

FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE BOMBAS MANUALES MÓDULO DE CAPACITACIÓN



Lima, 2004

El presente documento fue elaborado por el consultor ingeniero Abel Bellido para la Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

Tabla de contenido

	Página
Presentación	5
1. Nociones de hidrogeología	6
1.1. La Hidrología	6
1.2. El ciclo hidrológico del agua	6
1.2.1. Clasificación de las aguas naturales según el ciclo hidrológico	7
1.3. Aguas subterráneas	8
1.3.1. Generalidades	8
1.3.2. Distribución vertical de las aguas subterráneas	9
1.3.3. El acuífero	10
1.3.4. Tipos de acuífero	10
1.3.5. Funciones del acuífero	11
2. Pozos para abastecimiento de agua	12
2.1. Definición	12
2.2. Tipos	12
2.2.1. Pozo excavado	12
2.2.2. Pozo taladrado	12
2.2.3. Pozo a chorro	13
2.2.4. Pozo clavado	13
2.2.5. Pozo perforado	13
3. Métodos de perforación de pozos	13
3.1. Perforación por percusión	14
3.2. Perforación por Rotación	14
4. Bomba manual tipo CEPIS	14
4.1. Aspectos generales	14
4.2. Características de la bomba	15
4.3. Especificaciones técnicas	15
4.3.1. Componentes	15
4.3.2. Diseño de las partes de la bomba manual	17
4.4. Modelos de bombas manuales tipo CEPIS	22
4.4.1. Cabezal de acción directa	22
4.4.2. Cabezal con salida móvil	23
4.4.3. Cabezal con salida fija	23
5. Fabricación e instalación de la bomba manual CEPIS	25
5.1. Fabricación de la bomba manual	25
5.1.1. Características de fabricación	25
5.1.2. Partes de la bomba	25
5.1.3. Accesorios de la instalación	25
5.2. Instalación de la bomba manual	26
5.2.1. Herramientas	26
5.2.2. Procedimiento para el montaje de la bomba manual	27
6. Referencias bibliográficas	32

Lista de cuadros

Cuadro 1: Distribución del agua en el planeta	8
Cuadro 2: Características de los pozos artesianos y freáticos	11
Cuadro 3: Elementos y características del cilindro	17
Cuadro 4: Elementos y características del pistón-válvula	18
Cuadro 5: Elementos y características de la válvula de pie	20
Cuadro 6: Elementos y características del filtro	21

Lista de gráficos

Gráfico 1: El ciclo hidrológico del agua	7
Gráfico 2: Distribución vertical del agua subterránea	8
Gráfico 3: Tipos de acuíferos	12
Gráfico 4: Componentes de la bomba manual	16
Gráfico 5: Partes del cilindro	17
Gráfico 6: Partes del pistón-válvula	19
Gráfico 7: Partes de la válvula de pie	20
Gráfico 8: Partes del filtro	21
Gráfico 9: Bomba con cabezal de acción directa	22
Gráfico 10: Bomba con cabezal tipo palanca con salida móvil	23
Gráfico 11: Bomba con cabezal tipo palanca con salida fija	24
Gráfico 12: Partes de la bomba manual	26
Gráfico 13: Herramientas para la instalación de la bomba	26

PRESENTACIÓN

Este manual brinda los conocimientos necesarios a las personas involucradas con la labor de abastecimiento de aguas subterráneas mediante la perforación manual de pozos, fabricación e instalación de bombas manuales a fin de que estas labores se ejecuten en forma eficiente.

Un pozo no es un simple hueco perforado en el suelo, sino que es una estructura que debe reunir requisitos de índole técnico, sanitario, económico, entre otros aspectos. Por lo tanto, debe permitir obtener el caudal necesario al menor costo posible, debe ser durable y eficiente, entregando agua de buena calidad. Asimismo, lado la bomba debe contribuir a este fin facilitando la adecuada extracción y conservación del agua.

El contenido del manual comprende nociones básicas de hidrogeología, un grupo de temas referidos propiamente a la obtención del agua, estos son: pozos de abastecimiento de agua, fabricación e instalación de la bomba manual CEPIS.

Fabricación e instalación de bombas manuales

Módulo de capacitación

1. Nociones de hidrogeología

1.1 *La hidrogeología*

Es la ciencia que estudia el ciclo del agua en la naturaleza y su evolución en la superficie de la tierra y en el suelo, bajo sus tres estados físicos, gaseoso, líquido y sólido. La hidrología estudia la fase del ciclo del agua que comienza con la llegada del agua a la superficie de la tierra. Encierra por consiguiente: las precipitaciones, las aguas superficiales, la evapotranspiración, la infiltración y las aguas subterráneas.

La hidrología de las aguas subterráneas o hidrogeología, se define como el estudio del origen, ocurrencia, repartición y distribución del agua debajo de la superficie del suelo, estudia además los movimientos inherentes a ella.

1.2 *El ciclo hidrológico del agua*

Se denomina ciclo hidrológico del agua al movimiento permanente del agua desde la tierra hasta la atmósfera y su regreso a la tierra. El agua puede presentar tres estados: sólido, líquido y gaseoso. A su vez el ciclo hidrológico presenta diversas etapas, como son: evaporación, transpiración, condensación, escorrentía y percolación.

- ✓ **Evaporación:** Cuando la lluvia cae en el suelo caliente se evapora. El agua de los ríos, lagos y mares se evapora por la acción del sol. La transpiración es una evaporación pues el agua proveniente de las plantas y de los animales va a la atmósfera.
- ✓ **Escorrentía superficial:** Cuando parte de la lluvia cae sobre la superficie de la tierra y forman corrientes que llegan a los ríos, lagunas, mares, etc.
- ✓ **Escurrimiento subterráneo:** Ocurre cuando parte del agua penetra (se percola) en el suelo, formando manantiales, pozos, etc.
- ✓ **Condensación (precipitación):** El agua evaporada que forma las nubes, al llegar a zonas frías, se condensa y cae en forma de lluvia.

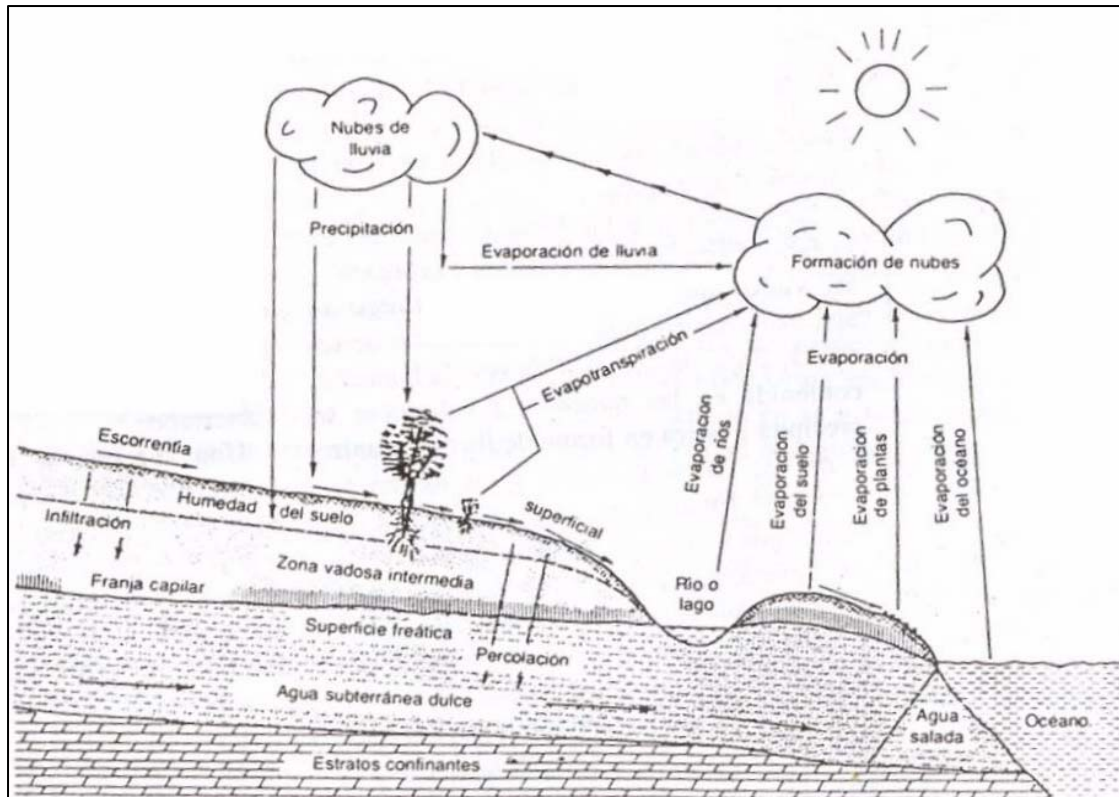


Gráfico 1. El ciclo hidrológico del agua

1.2.1 Clasificación de las aguas naturales según el ciclo hidrológico

El ciclo del agua evoluciona en tres medios diferentes: la atmósfera, la superficie del suelo y el subsuelo. De esta manera tenemos la siguiente clasificación:

- ✓ **Aguas atmosféricas o meteóricas:** Conformada por las lluvias, nieve, granizo, humedad, nubes, etc.
- ✓ **Aguas superficiales.:** Conformada por escurrimientos, ríos, lagos y mares.
- ✓ **Aguas subterráneas:** Conformada por el agua que percola a través de los estratos de la tierra y recibiendo un tratamiento natural, conforma los ríos subterráneos (acuíferos).

En el cuadro siguiente se muestra la distribución del agua en el planeta.

