



POZOS DE AGUA

MANUAL DE PERFORACIÓN



POZOS DE AGUA

MANUAL de perforación



El Proyecto Integral de Agua, Saneamiento e Higiene en los Municipios de Loreto y San Ignacio de Moxos del Departamento del Beni, que ejecutan UNICEF y CRS - BOLIVIA ha adaptado la tecnología de perforación manual de pozos profundos de pequeño diámetro orientada a los grupos de escasos recursos y que viven en regiones aisladas, permitiéndoles acceder a los recursos hídricos subterráneos de una manera simple y económica, mejorando substancialmente su calidad de vida.

Participaron en la elaboración de este documento:

Ing. Alex Martínez B.
Catholic Relief Services CRS

Supervisión general:

Ing. Alberto Chávez
Catholic Relief Services CRS

Revisión:

Fondo de la Naciones Unidas para la Infancia UNICEF

La producción de este manual contó con el financiamiento, apoyo y facilitación de las siguientes organizaciones:



Todos los derechos reservados. Sin embargo, por la presente se concede permiso para reproducir este material total o parcialmente para propósitos educativos, científicos o en desarrollo, no así para fines comerciales, siempre y cuando se haga una mención completa de la fuente.

3

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. OBJETIVO	5
3. ETAPA ANTES DE LA PERFORACIÓN.....	6
3.1. Equipo de perforación	8
4. ETAPA DE LA PERFORACIÓN.....	11
4.1. Montaje y anclaje de la torre.....	11
4.2. Instalación del sistema de inyección de lodos	11
4.3. Perforación.....	13
5. ETAPA DESPUÉS DE LA PERFORACIÓN.....	14
5.1. Limpieza preliminar del pozo	15
5.2. Retiro de los tubos.....	15
5.3. Entubado y limpieza del pozo	15
5.4. Filtro y sellado de las paredes.....	17
5.5. Desarrollo del pozo.....	18
5.6. Base del pozo y protección superior.....	18
5.7. Instalación de la base.....	19
6. BOMBA MANUAL DE AGUA.....	20
6.1. Cabezal.....	20
6.2. Conjunto inferior de la bomba.....	21
6.3. Montaje de la bomba de agua.....	21

7. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y MANTENIMIENTO 22

7.1. Mantenimiento preventivo del pozo 22

7.2. Recomendaciones sobre el mantenimiento preventivo 25

GLOSARIO 26

BIBLIOGRAFÍA 28

TABLA DE FIGURAS

Figura No. 1 Acuíferos libres 6

Figura No. 2 Perforación manual de pozos 7

TABLA DE FOTOGRAFÍAS

Foto No. 1 Instalación del equipo de perforación 8

Foto No. 2 Torre de perforación 9

Foto No. 3 Barras o tuberías de perforación..... 9

Foto No. 4 Brocas para la perforación 9

Foto No. 5 Bomba (inyección de lodos) 10

Foto No. 6 Bomba (inyección de lodos) 10

Foto No. 7 Montaje de la torre de perforación 11

Foto No. 8 Fosas excavadas en el terreno..... 12

Foto No. 9 Bomba manual unida a la manguera para inyección de lodos..... 13

Foto No. 10 Perforación movimiento de torsión y rotación..... 13

Foto No. 11 Prensa de mordaza de cadena 14

Foto No. 12 Fragmentos de material extraídos por el lodo de perforación 14

Foto No. 13 Entubado del pozo 16

Foto No. 14 Limpieza del pozo 17

Foto No. 15 Material de relleno 17

Foto No. 16 Desarrollo del pozo..... 18

Foto No. 17 Base de concreto instalada para el pozo..... 18

Foto No. 18 Bomba manual de agua 20

Foto No. 19 Partes de la bomba manual..... 24

1. INTRODUCCIÓN

A pesar de que el suministro de agua potable es una parte vital del desarrollo socio-económico del país, en la actualidad existen grandes grupos poblacionales con carencia de recursos hídricos debido a innumerables factores, entre los que se cuentan el cambio climático, la sequía y contaminación de fuentes superficiales de agua, la tala indiscriminada de bosques nativos, el inapropiado manejo de las tierras, las grandes demandas del sector agrícola e industrial y el alto crecimiento poblacional.

En las últimas décadas, la explotación de los recursos hídricos subterráneos, se ha convertido en una excelente alternativa para suplir las necesidades de abastecimiento de agua potable en muchas regiones y para algunos sectores económicos del país. No obstante, las comunidades más necesitadas, no han tenido acceso a estos recursos, por los altos costos involucrados en la construcción de sus obras de captación.

En esta guía es presentada la tecnología de perforación manual de los pozos profundos de pequeño diámetro de una forma detallada y son descritas cada una de las etapas involucradas, incluyendo los estudios previos a la perforación, el montaje de estos equipos, la etapa de perforación, la etapa posterior a la perforación, el mantenimiento preventivo del pozo y el control de la contaminación de las aguas subterráneas en el sitio de perforación.

2. OBJETIVO

El “Proyecto Integral de Agua, Saneamiento e Higiene en los municipios de Loreto y San Ignacio de Moxos del Departamento del Beni” en las comunidades rurales, tiene como objetivo contribuir a la disminución del riesgo de transmisión de enfermedades causadas por factores ambientales, particularmente relacionados con el acceso y calidad del agua, saneamiento inadecuado y los malos hábitos de higiene en las comunidades del Departamento del Beni.

