

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

En esta presentación se incluye un listado de problemas en el orden en el que se pueden resolver siguiendo el desarrollo de la teoría. Es trabajo del alumno resolverlos y comprobar la solución

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

CARLOS J RENEDO renedoc@unican.es
INMACULADA FERNANDEZ DIEGO fernandei@unican.es
JUAN CARCEDO HAYA juan.carcedo@unican.es
FELIX ORTIZ FERNANDEZ felix.ortiz@unican.es

1.1.- Introducción a las Máquinas Hidráulicas

1.2.- Bombas Hidráulicas

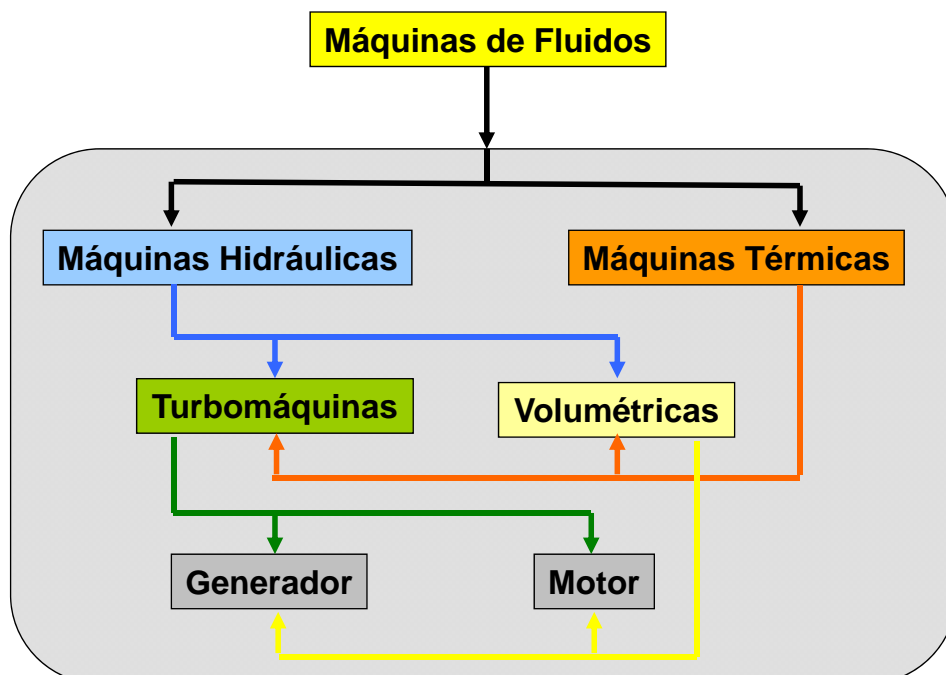
1.2.1.- Generalidades de las Bombas Hidráulicas

1.2.2.- Bombas Centrífugas

1.2.3.- Bombas Volumétricas

1.3.- Turbinas Hidráulicas

- ✓ **Bombas: Generadores Hidráulicos**
- ✓ **Características Principales**
- ✓ **Alturas**
- ✓ **Clasificación de las Bombas**



Las Bombas son Generadores Hidráulicos

Absorben energía mecánica en el eje y proporcionan energía hidráulica a un líquido que bombean por una tubería (con accesorios)

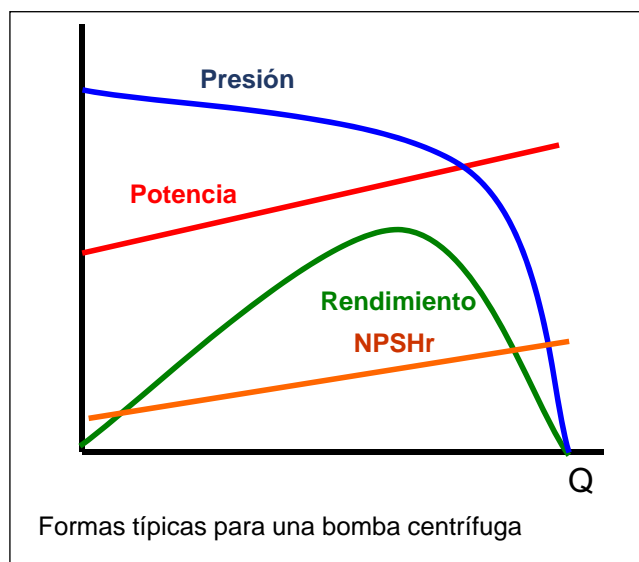
Su aplicación es muy diversa, para la impulsión de toda clase de líquidos

En general actúan en dos fases:

- **Aspiración:** elevando el líquido desde su nivel hasta la bomba, por medio de la tubería de aspiración. La bomba ejerce un vacío con el fin de que el líquido pueda subir por la tubería de aspiración impulsada por la presión atmosférica
- **Impulsión:** conducción del líquido desde la bomba hasta su destino, por medio de la tubería de impulsión. En esta fase la bomba ejerce la presión necesaria para que el líquido se traslade a lo largo de la tubería

