

***ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES
PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA
AGUA***

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA

FECHA:	DIA 1°	MES ABRIL	AÑO 2016
--------	-----------	--------------	-------------

DEFINICIÓN:

Se entenderá por "Perforación de pozos a Contrato" al conjunto de trabajos, operaciones y/o maniobras que efectuará el Contratista, mediante el uso del equipo, herramientas y accesorios de perforación para perforar pozos profundos destinados, ya sea a la exploración o explotación de aguas subterráneas.

1.- EQUIPO DE PERFORACIÓN:

- 1.1 Para la perforación de estos pozos podrán emplearse equipos tipo percusión o rotatorio, utilizando como fluido de perforación en éstos últimos: agua, lodos bentoníticos de baja viscosidad, o polímeros, aire y combinación de éstos, sean de circulación directa, inversa o neumáticos.
- 1.2 El equipo empleado en cada caso, deberá tener la capacidad suficiente para alcanzar la profundidad que se especifique con el diámetro de barrena que se señale.
- 1.3 Los equipos de perforación de cualquier tipo, deberán estar provistos de los aditamentos necesarios para realizar pruebas de productividad y de estabilización de niveles de lodos o agua, ejecutadas por medio de cuchareo, sifoneo o circulación de fluidos que en su caso deberá ordenar por escrito el técnico responsable a el Contratista antes de correr registros eléctricos o proceder a dar instrucciones para las ampliaciones y ademado de pozos.
- 1.4 Cada equipo de perforación del tipo rotatorio deberá contar con los accesorios necesarios para la medición de viscosidad y densidad de lodos.
- 1.5 Previamente a la iniciación de la perforación, se calibrará la eficiencia de la bomba de lodos con objeto de conocer el caudal que inyecta a diferentes velocidades de operación. También se solicitará y verificará la capacidad del compresor de aire con presión mínima nominal de 250 a 350 P.S.I. y capacidad nominal de 600 a 750 P.C.M., para utilizar martillo neumático, suficiente para alcanzar los diámetros y las profundidades que se señalen, utilizando aire, agua y espumante como fluido de perforación.

2. PROGRAMA DE PERFORACIÓN:

- 2.1 El Contratista no podrá iniciar ninguna obra sin la orden escrita del Técnico responsable en la que se especificará:
 - 2.1.1 La localización precisa de la obra.
 - 2.1.2 Diámetro de la exploración, 20.32 cm (8" nominal), 25.08 cm (9 7/8" nominal) a 31.12 cm (12 1/4" nominal) y profundidad tentativa de la misma.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA

FECHA:	DIA 1°	MES ABRIL	AÑO 2016
--------	-----------	--------------	-------------

2.2 En cada perforación invariablemente se instalará un conductor o contrapozo, utilizando tubería de acero, tambores de 200 litros o tubería P.V.C., debidamente fijada, cementando el espacio anular entre ésta y la perforación.

2.3 Una vez alcanzada la profundidad total de la exploración o en su caso la profundidad a partir de la cual se reducirá el diámetro de la perforación, se procederá a realizar las pruebas anotadas en 1.3 y cuando se ordene por escrito, se correrán en el pozo uno o varios registros geofísicos de pozo que podrán ser: el Eléctrico con curva de potencial natural SP, Normal corta y larga, Lateral o Inversa, Rayos Gamma, Temperatura y Calibración del agujero (Caliper). Antes de cada corrida de registros el aparato de registros geofísicos de pozo deberá ser calibrado por el Contratista.

2.4 .Registros de Penetración:

Durante la perforación el Técnico responsable, deberá llevar un registro cuidadoso de la resistencia a la penetración.

Si el equipo es de tipo percusión, esta resistencia se medirá por el número de golpes dados para avanzar cada metro o por el tiempo efectivo de perforación en avanzar cada metro.

Si el equipo es de tipo rotatorio, la resistencia a la penetración se medirá por el tiempo efectivo de perforación para avanzar cada metro, registrando el peso sobre la barrena o el diámetro y longitud de lastrabarras (drill collars), indicando tipo y diámetro de la barrena, así como las revoluciones por minuto de la mesa rotaria, y la presión y velocidad del fluido de circulación.

2.5 Muestreo:

Durante la perforación el Contratista deberá obtener muestras de los materiales atravesados cada 2 metros de avance en la perforación. Además se tomarán muestras adicionales en los cambios de formación.

Las muestras obtenidas deberán guardarse en frascos de vidrio o bolsas de plástico suministrados por el Contratista, etiquetándolos con el nombre o número de identificación del pozo, número progresivo de la muestra y profundidad a la que corresponda. La CONAGUA, deberá almacenar cada muestra durante un periodo mínimo de 2 años.

Para obtener cada muestra, se procederá en la siguiente forma:

- a) Si el equipo de perforación es de tipo percusión, una vez alcanzada la profundidad, la muestra se tomará ésta mediante cuchara de charnela, procurando que la muestra sea representativa del fondo del pozo.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA			
FECHA:	DÍA 1°	MES ABRIL	AÑO 2016

- b) Si el equipo es de tipo rotatorio de circulación directa, se tomará la muestra de canal con el material cortado que llegue a la superficie.
- c) Si el equipo es de tipo rotatorio de circulación inversa, la muestra se tomará directamente en la descarga del retorno de la circulación, utilizando para esto una malla suficientemente cerrada.

