Por la fórmula se tiene $v=1+0'00375\times6=1'0225$.

Es decir, que el volúmen á la temperatura indicada será 1'0225 veces el primitivo : esto es, $0'75\times1'0225$, que da 0'767 de metro cúbico próximamente.

HIDRODINÁMICA.

La hidrodinámica trata del movimiento de los flúidos; y al ocuparse de elevar y conducir las aguas y de emplearlas en mover las máquinas se llama *hidráulica*.

Tanto en la hidrostática como en la hidrodinámica se supone que los líquidos son verdaderamente incompresibles, perfectamente flúidos y que se hallan exentos de viscosidad; pero como estas propiedades se verifican imperfectamente en los líquidos, se sigue, que las leyes demostradas en este sentido serán mas ó menos aproximadas á los resultados de la experiencia.

Si tenemos un vaso lleno de líquido y se practica una abertura ú orificio en el fondo ó en una de sus paredes, el líquido se derrama en virtud de dos fuerzas; la pesantez que le solicita verticalmente, y la presion del líquido que obra perpendicularmente á la pared y proporcionalmente á la altura del nivel sobre el orificio. El chorro que resulta se llama *vena flúida* ó *vena líquida*.

Si el orificio se halla en el fondo, la pesantez y la presion del líquido obrarán en igual sentido y la vena será vertical y rectilínea; pero si el orificio ó abertura se ha practicado en una pared vertical ó inclinada, las dos fuerzas que solicitan el líquido son la una vertical y la otra horizontal ú oblícua, y por esto, obedeciendo á la resultante de aquellas dos fuerzas produce una vena que toma la forma curvilínea, que á no ser por la resistencia del aire seria una verdadera *parábola*.

En la vena líquida, tanto horizontal como vertical, se nota que á su salida el diámetro es exactamente igual al del orificio, pero luego se va contrayendo poco á poco, y á una distancia igual al diámetro la seccion perpendicular á su eje se reduce á los dos tercios de la misma seccion en el orificio. Esto se llama *contraccion de la vena,* y es producida por las direcciones convergentes que adquieren las moléculas del líquido en el interior del vaso al acercarse al orificio.

La primera parte de la vena líquida es semejante á una barra del mas puro cristal, llena, continua y clara; pero luego se vuelve opaca y se divide por efecto de la resistencia del aire y del movimiento acelerado que toman las moléculas entre sí.

Cuando un líquido sale de un vaso por un orificio de cualquier forma practicado en pared delgada, la velocidad á la salida se determinará por el siguiente teorema debido á Torricelli:

La velocidad de las moléculas líquidas al salir por un orificio, es la misma que adquiriria un cuerpo pesado al caer libremente en el vacío de una altura igual á la distancia del centro del orificio al nivel superior del líquido. En efecto, si al orificio se adapta un tubo encorvado hácia arriba, se ve que el líquido se eleva próximamente á la altura del nivel, y por las leyes establecidas al tratar de la caida de los cuerpos se deduce que la velocidad imprimida al líquido para subir es la que adquiriria cayendo de igual altura. En esta propiedad se funda la construccion de los surtidores.

Para calcular la velocidad de un líquido á su salida por un orificio se usará la fórmula $v=\sqrt{19'6\times a}$ en la cual a representa la altura vertical del nivel del líquido sobre el centro del orificio. Si se trata de saber la altura que debe

darse al nivel para que salga el líquido con una velocidad determinada, se despejará la a en la fórmula anterior y dará $a=v^2\diagdown 19'6$. De manera, que resultan las siguientes reglas:

1.ª *Para hallar la velocidad de un líquido al salir por un orificio se multiplicará* 19'6 *por la altura del nivel sobre el centro del orificio, y se extraerá del producto la raiz cuadrada.*

2.ª *Para determinar la altura de nivel que deberá darse á un depósito, se dividirá el cuadrado de la velocidad que el líquido debā tener á su salida por* 19'6.

Aplicaciones: Calcular la velocidad del agua al salir por un orificio cuyo centro se halla á 0'65 m. debajo del nivel superior del líquido.

Será $v=\sqrt{19'6\times 0'65}=3'57$ ms.

Es decir, que la velocidad á la salida será de 3 metros 57 centímetros próximamente.

Se necesita que el agua al salir por una abertura tenga una velocidad de 3 metros, y se pregunta cuál deberá ser la altura del nivel sobre el centro de dicha abertura.

