 , a una presión diferencial de Δp y a n_2 r.p.m.
- P_1 = Potencia absorbida en la curva (kW), con fluido de viscosidad v_1 , para un caudal Q_1 a una presión diferencial de Δp y a n_1 r.p.m.
- P_2 = Potencia absorbida resultante (kW), con fluido de viscosidad v_2 , para un caudal Q_2 a una presión diferencial de Δp y a n_2 r.p.m.

EJEMPLO.- Calcular los valores de caudal y potencia absorbida para la bomba RC-3R, con un aceite de viscosidad 12 °E, girando a 780 r.p.m. y una presión diferencial de 4 bar. Se basará en la curva disponible más próxima: 50 Hz - 6 polos - 987 r.p.m.

Datos de partida

- $n_1 = 987$ rpm (en la curva)
- $n_2 = 780$ rpm
- $v_1 = 20$ °E (en la curva)
- $v_2 = 12$ °E
- $\Delta p = 4$ bar
- Q_{th} (a 1450 rpm) = 52,5 m³/h
- Q_1 (a 987 rpm) = 30,3 m³/h
- P_1 (a 987 rpm) = 8,6 kW

Resultados

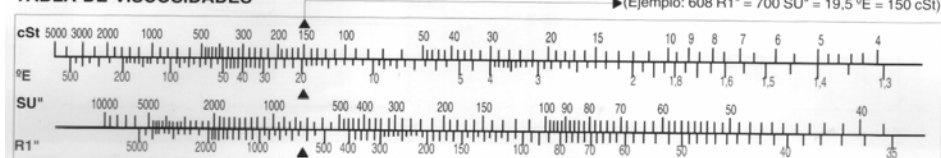
$$Q_2 = 52,5 \times \frac{780}{1450} - \left(52,5 \times \frac{987}{1450} - 30,3 \right) \times \left(\frac{12}{20} \right)^{-1/3}$$

caudal resultante: $Q_2 = 21,8$ m³/h

$$P_2 = \frac{52,5 \times 4 \times 780}{36 \times 1450} + \left(8,6 - \frac{52,5 \times 4 \times 987}{36 \times 1450} \right) \times \left(\frac{12}{20} \right)^{1/3} \times \left(\frac{780}{987} \right)^{4/3}$$

potencia absorbida resultante: $P_2 = 6,0$ kW = 8,15 HP

TABLA DE VISCOSIDADES

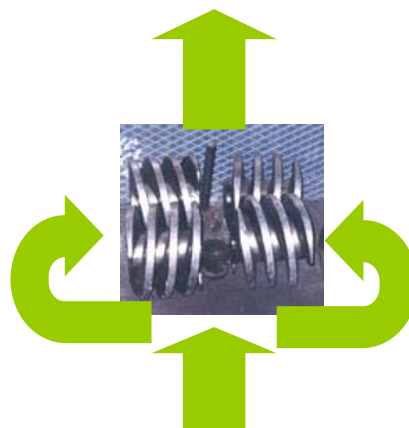
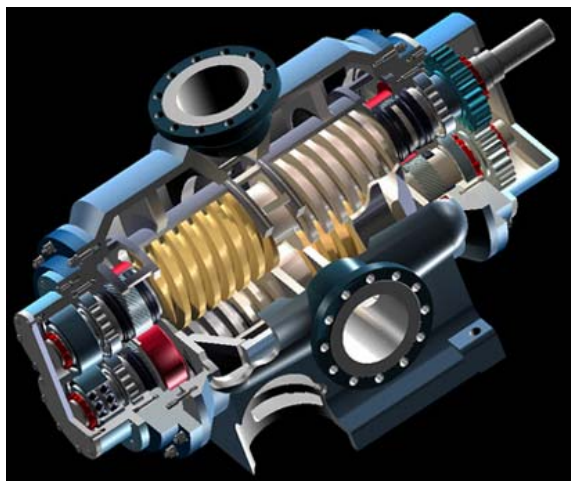


26

2.- B.C.: Otras B; Tornillo (I)

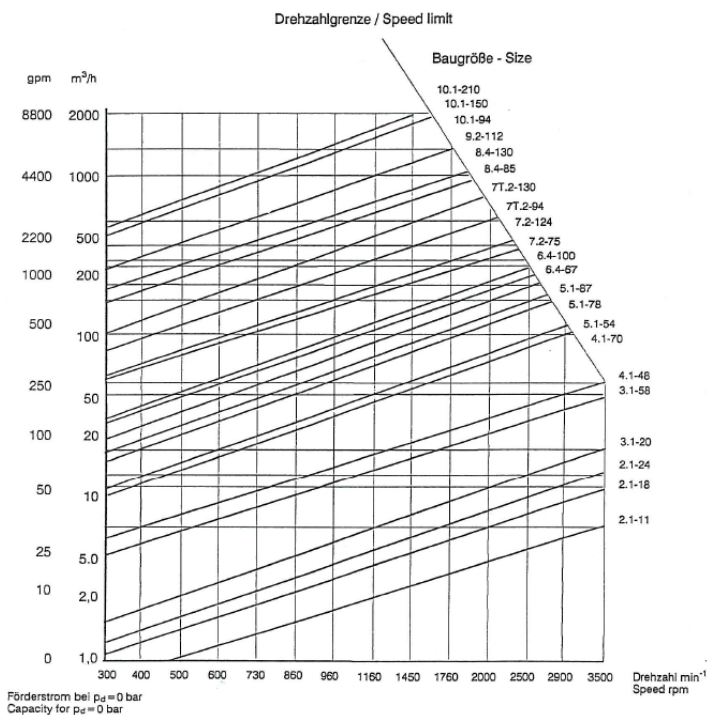
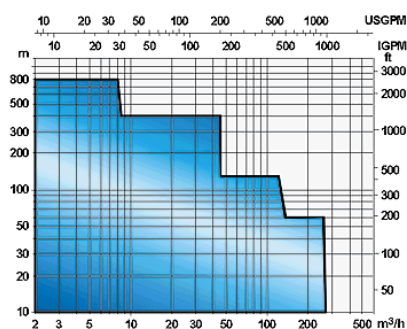
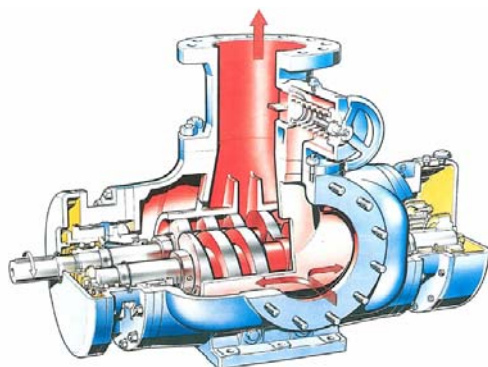
Líquidos viscosos