3. ETAPA ANTES DE LA PERFORACIÓN

Antes de hablar sobre la perforación manual de pozos profundos es importante conocer algunos aspectos generales sobre el origen de las aguas subterráneas y sobre los acuíferos, y también enfatizar en la responsabilidad que tienen sus usuarios de protegerlos y conservarlos para que puedan ser aprovechados por las generaciones futuras.

Las aguas subterráneas

Proviene de la infiltración en el terreno de las aguas de lluvias o de lagos y ríos, que después de pasar la franja capilar del suelo, circulan y se almacenan en formaciones geológicas porosas o fracturadas, denominadas acuíferos. Existen básicamente dos diferentes tipos de acuíferos:

Acuíferos libres

Son generalmente someros, donde el agua se encuentra relleno de poros y fisuras por acción de la gravedad. La superficie hasta donde llega el agua es denominada superficie freática y en los pozos es conocida como nivel freático. (Ver figura No.1).

Acuíferos confinados

En estos acuíferos el agua se encuentra a

presión entre capas impermeables, de modo que si se extrae agua no queda ningún poro vacío, sólo se disminuye la presión del agua que colabora con la sustentación de todos los materiales, pudiendo en casos extremos, llegar a producirse asentamientos del terreno.

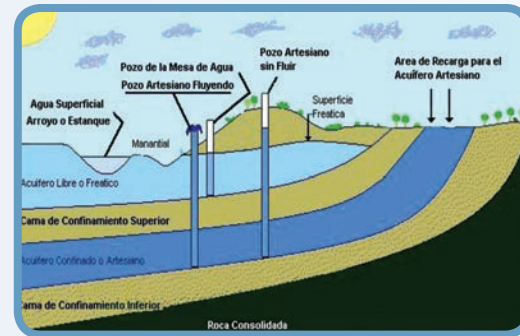


Fig. No. 1 Acuíferos libres

La superficie virtual que se formaría si se perforaran infinitos pozos en el acuífero confinado se denomina superficie piezométrica y dentro de un pozo es conocida como nivel piezométrico.

Los acuíferos son explotados a través de varios tipos de captaciones, entre las cuales las más comunes son:

- **Pozos profundos**, perforados a través de muchas técnicas y que generalmente requieren de grandes equipos de perforación.
- **Aljibes**, que son pozos poco profundos generalmente excavados a mano y algunas veces revestidos en piedra, ladrillo o cemento.
- **Manantiales**, que son exposiciones naturales de las aguas subterráneas en superficie y que son aprovechados directamente, sin necesidad de grandes obras.

La elección de alguna de estas formas de acceder a los acuíferos dependerá tanto de las características hidrogeológicas de la zona en particular, como de las necesidades de abastecimiento de agua y de las condiciones socio-económicas de la región.

Una de las grandes ventajas de las aguas subterráneas es que generalmente son de buena calidad para consumo humano por estar protegidas naturalmente por capas de suelos o rocas que tienen la capacidad para atenuar, retardar o retener algunos contaminantes, además de ser menos susceptibles que las aguas superficiales a cambios climáticos.

Por otro lado, una vez contaminadas las aguas subterráneas como consecuencia de alguna actividad en la superficie (agrícola, industrial disposición residuos y de efluentes, etc.) será casi imposible o demasiado costosa su recuperación. Por lo anterior cuando accedemos a estos recursos hídricos implícitamente nos debemos comprometer con su protección y conservación para garantizar su aprovechamiento futuro.

La perforación manual de pozos profundos se realiza mediante una técnica relativamente fácil, rápida, económica. Esta técnica combina los sistemas de rotación y percusión, donde el origen de la fuerza motriz es la fuerza humana de los operadores o perforadores. Como se muestra en la figura No. 2 el equipo de perforación está integrado por una torre de perforación, un sistema para rotación (broca, tubería y manija), un sistema de percusión

y un sistema de inyección de lodo (fosas de lodo y bomba de lodo).

Las bombas manuales de agua instaladas en los pozos, tienen una capacidad de extracción aproximada entre 0,6 litros por golpe (presión de la manija). Sin embargo debe recordarse que los caudales a extraer de un acuífero no sólo dependen de la capacidad de las bombas, también de las condiciones hidrogeológicas de los acuíferos, la buena construcción y estado del pozo, la limpieza de los filtros, entre otros.

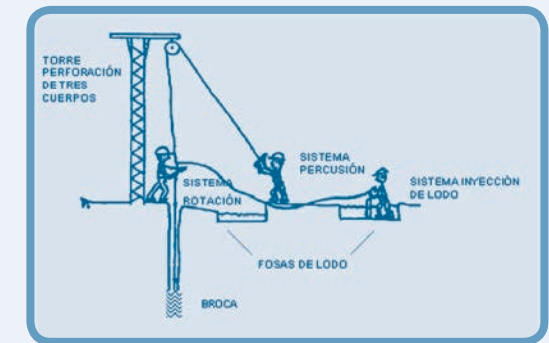


Fig. No. 2 Perforación manual de pozos

En el proceso de construcción de estos pozos existen una serie de etapas previas y posteriores a la perforación, como se menciona a continuación:

Etapas previas

Inicialmente se debe seleccionar el sitio apropiado para la perforación, lo cual incluye además de la concertación con la comunidad, una serie de estudios hidrogeológicos previos que ayuden a identificar los posibles acuíferos e interpretar cual es su disposición en la sub-superficie.