La segunda regla da: $a=3^2\diagdown 19'6=0'459$ m.

De modo, que para dar al agua la velocidad de 3 metros á su salida del orificio, el nivel superior deberá hallarse á 459 milímetros sobre el centro de dicho orificio.

De lo dicho se infiere, *que la velocidad á la salida de los líquidos es independiente de la naturaleza de estos, y solo depende de su altura y cantidad sobre el orificio.* Porque los cuerpos al caer en el vacío, de la misma altura, adquieren la misma velocidad, sea cual fuere su naturaleza ó densidad. De modo, que *un vaso tardará igual tiempo en vaciarse, ya esté lleno de agua, de mercurio ó de cualquier otro líquido.*

De la misma fórmula se deducirá, que si las alturas de nivel son distintas, *las velocidades á la salida son proporcionales á las raíces cuadradas de las alturas sobre el orificio.* Si se quiere una velocidad constante á la salida de un líquido, el nivel sobre el orificio deberá ser tambien constante.

El líquido que sale por un orificio en un segundo se llama *gasto,* y se hallará multiplicando la superficie del orificio por la velocidad á la salida. Porque el chorro ó vena podrá considerarse como un cilindro cuyo diámetro es el del orificio y su altura el espacio que corre una seccion de la vena en un segundo á su salida.

El resultado obtenido por la regla anterior dará el *gasto teórico,* llamado así porque es el que deberia obtenerse en virtud de la teoría; pero por efecto de la contraccion de la vena líquida debe considerarse el *gasto efectivo,* que repetidos experimentos han corroborado ser menor que el teórico.

El gasto efectivo se hallará multiplicando la superficie de la seccion de la vena contraida por la velocidad real que tienen las moléculas al pasar por dicha seccion.

Pero si conocido el gasto teórico se quiere determinar el gasto efectivo, esto es, la cantidad de agua que realmente sale, deberá multiplicarse por un coeficiente c que variará segun la disposicion y dimensiones del orificio respecto al depósito ó recipiente. De modo, que si el orificio es rectangular y la contraccion de la vena tiene lugar en los cuatro lados, se tendrá: $c=0'60$. Si la contraccion se verifica por tres lados será: $c=0'63$. Si por dos lados del rectángulo dará: $c=0'65$. Si solo tiene lugar por un lado deberá suponerse: $c=0'69$. Pero cuando se apliquen estos principios á una paradera inclinada, segun sea la inclinacion de 60° ó de 45° se tendrá: $c=0'75$ ó $c=0'80$.

La fórmula general para el gasto efectivo será:

Orificio circular. . . $G=c\times 0'7854\times d^2\times\sqrt{19'6\times A}$.

Orificio rectangular.. $G=c\times l\times a\times\sqrt{19'6\times A}$.

En estas fórmulas c es el *coeficiente de contraccion* que se ha indicado: d el diámetro del orificio circular: A la altura del nivel del líquido sobre el centro de la abertura: a el ancho del orificio ó abertura rectangular; y l largo ó altura del mismo orificio.

Aplicaciones. Determinar el gasto real ó práctico en un orificio circular abierto en una de las paredes laterales de un depósito, cuyo nivel se mantiene constantemente á 2 metros de altura sobre el centro del orificio, siendo el diámetro de este de 15 centímetros.

Para este caso tendrémos, $c=0'60$; $d=0'15$; $A=2$ m. y la fórmula $G=c\times 0'7854\times d^2\times\sqrt{19'6\times A}$ dará:

$$G=0'60\times 0'7854\times(0'15)^2\times\sqrt{19'6\times 2}=0'06637 \text{ m.c.}$$

Es decir, que el gasto será de 6637 cien milésimos de metro cúbico por segundo ó de 66 litros y 37 centilitros.

Hallar el gasto efectivo en una abertura rectangular cuyo ancho es de 20 centímetros, su altura de 40 centímetros, y el nivel se conserva siempre á 3 metros sobre el centro del orificio, verificándose la contraccion por solos dos lados.

En este caso tenemos $a=0'20$; $l=0'40$; $A=3$ m. y $c=0'65$, y la fórmula da:

$$G=c\times l\times a\times\sqrt{19'6\times A}=0'65\times 0'40\times 0'20\times\sqrt{19'6\times 3}$$
$$=0'3988 \text{ metros cúbicos.}$$

Es decir, que el gasto efectivo será de 3988 diez milésimos de metro cúbico ó 398 litros y 8 decilitros por segundo.

