

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS  
PROFUNDOS PARA AGUA**

## INDICE

I.-	DEFINICIONES
I.1.-	Perforación de pozos profundos
I.2.-	Rehabilitación de pozos profundos
II.-	EQUIPOS DE PERFORACIÓN DE POZOS
III.-	PROGRAMA DE PERFORACIÓN
III.1.-	El contratista
III.1.1.-	La localización precisa de la obra
III.1.2.-	Diámetro de la exploración
III.2.-	Instalación de conductor
III.3.-	Profundidad Total
III.4.-	Registro de penetración
III.5.-	Muestreo
III.6.-	Construcción
III.7.-	Clasificación general de las formas geológicas
IV.-	TERMINACIÓN DE POZOS
IV.1.-	Ampliaciones
IV.2.-	Ademado
IV.3.-	Filtro de grava
IV.4.-	Contra-ademe
IV.5.-	Tipo y dimensión de brocal
IV.6.-	Plantilla
IV.7.-	Tipo y dimensiones de la protección del pozo
IV.8.-	Lavado del pozo con circulación de agua limpia
IV.9.-	Dispensor de arcillas
IV.10.-	Registro eléctrico
V.-	OPERACIONES ESPECIALES
V.1.-	Cementaciones

V.2.-	Estimulaciones de acuíferos
V.3.-	Pruebas de producción
V.4.-	Rehabilitación de pozos para extracción de agua
V.4.1.-	Trabajos de actualización
V.5.-	Cierre de pozos para extracción de agua
V.5.1.-	Cierre temporal del pozo
V.5.2.-	Cierre definitivo del pozo
V.5.2.1.-	Cierre de pozos secos
V.5.2.2.-	Cierre de pozos con nivel estático
V.5.3.-	Registro del pozo cerrado
V.5.4.-	Utilización del pozo de producción como pozo de observación
V.5.5.-	Pozos de respaldo
V.5.6.-	Casos especiales
V.5.6.1.-	Drenes especiales en casos radiales
V.5.6.2.-	Norias
V.6.-	Cierres de pozos de uso diferente a la extracción de agua

<b>VI.-</b>	<b>DISPOSICIONES GENERALES</b>
VI.1.-	El lodo de perforación
VI.2.-	La inspección de obra
VI.3.-	Tolerancias de verticalidad
VI.4.-	Los pozos abandonados por el contratista
VI.5.-	Pozos terminados sin lograr profundidad
VI.6.-	Filtro de agua
VI.7.-	El contratista
VI.8.-	Piezas y materiales
VI.9.-	Área de protección y fuentes contaminantes
VI.10.-	La herramienta y tubería
VI.11.-	Preparación del fluido
VI.12.-	Materiales contaminantes
VI.13.-	Perforación con fluidos
VI.14.-	Conclusión de trabajos de perforación
VI.15.-	La desinfección del pozo

VI.16.- El método de muestreo

**VII.- DESARROLLO Y AFORO DE POZOS O PRUEBA DE PRODUCTIVIDAD**

VII.1.- Definición y ejecución

VII.2.- Desarrollo

VII.3.- Aforo

VII.3.1- Prueba de aforo

VII.4.- Prueba de bombeo

VII.4.1.- Duración de la prueba

VII.4.2.- Ejecución de la prueba

VII.5.- Información complementaria

VII.5.1.- Especificaciones de bombas

VII.5.1.1.- Determinación de eficiencia

VII.5.1.2.- Valores mínimos de eficiencia

VII.5.1.3.- Valores mínimos de eficiencia para sistemas de rehabilitación

VII.5.2.- Muestreo

VII.5.3.- Método de prueba

VII.5.3.1.- Instrumentación

VII.5.3.2.- Medición de niveles y presión de descarga

VII.5.3.3.- Medición de gasto

VII.5.3.4.- Medición de potencia

VII.5.3.5.- Inspección

VII.5.3.6.- Registros

**VIII.- CATÁLOGO DE CONCEPTOS PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PROFUNDOS PARA AGUA**

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN DE POZOS

### I.- DEFINICIONES:

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

Rehabilitación de pozos: conjunto de trabajos que se ejecutan en un pozo, sin incrementar su profundidad, encaminados a corregir deficiencias en el funcionamiento del mismo y cuya finalidad es mejorar el caudal de explotación respecto a la condición inicial que se registraba antes de los trabajos, prolongar su vida útil, mejorar la calidad de agua o la combinación de estos objetivos en un caso ideal.