Cuadro 1. Distribución del agua en el planeta

TIPO DE AGUA	UBICACIÓN	%	CARACTERÍSTICAS
SALADA 97,5 %	a. Océanos	94.08	Cubren el 71% de la superficie de la tierra
	b. Aguas subterráneas salobres y lagos de agua salada	5.92	Incluye a los mares interiores
AGUA DULCE 2,5 %	a. Hielo y nieve	69.61	En forma de glaciares y capas de nieve permanentes
	b. Aguas freáticas	30.00	La mayor parte en acuíferos profundos de difícil acceso
	c. Lagos y ríos	0.25	los lagos representan la mayoría
	d. Suelos, humedales y biota	0.10	Agua contenida en lodos, humedad del suelo, pantanos, flora y fauna
	e. Vapor de agua en la atmósfera	0.04	Vapor y nubes. representa seis veces mas que todos los ríos del mundo

1.3 Aguas subterráneas

1.3.1 Generalidades

El agua que se infiltra en el suelo se denomina agua subsuperficial, pero no toda se convierte en agua subterránea. Tres son los hechos fundamentales que tienen relación con esta agua. Primero, que puede ser devuelta a la superficie por fuerzas capilares y evaporada hacia la atmósfera, ahorrándose así gran parte de su recorrido dentro del ciclo hidrológico descrito. Segundo, que puede ser absorbida por las raíces de las plantas que crecen en el suelo, ingresando de nuevo a la atmósfera, a través del proceso de la transpiración. Tercero, que la que se ha infiltrado profundamente en el suelo, puede ser obligada a descender por la fuerza de gravedad hasta que alcance el nivel de la zona de saturación que constituye el depósito de agua subterránea y que abastece de la misma a los pozos.

Las aguas de infiltración penetran en el suelo y el subsuelo. Para el estudio de las aguas subterráneas el suelo y el subsuelo no pueden ser separados y constituyen un complejo único.

Es preciso conocer que, desde el punto de vista geohidrológico, existen dos grandes tipos de rocas:

- ✓ Las rocas con permeabilidad de intersticios o de pequeña permeabilidad, como las arenas y las gravas.
- ✓ Las de permeabilidad de fisuras o de gran permeabilidad, donde el tipo predominante es la roca calcárea.

Siendo una formación permeable aquella que además de ser porosa, tiene los poros conectados entre si, por lo que permite que se almacene agua y se desplace a través de ella.

1.3.2 Distribución vertical de las aguas subterráneas

Para comprender las manifestaciones del agua subterránea, se requiere estudiar la distribución vertical de esta, dentro de los materiales geológicos subsuperficiales o formaciones. A mayor o menor profundidad, todos los materiales de la corteza terrestre son normalmente porosos. Los poros o aberturas pueden encontrarse parcial o totalmente saturados de agua.

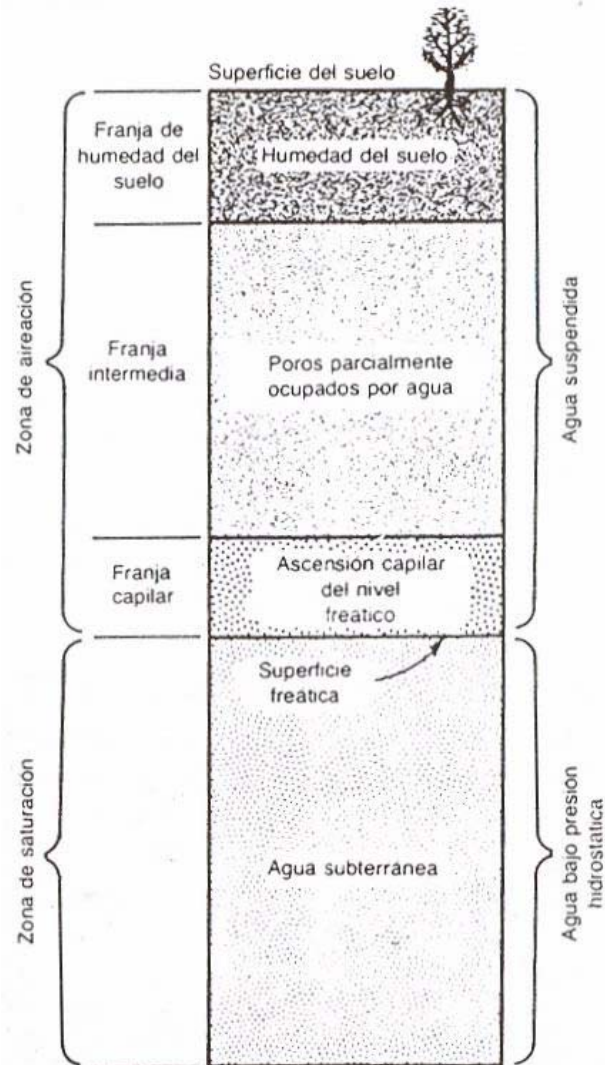


Gráfico 2. Distribución vertical del agua subterránea

a) Zona de aireación

Es el estrato superior, en donde los poros o aberturas están sólo parcialmente llenos de agua. Esta zona se divide en tres franjas:

- ✓ **La humedad del suelo:** Es importante para la agricultura, puesto que suministra el agua necesaria para el crecimiento de las plantas.

- ✓ **La franja intermedia:** Escapa del alcance de las raíces de la mayoría de las plantas. Su espesor varía de acuerdo con los tipos de suelo y de la vegetación.
- ✓ **La franja capilar:** Sólo en algunos casos las raíces de las plantas alcanzan esta franja. El espesor de esta franja varía en razón inversa a la granulometría y depende del tamaño de los granos del material.

b) Zona de saturación

Se encuentra por debajo de la zona de aireación, los poros o aberturas se encuentran completamente llenos de agua. También se le llama zona de agua sostenida. Es el dominio de las aguas subterráneas pudiendo alimentar los pozos y las fuentes. Las aguas de percolación se localizan en esta zona, llamaremos a esta zona de saturación Capa o Manto Acuífero. La parte superior, límite de la zona de saturación es una superficie de equilibrio, la presión del agua es igual, en todos los puntos, a la presión atmosférica; es la superficie libre de las aguas subterráneas o nivel freático.

Podemos decir entonces que la zona de saturación es aquella comprendida bajo el nivel freático.

1.3.3 El acuífero

Se llama formación acuífera a cualquier estrato geológico capaz de almacenar y transmitir agua. Por consiguiente, para que un pozo produzca agua se necesita que esté en contacto con una formación acuífera.

Las formaciones ígneas y metamórficas, por lo general, no dan paso al agua debido a que son poco permeables. Estas formaciones sólo permiten el paso del agua a través de grietas o canales formados en ellas.

Las rocas y formaciones de tipo sedimentario constituyen la mayoría de los acuíferos, debido a que son los más porosos y las más permeables.

Una definición simple de acuífero es la siguiente: *“Es la capa superior del agua subterránea”*.

1.3.4 Tipos de acuífero

a) Acuíferos de nivel freático

Son los acuíferos que tienen la parte superior del agua contenida en ellos a presión atmosférica. En los pozos perforados en estos acuíferos se encuentra el agua tan pronto como se llegue a la zona saturada, constituyendo este nivel de saturación al nivel estático del agua.

b) Acuíferos artesianos

Son los acuíferos que tienen el agua sometida a presión por encontrarse entre dos capas impermeables que la confinan. Cuando al hacer una perforación se rompe la capa confinante superior, el agua sube hasta el nivel estático, que está determinado por un agente de recarga (río, lago, etc.) en contacto con el acuífero.

1.3.5 Funciones del acuífero

Las funciones más importantes que realiza un acuífero son dos: almacenar agua y transmitir agua. Este, almacena agua sirviendo como depósito y transmite agua como lo hace un conducto. Los poros o aberturas de una formación acuífera le sirven tanto de espacio de almacenamiento como de red de conductos.

El agua subterránea se mueve constantemente a través de distancias extensas y desde las área de recarga hacia las de descarga. El desplazamiento es muy lento con velocidades que se miden en metros por día o metros por año. Como consecuencia de ello y del gran volumen que su porosidad representa, un acuífero retiene enormes cantidades de agua en almacenamiento inestable.

El siguiente cuadro resume algunas características de los pozos artesianos y freáticos.

Cuadro 2. Características de los pozos artesianos y freáticos

Tipo de acuífero	¿Cómo se encuentra la superficie del agua?	Tipo de pozo
Freático	A presión atmosférica (normal)	Pozo raso
Artesiano	A una presión mayor que la atmosférica	Pozo artesiano o profundo

En el gráfico siguiente pueden apreciarse los tipos de acuíferos mencionados.