Para el aforo y distribucion de las aguas se han usado varias unidades que es preciso conocer. *La muela de riego* usada en los Pirineos es el agua que sale por el agujero de la muela propiamente dicha y equivale á un gasto de 57 litros por segundo. *La muela,* en esta provincia, es el agua suficiente para moverla y representa un gasto de 265 litros, tambien por segundo. *Una pluma,* de Barcelona, necesita 40 segundos para dar un litro de agua, de modo que la misma pluma en un minuto da 1'536 litros, ó bien 92'15 litros por hora. La pluma de Mataró es mucho mayor y da 342'8 litros en una hora, ó 5'713 litros por minuto.

El Sr. D. Mariano Calvo y Pereyra en su tratado sobre las aguas dice: que usando de nuestras medidas castellanas, llamará *real fontanero* al volúmen de tres pulgadas cúbicas de agua por segundo, por cual razon, para dar un litro de agua por segundo serán menester cerca 27 reales fontaneros; y D. Manuel María Azofra, en su memoria sobre la exacta medicion del agua corriente, propone, que la muela sea de 12 piés cúbicos por segundo, que dividida en tres *filas* daria 4 piés cúbicos, ó 2304 reales fontaneros por fila. La *fila,* dividida en 144 plumas haria que la pluma valiese 48 pulgadas cúbicas por segundo ó sean 16 reales fontaneros.

En Francia se usa la *pulgada de fontanero,* que equivale próximamente á 6 reales fontanaros de España.

Cebollas. Las cebollas son pequeños tubos adicionales que se aplican á los orificios para que aumente el gasto, y el chorro sea mas regular y uniforme. Los tubos cilíndricos y cónicos son preferidos á todos los demás en razon de aproximar mas el gasto efectivo al teórico.

Si la cebolla es cilíndrica, y su longitud equivale á dos ó tres veces su diámetro, el líquido llena completamente el tubo, y el gasto aumenta cerca de un tercio.

Cuando la cebolla es cónica y su base mayor está fijada en el orificio, se llama cebolla convergente, y aumenta el gasto algo mas que la cilíndrica; produce el chorro mas regular y le arroja á mucha mayor distancia ó á mas considerable altura. El gasto y la velocidad con que sale el agua depende del ángulo de convergencia que forma la prolongacion de dos lados opuestos del cono truncado de la cebolla.

Las cebollas que dan mayor gasto son las cónicas divergentes, esto es, aquellas en que la base menor del cono truncado que forma el tubo se halla adaptada en el orificio. En efecto, el físico Venturi asegura por sus continuados experimentos, que estas cebollas pueden dar hasta 2'4 veces el gasto que produciria un orificio como la base menor practicado en pared delgada, y 1'46 veces mayor que el gasto teórico.

Si el agua corre por un tubo de mucha longitud y diámetro será ó por efecto de la inclinacion del tubo, como si resbalara en un plano inclinado, ó en virtud de una presion á que el líquido está sujeto desde el orígen del tubo. En este caso parece que la fuerza de gravedad ó la presion, que obran continuamente, deberian producir en el chorro una tendencia al movimiento acelerado, pero esta tendencia queda destruida por la adherencia del líquido con las paredes del tubo; y esto hace que á poca distancia del orígen se note que el líquido tiene un movimiento uniforme.

De manera, que el gasto equivaldrá á un cilindro de líquido que tenga por base la seccion del tubo y por altura ó longitud la velocidad del propio líquido en el interior del mismo tubo.

Si se considera un canal descubierto, deberá atenderse á la superficie de la seccion perpendicular á su longitud y á la velocidad media que tenga el agua: pues esta velocidad media es siempre menor que la velocidad á la superficie y mayor que la del fondo.

Para hallar la velocidad á la superficie de un canal, se escoge la parte en que sea mas rápida la corriente; se echan en ella algunos flotantes, en forma de discos de 3 centímetros de diámetro, de madera bien ligera: se observa por medio de un reloj de segundos el tiempo que emplean en recorrer una distancia del canal, tan larga y tan regular como sea posible obtenerla; y dividiendo luego la citada distancia, valuada en metros, por el número de segundos que tarda el flotante en recorrerla, se tendrá la velocidad por segundo á la superficie del agua.