Hasta presiones > 100 bar

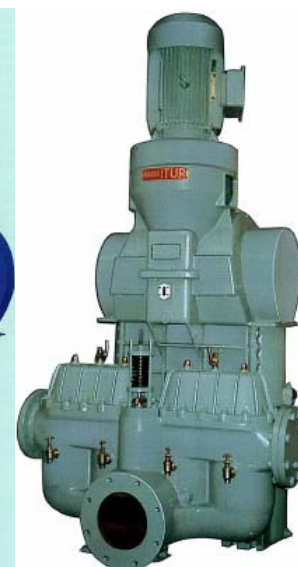


Limitar esfuerzos axiales

2.- B.C.: Otras B; Tornillo (II)



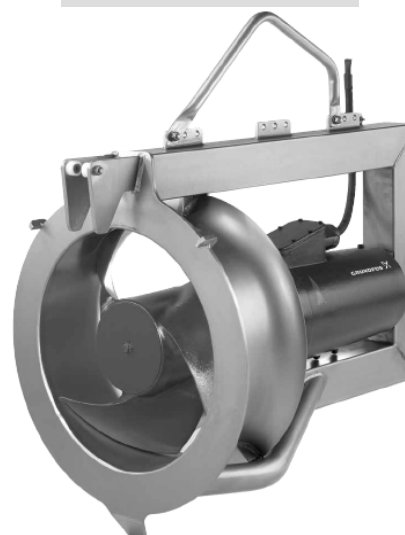
2.- B.C.: Otras B; Pistones



2.- B.C.: Otras B; Axiales (I)

Recirculadoras

Agitador

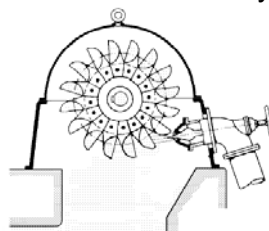


3.- Turbinas Hidráulicas

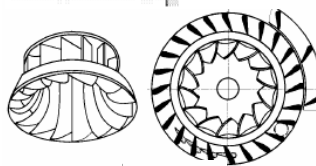
Aprovechan la energía potencial o cinética de un líquido para transformarla en energía mecánica

Existen múltiples tipos; su clasificación se suele hacer en de acción y de reacción

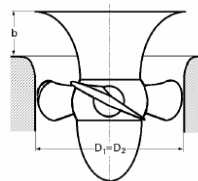
• **Turbina Pelton:** de acción, cazoletas e inyector, en saltos grandes con pequeños caudales.



• **Turbina Francis:** de reacción, álabes, distribuidor, en pequeños saltos y grandes caudales.



• **Turbina Kaplan:** de reacción, "similar" a una hélice. Para pequeños saltos hidráulicos.



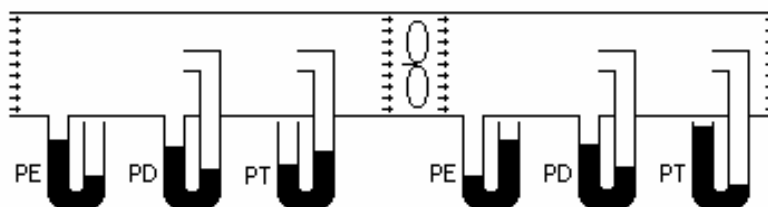
4.- Ventiladores (I)

Destinados a producir **movimiento de aire**. Los conceptos fundamentales son:

- Caudal volumétrico.
- Incremento de la presión estática.
- Potencia disponible.
- Rendimiento del ventilador.
- Ruido, las dimensiones, o el modo de arrastre

Tres tipos de **presiones**:

- Presión estática, sobre las paredes del conducto
- Dinámica, al convertir la energía cinética en presión
- Total que es la suma de las dos



4.- Ventiladores (II)

Clasificación (I):

- Por **la diferencia de presión estática:**
 - Alta presión: $180 < \Delta p > 300$ mm.c.a.
 - Media presión: $90 < \Delta p < 180$ mm.c.a.
 - Baja presión: $\Delta p < 90$ mm.c.a.
- Por el **sistema de accionamiento:**
 - Accionamiento directo
 - Accionamiento indirecto por transmisión
- Por el **modo de trabajo:**
 - **Ventiladores axiales:** mueven grandes caudales con incrementos de presión estática baja.
 - Hélice
 - *Tubo axial:* en una envolvente, dan mayores presiones, generan mucho ruido

