

# Bombas

Siempre que tratemos temas como [procesos](#) químicos, y de cualquier circulación de fluidos estamos, de alguna manera entrando en el tema de [bombas](#).

El funcionamiento en si de la bomba será el de un convertidor de energía, o sea, transformara la energía [mecánica](#) en energía cinética, generando [presión](#) y [velocidad](#) en el fluido.

Existen muchos tipos de bombas para diferentes aplicaciones.

Los factores más importantes que permiten escoger un [sistema](#) de bombeo adecuado son: presión última, presión de [proceso](#), velocidad de bombeo, tipo de [gases](#) a bombear (la [eficiencia](#) de cada bomba varía según el tipo de [gas](#)).

## 2. Bombas

Las bombas se clasifican en tres tipos principales:

- De émbolo alternativo.
- De émbolo rotativo.
- Rotodinámicas.

Los dos primeros operan sobre el principio de desplazamiento positivo, es decir, que bombean una determinada cantidad de fluido (sin tener en cuenta las fugas independientemente de la altura de bombeo).

El tercer tipo debe su nombre a un elemento rotativo, llamado rodete, que comunica velocidad al líquido y genera presión. La carcasa exterior, el eje y el [motor](#) completan la unidad de bombeo.

En su forma usual, la bomba de émbolo alternativo consiste en un pistón que tiene un [movimiento](#) de vaivén dentro de un cilindro.

Un adecuado [juego](#) de [válvulas](#) permite que el líquido sea aspirado en una embolada y lanzado a la turbina de impulsión en la siguiente.

En consecuencia, el caudal será intermitente a menos que se instalen recipientes de [aire](#) o un número suficiente de cilindros para uniformar el flujo.

Aunque las bombas de émbolo alternativo han sido separadas en la mayoría de los campos de aplicación por las bombas rotodinámicas, mucho más adaptables, todavía se emplean ventajosamente en muchas [operaciones](#) industriales especiales.

Las bombas de émbolo rotativo generan presión por medio de engranajes o rotores muy ajustados que impulsan periféricamente al líquido dentro de la carcasa cerrada.

El caudal es uniforme y no hay válvulas. Este tipo de bombas es eminentemente adecuado para pequeños caudales (menores de 1 pie<sup>3</sup>/s y el líquido viscoso). Las [variables](#) posibles son muy numerosas.

La bomba rotodinámica es capaz de satisfacer la mayoría de las necesidades de la [ingeniería](#) y su uso está muy extendido.

Su campo de utilización abarca desde abastecimientos públicos de [agua](#), drenajes y regadíos, hasta [transporte](#) de hormigón o pulpas.

Los diversos tipos se pueden agrupar en:

### a. Centrífugos.

Son el tipo más corriente de bombas rotodinámicas, y se denomina así porque la cota de presión que crean es ampliamente atribuible a la [acción](#) centrífuga.

Pueden estar proyectadas para impulsar caudales tan pequeños como 1 gal/min. o tan grandes como 4.000.000 gal/min, mientras que la cota generada puede variar desde algunos pies hasta 400. El rendimiento de las de mayor tamaño puede llegar al 90%.

El rodete consiste en cierto número de álabes curvados en [dirección](#) contraria al movimiento y colocados entre dos discos metálicos.

[El agua](#) entra por el centro u ojo del rodete y es arrastrada por los álabes y lanzada en dirección radial. Esta aceleración produce un apreciable aumento de energía de presión y cinética. A la salida, el movimiento del fluido tiene componentes radial y transversal. Para que no haya una pérdida notable de energía, y por tanto de rendimiento, es esencial transformar en la mayor medida posible la considerable cota [cinemática](#) a la salida del rodete en la más útil cota de presión.

Normalmente, esto se consigue construyendo la carcaza en forma de espiral, con lo que la sección del flujo en la periferia del rodete va aumentando gradualmente.

Para caudales grandes se usa el rodete de doble aspiración, que es equivalente a dos rodetes de simple aspiración ensamblados dorso con dorso; esta disposición permite doblar la capacidad sin aumentar el diámetro del rodete.

Es más cara de fabricar, pero tiene la ventaja adicional de solucionar el problema del empuje axial.

En ambos casos, las superficies de guía están cuidadosamente pulimentadas para minimizar las pérdidas por rozamiento.