Si la velocidad del agua es muy irregular en una extension cualquiera del canal, esto es, si en cada pequeña distancia varía la velocidad á la superficie, se emplea entonces un molinillo ó rueda muy ligera cuyas paletas entran poco en el agua, y la corriente le hace girar con facilidad. Se cuenta el número de vueltas que da el molinillo en un minuto; se multiplica por la extension en la circunferencia correspondiente á la mitad de la parte sumergida de la paleta, y partiendo el resultado por 60, resultará la velocidad por segundo á la superficie. De modo que tendrémos la siguiente fórmula:

$$V = 6{,}2832 \times r \times n \diagdown 60$$

en la cual r es el rádio correspondiente á la mitad de la parte sumergida de la paleta, y n el número de vueltas que da el molinillo por minuto.

Si practicamos la division indicada resultará:

$$V = 0{,}10472 \times r \times n$$

que nos da la siguiente regla: *Para determinar la velocidad á la superficie de un canal, empleando el molinete, se multiplicará el número* 0'10472 *por el rádio correspondiente á la mitad de la parte sumergida de la paleta, y por el número de vueltas que da en un minuto.*

Ejemplo: Hallar la velocidad á la superficie de un canal sabiendo que el molinillo ha dado 105 vueltas en un minuto siendo su rádio de 25 centímetros.

$$V = 0{,}10472 \times 0{,}25 \times 105 = 2{,}7489 \text{ metros.}$$

Es decir, que la velocidad á la superficie de la corriente será de 2'7489 metros, ó próximamente de 2 metros 75 centímetros por segundo.

La velocidad media, que es indispensable para calcular el gasto ó cantidad de agua que pasa por un punto del canal en un segundo, se puede hallar multiplicando la velocidad correspondiente á la superficie por un coeficiente variable desde 0'75 á 0'90 para las velocidades de la superficie comprendidas entre 1 decímetro y 4 metros.

Ejemplo: Determinar la velocidad media correspondiente á 2'75 metros de velocidad á la superficie.

Representando por V' la velocidad media, será:

$$V' = 0{,}85 \times 2{,}75 = 2{,}3375 \text{ metros.}$$

La velocidad media será, pues, de 2'3375 metros por segundo.

Si el canal fuese de una pendiente y perfil uniforme, se podria determinar directamente la velocidad media empleando la siguiente fórmula:

$$V' = 56'86 \times \sqrt{\frac{S \times A}{C \times L}} - 0'072$$

en la cual, S representa la superficie de la seccion transversal, C el contorno mojado de la misma, A la pendiente ó diferencia de nivel en una longitud L.

Para aplicar esta fórmula debe hallarse primero el valor de la cantidad radical, multiplicar en seguida por 56'86 y restar del producto 0'072.

Ejemplo: Hallar la velocidad media del agua en un canal cuya seccion rectangular tiene 2'5 metros de ancho, de profundidad 0'8 m. y en una longitud de 120 metros hay una diferencia de nivel de 0'10 metros.

En este caso será: $S = 2'5 \times 0'8 = 2$ m. cuad.; $C = 2'5 + 2 \times 0'8 = 4'1$; $A = 0'1$, y $L = 120$ m.

La fórmula dará:

$$V' = 56'86 \times \sqrt{\frac{2 \times 0'1}{4'1 \times 120}} - 0'072 = 56'86 \times 0'0201$$

$- 0'072 = 1'07$ m.

Es decir, que la velocidad media será de 1 metro 7 centímetros por segundo.

El gasto ó la cantidad de agua que pasa por segundo, se hallará multiplicando la superficie de la seccion del canal por la velocidad media calculada anteriormente.

Ejemplo: Determinar el gasto en un canal de perfil y pendiente uniforme, suponiendo la velocidad media de

1'07 m. y la superficie del perfil ó seccion de 2 metros cuadrados.

$$G = S \times V' = 2 \times 1'07 = 2'14 \text{ metros cúbicos.}$$

Es decir, que en cada segundo pasan por una seccion del canal 2'14 metros cúbicos de agua, ó sean 2140 litros.

La velocidad en el fondo de un canal es menor que la velocidad media, pues el roce de las aguas con el lecho y las paredes laterales disminuyen aquella velocidad de un modo notable.

Despues de muchos experimentos se ha fijado por algunos físicos y admitido por los ingenieros hidráulicos la relacion $V'' = 2\,V' - V$. Esto es, que la velocidad V'' en el fondo de un canal se hallará multiplicando la velocidad media por 2 y restando del producto la velocidad V á la superficie.