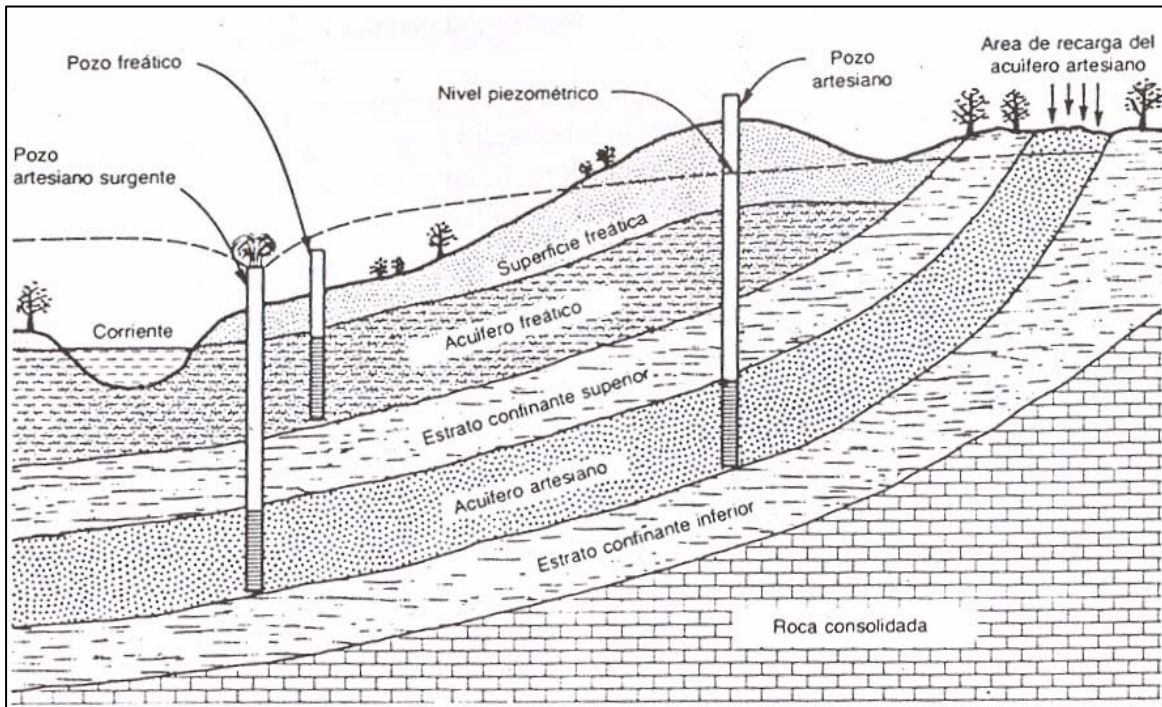


Gráfico 3. Tipos de acuíferos

2. Pozos para abastecimiento de agua

2.1 Definición

Un pozo para abastecimiento de agua es un hueco profundizado en la tierra para interceptar acuíferos o mantos de aguas subterráneas.

2.2 Tipos

Los pozos se clasifican en cinco tipos de acuerdo con el método de construcción.

2.2.1 Pozo excavado

Aquel que se construye por medio de picos, palas, etc., o equipo para excavación como cucharones de arena. Son de poca profundidad y se usan donde el nivel freático se encuentra muy cercano a la superficie. Su principal ventaja es que pueden construirse con herramientas manuales, además su gran diámetro proporciona una considerable reserva de agua dentro del pozo mismo.

2.2.2 Pozo taladrado

Aquel en que la excavación se hace por medio de taladros rotatorios, ya sean manuales o impulsados por fuerza motriz. Su principal ventaja es que pueden construirse con herramientas manuales, además su gran diámetro proporciona una considerable reserva de agua dentro del pozo mismo.

2.2.3 *Pozo a chorro*

Aquel en que la excavación se hace mediante un chorro de agua a alta velocidad. El chorro afloja el material sobre el cual actúa y lo hace rebalsar fuera del hueco.

2.2.4 *Pozo clavado*

Aquel que se construye clavando una rejilla con punta, llamada puntera. A medida que esta se clava en el terreno, se agregan tubos o secciones de tubos enroscados. Son de pequeño diámetro.

2.2.5 *Pozo perforado*

La excavación se hace mediante sistemas de percusión o rotación. El material cortado se extrae del hueco con un achicador, mediante presión hidráulica, o con alguna herramienta hueca de perforar, etc.

Cada tipo de pozo tiene sus ventajas particulares, que pueden ser, la facilidad de construcción, tipo de equipo requerido, capacidad de almacenamiento, facilidad de penetración o facilidad de protección contra la contaminación.

3. Métodos de perforación de pozos

Una perforación es un hueco que se hace en la tierra, atravesando diferentes estratos, entre los que puede haber unos acuíferos y otros no acuíferos; unos consolidados y otros no consolidados. Cada formación requiere un sistema de perforación determinado, por lo que a veces un mismo pozo que pasa por estratos diferentes, por lo que obliga a usar técnicas diferentes en cada uno de los estratos.

Una misma perforación puede atravesar varios acuíferos, por lo que es conveniente valorar cada uno de ellos para definir cuales deben ser aprovechados a la hora de terminar el pozo.

La determinación si una formación es acuífera o no, así como de su permeabilidad, se hace con base en las muestras que el perforador obtiene durante el transcurso de la excavación; de aquí la gran importancia que tiene realizar un buen muestreo.

Existen métodos mecanizados y manuales para perforar pozos, pero todos se basan en dos modalidades: percusión y rotación. Así mismo, se emplea una combinación de ambas modalidades.

3.1 Perforación por percusión

La gente de la antigua China perforaba, hace 1000 años, pozos de hasta 900 m de profundidad para explotar sal. Con un hierro pesado en la forma de una pera, golpeaban constantemente las rocas a perforar. Un poco de agua en el fondo del pozo se mezclaba con el polvo de roca y se extraía con baldes de tubo.

El método se basa en la caída libre de un peso en sucesión de golpes rítmicos dados contra el fondo del pozo.

3.2 Perforación por rotación

Estos equipos se caracterizan porque trabajan girando o rotando la broca, tríceno o trépano perforador.

El sentido de la rotación debe ser el mismo usado para la unión o enrosque de las piezas que constituyen la sarta de perforación. Todas las brocas, trépanos o trícenos, son diseñados para cortar, triturar o voltear las distintas formaciones que pueden encontrarse a su paso. Estas herramientas son diseñadas para cada tipo de formación o terreno.

El trabajo de perforación se realiza mediante la ayuda del lodo de perforación, el cual desempeña las siguientes funciones: evita el calentamiento de las herramientas durante la operación, transporta en suspensión el material resultante de la perforación hacia la superficie del terreno y finalmente forma una película protectora en las paredes del pozo para que de esta manera impedir el desmoronamiento o el derrumbe del pozo.

La principal ventaja de este método es que es más rápido que el método a percusión.

4. Bomba manual tipo CEPIS

4.1 Aspectos generales

La bomba manual es un dispositivo que sirve para elevar el agua. El funcionamiento de las bombas manuales se basa en dos principios: la aceleración y el desplazamiento. Las bombas centrífugas aceleran el agua y le dan presión, mientras que en las bombas de pistón la presión se obtiene por el desplazamiento del agua.

Las bombas manuales más conocidas son las de pistón y la de tipo rosario.

La *Bomba de Pistón* cuenta con dos válvulas de retención que pueden ser hechas de cuero, jebe, bolillas o juntas metálicas. Al subir el pistón se abre la válvula de pie y el agua ingresa; bajamos el pistón y la válvula de pie se cierra y se abre la válvula superior expulsando el agua hacia la superficie.

La *Bomba Rosario* es útil cuando se requiere extraer agua de pozos de poca profundidad. Consiste en una cuerda con tapones cada cierto tramo, la que se hace girar con

una manija. En la medida que gira la cuerda los tapones capturan una pequeña columna de agua que llevan hacia la superficie.

4.2 Características de la bomba

La bomba es:

- ✓ Fácil de desarmar y sin el auxilio de herramientas.
- ✓ Resistente al impacto e intemperismo.
- ✓ Capaz de extraer agua desde una profundidad de 40 metros.

La bomba permite:

- ✓ Extraer por lo menos 1000 m³ de agua para una vida media de 10 años (250 litros de agua por familia y día).
- ✓ Suministrar un caudal de 7 litros por minuto con una carrera de pistón de 0,50 m y una frecuencia de 22 movimientos por minuto.

La bomba tiene:

- ✓ Peso aproximado de 890 g.
- ✓ Longitud de 1330 mm.
- ✓ Diámetro de 42 mm.

4.3 Especificaciones técnicas

Estas especificaciones técnicas se aplican para la construcción de una bomba manual para abastecimiento de agua familiar, fabricada con tubos de PVC con una capacidad de bombeo de 0,6 litros por golpe a una profundidad máxima de 60 m.

4.3.1 Componentes

- ✓ *Cilindro*: Es el dispositivo en donde tiene lugar la impulsión del agua mediante el deslizamiento del pistón.
- ✓ *Pistón*: El pistón es una pieza de forma cilíndrica, que transmite un impulso al agua al desplazarse verticalmente por el interior del cilindro, transmitiendo una presión que hace posible la apertura y cierre de la válvula del pistón.
- ✓ *Válvula del pistón*: Es el dispositivo que permiten el paso de agua del cilindro a hacia la tubería de impulsión e impide el regreso de agua desde la tubería de impulsión hacia el cilindro. Va unido al pistón.
- ✓ *Válvula de pie*: Es el dispositivo encargado de dar paso al agua hacia el cilindro y retenerla ahí.
- ✓ *Filtro*: Es el elemento encargado de retener las partículas que se encuentren en el agua.

- ✓ *Tubería de impulsión:* Es el elemento encargado de transmitir el impulso desde el cabezal hacia el pistón de la bomba, además por su interior se conduce el agua desde la bomba hasta el cabezal. Para estas especificaciones se considera como un accesorio. No es parte ni de la bomba ni del cabezal.
- ✓ *Tubería de soporte:* Es el elemento encargado de sostener la bomba uniéndola al cabezal. Por su interior se deslaza la tubería de impulsión. Este dispositivo es un tubo de polietileno de 33 mm. Para estas especificaciones se considera como un accesorio. No es parte ni de la bomba ni del cabezal.
- ✓ *Rex:* Rosca externa
- ✓ *Ri:* Rosca interna

En el gráfico siguiente se presentan las partes principales de la bomba manual.

