



Construcción manual y equipamiento de pozos de observación de poca profundidad para el monitoreo de agua en suelos

Instituto de Geología

Autores

José Luis Lezama Campos

Blanca Prado Pano

Eric Morales Casique

Noviembre 2024



“Construcción manual y equipamiento de pozos de observación de poca profundidad para el monitoreo de agua en suelos”, José Luis Lezama Campos, Blanca Lucia Prado Pano, Eric Morales Casique. D. R., ©, 2024, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000, Universidad Nacional Autónoma de México, C.U., Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México. Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Creative Commons Atribución, No comercial Código Legal: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>. es, (CC-BY-NC).

Este manual tiene como objetivo que el o los estudiantes cuenten con los elementos necesarios para la construcción de pozos de observación de poca profundidad utilizando equipo manual.

Se agradece al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica. DGAPA PAPIIT. Clave IV200122 AELT – Efectos de cambio global y climático sobre limnología y biodiversidad acuática.

Contenido

1. OBJETIVO DÍDACTICO.....	4
2. INTRODUCCIÓN	4
3. MATERIALES	5
3.1. Equipo de perforación.....	6
3.2. Material para equipamiento.....	9
4. PERFORACIÓN	10
4.1. Revisión de equipo de seguridad.....	10
4.2. Preparación del sitio.....	10
4.3. Construcción del agujero	12
4.3.1. Perforación por percusión	12
4.4. Recuperación	14
4.4.1. Perforación por rotación.....	17
4.5. Limpieza	20
5. EQUIPAMIENTO.....	20
5.1. Preparación del fondo.....	20
5.2. Espacio Ranurado	23
5.3. Ranurado.....	23
5.4. Hincado de la tubería.....	24
5.5. Revestimiento.....	27
5.6. Terminación	27
5.7. Reporte.....	28
REFERENCIAS	30

1. OBJETIVO DÍDACTICO

Que el alumnado tenga un manual de referencia sobre la metodología general para la construcción de pozos de observación de poca profundidad utilizando equipo manual, haciendo énfasis en las condiciones mínimas necesarias para realizar la actividad de manera completa.

2. INTRODUCCIÓN

Los pozos de observación son perforaciones verticales que se realizan en el suelo (Figura 1) para medir las fluctuaciones de nivel freático. Generalmente se construyen en formaciones blandas o terrígenas de poca profundidad, donde el nivel freático se encuentra cerca de la superficie. Gracias a los pozos de observación es posible obtener muestras de agua freática, así como el seguimiento en el tiempo del nivel. También es posible obtener muestras de suelo y su caracterización durante su construcción.

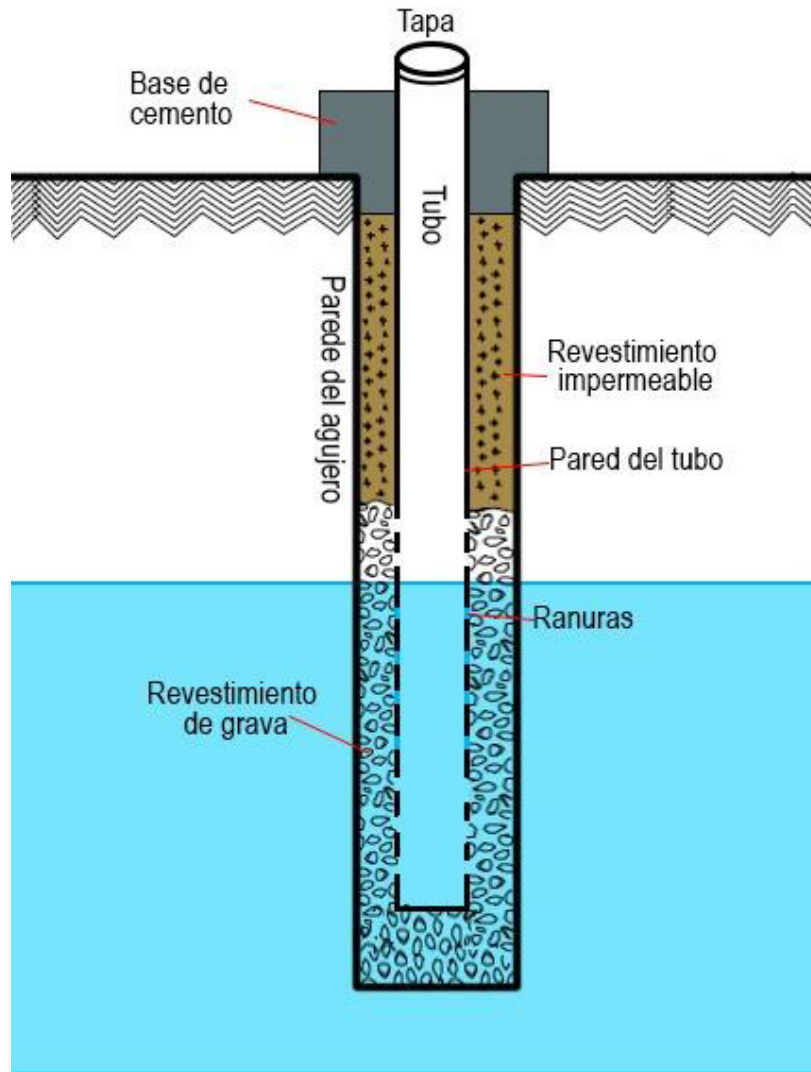


Figura 1. Esquema de un pozo de observación.