### II.- EQUIPOS DE PERFORACIÓN.

Para la perforación de los pozos profundos para agua, podrán emplearse equipos tipo percusión, neumático o rotatorio, utilizando como fluido de perforación en estos últimos: agua, lodos bentoníticos de baja viscosidad, aire y combinación de estos, sean de circulación directa, inversa o neumática.

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. Cada equipo contará con su herramienta y accesorios necesarios para el desempeño de los trabajos que se encomienden.

Los equipos de perforación de cualquier tipo, deberán contar con cuchara, para cuando sea necesario extraer recorte por medio de cuchareo y realizar pruebas de productividad.

Cada equipo de perforación del tipo rotatorio deberá contar con los accesorios necesarios para la medición de viscosidad y densidad de lodos (Balanza y Embudo Marshall Funnel).

### III. PROGRAMA DE PERFORACIÓN.

III.1.- El Contratista no podrá iniciar ninguna obra sin la orden escrita de la supervisión técnica de la dependencia contratante lo que se especificará en la bitácora de la obra:

III.1.1.- La localización precisa de la obra la dará el residente y se levantará acta circunstanciada entre las partes que intervengan: Dependencia Contratante – Contratista – Representante de los beneficiarios.

III.1.2.- El diámetro nominal de la perforación de explotación (8" a 12") y la profundidad tentativa de la misma le serán indicadas al contratista por el residente de la obra y se anotarán en la bitácora.

III.2.- En cada perforación, invariablemente se instalará un conductor o contrapozo, utilizando tubería de acero, debidamente fijada, cementando el espacio anular entre esta y la perforación.

III.3.- Una vez alcanzada la profundidad total de exploración, o en su caso la profundidad a partir de la cual se reducirá el diámetro de 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 que podrán ser eléctricos, rayos gama, de neutrones, sísmicos, de moliente hidráulico, de temperatura y/o de calibración de diámetro.

III.4.- Registro de Penetración. Durante la perforación el contratista deberá llevar un registro cuidadoso de la resistencia a la penetración. Si el equipo es de tipo de percusión esta resistencia se medirá por el número de golpes dados para avanzar cada metro y/o por el tiempo efectivo en avanzar cada metro. Si el equipo es de tipo rotatorio, la resistencia a

la penetración se medirá por medio del tiempo efectivo de perforación para avanzar cada metro registrando el peso sobre la barrena, o el diámetro y longitud de la barrena, así como las revoluciones por minuto de la mesa rotatoria.

III.5.- Muestreo. Durante la perforación, el Contratista deberá tener muestras de los materiales atravesados a cada dos metros de avance en la perforación. Además se tomarán las muestras adicionales en los cambios de formación.

Las muestras obtenidas deberán guardarse en frascos de vidrio 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 residencia deberá almacenar cada muestra durante un período mínimo de dos años.

Para obtener cada muestra se procederá de la siguiente manera:

- 1.- Si el equipo es de tipo percusión una vez alcanzada la profundidad de muestreo, se tomará esta mediante cuchara de charnela, procurando que la muestra sea representativa del fondo del pozo.
- 2.- Si el equipo es de tipo rotatorio, de circulación directa, se tomará la muestra de canal del material cortado que llegue a la superficie.
- 3.- 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.