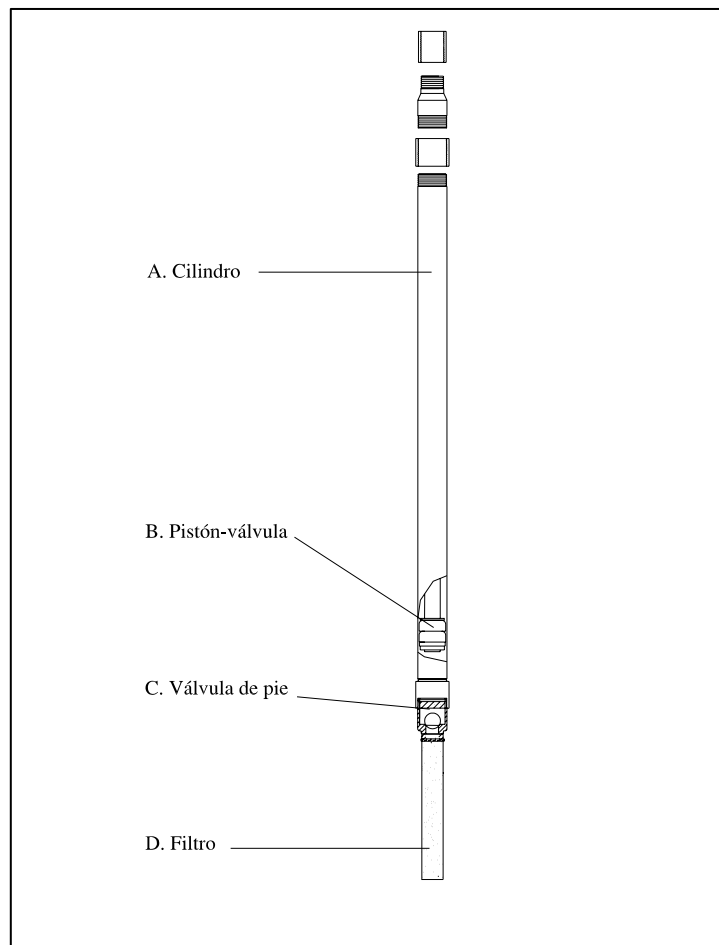


Gráfico 4. Componentes de la bomba manual

4.3.2 *Diseño de las partes de la bomba manual*

a) **Cilindro**

Cuadro 3. Elementos y características del cilindro

Elementos	Material	Dimensiones	Cantidad	Especificaciones	Detalles	
1. Conectores						
1.1	Unión ri	PVC	$\phi = 33$ mm	1	Clase 10 ISO 4422	
1.2	Reducción rex	PVC	$\phi = 42$ mm a 33 mm	1	Clase 10 ISO 4422	
1.3	Unión ri corrida	PVC	$\phi = 42$ mm	2	Clase 10 ISO 4422	
2. Cuerpo						
2.1	Tubo	PVC	$\phi = 42$ mm Longitud: 750 mm	1	Clase 10 ISO 4422	Rex de 22 mm de longitud en ambos extremos.

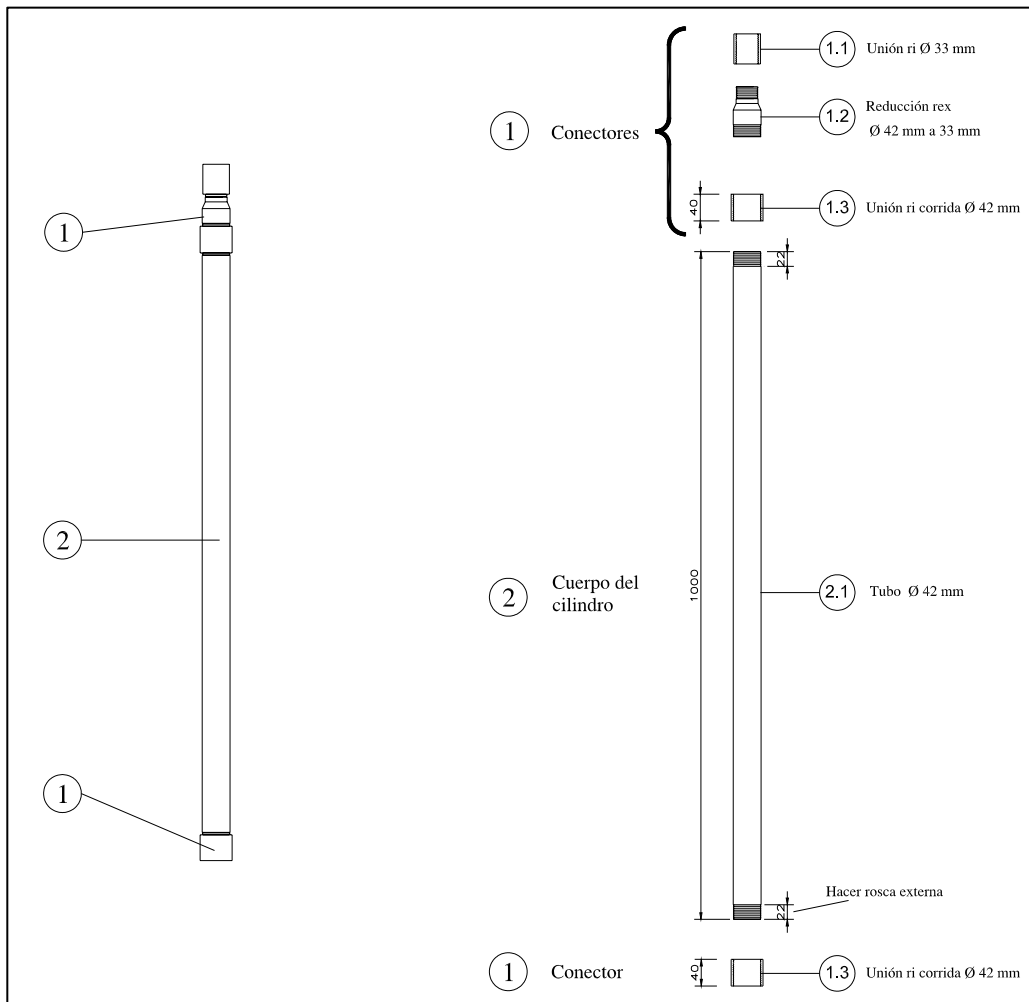


Gráfico 5. Partes del cilindro

b) Pistón-válvula

Cuadro 4. Elementos y características del pistón-válvula

Elementos		Material	Dimensiones	Cantidad	Especificaciones	Detalles
3. Cuerpo						
3.1	<i>Tubo</i>	PVC	$\phi = 26,5$ mm Longitud: 80 mm	1	Clase 10 ISO 4422	Ri de 30 mm de longitud en ambos extremos
4. Tope de válvula						
4.1	<i>Varilla</i>	PVC	$\phi = 9$ mm Longitud: 27 mm	1		
5. Cabeza del pistón						
5.1	<i>Tubo</i>	PVC	$\phi = 33$ mm Longitud: 6 mm	1	Clase 10 ISO 4422	
6. Válvula						
6.1	<i>Bola</i>	Vidrio	$\phi = 16$ mm	1		
7. Asiento de válvula						
7.1	<i>Tubo</i>	CPVC	$\phi = 21$ mm Longitud: 12 mm	1	ASTM D2846	Curvatura en el extremo superior para la válvula.
8. Base de válvula						
8.1	<i>Niple</i>	PVC	$\phi = 21$ mm Longitud: 50 mm	1	Clase 10 ISO 4422	Hilo corrido
9. Empaquetadura						
9.1	<i>Empaquetadura</i>	Cuero	Espesor: 3 mm	2		
10. Soporte de empaquetadura						
10.1	<i>Tubo</i>	PVC	$\phi = 26,5$ mm Longitud: 8 mm	2	Clase 10 ISO 4422	Ri (hilo continuo)
11. Seguro de empaquetaduras						
11.1	<i>Tubo</i>	PVC	$\phi = 26,5$ mm Longitud: 10 mm	1	Clase 10 ISO 4422	Ri (hilo continuo)
11.2	<i>Tubo</i>	PVC	$\phi = 33$ mm Longitud: 5 mm	2	Clase 10 ISO 4422	Una de ellas (la superior) tiene un acabado en forma hexagonal. A través de esta se coloca el seguro del pistón.
12. Seguro del pistón						
12.1	<i>Varilla</i>	PVC	$\phi = 1,5$ mm Longitud: 6 mm	1		