Con las muestras de los materiales cortados durante la perforación, la resistividad de los lodos y con el auxilio de los registros que se hayan corrido de acuerdo con el inciso 2.3, el Técnico responsable formará el corte litológico definitivo y de inmediato el proyecto de terminación del pozo. Para esto último deberá verificar la estabilización del nivel estático y en su caso realizar las pruebas de productividad anotadas en el inciso 1.3.

2.6 Perforación

Durante la perforación de cada pozo, deberá llevarse un registro cuidadoso en las formas aprobadas por la CONAGUA: el que invariablemente deberá ser firmado al término de cada turno de trabajo, en cada una de sus hojas, por el Inspector de la CONAGUA: y el Perforador o el Jefe de pozo de la Contratista. En dichos registros deberá consignarse lo siguiente:

- a) Clase, marca y tipo del equipo de perforación y en su caso marca y capacidad del compresor y de la bomba de lodos.
- b) Nombre o número de identificación del pozo.
- c) Localización correspondiente.
- d) Fecha y hora de iniciación y de terminación de cada turno de trabajo.
- e) Horas efectivas de trabajo en cada turno, suspensiones ocurridas y causas que las motivaron.
- f) Profundidad a la que se encuentre el nivel de lodos o en la que se registren pérdidas parciales o totales de circulación.
- g) Nivel de agua o de lodo en el pozo al iniciar y terminar cada turno de trabajo.
- h) Cambio de barrenas en equipo rotatorio, anotando si es nueva, reparada y su estado de uso, además de su tipo o afilado en equipo de percusión.
- i) Tiempo empleado para avanzar cada metro, se anotará el peso aproximado de la sarta de perforación, así como las lecturas del "Indicador de Peso", las r.p.m. de la mesa rotatoria y la presión y velocidad del fluido de circulación cuando se trate de equipos rotatorios.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA			
	DÍA	MES	AÑO
FECHA:	1°	ABRIL	2016

- j) Anotar también en el registro diario de perforación, el número progresivo de cada muestra con las profundidades a las que corresponde y el material de que se trate, según clasificación de campo; llevar registros de cambios de resistividad en el fluido de perforación, anotando también la resistividad en la fosa de lodos y del suministro de agua.
- k) Cuando se espere la presencia de acuíferos salinos deberán tomarse registros de cambios de resistividad en el fluido de perforación anotando también la resistividad del lodo en las fosas y del agua suministrada.
- l) Todas aquellas observaciones adicionales que puedan proporcionar información respecto al comportamiento de la perforación, tales como variaciones bruscas del nivel de agua o lodo, pérdidas de circulación, consumos de bentonita y agua, derrumbes, pruebas de estabilización de niveles de agua, de productividad con pistoneo y sifoneo etc.

2.7 Registro eléctrico

Después de terminar la etapa exploratoria, se correrá el registro Eléctrico que contenga curva de potencial natural SP, Normal corta y Larga, Lateral o Inversa, Rayos Gamma, Temperatura y Calibración del agujero (Caliper). o de cualquier otro tipo, de acuerdo con las instrucciones que dé por escrito el técnico responsable. Estos no podrán correrse sin su presencia y autorización, por lo cual el Contratista deberá darle aviso oportuno.

El original del registro será entregado al técnico responsable de la CONAGUA con un encabezado en el que se consignen los siguientes datos: Nombre, localización, Diámetros y profundidades del pozo, número de corrida, resistividad del lodo o del agua dentro del pozo, viscosidad del lodo en segundos y temperatura, densidad del lodo y temperatura de fondo del agujero. Antes de cada corrida de registros el aparato de registros Eléctricos de pozo deberá ser calibrado por el Contratista.

3. TERMINACION DE POZOS

Una vez comprobado que se estabiliza el nivel del agua en el pozo después de las pruebas de productividad, el corte litológico con las muestras de las formaciones obtenidas durante la perforación y complementando con el registro eléctrico o de otros tipos que se ejecuten, el Técnico responsable determinará si la perforación es positiva o negativa y en consecuencia hará el proyecto de terminación con las ampliaciones correspondientes, además, engravado y cementación del pozo en su caso, teniendo en cuenta la calidad de las aguas del subsuelo encontradas.

3.1 Ampliaciones: Estas comprenden los trabajos necesarios para proporcionar las dimensiones definitivas al pozo, conforme al diseño que ordene por escrito el Técnico responsable.

**COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
SUBGERENCIA DE EXPLORACIÓN Y MONITOREO GEOHIDROLÓGICO**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA			
	DÍA	MES	AÑO
FECHA:	1°	ABRIL	2016

Estas comprenden los trabajos necesarios para proporcionar las dimensiones definitivas al pozo, conforme al diseño que ordene por escrito el Técnico responsable.

Las ampliaciones se liquidarán con los conceptos de precios unitarios contenidos en el catálogo, aplicando directamente los correspondientes a los diámetros definitivos, independientemente del Contratista haya realizado el trabajo en uno o varios pasos.

Cuando la perforación exploratoria se realice (8", 9 7/8" y 12 1/4" nominal) de diámetro y el pozo se termine con un diámetro igual, para fines de pago se estimará únicamente la perforación según conceptos 11.1 al 11.9 del catálogo de conceptos de precios unitarios y la ampliación a diámetro definitivo que proceda, según los conceptos 14.1 al 14.27 del mismo catálogo.