Cuando se prevea la existencia de acuíferos salinos se deberá llevar un registro de mediciones de resistividad de los lodos, de acuerdo a las indicaciones por escrito de la supervisión.

Cuando 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, la supervisión 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.

III.6.- Construcción. Durante la construcción de cada pozo, deberá llevarse un registro cuidadoso en las formas aprobadas por la dependencia oficial contratante, el que invariablemente deberá ser firmado al término de cada turno de trabajo, en cada una de sus hojas, por el perforador o jefe de pozo del Contratista.

En dicho registro deberá consignarse lo siguiente:

- A. Clase, Marca y tipo de equipo 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 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 agua o en la que se aprecien 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 afiliado en equipo de percusión.
- I. 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. Cuando se espere la presencia de acuíferos salinos deberán tomarse los registros de cambio de resistividad del lodo de perforación, anotando también la resistividad de lodo en las fosas y del agua suministrada.
- J. Todas aquellas observaciones adicionales que puedan proporcionar información respecto al comportamiento de la perforación, tales como variaciones bruscas del nivel del agua o lodo, pérdidas de circulación, consumos de bentonita y agua, derrumbes, etc., pruebas de estabilización de nivel y productividad con sinfonéo, circulación y cuchareo.

### III.7.- Clasificación general de las formaciones geológicas para formular estimaciones de perforación de pozos.

MATERIAL TIPO I	MATERIAL TIPO II	MATERIAL TIPO III
Arcilla	Areniscas	Rocas ígneas extrusivas sanas
Arena y gravas	Conglomerados y brechas	Rocas ígneas intrusivas sanas
Limos	Lutuitas	Cuarcitas
Tobas redepositadas	Pizarras	Cantos y boleos inestables
Depósitos lacustres	Calizas y dolomitas	Aglomerados volcánicos
Pómez, Lapilli	Rocas ígneas alteradas y fracturadas	
Cenizas volcánicas	Rocas metamórficas	
	Tobas no depositadas	

### IV.- TERMINACIÓN DE POZOS.

Una vez comprobado que se estabiliza el nivel de agua en el pozo después de 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, la supervisión de la Subdirección de Construcción, determinará si la perforación es positiva o negativa y en consecuencia hará el proyecto de terminación con las ampliaciones correspondientes, ademado, engravado y cementado del pozo en su caso.

IV.1.- Ampliaciones. Estas comprenden los trabajos necesarios para proporcionar las dimensiones definitivas al pozo, conforme al diseño que ordene por escrito La Supervisión.

Las ampliaciones se liquidarán con los conceptos de precios unitarios contenidos en el Catálogo de Conceptos, Unidades de Medida, Precios Unitarios e Importes, aplicando directamente los correspondientes a los diámetros definitivos, independientemente que el Contratista haya realizado el trabajo en uno o varios pasos.

IV.2.- Ademado. La Supervisión indicará por escrito La posición, diámetros, espesores tipo 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 tipo P.V.C. o de los cedazos tipo rejilla estarán bajo normas A.P.I.-5LX o A.S.T.M., A-53 y A-120. Serán fabricados con lámina nueva y cada tramo deberá estar biselado a 30g en sus extremos, presentando una sola costura longitudinal soldada eléctrica y automáticamente a tope, solo en la tubería tipo canastilla se aceptará como máximo una sola costura transversal. La longitud de cada tramo será como mínimo 6.10 metros (20') o bien aquella que La Supervisión ordene o autorice obligada por el diseño del pozo pero en ningún caso, de cedazo. Los extremos lisos tendrán una longitud mayor de 0.254m (10').

La tubería debe ser elaborada con una termofusión de la placa aceptándose únicamente con costura longitudinal, y no se aceptará con costura espiral o helicoidal.

La corrida de la tubería de ademe se realizará en una sola operación continuada previo acondicionamiento del pozo y para soldado de los tramos se emplearán soldaduras de alta resistencia a la tensión (E-6011.6012 o 6013), en cordones de 1.587mm. (1/16") mayores que el espesor de la tubería, constituidos por los menos 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).

