

El efecto útil de estas bombas es bastante considerable; puede llegar hasta 80 por 100 de la fuerza motriz. Se emplean también para comprimir gases y aún para aspirarlos, modificándolas ligeramente. En cuanto al agua, pueden aspirarla hasta el máximo de altura que, como sabemos, depende de la altitud de la localidad, y puede impelerla hasta altura muy considerable. La práctica ha sancionado la bondad de estas bombas en numerosas aplicaciones. El motor que se aplica á estas bombas es ordinariamente el vapor: á veces se transmite la fuerza motriz desde gran distancia por medio de un cable de Hirn (véase Tratado primero, pág. 132), y entonces las poleas de la figura 63 son de garganta.

A continuación damos un cuadro que contiene las dimensiones de precios de estas bombas. Advertiremos que los precios se refieren á París ó á Lila: sobre ellos hay que agregar el embalaje, transporte, derechos de aduanas y comision: la casa de los ingenieros señores Merly, Serra y Sivilla, de Madrid y Barcelona, se encarga de la remision y colocacion de estas bombas y de otras máquinas agrícolas é industriales.

De los tres primeros tipos del cuadro se construyen bombas de bronce, más caras que las de fundicion y hierro, destinadas á las fábricas ó usos en que hay líquidos algo corrosivos. Los precios se refieren á alturas de 25 metros; se aumentan con arreglo á series de 15 metros.

TIPOS.	Agua elevada en litros por minuto.	Agua elevada en metros cúbicos por hora.	Número de revoluciones por minuto.	Diámetro de los tubos asp. ó imp.	Precio para elevaciones menores de 25 metros.	Precio del colador y válvula de retencion.	Fuerza en caballos por metro de elevacion.	Diámetro de las poleas.
0	50	3	180	0m. 050	Plas. 465	60	0,025	0m. 20
1	150	9	160	0 ,070	• 600	65	0,50	0 ,30
2	300	18	160	0 ,085	• 770	78	0,10	0 ,40
3	550	33	150	0 ,105	• 1.050	98	0,17	0 ,50
4	1.000	60	150	0 ,140	• 1.709	125	0,31	0 ,60
5	1.500	90	145	0 ,170	• 2.100	180	0,47	0 ,70
6	2.500	150	140	0 ,220	• 2.600	260	0,78	0 ,80
7	3.300	198	110	0 ,240	• 3.100	330	1,01	0 ,90
8	4.500	270	100	0 ,280	• 4.700	400	1,40	1 ,00

Diremos que en el uso de estas bombas conviene no engrasar nunca ni el interior de la bomba ni las prensa-estopas. Al abrir la bomba para hacer una limpieza, es preciso renovar el papel ó caoutchouc que forma su junta, y cuidar de que tenga el mismo espesor que la antigua, pues si se pone más delgada frotaría el émbolo lateralmente contra la tapa, y si más gruesa habría huelgo perjudicial. Si la bomba se para durante algunos meses conviene darle por el interior una mano de jabon blando, para lo que basta introducirlo por el orificio que hay sobre el tubo de aspiracion y dar á mano unas vueltas al émbolo. Es preciso cuidar de que la bomba marche siempre en el mismo sentido. El colador á que se refiere el cuadro es para evitar el paso de cuerpos sólidos; va al extremo del tubo de aspiracion; sus agujeros tienen 8 milímetros de diámetro y presenta una gran superficie. La vál-

vula de retencion va en un punto cualquiera del tubo de aspiracion; tiene por objeto impedir que desencebe la bomba en las paradas, y que se vacíe por allí todo el líquido. Si se quiere aumentar la regularidad de esta bomba, conviene poner un depósito de aire en el tubo de salida, y mejor en el de aspiracion.

Con estas precauciones, y las generales de toda máquina en movimiento, se consigue un gran resultado con la bomba belga de Greindl, que á pesar de conocerse hace muy pocos años, va extendiéndose notablemente de dia en dia.

MÁQUINAS ELEVADORAS. En estas máquinas el objeto propuesto es elevar el agua á alturas más ó menos considerables, por medio de saltos de agua, es decir, que dada una masa de agua, se la hace caer desde cierto nivel para obtener una potencia que haga llegar una masa líquida de un punto inferior á uno superior á éste. Estas clases de máquinas no han recibido hasta ahora sino pocas aplicaciones para los riegos y desecamientos, y no haremos más que indicarlas. Las principales son la fuente de Heron, las básculas hidráulicas, arietes, máquinas de columna de agua y motores-bombas. Son las que designábamos en un principio con el nombre de máquinas automóviles.

