

SECCIÓN 1: CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE BOMBAS

CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS

Las bombas son máquinas en las cuales se produce una transformación de la energía mecánica en energía hidráulica (velocidad y presión) comunicada al fluido que circula por ellas. Atendiendo al principio de funcionamiento, pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- Bombas de desplazamiento positivo o volumétricas:

En ellas se cede energía de presión al fluido mediante volúmenes confinados. Se produce un llenado y vaciado periódico de una serie de cámaras, produciéndose el trasiego de cantidades discretas de fluido desde la aspiración hasta la impulsión. Pueden a su vez subdividirse en alternativas y rotativas. Dentro del primer grupo se encuentran las bombas de pistones y émbolos; al segundo pertenecen las bombas de engranajes, tornillo, lóbulos, paletas, etc (fig. 9.1).

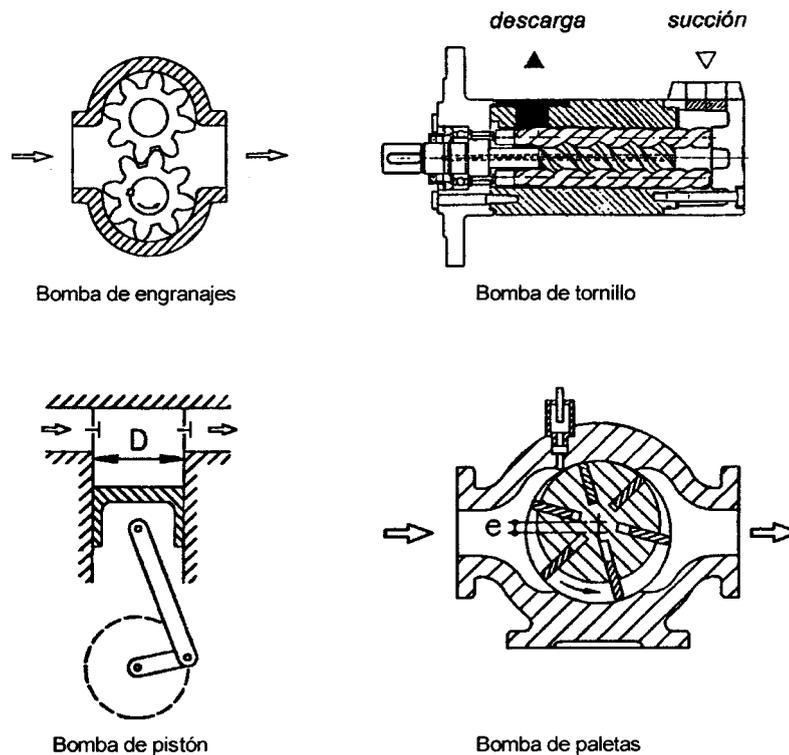


fig. 9.1

- **Turbobombas:**

La turbobomba es una máquina hidráulica que cede energía al fluido mediante la variación del momento cinético producido en el impulsor o rodete. Atendiendo a la dirección del flujo a la salida del rodete, pueden clasificarse en:

- Centrífugas: el flujo a la salida del rodete tiene dirección perpendicular al eje (flujo radial).
- Axiales: dirección del flujo a la salida es paralela al eje (flujo axial).
- Helicocentrífugas: el flujo es intermedio entre radial y axial (flujo mixto).

La forma del rodete y de la carcasa son variables según el tipo de bomba centrífuga. En las bombas de flujo radial el líquido entra axialmente en el rodete por la boquilla de aspiración y se descarga radialmente hacia la carcasa. En las bombas de flujo mixto el líquido entra axialmente en el rodete y se descarga en una dirección entre la radial y la axial. En las bombas de flujo axial el líquido entra y sale del rodete axialmente (fig. 9.2).

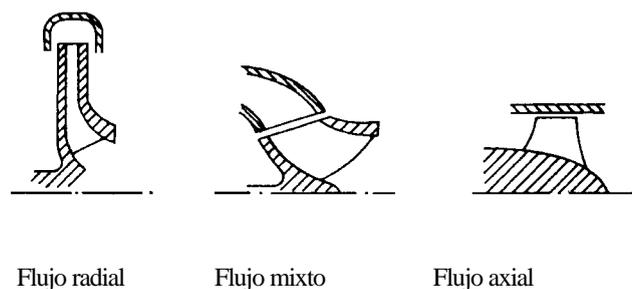


fig. 9.2

Nos centraremos en el estudio de las bombas centrífugas por ser las más empleadas en la impulsión de aguas residuales.