3.2 Ademado:

El Técnico responsable indicará por escrito la posición, diámetros, espesores, tipos y demás especificaciones de la tubería para ademe, lisa y cedazo, destacando la longitud correspondiente a la cámara de bombeo.

Las especificaciones de las tuberías para ademe lisas y cedazos con excepción de los tipos P. V. C., de los cedazos tipo rejilla estarán bajo normas A.P.I. - SLX o A. S. T. M., A - 53 y A - 120, ó similares. Serán fabricados con lámina nueva y cada tramo deberá estar biselado a 30° en sus extremos, presentando una sola costura longitudinal soldada eléctrica y automáticamente a tope. Sólo en la tubería tipo canastilla se aceptará como máximo una sola costura transversal. La longitud de cada tramo será como mínimo de 6.10 m (20") o bien aquellas que la CONAGUA, ordene o autorice, obligada por el diseño del pozo pero en ningún caso de cedazo los extremos lisos tendrán una longitud mayor a 0.254 m (10").

La corrida de la tubería de ademe se realizará en una sola operación continuada previo acondicionamiento del pozo y para el soldado de los tramos se emplearán soldaduras de alta resistencia a la tensión (E 6011, 6012 o 6013), en cordones de 1.587 mm (1/16") mayores que el espesor de la tubería, constituidos por lo menos de dos capas de soldadura, usando electrodos de diámetro igual o menor al espesor de la pared de la tubería, de acuerdo con las recomendaciones de la American Welding Society (AWS) ó similar.

El ademe se formará con tramos completos de tubería y de cedazo soldados a tope. La longitud total del ademe será tal, que sobresalga un metro del terreno natural.

La tubería entrará holgadamente en la perforación y deberá girar libremente cuando este suspendida, no debiendo ser hincada en ningún caso. Invariablemente la columna de ademe y cedazo deberá quedar colgada mediante anclaje adecuado desde la superficie del terreno y cuando por problemas de construcción, se tenga la necesidad de telescopiar la tubería traslapando la de menor diámetro, se usarán soltadores para mantenerla colgada mientras se coloca el filtro de grava.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA			
FECHA:	DIA 1°	MES ABRIL	AÑO 2016

En el caso de pozos compuestos por diámetros decrecientes, la parte inferior de cada intervalo estará provista de una zapata con objeto de proteger el filtro de grava al proseguir la perforación.

La unión de los diversos tramos de ademe, cuando se trate de diámetros decrecientes, podrá estar constituida por simple traslape o por reducción de campana.

El ademe deberá quedar centrado en la perforación, para lo cual podrá estar provisto de los centradores necesarios.

Cuando los pozos requieran ademarse en toda su profundidad, ya sea a un solo diámetro o a diámetros decrecientes, será necesario que en el extremo inferior de la tubería más profunda previamente a su colocación, se fragüe en su interior un tapón de cemento de un metro de espesor.

La verticalidad del ademe tendrá tolerancia en la longitud correspondiente a la cámara de bombeo, condicionándose a que el equipo de aforo entre libremente y pueda operar satisfactoriamente.

3.3 Filtro de grava:

Cuando en el programa de terminación se consigne la necesidad de colocar un filtro de grava para contener los finos de las capas acuíferas el Contratista deberá disponer de existencia suficiente de grava apegándose a los siguientes:

La calidad de la grava se basará en su constitución petrográfica o mineralógica, redondez y uniformidad, lo que deberá ser verificado por el técnico responsable al inicio de la obra.

La grava se proporcionará en la calidad y tamaño que ordene por escrito el Técnico responsable, cribada y lavada, y no se permitirá el inicio de una corrida de tubería de ademe sin disponer de la grava en el sitio. No se aceptará material para filtro de composición calcárea y fácilmente alterable, se preferirá la grava de cuarzo. Tampoco se aceptará material triturado.

El filtro de grava se colocará por gravedad en el espacio anular entre la tubería de ademe y las paredes del agujero, haciéndolo relativamente lenta para evitar "puenteos" facilitando su descenso mediante circulación de lodo diluido, es decir de baja viscosidad. Una vez terminado de colocar el filtro de grava se procederá a cementar las zonas proyectadas.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA

FECHA:	DIA 1°	MES ABRIL	AÑO 2016
--------	-----------	--------------	-------------

3.4 Lavado del pozo con circulación de agua limpia:

Se entenderá por este concepto a las operaciones que tendrá que efectuar el Contratista para extraer del pozo los sólidos y coloides en suspensión contenidos como consecuencia de los trabajos de perforación.

En pozos perforados con circulación de lodo, se introducirá la tubería de perforación franca hasta el fondo del pozo para circular agua exclusivamente, extrayéndola de tramo en tramo, hasta que por el pozo salga agua "limpia".

Si el pozo se perforó utilizando como fluido de perforación aire o agua, no se requerirá lavado primario; solo se empleará el sifoneo de presión con agua o con aire o una inyección de aire a través de la sarta de perforación.

Si el pozo se perforó por el sistema de percusión y no se cuenta con equipo de lavado a presión, se realizará una agitación mecánica con cuchara o pistón, cuyo exterior deberá ser aproximadamente la mitad del diámetro interior del ademe y se realizará lentamente, descendiendo paulatinamente en intervalos a cada tres metros, a partir del nivel estático. Esta operación podrá realizarse también en pozos perforados con el sistema rotatorio, siempre y cuando así lo ordene el Técnico responsable.

