

2 3 2 . 2

8 2 B O

**BOMBAS
DE
MANO
CONOCIMIENTOS
BASICOS**

LIBRARY
International Reference Centre
for Community Water Supply

QUITO_ ECUADOR

1982

232.2 182B0

KD 4148

232.2

82 B0

ISA = 27

INSTITUTO ECUATORIANO DE OBRAS SANITARIAS

UNIDAD DE SANEAMIENTO BASICO RURAL

LIBRARY
International Reference Centre
for Community Water Supply

DEPARTAMENTO DE PROMOCION Y EDUCACION SANITARIA

B O M B A S D E M A N O

INTRODUCCION.-

El problema de abastecimiento de agua potable en los países en desarrollo está adquiriendo importancia creciente especialmente tratándose las zonas rurales, mediante la utilización de pozos entubados o pozos excavados y por esto la atención que merece el uso de bombas de mano para extraer el agua.

Cientos de personas en nuestro país obtienen agua utilizando bombas manuales, programa que cada día está implementándose debido a que por muchos años aún, las bombas de mano continuarán proporcionando agua en las comunidades rurales. Sin embargo, la experiencia demuestra que muchos abastecimientos con bombas de mano son deficientes o han sido abandonados, debido a defectos de diseño, fabricación, instalación, operación y mantenimiento. Una falla de la bomba puede inutilizar un pozo.

En nuestro país sería de desear la utilización de bombas más durables, libres de daños, que sean sanitarias y a la vez de bajo costo, en igual forma, que su mantenimiento sea fácilmente operable, aún por mujeres y niños, y aceptadas por los usuarios.

TECNOLOGIA DE LA BOMBA DE MANO.-

Llamamos bomba de mano a cualquier dispositivo sencillo utilizado para elevar agua.

Hay dos tipos de bombas manuales:

- a) La una, bomba manual para pozo superficial, y
- b) La segunda, bomba de mano para pozo profundo

En los dos casos, un émbolo o pistón encerrado dentro de un cilindro, eleva el agua hacia afuera.

En la bomba de pozo profundo, que es nuestro caso, el cilindro y el émb

bolo están dentro del pozo por debajo del nivel del agua y los problemas de mantenimiento y reparación pueden llegar hasta el cilindro. En este tipo de bombeo tenemos que considerar estas limitaciones:

1. La bomba de mano tiene que soportar un uso severo, generalmente - 250 usuarios por bomba, a veces un poco más.
2. El capital destinado a estos programas es limitado.
3. La disponibilidad de bombas en el país es igualmente escasa.
4. La calidad de fabricación puede ser deficiente.
5. Los recursos para mantenimiento son casi nulos.

MANTENIMIENTO.-

El mantenimiento de la bomba se justifica por:

- a) Las bombas utilizadas provienen en su mayor parte de los Estados Unidos y otros países, que fueron diseñadas para uso familiar y que en nuestro medio sirven a decenas de familias.
- b) La calidad de fabricación es por lo mismo deficiente para nuestro caso.
- c) La disponibilidad de los recursos económicos no nos permite la adquisición de bombas apropiadas a nuestras necesidades.

Por estas consideraciones, un uso recargado, baja calidad y bombas de bajo costo, se hace necesario un mantenimiento adecuado para la utilización de estas bombas.

BOMBA ASPIRANTE.-

El cilindro, como hemos indicado ya, se encuentra sumergido en el agua.

Esta bomba puede elevar agua hasta unos 20 metros de profundidad.

El término de pozo profundo o superficial, para efectos de selección de bombas de mano, tiene que ver con la distancia del nivel del agua y no con la profundidad de la excavación. Por ejemplo, un pozo perforado a 50 metros de profundidad, en el que el nivel del agua está a unos 4 m por debajo de la superficie, se puede emplear una bomba para pozo superficial o también una bomba para pozo profundo.

FUNCIONAMIENTO. -

La operación de una bomba es la siguiente:

1. Con la bomba ya cebada, (llenar el tubo de agua para desalojar el aire) se eleva el émbolo. Como el aire no puede penetrar dentro del émbolo a causa del sello hidráulico, se forma un vacío parcial que reduce la presión de aire sobre la superficie de agua del tubo de succión.

La presión atmosférica que actúa sobre el agua del pozo, al ser mayor que la presión del aire sobre el agua del tubo, empuja el aire y el agua del tubo hacia arriba, siguiendo el émbolo en su carrera ascendente. El espacio del cilindro que queda debajo del émbolo se llena con el aire del tubo.

2. En el tope superior del cilindro se detiene el émbolo y la válvula de retención se cierra por su propio peso, atrapando el aire dentro del cilindro.
3. En la siguiente carrera descendente el aire atrapado es comprimido entre el émbolo y el fondo del cilindro. Cuando esta compresión sobrepasa la presión atmosférica sobre el émbolo, más el peso de la válvula y el peso del agua de "cebada", el aire empuja la válvula del émbolo hacia arriba y escapa a través del agua de "cebada".
4. En la carrera ascendente q' sigue, una mayor cantidad de aire es fo

zado a salir del tubo y el agua se elevará más, fluyendo eventualmente dentro del cilindro hasta alcanzar el émbolo.

5. Con el cilindro y el tubo llenos de agua, la válvula de retención se cierra por gravedad, atrapando el agua dentro del cilindro.
6. En la siguiente carrera descendente el émbolo y su válvula pasan a través del agua.
7. Cuando el émbolo llega al fondo del cilindro y se detiene, la válvula se cierra, trayendo el agua que está por encima del émbolo.
8. En la siguiente carrera ascendente, el agua que está sobre el émbolo es elevada hacia afuera de la bomba. Al mismo tiempo, más agua es forzada a ingresar al cilindro a través de la válvula de retención.
9. En cada carrera descendente subsiguiente se repite el paso (7) y en cada carrera ascendente sucesiva se repite el paso (8). La bomba suministra agua en cada paso ascendente.

BOMBAS DE MANO: ESTADO DE LA TECNOLOGIA.-

GENERALIDADES:

La mayoría de bombas de mano que se usan en el medio rural son del tipo de émbolo de acción recíproca descrito en la sección anterior. Las bombas recíprocas actualmente en uso representan el producto evolutivo empírico con más de un siglo de modificaciones del diseño. Muchas son copias de bombas con éxito comercial. Salvo que se haga un pedido muy grande, la elección entre modelos listos resulta más económico que una bomba de mano de diseño nuevo. Sin embargo, ya sea que se diseñe un nuevo modelo, o que se seleccione uno de los existentes, los mismos principios valen para el análisis y la evaluación de las bombas de mano.

Los principios fundamentales descritos, se aplican a otros tipos de bombas, en particular a las de desplazamiento positivo como son las bombas "Petro" y las bombas "Vergnet", así como a las bombas de cadena (norias)

NOMENCLATURA.-

Las partes componentes de una bomba recíproca usada para bombear en pozos o perforaciones pueden dividirse arbitrariamente, de acuerdo a su función, en tres categorías: 1) la armadura del soporte de la bomba; en cima del pozo; 2) la armadura del cilindro de la bomba, en contacto con el agua; y 3) la armadura de conexión, que une el soporte de la bomba - al cilindro (Ver figura 1).

En los pozos profundos estas tres armaduras están separadas; en los pozos superficiales la armadura del cilindro y la varilla de conexión pueden ser ubicadas dentro del soporte de la bomba.

Estas tres armaduras pueden ser, y frecuentemente son, adquiridas por separado. Por ejemplo, una armadura de soporte fabricada localmente puede combinarse con una armadura de cilindro importada. Las armaduras de conexión (varilla de la bomba y tubería de bajada) por lo general se compran y almacenan separadamente.

La nomenclatura de la bomba de mano varía considerablemente de país a país y aún dentro de una misma nación. La nomenclatura que usamos aquí es la que se encuentra con mayor frecuencia. Los nombres de uso alternativo aparecen entre paréntesis en los encabezamientos de los temas tratados en esta sección. Las unidades dimensionales de mayor aplicación en los programas de bombas de mano pertenecen al sistema pie (pulgada) - libra - segundo - galón. Se incluyen entre paréntesis las correspondientes al sistema métrico.

Armadura del soporte de la bomba.- (Estandar, Cabeza de la Bomba, Cabeza de operación, Hidrante, Barril).

La armadura del soporte de la bomba desempeña tres funciones: 1) transmisión de fuerza motriz a la varilla de la bomba; 2) provisión de un