#### Acero estructural

El material que se ajuste a una de las siguientes normas podrá ser usado, bajo estas especificaciones:

Tubos de acero, con o sin costura, negros y galvanizados por inmersión caliente, NOM-B-177-1983 (ASTM A 53).

Las tolerancias máximas para los perfiles laminados las establece la especificación A6 de la American Society for Testing and Materials (ASTM).

Cuando se tengan diámetros fuera de catálogo de límite comercial se podrá utilizar acero fabricado bajo la supervisión de la Dependencia Contratante.

Soldaduras.

Todas las disposiciones del Código de Soldadura Estructural AWS D1.1 de la Sociedad Americana de Soldadura, se aplicarán el trabajo ejecutado bajo estas especificaciones, en las medidas pertinentes.

Según el caso, los electrodos y fundentes para la soldadura cumplirán con las normas de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS).

- Electrodos de acero al carbono, recubiertos, para la soldadura por arco eléctrico, NOH-H-77-1983 (AAWS A5,1).

Áreas efectivas del metal de soldadura.

Soldadura de ranura

Para soldaduras de ranura, el área efectiva se considera como el producto de la longitud

El espesor efectivo de garganta de una soldadura de ranura acampanada, cuando está al ras con la superficie de la sección sólida de la barra, será de:

Tipo de Soldadura	Radio de la barra o curvado, R	Espesor efectivo de garganta
Ranura en bisel acampanada	Todos	5/16R
Ranura V acampanada	Todos	½ R"

Soldadura de Filete.

El área efectiva de las soldaduras de filete se tomarán como el producto de su longitud por el espesor efectivo de garganta.

El espesor efectivo de garganta en las soldaduras de filete será la distancia más corta entre la raíz y la cara de la soldadura en una representación esquemática de la sección transversal. Como Excepción, en las soldaduras de filete hechas por el procedimiento de arco sumergido, cuando su tamaño es igual al tamaño del cateto. Para soldaduras de filete mayores de 10mm hechas por este mismo procedimiento, la garganta efectiva será igual a la garganta teórica más 30 mm.

Espesor más grueso de las partes unidas en mm	Tamaño de la soldadura de filete en mm
Hasta 6 inclusive	3
más de 6 a 13	5
más de 13 a 19	6
más de 19	8

El ademe se formará con tramos completos de tubería 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 de 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 soldadores para mantenerla colgada mientras se coloca filtro de grava.



En el caso de pozos compuestos por diámetro decreciente, 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 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 la 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 vertical del ademe no tendrá tolerancia en la longitud correspondiente a la cámara de bombeo.

IV.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 lo siguiente:

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

La grava se proporcionará en calidad y tamaño que ordene por escrito La Supervisión, cribada 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, facilitando su descenso mediante circulación de lodo diluido es decir de baja viscosidad.

IV.4.- Contrademe. El contrademe debe tener la longitud necesaria para evitar la infiltración de agua superficial o agua contaminada contenida en el subsuelo hacia el interior del pozo. El contrademe debe tener la longitud mínima de seis metros y debe sobresalir .20m del nivel del terreno natural o sobre elevado, o bien .50 m dependiendo del pozo (ver fig. ilustrativa 1). El espacio anular entre el contrademe y la formación adyacente será rellenado por completo con lechada de acento normal.

IV.5.- Tipo y dimensiones del brocal. Cuando el diseño del pozo sea como se presente en la figura ilustrativa 1, la forma exterior del brocal será la de un prisma cuadrangular cuyos lados tendrán una longitud igual al diámetro total superficial de la perforación, con una de 0.50 m a partir del nivel del terreno natural o sobre elevado. En el momento de la construcción del brocal, se deben colocar dos tubos para la colocación del filtro granular.

En ambos casos, la plantilla y la parte superficial de la cementación del contrademe deben formar estructuralmente un solo cuerpo.

