

DIAMETROS DE POZOS PARA VARIOS CAUDALES Y  
DIMENSIONES DE LOS TAZONES CORRESPONDIENTES\*

<u>Caudal Típico</u> <u>(lts/seg)</u>	<u>Dimensiones</u> <u>Nominales de</u> <u>los Tazones</u> <u>(plg)</u>	<u>Diámetro Optimo</u> <u>del Tubo de Ademe</u> <u>(plg)</u>	<u>Diámetro Mínimo</u> <u>del Tubo de Ademe</u> <u>(plg)</u>
menor que 6	4	6 DI	5 DI
5 - 11	5	8 DI	6 DI
10 - 25	6	10 DI	8 DI
20 - 40	8	12 DI	10 DI
35 - 60	10	14 DE	12 DI
55 - 80	12	16 DE	14 DE
75 - 110	14	20 DE	16 DE
100 - 200	16	24 DE	20 DE

\*traducido de "Aguas Subterráneas y Pozos" publicado por Edward E. Johnson, Inc., St. Paul, Minn. U.S.A.

6. Carga y Descarga para Bombas Centrífugas de Pozo: La carga desarrollada por una bomba del tipo indicado depende del diámetro y de la velocidad ( $H \propto N^2 D^2$ ). El diámetro está, por necesidad, limitado por el diámetro del pozo; hay que tomar en cuenta el espacio libre, entre las carcasas de los tazones y el tubo de ademe, que se necesita para la maniobra del equipo, bien sea durante el período de construcción o bien durante períodos de emergencia.

Las velocidades tienen que ser aquellas que corresponden a las de las máquinas motrices que se dispongan. Ahora bien, cuando se pone en marcha una bomba en plena velocidad pero en condiciones de "cierre", la fuerza centrífuga ejercida por el impulsor produce una carga de presión  $h_p$  en la envoltura, la cual corresponde a la velocidad "u" del punto extremo de los álabes, o sea:

$$h_p = u^2 / 2g$$

Al mismo tiempo en su recorrido circunferencial dentro de la envoltura, o caja, el agua adquiere la velocidad de los álabes, y, por eso, tiene una carga cinética  $h_v$  que es igual a:

$$h_v = u^2/2g$$

La carga total  $h_t$  es la suma de la carga de presión y la carga cinética, o sea:

$$h_t = 2(u^2/2g) = u^2/g$$

Al abrir un poco la válvula de control de la bomba para una descarga reducida, la carga cinética dentro de la caja resulta disipada por los torbellinos en ella, y la carga de fricción debido al flujo restringido a través del impulsor es despreciable. Al abrir más la válvula, hasta el punto de eficiencia máxima de la bomba, la turbulencia dentro de la caja disminuye mientras que las pérdidas de carga por fricción se aumentan. De todos modos, la bomba no puede desarrollar una carga real que es igual a la carga teórica. Es conveniente expresar la carga real en términos de la carga  $u^2/2g$ , así:

$$\phi^2 H = u^2/2g$$

$$u = \phi \sqrt{2gH}$$

$$u = \pi DN/60 \quad (\text{mts por segundo, } D \text{ en metros})$$

$$u = \pi DN/2360 \quad (\text{mts por segundo, } D \text{ en pulgadas})$$

$$DN/2360 = \phi \sqrt{2gH} \quad (H \text{ en metros})$$

y, finalmente:

$$D \text{ (pulgadas)} = \frac{3340 \phi \sqrt{H}}{N} \quad (H \text{ en metros})$$

En el punto de eficiencia máxima (capacidad normal) de la bomba, el valor de  $\phi$  se halla comúnmente entre 0,90 y 1,20, y el valor promedio cerca de 1,00.

Ejemplo 2: Refiriéndonos al Ejemplo 1, y a las velocidades citadas, ¿cuál debe ser el diámetro de los cuatro impulsores en serie para desarrollar una carga total de 200 pies? (Tómase  $\phi$  en 1,00)

N	870	960	1170	1750
D	15 pulg	14	11	7,4

Ejemplo 3: Para las condiciones citadas, pero suponiendo una bomba de una sola etapa (un impulsor), ¿Cuáles serían los valores de  $N_s$  y los diámetros del impulsor para esta aplicación?

Nótese que D es proporcional a  $H^{1/2}$ , y que  $N_s$  es inversamente proporcional a  $H^{3/4}$ . Entonces:

N	870	960	1170	1750
D	30 pulg	28	22	15
$N_s$	529	583	710	1060

Bombas semejantes no son ni económicas ni muy eficientes. Son preferibles las bombas de multietapa.