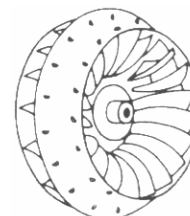
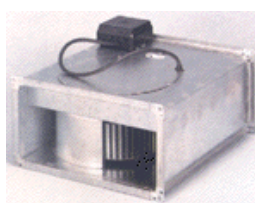


33

4.- Ventiladores (III)

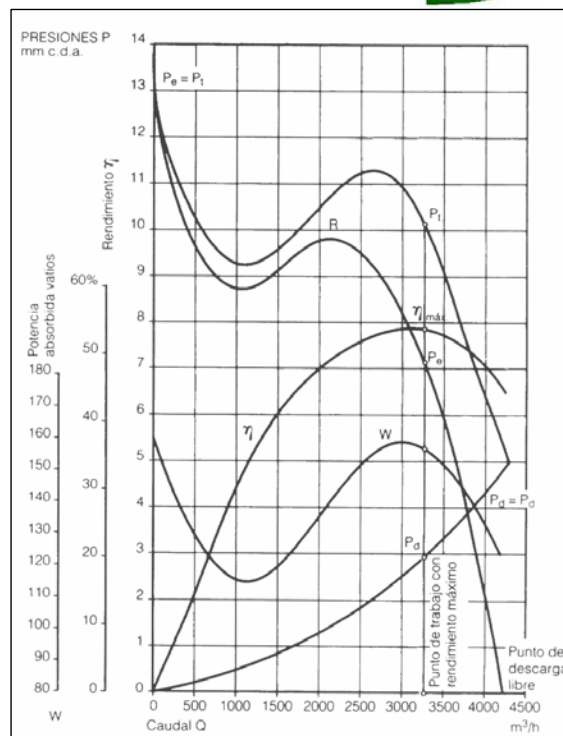
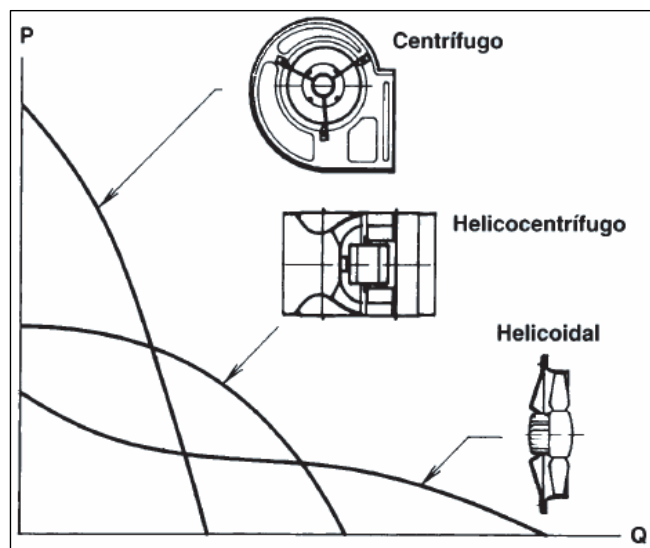
Clasificación (II):

- Por el **modo de trabajo (II):**
 - **Ventiladores centrífugos:** el flujo de salida es perpendicular al de entrada.
 - De alabes curvados hacia delante
 - De alabes curvados hacia atrás
 - *De álabes rectos a radiales;* captación de residuos
 - **Ventiladores transversales;** la trayectoria del aire en el rodete es normal al eje tanto a la entrada como a la salida.
 - **Ventiladores helicocentrífugos;** son intermedios entre los centrífugos y los axiales, en ellos el aire entra como en los helicoidales y sale como en los centrífugos



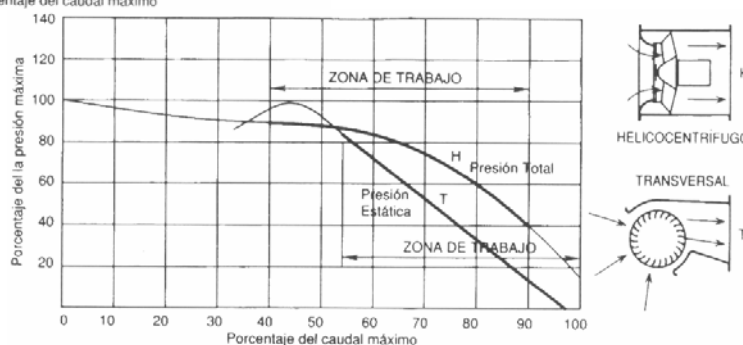
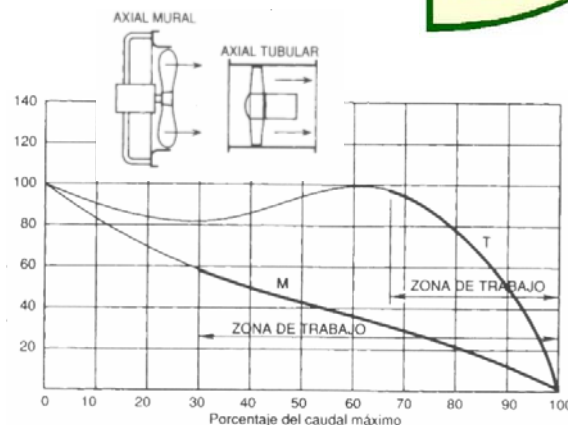
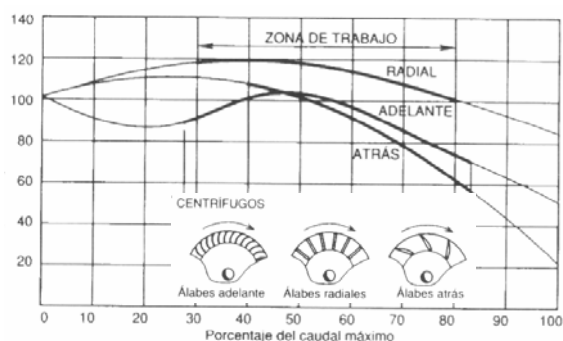
34