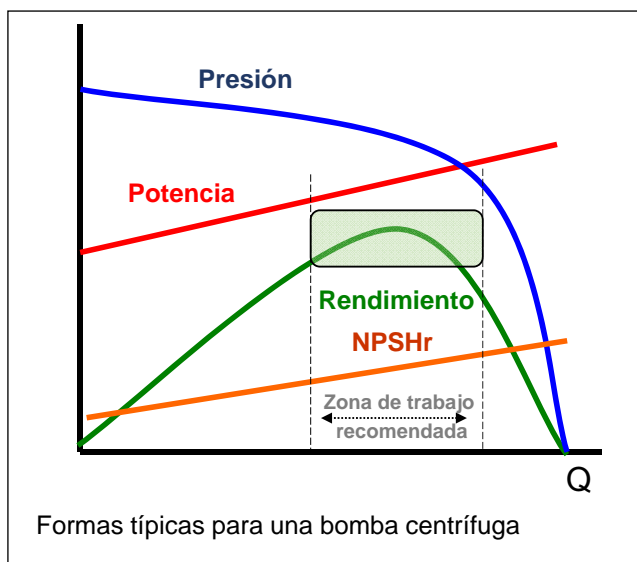
Características principales:

- Caudal suministrado (m^3/h o l/h)
- Presión o altura suministrada, H (en m.c.l, bar, kg/cm^2 , etc)
- Altura de aspiración (NPSHr)
- La potencia consumida
- El rendimiento
- La presión máxima que puede soportar su estanquidad
- ...



Características principales:

- Caudal suministrado (m^3/h o l/h)
- Presión o altura suministrada, H (en m.c.l, bar, kg/cm^2 , etc)
- Altura de aspiración (NPSHr)
- La potencia consumida
- El rendimiento
- La presión máxima que puede soportar su estanquidad
- ...



Alturas (I):

Geométrica:

Depende de las cotas de los puntos de donde toma el líquido y hasta donde lo impulsa

Manométrica:

... y además de las pérdidas de carga en las tuberías (incluyendo los accesorios)

Total de la bomba:

... y además de las pérdidas interiores en la bomba

Alturas (I):

Geométrica:

- **A.G. de aspiración** ($H_{\text{aspiración}}$): es la distancia vertical existente entre el eje de la bomba y el nivel del líquido aspirado
- **A.G. de impulsión** ($H_{\text{impulsión}}$): es la distancia vertical existente entre el nivel superior del líquido descargado (superficie del líquido en el depósito de impulsión o el punto de descarga libre de la tubería de impulsión) y el eje de la bomba
- **A.G. de elevación**: es la distancia vertical existente entre los niveles del líquido (el impulsado y el aspirado)

Manométrica:

- **A.M. de aspiración**: es igual a la altura geométrica de aspiración más las pérdidas de carga en la tubería de aspiración
- **A.M. de impulsión**: es igual a la altura geométrica de impulsión más las pérdidas de carga en la tubería de impulsión
- **A.M. total** es la suma de las alturas manométricas anteriores

Total de la bomba: { • **A.T.B.:** A.M.T más la pérdidas interiores a la bomba

Alturas (II):

La altura de elevación o geométrica: $H_{\text{geométrica}} = H_{\text{elevación}} = H_{\text{impulsión}} + H_{\text{aspiración}}$

La altura manométrica o útil: $H_{\text{manométrica}} = H_{\text{elevación}} + H_{L\text{-tubería}} \in H_{\text{util}}$

$$H_{L\text{-Tubería}} = H_{L\text{-Tasp}} + H_{L\text{-Timp}}$$

La altura total: $H_{\text{total}} = H_{\text{man}} + H_{L\text{-intB}}$

$$H_{\text{total}} = H_{\text{elevación}} + H_{L\text{-tubería}} + H_{L\text{-int Bom}}$$

> ó < 0

> 0

> 0

1ª Ec. EULER $H_{\text{Euler}} = H_{\text{Teórica}} = H_{\text{Total}} = H_{\text{G.H.}} = \frac{u_2 c_{2u} - u_1 c_{1u}}{g}$

$$\eta_{\text{manométrico}} = \frac{H_{\text{manométrica}}}{H_{\text{total}}}$$

Alturas (III):

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

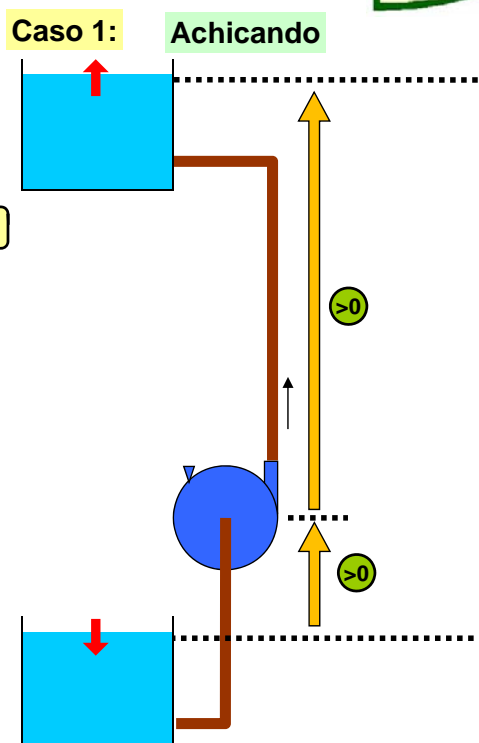
La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