El sitio también debe estar alejado de las posibles fuentes de contaminación de las aguas subterráneas.

Etapa de perforación

Una vez contruidos y montados todos los equipos de perforación, se procede a su instalación en el sitio seleccionado y se inicia la etapa de perforación.

La instalación del equipo de perforación, incluye el anclaje de la torre de perforación, la instalación de la manija o agarrador en forma de “T”, los tubos de perforación y la broca, la excavación de las fosas de lodo, la instalación de la bomba de lodo y de la manguera de inyección. (Ver fotografía No. 1).



Foto No. 1 Instalación del equipo de perforación

Posteriormente viene la etapa de perforación en sí, que consiste en un proceso combinado de rotación y percusión basado en la fuerza de los operadores o perforadores.

Etapa posterior a la perforación

Esta etapa incluye la limpieza del pozo, el entubado del pozo, la instalación del sello sanitario, la instalación de la bomba de agua y del cabezal.

Finalmente, se deben tener en cuenta recomendaciones sobre el cuidado y mantenimiento preventivo de las instalaciones y sobre control de la posible contaminación del sitio.

3.1. Equipo de perforación

Para la perforación manual de pozos profundos, se requiere de los siguientes equipos:

- Torre de perforación
- Barras o tubería de perforación
- Broca
- Bomba de lodo

Las torres de perforación tienen la función de ser el almacén o sostén de toda la obra y por lo tanto generalmente son contruidas con materiales muy resistentes, pero, que a la vez son de poco peso. Estas torres tienen la característica de ser fácilmente montadas y desmontadas, permitiendo ser transportadas hasta zonas rurales y de difícil acceso (Ver fotografía No. 2).



Foto No. 2 Torre de perforación

Estas barras o tubos de perforación son de hierro reforzado de gran resistencia a los impactos de la percusión y torsión. En el proceso de perforación además de los tubos se requiere de una palanca (manija o agarrador) que facilita las labores de rotación. (Ver fotografía No. 3).



Foto No. 3 Barras o tuberías de perforación

Las brocas son las herramientas que realizan el trabajo de rotura, disgregación, trituración y mezcla de las rocas o materiales por donde va pasando la perforación. Estas herramientas deben cumplir con ciertas especificaciones técnicas y geométricas que le permitan trabajar con materiales de diferente consistencia, como arenas, arcilla, conglomerados y rocas duras, (Ver fotografía No. 4).



Foto No. 4 Brocas para la perforación

Las brocas usadas en la perforación manual de pozos profundos de pequeño diámetro pueden ser contruidas muy fácilmente en un taller de soldadura, con materiales existentes en los mercados locales.

La bomba es un dispositivo mecánico que permite inyectar lodo o agua a medida que avanza la perforación, facilitando esta labor y evitando derrumbes de las paredes del pozo. La bomba de lodo es instalada en uno de los

extremos de la fosa de lodo y es accionada por un operador mediante presión de la manija. Como se muestra en la fotografía No. 5, la bomba de lodo está constituida por tres partes principales, cuerpo, pistón y colector de lodo, los cuales se describen a continuación.



Foto No. 5 Bomba (inyección de lodos)

El cuerpo es la parte externa de la bomba, está formado por un tubo galvanizado de 0,55 m de largo y 2" de diámetro, sin vena interna. El pistón va dentro del cuerpo y está conformado por tres partes, el agarrador en T-boquilla, pistón y válvula. Agarrador en T, tiene diámetro de $\frac{3}{4}$ " y es la palanca que sirve al operario para realizar la presión en la bomba. La boquilla está conectada al agarrador, tiene su mismo diámetro y es el orificio de salida del lodo. El pistón está unido a la sección anterior y tiene una longitud de 0.6 m y un diámetro de $\frac{3}{4}$ ". La válvula se encuentra en la parte inferior del

pistón y en su interior va alojada una bola de cristal (canica) de 20 mm de diámetro.

El colector de lodo va sumergido en la fosa de lodo y es la parte de la bomba por donde es succionado el lodo. Este colector va unido al cuerpo de la bomba y está constituido por dos niples de 0.20 m con diámetro de 1" y otro de 0.30 m, los cuales van soldados en forma de T y están reforzados con una varilla, como puede observarse en la Fotografía No. 6. El niple más largo, es ranurado con segueta a lo largo cada 2mm, y constituye el filtro del colector de lodo. Uno de los extremos de este niple tiene rosca y el otro es cubierto con soldadura.



Foto No. 6 Bomba (inyección de lodos)

4. ETAPA DE LA PERFORACIÓN

4.1. Montaje y anclaje de la torre

Para el montaje y anclaje de la torre de perforación se requiere de las siguientes herramientas: juego de llaves, cuchillos, machetes, hacha, palas, cavador, azadones, martillos. El procedimiento a seguir se describe a continuación:

En el sitio previamente seleccionado para la ubicación del pozo, se unen las partes en que fue dividida la torre. Se excavan dos pequeñas fosas para introducir las patas de las columnas (terminación en cuña), con una separación entre si, de tres metros (3.00 m). Se levanta la torre y se ancla en las fosas ya construidas. Se nivela verticalmente la torre con la ayuda de un nivel y una plomada.