El montaje es generalmente horizontal, ya que así se facilita el acceso para el entretenimiento. Sin embargo, debido a la limitación del espacio, algunas unidades de gran tamaño se montan verticalmente.

Las proporciones de los rodetes varían dentro de un campo muy amplio, lo que permite hacer frente a una dilatada gama de condiciones de funcionamiento.

Por ejemplo, los líquidos con sólidos en suspensión (aguas residuales) pueden ser bombeados siempre que los conductos sean suficientemente amplios.

Inevitablemente habrá alguna disminución de rendimiento.

Para que la bomba centrífuga esté en disposición de funcionar satisfactoriamente, tanto la tubería de aspiración como la bomba misma, han de estar llenas de agua.

Si la bomba se encuentra a un nivel inferior a la del agua del pozo de aspiración, siempre se cumplirá esta condición, pero en los demás casos hay que expulsar el aire de la tubería de aspiración y de la bomba y reemplazarlo por agua; esta operación se denomina cebado.

El mero giro del rodete, aún a alta velocidad, resulta completamente insuficiente para efectuar el cebado y sólo se conseguirá recalentar los cojinetes.

Los dos [métodos](#) principales de cebado exigen una válvula de retención en la proximidad de la base del tubo de aspiración, o en las unidades mayores, la ayuda de una bomba de vacío.

En el primer caso, se hace entrar el agua de la tubería de impulsión o de cualquier otra procedencia, en el cuerpo de bomba y el aire es expulsado por una llave de purga

Fig.: Bomba del tipo Centrífuga

Se ha desarrollado una bomba centrífuga, la cual fue concebida, teniendo como [objetivos](#) un rendimiento de [trabajo](#) que sea óptimo, una gran variedad de aplicaciones y una fácil Mantención del equipo.

El cuerpo húmedo de esta bomba, está fabricado en un polímero de grandes cualidades

mecánicas y de excelente [resistencia química](#).

Estos [materiales](#) evitan las incrustaciones de partículas, y además no son afectados por [problemas](#) de cavitación.

Las aplicaciones de esta bomba son de óptimo rendimiento en [PLANTAS DE ACIDO](#), AGUA DE COLA, AGUAS MARINAS, y en general en lugares con gran concentración de CORROSIVOS. Además tiene una muy buena aplicación en la [INDUSTRIA ALIMENTICIA](#) dado que no contamina los [productos](#).

Las bombas están disponibles en materiales del [acero](#) termoplástico e inoxidable, diseños del mecanismo impulsor para las aplicaciones horizontales y verticales.

La [construcción](#) rugosa proporciona una resistencia excelente al [producto](#) químico y a la [corrosión](#).

Las aplicaciones típicas son proceso químico, laminado de metal, piezas que lavan [sistemas](#), fabricación de la tarjeta de circuito impresa, foto que procesa, productos farmacéuticos, [semiconductores](#), etc.

- a. Para alturas superiores a 200 pies se emplean normalmente bombas múltiples o bombas de turbina.

Este tipo de bomba se rige exactamente por el mismo principio de la centrífuga y las proporciones del rodete son muy semejantes.

Consta de un cierto número de rodetes montados en serie, de modo que el agua entra paralelamente al eje y sale en dirección radial.

La elevada energía cinética del agua a la salida del rodete se convierte en energía de presión por medio de una corona difusora formada por álabes directores divergentes. Un conducto en forma de S conduce el agua en sentido centrípeta hacia el ojo del rodete siguiente.

El proceso se repite en cada escalonamiento hasta llegar a la salida. Si se aplica un número suficiente de escalonamientos, puede llegarse a obtener una cota de 4.000 pies. De hecho, la cota máxima vendrá probablemente dictada por el [costo](#) de reforzamiento de la tubería más que por cualquier limitación de la bomba.

A) B)

*Fig.: Bombas de turbina: A) Bomba de Turbina Vertical para Agua Pesada.  
B) Bomba de Agua con Turbina Vertical*

- b. Múltiples.

Son del tipo múltiple, con montaje vertical y diseñadas especialmente para la elevación del agua en perforaciones angostas, pozos profundos o pozos de drenaje.