- Impulsión
- Aspiración

Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)

En la Fig H_{asp} es positiva



Alturas (III):

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

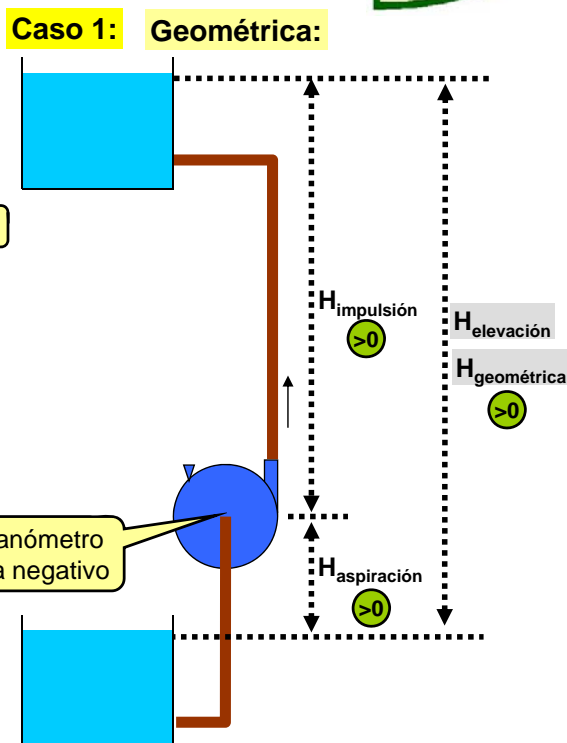
La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

- Impulsión
- Aspiración

Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)

En la Fig H_{asp} es positiva



$$H_{geom} = H_{elev} = H_{imp} + H_{asp}$$

Alturas (III):

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

- Impulsión
- Aspiración

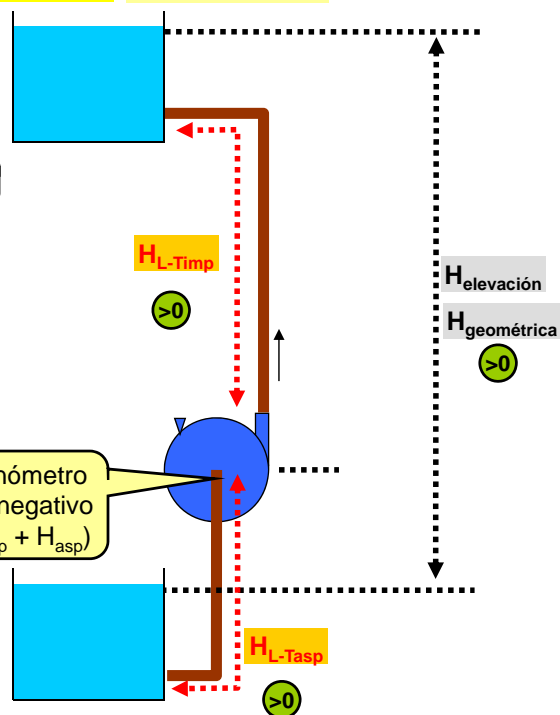
Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)

En la Fig H_{asp} es positiva

$$H_{geom} = H_{elev} = H_{imp} + H_{asp} \quad H_{man} = H_{elev} + H_{L-tub}$$

Caso 1: Manométrica:



Alturas (III):

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

- Impulsión
- Aspiración

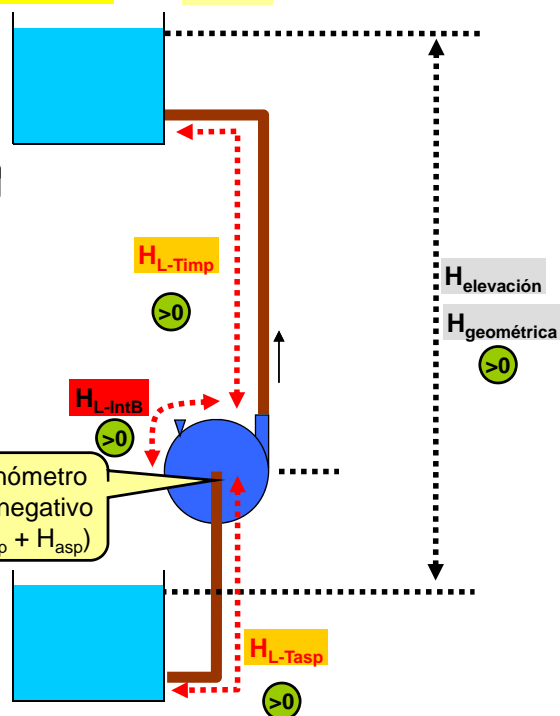
Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)