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS.

Una bomba centrífuga se compone de dos elementos principales:

- Un rodete o impulsor, constituido por álabes que producen un cambio en el momento cinético del fluido, de modo que su velocidad y presión a la salida son superiores a las de la entrada.
- Voluta, encargada de conducir al fluido desde la salida del rodete hasta la brida de descarga. Esta formada por un conducto cuya sección aumenta gradualmente hasta alcanzar la salida de la bomba. En ella, parte de la energía de velocidad se transforma en energía de presión, reduciéndose las pérdidas por fricción. Es frecuente la existencia a la salida del rodete, de un difusor constituido por álabes fijos y cuya misión es la de contribuir a esta transformación de energía cinética en energía de presión (fig. 9.3).

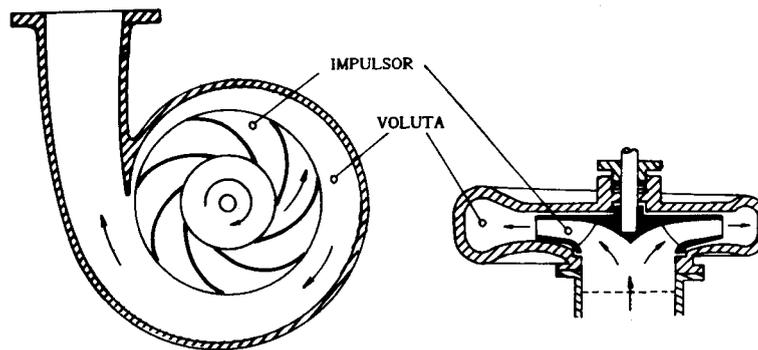


fig. 9.3

Otros elementos existentes en la mayoría de los modelos de bombas, se muestran en la siguiente vista seccional de una bomba de aspiración axial con impulsor en voladizo (fig. 9.4) (“overhung”):

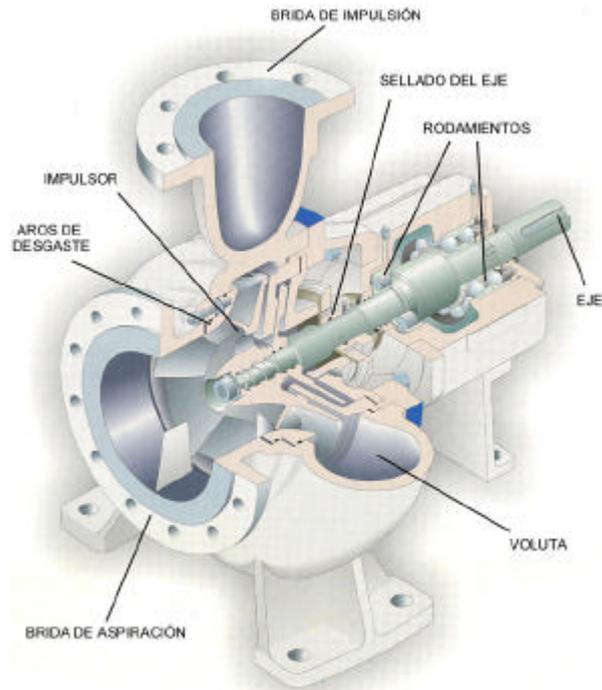


fig. 9.4

El sellado del eje constituye un elemento de gran importancia en el funcionamiento de una bomba, pues evita de forma completa o parcial, la evolución del fluido bombeado al exterior. Existen dos tipos fundamentales de dispositivos para sellar el eje de una bomba: el sellado o cierre por empaquetadura, consistente en un prensaestopas que ajustado adecuadamente, limita el caudal de fluido que sale al exterior a una pequeña cantidad, que resulta, por otra parte, necesaria pues de lo contrario no habría refrigeración de la estopa, se quemaría y resultaría inservible. La figura 9.5 representa la vista seccional de una bomba con cierre por empaquetadura:

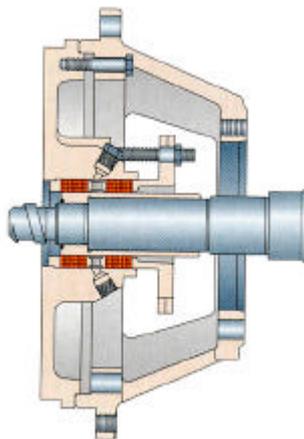


fig. 9.5

La otra posibilidad la constituye el cierre mecánico, que se compone de dos elementos uno fijo a la carcasa que recibe el nombre de asiento y otro móvil que gira con el eje de la bomba y que se denomina cara. Por medio de un resorte y la propia presión del fluido bombeado, la cara desliza sobre el asiento de forma que no existe ningún escape de fluido al exterior. El inconveniente de este tipo de cierres es que dejan la bomba inutilizada cuando se estropean, con los problemas que ello puede ocasionar en estaciones de bombeo destinadas a operar ininterrumpidamente. En el caso de cierre por empaquetadura, si la fuga de fluido aumenta eventualmente, bastará con actuar sobre el prensaestopas, lo que permitirá a la máquina seguir funcionando (fig. 9.6).

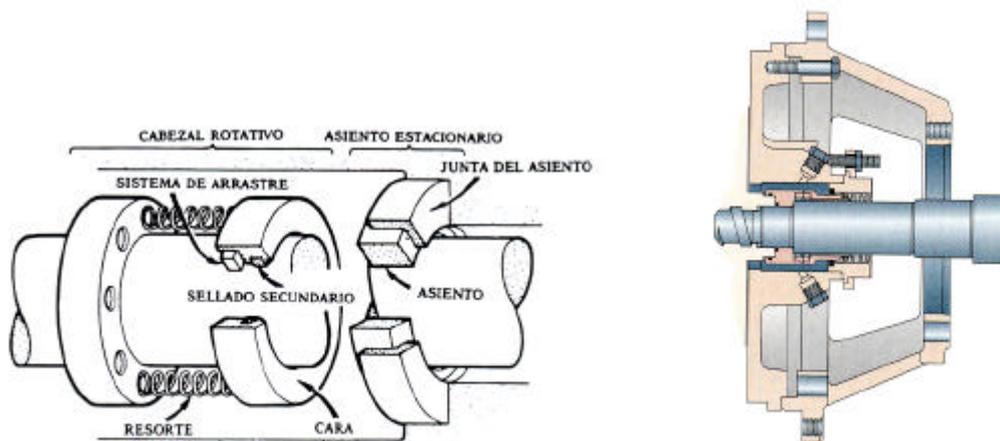


fig. 9.6

BOMBAS PARA IMPULSIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Bombas centrífugas con impulsor en voladizo

Se caracterizan por tener los cojinetes a un lado del impulsor de manera que éste queda en voladizo. La aspiración se produce en dirección axial, esto es, en la dirección del eje, mientras que la brida de descarga se sitúa por encima de la voluta. Las de menor tamaño pueden compartir eje con el motor, formando un conjunto único (fig.9.7). Por el contrario, en las de tamaño medio y grande, la bomba y el motor son independientes. Ambos se unen por medio de un acoplamiento, lo que permite que bomba y motor puedan ser seleccionados independientemente uno de otro.

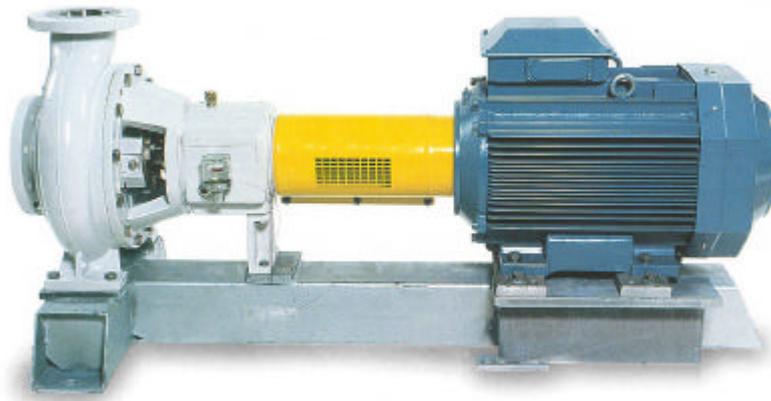


fig. 9.7

La disposición puede ser horizontal o vertical. La opción vertical presenta la ventaja de ocupar menos espacio que la horizontal (fig.9.8).



fig. 9.8

Admite distintos tipos de impulsores en función de las características del fluido a impulsar (tamaño de los sólidos en suspensión, viscosidad, etc.)