3.5 Dispensor de arcillas:

Después de las operaciones anteriores, a través de la tubería franca de perforación se verterá al pozo un producto dispensor de arcillas en el volumen y concentración que la CONAGUA especifique.

4. OPERACIONES ESPECIALES:

Las operaciones especiales se definen como aquellas que eventualmente podrá realizarse por demandarlo el diseño del pozo o los problemas de perforación pudiendo ser éstas las siguientes:

4.1 Cementaciones:

Entre éstas se tienen las cementaciones primarias de tuberías de ademe, que se realizan por circulación directa por el método de doble tapón o por gravedad, pudiendo ser en éste último caso por el espacio anular o por el interior de la propia tubería de ademe, desplazando la lechada de cemento a través de la tubería de perforación o mediante el descenso de bolsas con cemento y su ulterior ruptura en el fondo.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA			
FECHA:	DIA 1°	MES ABRIL	AÑO 2016

4.2 Estimulaciones de acuíferos:

Estas operaciones consistirán en la inyección de productos estimuladores de la permeabilidad en los acuíferos en los cuales se inyectarán por gravedad o por presión aplicada. Estas operaciones serán programadas por la CONAGUA.

4.3 Pruebas de productividad:

Cuando la CONAGUA, lo estime necesario, ordenará por escrito, pruebas de productividad y/o muestreo de acuíferos en la perforación de diámetro exploratorio, mediante cuchareo, sifoneo o inyección de agua, en caso que el pozo sufra derrumbes o algún otro deterioro, como consecuencia de la prueba de producción, el Contratista tendrá derecho a la remuneración correspondiente a los trabajos realizados. "Debe existir orden por escrito".

4.4 Recuperación de núcleo:

Cuando la CONAGUA, lo estime necesario, ordenará por escrito, el corte y recuperación de núcleos en aquellos intervalos que lo considere necesario, y se le harán las pruebas petrofísicas necesarias en un laboratorio de prestigio que cuente con el equipo suficiente para este tipo de trabajos.

4.5 Videograbación del pozo.

Al terminar todas las actividades antes descritas, La Contratista realizará las adecuaciones necesarias en el pozo, dejando además un breve periodo de tiempo para permitir el asentamiento de sólidos en suspensión que normalmente se tienen al terminar el aforo de los pozos, para correr una videograbación en toda la longitud del pozo, con el objeto de conocer la calidad constructiva y terminado del interior del mismo.

5. DISPOSICIONES GENERALES:

A las especificaciones y normas anteriores, se agregan las siguientes disposiciones generales:

5.1 El lodo de perforación, en caso de usarse, se elaborará con bentonita sódica de buena calidad y solo en caso de problemas de salinidad se permitirá el uso de atta pulgita. No se aceptarán lodos elaborados con arcillas naturales. En los casos especiales de perforación que durante la construcción del pozo se presenten pérdidas totales de circulación del fluido, el Contratista previa comunicación del problema con el Técnico responsable, tratará de restablecerla durante un lapso de 36 horas efectivas, si después de este lapso no se ha restablecido, el supervisor con el visto bueno de la CONAGUA ordenará si continua o no estas maniobras; en caso afirmativo se empezará a contabilizar a partir de ese momento las horas efectivas de máquina trabajando siempre y cuando sean continuas las maniobras para restablecer la circulación.

**COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
SUBGERENCIA DE EXPLORACIÓN Y MONITOREO GEOHIDROLÓGICO**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA			
FECHA:	DIA 1°	MES ABRIL	AÑO 2016

Se entenderá por maniobras continuas, cuando el Contratista cuente en el sitio con el equipo adecuado y el suministro de todos los elementos necesarios (agua, bentonita, etc.).

5.2 En caso, que se presente durante la perforación una formación compacta dura de atravesar (basaltos, calizas) etc., y se estén utilizando como fluido de perforación lodo bentonítico con rendimientos muy bajos, el Contratista previa comunicación con el técnico responsable, podrá cambiar el sistema de perforación con martillo neumático para lo cual utilizará como fluido de perforación aire, agua y espumante, siempre y cuando el equipo de perforación este equipado con un compresor que tenga la presión y capacidad para levantar el recorte a la superficie del terreno.

5.3 Para la inspección de la obra, la CONAGUA, nombrará uno o varios inspectores cuya misión será exclusivamente de chequeo, inspección y anotación de las diversas maniobras, operaciones y/o trabajos que el Contratista realice, pero en ningún caso podrá dar o recibir órdenes al o del Contratista. En cuanto a la supervisión de la obra, será realizada por personal calificado de la CNA, debidamente acreditado por la misma, estando este personal autorizado para dar al Contratista las órdenes necesarias sobre el programa de trabajo.

5.4 Los pozos fuera de la tolerancia de verticalidad ya especificada serán rechazados al Contratista, sin tener derecho a ninguna retribución.

5.5 Los pozos abandonados por el Contratista, causarán la reclamación jurídica y económica que la CONAGUA considere aplicable dentro de los términos del Contrato.