En la Fig H_{asp} es positiva

$$H_{geom} = H_{elev} = H_{imp} + H_{asp} \quad H_{man} = H_{elev} + H_{L-tub} \quad H_{total} = H_{man} + H_{L-intB}$$

Caso 1: Total:



Alturas (IV):

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

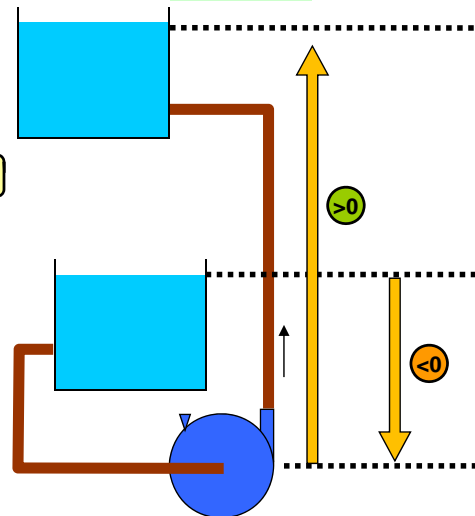
- Impulsión
- Aspiración

Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)

En la Fig H_{asp} es negativa

Caso 2: Elevando



Bomba "en carga"

Alturas (IV):

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

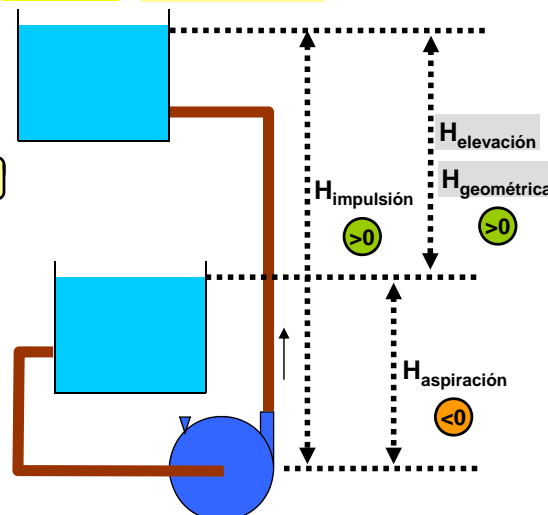
- Impulsión
- Aspiración

Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)

En la Fig H_{asp} es negativa

Caso 2: Geométrica:



Bomba "en carga"

$$H_{geom} = H_{elev} = H_{imp} + H_{asp}$$

Alturas (IV):

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

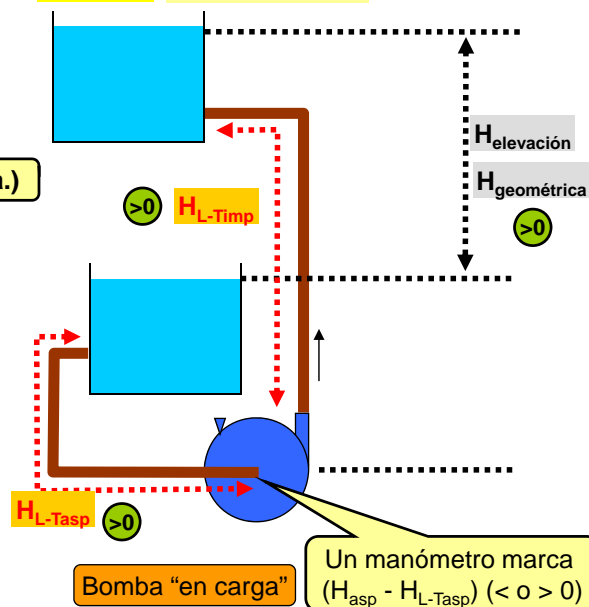
La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

- Impulsión
- Aspiración

Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)

Caso 2: Manométrica:



En la Fig H_{asp} es negativa

$$H_{geom} = H_{elev} = H_{imp} + H_{asp} \quad H_{man} = H_{elev} + H_{L-tub}$$

Alturas (IV):

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

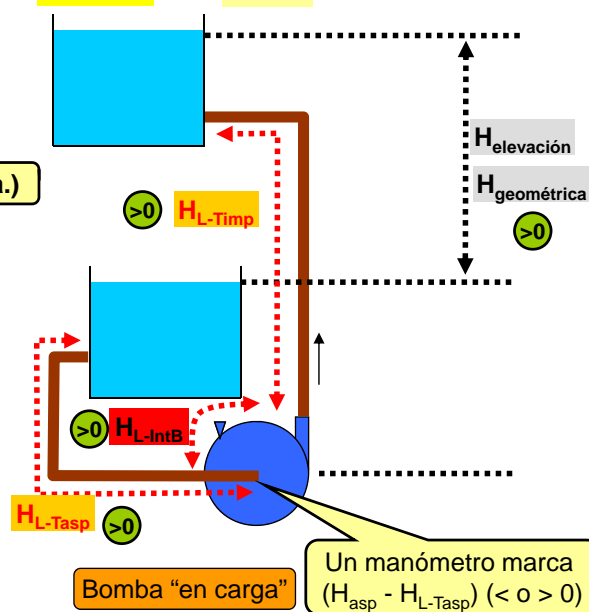
La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