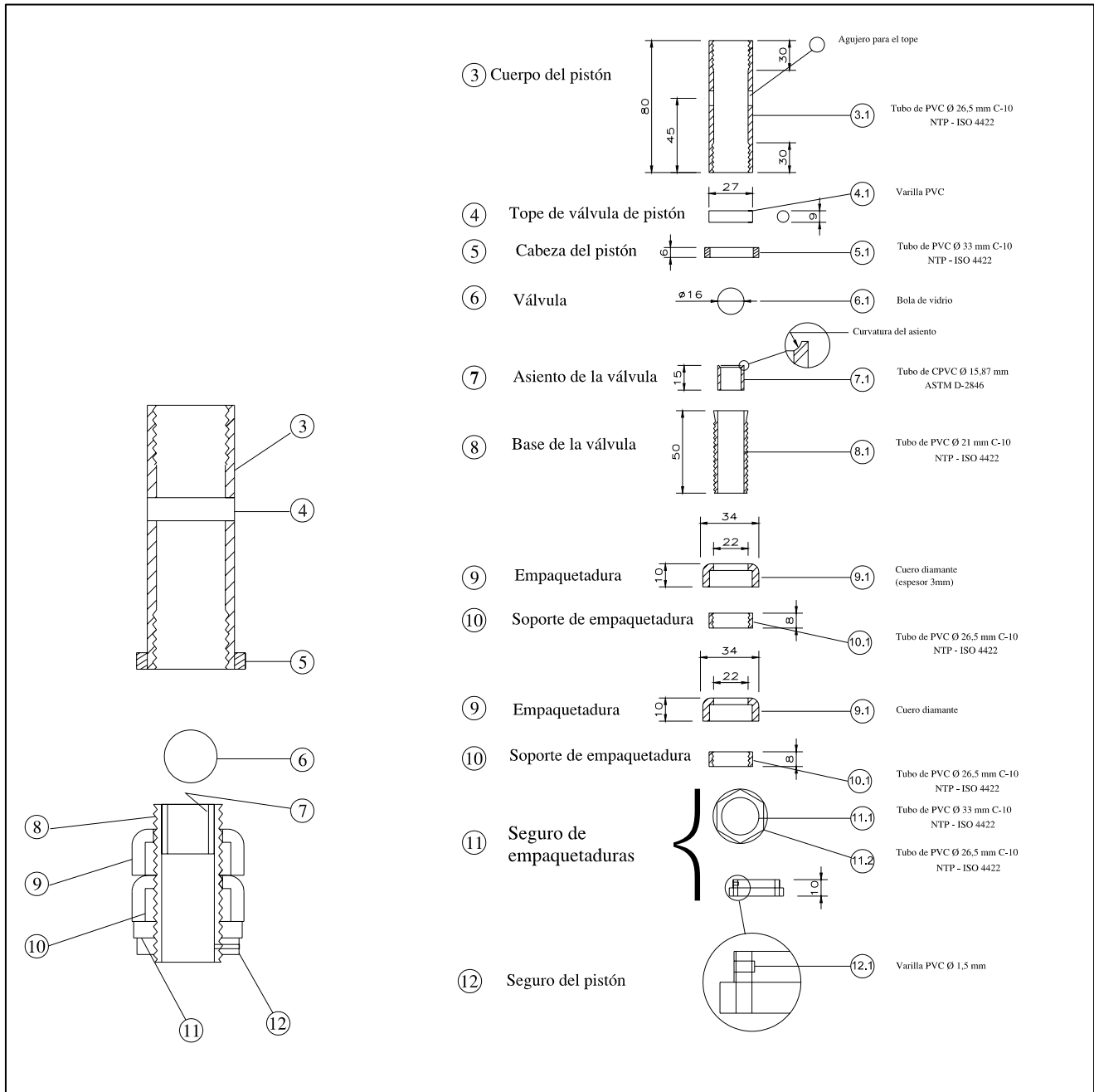


Gráfico 6. Partes del pistón-válvula

c) Válvula de pie

Cuadro 5. Elementos y características de la válvula de pie

Elementos		Material	Dimensiones	Cantidad	Especificaciones	Detalles
13. Cuerpo						
13.1	Tubo	PVC	$\phi = 42$ mm Longitud: 55 mm	1	Clase 10 ISO 4422	Rex de un extremo de 20 mm de longitud
14. Tope de válvula						
14.1	Varilla	PVC	$\phi = 10$ mm Longitud: 80 mm	1		
15. Válvula						
15.1	Bola	Vidrio	$\phi = 25$ mm	1		
16. Asiento de la válvula						
16.1	Tubo	PVC	$\phi = 26,5$ mm Longitud: 35 mm	1	Clase 10 ISO 4422	Curvatura en el extremo superior para la válvula.
16.2	Tubo	PVC	$\phi = 33$ mm Longitud: 15 mm	2	Clase 10 ISO 4422	

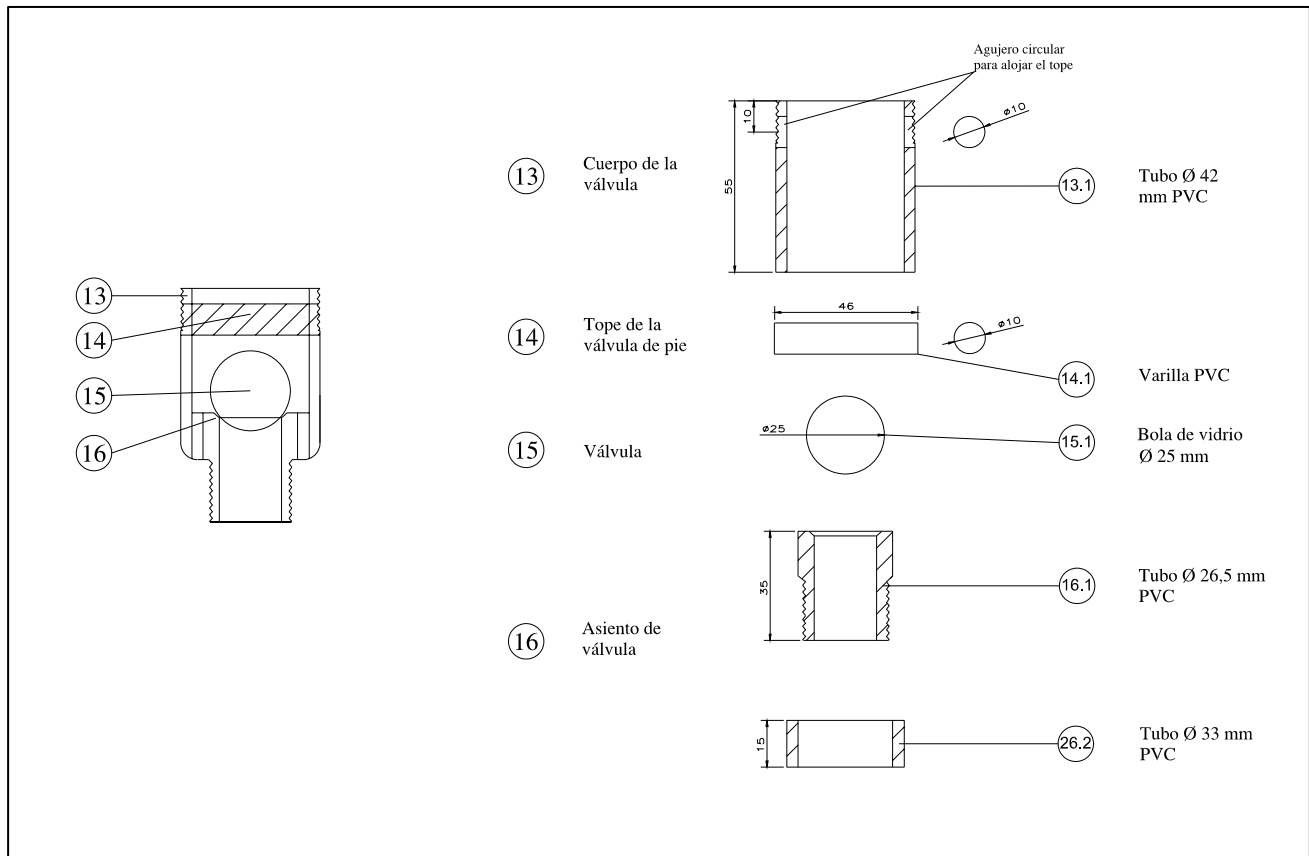


Gráfico 7. Partes de la válvula de pie

d) Filtro

Cuadro 6. Elementos y características del filtro

Elementos		Material	Dimensiones	Cantidad	Especificaciones	Detalles
17. Soporte del filtro						
17.1	Tubo	PVC	$\phi = 33$ mm Longitud: 200 mm	1	Clase 10 ISO 4422	El extremo superior con ri de 20 mm de longitud. Un tapón en el extremo inferior. El cuerpo del tubo tiene 40 agujeros de 6,35 mm.
18. Filtro						
18.1	Geotextil	Polipropileno	240 x 140 mm Espesor: 2,0-2,5mm	1	Permeabilidad: 0,40-0,60 cm/s Permitividad: 2,10-2,28 s ⁻¹ Tamaño aparente de abertura: - Malla (U. S.): 100 – 70 - En milímetros: 0,15 - 0,20	
19. Seguro del filtro						
19.1	Sujetadores	Atadores de plástico	Longitud: 150 mm	1		

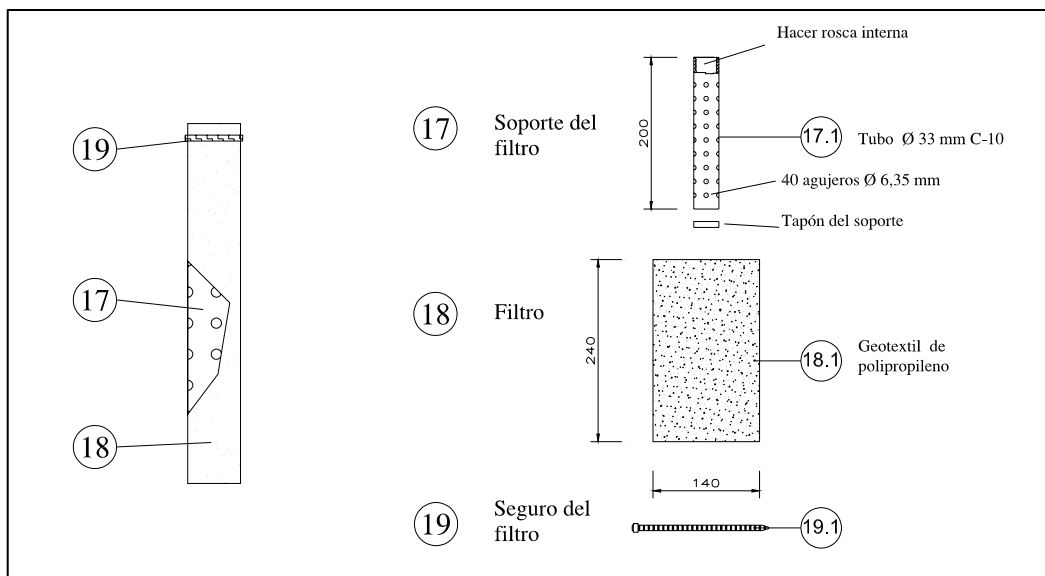


Gráfico 8. Partes del filtro

4.4 Modelos de bombas manuales tipo CEPIS

La bomba manual tipo CEPIS presenta variaciones respecto al cabezal, proporcionando tres modelos diferentes.