Este documento pretende introducir los conceptos básicos y la metodología necesaria para la construcción y equipamiento de pozos de observación de corta profundidad (menor a 5 metros), con equipo manual.

El procedimiento de instalación de un pozo de observación es variado, de acuerdo con el objetivo y el equipo disponible, sin embargo, es posible generalizarlo en pasos específicos para asegurar su efectividad y durabilidad.

3. MATERIALES

En este apartado, se enlistan las características mínimas del equipo, junto con el material necesario y herramientas más importantes para la construcción y equipamiento de pozos de observación.

3.1. Equipo de perforación

Para la perforación manual, es necesario contar con el equipo de perforación adecuado, cuyas características dependerán del objetivo y características del pozo de observación. Si bien no existe un equipo o método universal, aquí se mencionan las características generales más importantes de un equipo manual.

a). Barrena. Se considera como el elemento principal para la construcción del agujero. Se trata de una punta de acero de alta resistencia, con diferentes características de corte. Se pueden generalizar en dos tipos diferente: Helicoidales y tipo muestreador (Figura 2).

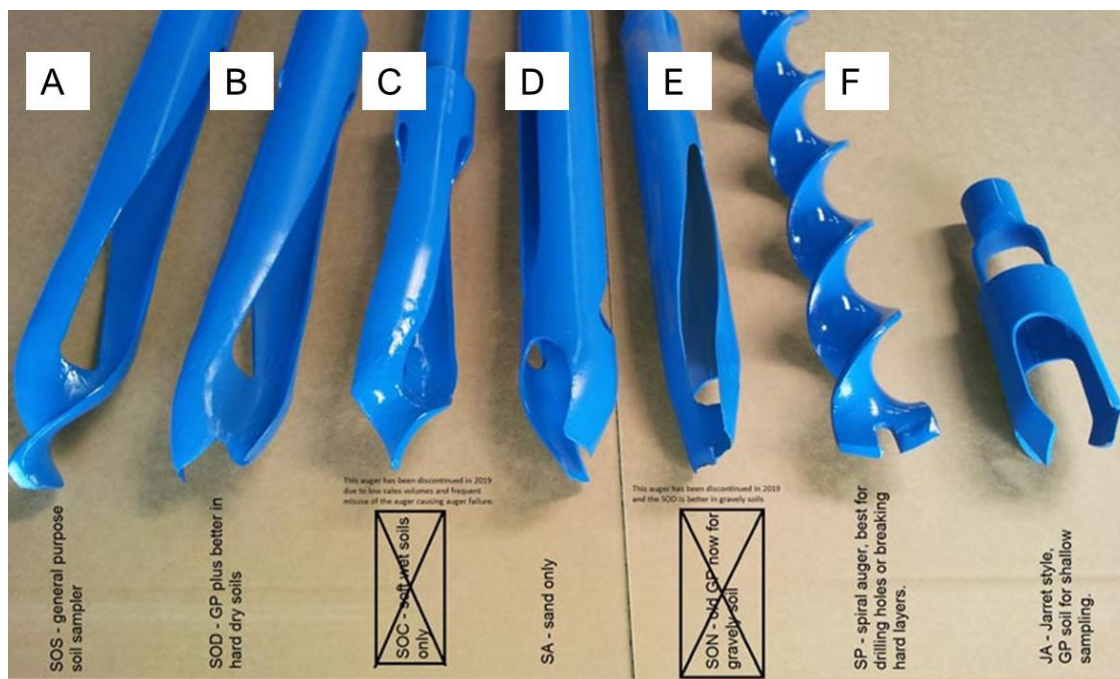


Figura 2. Diferentes tipos de barrenas. (Dormer Soil Sampling Equipment).

Las barrenas tipo barril o tipo concha son barrenas con un diseño de tubo hueco, adaptadas con diferentes estilos de punta cortadora para adaptarse a diferentes tipos de suelo, pueden ser de punta, doble punta o helicoidal. Su objetivo es realizar un corte en el suelo mientras este se almacena en el tubo hueco o barril, lo cual permite adquirir secciones de suelo con poca alteración mecánica.

A) Barrena de suelo multipropósito. Se trata de una barrena con dos ranuras o muescas cortadoras, con punta en espira. De las barrenas más utilizadas y con fácil manejo en las mayorías de condiciones de suelo, inclusive en suelos sueltos o arenosos (evitar gravas).

- B) Barrena Cortadora. Barrena de corte, se utiliza para suelos con raíces o arcillas y arenas duras, requiere de alta fuerza manual para realizar el corte.
- C) Barrena de punta. Se utiliza principalmente en suelos blandos o con alto contenido de agua y de penetración sencilla.
- D) De barril con doble punta. Se utiliza para realizar corte en materiales arenosos o limosos que permitan el fácil avance de la cortadora.
- E) De Barril doble punta largo. Se utiliza para realizar corte en materiales arenosos y con gravas que permitan el fácil avance sin la necesidad de corte.

Las barrenas helicoidales (Figura 1 F) son barrenas en espiral o en forma de tornillos “sin fin” con uno de sus extremos afilados o de corte. Perforan muy bien en para suelos blandos, homogéneos y sin la presencia de raíces gruesas o gravas de gran tamaño, aunque tambien pueden ser utilizados para romper capas duras o más consolidadas, por su facilidad de hincado. Tiene la ventaja de proporcionar un avance rapido al corte y puede ser usada en equipos manuales como mecánicos.

Al igual que las de barril, existen diferentes tipos. Por Ejemplo:

Edelman Arcilla. Para suelos arcillosos cohesivos. tiene la ventaja de usar cuchillas estrechas que cumplen con poca resistencia en suelos arcillosos apretados (Figura 3A).