Bombas de cámara partida

En las bombas de cámara partida, el cuerpo de la bomba se encuentra dividido por un plano horizontal a la altura del eje. Ello supone una indudable ventaja en el mantenimiento y reparación, pues esta disposición constructiva permite acceder a los elementos internos de la bomba (eje, impulsor, cojinetes, etc.) sin tener que desacoplarla del motor; bastará con levantar la tapa superior del cuerpo de la bomba (fig. 9.9).

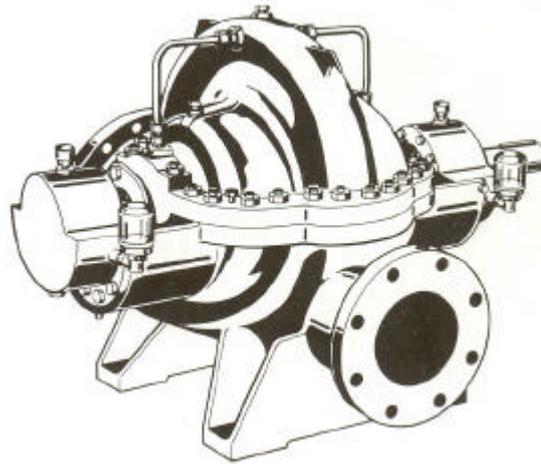


fig. 9.9

Normalmente incorporan un rodete de doble aspiración que, además de impulsar grandes caudales, permite compensar los esfuerzos axiales de un lado con los del lado opuesto. El agua bombeada no debe contener sólidos en suspensión de gran tamaño, pues producirían la obturación del rodete.



fig. 9.10

Bombas de flujo axial

Las bombas de flujo axial se emplean para bombear grandes caudales a poca altura. Son más baratas que las bombas de flujo radial o mixto (fig. 9.11).

Con frecuencia se emplean para el bombeo del efluente tratado de una estación depuradora o aguas pluviales sometidas a un desbaste previo. No deben utilizarse para bombear agua residuales sin tratar.

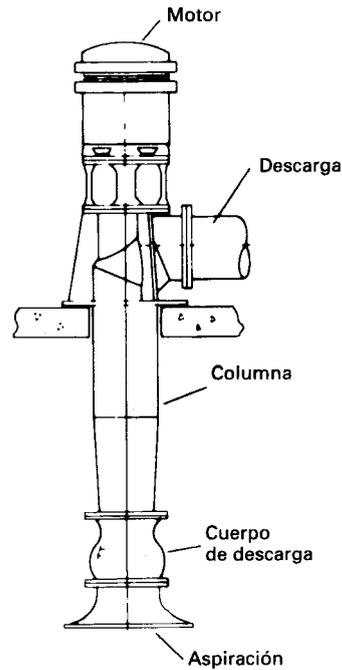


fig. 9.11

Bombas de tornillo

Como indicábamos al comienzo de este capítulo, las bombas de tornillo pertenecen al grupo de las bombas de desplazamiento positivo.

Se basan en el principio del tornillo de Arquímedes (fig.9.12), consistente en un eje giratorio inclinado que lleva ensamblado una serie de chapas formando una superficie helicoidal que produce una elevación del fluido en su movimiento de rotación.

Estas bombas presentan dos ventajas sobre las bombas centrífugas en el bombeo de aguas residuales:

- Utilizan sólidos de gran tamaño sin que por ello se atasquen.
- Funcionan con velocidad constante para una gran variedad de caudales con rendimientos bastante notables.

Pueden tener tamaños desde 0.3 a 3 m. de diámetro exterior y sus capacidades oscilan desde 0.01 a 3.2 m³/s.

Las bombas de tornillo están inclinadas un ángulo normalizado de 30° a 38°; en el caso de 30° la bomba tiene mayor capacidad pero ocupa más espacio que si se emplea un ángulo de 38°. Se limita la altura de bombeo a unos 7 m.

El régimen de giro oscila entre 30 y 50 rpm y alcanzan rendimientos de un 80% a capacidad máxima.

Destaca su uso en el bombeo de aguas residual a baja altura, fangos de retorno o efluentes tratados.