4.- V.: Curvas Características (I)



35

4.- V.: Curvas Características (II)



36

4.- V.: Leyes de semejanza (I)

Son iguales para las B.C.

- Variación de la velocidad de giro:

$$Q = Q_0 \frac{n}{n_0} \quad P = P_0 \left(\frac{n}{n_0} \right)^2 \quad \text{Pot} = \text{Pot}_0 \left(\frac{n}{n_0} \right)^3 \quad Lw = Lw_0 + 50 \log \left(\frac{n}{n_0} \right)$$

- Variación del diámetro del rodete:

$$Q = Q_0 \left(\frac{D}{D_0} \right)^3 \quad P = P_0 \left(\frac{D}{D_0} \right)^2 \quad \text{Pot} = \text{Pot}_0 \left(\frac{D}{D_0} \right)^5 \quad Lw = Lw_0 + 70 \log \left(\frac{D}{D_0} \right)$$

- Variación de la densidad del aire:

$$Q = Q_0 \quad P = P_0 \left(\frac{\rho}{\rho_0} \right) \quad \text{Pot} = \text{Pot}_0 \left(\frac{\rho}{\rho_0} \right) \quad Lw = Lw_0 + 20 \log \left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)$$

Q caudal, P Presión, Pot Potencia absorbida, Lw ruido

37

4.- V.: Leyes de semejanza (II)

Son iguales para las B.C.

- Variación de las prestaciones:

$$D = D_0 \left(\frac{Q}{Q_0} \right)^{1/2} \left(\frac{P}{P_0} \right)^{1/4} \left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^{1/4} \quad \text{Pot} = \text{Pot}_0 \left(\frac{Q}{Q_0} \right) \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

$$n = n_0 \left(\frac{Q_0}{Q} \right)^{1/2} \left(\frac{P}{P_0} \right)^{3/4} \left(\frac{\rho_0}{\rho} \right)^{3/4} \quad Lw = Lw_0 + 10 \log \left(\frac{Q}{Q_0} \right) + 20 \log \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

- Variación varios parámetros:

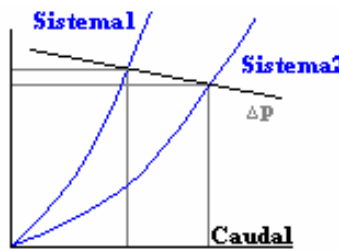
$$Q = Q_0 \left(\frac{D}{D_0} \right)^3 \frac{n}{n_0} \quad \text{Pot} = \text{Pot}_0 \left(\frac{D}{D_0} \right)^5 \left(\frac{n}{n_0} \right)^5 \frac{\rho}{\rho_0}$$

$$n = n_0 \left(\frac{Q_0}{Q} \right)^{1/2} \left(\frac{P}{P_0} \right)^{3/4} \left(\frac{\rho_0}{\rho} \right)^{3/4} \quad Lw = Lw_0 + 70 \log \left(\frac{D}{D_0} \right) + 50 \log \left(\frac{n}{n_0} \right) + 20 \log \left(\frac{\rho_0}{\rho} \right)$$

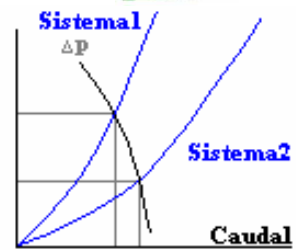
38

4.- V.: Pto Funcionamiento

Depende del sistema de distribución de aire (es cambiante, filtros)



Para Q variable

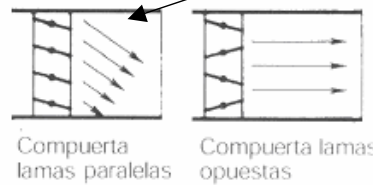
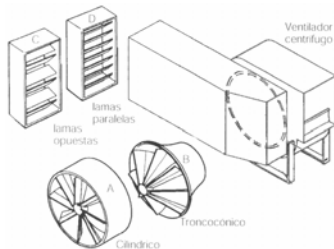