5.6 En caso de pozos que se den por terminados sin lograr la profundidad programada por causas imputables al Contratista, el pago se condicionará a que el pozo resulte satisfactorio a juicio de la CONAGUA, En caso que no resulte satisfactorio el Contratista no tendrá derecho a ninguna retribución, cubriendo inclusive el costo del desarrollo y aforo del pozo, debiendo realizar el taponamiento superficial, excepto cuando el Técnico responsable considere lo contrario previo estudio.

5.7 Si el volumen de grava para filtro resulta ser menor del teórico calculado, el Contratista por su cuenta y riesgo podrá realizar operaciones adicionales a las ya descritas, condicionándose el pago del pozo a la producción de finos los cuales de no controlarse en un desarrollo de 72 horas cuyo costo también cubrirá el Contratista, cancelarán cualquier compromiso de pago de la CONAGUA.

5.8 Cualquier acción del Contratista que ponga en peligro la durabilidad y productividad del pozo; a juicio de la CONAGUA, será motivo de rechazo de la obra sin remuneración para el Contratista.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA			
	DÍA	MES	AÑO
FECHA:	1°	ABRIL	2016

5.9 Después de concluir todas las actividades inherentes al pozo, para proteger a éste de la infiltración del escurrimiento superficial, La Contratista colará alrededor de este una losa de concreto de 1.0 m x 1.0 m de lado y 0.30 m de espesor y además para proteger a los pozos del vandalismo, así como de la introducción de objetos que provoquen su inutilización, se colocará en la parte superior un tramo de tubería de acero de 8" (20.32 cm) o el diámetro adecuado que señale la CONAGUA y 0.80 m de longitud ahogado en la losa perimetral de protección; con una tapa formada por un tramo de tubo del mismo diámetro con tapa de acero unido al tubo anterior por medio de un mecanismo de bisagra o charnela que permita levantar la tapa, y dispositivo para colocar un candado.

6. DESARROLLO Y AFORO DE POZOS O PRUEBA DE BOMBEO:

6.1 Definición y ejecución

Desarrollo de un pozo es el conjunto de operaciones por medio de las cuales se logra un aumento de la porosidad y permeabilidad de las formaciones acuíferas circunvecinas al pozo, desalojando de ellas hasta donde de más es posible los materiales granulares finos que empaquetan los intersticios de las formaciones y así mismo de lodos infiltrados en las formaciones acuíferas, en el caso de que se hubieran usado durante los trabajos de perforación.

En las presentes Especificaciones se entenderá por desarrollo de un pozo el conjunto de operaciones que tendrá que efectuar el Contratista para que utilizando una bomba, generalmente del tipo de turbina de pozo profundo accionada por cualquier fuente de energía motriz, proceda al bombeo del pozo. El equipo de bombeo deberá estar provisto de una tubería de plástico o fierro suficientemente rígida con diámetro mínimo de 25.4 mm. (1") acoplada a la columna de bombeo, la cual servirá para introducir la sonda eléctrica y cuya longitud será igual a la de columna de bombeo. Deberá partirse del caudal mínimo que permita el estado del pozo, y el cual se irá incrementando en la medida que vayan disminuyendo los sólidos en suspensión en el agua bombeada, hasta lograr el caudal máximo que permita la potencialidad y capacidad de los acuíferos explotados, el cual se deberá bombear libre de sólidos en suspensión.

El Contratista deberá contar con el equipo de bombeo en el sitio del pozo, inmediatamente después de terminados los trabajos de perforación.

6.2 Desarrollo:

La duración de la operación de desarrollo será fijada por el Técnico responsable de acuerdo con las características del pozo y de las formaciones acuíferas por explotar.

**COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
SUBGERENCIA DE EXPLORACIÓN Y MONITOREO GEOHIDROLÓGICO**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA			
	DÍA	MES	AÑO
FECHA:	1°	ABRIL	2016

El desarrollo del pozo se iniciará con gasto cercano al nulo y a medida de que se vaya obteniendo agua limpia libre de sólidos en suspensión, se irá aumentando la magnitud del caudal bombeado, para lo cual se darán incrementos de 100 (cien) en 100 (cien) revoluciones por minuto a la velocidad de la flecha de la bomba. En cada escalón de velocidad y caudal se permanecerá el tiempo necesario hasta que se obtenga agua limpia. De esta forma se procederá a incrementar periódicamente los caudales bombeados en la medida que el propio pozo lo permita, hasta llegar a un gasto máximo igual al 50 (cincuenta) por ciento mayor que el caudal del proyecto fijado por el Técnico responsable y el que será compatible con la capacidad de los acuíferos explotables y las características constructivas y funcionales del pozo.

Cuando por descuido del Contratista o del personal encargado por éste para operar el equipo, se trabaje en un mismo escalón de velocidad, sacando por más tiempo del indicado por el Técnico responsable, agua libre de sólidos en suspensión, tales tiempos no serán computados para fines de estimaciones y liquidación. Durante la maniobra de desarrollo, solamente serán computables los tiempos efectivos de desarrollo, esto es, aquellos en los que el bombeo del pozo resulte benéfico para el objetivo perseguido en la operación.

Una vez alcanzado el gasto máximo de bombeo durante el desarrollo del pozo y estando bombeándose agua limpia completamente libre de sólidos en suspensión, previa autorización escrita del Técnico responsable se procederá a efectuar el aforo del pozo.