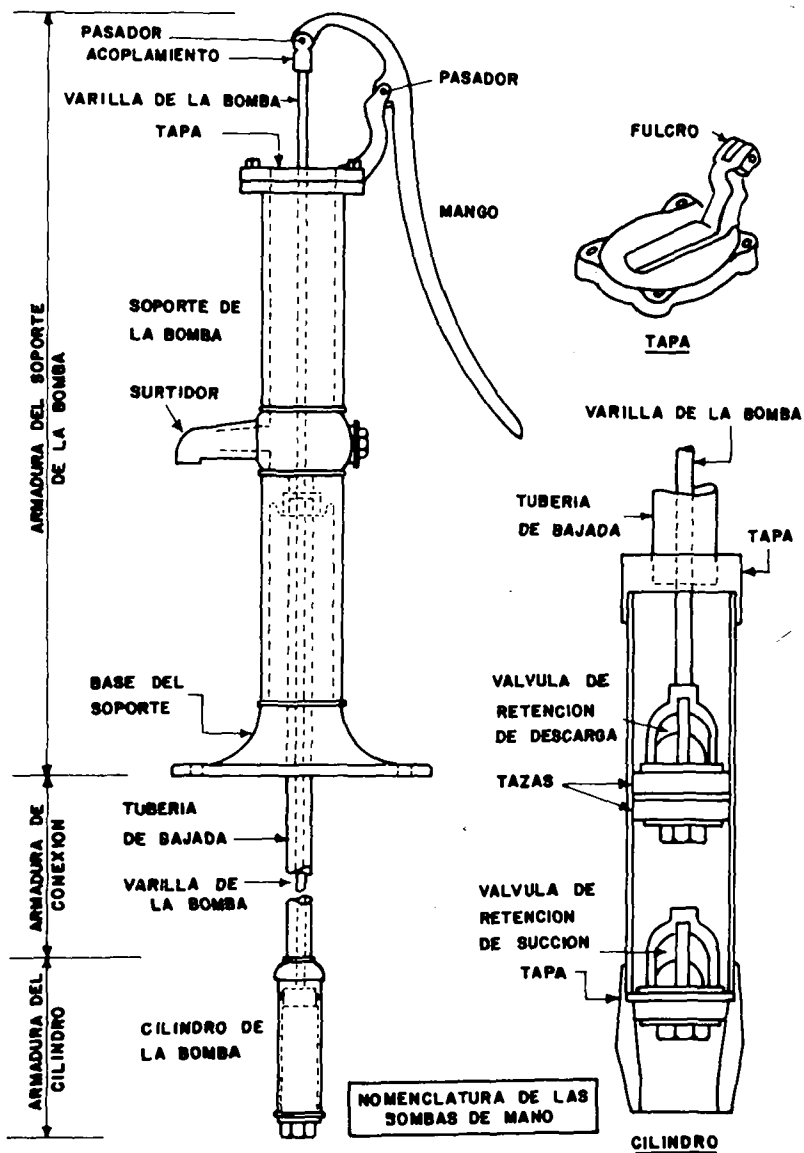


FIG. 1

punto de descarga (surtidor); y 3) protección sanitaria a la fuente de agua. A excepción de una pequeña porción de la varilla de la bomba, la armadura del soporte constituye el único comprobante visible. Incluye el mango, la articulación del mango, el soporte, la base del soporte, la tapa anular, la caja de estopas, el collarín y el surtidor. Estos componentes se describen más adelante.

Armadura del cilindro.-

La armadura del cilindro es el verdadero elemento de bombeo , Ver figura N^o 3

La armadura incluye el émbolo, las empaquetaduras de la taza, las válvulas de succión y de descarga; típicamente un cilindro separador con sus tapas como se muestra en la figura y se describe más adelante. Las paredes interiores del soporte de la bomba pueden servir a este propósito - en las bombas de pozo superficial. En algunas bombas de pozo profundo las configuraciones del entubado del pozo o de la tubería de bajada pueden servir también como paredes del cilindro.

Armadura de conexión .-

Ver varilla de la bomba y tubería de bajada.

La armadura de conexión está constituida básicamente por la varilla de la bomba y por la tubería de bajada. La varilla de la bomba transmite la fuerza del mango al émbolo y la tubería de bajada conduce el agua desde el émbolo hasta el surtidor.

Armadura de mango.-

El mango sirve para transmitir a la bomba el movimiento y la energía de la persona que utiliza la bomba. El tipo más usado del mango es el que se muestra en la figura anterior , aunque se utilizan ruedas, cigüeña - les, etc.

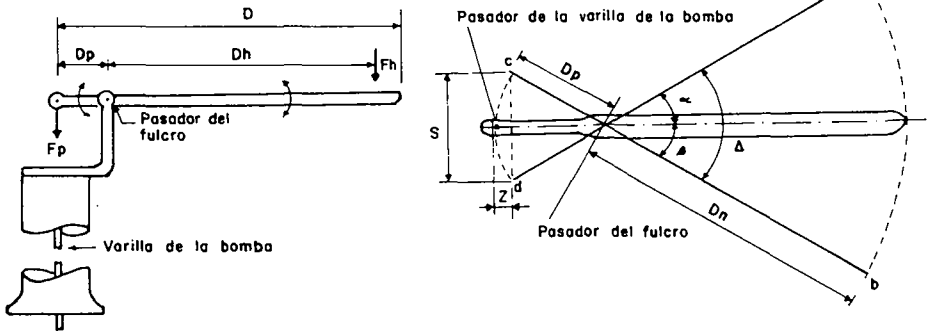
La fuerza que se necesita en la varilla de la bomba para elevar el ém-

bolo, fácilmente puede exceder la fuerza muscular de la persona que acciona la bomba.

Esta ventaja mecánica en una bomba de mano es alrededor de 4 por 1, lo que significa que la fuerza de la varilla de la bomba pueda equilibrarse con una fuerza en el mango más o menos igual a la cuarta parte. Sin embargo esta ventaja mecánica no aumenta indefinidamente. Como podemos ver en la figura siguiente, conforme aumenta la distancia (D) desde el pasador del fulcro hasta la mano, es mayor el arco ($a - b$) recorrido por el extremo del mango. Un arco demasiado amplio dificultará la operación. Si acortamos la distancia (D_p) desde la varilla de la bomba hasta el fulcro, aumenta la ventaja mecánica, pero, al mismo tiempo disminuye la carrera (S) de la varilla de la bomba y del émbolo.

La figura nos muestra el tipo más simple de mecanismo de un mango, de una pieza con dos pasadores, uno en su articulación con la varilla de la bomba y el segundo en el eje del fulcro.

VENTAJA MECANICA DEL MANGO



La disminución de la armadura del mango de una bomba de mano debe basarse en el tamaño de los usuarios (niños, mujeres).

Las dimensiones del mango deben evitar perturbaciones severas de la postura del cuerpo durante el bombeo. El rendimiento físico en posición agachada es menos que la mitad que el de la posición vertical.

La importancia que tiene la dimensión del mango y la distribución de las cargas de una bomba de mano se ve, compensada por esa maravillosa habilidad de adaptación del ser humano. ¿Es la carga muy pesada? La persona bombea más despacio. ¿Es el mango demasiado largo? La persona acorta la carrera. La selección juiciosa de la dimensión del mango es factor importante en la aceptabilidad de la bomba por los usuarios.

CONEXIONES, PASADORES Y COJINETES.-

Por lo general las fallas que se producen en las bombas tienen origen en las uniones conectadas en pasadores, y se deben a: 1) mal diseño; 2) defectos de fabricación; 3) deficiente mantenimiento, mala lubricación; 4) pillaje y vandalismo.

Las fallas por mal diseño dan como resultado la sobrecarga en los cojinetes del pasador o de las chumaceras; o sea que los cojinetes son demasiado pequeños para las cargas impuestas.

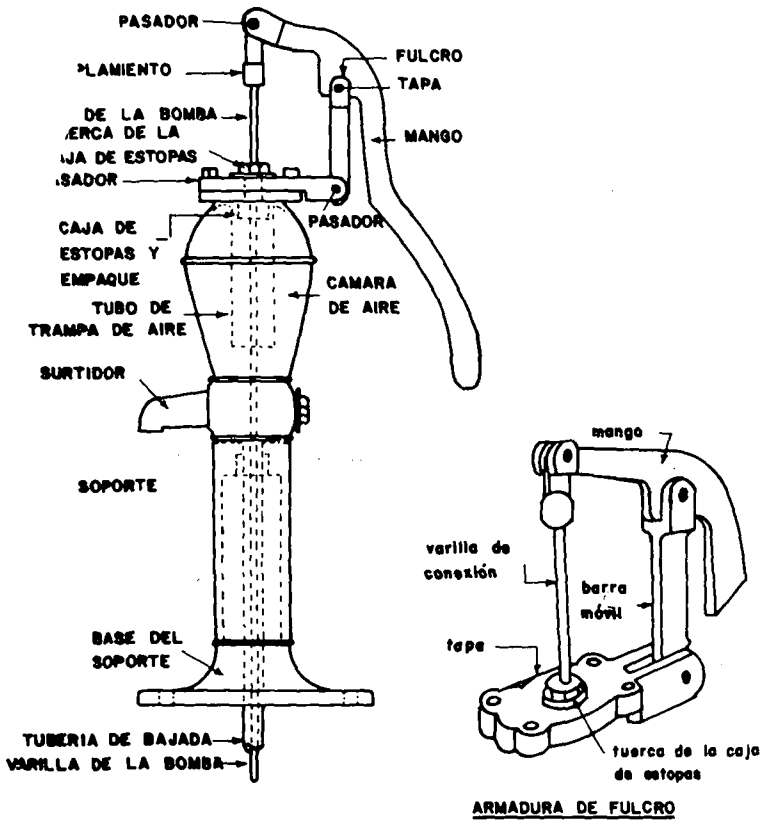
Pasadores:

En la práctica es muy común usar como pasadores pequeños trozos de barras de acero, su esfuerzo es, obviamente, autodestructivo. Los pasadores deben ser lisos y duros, preferiblemente de acero. Pueden obtenerse pasadores de tamaño estándar con tratamiento en su superficie para reducir el desgaste. Sin embargo, es mejor, por lo general, que se gasten sus pasadores antes que sus chumaceras. Es más fácil reemplazar los pasadores que los mangos, fulcros, articulaciones y empalmes de la varilla de la bomba.

Fijadores:

Hay dos tendencias respecto a los fijadores de las bombas de mano; fijadores roscados y fijadores de pasador.

Por lo general, en el mercado se encuentran pernos y tuercas roscadas



BOMBA DE MANO CON CAJA DE ESTOPAS Y VARILLA GUIADA QUE PUEDE USARSE COMO BOMBA IMPELENTE

FIG. 2

en tamaños estándar, que frecuentemente son más baratos y su reposición es más fácil de efectuar como si tratara de pasadores. Sin embargo, la calidad de la rosca a menudo deja que desear y como los fijadores roscados pueden utilizarse para otros propósitos, aumenta el riesgo de robos.

Los pasadores sin rosca mantenidos en su lugar por una sólida chaveta hundida, son menos susceptibles de ser robados y evitan el problema de las roscas de mala calidad. Los pasadores de grapa elástica, que se sacan únicamente con herramientas especiales, pueden eliminar por completo el pillaje o robo de los pasadores. Los pasadores que se fijan mediante tornillo de presión, por lo general no son seguros.