4.4.1 Cabezal de acción directa

Este cabezal, también llamado “*tipo inflador*” está constituido por un mango – descarga, un soporte, una guía y una base. Todos los componentes están contruidos con tubería de fierro galvanizado (F^oG^o), son los siguientes:

- ✓ Mango – descarga: Construido con dos niples de ¾” de diámetro y una tee de ¾”. La tubería de descarga es un tubo de ½” de diámetro y 55 cm de longitud, y está conectado a un niple de ½” de diámetro para la salida del agua. En la parte inferior se conecta la tubería de impulsión de la bomba.
- ✓ Cilindro del cabezal: Tubo de 2” de diámetro, internamente lleva un dispositivo para evitar la rotación del mango. El soporte va unido a la base.
- ✓ Guía: Disco de PVC de 2” de diámetro y 2,5 cm de espesor, el cual va unido a la tubería de impulsión, tiene una muesca que evita la rotación.
- ✓ Base: Plancha de fierro de ¼” de espesor y 25 cm x 25 cm La parte central de la plancha, tiene un agujero en la que van soldadas dos uniones: una de 2” de diámetro y otra de 1” de diámetro. Esta última sirve para conectarse a la tubería de soporte de la bomba.

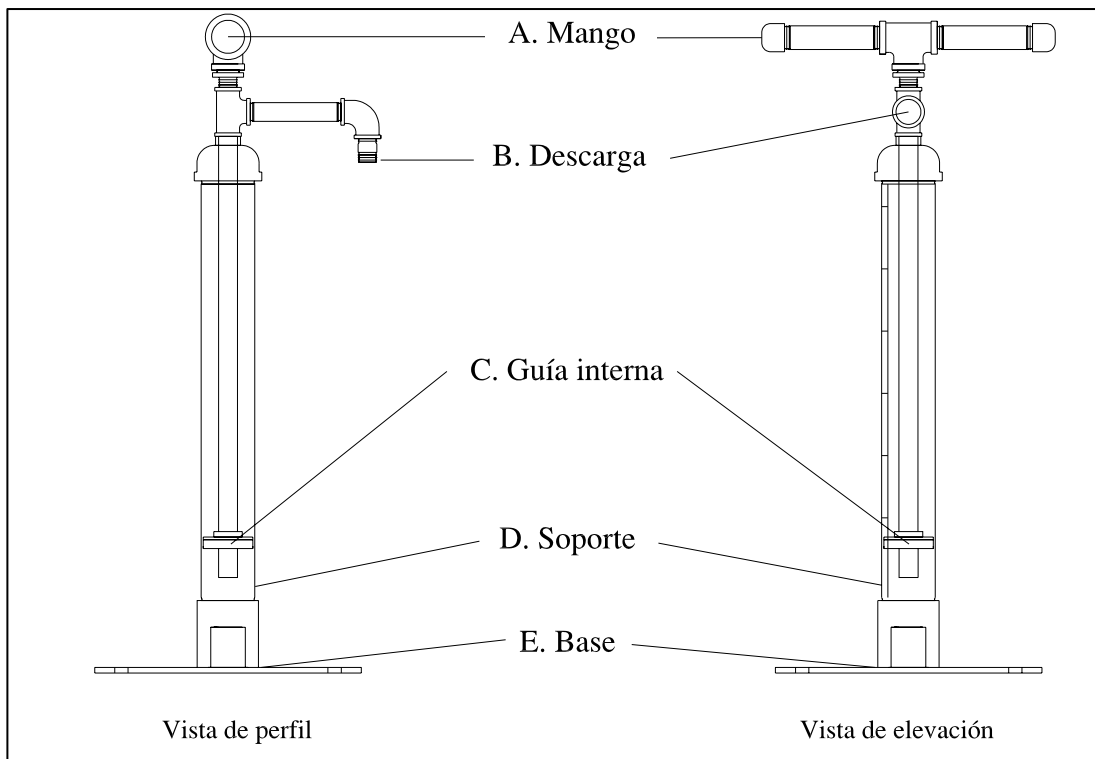


Gráfico 9. Bomba con cabezal de acción directa

4.4.2 Cabezal CEPIS tipo palanca con salida móvil

Este cabezal está constituido por, una palanca, conducto de descarga, cilindro guía y base. Todos los componentes están construidos con tubería de F°G° y platinas de fierro:

- ✓ Palanca: Compuesta por un brazo de potencia formado por una palanca de 3 x 2 x 75 cm; un punto de apoyo móvil formado por dos platinas de 3,5 x 0,6 x 38,5 cm y una horqueta formada por dos platinas de 3,5 x 0,6 x 9 cm.
- ✓ Conducto de descarga: Construido con un tubo de ½" de diámetro y 33 cm de longitud, conectado a un niple de ½" de diámetro para la salida del agua. La parte superior va conectada a la horqueta y la parte inferior va conectada a la guía.
- ✓ Cilindro del cabezal: Construido con un tubo y un tapón de 2" de diámetro, revestido internamente con un tubo de PVC. El soporte va unido a la base.
- ✓ Guía: Construida por un niple de ½" de diámetro x 15 cm, un tubo de 1 ½" de diámetro y 15 cm de PVC y dos sellos de cuero. En la parte inferior se conecta con el tubo de descarga.
- ✓ Base: Plancha de fierro de ¼" de espesor y 25 cm x 25 cm La parte central de la plancha tiene un agujero en el que van soldadas dos uniones: una de 2" y otra de 1" de diámetro. Esta última sirve para conectarse a la tubería de soporte de la bomba.

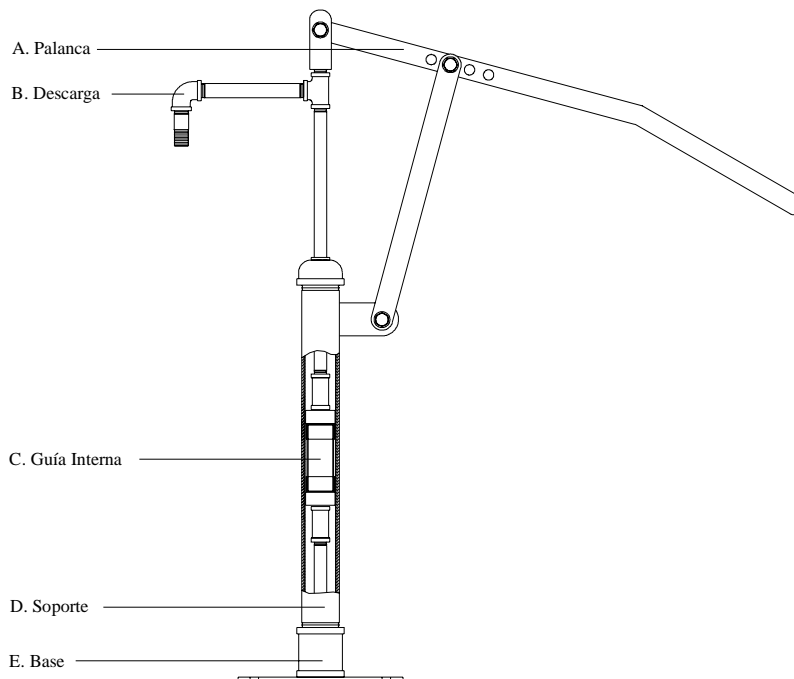


Gráfico 10. Bomba con cabezal tipo palanca con salida móvil

4.4.3 Cabezal CEPIS tipo palanca con salida fija

Este cabezal está constituido por una palanca, soporte-descarga, dos guías y una base. Todos los componentes están construidos con tubería de F°G° y platinas de fierro:

- ✓ Palanca: Compuesta de un brazo de potencia formado por una platina de 3 x 2 x 75 cm; un punto de apoyo móvil formado por dos platinas de 3,5 x 0,6 x 338,5 cm y una horqueta formada por dos platinas de 3,5 x 0,6 x 9 cm.
- ✓ Cilindro del cabezal: Tubo de 2" de diámetro y 80 cm de longitud; está revestido internamente con un tubo de PVC y lateralmente lleva un niple de 1/2" para la salida del agua.
- ✓ Guía 1: Tubo de 1/2" de diámetro y 33 cm de longitud, un disco de 2" de diámetro x 2,5 cm de PVC y un sello de cuero. La guía se une por la parte superior a la horqueta y por la parte inferior a la descarga de agua.
- ✓ Descarga interna: Tubo de 1/2" de diámetro y 33 cm y una tee cortada. Por la parte superior se une a la guía 1 y por la inferior a la guía 2.
- ✓ Guía 2: Tubo de 1/2" de diámetro y 15 cm, lleva dos discos de 2" de diámetro y 2,5 cm de PVC y dos sellos de cuero. Por la parte superior se une a la descarga de agua y en la parte inferior se conecta con la tubería de impulsión.
- ✓ Base: Plancha de hierro de 1/4" de espesor y de 25 cm x 25 cm La parte central de la plancha tiene un agujero en el cual van soldadas las uniones: una de 2" y otra de 1" de diámetro. Esta última sirve para conectarse a la tubería de soporte de la bomba.