La carga desarrollada por una bomba, al ponerse en marcha, tiene que vencer la contrapresión estática del sistema a servir; de otro modo no puede descargar nada.

Con un conocimiento de los valores de  $\phi$  que pueden esperarse, se ha visto como es posible calcular, entre límites, la carga que puede desarrollar un impulsor en términos de D y N. Por otro lado, las relaciones entre H y Q no pueden determinarse con la exactitud deseada, sin pruebas que pertenezcan a un diseño determinado.

Las tres curvas características de una bomba (carga-caudal, eficiencia-caudal, y potencia aplicada-caudal) mostrarán la misma forma general para las bombas de pozo que para las bombas centrífugas ordinarias.

Más adelante, nos referiremos a varias curvas características de bombas de pozo.

6. La Hidráulica de Bombeo: Al escribir la ecuación de Bernoulli entre la fuente y el punto de descarga de un sistema de bombeo de pozo, incluyendo la carga H desarrollada por la bomba, tenemos:

$$(p_1/w) + (v_1^2/2g) + z_1 + H = (p_2/w) + (V_2^2/2g) + z_2 + \text{pérdidas}$$

donde:

$$z_2 - z_1 = z \text{ la carga estática total entre la fuente y el punto de la descarga}$$

$$V_1^2/2g = 0 \text{ partiendo de reposo}$$

$$V_2^2/2g = \text{carga cinética al punto de descarga}$$

$$p_1/w = p_2/w = 0 \text{ presión manométrica (atmosférica)}$$

pérdidas:

$$h_{fs} = \text{la suma de las pérdidas de carga de la tubería de succión}$$

$$h_{fd} = \text{la suma de las pérdidas de carga de la tubería de descarga}$$

o sea:

$$H = z + (V_2^2/2g) + h_{fs} + h_{fd}$$

Es decir, la bomba desarrolla la carga que se necesita para vencer la carga estática, las resistencias al flujo y para generar la velocidad terminal del sistema.

La Fig. 7 es un diagrama del gradiente de energía y del gradiente hidráulico para un sistema típico de bombeo de un pozo. El gradiente hidráulico está por debajo del gradiente de energía en el valor de  $h_v$  en el punto. La carga de presión en cualquier punto del sistema es la elevación del gradiente hidráulico menos la elevación del punto. Cuando la elevación del punto es superior a la del gradiente hidráulico la carga de presión en el punto resulta ser negativa.