Edelman Combinada. Consigue un buen agarre razonable de arena mientras que el material arcilloso puede ser fácilmente retirado del cuerpo del barreno (Figura 3B).

Edelman Arena. Los arenosos no cohesivos necesitan grandes aspas para mantener la muestra en el interior (Figura 3C).



Figura 3. Diferentes tipos de barrenas sin barril muestreador Imagen tomado de la página electrónica <http://www.lapacacr.com/>

b) Mango. Tubo metálico, que puede tener punta o forma de “T”. En un extremo se adapta la barrena, mientras que el otro extremo se utiliza para dar torción o trabajo mecánico. Los mangos en forma de “T” (Figura 4) utilizan la rotación manual para transmitir movimiento a la barrena, mientras que los de punta, utilizan la fuerza de percusión (golpes) para hincarse y realizar el corte.



Figura 4. Mango en forma de “T”.

c) Extensiones o vástagos. Son varillas tubulares simples (Figura 5), que se utilizan para lograr mayores profundidades más allá de la longitud del mango y la barrena que generalmente en conjunto alcanzan 1.0 m de profundidad. Estas varillas de extensión están fabricadas generalmente con un tubo de 40 mm de diámetro aproximadamente y están equipadas con un cople (Figura 6a) o rosca (Figura 6b) de conexión.



Figura 5. Varilla de conexión y cople.



Figura 6. Tipos de conexiones (a) De Cople y (b) de rosca. Imagen tomada de la página electrónica <https://dormersoilssamplers.com/>.

3.2. Material para equipamiento

Además del equipo manual de perforación, para realizar el agujero donde se instalaría el pozo de observación, se necesitan herramientas y materiales para su construcción. A continuación, se enlistan los más importantes:

- Tubería. Puede ser de PVC o metálica. La tubería es el cuerpo principal del pozo de observación. En general, se recomienda utilizar tubería de PVC de cédula 40, debido al bajo costo y la flexibilidad del material, sin embargo, para agujeros profundos o inestables, se recomienda utilizar tubería metálica de acero al carbón. La cantidad y el diámetro del tubo dependerá de las características y profundidad del piezómetro. Se recomienda utilizar tubos de entre 2 y 6 pulgadas de diámetro.
- Palas y picos. Parte de las herramientas básicas, utilizado para preparar el sitio, eliminar obstáculos como vegetación y rodados de roca.

•Grava o gravilla. La grava utilizada es de tipo sílica, especial para la construcción de pozos. Esta servirá para formar un filtro alrededor de la tubería y facilite el paso del agua hacia el interior del piezómetro. También se mezclará con el cemento para dar mayor rigidez a la cementación.

•Herramientas varias: pinzas, seguetas o serrucho, limas, marro, cintas, marcadores, flexómetro. Utilizadas para multipropósitos, son indispensables antes, durante y después de terminar la construcción de cada piezómetro.

4. PERFORACIÓN

A continuación, se describe el proceso constructivo general del agujero para el pozo de observación, los procesos más esenciales y la metodología a seguir.

4.1. Revisión de equipo de seguridad.

Previo a realizar antes cualquier procedimiento de campo es importante verificar que se cuenta con las condiciones y equipo de seguridad necesario. En general se necesitan guantes, botas y ropa de campo. Se deberá contar además de un botiquín de seguridad en caso de alguna contingencia, ya que se trabajará con elementos con corte y peso.

4.2. Preparación del sitio.

En general, la preparación no requiere de modificación del terreno o alguna preparación especial, sin embargo, existe una serie de recomendaciones.

- No realizar la perforación cerca de vegetación con raíces extensas, como algunos tipos de árboles y arbustos, no es recomendable cortar raíces durante la construcción del agujero (Figura 7).



Figura 7. Evitar construir el pozo cerca de raíces o elementos que puedan obstruir la perforación.

- Evitar zonas pedregosas o riveras de ríos y cauces intermitentes, debido a la dificultad que se tiene en la perforación manual. Si se requiere realizar el pozo en estos terrenos se deberá elegir una barrena adecuada, la cual puede ser helicoidal sin filo en el tornillo sin fin (Figura 1F), o de concha de tipo hélice (Figura 1E).
- Evitar que existan cantos rodados o material suelto cerca del sitio elegido para realizar el agujero, para evitar tropiezos y falta de maniobrabilidad.
- Evitar zonas sobresaturadas o realizar el agujero después de eventos de precipitación, para evitar inundación del agujero o adhesión de la barrena a las paredes del agujero.
- Se recomienda realizar el agujero en zonas planas, y liberar la zona de vegetación, como se muestra en la Figura 8.