Cuando el pozo esté emplazando en unidades de material consolidado, el ademe debe estar ahogado en el brocal. Cuando el pozo esté perforado en material no consolidado, se debe dejar en espacio anular mínimo de .0063m entre el brocal y el ademe.

IV.6.- Plantilla. La superficie de la plantilla alrededor del pozo debe construirse con una pendiente del 2% de tal modo que el agua u otro fluido que se escurra se aleje del pozo en todas direcciones.

La forma exterior de la loza será cuadrada, y debe tener una longitud mínima por lado de 3.0, el espesor total de la loza será de 0.15 m de los cuales 0.05 m inferiores estarán por debajo del nivel del terreno natural o sobre elevado, previo desplante y apisonamiento de este último (ver fig. 1).

En caso de existir evidencia de inundaciones en el área, la plantilla debe estar sobre elevada. Para ello, el usuario debe considerar el nivel de la máxima inundación registrada en los últimos 30 años, la orientación geográfica y elevación topográfica del sitio de emplazamiento del pozo.

IV.7.- Tipo y dimensiones de la protección del pozo. En pozos de uso público urbano se debe contar, además de la cerca de malla ciclónica, con una caseta para garantizar la protección y buen funcionamiento del pozo. En caso de que sea necesario construir casetas subterráneas, estas deben tener un drenaje adecuado, o en su defecto, contar con una estación de bombeo para desalojar el agua. En pozos de uso industrial ubicados dentro de instalaciones cerradas, el concesionario o asignatario deberá garantizar la adecuada protección superficial del pozo.

En los demás usos definidos en la presente norma, los pozos deben contar con una cerca perimetral de protección de malla ciclónica de al menos 3x3 m planta en caso de que las características y el espacio del terreno lo permitan, podrán construirse obras civiles complementarias.

IV.8.- 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 lodos, se introducirá la tubería de perforación franca hasta el fondo del pozo; para circular el agua exclusivamente, extrayéndola de tramo en tramo, hasta que por el pozo salga agua limpia.

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 estaciones 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 La Supervisión.

IV.9.- Dispensor de arcillas. Después de las operaciones anteriores se verterá al pozo un producto dispensor de arcillas a razón de un litro de dispensor de arcillas por cada metro de pozo perforado.

IV.10.- Registro Eléctrico. Se podrán correr registros eléctricos o de cualquier otro tipo de acuerdo con las instrucciones que de por escrito la supervisión. Estos no podrán correrse sin su presencia u autorización, por lo cual el Contratista deberá darle aviso oportuno.

El original de dicho registro será entregado a la Supervisión con un encabezado en el que se consiguen los siguientes datos: nombre, localización, diámetro y profundidades del pozo, viscosidad del lodo y su temperatura, acompañado de un dictamen técnico, debidamente firmado con las observaciones y recomendaciones.

## V.- OPERACIONES ESPECIALES.

Las operaciones especiales se definen como aquellas que eventualmente podrán realizarse por demandarlo el pozo o los problemas de perforación, pudiendo ser estas las siguientes:

V.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 este 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.

V.2.- Estimulaciones de acuíferos. Estas estimulaciones 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 y ordenadas por La Supervisión.

V.3.- Pruebas de producción. Cuando La Supervisión lo estime necesario, ordenará por escrito, pruebas de producción y/o muestreos acuíferos en la perforación de diámetro exploratorio, mediante cuchareo, sifoneo o inyección de agua.

V.4.- Rehabilitación de pozos para extracción de agua. Antes de iniciar los trabajos de rehabilitación, se debe verificar si la bomba desinstalada estuvo lubricada con aceite, es necesario remover el aceite acumulado en la superficie del agua del interior del pozo.

Todo pozo para extracción de agua que sea sometido a trabajos de rehabilitación deberá someterse a un tratamiento de desinfección de acuerdo con el inciso 6.3 de la NORMA-003-CNA-1996.