Para Q cte

Control del caudal

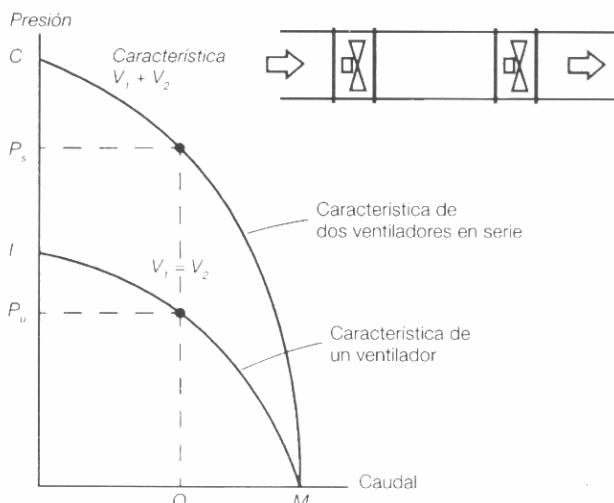
Ventilador	Sistema de regulación	Zona posible de regulación		Zona de regulación recomendada		Coste inicial	Consumo energía	Nivel acústico
		de %	a %	de %	a %			
Centrifugo y helicoidal	Compuerta	100	70	100	90	Bajo	Malo	Malo
	Bypas	100	0	100	80	Alto	Regular	-
	Reg. velocidad	100	20	100	20	Medio	Bueno	Regular
Helicoidal	Ang. álabes	100	0	100	0	Muy alto	Muy bueno	Bueno

No

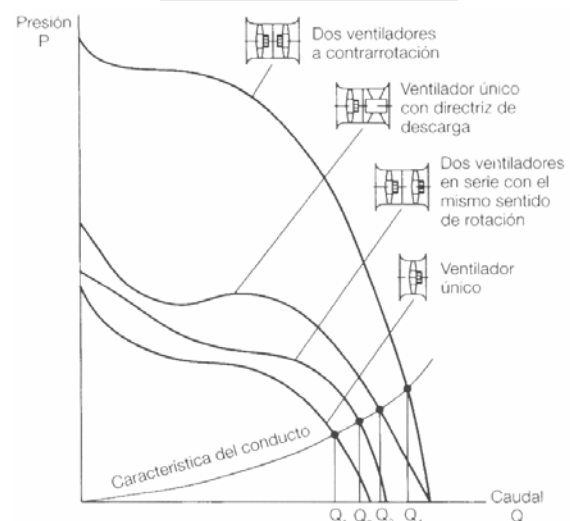


4.- V.: Acoplamiento (I)

• En serie

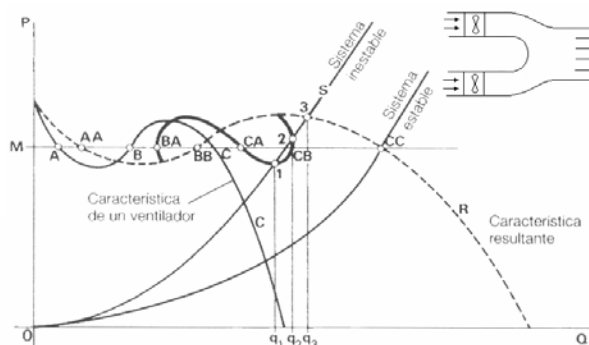
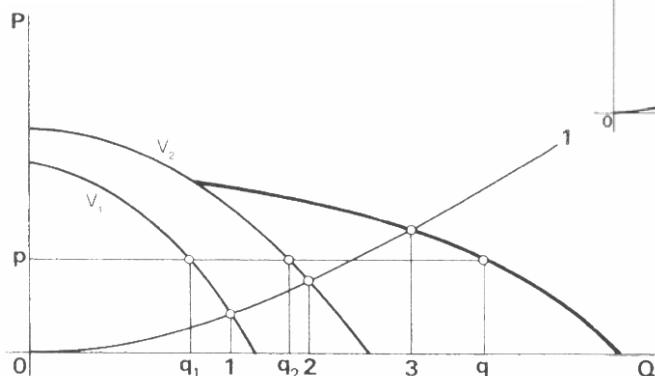


en contrarrotación



4.- V.: Acoplamiento (I)

• En paralelo



41

4.- V.: Selección (I)

Datos generales

CATÁLOGO Soler&Palau v1.5

Salir Ofertados Idiomas Unidades Consultas

Q (m3/h): 300 +/- 10 %
P (mmH2O): 150 +/- 10 %

Buscar ventilador

Lista de ventiladores:

Filtros:
 Tipo:
 Voltaje V: 230

OK Salir

Datos del conducto

CATÁLOGO Soler&Palau v1.5

Salir Ofertados Idiomas Unidades Consultas

Tipo de conducto: Circular Rectangular
Velocidad del aire: Constante Velocidad 3 Variable (m/s)

Tipo de material: Acero galvanizado PVC Aluminio flexible
Tipo de salida: Reja Sombrero (mmH2O) Directa

Tipo de entrada: Campana de captación cuadrada Ángulo:
 Campana captación circular Ángulo:
 Reja Pdc:
 Brusca (mmH2O)

Pdc acum. (mmH2O)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Anchura (mm)	Caudal (m3/h)	Longitud (m)	Nº codos
1.5	630	<input type="text"/>	<input type="text"/>	3000	35	4

OK

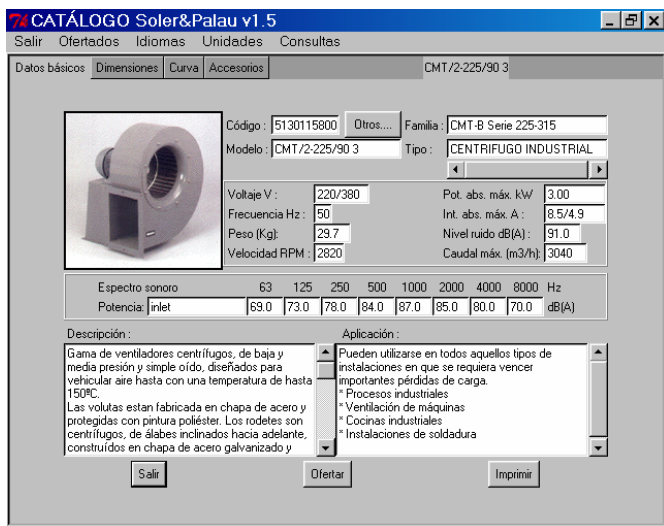
Q: 3000 P: 2.4

Calcular Borrar Imprimir Ventilador Salir

42

4.- V.: Selección (II)