- Impulsión
- Aspiración

Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)

Caso 2: Total:



En la Fig H_{asp} es negativa

$$H_{geom} = H_{elev} = H_{imp} + H_{asp} \quad H_{man} = H_{elev} + H_{L-tub} \quad H_{total} = H_{man} + H_{L-intB}$$

Alturas (V):

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

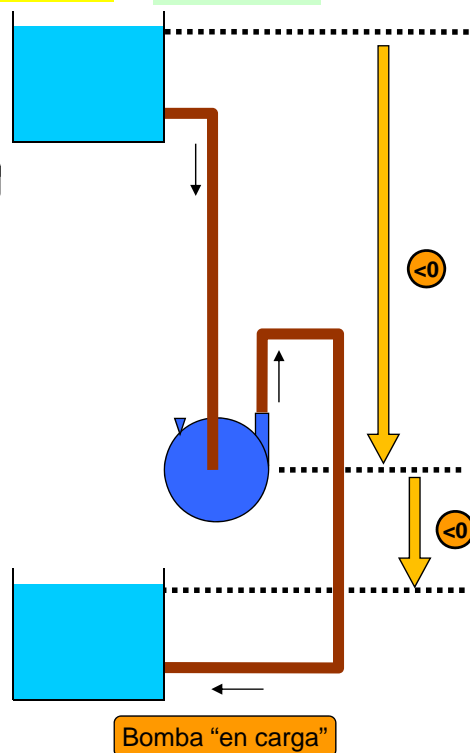
- Impulsión
- Aspiración

Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)

En la Fig H_{asp} y H_{imp} son negativas

Caso 3: Evacuando



Bomba "en carga"

Alturas (V):

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

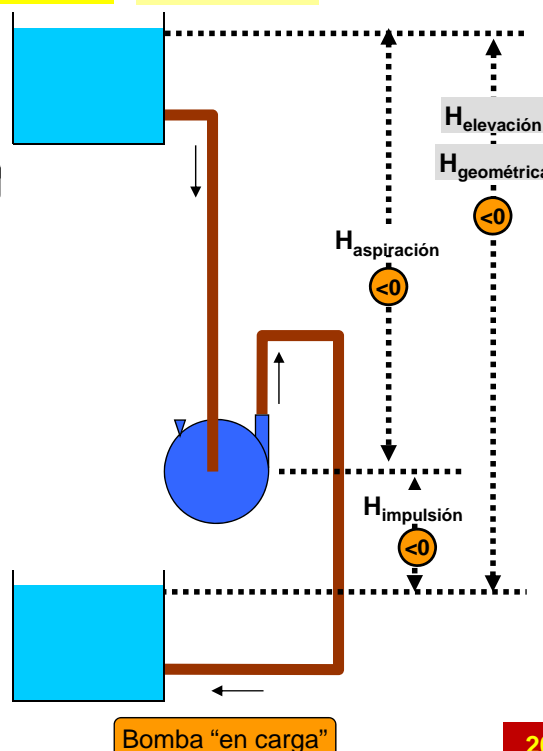
- Impulsión
- Aspiración

Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)

En la Fig H_{asp} y H_{imp} son negativas

Caso 3: Geométrica:



Bomba "en carga"

$$H_{geom} = H_{elev} = H_{imp} + H_{asp}$$

Alturas (V):

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

- Impulsión
- Aspiración

Con signo

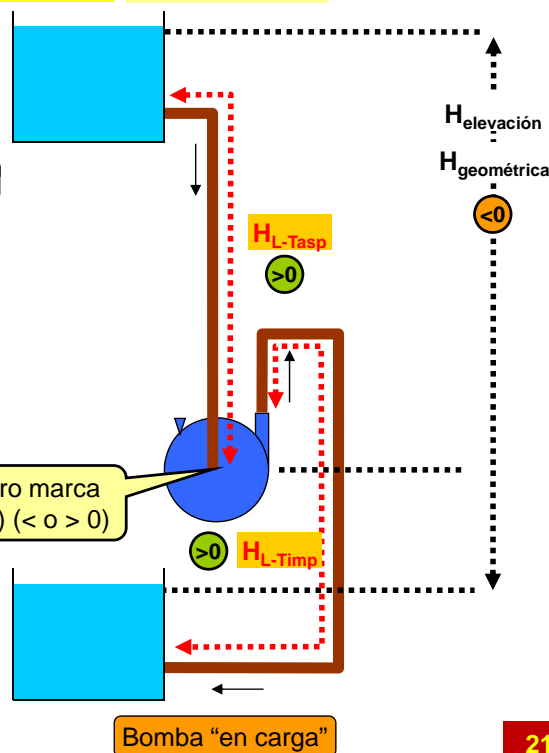
Un manómetro marca $(H_{asp} - H_{L-Tasp}) (< 0 > 0)$