Los fijadores, en particular, aquellos acoplados a la varilla de la bomba, no deben aflojarse mientras se encuentran en uso. Puede usarse ventajosamente una contratuerca como factor de seguridad. Diversos tipos de contratuercas incluyen:

- 1) Tuerca de presión - tuerca delgada que se usa en el perno o varilla rosacadas debajo de la tuerca.
- 2) Tuerca encastillada, es una tuerca con una ranura radial que recibe una chaveta hendida que pasa a través de un orificio diametral perforado en el perno o varilla.
- 3) Contratuerca de giro libre, es una tuerca que gira libremente sobre un perno o varilla macho, hasta que se asienta contra la base; si se continúa apretando se produce una acción de seguro mediante un efecto de resorte en la tuerca que hace que la sección roscada distal de la tuerca se cambie hacia adentro, atrapando el perno a presión.
- 4) Contratuerca de torque predominante, es una tuerca que funciona por uno de varios efectos: por deformación de un encastre elástico, o desbarajuste de los hilos de la rosca de la tuerca, etc.

Las contratuercas también pueden usarse para evitar la rotación de los pasadores del mango, dispositivo que puede dar como resul

tado el desgaste del pasador más bien que el de la armadura del mango de más difícil reposición. La rotación de los pasadores puede ser evitada mediante resaltes ("orejas") moldeados en la cara exterior de un muñón.

soporte de la bomba.-

(Standar, Barril, Cabezal, Hidrante, Cuerpo de Bomba, Columna)

Funciones:

El soporte de la bomba tiene diversas funciones que condicionan su diseño:

- 1) A través de su base, alinea y fija la bomba del pozo. La base del soporte de la bomba, que puede ser o no componente íntegramente del soporte, se fija al pozo mediante una conexión roscada al entubado del pozo, o por medio de pernos de anclaje al cimiento de la losa. Las roscas y los pernos de anclaje deben tener dimensiones compatibles. La fijación roscada debe tener por lo menos 2 pulgadas (5cm). En cualquiera de los dos sistemas, el entubado del pozo debe sobresalir por lo menos 2 pulgadas (5cm) por encima del cimiento para evitar que aguas superficiales contaminen el pozo.
- 2) Proporciona una plataforma de altura conveniente para la armadura del mango de la bomba, y en particular, para el fulcro, el cual, por lo general, es forjado de una pieza con el soporte de la bomba, o soldado, o empernado a ésta. Si se presentan esquinas interiores agudas, ranuras, estrías o grietas en el punto de encuentro del fulcro con el soporte de la bomba o con la tapa de la bomba, ello puede dar lugar a concentraciones de esfuerzos y a propiciar la falla estructural del fulcro. En las bombas de mango muy largo o en aquellas con soporte de material plástico, el fulcro puede estar anclado en forma separada y no fijado al soporte de la bomba.
- 3) Proporciona una plataforma de suspensión para la tubería bajada y para las armaduras de la varilla/cilindro/émbolo/válvulas de

la bomba. La tubería de bajada usualmente se fija al soporte de la bomba por medio de tubos roscados. La varilla de la bomba y sus accesorios cuelgan del pasador del mango/varilla de la bomba. (Pasador de articulación en caso de mangos rotativos). Todas las fuerzas previamente descritas tienden a comprimir y/o inclinar el soporte de la bomba.

- 4) Provee protección sanitaria para el pozo y el agua, protegiendo físicamente de la contaminación externa en la parte superior del pozo, si su diseño, instalación y equipamiento apropiados incluyen una tapa cerrada. (Las bombas abiertas arriba, tipo "cántaro", no ofrecen adecuada protección). El soporte y el surtidor ("grifo") proporciona una vía de agua que va desde el tubo de bajada hasta el recipiente del consumidor.
- 5) Para muchas bombas de pozo superficial, el soporte de la bomba - también sirve como cilindro de la bomba. Usualmente es costumbre pulir o revestir la superficie interior, para prevenir un desgaste excesivo. Es posible usar el mismo soporte para bombas de pozo superficial y bombas de pozo profundo. (Un ejemplo de esto es la bomba AID/BATTELLE).

Surtidor de la bomba.-

(Espita, Espiche, Cañilla, Grifo, Caño, Orificio de Salida, Hidrante)

El surtidor debe estar diseñado en forma tal que prevenga la contaminación, voluntaria o accidental del pozo, y con dimensiones compatibles con las de los recipientes de los consumidores. La protección contra la contaminación usualmente aprovecha la gravedad - la abertura mira hacia abajo, y el surtidor sale del soporte hacia afuera en dirección inclinada u horizontal. Ocasionalmente se inserta una criba en el surtidor.

La descarga del surtidor debe efectuarse a suficiente altura sobre la plataforma del pozo y a suficiente distancia del soporte de la bomba - para que haya espacio para los recipientes de agua de uso común en el

lugar. Un surtidor demasiado alto puede dificultar el llenado de los recipientes cuando hace mucho viento. Algunas localidades pueden llegar a requerir la construcción de paredes cortaviento alrededor del surtidor. Donde sea necesario deberán tenerse en cuenta el uso y las dimensiones de los recipientes transportados por animales. El surtidor debe ser estructuralmente lo bastante resistente como para soportar el peso del mayor recipiente lleno que se le pueda apoyar o suspender.

Los surtidores que trabajan con bombas impelentes deben estar dotados de válvula y ser roscados. Algunos soportes de bombas impelentes están equipados con conexiones para dos surtidores.

Otras consideraciones.-

El soporte de la bomba debe tener una estructura resistente y durable capaz de soportar el uso y abuso continuos. La mayoría de las bombas de mano también están totalmente expuestas a la intemperie. Su diseño por lo general se basa más en limitaciones de fabricación que en un análisis estructural detallado. Las fallas más frecuentes de los soportes de bomba se deben al empleo de materiales de baja calidad o a malos procedimientos de fabricación o fundición.

Tapa de la bomba.-

(Cubierta, Casquete, Cabezal, Anillo, Capote, Casco).

Funciones:

La tapa de la bomba cuando se usa, puede cumplir alguna de las siguientes funciones:

- 1) Cuando tiene caja de estopas, la tapa de la bomba puede sellar la parte superior de la bomba contra una posible contaminación. Aún sin la caja de estopas o sin guía vertical para la varilla de la bomba, el uso de una tapa ranurada reduce el área descubierta en la parte superior de la bomba. La ranura permite el movimiento lateral de la varilla de la bomba, durante el bombeo.

- 2) El mismo sellado que proporciona la caja de estopas permite que la bomba (mediante una extensión del surtidor) trabaje como bomba impelente, es decir, que eleva el agua por encima del nivel del soporte de la bomba.
- 3) La tapa de la bomba y su caja de estopas o casquillo de guía son usados a menudo como guía de la varilla de la bomba.
- 4) La tapa sirve generalmente como soporte del fulcro y de las columnas guadoras de la varilla de la bomba.

La tapa de la bomba puede fijarse al soporte mediante pasadores, pernos o soldaduras y debe estar tan resistente y estable como el soporte. Es posible que las superficies de contacto requieran torneado y/o una arandela para evitar el agrietamiento de la tapa, al ajustarse los pernos, y para asegurar un cierre hermético.

Caja de estopas.-

(Tuerca, Collarín de la Caja de Estopas y Empaques) Figura N^o 2.

La caja de estopas sirve como un sello para controlar cualquier fuga de la parte superior del soporte de la bomba, en el caso de las bombas impelentes y también sirve como cojinete y guía para la varilla de la bomba.

La parte visible de la caja de estopas es usualmente una tuerca, concéntrica con la varilla de la bomba, y que se ajusta hacia abajo comprimiendo una empaquetadura flexible alrededor de la varilla de la bomba. La empaquetadura ajustada, fabricada por lo general de cáñamo trenzado o lona, produce un sello hidráulico entre la varilla de la bomba y el soporte de la bomba. Puede proveerse un anillo cilíndrico o roldana, llamado collarín prensaestopas, entre la tuerca y la empaquetadura.

La empaquetadura es lubricada y enfriada por el agua (la fricción con la varilla de la bomba en movimiento produce calor y acorta la vida de la empaquetadura). Por tanto, la tuerca debe ajustarse sólo hasta

el punto en que el escape de agua por la varilla de la bomba sea casi contenido. Pueden usarse también grafito y grasa, pero es esencial que se produzca una fuga lenta de agua. Cuando la bomba se encuentra depositada en almacén se le debe quitar el grafito; de otro modo se puede producir picaduras en la varilla de la bomba. Cuando la bomba está picada o rayada, se acelera el desgaste del empaque.

Se coloca un tubo de trampa de aire alrededor de la caja de estopas. Esto origina una cámara de aire en la parte alta del soporte de la bomba. Según algunos fabricantes, la compresión del aire del tubo de trampa durante el bombeo da por resultado un funcionamiento más suave de la bomba. Con frecuencia las bombas impelentes de propulsión mecánica están provistas de cámaras de aire externas.

Varilla de la bomba.-

(Varilla de conexión, Varilla de émbolo, Varilla del pistón, Varilla aspiradora, Varilla del pozo).

La varilla de la bomba conecta el mango (o cigüeñal) a la armadura del émbolo,

La varilla y sus conectores (usualmente roscados) deben tener resistencia suficiente para soportar las cargas descritas anteriormente. Durante el ascenso del émbolo, la varilla está sometida a tracción. Durante el descenso del émbolo, la varilla de la bomba estará trabajando a compresión, si la operación del mango imprime a la varilla y al émbolo mayor velocidad que la de caída libre. Sin embargo, son los esfuerzos de tracción los que generalmente determinan el diámetro de la varilla.