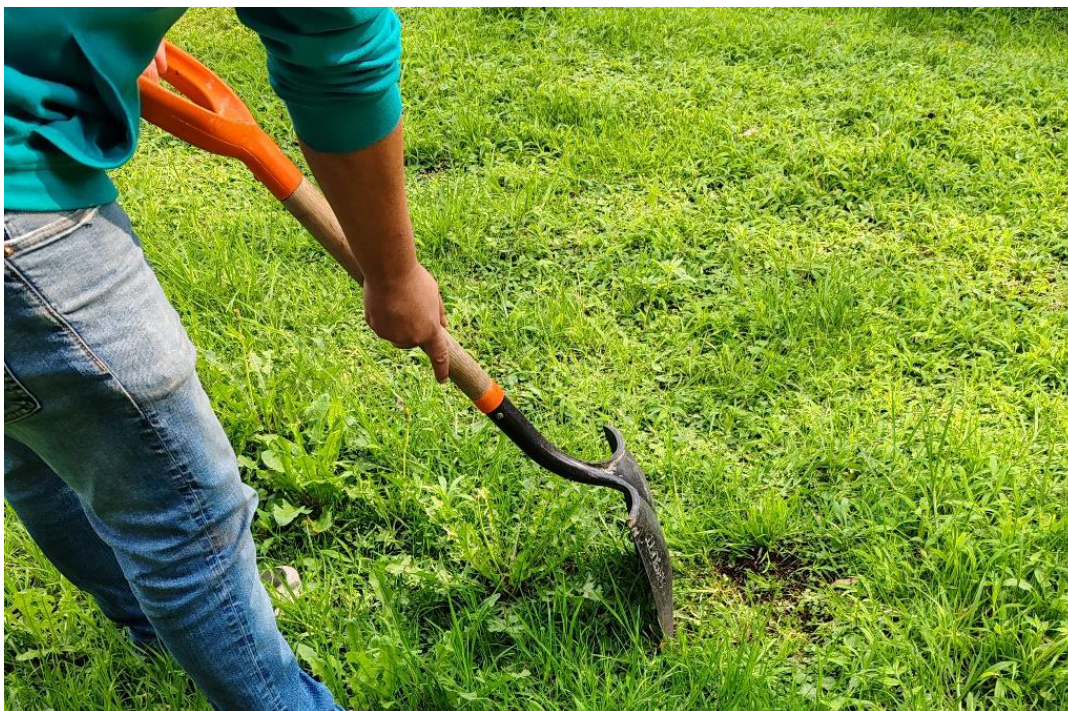


Figura 8. Preparación del sitio eliminando la capa vegetal.

4.3. Construcción del agujero

Existen diferentes formas de avance al perforar de manera manual, pero es posible generalizarlas en 2 tipos. Por percusión y por rotación.

4.3.1. Perforación por percusión

La **perforación por percusión** se realiza en agujeros poco profundos, (menores a 1 m) y de poco diámetro (menor a 2 pulgadas) y cuando uno de los objetivos, además de realizar el pozo de observación, es obtener un perfil de suelo lo menos alterado posible. En el caso de esta perforación, se utilizan barrenas huecas o varillas, que permiten el hincado de la barrena y la permanencia del material en su interior (Figura 9) con el menor grado de alteración posible.



Figura 9. Barrena Hueca para realizar agujeros y toma de muestra de suelo

La percusión se realiza de manera manual, utilizando masas o martillos (Figura 10) golpeando el extremo superior. Se recomienda el uso de masas de material plástico o goma, de manera que se aminore el desgaste, principalmente en la barrena. La barrena o varilla hueca debe encontrarse completamente vertical y la percusión debe ser contundente, pero sin un grado de fuerza excesivo, de tal forma que se logre el avance en el suelo sin que la barrena sufra algún tipo de inclinación. El hincado inicial debe realizarse entre dos personas, vigilando que la varilla incursione dentro del suelo sea en forma vertical y sin pandeo (Figura 10). En suelos blandos los golpes deben realizarse con mayor cuidado, para evitar que la barrena se hincque hasta el nivel del suelo y quede atrapada.

Este procedimiento no se recomienda en suelos con gravas mayores a los 2 centímetros o rocas sueltas, ya que estas detienen el avance de la barrena, y pueden causar accidentes durante el hincado de la misma.



Figura 10. Proceso de hincado de una barrena por el método de percusión

4.4. Recuperación

Una vez hincada la barrena en el terreno, esta deberá ser extraída para obtener la muestra de suelo y tener libre el agujero para construir el pozo de observación. Para las barrenas o varillas de muestreo, estas deben ser jaladas de manera ascendente con fuerza. El movimiento debe ser sobre la vertical de la barrena y no hacia el operador de manera inclinada (Figura 11). La postura correcta para realizar el movimiento debe ser en cuclillas, como si se fuera a levantar un objeto pesado (Figura 12) para evitar lesiones.



Figura 11. Posición incorrecta para levantar la barrena.



Figura 12. Posición correcta para levantar la barrena.

Para los primeros centímetros, es posible tener una postura de rodillas, para generar pequeñas rotaciones sobre el eje de la barrena y así poder liberarla del agujero. La extracción debe ser firme y con fuerza, y se puede continuar realizando pequeñas rotaciones para evitar la adherencia en la pared del agujero con el cuerpo de la barrena. La velocidad de extracción deberá cuidarse hacia el final del cuerpo de la barrena, ya que la salida de la barrena del agujero puede producir un sobre salto. En suelos cohesivos, arcillosos y con gran cantidad de materia orgánica, el movimiento puede ser muy difícil de ejecutarse, por lo que la extracción de la barrena puede acompañarse de pequeñas percusiones o golpes laterales a la barrena, pero sin causar su inclinación.

Una vez extraída la barrena, esta debe ser recostada en el suelo de manera horizontal (Figura 13a). Debe evitarse a toda costa recargarla de manera vertical para evitar que se vuelva a hincar en el suelo o exista la pérdida de la muestra.

En la Figura 13b se muestra un ejemplo de la muestra de suelo dentro de la barrena para su posterior análisis.



a) Barrena colocada en forma horizontal.



b) Muestra de suelo obtenida de la barrena.

Figura 13. Barrena de muestreo fuera del agujero.