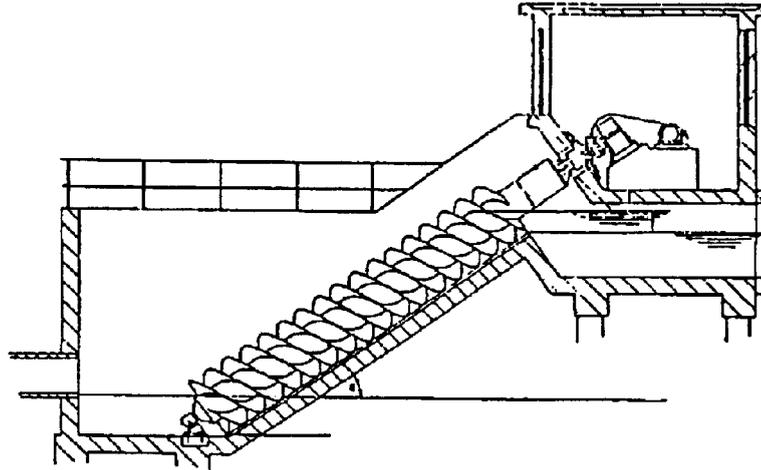


fig. 9.12

Otros tipos de bombas

Bombas sumergibles

Como su nombre indica, motor y bomba se encuentran bajo la superficie libre del líquido (fig.9.13). Suponen una solución para el bombeo en el caso de instalaciones con poco NPSH disponible o alturas de aspiración excesivamente elevadas. Como inconveniente es necesaria la extracción completa de la tubería para su mantenimiento.



fig. 9.13

Bombas dilaceradoras

A la vez que impulsan agua, el rodete dotado de alabes con elementos de corte dilacera los sólidos en suspensión (fig.9.14). Su rendimiento no es muy elevado.

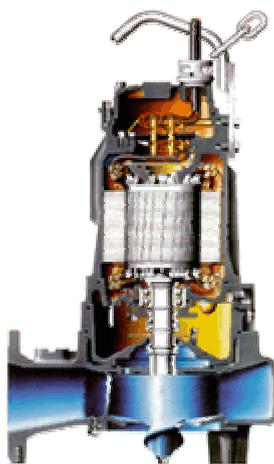


fig. 9.14

Bombas de tornillo excéntricas

De utilidad para la impulsión de líquidos con gran viscosidad y alto contenido de sólidos (fig.9.15). Se emplean para el bombeo de lodos y fangos activos.



fig. 9.15

Bombas de emulsión por aire (air-lift)

Están constituidas por una tubería de impulsión a la que se inyecta aire a presión por su parte inferior. Con ello se produce una mezcla aire-agua de densidad inferior a la del agua circundante, con tendencia a ascender (fig. 9.16).

Se utilizan para alturas de elevación pequeñas de hasta 1,5 m con rendimientos mediocres entorno al 30%. La ventaja principal de este tipo de bomba es que al carecer de elementos móviles son inatascables.

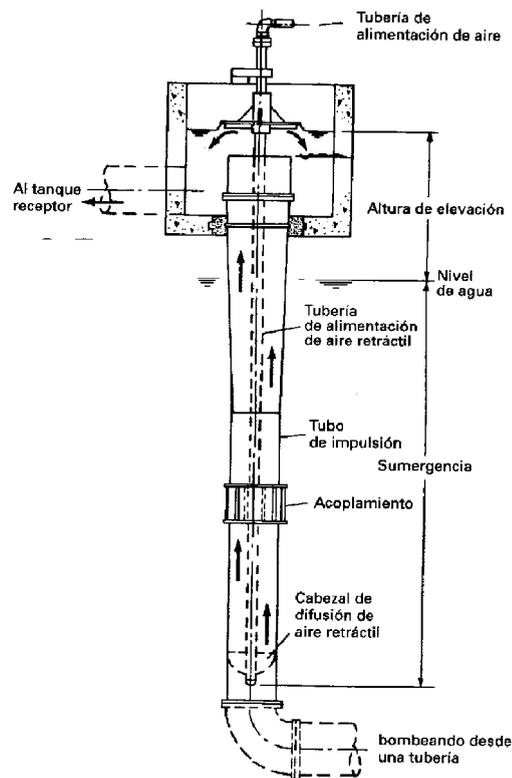


fig. 9.16

Eyectores neumáticos

Empleadas en el bombeo de caudales pequeños, su funcionamiento consiste en la introducción de aire a presión en una cámara donde se encuentra almacenada el agua residual. Una válvula se encarga de cerrar la purga de aire y abrir la entrada de aire comprimido a la cámara, produciéndose la impulsión del fluido por la correspondiente tubería. A continuación, se cierra la admisión de aire comprimido y se abre la válvula del conducto de purga de aire, lo cual permite que el agua residual penetre en la cámara y se vuelva a repetir el ciclo. El aire comprimido puede suministrarse a través de un calderín o a mediante una conexión directa a los compresores.