Los diámetros de las varillas de las bombas usualmente se redondean al valor estándar inmediato superior. Por lo general, las varillas de las bombas de mano de pozo superficial son de acero pulido o de bronce cuando se adquieren del fabricante; si se compran en el mercado local es probable que sean de acero dúctil corriente. En las bombas de mano de pozo profundo se emplean habitualmente varillas de acero galvanizado, roscadas en sus extremos. Las varillas para bombas que

se encuentran por lo general en el mercado tienen longitudes de 10 ó 20 pies (3 ó 6 metros) y diámetros de 7/16 y 1/2 pulgadas (11 y 13 mm). Una varilla de acero de 1/2 pulgada (13 mm), bien roscada, puede soportar una fuerza de 400 libras (180 Kg).

La madera se emplea con frecuencia en varillas de bombas que funcionan con molino de viento y con el cilindro destapado. El uso de madera en lugar del acero tiene la ventaja de reducir el peso de la varilla por efecto de su flotabilidad. Además, la madera no se cristaliza, por lo tanto no se quiebra en los empalmes como ocurre con las varillas de acero. La mayor sección recta que requiere la varilla de madera, típicamente 1 - 1/2 pulgada (38 mm) de diámetro octogonal, le da mayor rigidez a la compresión y crea un bombeo de doble efecto parcial (bombeando tanto en la carrera ascendente como en la descendente). El costo de las grandes piezas de empalme de acero y los tornillos, necesarios para unir las varillas de madera, reduce los costos. Así mismo, se requiere usar una tubería de bajada más grande.

Los principales problemas operativos que presentan las varillas de las bombas son: a) desconectarse el mango, o el émbolo; b) entre los empalmes; y c) la corrosión. El problema de las desconexiones puede aminorarse usando contratuercas en los acoplamientos, o mediante un roscado y empalme de roscas apropiados. Se mejora la resistencia a la corrosión empleando acero galvanizado o aleaciones anticorrosivas, las que pueden ser de uso forzoso cuando el agua es altamente ácida o alcalina.

Tubería de bajada:

(Tubería ascendente, tubería de elevación, conducto, montaje, tubería de descarga, tubería de sección - elevación). Figura N° 1.

La tubería de bajada sostiene el cilindro en el pozo y sirve además como tubería de descarga del cilindro. Los cilindros de tipo cerrado se extraen del pozo izando la tubería de bajada. En los cilindros de tipo abierto, la armadura del émbolo (y en algunas bombas la vál

vula de entrada o succión) se extrae a través de la tubería de bajada utilizando la varilla de la bomba para subirla.

Mientras mayor sea el diámetro de la tubería de bajada, menor será la pérdida de carga por fricción, pero mayor el costo. Para tuberías de bajada de longitud corta o media, se elige, de manera usual, un diámetro aproximadamente igual a la mitad del diámetro interior nominal del cilindro, tal como se muestra en el cuadro 1, pero nunca inferior a 1 - 1/4 pulgada (32 mm). Para tuberías de bajada muy largas, en particular aquellas en las que la varilla de la bomba tiene un diámetro muy grande, el diámetro deberá ser el indicado en el cuadro siguiente:

DIAMETRO DE LA TUBERIA DE BAJADA

Cuadro N° 2

Diámetro nominal del cilindro		Diámetro nominal de la tubería de bajada	
Pulgadas	Milímetros	Pulgadas	Milímetros
Menor de 3-1/2	Menor de 90	1 - 1/4	30
3-1/2	90	1 - 1/2	40
4	100	2	50

Para bombas de mano de determinada configuración, las funciones de la tubería de bajada, del cilindro y del entubado del pozo están combinadas en un sólo tubo.

Tubería de succión:

(véase también tubería de bajada)

Cualquier tubo ubicado debajo del cilindro es un tubo de succión. En un pozo profundo es preferible que el cilindro de la bomba esté por debajo del nivel de mayor depresión del agua, no debería ser necesario el tubo de succión en las bombas de pozo profundo. Sin embargo, en algunos cilindros o válvulas de succión, puede ser necesario colocar un tubo de succión corto para instalar una criba en el orificio de entrada.

Quando se trata de pozos superficiales, la tubería de succión con criba se dimensiona como si fuera tubería de bajada. Cuando el tubo de succión es largo, el funcionamiento de la bomba con frecuencia se hace difícil. Esto puede deberse a que el diámetro de la tubería de succión sea muy reducido o que alguna obstrucción u otra restricción estrangule parcialmente la tubería. En este caso, la acción del émbolo (y del mango) puede semejarse a la de un resorte en tensión.

Si el caudal de agua que entra a un cilindro es menor que el volumen desplazado, se crea un vacío parcial y el émbolo caerá de golpe para restaurar el equilibrio; si el mango es soltado bruscamente al llegar a su punto más bajo, el rechazo al quedar en libertad puede ser peligroso.

Tanto el tubo de succión como la tubería de bajada deben ser herméticos para mayor eficiencia. La capacidad de la bomba se reduce seriamente cuando existen escapes. A veces, en los climas muy fríos, se usan agujeros de derrame en la tubería de bajada para protegerla durante los períodos de inactividad.

Armadura del émbolo:

(Émbolo, Pistón, Cubo, Canguilón, Aspirador).

La armadura del émbolo eleva el agua hacia el surtidor de la bomba durante su carrera ascendente y sustenta la válvula de retención de descarga. Debe ser sólida de manera que guíe a la válvula en su abertura y en su cierre; que el reemplazo de las empaquetaduras de la taza sea fácil, y que su acción recta proporcione por lo menos tanta área de flujo hidráulico como la tubería de bajada. Consta, por lo regular, de una cajuela o yugo de conexión con la varilla de la bomba, la válvula de retención de descarga, la empaquetadura de la taza, su contrabrida y separador.

En las bombas de mano los términos "émbolo" y "pistón" se usan indistintamente. El término pistón puede ser el más estrictamente apropiado; sin embargo, el émbolo es más usado para las bombas de mano.

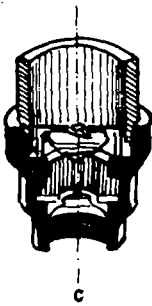


CILINDROS DE BOMBA Y SUS VALVULAS

Según: Henderson y Roberts

- A = Cilindro de tipo cerrado
- B = Cilindro de tipo abierto con válvula de bolas. Puede extraerse el émbolo sin secar el cilindro del pozo.
- C = Válvula de vástago
- D = Válvula de resorte
- E = Válvula de resorte
- F = Válvula de chernela

Las zapetillas y las válvulas se desgastan en todos los tipos de cilindros necesitan reponerse periódicamente.



CILINDROS DE BOMBA Y SUS VALVULAS

Según: Henderson y Roberts

FIG. 3

Empaquetaduras de la taza:

(Taza, cubos, Taza de émbolo, Tazas del pistón, Zapatillas, Tazas de empaque, Zapatillas de empaque).

Las empaquetaduras de las tazas tienen una función principal, prevenir el escape entre el émbolo y las paredes del cilindro durante el bombeo (la carrera ascendente en la bomba de simple efecto). Se aplica cuero u otro material flexible sobre la cara del émbolo. Conforme el émbolo asciende el reborde de la taza presiona contra la pared del cilindro, sellándolo. El movimiento centrípeto del reborde de la taza durante el descenso disminuye la fricción y el desgaste. La fricción deslizante reiterada entre las tazas y el cilindro eventualmente desgastará del todo las tazas por lo que éstas deben reemplazarse periódicamente.

Las empaquetaduras de la taza deben ser no tóxicas, de larga duración, tener bajo coeficiente de fricción, ser resistentes a mohos, hongos y otros ataques biológicos; ser fácil y rápidamente disponibles; ser suficientemente flexibles para rellenar las irregularidades de las paredes del cilindro, incluso sus deformaciones, pero suficientemente rígidas para evitar que se reviertan al invertirse la dirección de los esfuerzos cuando el émbolo inicia su ascenso; ser resistentes al humedecimiento y secado cíclicos; tener bajo costo.

No hay empaquetadura de la taza que reúna completamente todos los requisitos. El cuero ha sido el material elegido a lo largo de los siglos y continúa siendo el que marca la pauta. El cuero es relativamente barato y se encuentra disponible por todo el orbe. Su duración como empaquetadura de la taza aumenta si se elige adecuadamente el tipo del cuero (de preferencia del anca o lomo, la piel hacia afuera) si es bien afetado, estregado, curtido y moldeado; y si se aplican aditivos (impregnación con cera derretida).

En algunos programas de pozos superficiales se están usando en la actualidad tazas de cloruro de polivinilo (PVC). Su principal ventaja parece ser su mayor durabilidad. No se pueden usar con cilindros de

PVC. Otro material posible es el caucho.

El procedimiento más importante para reducir la fricción y con ello el desgaste, es el uso de cilindros o revestimientos de cilindros de paredes lisas.

La fricción también se puede aminorar mediante el control riguroso del diámetro de la empaquetadura de la taza.

En el caso de las tazas de cuero, el máximo diámetro exterior de la empaquetadura de la taza, antes de su instalación debe ser alrededor de 1/16 pulgadas (1.6 mm) menor que el diámetro interior nominal del cilindro; las tazas de PVC deben ajustarse con una luz ligeramente menor. La (s) contrabridas de la (s) taza (s) y el (los) espaciador (es) deben ajustarse contra las tazas, pero no tanto como para que produzca deformación. La presión de agua sobre la taza, durante la carrera de bombeo despliega el reborde hacia afuera asegurando el contacto perimetral con la pared del cilindro.

El desgaste acelerado de la empaquetadura de la taza es una de las razones para poner guías a las varillas de las bombas de mano de pozo profundo. Frink y Fannon (1967), basados en amplia experimentación, informan que "... hubo más del doble de desgaste en las tazas de bombas (de pozo profundo) cuyas varillas no tienen guías, que en las tazas de bombas con varillas con guías" (p.10).