Surtidores. El surtidor consiste en un chorro ó vena flúida que sale con mas ó menos fuerza de un orificio, por efecto de la presion que una columna de líquido ejerce sobre dicho orificio. Si el orificio se halla en un plano horizontal el chorro será vertical, y si se practica en una pared inclinada será oblícuo, y describirá una curva que á no ser la resistencia del aire seria una parábola.

Por lo dicho anteriormente, el chorro tiende á subir hasta la misma altura del nivel superior del agua, pero nunca llega á tal altura por ser tres las causas distintas que contrarian aquel efecto. 1.ª El frote del agua en el tubo de conduccion, que destruye parte de la velocidad. 2.ª La resistencia que el aire ofrece á la salida del líquido y en toda la altura á que sube la vena; y 3.ª El choque del líquido que va cayendo sobre el chorro que se eleva.

Para obtener el máximo de altura en un surtidor debe procurarse que los tubos sean bien cilíndricos y que no formen ángulos bruscos ni curvas rápidas é irregulares; que el orificio esté practicado en pared delgada, ó que se halle en la extremidad del tubo de conduccion semejante á una cebolla cónica convergente, y que el chorro sea un poco inclinado para evitar que el agua al caer choque con la que suba.

Sifon. El sifon (fig. 40) consiste en un tubo encorvado de vidrio ó de metal con brazos desiguales, que sirve para trasvasar los líquidos. El brazo corto *a* se introduce en el vaso que se trata de vaciar, y el brazo largo *bc* se dirige al en que se quiere trasladar el líquido. En esta disposicion se aspira el aire por el brazo largo, é inmediatamente la presion atmosférica hace subir el líquido del vaso A hasta el punto *b*, en que obedeciendo á la impulsion de la gravedad cae por el brazo largo *bc* y se deposita en el otro vaso B. Este fenómeno continuará mientras el nivel del líquido en el tuvo B sea mas bajo que en el vaso A.

Siendo la presion atmosférica la que hace obrar el sifon, se sigue, que el brazo *ab* nunca podrá tener una longitud mayor que la altura de la columna líquida con que se equilibra la presion de la atmósfera. De modo, que si se trasvasa agua, vino, aguardiente, etc., el brazo corto *ab* no podrá pasar de 10 metros.

En vez de aspirar el brazo largo para hacer el vacío en el sifon con el fin de que funcione, se puede llenar completamente del mismo líquido por medio de un embudo desde la abertura *b*, teniendo antes los dos extremos bien tapados; y cerrando la llave *d* cuando esté lleno, se destapan los extremos y el sifon empieza á funcionar.

Bombas. Las bombas sirven para elevar el agua á diferentes alturas, y todas las que se usan actualmente pueden reducirse á tres clases: *aspirantes*, *impelentes* y *compuestas*.

La *bomba aspirante* (fig. 41) está compuesta de un cilindro *ab* que se llama *cuerpo de bomba*, en cuyo interior ajusta un *émbolo c* con dos *válvulas* que se abren de abajo arriba. El tirante *ct* sujeto á la palanca *hd* sirve para hacer subir y bajar el émbolo. El tubo *nm* que se llama *de aspiracion* está sumergido en el depósito para aspirar el agua luego que el émbolo produce el vacío: en su punto de union con el cuerpo de bomba tiene una válvula *n* que tambien se abre de abajo arriba, y en el extremo inferior está terminado por un pomo ó roseta cerrada con agujeros para facilitar la entrada del agua evitando la introduccion de cuerpos extraños.

Cuando el émbolo *c* sube, se produce el vacío en *a*, y el aire contenido en el tubo *nm* de aspiracion abre la válvula *n* en virtud de su elasticidad, y pasa á llenar nuevamente el cuerpo de bomba. Al bajar el émbolo se cierra la válvula *n* por su propio peso, y el aire que se halla en *a* comprimido por el émbolo abre las dos válvulas de este y se traslada á la parte superior. Repitiendo este mecanismo se enrarece considerablemente el aire del tubo de aspiracion, y en virtud de la presion atmosférica sobre el nivel del depósito el agua sube hasta la altura de 10 metros próximamente. Esta es la mayor longitud que puede darse al tubo de aspiracion desde el nivel *x* hasta el cuerpo de bomba, porque haciéndose imperfectamente el vacío en su interior, la poca cantidad de aire que le queda opone resistencia á la presion exterior; y por esta razon las bombas aspirantes mejor construidas nunca suben el agua á mayor altura de los 10 metros. Cuando el agua ha llegado al cuerpo de bomba, el émbolo baja y la comprime, y cerrándose la vávula *n*, como se ha dicho, se abre paso por las válvulas del émbolo y pasa á la parte superior *b* para derramarse por el tubo *z* de salida.