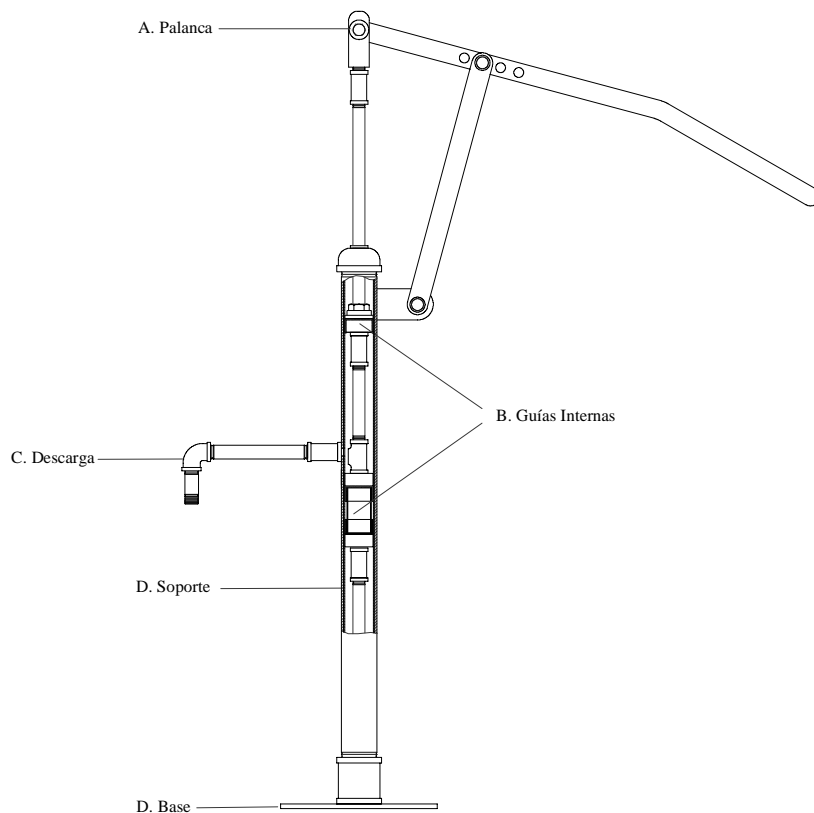


Gráfico 11. Bomba con cabezal tipo palanca con salida fija

5. Instalación de la bomba manual CEPIS

Los contenidos que se presentan a continuación corresponden a la bomba manual de uso familiar con cabezal de acción directa.

5.1 Fabricación de la bomba manual

Está fabricada a partir de tubería plástica de PVC clase 10. Esta bomba funciona por acción directa y tiene capacidad de succionar hasta 0,6 litros de agua por golpe, desde una profundidad promedio de 40 m. Los elementos sometidos a desgaste han sido evaluados y posteriormente normalizados.

Esta bomba es fácil de montar siguiendo los procedimientos sencillos que se presentarán a continuación.

5.1.1 Características de fabricación

La bomba CEPIS/OPS es una bomba manual de acción directa de fácil montaje y desmontaje, se puede fabricar en pequeños talleres mecánicos, con ayuda de pequeñas herramientas, teniendo las siguientes características:

- ✓ Ligera, hecha de PVC.
- ✓ Construida con piezas disponibles en el mercado.
- ✓ Capacidad de extraer un volumen de 0,6 litros/golpe de una profundidad aproximada de 40 metros.
- ✓ Gran durabilidad.
- ✓ Fácil de instalar por ser flexible (se emplean tubos de polietileno de alta densidad, PEAD, para su instalación).
- ✓ Poco mantenimiento.

5.1.2 Partes de la bomba

- ✓ Cilindro
- ✓ Pistón-válvula
- ✓ Válvula de pie
- ✓ Filtro

5.1.3 Accesorios de instalación

- ✓ Tubo de impulsión (polietileno de alta densidad ϕ 1/2").
- ✓ Tubo de soporte (polietileno de alta densidad ϕ 1").
- ✓ El cabezal no es considerado parte de la bomba.

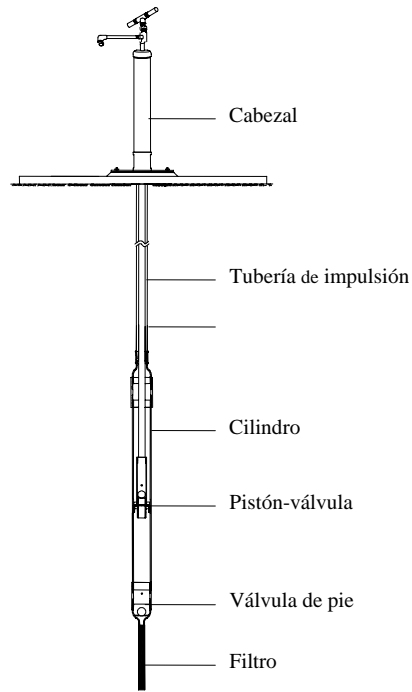


Gráfico 12. Partes de la bomba manual

5.2 Instalación de la bomba manual

5.2.1 Herramientas

Las herramientas necesarias para la instalación de la bomba son las siguientes:

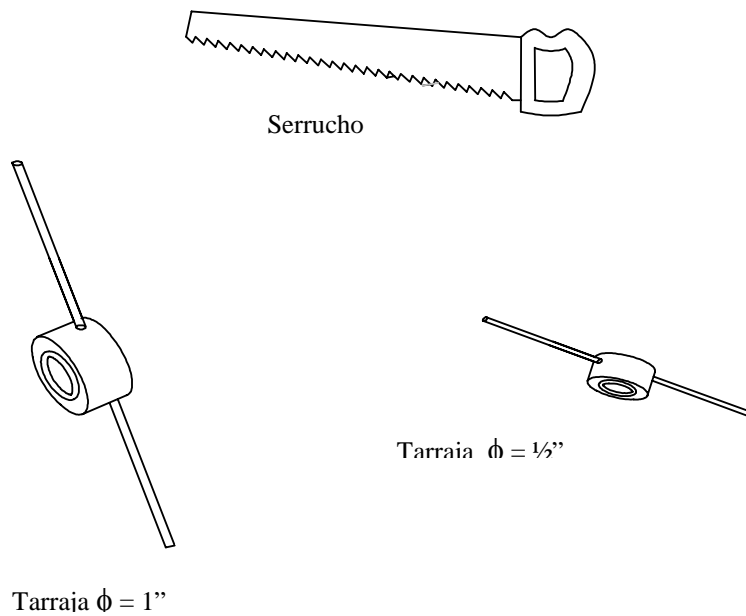


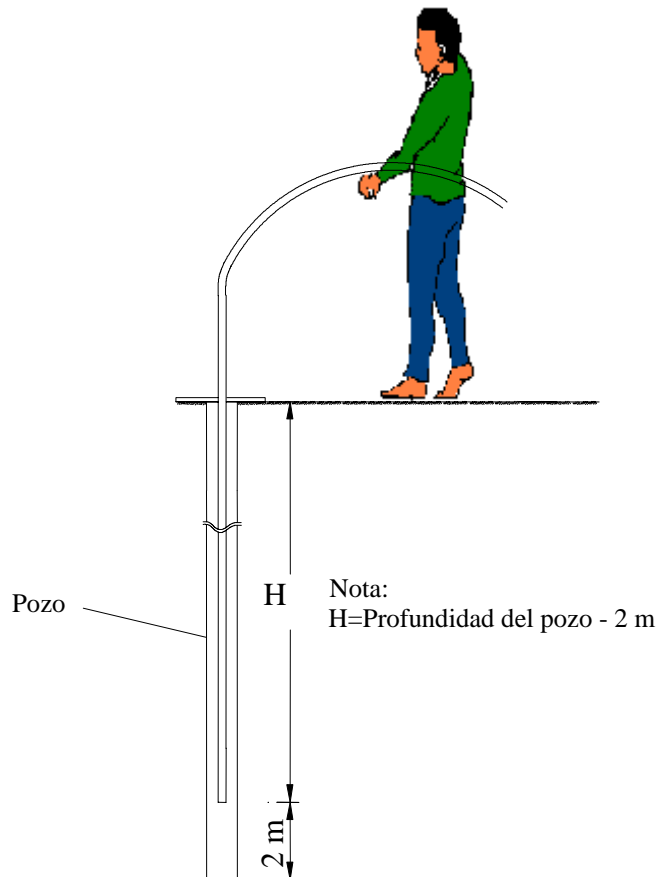
Gráfico 13. Herramientas para la instalación de la bomba

5.2.2 Procedimiento para el montaje de la bomba manual

Se supone que la plataforma de cemento ya ha sido construida y se han fijado los pernos de anclaje.

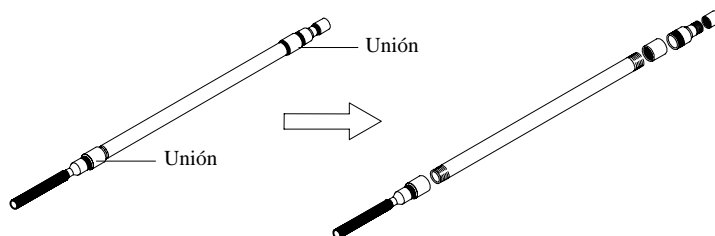
Paso 1

Coger el tubo de polietileno de ϕ 1" y cortar una longitud H, también coger la tubería de polietileno de ϕ 1/2" y cortar a una longitud: H + 110 cm.