Es práctica común usar tazas múltiples en pozos cuya profundidad es mayor de 100 pies (30 metros) añadiéndose una taza por cada 50 a 100 pies (15 a 30 metros). El aumento de carga incrementa el escape, lo que puede contrarrestarse con un sistema de tazas múltiples al crearse un sellado de tipo laberinto.

Válvulas.-

(Para los diferentes nombres). Figura N° 3

Función y nomenclatura:

Las bombas recíprocas de mano poseen por lo general dos válvulas dentro

del cilindro ; una válvula en la armadura del émbolo, la otra en la base o extremo de succión del cilindro. La válvula del émbolo es conocida también como válvula de descarga, válvula de salida, válvula elevadora. La válvula de succión es conocida frecuentemente como válvula de pie y menos frecuentemente como válvula de la toma o válvula de entrada. Tanto la válvula del émbolo como la válvula de succión, son válvulas de retención, es decir válvulas que limitan el flujo a un sólo sentido; en el caso de los pozos, el vertical ascendente.

La válvula de retención del émbolo se cierra durante la carrera ascendente elevándose así el agua hasta el punto de descarga, y se abre durante la carrera descendente para permitir el relleno que reemplaza el agua descargada durante el ciclo de bombeo anterior. La válvula de retención de succión se abre durante la carrera ascendente del émbolo y se cierra durante su carrera descendente. La válvula de retención de succión también contribuye a mantener la bomba cebada, eliminando con ello el trabajo de tener que recebar para reiniciar el bombeo; los riesgos potenciales de recebar con agua contaminada; y los riesgos de que se sequen las empaquetaduras de la taza de cuero, las chapaletas y asientos de la válvula y las empaquetaduras del cilindro. (El humedecimiento y secado alternados del cuero acortan su vida útil).

Criba.-

Cuando es necesario, se coloca una criba debajo de la válvula de retención de succión. Protege la bomba contra el material en suspensión que puede haber en el agua y que puede causar desgaste excesivo u obstrucción. El área del flujo que atraviesa la criba debe ser por lo menos tres veces mayor que el de la tubería de bajada.

Cilindros.-

Función:

El cilindro es un tubo o tubería que aloja la armadura del émbolo y la válvula de retención de succión. El sello hidráulico, formado por el -

contacto móvil entre la pared del cilindro y las empaquetaduras de la taza del émbolo. crea un vacío parcial que hace posible la elevación del agua por aspiración.

La longitud del cilindro es función de la carrera del émbolo, la que, típicamente, es de 5 a 10 pulgadas (125 a 250 mm), para bombas de mano, muchas veces más larga para bombas de molino de viento. Se requiere longitud adicional para las tapas y para las armaduras del émbolo y de las válvulas de succión, para las tolerancias permitidas a las longitudes de la tubería de bajada y de la varilla de la bomba y para prevenir los abusos del operador tales como impulsar el émbolo contra la válvula de succión por elevación excesiva del mango. Los cilindros que se desgastan muy rápidamente, se construyen a veces de doble longitud, lo que permite reajustar la profundidad del émbolo y continuar el bombeo sin necesidad de extraer y reemplazar el cilindro. Las longitudes del cilindro que más fácilmente se encuentran en el mercado van de 10 a 42 pulgadas (0.25 a 1.10 metros).

Tipos de cilindros:

Cilindro de tipo cerrado: Este tipo de cilindro está provisto de una tapa o casquete con rosca que recibe la tubería de bajada normal. Debe notarse que para reemplazar o reparar las válvulas o las empaquetaduras de la taza del émbolo, es necesario extraer del pozo la varilla de la bomba y la tubería de bajada.

Cilindro de tipo abierto: Este cilindro está dotado de un anillo roscado para recibir una tubería de bajada de diámetro suficientemente amplio que permita extraer la varilla de la bomba y la armadura del émbolo.

Selección del sitio de instalación

Las consideraciones que deben tomarse en cuenta al seleccionar el sitio donde se va a instalar una bomba de mano comprenden:

1. La calidad y cantidad de agua disponible:

La fuente debe evaluarse sobre la base de que ofrezca una provisión continua a lo largo de todo el año, incluyendo la estación "seca" y bajo condiciones de uso que puedan afectar la confianza que siempre debe tenerse en la fuente. Por ejemplo: el abatimiento que se produzca en la mesa de agua - del pozo, ocasionado no solamente por el uso del pozo mismo, sino por la influencia de pozos vecinos.

La preocupación principal con respecto a la calidad del agua es la de seguridad bacteriológica de la misma, principalmente el que esté libre de contaminación por excreta humana. A causa de que las plantas de tratamiento de agua y de cloración son de existencia problemática en un abastecimiento de agua en zona rural, las fuentes de agua subterráneas, donde ésta es asequible, ofrecen mayores seguridades de agua más - pura (y menos costosa). O sea que las aguas que por naturaleza, sean más puras o "inocentes" deben preferirse a aquellas - que son tratadas o "arrepentidas". Además del pozo, las fuentes pueden incluir galerías de infiltración, cisternas, canales y reservorios de agua tratada.

Si bien es cierto que la calidad bacteriológica es de suma importancia, otros parámetros de calidad pueden ser así mismo - importantes, por ejemplo: algunas aguas subterráneas tienen - concentraciones excesivas de cloruros, arsénico o fluoruros. El sabor, el olor o la turbiedad pueden influenciar en la aceptación de la nueva fuente entre los consumidores.

2. Protección de la bomba y del agua de peligros contra la salud:

El sitio escogido debe estar libre de contaminación, ya sea existente o potencial, por excreta humana o animal debe hallarse por encima del nivel de inundación y alejada de drenes, colectores de desagüe, aguas corrompidas, silos sanitarios y tanques sépticos. La selección del sitio debe incluir una en -

cuesta sanitaria de la fuente y el ambiente que lo rodea.

3. Conveniencias para la población usuaria:

El éxito final de las instalaciones dependerá de su aceptación por parte del usuario. Así, la selección del sitio debe considerar también factores tales como el que la comunidad se encuentre preparada o lista para aceptar la bomba, la proximidad de los usuarios, las diferencias étnicas o de clase entre los usuarios e inclusive la exposición al vandalismo o ratería. Cuando existe un gran número de usuarios por bomba, con la consiguiente larga línea de espera, o cuando se tienen que caminar largas distancias para llegar a la fuente, el resultado es que los potenciales consumidores pueden desalentarse, especialmente si otras fuentes alternativas, quizás canales de riego, aun con agua no potable, se hallan más cerca de los usuarios. Cuando hay importante uso de agua, debe considerarse la provisión de dos o más bombas (y pozos). Este arreglo también provee una bomba de emergencia, lista para entrar en acción en caso de que otra bomba se malogre.

4. Acceso a los usuarios y al servicio de mantenimiento:

Las bombas públicas pueden estar instaladas en vías de acceso a los usuarios y sean así accesibles al servicio de mantenimiento y donde esto sea aplicable, a las cuadrillas de perforación y al equipo motorizado. El espacio vertical libre por encima del pozo debe permitir "sacar" la bomba y retirarla.

Protección de la salud:

En adición a la apropiada selección del sitio, los pozos y los tanques deben sellarse contra la contaminación por aguas superficiales.

Cuando esto sea posible, los pozos y las bombas deben desinfectarse, antes del inicio de su utilización, cuando se sospeche -

posible contaminación. También se recomienda la desinfección durante el uso, en epidemias de enfermedades transmitidas por el agua, como el cólera.

Debe proveerse drenaje para el agua derramada o de desecho, incluyendo zanjas y otros medios de prevención de formación de charcos o pozos, los cuales pueden ser criaderos de mosquitos y otros vectores.

Mantenimiento:

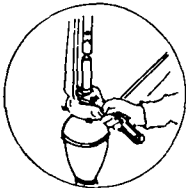
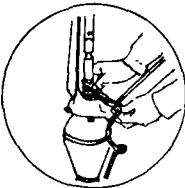
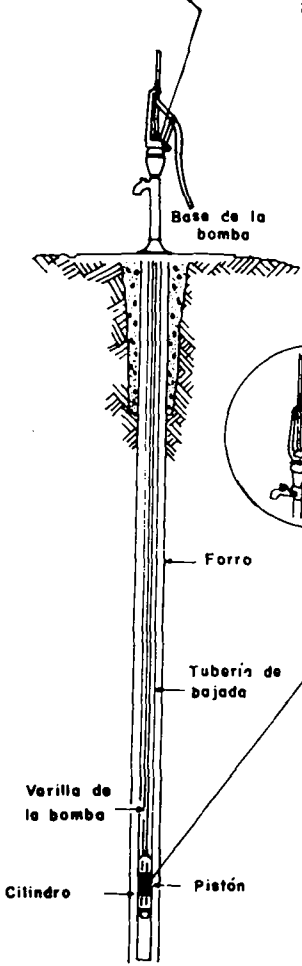
1. Antecedentes:

La elevada tasa de bombas defectuosas u abandonadas no refleja simplemente una pobre calidad de las bombas, sino también un servicio de mantenimiento y reparación inadecuado. Muchas autoridades en la materia sostienen que el mantenimiento es el elemento crítico de los programas de bombas de mano. Las causas posibles de un mantenimiento pobre pueden ofrecer alguna comprensión del problema que lleve a su mejoramiento.

- a) Pobre calidad del diseño y manufactura de la bomba de mano. Esta condición es también el resultado de los esfuerzos de muchos años para disminuir el peso de la bomba, disminuir sus dimensiones, etc. con el objeto de lograr menores costos y presentar bajas propuestas en las licitaciones, sobre todo en ausencia de especificaciones definidas. Mucho del proceso de compra de bombas de mano, tiene una inherente inclinación hacia bajos costos de capital e ignora los costos que se suceden en el ciclo vital de la bomba.
- b) La tecnología en uso hace necesaria la lubricación frecuente. La misma tecnología hace que se usen o se produzcan chumaceras y cojinetes de hierro y acero, ensamblajes por falta de reservorios de lubricante, exposición al clima, etc.

A CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE LA BOMBA DE MANO

- 1._ El terreno alrededor de la bomba debe ser inclinado.
- 2._ Mantener alejados de la bomba a los animales como caballos, etc.
- 3._ Arreglar cada cierto tiempo la caja de estopas.
- 3.1._ Si el agua escapa por el tope de la bomba, apretar la tuerca de la caja o ponga un nuevo empaque.
- 4._ Para su trabajo desconecte el mango de la bomba.



B REEMPLAZO DE LOS EMPAQUES DEL CILINDRO

- 1._ Si la bomba no eleva el agua del pozo, es necesario revisar los empaques del cilindro y cambiarlos si es necesario.

FIG. 4

- c) Baja estimación o falta de apreciación de las cargas estructurales y las que soportan los cojinetes en las bombas de pozo profundo.
- d) Gran variedad de bombas de mano en uso con la consiguiente necesidad de muchos repuestos diferentes. Escasa intercambiabilidad de partes, algunas veces entre bombas del mismo modelo, -- del mismo fabricante. Y aun entre tuercas, pernos y pasadores.
- e) Falta de retroinformación del servicio de mantenimiento hacia los servicios de ingeniería y adquisiciones. Poco análisis, por ejemplo, de las fallas más comunes. Sistema de registros inadecuado.
- f) Poca habilidad o destreza en las operaciones de mantenimiento, faltade adiestramiento, herramientas inadecuadas (por ejemplo, pocos son los hombres de las aldeas que tienen el equipo para subir o levantar la varilla de la bomba, la tubería de bajada y el cilindro), falta de transporte y falta de supervisión. To das estas fallas o situaciones son características de muchos programas.
- g) Invisibilidad del mantenimiento y falta del servicio de emergencia. Usuarios que retornan a sus fuentes antiguas de abastecimiento. Supervisores de mantenimiento muy alejados de la escena donde existe la necesidad.
- h) Falta de atractivo y de status. En una crisis de presupuesto es clásica la acción inmediata de "diferir los gastos de mantenimiento". El Mantenimiento rara vez es el mejor camino para ascensos de categoría o recompensas financieras.
- i) Falta de apreciación del mantenimiento preventivo. El mantenimiento es considerado a menudo sólo como una función de reparación.

2. Niveles de responsabilidad:

La mayoría de los programas de mantenimiento de bombas de mano pueden caracterizarse como un sistema de un nivel o de dos niveles. El sistema de un nivel es aquel donde todo el mantenimiento es responsabilidad de la organización central. En el sistema de dos niveles, la responsabilidad del mantenimiento se comparte con las aldeas o comunidades beneficiadas.

a) Sistemas de mantenimiento central:

En ambos sistemas de mantenimiento es la Institución Central, la que usualmente instala la bomba. Puede ser que el pozo también esté dentro de sus responsabilidades o que sea la de otra organización o entidad. Cuando se trata de pozos excavados, la aldea puede proporcionar, mano de obra, la que tendrá supervisión de la Institución Central. Esta también corre usualmente con las reparaciones o con el reemplazo de las bombas en ambos sistemas. Mantiene almacenes de repuestos, lubricantes y provee transporte, almacenaje y adiestramiento. Cuando la agencia central provee mantenimiento de rutina, a menudo usa un hombre o equipo de mantenimiento que hace rondas, que puede o no tener vehículos, y que sirve de 20 a 200 bombas (el número varía con las circunstancias) en forma repetitiva.

b) Sistemas de mantenimiento conjunto local y central:

En este sistema la comunidad local, o un residente de la comunidad empleado por la Institución Central, asume la responsabilidad de todas las tareas de lubricación y reparaciones menores, por ejemplo, reemplazo de los sellos o empaquetaduras de la taza ("zapatillas") de una bomba de pozo superficial.

Cuando los pobladores se ciñen sólo a las tareas de mantenimiento básico que requieran de atención permanente, el servicio de apoyo de la Institución Central puede visitar la bomba a intervalos regulares (v.g. cada tres meses) para dar servicio de re-

visión integral.

En algunos programas se puede dar a ciertos pobladores adiestramiento en mantenimiento de bombas y dejar virtualmente toda la responsabilidad en sus manos.

c) Sistemas de "autosuficiencia" local:

Se alega, por algunos, que si una bomba fuera diseñada para que pudiera construirla un artesano rural de la aldea usando herramientas simples y materiales locales corrientes, entonces el hombre que "fabricara" la bomba siempre estaría a mano para repararla cuando fuere necesario. Esta aldea, sería entonces autosuficiente en todo lo que se refiere a su bomba.

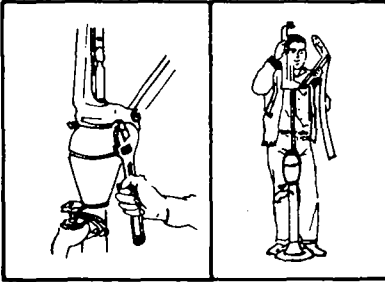
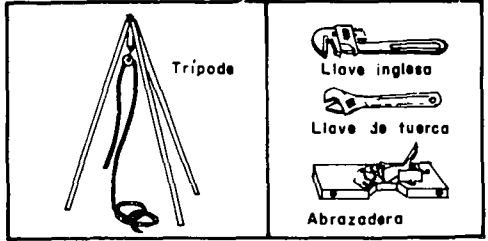
Este argumento es respaldado por la observación de que muchas bombas de riego de diseño tradicional para bombeos de poca altura son construídas y mantenidas por artesanos rurales. Estas bombas no se utilizan mucho para abastecimientos de agua potable aun en su mismo medio circundante. Se han propuesto otros diseños más ajustados a las necesidades de abastecimientos de agua potable, que se han construído y se han usado con resultados variables. La mayoría no han resultado satisfactorios cuando la comunidad ha hecho uso de ellos intensivamente, y han demostrado ser funcional y estructuralmente inadecuados, especialmente en su aplicación a pozos profundos; careciendo de durabilidad y siendo muy costosos, o, de cualquier otra forma, inaceptables a los usuarios locales y rechazados por los mercados de absorción de este tipo de productos.

d) Sistemas libres de mantenimiento:

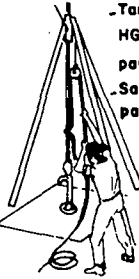
Cuando se instalan bombas de agua sujetas a condiciones de extrema dificultad de acceso o de uso particularmente severo, y su falla puede tener un impacto capital en sus usuarios, pueden usarse bombas de mano que sean muy costosas y que prácticamente

REEMPLAZO DE EMPAQUES DEL CILINDRO

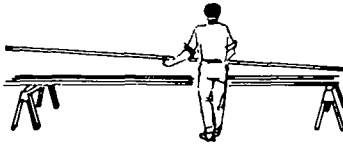
Herramientas
necesarias.



- Para retirar el cilindro haga lo siguiente:
- Retirar la parte superior del soporte de la bomba.
- Levantar la varilla.
- Tener cuidado de que la varilla no se resbale al pozo.



- Tanto los tubos como las varillas de HG póngalos sobre un caballete para que no se ensucien.
- Saque el cilindro y revise los empaques. Cambie si es necesario.

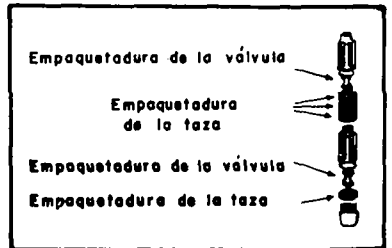
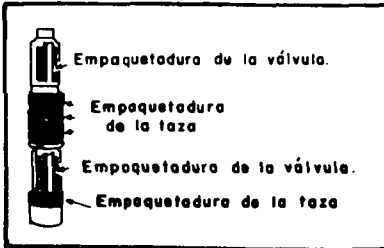


Caballetes para tubería y hierro.

Tripode



Amarre de clavada



mente no requieran mantenimiento alguno. Estas bombas usan volantes, cigueñales, cojinetes antifricción, lubricación a presión, etc. y han funcionado satisfactoriamente por largos períodos requiriendo sólo precaución de mantenimiento anual, su elevado costo, sin embargo, limita severamente su uso.

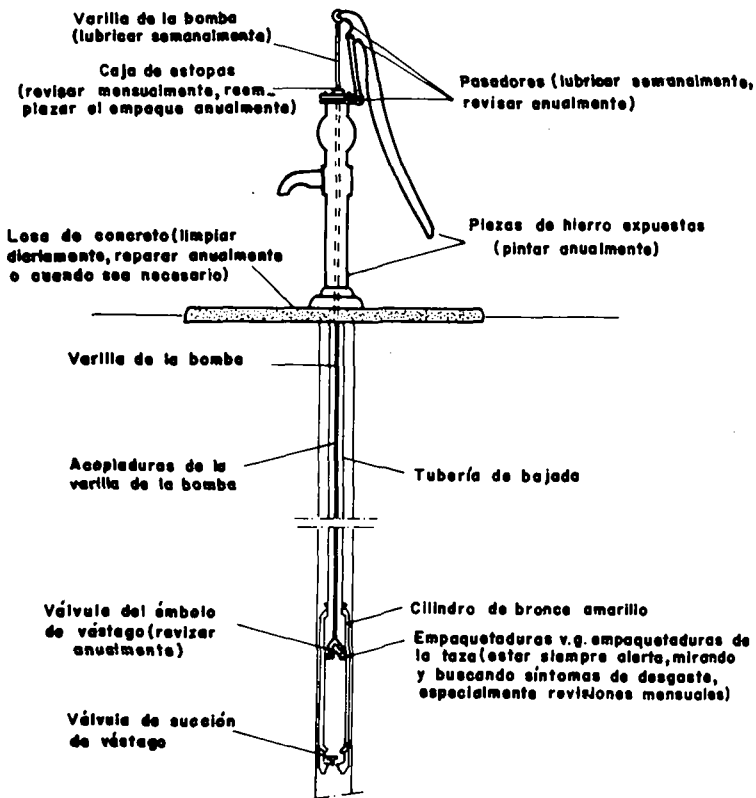
3. Desarrollo, bienestar y economía:

Los abastecimientos de agua para la comunidad son fomentados por mucha gente como vehículo o medio de educación social y desarrollo comunitario. La aceptación por parte de la comunidad de la responsabilidad del mantenimiento puede ser una piedra fundamental en esta perspectiva. Sin embargo, si el mantenimiento local es inadecuado, este hecho puede convertirse en una rueda de molino que mueva las esperanzas de la población y de sus patrocinados para llegar a tener un servicio de abastecimiento de agua adecuado y seguro, esto es, que eleve su nivel de bienestar. Esta tensión se aumenta por la necesidad de proceder con eficiencia económica al tratar de proveer de agua potable con recursos disponibles severamente limitados.