Ventilador



CATÁLOGO Soler&Palau v1.5

Salir Ofertados Idiomas Unidades Consultas

Datos básicos Dimensiones Curva Accesorios CMT/2-225/90 3

Código: 5130115800 Otros... Familia: CMT-B Serie 225-315
 Modelo: CMT/2-225/90 3 Tipo: CENTRIFUGO INDUSTRIAL

Voltaje V: 220/380 Pot. abs. máx. kW: 3.00
 Frecuencia Hz: 50 Int. abs. máx. A: 8.5/4.9
 Peso (Kg): 29.7 Nivel ruido dB(A): 91.0
 Velocidad RPM: 2820 Caudal máx. (m³/h): 3040

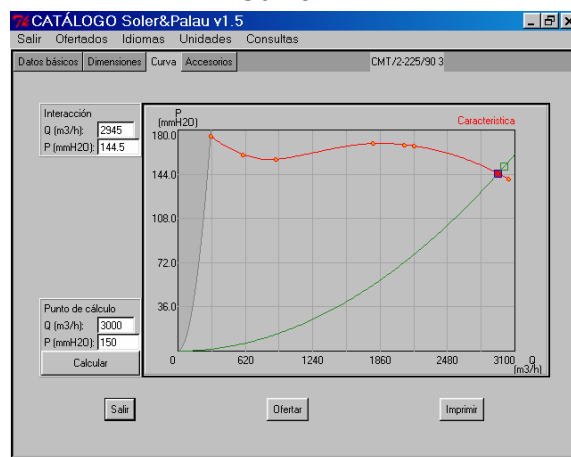
Espectro sonoro
 Potencia: inlet 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000 Hz
 69.0 73.0 78.0 84.0 87.0 85.0 80.0 70.0 dB(A)

Descripción: Gama de ventiladores centrífugos, de baja y media presión y simple oído, diseñados para vehicular aire hasta con una temperatura de hasta 150°C. Las volutas están fabricada en chapa de acero y protegidas con pintura poliéster. Los rodetes son centrífugos, de álabes inclinados hacia adelante, contruístidos en chapa de acero galvanizado y

Aplicación: Pueden utilizarse en todos aquellos tipos de instalaciones en que se requiera vencer importantes pérdidas de carga.
 * Procesos industriales
 * Ventilación de máquinas
 * Cocinas industriales
 * Instalaciones de soldadura

Salir Ofertar Imprimir

Curva



<http://www.soler-palau.com/flash/presentacionSP.html>

<http://www.salvadorescodas.com/sd1/index.htm>

<http://www.sodeca.com/>

http://www.casals.tv/ventilacion_sat/catalogo/index.html

43

5.- Compresores (I)

Clasificación por el accionamiento

- **Eléctrico**, más habituales, problema de saturación de la líneas eléctricas
- Por **motores de gas**, fácil regulación de velocidad, requieren de instalación adicional y mantenimiento.



44

5.- Compresores (II)

Clasificación por separación del compresor y el accionamiento

- **Abiertos**, separación entre el compresor y el accionamiento, tiene partes accesibles, problema de estanqueidad en el eje.
- **Herméticos**, generalizados en los equipos de pequeña potencia, hay interacción de las averías.
- **Semiherméticos**, herméticos con cierta accesibilidad.

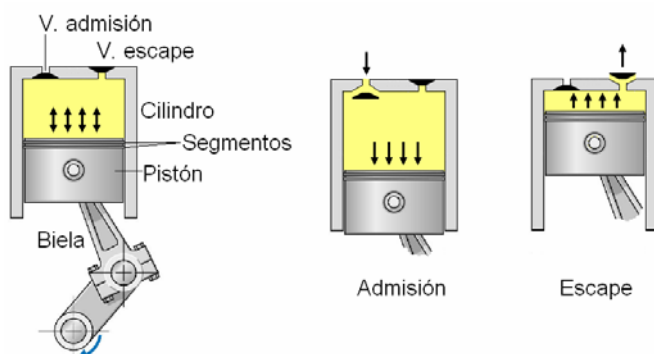


45

5.- Compresores (III)

Clasificación por el modo de compresión (I)

- **Alternativos:**
 - Flujo pulsante (varios cilindros)
 - Necesitan válvulas (ruido)
 - La presión de descarga se auto ajusta