Posteriormente la torre se asegura a unos postes de madera u otro material enterrados en el piso, por medio de cuatro tensores de alambre, acero u otro material. Estos tensores van en direcciones opuestas y de forma perpendicular al eje de las patas de la torre, a una distancia de ocho metros aproximadamente (8.00 m.) a partir de la misma.

Estando la torre elevada y anclada al terreno, se procede a armar el primer tubo o barra de perforación de 1.00 m, se une por un extremo a la manija o agarrador y por el otro extremo se une a la broca. (Ver fotografía No. 7).



Foto No. 7 Montaje de la torre de perforación

Estas piezas montadas se aseguran por la manija a la cuerda del sistema de polea, que se desprende de la torre, la cuerda debe ser lo suficientemente larga para que permita bajar hasta la profundidad final del pozo.

4.2. Instalación del sistema de inyección de lodos

La circulación del lodo, a medida que avanza la perforación, tiene como función además

de traer a superficie todo el material excavado con la broca de perforación, evitar que las paredes del pozo se derrumben cuando se están perforando capas de arena.

El sistema inyección de lodo consta de los siguientes elementos:

- Dos fosas excavadas en el terreno unidas por un canal.
- Bomba manual de lodo.
- Manguera para inyección de lodo.

Las fosas de lodo están unidas por un canal excavado (con desnivel) que parte del sitio en que se está perforando, pasa por la fosa intermedia y termina en la fosa principal. Este canal tiene como función permitir la circulación del lodo que asciende por la perforación arrastrando los materiales gruesos excavados con la broca, llevándolos hasta la fosa intermedia para ser decantados y desde está hasta la fosa principal, donde se inicia de nuevo el ciclo del lodo. (Ver fotografía No.8)

La bomba de lodos se instala en un extremo de la fosa principal y se asegura en unos maderos atravesados en la parte superior de la fosa, la manguera se instala en el orificio de salida de la manija de la bomba de lodo. Esta manguera se lleva hasta el sito de la perforación y se ajusta a la manija del sistema de rotación.



Foto No. 8 Fosas excavadas en el terreno

Para la perforación se debe contar con cincuenta kilogramos de arcilla (50 Kg.), los cuales se mezclan con agua para preparar el lodo o fluido de perforación. Una vez preparado el lodo se dispone en la fosa principal. Debe anotarse que cuando se está perforando en terrenos muy arcillosos solo hace falta inyectar agua. De dos a cuatro operarios para halar la sogá sujeta al tubo de perforación que permite realizar el movimiento de percusión. A medida que se desciende en la perforación se requerirán más tubos de perforación, por lo cual se necesitarán más operarios para permitir elevarlos nuevamente. Un operario para realizar el movimiento de rotación durante la perforación. Un operario para accionar la bomba de inyección de lodo. El equipo de trabajo puede estar integrado por cinco y hasta ocho personas. (Ver fotografía No. 9)



Foto No. 9 Bomba manual unida a la manguera para inyección de lodos

4.3. Perforación

La perforación se realiza basada en dos movimientos principales, percusión y rotación manual de la broca y tubos de perforación. Para facilitar las labores de perforación es inyectado el lodo manualmente. El procedimiento es repetido de elevación y caída de las barras de perforación, como se describe a continuación:

La elevación se realiza atando una cuerda a la manija de rotación, pasándola por la polea y atándola en el otro extremo a un madero que debe ser halado por los operarios para elevar los tubos de perforación (Ver fotografía No. 10). Una vez suspendidos los tubos de perforación se dejan caer libremente, el golpe brusco de la broca en el terreno, romperá y ablandará el material. El movimiento de rotación es el procedimiento por el cual la broca gira arrancando el material rocoso por abrasión del mismo. La rotación se realiza

después que el terreno ha sido impactado por la caída del tubo de perforación y consiste de dos movimientos principales, torsión y rotación en dos sentidos:



Foto No. 10 Perforación movimiento de torsión y rotación

Torsión de la manija T de rotación (realizado por un operario): Este movimiento se realiza en el sentido de las manecillas del reloj (para evitar que se aflojen las barras de perforación), pero cuando la broca se atasque debe acompañarse de un pequeño giro de retroceso.

Rotación en dos sentidos: Se realiza para que el pozo se mantenga en su eje de gravedad es decir para que sea recto y no se desplace. Consiste en un movimiento de desplazamiento lateral (izquierda-derecha) sobre el eje de las barras de perforación y simultáneamente un movimiento de rotación de trescientos sesenta grados (360°).

Los movimientos deben realizarse en forma rítmica y en constante movimiento.

5. ETAPA DESPUÉS DE LA PERFORACIÓN

La perforación comienza utilizando la barra de 1.00 metro, la cual debe estar unida a la broca en un extremo, a la manija T de rotación en el otro y acoplada al sistema de elevación. La barra es levantada verticalmente 50 centímetros y se dejan caer bruscamente, ese sitio indica el punto exacto del pozo.

En este lugar se inicia la perforación excavando 50 centímetros en seco, esto permite verticalizar el pozo. Posteriormente se empieza la inyección del lodo y comienza la secuencia de perforación, repitiendo movimientos de percusión (elevación y caída libre de la tubería) y de rotación (rotación y rotación en dos sentidos).