4. Fallas comunes:

Tanto el diseño de las bombas como su selección y mantenimiento deberían orientarse hacia reducir el riesgo de que se malogre la bomba, y otra clase de problemas. La experiencia vivida en una variedad de países apunta a algunos componentes en las bombas como los puntos más susceptibles de falla, a los que debería darse énfasis en el mantenimiento. En el cabezal de la bomba, éstas son los pasadores sobre los que bascula el mango; y el desgaste, pérdida o rotura de tuercas y pernos y otras partes similares. La falta de lubricación y el manejo descuidado (golpeando el mango contra sus topes) son causa de frecuentes problemas.

Otra causa común de que se malogren las bombas es el desgaste de la empaquetadura de la taza en el cilindro, siendo éste en muchos países el problema más común. Este problema se reduce usando cilindros de paredes más lisas de bronce amarillo o plástico, en vez de los de fierro forjado, o usando empaquetaduras de alta ca



REQUISITOS DE MANTENIMIENTO DE LOS COMPONENTES DE BOMBAS DE MANO (Según Pacey, 1976)

FIG. 6

lidad. Algunos materiales sintéticos muestran gran promesa como posibles reemplazos de las empaquetaduras de cuero. Las empaquetaduras o sellos de cloruro de polivinilo (PVC) pueden inclusive alisar la pared del cilindro.

Otra causa importante de fallas en las bombas la constituyen las válvulas dentro del cilindro. Las válvulas de bola son normalmente simples y sin problemas, pero el golpeteo de la bola de acero puede deformar el asiento de metal. Las válvulas de vástago, con acolchado de jebe han sido algunas veces más efectivas a largo término por esta razón, pero pueden erosionarse con el tiempo. Las válvulas de charnela, son probablemente las que más fácilmente se reparan, pero requieren atención más permanente.

Otro problema común con las bombas de mano es la rotura de las varillas de la bomba o de las uniones de las varillas y, así mismo, problemas con las acopladuras de las varillas, bridas y cajas de estapas.

Durante la primera y última etapa de un programa de bombas de mano que operan con gran número de instalaciones, se han de producir fallas en una proporción mayor al promedio; muchas bombas sufrirán de daños menores, luego entrarán a una etapa relativamente libre de problemas y se dañarán por desgaste de todas sus partes.

5. Inspección periódica, lubricación y reparación:

Aunque el juicioso diseño o selección evita muchas dificultades, es el mantenimiento regular la clave de la operación satisfactoria de las bombas de mano. La frecuencia del mantenimiento puede ajustarse para bombas que tienen poco uso. Las bombas que son mantenidas sobre estas bases raramente han de malograrse.

6. Instrucciones del fabricante:

Las instrucciones del fabricante para el ensamblaje, instalación,

lubricación y mantenimiento deben seguirse exactamente. La bomba debe examinarse cuidadosamente antes de que se instale y debe hacerse todos los ajustes que sean necesarios.

7. Adiestramiento:

Los programas de adiestramiento que se relacionan con el mantenimiento de las bombas deben enfatizar los procesos de instalación, operación y mantenimiento. El último es de vital importancia. Los folletos y literatura ilustrativa proporcionada por los fabricantes sobre la instalación, operación y mantenimiento de la bomba, deben ser continuados y expandidos por un activo adiestramiento.

Al personal que adiestra debe instruírsele en cómo trabaja la bomba, las causas más comunes de las fallas, y su corrección. El adiestramiento no debe limitarse sólo a charlas o lecciones; el personal en adiestramiento debe estar físicamente involucrado durante el -aprendizaje. El adiestramiento en trabajo durante la instalación -original de la bomba es un excelente medio.

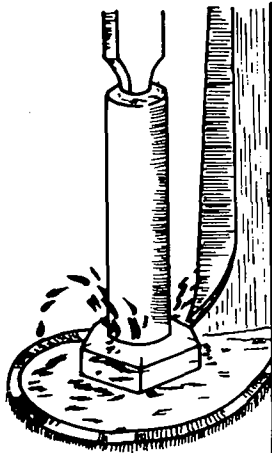
Debe contarse, para propósitos de adiestramiento, con muestra de -bombas usadas en la localidad y con herramientas que permitan armarlas y desarmarlas. Una colección de partes rotas o usadas sirve mucho para fines de demostración.

CUADRO N° 2

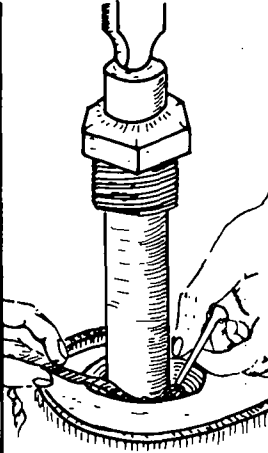
PROBLEMAS COMUNES DE LAS BOMBAS DE MANO Y SUS SOLUCIONES

<u>PROBLEMA</u>	<u>CAUSA PROBABLE</u>	<u>SOLUCION</u>
1. El mango de la bomba trabaja con facilidad , pero no sale agua.	A. No hay agua en la fuente. Pozo seco.	Rehabilitar el pozo, buscar una nueva fuente de agua.
	B. El nivel de agua ha caído por debajo de la altura de succión de la bomba.	Puede medirse con un medidor de vacío o con una cuerda con peso. Reducir la taza de bombeo o bajar el cilindro de la bomba.
	C. La bomba se ha decebado	Cebar la bomba. Si la bomba pierde repentinamente su cebado, ello puede deberse a que está bombeando a pozo seco, o que la tubería de succión tiene una fuga, o que la válvula de succión o la válvula de retención de descarga pueden haber desarrollado una fuga. Reparar la tubería o la válvula. Verificar también 1A y 1-B.
	D. Las empaquetaduras de la taza ("Zapatillas" del cilindro se han gastado.	Renovar las empaquetaduras de la taza ("zapatillas") del cilindro.
	E. Las válvulas o los asientos de las válvulas, pueden estar gastados o corridos.	Renovar las válvulas y reparar o renovar los asientos.

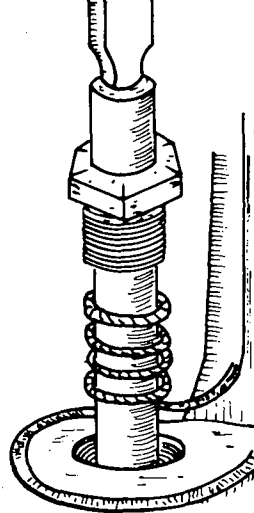
COMO REEMPLAZAR UN EMPAQUE GASTADO



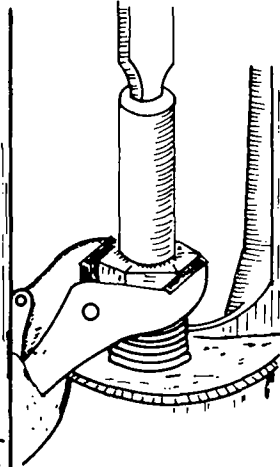
EL EMPAQUE ESTA GASTADO POR CONSIGUIENTE EL AGUA ESCAPA.



QUITAR EL EMPAQUE GASTADO.



REEMPLAZAR CON EL NUEVO EMPAQUE.



MANTENER LA TUERCA LO SUFICIENTEMENTE APRETADA PARA PREVENIR LAS FUGAS DE AGUA Y ENGRASAR LA TUERCA.

PAGINA DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO DE BOMBAS DE AGUA EN LAOS PARA USARSE EN EL CAMPO

(original en idioma Laotiano e Inglés)

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
	F. Con una bomba impelente de pozo profundo, la varilla del émbolo puede estar rota.	Este problema puede ser señalado por la bomba misma al correr más libre y probablemente con mayor silencio. Correr la mano por la bomba y notar si hay resistencia en la carrera hacia arriba del émbolo. Las varillas rotas deben reemplazarse y esto usualmente significa sacar la tubería de bajada y el cilindro fuera del pozo.
1. El mango de la bomba trabaja con facilidad pero no sale agua	G. La válvula de cierre puede estar cerrada (bomba impelente).	Abrir la válvula.
	H. Hueco en la tubería de succión	Renovar la tubería de succión. El cilindro debe bajarse por debajo del nivel del agua en el pozo.
	I. La tubería de succión puede estar taponada con escamas o con excrecencias producidas por las bacterias del hierro, o puede estar con sedimento.	Puede verificarse con un medidor de vacío. Renovar la tubería de succión y limpiar o renovar.
	J. El cilindro de la bomba puede estar rajado	Renovar el cilindro
	K. Fuga en la base del cilindro.	Renovar la empaquetadura del cilindro.
	L. Una o más de las válvulas de retención quedan abiertas por suciedad o escamas.	Renovar las válvulas e inspeccionar para detectar el problema. Con bombas impelentes para pozos profundos. Esto puede significar levantar el cilindro de la bomba o el émbolo y las válvulas y extraerlas fuera del pozos.