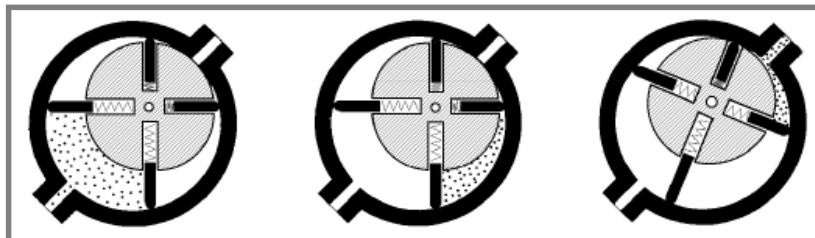
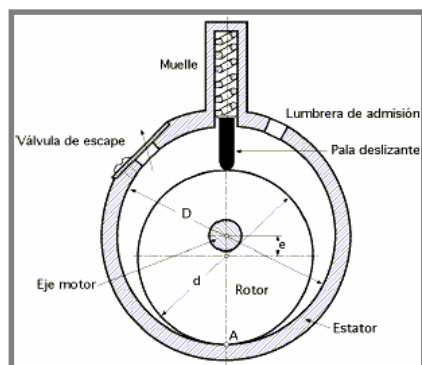
La capacidad se puede regular descargando cilindros

46

5.- Compresores (IV)

Clasificación por el modo de compresión (II)

- **Rotativos (I):** no tienen válvulas de admisión
 - De Paletas: silenciosos, pero muy sensibles a la entrada de líquido.
 - De Rodillo

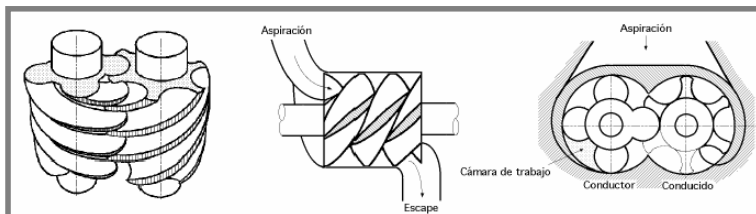


47

5.- Compresores (V)

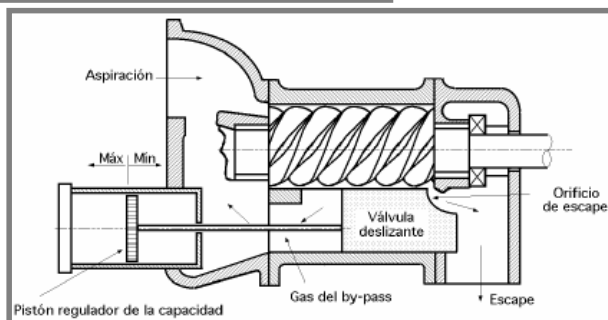
Clasificación por el modo de compresión (III)

- **Rotativos (II):**
 - De Doble Tornillo: el sellado entre la alta y la baja presión se realiza con el aceite lubricante.



Sin válvulas, tiene fija la relación de compresión

Regulación de capacidad y relación de compresión con lumbrera de descarga



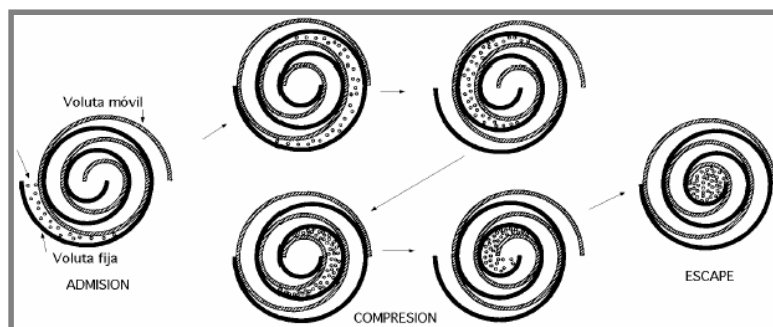
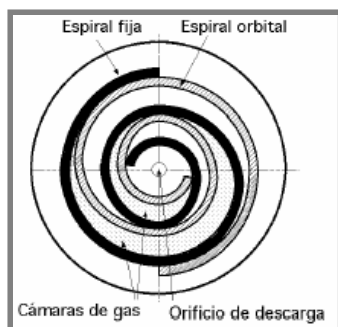
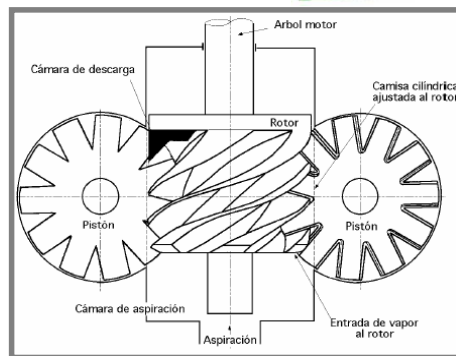
48

5.- Compresores (VI)

Clasificación por el modo de compresión (IV)

• **Rotativos (III):**

- De Tornillo Simple: el control de capacidad se realiza con un anillo.
- Scroll: son dos espirales.



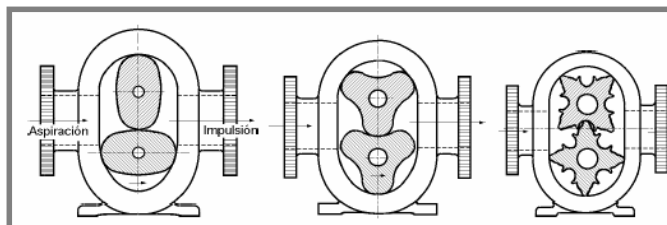
Tiene relación de compresión fija
la regulación de la capacidad se hace con varias lumbreras de descarga

5.- Compresores (VII)

Clasificación por el modo de compresión (V)