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)

En la Fig H_{asp} y H_{imp} son negativas

$$H_{geom} = H_{elev} = H_{imp} + H_{asp} \quad H_{man} = H_{elev} + H_{L-tub}$$

Caso 3: Manométrica:



Alturas (V):

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

- Impulsión
- Aspiración

Con signo

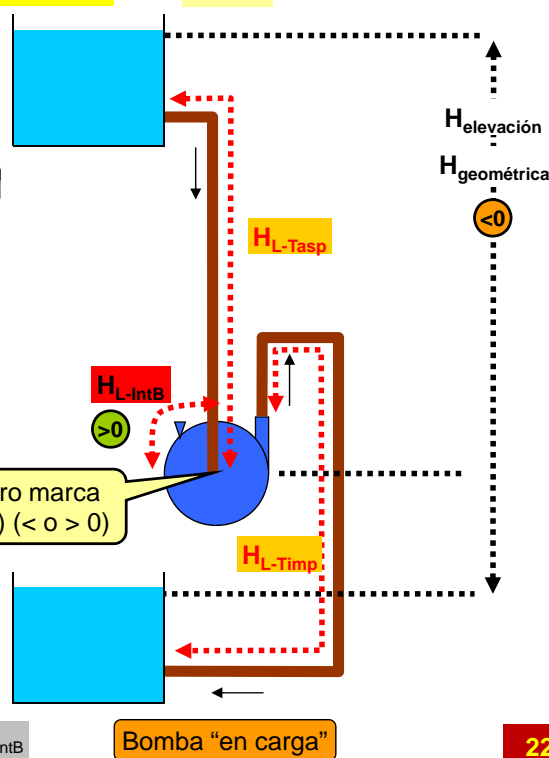
Un manómetro marca $(H_{asp} - H_{L-Tasp}) (< 0 > 0)$

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)

En la Fig H_{asp} y H_{imp} son negativas

$$H_{geom} = H_{elev} = H_{imp} + H_{asp} \quad H_{man} = H_{elev} + H_{L-tub} \quad H_{total} = H_{man} + H_{L-intB}$$

Caso 3: Total:



Alturas (V):

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

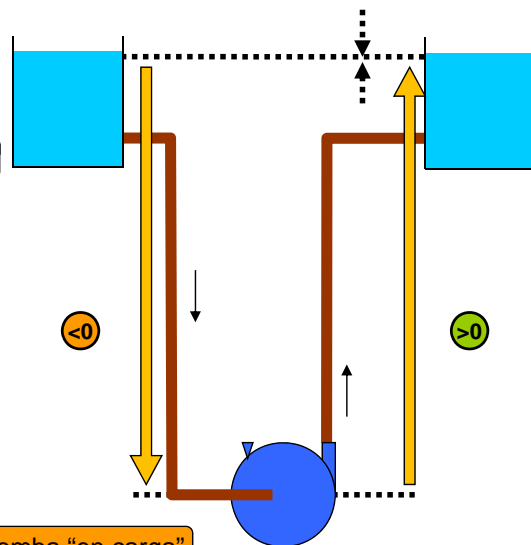
La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

- Impulsión
- Aspiración

Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)

Caso 4: Transportando



Bomba "en carga"

En la Fig H_{asp} es negativa y H_{imp} positiva, siendo $H_{geométrica} = 0$

Alturas (V):

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

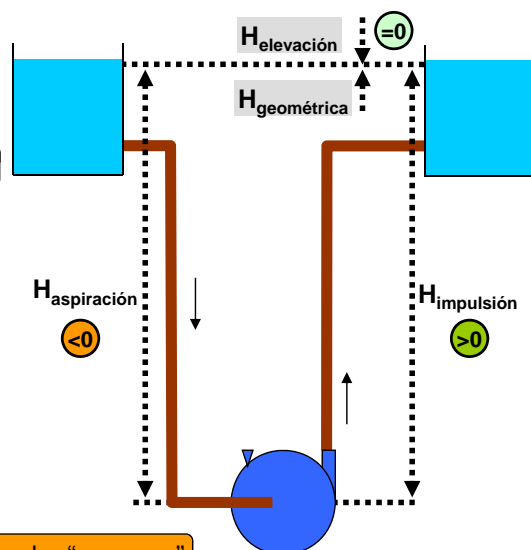
La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

- Impulsión
- Aspiración

Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)

Caso 4: Geométrica:



Bomba "en carga"

En la Fig H_{asp} es negativa y H_{imp} positiva, siendo $H_{geométrica} = 0$

$$H_{geom} = H_{elev} = H_{imp} + H_{asp} = 0$$

Alturas (V):