Resultan adecuadas para perforaciones de un diámetro tan pequeño como 6 pulg. y con mayores diámetros son capaces de elevar cantidades de agua superiores a un millón de galones por hora desde profundidades de hasta 1.000 pies.

Normalmente se diseñan los rodetes de forma que lancen el agua en dirección radial-axial, con objeto de reducir a un mínimo el diámetro de perforación necesario para su [empleo](#).

La unidad de bombeo consiste en una tubería de aspiración y una bomba situada bajo el nivel del agua y sostenida por la tubería de impulsión y el árbol motor.

Dicho árbol ocupa el centro de la tubería y está conectado en la superficie al equipo motor.

Cuando la cantidad de agua que se ha de elevar es pequeña o moderada, a veces es conveniente y económico colocar la unidad completa de bombeo bajo la superficie del agua.

Así se evita la gran longitud del árbol, pero en [cambio](#) se tiene la desventaja de la relativa inaccesibilidad del motor a efectos de su entretenimiento.

c. De columna.

Este tipo de bomba es muy adecuado cuando hay que elevar un gran caudal a pequeña altura.

Por esto, sus principales campos de empleo son los regadíos, el drenaje de terrenos y la manipulación de aguas residuales.

El rendimiento de esta bomba es comparable al de la centrífuga. Por su mayor velocidad relativa permite que la unidad motriz y la de bombeo sean más pequeñas y por tanto más baratas.

La altura máxima de funcionamiento oscila entre 30 y 40 pies. Sin embargo, es posible conseguir mayores cotas mediante 2 ó 3 escalonamientos, pero este [procedimiento](#) raramente resulta económico. Para grandes bombas se adopta generalmente el montaje vertical, pasando el eje por el centro de la tubería de salida

El rodete es de tipo abierto, sin tapas, y su forma es análoga a la de una hélice naval.

El agua entra axialmente y los álabes le imprimen una componente rotacional, con lo que el camino por cada partícula es una hélice circular.

La cota se genera por la acción impulsora o de elevación de los álabes, sin que intervenga el efecto centrífugo.

La [misión](#) de los álabes fijos divergentes o álabes directores es volver a dirigir el flujo en dirección axial y transformar la cota [cinemática](#) en cota de presión.

Para evitar la creación de condiciones favorables al destructivo fenómeno de favitación, la bomba de flujo axial se ha de proyectar para poca altura de aspiración.

De hecho, es preferible adoptar en la que el rodete permanezca siempre sumergido, ya que así la bomba estará siempre cebada y lista para comenzar a funcionar.

El objeto del sifón es evitar el [riesgo](#) de que se averíe la válvula de retención, que de otro modo tendría lugar una [inversión](#) del flujo en la tubería, con lo que la bomba funcionaría como una turbina.

La acción sifónica se interrumpe mediante una válvula de mariposa.

Esta válvula está en ligero [equilibrio](#) hacia la posición de abierta y en el instante en que cesa el bombeo, la válvula se abre y entra el aire, con lo que se evita la inversión del flujo.

La estación de bombeo puede automatizarse por medio de electrodos inmersos en el pozo de aspiración para controlar el funcionamiento de la bomba.

A) B)

Fig.: A) Bomba de flujo axial, B) Bomba de Flujo Mixto

d. De flujo axial.

e. De flujo mixto.

La bomba de flujo mixto ocupa una posición intermedia entre la centrífuga y la de flujo axial.

El flujo es en parte radial y en parte axial, siendo la forma del rodete acorde con ello. La trayectoria de una partícula de fluido es una hélice cónica. La cota que se consigue puede ser hasta de 80 pies por rodete, teniendo la ventaja sobre la bomba axial de que la [potencia](#) que ha de suministrar el motor es casi constante aunque se produzcan variaciones considerables de cota.