• **Rotativos (IV):**

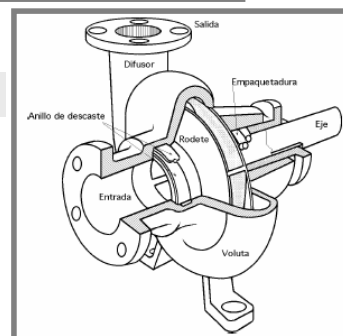
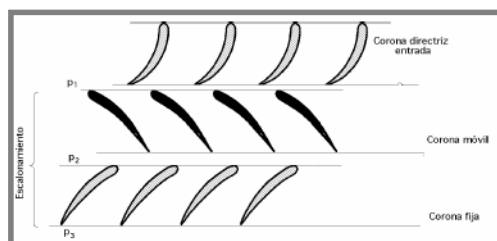
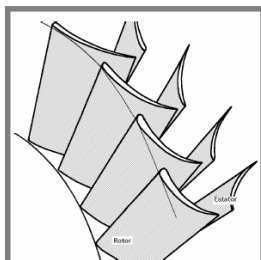
- De Engranajes:



- **Centrífugos:** grandes volúmenes, con baja relación de compresión

• **Flujo Axial**

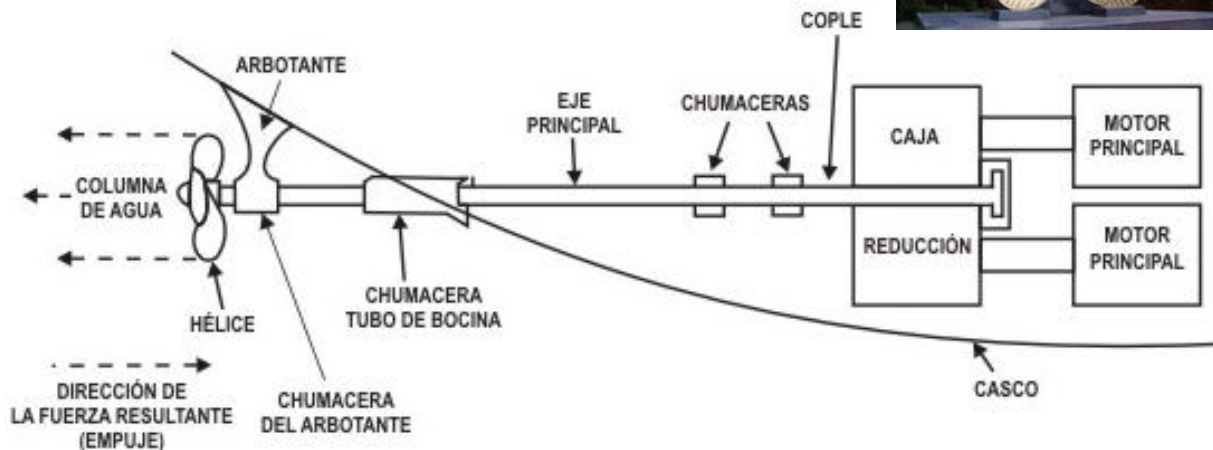
V. antirretorno



6.- Hélices (I)

Principio de Acción-Reacción

Empujan agua hacia atrás, el barco reacciona adelante



51

6.- Hélices (II)

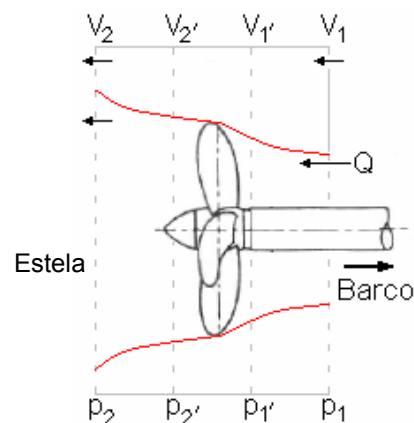
La fuerza resultante se puede descomponer en:

- ΔF_a (axial), produce el empuje en propulsión interesa maximizarla
- ΔF_u (tangencia, rotación)

Cantidad de Movimiento

$$F = ma = (\rho \text{ Vol}) \left(\frac{dv}{dt} \right) = \rho (Q dt) \frac{dv}{dt} = \rho Q dv$$

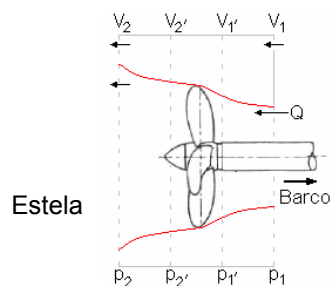
$$\text{Fuerza Propulsiva } F = \rho Q (v_2 - v_1) = \left| P = F/A \Rightarrow F = A P \right| = A (p_1 - p_2)$$



52

6.- Hélices (II)

Fuerza Propulsiva $F = \rho Q (v_2 - v_1)$



Potencia de Accionamiento

$$P_{ac} = \frac{\text{Energía}}{t} = \frac{E_{cinetica}}{t} = \frac{\frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)}{t} = \frac{[\text{Vol } \rho] (v_2^2 - v_1^2)}{2 t} = \frac{[Q t] \rho (v_2^2 - v_1^2)}{2 t} = \frac{1}{2} \rho Q (v_2^2 - v_1^2)$$

Potencia Propulsiva $P_{prop} = \frac{W_{prop}}{t} = \frac{F_{prop} d}{t} = F v = [\rho Q (v_2 - v_1)] v_1$

Rendimiento de la Propulsión $\eta_{prop} = \frac{P_{prop}}{P_{ac}} = \frac{2 v_1}{v_2 + v_1}$