Durante la etapa de desarrollo deberán anotarse las profundidades del nivel del agua en el pozo, que se observen a intervalos de 30 minutos, y en cada cambio de revoluciones de la bomba en las formas aprobadas por la CONAGUA, para tal efecto.

6.3 Aforo:

Después de haber desarrollado el pozo se suspenderá el bombeo y se esperará el tiempo necesario para que el nivel del agua se recupere hasta una profundidad tal equivalente, al 80 % del abatimiento total observado durante la etapa de desarrollo, o en su defecto hasta un máximo de 24 horas, momento a partir del cual el Técnico responsable ordenará por escrito a la Contratista, el Programa de Aforo y el inicio de la prueba.

Inmediatamente antes de iniciar el aforo, se medirá la profundidad del nivel estático, anotando la lectura con la fecha y hora en que se hizo.

El Programa de Aforo consistirá en términos generales en la selección de cuatro caudales, uniformemente distribuidos en función de los gastos máximo y mínimo observados durante el desarrollo, mismos que se llevarán a efecto, uno tras otro, en sucesión creciente según se indica a continuación:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA			
	DÍA	MES	AÑO
FECHA:	1°	ABRIL	2016

Primer caudal.....4 a 6 horas.

Segundo caudal.....4 a 6 horas.

Tercer caudal.....4 a 6 horas.

Cuarto caudal.....4 a 6 horas.

A partir del momento en que se dé por iniciado el aforo, se mantendrá el bombeo en un mismo escalón de caudal durante el lapso requerido para que el nivel dinámico se estabilice. Para considerar este nivel como estabilizado, será necesario la observación de tres lecturas a intervalos iguales de 30 minutos, sin que se aprecien variaciones entre ellas. Logrando esto, se procederá a incrementar el caudal de extracción al siguiente programado y ejecutando la misma operación (nivel dinámico estabilizado) hasta llegar al caudal máximo proyectado. En ese momento se dará por terminado el aforo y en su caso se procederá, previa orden escrita del Técnico responsable, a tomar lecturas de recuperación mediante el sistema de prueba de bombeo durante un periodo de 4 horas.

Los resultados que se vayan obteniendo durante la prueba de aforo deberán consignarse en las formas aprobadas por la CONAGUA, anotando las observaciones correspondientes a intervalos de 30 minutos.

Durante esta etapa de aforo por ningún motivo se suspenderá el bombeo. En caso de que esto último llegara a suceder, la Contratista deberá iniciar nuevamente la prueba y no se considerará compensación alguna por concepto del aforo interrumpido.

Para fines de análisis físicoquímico, deberán tomarse muestras del agua bombeada durante las etapas mínima y máxima de la prueba de aforo.

6.4 Prueba de bombeo

Consiste en conocer las propiedades hidráulicas del acuífero en el entorno del pozo utilizado. Para efectuarla se utilizarán pozos cercanos que cumplan con el mayor número posible de los requisitos siguientes:

- a) Estén provistos de un equipo de bombeo en condiciones apropiadas para sostener un caudal de extracción constante durante el tiempo de duración de la prueba.
- b) Puedan ser fácilmente sondeados.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA			
	DÍA	MES	AÑO
FECHA:	1°	ABRIL	2016

- c) Dispongan de un medidor de volúmenes de extracción, o puedan ser aforados, para determinar el caudal de bombeo.
- d) El agua bombeada no se infiltre en las proximidades del pozo. En caso contrario, se estudiará la posibilidad de colocar una instalación provisional para alejar el agua del sitio de la prueba, a una distancia del orden de 200 m
- e) No hayan sido bombeadas en las últimas 24 horas.
- f) Se encuentren a una distancia no menor de 1 Km., de pozos que se estén bombeando durante la prueba, o hayan estado bombeando hasta 24 horas antes de la iniciación de la misma.
- g) Sean de características constructivas (profundidad, diámetro entubado, etc.), y corte litológico conocido.
- h) Se encuentren próximos a pozos que no hayan operado en las últimas 24 horas y que puedan ser fácilmente sondeados, para utilizarlos como pozos de observación.

6.4.1 Duración de la prueba:

La prueba de bombeo constará de 2 etapas: una de bombeo y una de recuperación:

De acuerdo con la disponibilidad del equipo, la etapa de bombeo tendrá una duración entre 4 y 96 horas, cuando se tengan pozos de observación, y entre 4 y 24 horas, cuando no se tengan, tendiendo a la duración máxima, siempre que sea posible.

La etapa de recuperación tendrá en principio, la misma duración que la etapa de bombeo; pero podrá modificarse.

La prueba podrá tener una sola etapa (la de bombeo o la de recuperación) en caso de que no pueda disponerse del equipo de bombeo por un tiempo mayor o de que las condiciones existentes no sea favorables para ejecutar ambas etapas.

Cuando la prueba consista solamente de la etapa de recuperación, deberá anotarse el caudal, así como la duración y la hora de suspensión del bombeo.

**COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
SUBGERENCIA DE EXPLORACIÓN Y MONITOREO GEOHIDROLÓGICO**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA			
FECHA:	DIA 1°	MES ABRIL	AÑO 2016

6.4.2 Ejecución de la prueba:

Antes de iniciar la prueba, se revisará el equipo a utilizar (cronómetros, sondas, cintas métricas, escuadra para aforo, etc.), para verificar su correcto funcionamiento, el cable de las sondas deberá ser previamente calibrado.