La recuperación de la cota de presión se consigue mediante un difusor, un caracol o una combinación de ambos.

f) de paleta

Existen varios tipos de bombas de paletas, ellas podrán ser:

- 1.- De paletas deslizantes, con un número variante de ellas montadas en un rotor ranurado. Según la forma de la caja se subdividen en bombas de simple, doble o triple cámara, si bien raramente se emplean tales denominaciones. La mayoría de las bombas de paletas deslizantes son de una cámara. Como estas [máquinas](#) son de gran velocidad de capacidades pequeñas o moderadas y sirven para fluidos poco viscosos, se justifica el siguiente tipo de clasificación.
- 2.- Bomba pesada de paleta deslizante, con una sola paleta que abarca todo el diámetro. Se trata de una bomba esencialmente lenta, para líquidos muy viscosos.
- 3.- Bombas de paletas oscilantes, cuyas paletas se articulan en el rotor. Es otro de los tipos pesados de bomba de paleta.
- 4.- Bombas de paletas rodantes, también con ranuras en el rotor pero de poca profundidad, para alojar rodillos de elastómero en el lugar de paletas, se trata de un [modelo](#) patentado.
- 5.- Bomba de leva y paleta, con una sola paleta deslizante en una ranura mecanizada en la caja cilíndrica y que, al mismo [tiempo](#), encaja en otra ranura de un anillo que desliza sobre un rotor accionado y montado excéntricamente. El rotor y los anillos que ejercen el efecto de una leva que inicia el movimiento de la paleta deslizante. Así se elimina el rascado de las superficies. Se trata de una forma patentada que se emplea principalmente como bomba de vacío.
- 6.- Bomba de paleta flexible, que abrazan un rotor de elastómero de forma esencial giratorio dentro de una caja cilíndrica. En dicha caja va un bloque en media luna que procura un paso excéntrico para el barrido de las paletas flexibles de rotor.

g) de tornillo

Las bombas de tornillo son un tipo especial de bombas rotatorias de desplazamiento positivo, en el cual el flujo a través de los elementos de bombeo es verdaderamente axial.

El líquido se transporta entre las cuerdas de tornillo de uno o más rotores y se desplaza axialmente a medida que giran engranados.

La aplicación de las bombas de tornillo cubren una gama de [mercados](#) diferentes, tales como en la armada, en la marina y en el [servicio](#) de aceites combustibles, carga marítima, quemadores industriales de [aceite](#), servicio de lubricación de aceite, procesos químicos, industria de [petróleo](#) y del aceite crudo, hidráulica de potencia para la armada y las máquinas - [herramientas](#) y muchos otros.

La bomba de tornillo puede manejar líquidos en una gama de [viscosidad](#) como la

melaza hasta la gasolina, así como los líquidos sintéticos en una gama de presiones de 50 a 5.000 lb/pulg<sup>2</sup> y los flujos hasta de 5.000 gpm.

Debido a la relativamente baja inercia de sus partes en rotación, las bombas de tornillo son capaces de operar a mayores velocidades que otras bombas rotatorias o alternativas de desplazamiento comparable.

Algunas bombas de lubricación de aceite de turbina adjunta operan a 10.000 rpm y aún mayores. Las bombas de tornillo, como otras bombas rotatorias de desplazamiento positivo son de autocebado y tienen una característica de flujo que es esencialmente independiente de la presión.

La bomba de tornillo simple existe sólo en número limitado de configuraciones. La rosca es excéntrica con respecto al eje de rotación y engrana con las roscas internas del estator (alojamiento del rotor o cuerpo).

Alternativamente el estator está hecho para balancearse a lo largo de la línea de centros de la bomba.

Las bombas de tornillos múltiples se encuentran en una gran variedad de configuraciones y diseños. Todos emplean un rotor conducido engranado con uno o más rotores de sellado. Varios fabricantes cuentan con dos configuraciones básicas disponibles, la construcción de extremo simple o doble, de las cuales la última es la más conocida.

Como cualquier otra bomba, hay ciertas ventajas y desventajas en las características de [diseño](#) de tornillo. Estos deben de reconocerse al seleccionar la mejor bomba para una aplicación particular.

Entre algunas ventajas de este tipo tenemos:

Amplia gama de flujos y presiones.

1. Amplia gama de líquidos y viscosidad.
- 2.
3. Posibilidad de altas velocidades, permitiendo la [libertad](#) de seleccionar la unidad motriz.
4. Bajas velocidades internas.
5. Baja vibración [mecánica](#), flujo libre de pulsaciones y operaciones suaves.
6. Diseño sólido y compacto, fácil de instalar y mantener.
7. Alta [tolerancia](#) a la [contaminación](#) en comparación con otras bombas rotatorias.