IMPULSORES COMÚNMENTE EMPLEADOS PARA LA IMPULSIÓN DE AGUAS RESIDUALES

En la selección de bombas para la impulsión de aguas residuales es fundamental tener en cuenta el tamaño de los sólidos en suspensión, para asegurar un correcto funcionamiento del equipo. De no hacerse así, los sólidos en suspensión podrían obstruir las secciones de paso de las distintas partes de la bomba.

La diferencia más notable entre los impulsores de las bombas para impulsión de aguas residuales y los de las bombas para trasiego de agua limpia, radica en ciertas características especiales que evitan que la bomba quede obstruida. Ello se consigue limitando el número de álabes o mediante el empleo de impulsores abiertos o semiabiertos, de modo que las secciones para el paso del fluido sean mayores. A diferencia de los rodets cerrados, donde los álabes están limitados por un disco anterior y otro posterior, los rodets semiabiertos sólo tienen un disco posterior y los abiertos ninguno.

Además, los impulsores para aguas residuales permiten mayores holguras con la voluta de la bomba, evitando que partículas sólidas puedan quedar atascadas.

Algunos tipos de impulsores comúnmente empleados en la impulsión de aguas residuales son:

Impulsor monocanal (semiabierto y cerrado):

No tolera sólidos largos o fibrosos ni aguas abrasivas pues el desgaste se produciría en el único álabe de que consta, lo cual ocasionaría graves desequilibrios dinámicos, por pérdida de simetría (fig.9.17). Admite sólidos de tamaño considerable, mayores en el de tipo abierto aunque el rendimiento cae con respecto al cerrado.

Utilizado para aguas negras domésticas, extracción de aguas residuales, lodos y aguas pluviales en estaciones de bombeo o en E.D.A.R.



fig. 9.17

Impulsor cerrado de dos o tres canales

Al igual que el rodete monocanal, no tolera sustancias fibrosas o filamentosas. Sin embargo, el desgaste de los álabes por el trasiego de sustancias abrasivas no produce desequilibrios dinámicos (fig.9.18).



fig.9.18

Se utilizan para aguas de escorrentía superficial y aguas negras.

Impulsor vortex

Se utiliza para líquidos muy viscosos, compuestos por lodos y partículas sólidas. La impulsión se produce por la creación de un torbellino que origina un aumento de la presión. Tolera muy bien sustancias abrasivas, pues la mayoría de los sólidos en suspensión no llegan a tocar los álabes del rodete (fig. 9.19).

Como inconveniente, se produce una caída importante en el rendimiento de la bomba a la que va acoplado, debido al espacio libre entre los álabes del impulsor y las paredes laterales.

Es especialmente apto para el bombeo de aguas residuales con fibras largas y sustancias en seco.



fig. 9.19

Impulsor dilacerador:

Produce una dilaceración de los sólidos en suspensión del fluido bombeado, por lo que se reduce el tamaño de éstos. No resulta adecuado para aguas con plásticos en suspensión (fig.9.20).

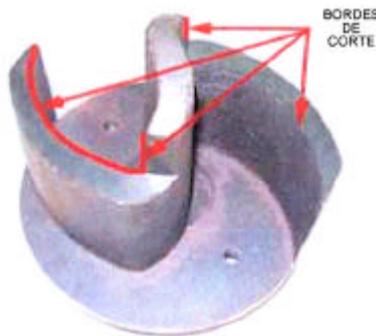


fig. 9.20

Como en el caso anterior, el rendimiento disminuye de forma considerable.

Impulsor de tornillo centrífugo:

Su principal aplicación, es el trasiego de aguas negras domésticas e industriales (fig.9.21). Admite sustancias fibrosas con elementos de gran longitud, aunque no resulta adecuado



fig. 9.21

para sustancias abrasivas