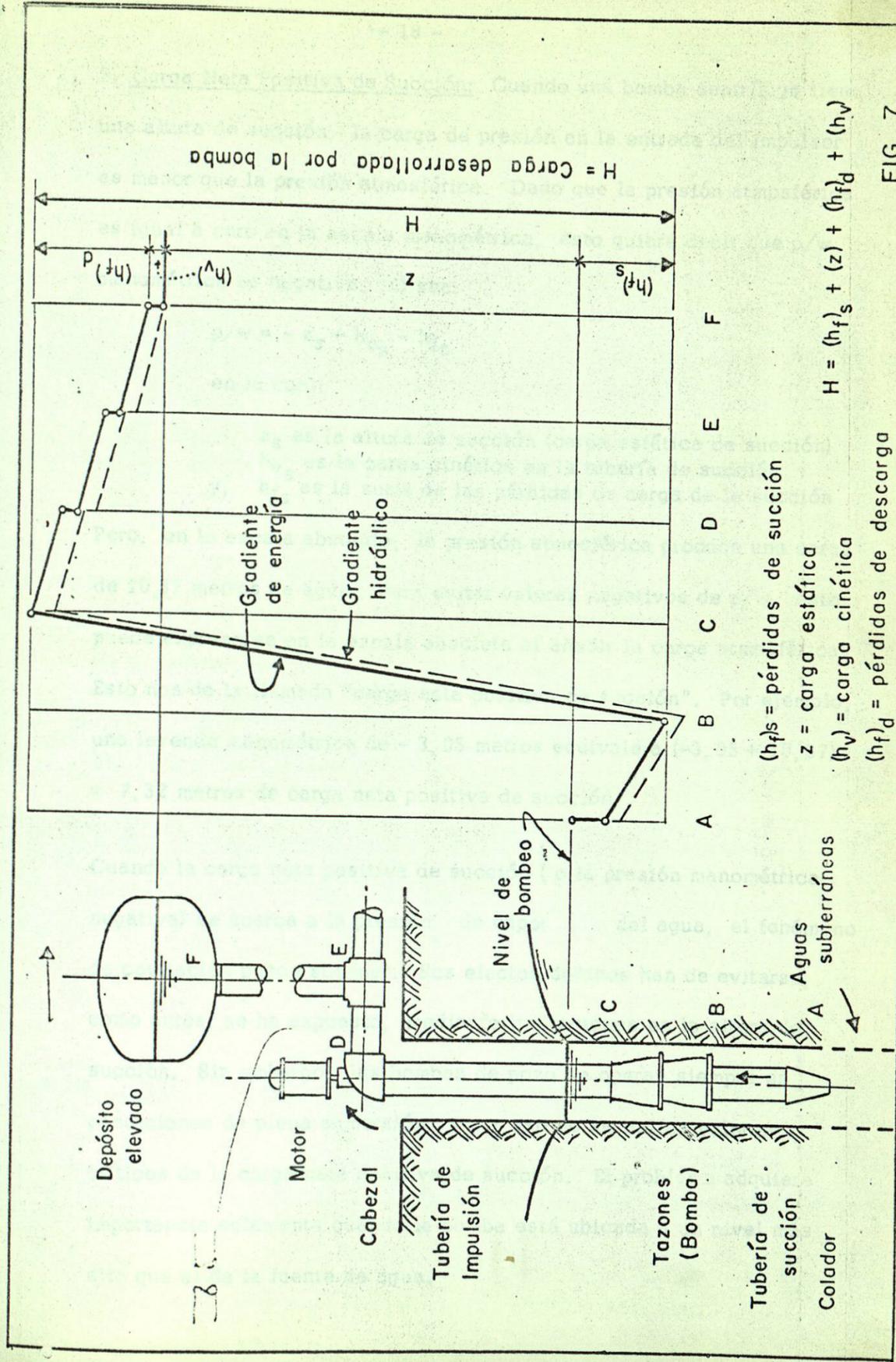


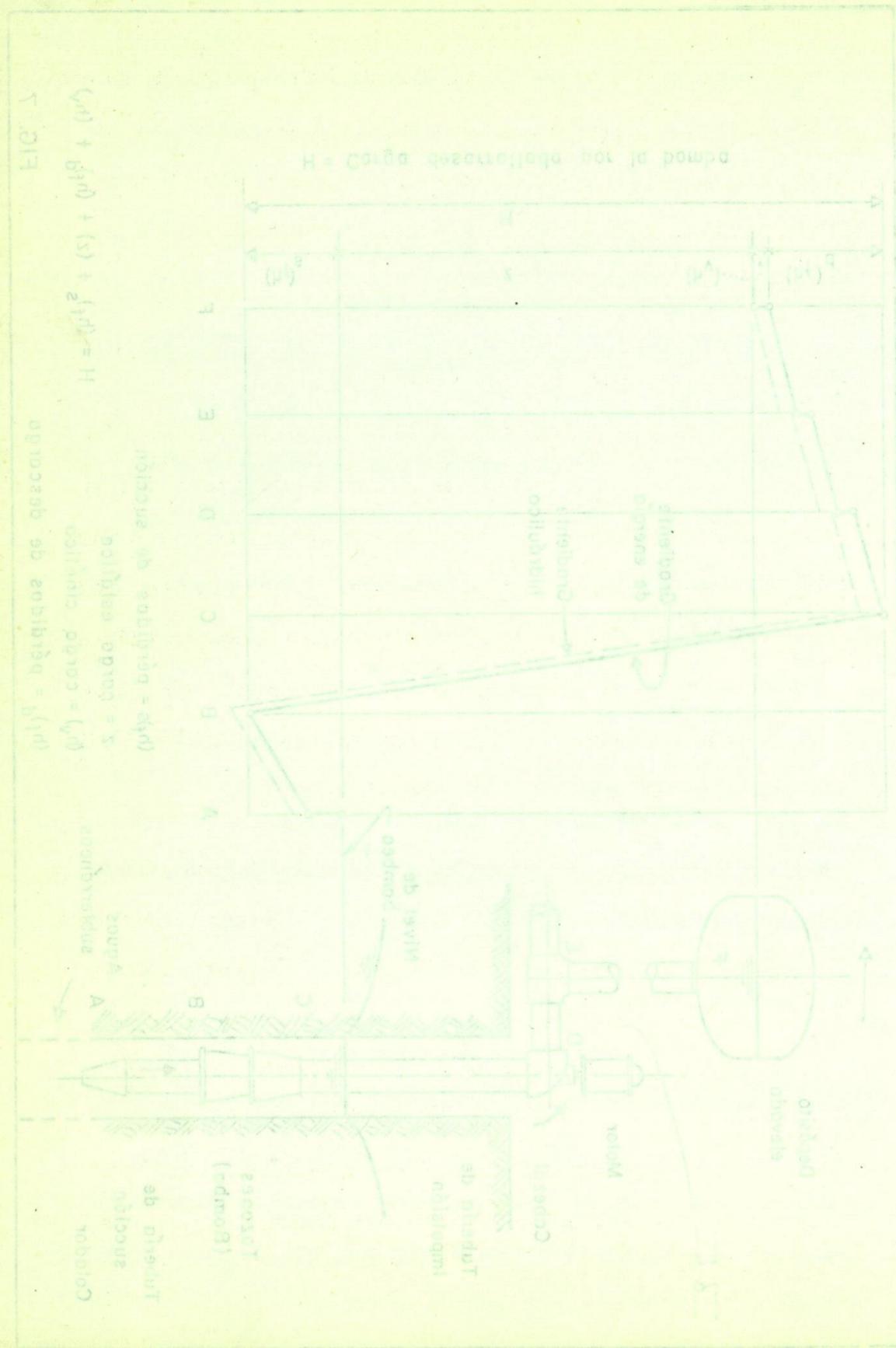
FIG. 7

$(h_{fS})$  = pérdidas de succión  
 $z$  = carga estática  
 $(h_v)$  = carga cinética  
 $(h_{fD})$  = pérdidas de descarga

La carga de presión en el punto resulta ser negativa. Cuando la elevación del punto es superior a la del sistema hidráulico, el gradiente hidráulico menos la elevación del punto, el punto. La carga de presión en cualquier punto del sistema es la hidráulico para un sistema típico de bombeo de un pozo. El gradiente la Fig. 7 es un diagrama del sistema de energía y del gradiente terminal del sistema.

La carga de presión en el punto resulta ser negativa. Cuando la elevación del punto es superior a la del sistema hidráulico, el gradiente hidráulico menos la elevación del punto, el punto. La carga de presión en cualquier punto del sistema es la hidráulico para un sistema típico de bombeo de un pozo. El gradiente la Fig. 7 es un diagrama del sistema de energía y del gradiente terminal del sistema.

La carga de presión en el punto resulta ser negativa. Cuando la elevación del punto es superior a la del sistema hidráulico, el gradiente hidráulico menos la elevación del punto, el punto. La carga de presión en cualquier punto del sistema es la hidráulico para un sistema típico de bombeo de un pozo. El gradiente la Fig. 7 es un diagrama del sistema de energía y del gradiente terminal del sistema.