Perforado un metro, se retira la barra de 1.00 metro y se coloca la de 2.00 metros, perforados los dos metros se adiciona una barra de 1.00 metro, perforados los 3.00 metros se retiran las dos barras (de 1.00 y de 2.00 metros) y se coloca la barra de 4.00 metros. Este procedimiento se repite hasta alcanzar la profundidad deseada para el pozo.

Para el cambio de las barras de perforación se adoptan los siguientes pasos:

Se debe retirar la manguera de lodo. Se aseguran las barras con una prensa de mordaza de cadena, (Ver fotografía No. 11). Con las herramientas apropiadas (llaves de tubo) se retira el agarrador en T y finalmente las barras respectivas.



Foto No. 11 Prensa de mordaza de cadena



Foto No. 12 Fragmentos de material extraídos por el lodo de perforación

Posteriormente para el montaje:

- Se coloca la nueva barra de perforación,
- Se coloca el agarrador en T,
- Se coloca la manguera de lodo,
- Se ajusta la barra
- Se retira la prensa y se continúa con la perforación,

Periódicamente se debe examinar el material extraído por el lodo de perforación, para observar los cambios en las características litológicas del mismo. La muestra se recolecta de la boca del pozo y debe ser lavada con agua limpia hasta retirar todo el lodo y poder observar sus características mineralógicas y texturales. (Ver fotografía No. 12).

5.1. Limpieza preliminar del pozo

Terminada la perforación y con la tubería aún en el pozo, se procede a lavar el mismo con la ayuda de la bomba de lodo. Esta bomba es instalada en un recipiente con abundante agua limpia. El procedimiento consiste en bombear agua vigorosamente hasta que salga lo más clara posible.

5.2. Retiro de los tubos

Una vez terminado este primer lavado del pozo, se procede a retirar los tubos de perforación de la siguiente manera:

- Inicialmente se asegura el primer tubo con una prensa de mordaza de cadena para tubería, para evitar su caída dentro del pozo.
- Se retira la manguera de inyección de lodo. Se retira la manija. Se retira tubo por tubo desenroscándolos, hasta llegar a la broca.

5.3. Entubado y limpieza del pozo

El entubado del pozo tiene como función proteger las paredes del mismo para evitar que se derrumben, además ser la conducción hidráulica que pone en contacto el acuífero con la superficie.

El proceso de entubado se realiza en los siguientes pasos:

Inicialmente se ranura el primer tubo de seis metros a lo largo, haciéndole ranuras en su contorno cada 5 centímetros (cinco cm).



Tapón del pozo



Tubería con ranuras y tela (poliéster)



Foto No. 13 Entubado del pozo

Estos serán los filtros por donde ingresa el agua del acuífero al pozo. Estos filtros se protegen con una media construida en tela sintética (poliéster) con el objetivo de retener las partículas de arena (Ver fotografía No. 13).

A cada tubo se le hace una campana mediante transferencia de calor, con el propósito de poder ensamblar uno con otro y posteriormente pegarlos.

A continuación, se procede a introducir en el pozo los tubos de PVC, comenzando con el del filtro y poniendo sucesivamente los demás, hasta introducir la cantidad de tubos de acuerdo a la profundidad perforada. Durante el procedimiento de entubado se debe inyectar agua limpia, con la bomba de lodo, para evitar la penetración de agua del acuífero a través del filtro.

El último tubo debe sobresalir 0.50 m por encima de la boca del pozo. Con la limpieza del pozo se pretende retirar los residuos del filtro, principalmente de lodo y de otros materiales acumulados en el fondo del pozo. Debe ser realizada después del entubado y antes de realizar el desarrollo del pozo. La limpieza del pozo se realiza de la siguiente forma:

Se introduce una manguera dentro del pozo. Se sella el espacio entre la manguera y el encamisado con tiras de neumático para que el agua no se devuelva y pierda presión. Se inyecta agua a presión con la bomba de lodo para limpiar el filtro. (Ver fotografía No. 14).

5.4. Filtro y sellado de las paredes

Finalizado el entubado del pozo, el espacio entre las paredes de la perforación (diámetro exterior) y el encamisado (tubo) debe rellenarse con material adecuado.

Este material debe permitir el paso del agua al filtro y sellar las partes del pozo que no presentan interés o que puedan contener aguas contaminadas. Este proceso se realiza de la siguiente manera:

La parte inferior, donde están los filtros (tubo ranurado) se rellena con arena gruesa lavada. Las paredes del resto del pozo, son rellenadas con arcilla seca.

Para proteger el pozo de posibles contaminaciones superficiales, su parte superior es impermeabilizada con una mezcla semi-húmeda de cemento y arcilla. (Ver fotografía No. 15).