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
2. La bomba funciona pero entrega sólo una pequeña cantidad de agua.	A. Las zapatillas del é <u>m</u> bolo muy gastadas (bombas de émbolo y - de pistón).	Renovar las zapatillas.
	B. El pozo no rinde su - ficiente agua.	Disminuir la demanda o establecer nuevas fue <u>n</u> tes de agua.
La bomba funciona pero entrega sólo una pequeña cantidad de agua.	C. Cilindro rajado (bomba de émbolo o de pistón).	Renovar el cilindro.
	D. Fugas de las válvulas de retención.	Reparar la (s) válvulas
	E. La criba o la válvula de succión puede es = tar obstruída.	Extraer y limpiar
	F. Las tuberías de succión son muy pequeñas.	Puede verificarse con me <u>d</u> idor de succión. Insta <u>l</u> ar tuberías con mayor diámetro, o para bomba - de pozo profundo, bajar el cilindro de la bomba por debajo del nivel de agua en el pozo.
	G. La(s) válvula(s) de suc <u>ci</u> ón malogradas.	Reparar la (s) válvula (s).
	H. Tubería de bajada o aco <u>pl</u> adura rajada.	Renovar tubería de baja <u>d</u> a o acopladura.
3. La bomba requiere muchas brazadas para arrancar.	A. La bomba ha perdido su cebado	Ceb <u>a</u> r la bomba, si la bomba pierde repentinamente su cebado, puede ser que esté bombeando periódicamente en pozo seco, o la válvula de succión y la tubería de succión tengan fugas. Reparar o renovar la tubería o la válvula.
	B. Las empaquetaduras de la taza del cilindro pueden estar gastadas.	Renovar las empaquetaduras de la taza del cilin <u>d</u> ro.

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
4. El mango salta hacia arriba al terminar su bajada	A. La tubería de succión taponada por debajo del cilindro de la bomba.	Remover la bomba y limpiar la tubería de succión. Si el pozo se ha rellenado de tierra y suciedad hasta la tubería de succión, el pozo debería ser limpiado o la tubería debería ser cortada.
	B. La válvula de retención del émbolo falla en abrirse o cerrarse	Reparar la válvula de retención.
	C. La tubería de succión muy pequeña.	Reemplazar con tubería de succión más grande.
	D. El agua muy debajo de la bomba (la tubería de succión muy larga)	Colocar el cilindro más cerca del agua.
5. Fugas de la caja de estopas.	A. Las empaquetaduras gastadas o flojas.	Renovar o apretar las empaquetaduras. Dejar la tuerca del empaque lo suficientemente floja como para permitir un goteo lento de agua. El agua sirve como lubricante.
6. La bomba produce mucho ruido	A. Los cojinetes u otras partes de la bomba están flojas	Apretar o renovar las partes flojas.
	B. La bomba está suelta en su montaje	Enderezar y arreglar el montaje.
	C. Con bombas de émbolo para pozo profundo que tengan la varilla del émbolo de acero, la varilla puede estar golpeando contra la tubería de bajada.	Usar una varilla de madera o instalar guías para la varilla o enderezar la varilla si está torcida.

CUADRO 4-2 PROGRAMA PARA MANTENIMIENTO DE BOMBAS DE MANO SENCILLAS

- Diariamente
1. Cerrar y abrir la bomba a los horas acordadas por la aldea.
 2. Limpiar la parte superior del pozo.
- Semanalmente
1. Limpieza cuidadosa de la bomba, de la parte superior del pozo y de los alrededores.
 2. Aceitar y engrasar todos los pasadores, cojinetes y partes deslizantes después de verificar que no se haya formado óxidos.
 3. Registrar cualquier comentario de los usuarios acerca de irregularidades en el trabajo de la bomba (partes apretadas, fugas por la caja de estopas, caída del agua bombeada).
Corregirlo cuando sea posible.
- Mensualmente:
1. Ajustar la caja de estopas si es necesario (esto no se aplica a la bomba Crealius). Usualmente se hace esto apretando la tuerca del empaque. Sin embargo, ésta no debe quedar apretada. Cuando el ajuste es correcto debe haber un escape de agua muy ligero.
 2. Verificar que todas las tuercas y los pernos estén apretados y verificar que no haya evidencia de conexiones flojas o sueltas en la varilla de la bomba.
 3. Verificar si las empaquetaduras muestran síntomas de desgaste, anotando si hay comentarios de los usuarios acerca de caída de agua elevada. Si la bomba falla en elevar agua cuando se la opera despacio (v.g. a 10" brazadas" por minuto), hay que reemplazar las zapatillas.

4. Llevar a cabo todas las tareas de mantenimiento semanales.

- Anualmente:
1. Pintar las partes expuestas para prevenir el desarrollo de herrumbre u óxido.
 2. Reparar cualquier rajadura en el concreto de la parte superior del pozo y alrededores.
 3. Verificar el desgaste de los cojinetes del mango y reemplazar las partes que fueran necesarias. En la bomba Crealius, se pueden reemplazar las a copladuras gastadas por ciertos segmentos de tubería, de diámetro apropiado.
 4. Verificar la válvula del émbolo y la válvula de pie, reemplazarlas si se encuentran fugas.
 5. Revisar el empaque de la caja de estopas (no se aplica a la bomba Crealius).
 6. Llevar a cabo todas las tareas de mantenimiento mensuales.

TOMADO DE:

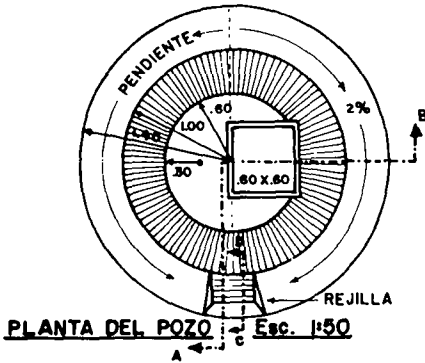
"BOMBAS DE MANO"

Centro Internacional de Referencia para Abastecimiento Público de Agua. Publicación del "Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Mundial de la Salud". Julio 1977

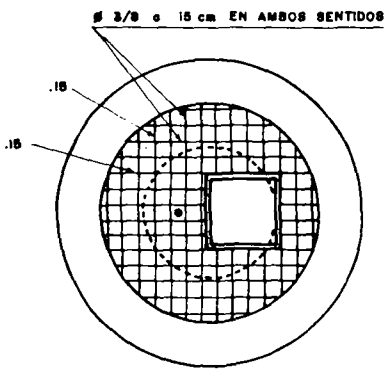
INSTALACION DE UNA

BOMBA DE MANO

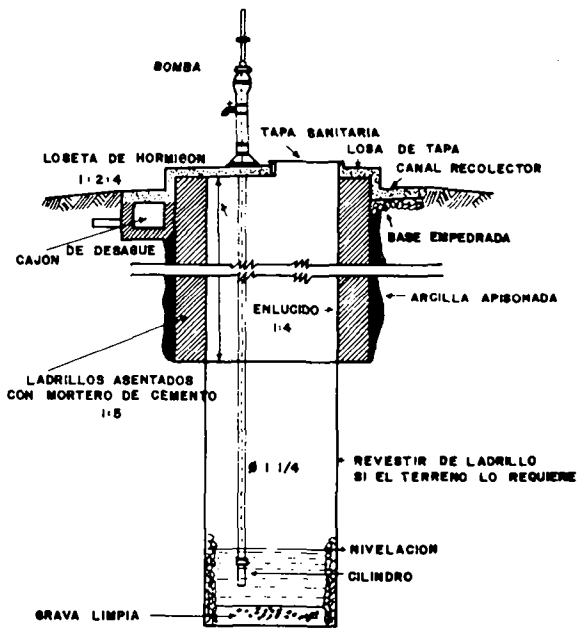
(Detalles)



PLANTA DEL POZO Esc. 1:50

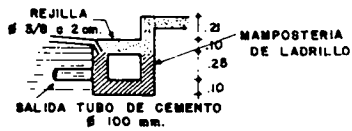
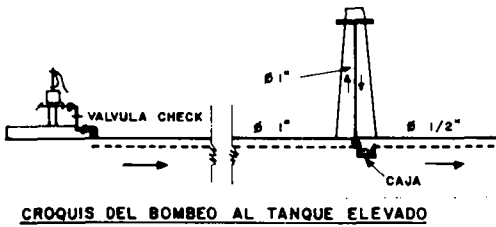
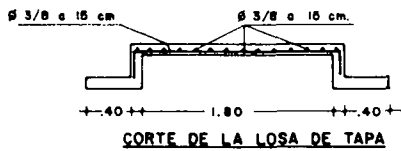


LOSA DE TAPA PLANTA Esc. 1:50

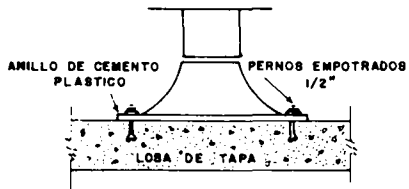


CORTE A-B

Esc. 1:50



CORTE C-D DEL CAJON DE DESAGUE Y LA REJILLA Esc. 1:50



**DETALLE DEL ANCLAJE DE LA BOMBA
Esc. 1:25**

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO		FINANCIAMIENTO				
			UNITARIO	TOTAL	COMUNIDAD	I.E.O.S.			
VIENEN									
Tubo de cemento Ø 4", L-1m	u	15							
Rejilla cajón desague	u	1							
Hipoclorito de calcio 70%	lbs	1							
VARIOS:									
Mano de obra calificada									
Mano de obra no calificada									
Herramientas									
Transporte									
Promoción									
Dirección Técnica									
SUB - TOTAL :									
IMPREVISTOS : 10 %									
COSTO TOTAL :									
PORCENTAJE :									

CALCULO

ING. DE SANEAMIENTO

REVISOR

APROBO