Entre algunas desventajas de este tipo tenemos:

1. Costo relativamente alto debido a las cerradas tolerancias y claros de operación.
- 2.
3. Características de [comportamiento](#) sensibles a los cambios de viscosidad.
4. La capacidad para las altas presiones requiere de una gran longitud de los elementos de bombeo.

h) de diafragma

En la bomba de simple diafragma, este es flexible, va sujeto a una cámara poco profunda y se mueve por un mecanismo unido a su centro. Con el mando hidráulica del diafragma, mediante impulsos de presión iniciados en una cámara de fluidos conectada a un lado del diafragma, se consigue el mismo funcionamiento. Por tanto, los tipos principales de bombas de diafragma son:

- 1.- De mando mecánico.

- 2.- De mando hidráulica.

En las últimas, la citada presión pulsatoria deriva normalmente de una bomba de pistón, con lo que se pueden designar como bombas de pistón diafragma.

i) de pozo profundo

Cada vez se utilizan mas de las bombas para gran profundidad, en lugar de las autocebado, de desplazamiento positivo para vaciado de fondos y aplicaciones análogas, cuando la bomba puede funcionar sumergida o cuando la interrupción de la descarga es temporal y ocurre solamente cuando las perturbaciones del nivel inferior del líquido son de importancia. Las principales ventajas a este tipo de bombas son:

- 1.- Funcionamiento mas fácilmente regulable.
- 2.- Gran capacidad y rendimiento y además, a grandes velocidades.
- 3.- Tolerancia ante los contaminantes en el fluido.
- 4.- Sumamente compacta , tanto en servicio vertical como en horizontal.
- 5.- Funcionamiento silencioso.

6.- Amplio campo de elección de un motor apropiado.

7.- Facilidad de drenaje automático o de desmontarla (vertical) para inspección o [mantenimiento](#). La primera de estas ventajas puede ser fundamental cuando el fluido es peligroso.

La instalación de una bomba para gran profundidad no deja de presentar problemas.

Notablemente por el hecho de que suele suspender de una cubierta superior.

A veces requiere una fijación rígida que la abrace e impida la flexión del tramo vertical colgante, bajo sollicitaciones de vaivén.

Fig.: Diferentes fotografías de bombas (sumergibles, de vacio, verticales, centrifugas, de hélice

Formulario a considerar  
para adquirir una bomba centrífuga

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO / OBSERVACIONES		
Aplicación	—	—
Altura sobre nivel mar	(m.s.n.m.)	—
CARACTERISTICAS DEL LIQUIDO / OBSERVACIONES		
Tipo de Líquido	—	—
Agentes Corrosivos	—	—
Concentración	—	—
Viscosidad	—	—
Gravedad específica líquido	—	—
pH del líquido	—	—
Temperatura líquido °C	—	—
¿Hay sólidos presentes?	Si / No:	Porcentaje: Granulometría:
CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION / OBSERVACIONES		

∅ int. tubo / modif. (si/no)	–	–	–
Energía eléct. Volts / Hz	–	–	–
Bomba actual / rpm	–	–	–
Motor actual Hp / rpm	–	–	–
<b>CARACTERISTICAS DE OPERACION / OBSERVACIONES</b>			
Caudal Q (m3/hora)			
1) <u>Volumen</u> (m3)	–	–	–
2) Tiempo (minutos)	–	–	–
3) P descarga (PSI)	–	–	–
4) L tubería [m] / ∅" int.tub.	–	–	–
5) N° codos / válv. descarg.	–	–	–
6) N° codos / válv. succión	–	–	–
<b>EQUIPO SELECCIONADO / OBSERVACIONES</b>			
Bomba	–	–	–
∅ impulsor [mm]	–	–	–
rpm bomba	–	–	–
Eficacia %	–	–	–
Potencia al eje (KW)	–	–	–
Material de carcasa	–	–	–
Material del Impulsor	–	–	–
Material del Eje	–	–	–
Modelo de Sello / caras	–	–	–
Presión máx. trabajo	–	[psi]	–
Motor requerido [KW]	–	[KW]	–

Trabajo Enviado Por  
Palate Gaybor Luis

[Universidad](#) Estatal Peninsular De Santa Elena  
Facultad De Ingenieria Industrial  
8vo Nivel