Cuando se encuentre con varias sondas se procurará, en lo posible, que todas las observaciones en un pozo se efectúen con la misma sonda.

Inmediatamente antes de iniciar el bombeo, se medirá la profundidad al nivel estático en el pozo de bombeo y en el (o los) de observación: se anotará la hora de iniciación de la prueba y las lecturas iniciales con el nombre de los pozos que correspondan.

Se iniciará el bombeo procurando mantener un caudal constante, y se procederá a medir la profundidad al nivel del agua en el pozo de bombeo y en el (o los) de observación, con la secuela de tiempos que se indican a continuación:

Se iniciará el bombeo procurando mantener un caudal constante, y se procederá a medir la profundidad al nivel del agua en el pozo de bombeo y en el (o los) de observación, con la secuela de tiempos que se indican a continuación:

LECTURA	TIEMPO A PARTIR DE LA INICIACIÓN DEL BOMBEO
1	<i>Inmediatamente antes de iniciar el bombeo</i>
2	<i>15 seg</i>
3	<i>30 seg</i>
4	<i>1 minuto</i>
5	<i>2 minutos</i>
6	<i>4 minutos</i>
7	<i>8 minutos</i>
8	<i>15 minutos</i>
9	<i>30 minutos</i>
10	<i>1 hora</i>
11	<i>2 horas</i>
12	<i>4 horas</i>
13	<i>8 horas</i>
14	<i>16 horas</i>
15	<i>24 horas</i>
16	<i>32 horas</i>
17	<i>40 horas</i>
18	<i>48 horas</i>

**COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
SUBGERENCIA DE EXPLORACIÓN Y MONITOREO GEOHIDROLÓGICO**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA			
FECHA:	DIA 1°	MES ABRIL	AÑO 2016

A intervalos de tiempo seleccionados, se harán las observaciones o lecturas necesarias para cuantificar el caudal de bombeo.

Con las observaciones realizadas se construirá en el sitio de prueba, la gráfica de variación del nivel dinámico en el tiempo, para el pozo de bombeo y para cada uno de los pozos de observación. En la graficación podrá utilizarse papel con trazado aritmético o semilogarítmico (los tiempos se llevarán en la escala logarítmica). Estas gráficas son útiles para juzgar el correcto desarrollo de la prueba; permiten detectar errores de medición, variaciones sensibles de caudal y otras anomalías causadas por factores externos, y constituyen un elemento de juicio para continuar o suspender una prueba.

La duración de la etapa de bombeo, fijada inicialmente podrá modificarse con el criterio siguiente:

Si el caudal de bombeo varía apreciablemente; en forma continua e incontrolable, se suspenderá la prueba.

Cuando en la gráfica nivel dinámico - tiempo, del pozo bombeado (en trazado semilogarítmico o aritmético) se observe una estabilización del nivel dinámico por un tiempo mínimo de 4 horas, podrá suspenderse la etapa de bombeo antes de alcanzar la duración prefijada (ver gráfica anexa).

A intervalos de tiempo seleccionados, se harán las observaciones o lecturas necesarias para cuantificar el caudal de bombeo.

Con las observaciones realizadas se construirá en el sitio de prueba, la gráfica de variación del nivel dinámico en el tiempo, para el pozo de bombeo y para cada uno de los pozos de observación. En la graficación podrá utilizarse papel con trazado aritmético o semilogarítmico (los tiempos se llevarán en la escala logarítmica). Estas gráficas son útiles para juzgar el correcto desarrollo de la prueba; permiten detectar errores de medición, variaciones sensibles de caudal y otras anomalías causadas por factores externos, y constituyen un elemento de juicio para continuar o suspender una prueba. La duración de la etapa de bombeo, fijada inicialmente podrá modificarse con el criterio siguiente:

Si el caudal de bombeo varía apreciablemente; en forma continua e incontrolable, se suspenderá la prueba. Cuando en la gráfica nivel dinámico - tiempo, del pozo bombeado (en trazado semilogarítmico o aritmético) se observe una estabilización del nivel dinámico por un tiempo mínimo de 4 horas, podrá suspenderse la etapa de bombeo antes de alcanzar la duración prefijada (ver gráfica anexa).

Una vez concluida la etapa de bombeo, se iniciará la recuperación, en la que se efectuarán observaciones en los tiempos indicados a continuación:

**COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
SUBGERENCIA DE EXPLORACIÓN Y MONITOREO GEOHIDROLÓGICO**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA			
FECHA:	DIA 1°	MES ABRIL	AÑO 2016

LECTURA	TIEMPO A PARTIR DE LA SUSPENSIÓN DEL BOMBEO
1	<i>Inmediatamente antes de suspender el bombeo</i>
2	15 seg
3	30 seg
4	1 minuto
5	2 minutos
6	4 minutos
7	8 minutos
8	15 minutos
9	30 minutos
10	1 hora
11	2 horas
12	4 horas
13	8 horas
14	16 horas
15	24 horas
16	32 horas
17	40 horas
18	48 horas

Una vez concluida la etapa de bombeo, se iniciará la recuperación, en la que se efectuarán observaciones en los tiempos indicados a continuación:

La etapa de recuperación podrá suspenderse antes de la duración prefijada, cuando se observe una estabilización del nivel dinámico por un tiempo mínimo de 2 horas.