El principio de la fuente de Heron, geómetra de Alejandría, que vivió hácia el año 120 antes de Jesucristo, consiste en el empleo de un salto de agua cuya columna ejerce una presión sobre un depósito de aire destinado á transmitir esta presión, en virtud de su elasticidad, á un depósito que contiene el agua, la cual podrá elevarse, por consiguiente, á una altura casi igual á la de descenso del salto. Este principio ha quedado durante mucho tiempo sin aplicacion seria. Salomon de Caus, en su célebre obra de las fuerzas móviles, ha descrito una máquina, que por la compresion del aire, segun el sistema de Heron, debia elevar una masa de agua considerable. Pero solo en 1755 el ingeniero Holl se sirvió de la idea ingeniosa del geómetra de Alejandría para construir la célebre máquina que sirve para el agotamiento de una parte de las aguas de las minas de Schemnitz, en Hungría. Esta máquina emplea, en 24 horas, 685 metros cúbicos de agua, cayendo de 45 metros para elevar 411 metros cúbicos á 31 metros. El trabajo producido es solamente los 0,41 de trabajo motor. Se ve que no hay que pensar mucho para sacar partido de este sistema para los riegos.

Las básculas hidráulicas compuestas de dos cubetas colocadas á los extremos de un balancin y de las cuales una sirve de contrapeso para elevar y verter á un nivel superior el agua contenida en la otra, se emplean hace mucho tiempo en los agotamientos. Han sido ideadas diversas disposiciones con el objeto de perder la ménos agua posible; pero no se ha resuelto aún este problema de una manera bastante económica para que se deba aconsejar el empleo de estas máquinas en los riegos. Estas máquinas han sido perfeccionadas por Mr. Dartigues, y ha llegado á aprovechar hasta 0,72 del motor, pero es aparato harto delicado.

El ariete hidráulico fué ideado en 1796 por Montgolfier, el ilustre inventor de los globos; la máquina construida por Montgolfier mismo sirve para la elevacion de las aguas necesarias en el castillo de la Celle-Saint-Cloud, cerca de Paris. El principio del sistema consiste en detener bruscamente, de tiempo en tiempo, una columna de agua descendente, lo cual produce un choque ó golpe de ariete, que empuja una válvula hasta que obra momentáneamente un tubo de ascension, en el que se eleva el agua, á causa de la velocidad adquirida, á una altura mucho mayor que la altura de la caída. Se puede obtener en trabajo expresado por el agua elevada de 0,60 á 0,67 del trabajo motor; pero no sería posible emplear este sistema para proporcionar grandes cantidades de agua para los riegos. Así con mucha

agua cayendo de poca altura se eleva poca agua á mucha altura, siendo el último trabajo mecánico menor que el primero.

Además de esto se producen tales choques en la máquina citada, sobre todo si la altura es algo considerable, que se destruyen pronto todas las piezas y se desquicia fácilmente el mecanismo.

De aquí los muchos perfeccionamientos que se han intentado en esta máquina, con objeto de aplicarla, no ya á los riegos ni desecamientos, sino para los usos domésticos y otros que exijan pequeñas porciones de agua. Entre estos perfeccionamientos podríamos citar el de Foez, cuya válvula destinada á las sacudidas está bien dispuesta para aumentar su duración, maquina bastante usada en Inglaterra.

Pero el perfeccionamiento que parece el mejor es el que vamos á indicar inmediatamente.

ARIETE HIDRÁULICO PERFECCIONADO. Mr. Bollée ha ideado el siguiente perfeccionamiento del ariete de Montgolfier, el cual está indicado en la figura 64. El agua motriz, tomada de un salto, llega por el tubo *A* y encuentra la válvula *B* que cierra ó abre la comunicación del líquido con el resto del aparato, no total sino parcialmente; al detenerse el agua con el obstáculo de la válvula produce un choque que levanta una válvula de charnela *G* y penetra en el depósito *D*, comprimiendo el aire que existe dentro del mismo y elevándose por el tubo lateral *H*. Al mismo tiempo la parte de líquido que está á la izquierda de la válvula *B* se eleva por el tubo vertical que se halla también á la izquierda, comprime el aire de dicho tubo y lo hace marchar al depósito *D*, por un tubito del cual en la figura no hay más que la parte superior.

La válvula *B* lleva un vástago *B* y una palanca *C* con un contrapeso *c*, por cuyo medio tiene un movimiento alternativo, producido por la sacudida de la misma agua. El agua que pasa al depósito *D* no retrocede ya, por impedirlo la válvula de charnela *G*, cuya desviación no es excesiva, gracias al resorte *g*, que la vuelve pronto á su posición del dibujo. El depósito *D* de aire regulariza la elevación del líquido por el tubo *H*. La válvula *B* tiene discos de cauchouc para disminuir los choques.

La parte más ingeniosa de esta máquina es el tubo vertical de la izquierda, que comunica con el depósito de aire, pues sin él podría faltar el almacenado en *D* por escaparse sucesivamente con los choques por *G* ó por *H*. El tubito que une al vertical citado con *D* tiene en dicha unión una valvulita de charnela.