La *bomba impelente* (fig. 42) no tiene tubo de aspiracion, y el cuerpo de bomba se sumerge en el depósito. El émbolo *c* no tiene válvulas, y en la parte inferior del cuerpo de bomba hay una que permite la entrada al agua para restablecer su nivel cada vez que sube el émbolo.

Al subir el émbolo el agua entra por la válvula *n* y restablece su nivel en el interior del cuerpo de bomba: cuando baja el émbolo comprime fuertemente el agua, y la obliga á subir por el tubo *z;* y la altura á que subirá dependerá siempre de la fuerza ejercida en *t.* Esta bomba sirve para rociar los jardines, calles, paseos, etc.

La *bomba compuesta* ó aspirante é impelente (fig. 43) es la que se usa mas comunmente, y se compone del tubo de aspiracion y del cuerpo de bomba con el émbolo sin válvulas. Al tubo de aspiracion se le da la longitud de 10 metros, y por medio de la compresion se hace subir el agua por el tubo de salida *z* hasta la altura que se quiera. Cuando el émbolo sube, se produce el vacío en *a* y el agua del depósito se introduce por la válvula *n* hasta llenar el cuerpo de bomba: en este caso, el émbolo baja y comprimiendo el agua que se halla en *a* se cierra la válvula *n,* y por efecto de la presion se abre la válvula *u,* por donde es arrojada el agua á una altura que depende de la presion ejercida por el émbolo. Al subir este, el solo peso del agua en el tubo *z* cierra la válvula *u,* y vuelve á llenarse el espacio *a,* como se ha indicado antes.

La válvula *n* se abre de abajo arriba para que, al subir el émbolo, el aire ó el agua que contiene el tubo de aspiracion *n m* pueda pasar fácilmente á llenar el cuerpo de bomba *a;* y la válvula *u* se abre de dentro á fuera con el fin de que, al bajar el émbolo, deje subir por el tubo *z* el agua ó aire que este comprime.

Todas estas bombas dan el agua por sacudidas ó intermitencias, pues en la aspirante sale solamente cuando el émbolo sube, y en la compuesta é impelente cuando baja. Si se quiere un chorro continuo, podrá usarse la bomba de doble efecto (fig. 44), llamada así porque da el agua tanto al subir como al bajar el émbolo. En efecto, cuando sube el émbolo *c,* se cierra la válvula *a,* se abre la *b,* y el agua del tubo *g* pasa á llenar el cuerpo de bomba: al mismo tiempo se cierra la válvula *e,* y el agua que estaba en la parte superior del émbolo es comprimida por este, y abriéndose paso por *d* pasa al tubo de salida *u.* Al bajar el émbolo se cierra la válvula *b,* y el agua comprimida por él abre la válvula *a,* y por el tubo *h* sube al de salida *n;* al propio tiempo se cierra la válvula *d,* y el agua del tubo *f* abre la válvula *e* y pasa á llenar el cuerpo de bomba. Por este mecanismo resulta, que mientras el émbolo baja, el agua es arrojada por *h* y el cuerpo de bomba se llena por la parte superior; y cuando el émbolo sube, lanza el agua por *d* y el cuerpo de bomba se llena por la parte inferior.

Tambien se regulariza el chorro colocando en el tubo de salida un recipiente de aire comprimido (fig. 43). El recipiente se fija en el extremo *q* del tubo *z* en donde hay una válvula que se abre de abajo arriba, y otro tubo *r,* que llega cerca del fondo, sirve para dar salida al agua. Cuando la bomba funciona introduce el agua en el recipiente, y la elasticidad del aire comprimido en el espacio *s* tiende á cerrar la válvula *q,* y obliga al agua á salir por el tubo *r.* Si la bomba no cesa de obrar, entra de continuo el agua en el recipiente, y comprimida por el aire encerrado en *s,* es arrojada en chorro continuo por *r.* En este principio descansa la teoría y construccion de las bombas de incendio.

La bomba de incendios (fig. 45) se compone de un reci-