Foto No. 14 Limpieza del pozo



Foto No. 15 Material de relleno





Foto No. 16 Desarrollo del pozo

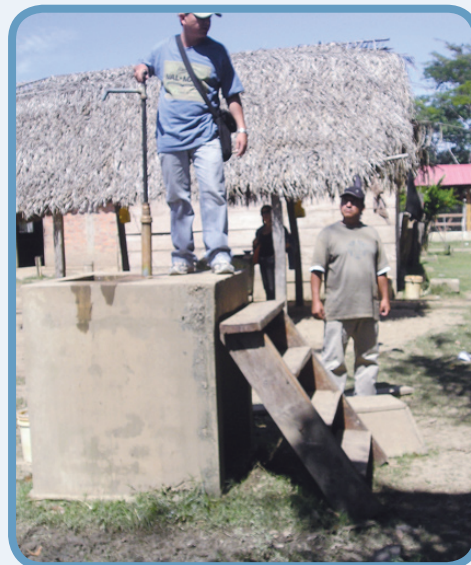


Foto No. 17 Base de concreto instalada para el pozo

5.5. Desarrollo del pozo

Este procedimiento busca extraer todos los restos de lodo y detritus de perforación y tratar de obtener el mejor rendimiento específico del pozo.

Se debe tener una manguera de un material resistente, de $\frac{1}{2}$ " con una longitud mayor a la del pozo perforado. En un extremo de la manguera debe tener una válvula de retención y en el otro un tapón. La manguera se introduce hasta el fondo del pozo, de forma que sobre una brazada y se marca. Durante 30 minutos o más, se introduce y retira la manguera con movimientos rápidos y bruscos sin sobrepasar la marca del borde del encamisado.

Se retira el tapón de la manguera, o se busca que por acción de presión sea expulsado. El agua saldrá con fuerza limpiando el pozo. Este procedimiento se continúa hasta que el agua salga limpia, (ver fotografía No. 16).

5.6. Base del pozo y protección superior

Para dar protección a la parte externa del pozo y soporte a la bomba de agua, se construye una base de concreto alrededor del pozo denominada "Base".

5.7. Instalación de la base

Para la instalación de la base se corta el tubo que sobresale del pozo, dejando 0.30 m sobre el nivel del suelo, se prepara un tubo galvanizado de 0.60 m longitud y 2" de diámetro (o mayor de acuerdo al diámetro del entubado del pozo). (Ver fotografía No. 17).

El extremo superior debe llevar una rosca en donde se coloca una unión (reducción) de 2" a 1" u otra dimensión de acuerdo al tipo de bomba de agua que se decida instalar. La parte del tubo que sobresale (0.30 m), se calienta por transferencia de calor se le ensambla el tubo galvanizado. Las 4 varillas de $\frac{1}{4}$ " del tubo galvanizado, se aseguran a una placa de concreto de 0.50 x 0.50 x 0.30 m de alto (la altura la determina la topografía del terreno). Finalmente se hace un piso alrededor de la base de concreto, lo que constituirá una protección superior del pozo.



6. BOMBA MANUAL DE AGUA

La última parte de la perforación consiste en instalar la bomba de agua, que es el dispositivo que permite la extracción del agua subterránea del acuífero.

Estas bombas de agua pueden suministrar un caudal hasta de 20 litros por minuto, tiene la capacidad de bombear el agua unos 30 metros de altura y por distancias hasta de 300 metros lineales. Se debe anotar que el caudal de agua producido por el pozo dependerá de las características hidrogeológicas del acuífero.

La longitud de la bomba depende de la ubicación del nivel estático y de la profundidad del pozo, teniendo una longitud de 20 a 50 cm menor que la camisa o encamisado del pozo. Una forma sencilla de detectar el nivel estático para este fin, es introduciendo una manguera hasta el fondo del pozo entubado y observar la profundidad de la parte que aparece mojada (ver fotografía No. 18).

6.1. Cabezal

El cabezal es la parte externa de la bomba, tiene una longitud que puede variar entre



Foto No. 18 Bomba manual de agua

65 y 74 cm y un peso aproximado de 8 Kg. Está compuesto por la manija en T, la descarga, y el cilindro o cuerpo, los cuales serán descritos a continuación:

La manija en T es el agarrador externo, para bombear el agua el operador debe sujetar esta manija y realizar movimientos ascendentes y descendentes.

La descarga es el orificio de salida del agua, se localiza en la parte inferior de la manija en T.

El cilindro o cuerpo es un tubo que tiene una rosca en el extremo superior donde se conecta con la descarga.

6.2. Conjunto inferior de la bomba

Las bombas de agua son construidas con politubos flexibles, el conjunto inferior de la bomba es la parte que se encuentre en el interior del pozo. Está conformado por el cilindro o cuerpo, el pistón, la válvula de pie del pistón, la válvula de pie del cilindro y el filtro.

A continuación serán descritas cada una de las partes de la bomba de agua:

El cilindro o cuerpo es un tubo de PVC de 1" de diámetro o mayor, que contiene al pistón. En su parte superior está conectado a un adaptador macho de PVC de 1" y a un buje reducción galvanizado de 1" a ¾" o mayor.

Pistón es un tubo PVC de ½" de diámetro y va unido al cabezal de la bomba mediante una unión de ½".

Válvula PVC de pie de pistón se ubica

en la parte inferior del pistón y va dentro del cuerpo o cilindro. Su movimiento permite el paso del agua del cuerpo o cilindro al pistón. Está conformada por un buje reducción para asegurar la varilla pasador de PVC, un niple de PVC de ½", una unión rosca PVC de ½", una empaquetadura de cuero o sellos y una unión PVC de ½", cortada.

Válvula del cuerpo o cilindro se localiza en el cuerpo o cilindro de la bomba, por debajo de la válvula PVC de pie de pistón. Está fija y permite el paso del agua del pozo al cuerpo o cilindro en un solo sentido.