MÁQUINAS DE COLUMNA DE AGUA. Se llaman máquinas de columna de agua aquellas en que el agua, que desciende de una gran altura por un tubo vertical, viene á introducirse en un cilindro para hacer bajar ó subir un émbolo que es movable en él, y recibe asimismo un movimiento de vaiven que se utiliza para hacer andar las bombas. Estas máquinas son de simple ó de doble efecto; hacen andar por sí mismas las llaves que interceptan ó restablecen la corriente del agua. Son en algún modo máquinas de vapor en que éste es reemplazado por el agua. La potencia obtenida se mide por el peso de una columna de agua que tenga por base la del émbolo y por altura la altura del salto motor. Es una idea sencilla, que en todo caso no se remonta sino al principio del siglo XVIII; se debe á Denisant y á La Deuille, los cuales presentaron el proyecto á la Academia de Ciencias en 1731. El célebre arquitecto Belidor propuso en 1739 los perfeccionamientos que fueron aplicados en 1751 por el ingeniero de Hungría Holl, que acabamos de citar como autor del primer empleo en grande de la fuente de Heron. Reichenbach, en 1808, construyó en muy grande escala má-

quinas de columnas de agua felizmente modificadas para la elevación de las aguas de las salinas de Reichenhall en Baviera, las cuales elevan el líquido salado á una altura de 1.035 metros, haciéndole recorrer tubos de una longitud de 109 kilómetros á través de un terreno montuoso muy accidentado. Una aplicación muy buena del mismo sistema, con numerosas mejoras, se ha hecho en Francia por un ingeniero de minas, M. Juncker, para el agotamiento de las aguas de la mina de Huelgoat. Arago redactó en 1835 un informe muy favorable acerca de la obra del ingeniero francés.

Mucho partido podría sacar la agricultura de los aparatos de este género, que solamente la industria ha sabido emplear hasta hoy.

Las máquinas de columna de agua de que acabamos de decir algunas palabras, exigen grandes alturas de los saltos; Mr. Girard ha ideado una nueva máquina, que se llama motor-bomba y que es susceptible de funcionar ventajosamente bajo un salto de pequeña altura, dando una cantidad grande de agua siempre que su régimen sea constante. El movimiento del émbolo del motor, utilizado para hacer funcionar una bomba impelente, ha obtenido en efecto útil 0,80 del trabajo motor desarrollado.

La máquina de columna oscilante, ideada por M. Caligny se parece algo á los arietes, pero no tiene válvula propiamente tal, y por tanto no hay choques: su construcción es sencilla y económica. Sirve para alturas de 2 á 3 metros, utilizando saltos de poca altura.

Consta de un tubo horizontal ó algo inclinado que viene del depósito ó salto, y se une á un tubo vertical, de un diámetro algo menor, por un tronco de cono. Ambos extremos de los tubos deben estar sumergidos, y en el superior lleva otro tronco de cono. No entramos en más detalles sobre el aparato, porque se usa poco y su coeficiente no ha llegado en las mejores condiciones á 0,40.

MÁQUINA DE COLUMNA DE DOBLE EFECTO. Más importantes son las máquinas de columna de agua en pequeña escala, que tienen mucha analogía con las de vapor, y vamos á describir una, no sólo por su interés para elevación del líquido, sino también para que dé idea á nuestros lectores del aprovechamiento de un fluido no elástico como fuerza motriz, pues la citada máquina podría mover un árbol motor cualquiera. El agua comprimida, ya en las cañerías de las poblaciones, ya por medio de bombas, ya por un depósito superior, como sucede generalmente en dichas cañerías, posee una gran energía, que se utiliza perfectamente como fuerza motriz.

Las máquinas de columna pueden ser de simple efecto ó de doble efecto, según que el agua actúe tan sólo en una embolada sí y en otra no, ó bien en todas ellas. Claro es que conviene emplear, si es posible, las de doble efecto.

La figura 65 representa esta máquina para saltos pequeños y medianos y se modifica para los grandes, sin tener para nosotros tanto interés: *a* es el depósito del líquido motor que baja por el tubo *c*, atraviesa las válvulas *d* y pasa por los tubos *e* y *f* á una campana metálica *g*, á la cual imprime un movimiento alternativo. Las válvulas *d* forman la caja de distribución. En la posición actual del dibujo la campana está bajando: el agua viene desde *c* por las flechas, encuentra en *d* libre el conducto *e*, y sube, como indica la flecha curva, pasa luego por dicho tubo *e* y asciende á la parte *h* por un tubo que no se ve en el dibujo. Entre tanto el líquido que hay debajo de la campana sale desde *g* por las dos flechas curvas juntas que se ven en la figura, baja á *f* y sale por un tubo cuyo hueco se nota en la parte más baja de *d*. La campana está próxima á concluir su descenso, y entonces bajará el contrapeso *n* y la varilla de la válvula doble *d*, en cuyo caso el agua pasará por *f* y entrará impelida en *g*