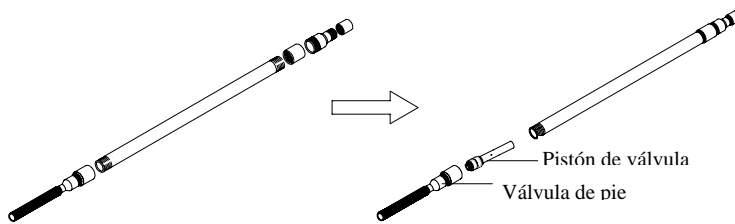
Paso 2:

Desenroscar las uniones de 1 1/4" del cilindro de la bomba



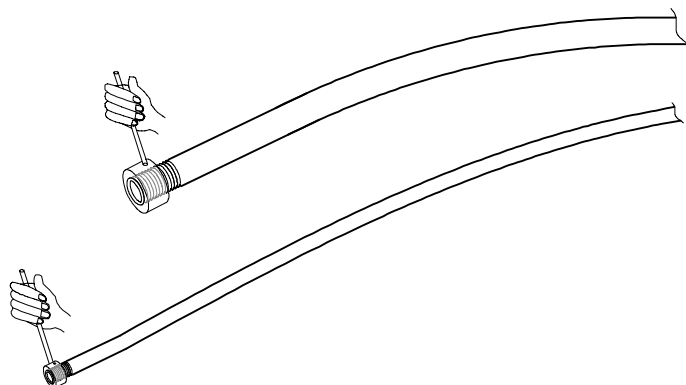
Paso 3:

Recuperar el pistón-válvula de la bomba



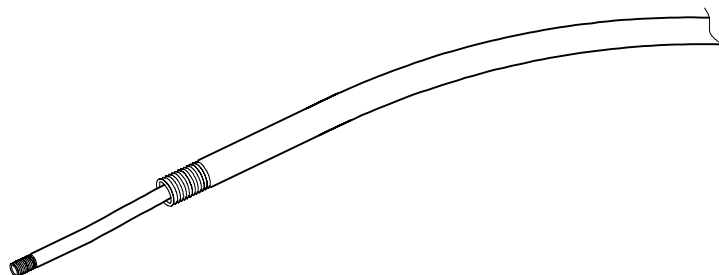
Paso 4:

Hacer rosca con tarraja a la tubería de polietileno de 1/2" y 1".



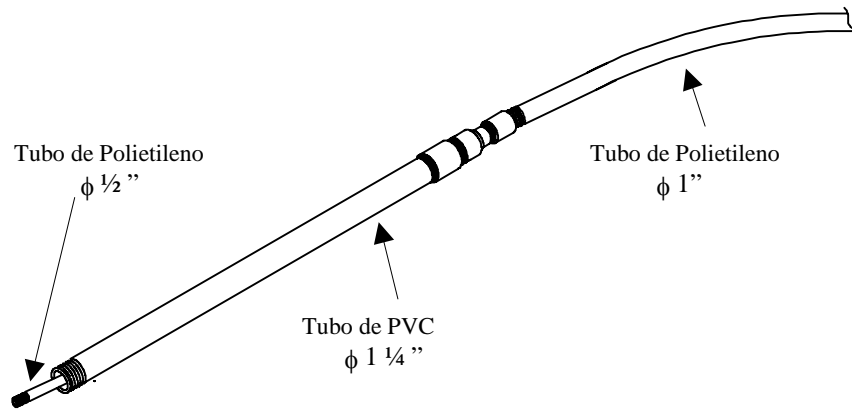
Paso 5:

Introducir la tubería de polietileno de ϕ 1/2" en la tubería de ϕ 1".



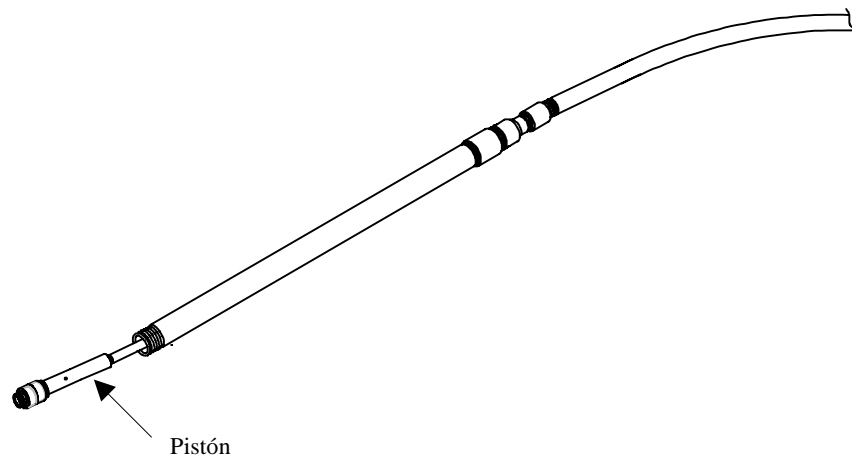
Paso 6:

Enroscar la tubería de polietileno de ϕ 1" a la unión de ϕ 1", haciendo pasar el tubo de polietileno de ϕ 1/2" internamente por el tubo de PVC.



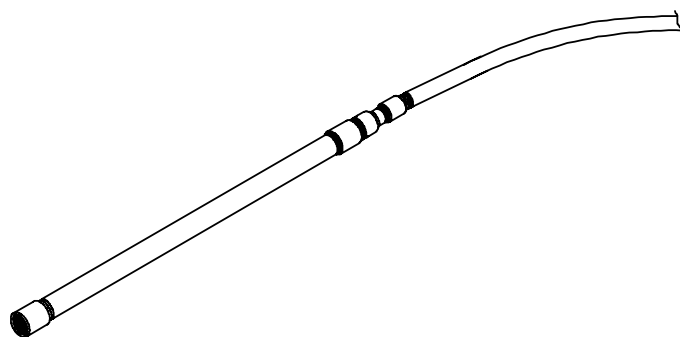
Paso 7:

Coger el pistón y enroscar al tubo de polietileno de 1/2".



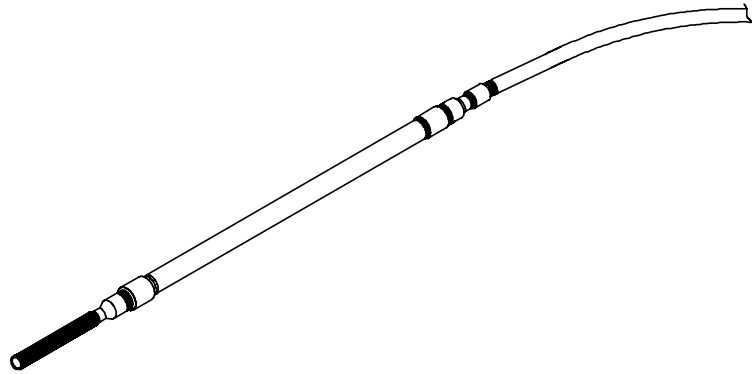
Paso 8:

Coger la Unión de ϕ 1-1/4" y enroscarla al tubo de PVC.



Paso 9:

Coger la válvula de pie y enroscarla en la unión de ϕ 1-1/4".



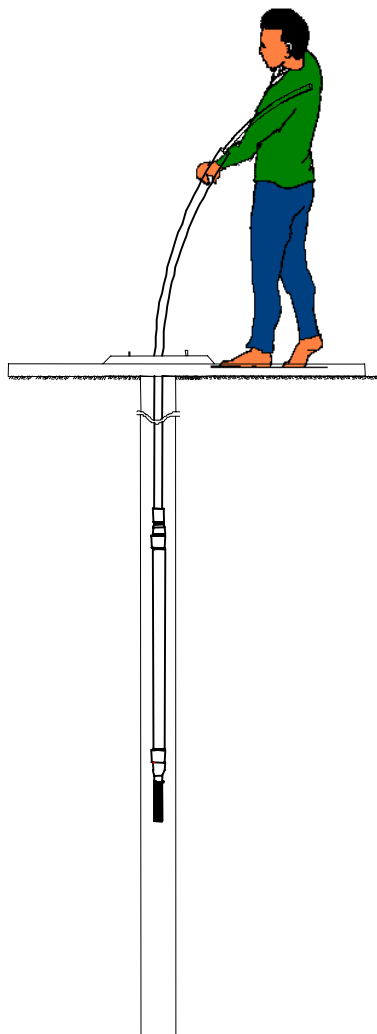
Paso 10:

La bomba está lista para introducirla en el pozo.



Paso 11:

Introducir la bomba en el pozo, cogiendo de la tubería de polietileno.



6. Referencias bibliográficas

- ✓ Pozo perforado, Bomba Manual BOPS – 2002, OPS/OMS, PROTESA. Bolivia. 2002.
- ✓ Módulo 1 Perforación Manual de pozos. Luis Terán, 2002. Perú.
- ✓ Módulo de capacitación dirigido a maestros perforistas y obreros de saneamiento básico. Escuela Móvil Aguas y Saneamiento Básico. Wolfgang Buchner. 3ª edición, 1998.
- ✓ Curso de conocimientos básicos sobre aguas subterráneas. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Perú.1981.
- ✓ El agua subterránea y los pozos. Edward Johnson. 1ª edición. 1975.
- ✓ Perforación de pozos. Universidad Nacional de Asunción, Organización Panamericana de la Salud. Uruguay. 1971.
- ✓ Curso para perforadores de pozos. Ministerio de Trabajo Previsión Social y Salud Pública, Universidad de Panamá.1966.