En el caso de que simplemente se retire y se vuelva a instalar su equipo de bombeo, este deberá desinfectarse antes de su instalación.

Así mismo, independientemente de lo anterior, el equipo de bombeo debe cumplir con los requisitos estipulados en la NOM-006-ENER-1995.

V.4.1.- Trabajos de actualización durante la rehabilitación del pozo. Con el objeto de reducir al mínimo los riesgos de contaminación superficial del pozo y de contar con un medio que permita cuantificar los caudales de agua extraídos, se deben seguir las mismas disposiciones indicadas en las secciones 6.5.3.2, 6.7.2 y 6.8 incisos d), e), f) y g) de protección superficial de la estructura del pozo, del dispositivo de medición y de registros requeridos, correspondientes a la norma NOM-003-CNA-1996.

V.5.- Cierre de pozos para extracción de agua. Si de acuerdo con la información disponible, el concesionario o asignatario determina la conveniencia económica, física o técnica para que un pozo continúe en operación, se deberá proceder al cierre temporal o definitivo del pozo. En lo que respecta a los pozos que se encuentren abandonados, la Comisión Nacional del Agua, solicitará al propietario del predio que proceda al cierre del pozo.

V.5.1.- Cierre temporal del pozo. El tiempo máximo que un pozo podrá estar fuera de servicio de operación será de tres años. Lo anterior debe ser notificado por el concesionario o asignatario a la Comisión Establecida, el concesionario o asignatario debe desmontar el equipo de bombeo, sellar la parte superior del ademe por medio de una tapa de acero y colocar, si el pozo carece de ella, una cerca de protección de 3x3 m en una planta con una altura mínima de 1.50 m. En el caso de ademe de policloruro de vinilo (PVC), la parte superior del ademe debe sellarse con una tapa hermética.

V.5.2.- Cierre definitivo del pozo. Cuando el pozo haya permanecido sin operar por más de tres de años, será considerado como pozo abandonado.

El concesionario o asignatario debe proceder a clausurar el pozo abandonado de manera definitiva, o bien solicitar la autorización para que el pozo sea habilitado como pozo de observación conforme el inciso 6.3.4, o como de respaldo, sujeto al inciso 6.3.5.

V.5.2.1.- Cierre de pozos con nivel estático. En caso que no se cuente con el diseño del pozo sujeto a cierre, se debe llevar a cabo, previamente, un registro de video de grabación en el interior del mismo.

Para el sello del pozo con ademe ranurado, así como en las zonas productoras de pozos sin ademe, se podrá utilizar bentonita, lechada de cemento o concreto y en caso que esto sea impráctico o no conveniente, grava limpia. El resto del pozo en la zona de ademe ciego o no productora se rellenará con materiales impermeables como arcilla, bentonita, lechada de cemento o concreto, debiendo quedar como mínimo los 6m superiores sellados con lechada de cemento.

La colocación de estos materiales deberá realizarse del fondo del pozo hacia arriba por un método que no produzca segregación de los materiales.

Concluidos los trabajos de relleno, se debe colocar en la superficie una plantilla de concreto de 3.0m x 3.0m y de 0.10m de espesor.

V.5.3.- Registro del pozo cerrado. Como requisito para cerrar el pozo, se debe presentar a la Comisión un informe que tenga los siguientes datos:

- Localización (coordenadas referidas a planos INEGI)

- Profundidad

- Diámetro

- Litología atravesada

- Causas que motivan el cierre

- Diseño del cierre

#### V.5.4.-Utilización del pozo de producción como pozo de observación.

En caso de que el concesionario o asignatario desee mantener un pozo de observación en vez de proceder a su cierre definitivo, deberá cumplir con lo siguiente:

Dentro de la tubería de ademe se alojarán tubos de 100mm de diámetro interior como máximo, para la instalación de dispositivos de monitoreo.