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

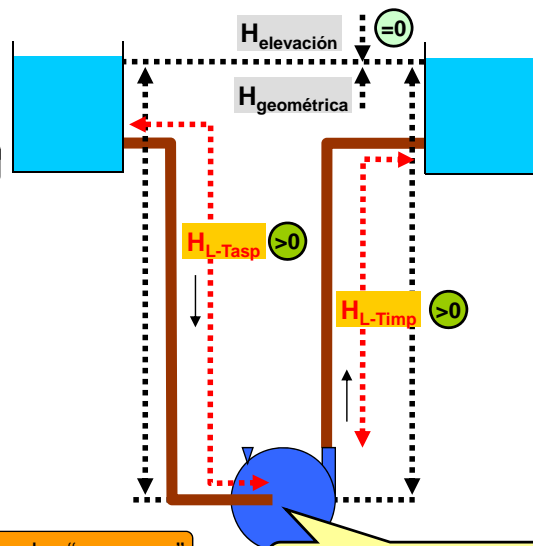
La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

- Impulsión
- Aspiración

Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)

Caso 4: Manométrica:



Bomba "en carga"

Un manómetro marca $(H_{asp} - H_{L-Tasp}) (< 0 > 0)$

En la Fig H_{asp} es negativa y H_{imp} positiva, siendo $H_{geométrica} = 0$

$$H_{geom} = H_{elev} = H_{imp} + H_{asp} = 0 \quad H_{man} = H_{elev} + H_{L-tub} = H_{L-tub}$$

Alturas (V):

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

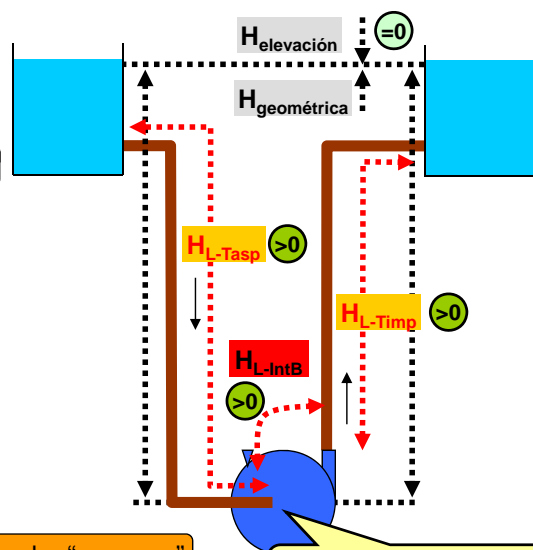
La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

- Impulsión
- Aspiración

Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)

Caso 4: Total:



Bomba "en carga"

Un manómetro marca $(H_{asp} - H_{L-Tasp}) (< 0 > 0)$

En la Fig H_{asp} es negativa y H_{imp} positiva, siendo $H_{geométrica} = 0$

$$H_{geom} = H_{elev} = H_{imp} + H_{asp} = 0 \quad H_{man} = H_{elev} + H_{L-tub} = H_{L-tub} \quad H_{total} = H_{man} + H_{L-intB} = H_{L-tub} + H_{L-intB}$$

Alturas (V):

**Bomba mas arriba
que los depósitos**

Caso 5: Transportando

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

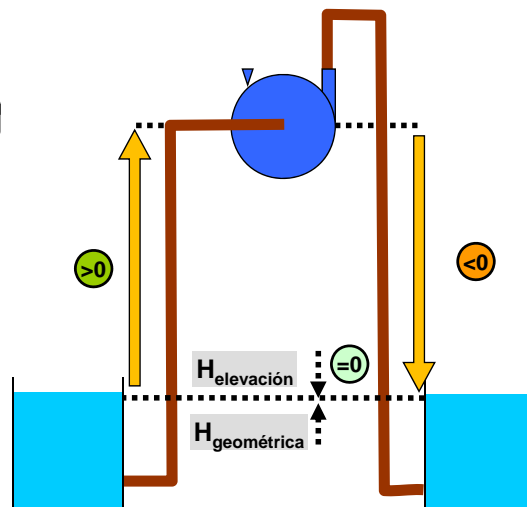
Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

- Impulsión
- Aspiración

Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)



En la Fig H_{asp} es positiva y H_{imp} negativa, siendo $H_{geométrica} = 0$

Alturas (V):

**Bomba mas arriba
que los depósitos**

Caso 5: Geométrica:

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

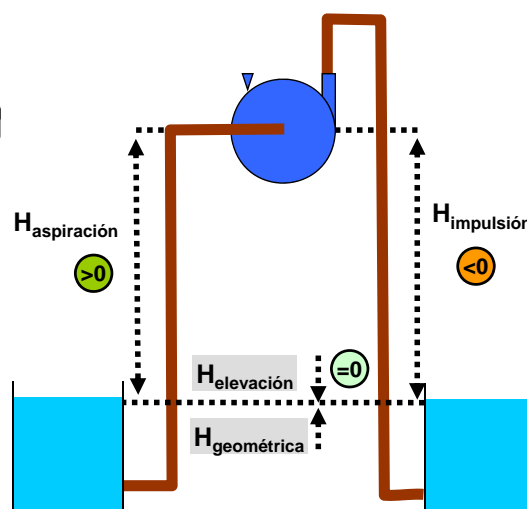
Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