El filtro está ubicado en el extremo inferior de la bomba, se une a la válvula del cuerpo por un buje de reducción PVC de 1" a ¾". Tiene una longitud de 25 centímetros y un diámetro de ¾".

6.3. Montaje de la bomba de agua

El montaje se realiza en el interior del pozo, de acuerdo a los siguientes pasos:

Inicialmente se une la válvula de pie de pistón al pistón y la válvula de pie de cilindro al cilindro. Se introduce el cilindro o cuerpo (tubo de 1") dentro del pozo, adicionando y uniendo los tubos hasta alcanzar la profundidad deseada que debe ser 20 a 50 centímetros menor que la longitud del pozo. Se corta el tubo sobrante y se pega un adaptador macho de 1", asegurándolo, con una unión galvanizada de 1" a ¾", a la base del pozo en el niple de dos pulgadas. Posteriormente se introduce dentro del cilindro el pistón (tubo de ½") uniendo los tubos necesarios hasta alcanzar la profundidad deseada (30 o 40 centímetros menor que la profundidad del cilindro). Se corta el tubo (de ½") sobrante y se instala la manija o agarrador en T (cabezal).

7. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y MANTENIMIENTO

En general se debe:

Cercar alrededor del pozo, en la zona inmediata.

Evitar disponer basuras y contaminantes en el sitio del pozo.

Evitar las aguas estancadas y el encharcamiento en el lugar del pozo.

Construir un canal de desagüe cerca al pozo, para que el agua circule y no se estanque.

No permitir el aseo personal o el lavado de utensilios, ropa, ni animales, en las cercanías del pozo.

Realice limpieza y retire la basura de los alrededores del pozo.

7.1. Mantenimiento preventivo del pozo

Para realizar el mantenimiento preventivo del pozo se debe:

Tapar el orificio de salida del agua del cabezal del pozo.

Bombear varias veces en posición de cada punto cardinal, norte -sur y este -oeste, hasta que brote agua entre las uniones del cuerpo y el embolo.

Se destapa bruscamente el orificio de salida del agua, y se sigue bombeando por un tiempo adicional.

Este procedimiento se debe realizar regularmente y también cuando se note dificultad para bombear o disminución del caudal.

Mantenimiento de la bomba de agua

La bomba de agua tiene una vida útil de seis (6) a tres (3) años. Sin embargo, el cuerpo y el pistón se pueden desgastar por su roce mutuo, disminuyendo de esta forma la producción de agua. En este caso se hace necesario la reparación o cambio de las partes dañadas, que puede realizarse de una forma rápida, en un tiempo estimado de una hora.

Retiro de la bomba

Inicialmente se debe retirar la bomba del pozo, primero se extrae el pistón y posteriormente el cuerpo o cilindro. Posteriormente se realizan las reparaciones necesarias, como se describe a continuación:

Desarme de la bomba

En el cabezal de la bomba, se desenrosca la unión galvanizada que asegura el pistón. Nunca se debe desenroscar o aflojar la unión que asegura el cuerpo de la bomba en el pozo, esto puede provocar su caída dentro del pozo, posteriormente se debe:

- Desarmar la bomba manual, retirando el pistón de la manija en T con mucho cuidado.
- Se deben revisar los componentes de la bomba.
- Se desarmen las partes para realizar el plan de mantenimiento de acuerdo con los daños encontrados en el pistón, cuerpo y las válvulas.
- Es importante tener siempre las herramientas y repuestos a mano.

Posteriormente se tapa el pozo para evitar accidentes, como la caída de objetos dentro del mismo.

Revisión de las partes de la bomba

Se debe revisar cuidadosamente el estado de las válvulas (embolo y pistón), y las empaquetaduras. Es importante revisar también el estado de desgaste de

las bolas de cristal. Revisar el desgaste en los tubos del cuerpo y pistón de la bomba. Si es necesario, cambiar las partes de la bomba que estén dañados. (ver fotografía No. 19).

Limpeza de las válvulas:

Se limpia y retira el material extraño del interior de las válvulas (arena, otros objetos).

Se ajustan las partes de la bomba, válvulas y empaquetaduras en el caso de que se hayan aflojado por uso o deterioro.

Cambio de las partes dañadas de la bomba:

Válvula:

Cortar la parte del cuerpo de la bomba, calculando el lugar que abarca la válvula de pie desgastada. Desechar la parte cortada.

Calentar, por transferencia de calor, la parte del cuerpo de la bomba que abarca la válvula nueva. Inmediatamente, introducir la nueva válvula de pie al cuerpo de la bomba.



Foto No. 19 Partes de la bomba manual

Se presiona con la mano todo el contorno que abarca la válvula para que quede bien adherida al cuerpo de la bomba, de tal forma que no tenga movimiento dentro del tubo.

Empaque de la válvula:

Si el empaque de la válvula está desgastado, la presión y el caudal del agua baja, uno de los indicativos de que esto sucede es que cuando la bomba se

manipula se siente suave, suelta. Para solucionar estos problemas se debe:

Conseguir un pedazo de llanta, cuero, u otro material similar al que se retira de la bomba. Cortar un anillo de la goma del material elegido. Retirar (desenroscando) el empaque de la válvula pistón deteriorado, se utilizan herramientas si está muy apretado (llave stilsón o de tubo). Cambiar la nueva empaquetadura y volver a enroscar la válvula del pistón.