Los tiempos indicados tanto al iniciar el bombeo como la recuperación son una guía de la frecuencia con la que deben realizarse las observaciones. Si por cualquier causa, no puede detectarse el nivel dinámico en el tiempo señalado, se hará la medición y se indicará el tiempo real a que corresponde.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA			
FECHA:	DIA 1°	MES ABRIL	AÑO 2016

6.4.3. Información complementaria:

Con objeto de tener bases suficientes para una correcta interpretación de la prueba de bombeo, se recopilará la información complementaria siguiente:

Un croquis esquemático de la zona comprendida en un radio de 1 Km., alrededor del pozo de bombeo, en el que se indique la ubicación aproximada de ríos, drenes, lagunas, manantiales, pozos, etc., así como el desnivel topográfico aproximado de cada uno de ellos con respecto al pozo de bombeo.

Características constructivas (profundidad, ubicación de cedazos y de tramos cementados y engravados, etc.) , cortes litológicos y registros eléctricos del pozo de bombeo y del (o los) de observación.

Caudal de extracción y hora de inicio del bombeo, de los pozos próximos (a distancias menores de 1 Km. del pozo de prueba), que están operando o inicien su operación en el transcurso de la prueba de bombeo.

NOTA IMPORTANTE

Para fines de estimación, inicialmente deberán contemplarse los trabajos de perforación exploratoria y registro eléctrico cuando no se haya realizado el desarrollo y aforo. Los trabajos posteriores solo se estimarán si ya se efectúa el desarrollo y aforo correspondiente.

En el caso que los desarrollos y aforos no queden contemplados en el mismo Contrato, esta nota no será aplicable.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA

FECHA:	DÍA 1°	MES ABRIL	AÑO 2016
--------	-----------	--------------	-------------

**7.- CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS FORMACIONES GEOLÓGICAS PARA
FORMULAR ESTIMACIONES DE TRABAJOS DE PERFORACIÓN DE POZOS.**

MATERIAL TIPO I

Arcilla

Limos

Arenas

Gravas (menores de 5 cm.)

Creta y Tufa

Yeso

Diatomitas

Carbón

Cenizas Volcánicas

Perlita y Retinita

Pumita ó Toba Pumitica

Tobas Alteradas

Rocas Metamórficas Alteradas

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA

FECHA:	DÍA 1°	MES ABRIL	AÑO 2016
--------	-----------	--------------	-------------

MATERIAL TIPO II

Areniscas

Lutitas

Clásticos gruesos (varian de 5 a 20 cm.)

Conglomerados y brechas

Calizas, dolomitas y travertino

Anhidrita

Tezontle

Rocas ígneas extrusivas e intrusivas alteradas

**Rocas metamórficas (excepto ortocuarcitas,
metacuarcitas, gneísy corneanas)**

Tobas Ígneas y Compuestas

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA			
FECHA:	DIA 1°	MES ABRIL	AÑO 2016

MATERIAL TIPO III

Bloques y Cantos Rodados (mayores de 20 cm.)

Rocas ígneas extrusivas e intrusivas sanas

Aglomerados volcánicos inestables

Gneís

Corneanas

Ortocuarcitas

Metacuarcitas

Pedernal

**COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA
GERENCIA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
SUBGERENCIA DE EXPLORACIÓN Y MONITOREO GEOHIDROLÓGICO**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA AGUA			
FECHA:	DIA 1°	MES ABRIL	AÑO 2016

VALORES DE " K"

DIAMETRO DE ORIFICIO (")	DIAMETRO DE DESCARGA EN PULGADAS							
	3	4	5	6	7	8	10	12
2	0.639	0.453	0.562	0.553				
2 1/4	0.892	0.960	0.716	0.706	0.697			
2 1/2	1.243	0.973	0.901	0.881	0.870	0.859		
2 3/4		1.256	1.117	1.074	1.057	1.048		
3		1.862	1.365	1.298	1.276	1.253	1.231	
3 1/4		2.406	1.666	1.553	1.503	1.482	1.461	
3 1/2			2.014	1.845	1.767	1.736	1.706	
3 3/4			2.306	2.165	2.061	2.005	1.963	1.939
4			3.097	2.546	2.387	2.308	2.248	2.220
4 1/4				2.979	2.759	2.648	2.558	2.513
4 1/2				3.575	3.172	3.001	2.890	2.830
4 3/4				4.206	3.615	3.420	3.240	3.162
5				4.973	4.177	3.894	3.606	3.531
5 1/4					4.862	4.350	4.020	3.904
5 1/2					5.259	4.489	4.476	4.310
5 3/4					6.572	5.546	4.954	4.749
6						6.356	5.479	5.192
6 1/4						7.280	6.019	5.698
6 1/2						8.299	6.650	6.219
6 3/4							7.303	6.794
7							8.042	7.396
7 1/4							8.883	8.008
7 1/2							9.931	8.686
7 3/4							11.047	9.405
8							12.334	10.185
8 1/4							13.533	10.996
8 1/2								11.930
8 3/4								13.016
9								14.301
9 1/4								15.523
9 1/2								17.454
9 3/4								18.667
10								19.898

$$Q = K' \sqrt{h}$$

Q en lps.

H en cm.