7. Carga Neta Positiva de Succión: Cuando una bomba centrífuga tiene una altura de succión, la carga de presión en la entrada del impulsor es menor que la presión atmosférica. Dado que la presión atmosférica es igual a cero en la escala manométrica, esto quiere decir que p/w manométrica es negativa. O sea:

$$p/w = -z_s - h_{v_s} - h_{f_s}$$

en la cual:

- $z_s$  es la altura de succión (carga estática de succión)
- $h_{v_s}$  es la carga cinética en la tubería de succión
- y,  $h_{f_s}$  es la suma de las pérdidas de carga de la succión

Pero, en la escala absoluta, la presión atmosférica produce una carga de 10,37 metros de agua. Para evitar valores negativos de p/w, este puede expresarse en la escala absoluta al añadir la carga atmosférica. Esto nos da la llamada "carga neta positiva de succión". Por ejemplo, una leyenda manométrica de - 3,05 metros equivale a  $(-3,05 + 10,37) = 7,32$  metros de carga neta positiva de succión.

Cuando la carga neta positiva de succión (o la presión manométrica negativa) se acerca a la presión de vapor del agua, el fenómeno de cavitación puede suceder. Sus efectos dañinos han de evitarse, como antes se ha expuesto, mediante limitaciones en la altura de succión. Sin embargo, las bombas de pozo se operan siempre en condiciones de plena sumersión, y por eso no se hallan valores críticos de la carga neta positiva de succión. El problema adquiere importancia solamente cuando la bomba está ubicada a un nivel más alto que el de la fuente de agua.