Cuerpo o cilindro y pistón:

Se corta la parte desgastada y se repone con una nueva, pegándose con una unión PVC. Se debe tener cuidado de reponer la misma cantidad cortada.

Nota.- Nunca utilice ningún lubricante para las partes móviles de la bomba de agua, ya que contaminara el agua. RECUERDE LOS LUBRICANTES EN ESTE SISTEMA NO SON NECESARIOS.

Armado de la bomba

Terminada las reparaciones se arman todas las partes de la bomba siguiendo el procedimiento inverso. Armado e introducido todo el conjunto de la bomba manual, se aseguran las partes.

7.2. Recomendaciones sobre el mantenimiento preventivo

Cada vez que se desmonte la bomba de agua se debe realizar el mantenimiento preventivo para la limpieza del sistema.

El empaque de la válvula del pistón no debe quedar muy duro al accionar el embolo de la bomba, esto lo puede desprender.

Se debe esperar el tiempo suficiente para que la soldadura de PVC pegue los accesorios, de lo contrario se pueden desprender y ocasionar accidentes o daños internos.

GLOSARIO

Abrasión: Acción o efecto de desgastar por fricción.

Acople: Acción de acoplar. Unir entre sí dos piezas, de modo que ajusten exactamente, ensamblar.

Acuífero: Capa subterránea de tierra, cascajo o piedra que contienen agua.

Agarrador: Palanca en forma de T; manija.

Anclaje: Acción de anclar, asegurar.

Barra: f. Piezas mucho más largas que gruesas; palanca de hierro.

Bombear: Sacar o trasegar un líquido por medio de una bomba.

Camisa: f. Revestimiento en forma de capa que recubre el interior de una cosa; encamisar un pozo.

Cilindro: Es el dispositivo en donde tiene lugar la impulsión del agua mediante el deslizamiento del pistón.

Elevación: Alzar, elevar una carga.

Ensamblar: tr. Unir, juntar.

Entubar: Encamisar; Poner un tubo para proteger el pozo.

Filtro: Es el elemento encargado de dejar pasar el agua del acuífero al pozo y reteniendo las partículas que se encuentren en el agua.

Fosa: f. Excavación.

Perforar: Agujerear.

Perforación: m. Acción y efecto de perforar, hacer hoyo o cavidad, hueco.

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.

Pulgada: f. Medida de longitud de la unidad de medida métrica inglesa

Rebose: Acción de rebosar, derramarse un líquido.

Reciclar: Recuperar y procesar una materia para usar nuevamente.

Tubería de impulsión: 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 válvula de pie del pistón al cabezal.

Tubería de soporte: Es el elemento

encargado de sostener la bomba uniéndola al cabezal. Por su interior se desplaza la tubería de impulsión.

Este dispositivo es un tubo de PVC presión de 1" y contiene la válvula de pie del cilindro.

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: Dispositivo encargado de dar paso de líquidos en un solo sentido.

Vertiente: Agua que aflora en un lugar de la superficie de la tierra.

BIBLIOGRAFÍA

BANCO MUNDIAL, Información y Capacitación en Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Bajo Costo.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, División de Salud y Ambiente, CEPIS; Unidad de Apoyo Tecnológico para el Saneamiento Básico de Áreas Rurales, UNATSABAR, Organización Panamericana de la Salud, OPS Organización Mundial de la Salud, OMS. Guía para la perforación manual de pozos de agua. Lima – Perú. 2002,

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, División de Salud y Ambiente, CEPIS ; Unidad de Apoyo Tecnológico para el Saneamiento Básico de Áreas Rurales, UNATSABAR; Organización Panamericana de la Salud, OPS Organización Mundial de la Salud, OMS. Guía para la Instalación de Bombas Manuales. Lima – Perú. 2002,

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, División de Salud y Ambiente, CEPIS; Organización Panamericana de la Salud, OPS Organización Mundial de la

Salud, OMS. Guía para la fabricación e instalación de bombas manuales módulo de capacitación. Lima – Perú. 2004,

EMAS, El Proyecto de Agua Potable: Técnica de Perforación EMAS: URL

<http://www.emas-international.de/index.php?id=9&L=2>

Guía para la protección de aguas subterránea, EE UU. URL <http://www.epa.gov>

Organización Panamericana de la Salud OPS, Organización Mundial de la Salud OMS. Sistema manual de perforación de pozos AYNi-2000, La Paz-Bolivia,

Organización Panamericana de la Salud OPS, SENA Servicio Nacional de Aprendizaje, Perforación Manual de Pozos Profundos de Pequeño Diámetro.

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS,

TERAN BAZAN LUIS F, Curso básico sobre explotación sostenible de aguas subterráneas, Módulo 1. Perforación Manual de Pozos, Chiclayo – Perú, 2002,



Av. Arce No. 2885
Zona: Sopocachi
Teléfono: (591-2) 2432631
Fax: (591-2) 2431010
Casilla: 2561 La Paz – Bolivia
www.crs.org

Calle 20 No. 7720
esq. Av. Fuerza Naval Calacoto
Teléfono: (591-2) 2770222
Fax: (591-2) 2772101
Casilla: 3-12435 La Paz – Bolivia
www.unicef.org

POZOS DE AGUA

MANUAL DE PERFORACIÓN