4.4.1. Perforación por rotación

Para el método de perforación manual con barrenas que necesitan rotación, la barrena se hince en el suelo por medio de giros y un poco de presión, que se induce a la barrena por medio del mango. Para las barrenas en forma de tornillo sin fin o helicoidales, la presión es baja, ya que la forma helicoidal de la barrena genera el movimiento descendente en el suelo (Figura 14), mientras que en las de barril, se debe generar más presión, dependiendo del tipo de suelo. Mayor para suelos secos y compactos y menor para suelos húmedos y sueltos.

Este tipo de perforación es el método de perforación más común para realizar pozos de observación en suelos.



Figura 14. Perforación con método rotativo.

Se debe buscar que el movimiento de giro de la barrena sea completo (360°) en sentido horario (Figura 15), para que el suelo ingrese a el barril de la barrena o a las canaletas en el caso de las barrenas tipo tornillo.



Figura 15. Ejemplo del sentido de giro al perforar un agujero con barrenas.

En caso de que el avance de la barrena no sea el esperado (Figura 16), se puede repetir el movimiento de giro (repetir el giro de 360°) hasta que el cuerpo entero de la barrena ingrese al horizonte de suelo, lo que es común en suelos duros y compactos o pedregosos. Una vez embocado el suelo dentro de la barrena o en los surcos, esta deber ser jalada verticalmente para extraer el suelo y avanzar en la construcción del agujero (Figura 17).



Figura 16. Embocadura del suelo dentro de la barrena posterior a un primer giro.



Figura 17. Recuperación de suelo con la barrena de barril.

4.5. Limpieza

Para retirar el exceso de suelo se recomienda usar una pala de mano o un desarmador de punta plana para retirarlo de la barrena (Figura 18a). Bajo ninguna circunstancia se deberá usar la mano sin equipo de protección (Figura 18b), ya que los bordes y puntas de la barrena se encuentran afilados. También se debe evitar eliminar el exceso de suelo a través de golpes o percusiones, ya que estos deforman la barrena y/o eliminan el filo.



a) Limpieza con una pala de mano.

b) Limpieza sin equipo de protección.

Figura 18. Eliminación del suelo en la barrena.

La operación anterior deberá repetirse hasta alcanzar la profundidad deseada. En caso de ser necesario, para pozos de más de un metro de profundidad, se deben usar las extensiones del mango con sus respectivos coples o tornillos de sujeción.

Ya que las propiedades del suelo varían con la profundidad, es recomendable utilizar más de un tipo de barrena que se adecue al tipo de suelo encontrado en profundidad.

5. EQUIPAMIENTO

Una vez alcanza la profundidad deseada con el proceso de perforación, se debe realizar el equipamiento del pozo de observación. Esta operación consiste en colocar la tubería de PVC dentro del agujero e instalar los elementos necesarios para darle estabilidad, rigidez.

5.1. Preparación del fondo

Al terminar el agujero, y previo a la instalación de la tubería es necesario preparar el fondo del agujero, esto con el objetivo de evitar inestabilidad en el pozo de observación debido al reblandecimiento del suelo causado

por la perforación y para evitar flujos verticales de agua al interior del pozo que socaven el fondo.

Existen dos tipos de terminaciones generales. La primera, utilizando una tapa del mismo material de la tubería, que puede ser de PVC o metálica. En esta tapa, descansará el pozo de observación. Esta terminación se recomienda únicamente en pozos de baja profundidad, donde los gradientes del agua subterránea sean pequeños (variaciones de niveles de pocos centímetros) y donde la estabilidad vertical del pozo de observación no sea un problema.

La segunda terminación consiste en rellenar el fondo con material de arcilla (bentonita) o arena o grava fina (menor a un centímetro), que permita realizar una base que de estabilidad al pozo e hincarlo de manera adecuada (Figura 19a). El tubo descansará sobre esta base y permitirá mantener la verticalidad del pozo (Figura 19b).

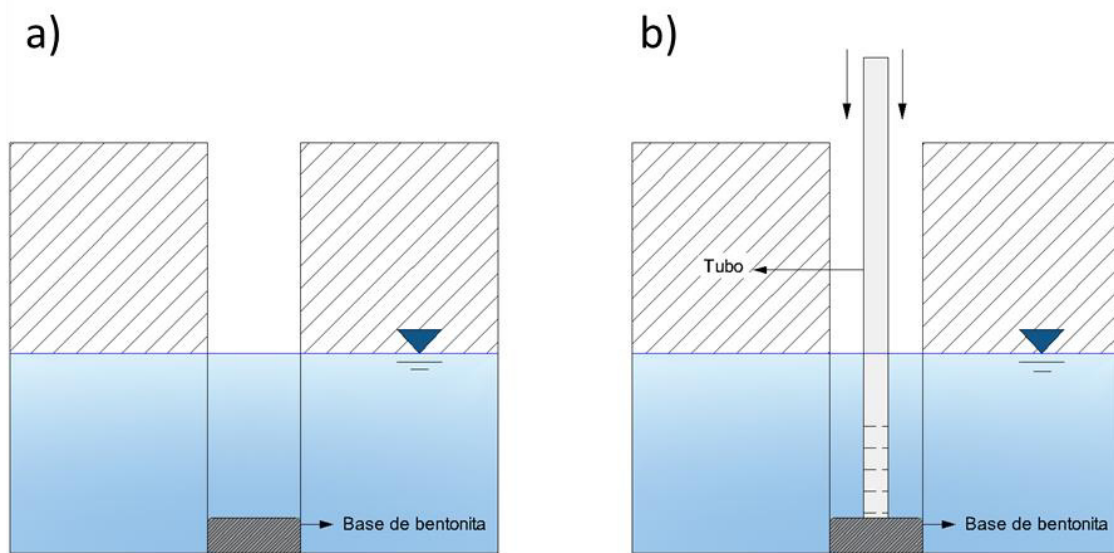


Figura 19. Objetivo de la construcción de la base de bentonita.