- Impulsión
- Aspiración

Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)



En la Fig H_{asp} es positiva y H_{imp} negativa, siendo $H_{geométrica} = 0$

$$H_{geom} = H_{elev} = H_{imp} + H_{asp} = 0$$

Alturas (V):

Bomba mas arriba
que los depósitos

Caso 5: Manométrica:

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

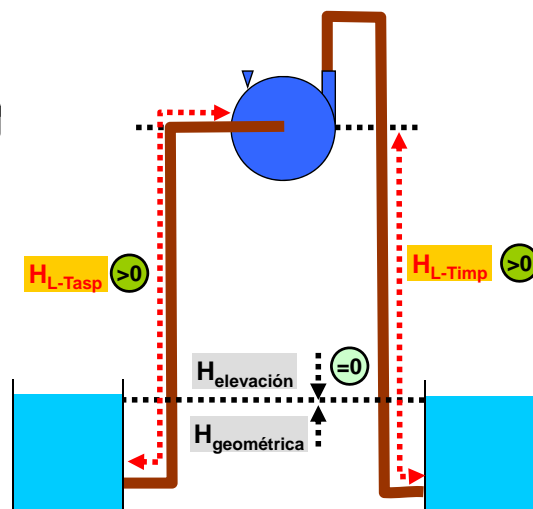
Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

- Impulsión
- Aspiración

Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)



En la Fig H_{asp} es positiva y H_{imp} negativa, siendo $H_{geométrica} = 0$

$$H_{geom} = H_{elev} = H_{imp} + H_{asp} = 0 \quad H_{man} = H_{elev} + H_{L-tub} = H_{L-tub}$$

Alturas (V):

Bomba mas arriba
que los depósitos

Caso 5: Total:

Las Bombas proporcionan presión, normalmente expresada como altura, de líquido (m.c.l.)

Típicamente agua, (m.c.a.)

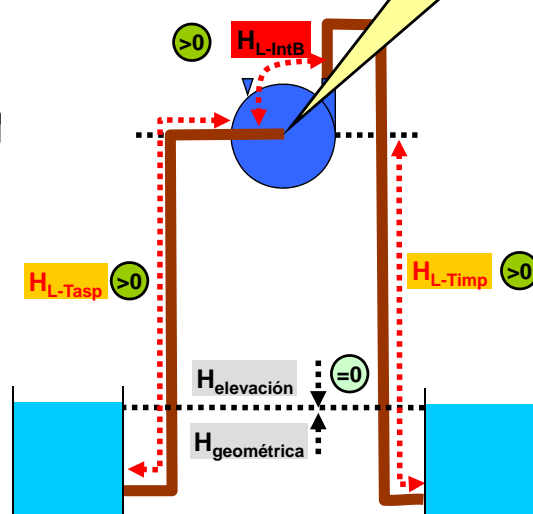
Las bombas son capaces de aspirar desde un depósito que esté situado a un nivel inferior al suyo

La altura suministrada por la bomba al fluido es la resta de las alturas de:

- Impulsión
- Aspiración

Con signo

(geométricas + pérdidas de carga en las tuberías)



En la Fig H_{asp} es positiva y H_{imp} negativa, siendo $H_{geométrica} = 0$

$$H_{geom} = H_{elev} = H_{imp} + H_{asp} = 0 \quad H_{man} = H_{elev} + H_{L-tub} = H_{L-tub} \quad H_{total} = H_{man} + H_{L-intB} = H_{L-tub} + H_{L-intB}$$

Clasificación de las Bombas

<http://www.directindustry.com/prod/>

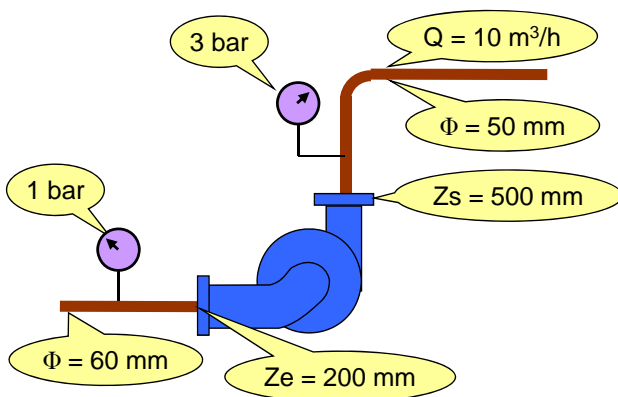
Por la continuidad de la circulación del fluido de trabajo

- **Dinámicas, Turbomáquinas o Rotodinámicas:**
provocan circulación continua del fluido
ej: centrífuga
- **Volumétricas o de Desplazamiento Positivo:**
en cada instante evoluciona una cantidad determinada de fluido
ej: alternativa, engranajes, de tornillo



31

Calcular la altura manométrica que suministra la bomba de la instalación de la figura y la potencia hidráulica que suministra al flujo de agua



32