En condiciones secas, es posible construir la base de fondo únicamente agregando la bentonita por la boca del pozo, agregándolo poco a poco desde superficie (Figura 20).

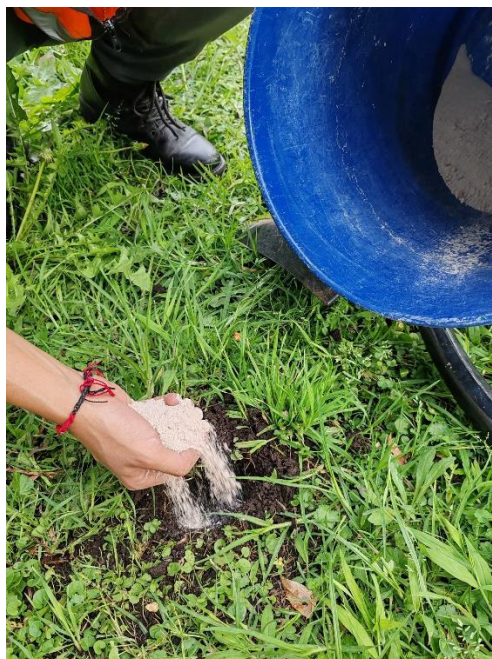


Figura 20. Construcción de la base de bentonita.

En condiciones saturadas, donde se alcanzó el nivel freático durante la perforación, es necesario realizar la preparación del material de la base en superficie, preparando una composición de bentonita hidratada y arena o grava silica con una proporción aproximada de 50-50 a 60-40 (Figura 21) de bentonita y grava respectivamente. El objetivo es dar cohesión a la arcilla y a la grava y evitar que la bentonita flote en el agua freática.



Figura 21. Preparación en superficie.

La base debe tener aproximadamente 10 centímetros de alto, por lo que se deberá realizar el cálculo del volumen de material necesario, utilizando el diámetro del agujero y la altura deseada.

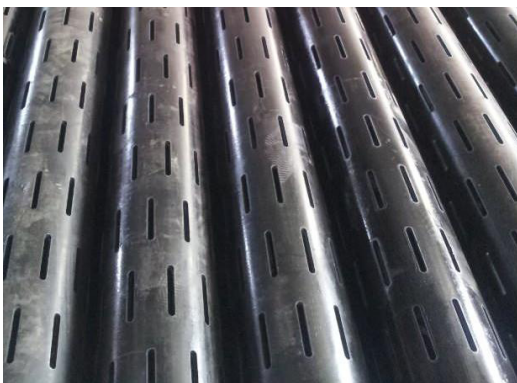
5.2. Espacio Ranurado

Antes de hincar la tubería dentro del agujero, se debe determinar el espacio ranurado del tubo. Este espacio o altura ranurada corresponde a la sección del pozo que permitirá el ingreso de agua dentro del pozo de observación por medio de agujeros o ranuras y es único para cada caso. La sección ranurada recibe el nombre de sección de ademe ranurado, mientras que a la sección no ranurada se le determina como sección de ademe liso.

De manera general, se elige la longitud de la sección ranurada con base al espesor de la capa permeable de la que se espera el principal aporte de agua.

5.3. Ranurado.

Existen diferentes tipos de tubería ranurada y cedula en el mercado (Figura 22a y 22b), principalmente para pozos profundos o pozos de explotación. Si bien, existe tubería especializada para pozos, esta generalmente es costosa ya que está diseñada para soportar diferentes condiciones de esfuerzos y deformación.



a) Ranuras verticales.



b) Ranuras de perforación.

Figura 22. Tipos de ranurado

Para pozos de poca profundidad, no se requiere una tubería especializada, ya que los esfuerzos compresionales y de corte en los suelos y formaciones superficiales no son considerables, por lo que es posible el uso de tubos de PVC y de acero de menor espesor, por lo que el ranurado puede realizarse de manera manual siguiendo una serie de recomendaciones.

- La forma de las ranuras se recomienda en forma de línea o ranura, debido a que otras formas geométricas como círculos o polígonos, permiten el ingreso del recubrimiento al interior del pozo de observación.
- El espesor de las ranuras debe ser menor a 5 milímetros, pero mayor a 2 milímetros de tal manera que el flujo de agua al interior del pozo sea continuo.
- Las ranuras deben encontrarse espaciadas de manera uniforme en toda la sección de ademe ranurado.
- Las ranuras no deben exceder los cuatro centímetros de longitud para tuberías de dos pulgadas y de cinco para diámetros mayores.
- Con el objetivo de mantener resistencia en la tubería, se recomienda que la disposición de las ranuras sea a 45° en dos caras del tubo, con una separación aproximadamente dos pulgadas a lo largo de todo el intervalo ranurado.

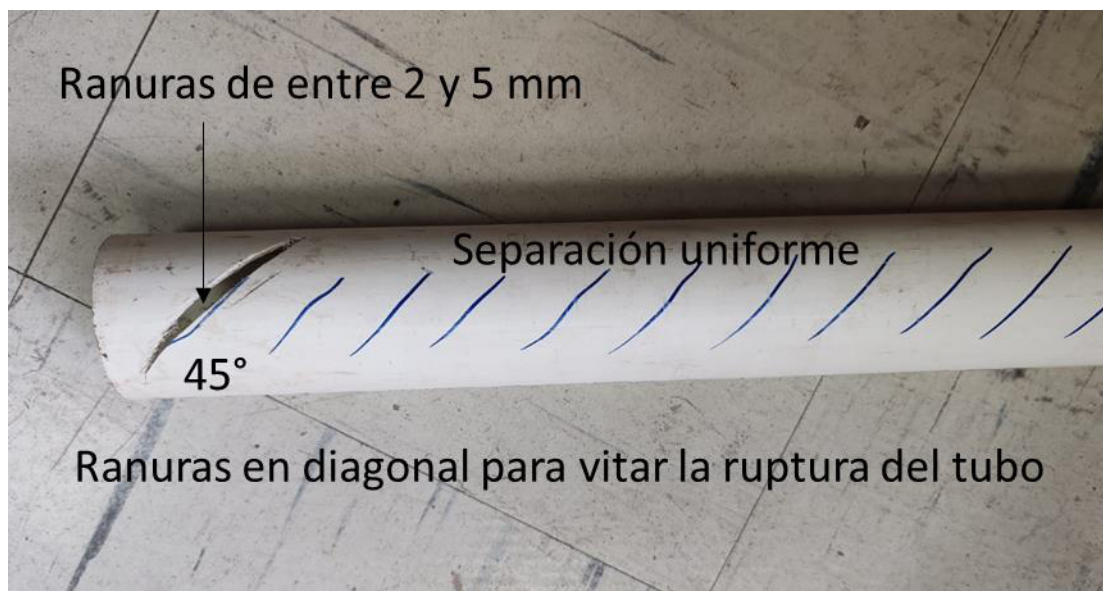


Figura 23. Ranurado de PVC.

5.4. Hincado de la tubería

Una vez preparada la tubería, esta debe introducirse en el agujero. Este proceso llamado hincado, es un proceso delicado, ya que durante este proceso es posible derrumbar las paredes del pozo.

El hincado consiste en bajar la tubería a través del agujero descubierto hasta llegar al fondo (Figura 24). Se recomienda hacerlo entre dos personas, sujetando el extremo inferior de la tubería del pozo y dirigiéndola lo más centrada dentro del agujero, de manera tal que, el

toque con las paredes con el frente de la tubería sea evitado, para no causar derrumbes y el colapso del agujero.



Figura 24. Hincado de tubería

El extremo final del tubo o la boca del pozo nunca debe quedar al ras de la superficie del terreno, Figura 25, esta debe sobresalir del terreno, a una

distancia que corresponda con el tipo de terminación del pozo de observación (Figura 26).



Figura 25. No se debe hincar por completo la tubería.



Figura 26. Tubería de PVC completamente hincada

5.5. Revestimiento

El revestimiento es el proceso en el cual se colocan protecciones alrededor del ademe del pozo. Este revestimiento tiene diferentes objetivos, debe evitar el movimiento de la tubería dentro del agujero, evitar el colapso de las paredes y el daño permanente de este y debe permitir la comunicación hidráulica (paso del agua) entre la formación de interés y el interior del pozo de observación. Para lograr estos objetivos, el revestimiento es diferenciado a lo largo de todo el pozo

El revestimiento entre la pared del agujero y la pared del ademe ranurado recibe el nombre de filtro y es una sección de grava o gravilla silica, que forma una protección permeable que permite la conexión hidráulica entre el horizonte de suelo y el pozo de observación. La gravilla utilizada para este propósito debe ser mayor al espesor de las ranuras construidas en la tubería, pero que simultáneamente, impida la socavación de las paredes del agujero debido al flujo de agua. Para este propósito se recomienda gravilla entre los 2.5 y 5 milímetros de diámetro. Este revestimiento se introduce entre las paredes del agujero y del ademe, cuidando que la gravilla se distribuya de manera uniforme en el espacio anular que se forma entre ambas paredes. Se debe calcular el volumen de gravilla utilizada para crear este recubrimiento, ya que se debe asegurar que se cubre con efectividad el espacio del ademe ranurado y no se tiene pérdida de material por alguna pared del agujero o del tubo ranurado.

Finalmente, para la sección no ranurada, el revestimiento es de tipo impermeable, preferentemente cemento. Esta etapa se conoce como etapa de cementación y se realiza mezclado con gravilla con cemento y agregándola en el espacio anular entre las paredes del ademe y el agujero. Al fraguar el cemento este dar rigidez al pozo de observación y evitara el ingreso de agua de superficie al pozo.

En pozos de observación someros (menores un metro), es posible no realizar esta etapa, ya que la sección de ademe liso es muy pequeña o inexistente y es posible rellenar la sección superior únicamente con el suelo preexistente.

5.6. Terminación

El proceso de equipamiento pozo de observación termina con la colocación de una tapa y brocal del pozo. Para ello, debe cementarse la última sección del agujero (boca del agujero), construyéndose una base (brocal), donde a su vez, se colocará una protección que funcionará como

contra ademe, con el objetivo de evitar derrumbes y entradas de agua superficial e infiltraciones que contaminen el agua al interior del piezómetro.

5.7. Reporte

Al finalizar la construcción del pozo de observación, se deberá realizar un esquema del diseño final (Figura 27), que es el plano detallado de las características del pozo. Además, como una buena práctica, una ficha técnica (Tabla 1) con las especificaciones detalladas de la construcción y material utilizado durante la construcción.

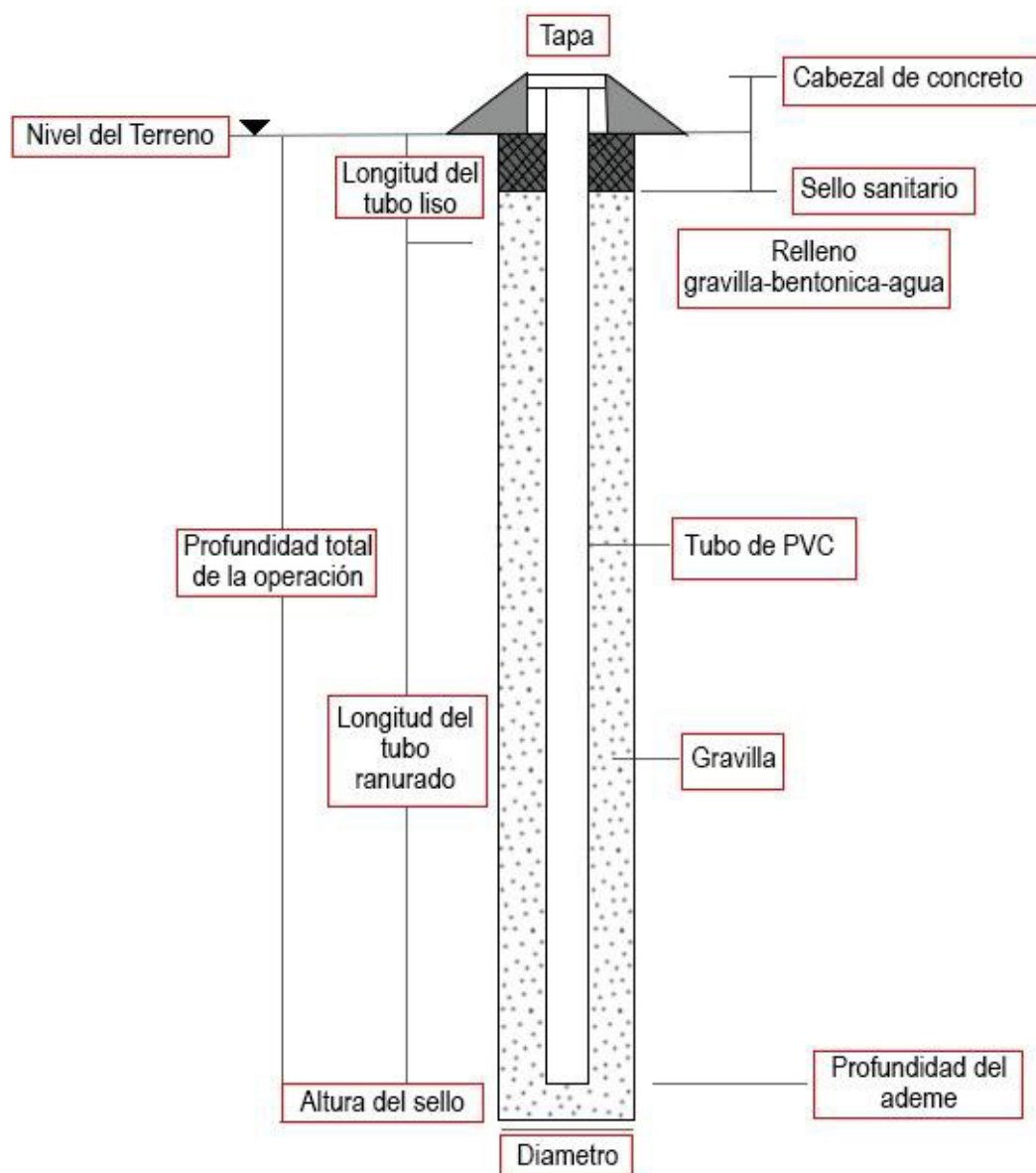


Figura 27. Diagrama de terminación de un pozo de observación.

Tabla 1. Ejemplo de Ficha técnica que se debe llenar al terminar el pozo de observación.

<i>CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN</i>
Tipo de pozo de observación
Profundidad del ademe:
Diámetro del tubo de PVC:
Cota superior de instalación:
Cota inferior de instalación:
Longitud tubería ranurada
Longitud tubería lisa

<i>PERFORACIÓN DEL BARRENO</i>
Fecha de inicio:
Fecha de finalización:
Diámetro real de perforación:
Longitud real de perforación:
Equipo de perforación:

<i>INSTALACIÓN DEL PIEZÓMETRO</i>
Fecha de instalación:
Fecha de término de instalación:

VOLÚMENES DE TEÓRICOS DE INSTALACIÓN DEL PIEZÓMETRO	
Lechada cemento- grava - agua:	
Filtro de grava sílica $\phi 1/4"$ a $\phi 1/8"$:	
VOLÚMENES DE REALES DE INSTALACIÓN DEL PIEZÓMETRO	
Lechada cemento- grava - agua:	
Filtro de grava sílica $\phi 1/4"$ a $\phi 1/8"$:	

REFERENCIAS

LAPACA S.A. (2024, 5 de octubre). Barreno Holandés. Productos Suelos. [Imagen]. <http://www.lapacacr.com/productos/suelo/barreno-holandes>

Dormer Soil Samplong Equipment. (2024, 1 de octubre). Productos. [Imagen]. <https://dormersoilsamplers.com/products/soil-augers/sos-series/>