Arriba de la frontera superior del acuífero por monitorear, se colocará un sello de bentonita con un espesor mínimo de 0.30 m y el resto se rellenará con bentonita, lechada de cemento, concreto o materiales que asemejen o restituyan las conexiones geohidrológicas de la formación.

El tubo en el cual se instalará el instrumento destinado al monitoreo deberá tener una tapa con un sistema de sujeción conveniente contra la entrada de sustancias contaminantes al acuífero por la vía de la tubería de observación, la tapa deberá también cubrir el espacio anular que existe entre el ademe y el contra deme.

En caso de que no exista plantilla, ésta deberá construirse alrededor del pozo, utilizando concreto, con dimensiones mínimas de 1x1 m con 0.10 m de espesor y pendiente favorable en todas direcciones de tal manera que el agua u otro fluido drene alejándose del pozo.

#### V.5.5 Pozos de respaldo.

Solo se autorizará la conservación de pozos de respaldo para uso público urbano y se podrán mantener con instalaciones eléctricas e hidráulicas, con o sin equipo de bombeo, destinados a casos de emergencia por falla de las fuentes de abastecimiento de operación normal. Para lo anterior, el concesionario o asignatario deberá justificar ante la Comisión el número de pozos, de acuerdo al caudal requerido, anexando su ubicación física y características principales del acabado del pozo.

Todo pozo de respaldo debe cumplir con la especificación 6.1 de la presente Norma en cuanto a desinfección periódica.

#### V.5.6 Casos especiales.

Todo pozo que haya sido afectado por intrusión salina o cualquier tipo de contaminante natural o antropogénico, será considerado como un caso especial. Por consiguiente, su cierre definitivo, su habilitación como pozo de observación o cambio de uso estará sujeto al dictamen técnico y disposiciones que para este propósito emita la Comisión.

También se considerarán como casos especiales los pozos siguientes:

##### V.5.6.1 Drenes horizontales en pozos radiales.

En pozos radiales, los drenes horizontales deben rellenarse con lechada de cemento o bentonita.

##### V.5.6.2 Norias.

De acuerdo con la litología en donde estén emplazadas, diámetro, profundidad y permeabilidad, se podrá utilizar en su porción inferior un relleno de grava, arena y bentonita y en los tres metros superiores, material impermeable de origen local, concreto de cemento.

#### V.5.6.3 Pozos con puntero.

Para pozos en material no consolidado y de profundidad menor de 15 m, antes del sellado se deberá retirar la tubería y se rellenará el pozo con arena y bentonita. Los pozos con profundidades mayores de 15 m deben clausurarse de acuerdo con lo especificado en el inciso 6.3.2.

V.6.- Cierre de uso diferente a la extracción de agua y que penetren total o parcialmente un acuífero conocido.

#### V.6.1 Pozos para uso diferente a la extracción de agua (excepto petroleros).

Los pozos de exploración deberán clausurarse en un mínimo de 30 días después de que hayan cumplido con su objetivo, los pozos de observación u operación, en cuanto dejen de utilizarse. Para el cierre de los pozos estos deben rellenarse con bentonita o lechada de cemento, o bien tratar de restituir las condiciones geohidrológicas originales con base en la estratigrafía y permeabilidad encontrada durante la perforación e instalar en la boca del pozo un bloque de suelo-cemento, de sección cuadrada, de por lo menos 0.30 m por lado y 0.10m de espesor, debiendo enviar a la Comisión informe que contenga los siguientes datos:

-Localización

-Profundidad

-Diámetro

-Litología cortada

Diseño del cierre

### VI.- DISPOSICIONES GENERALES

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

VI.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 alta pulgita, su viscosidad máxima permitida será fijada en cada caso que no exceda a 40 seg. En caso de perdidas totales o parciales de la circulación de fluidos, no se permitirá el uso de obturantes parciales o totales, excepto las autorizadas en forma expresa en bitácora y aplicados en presencia de La Supervisión.

VI.2.- Para la inspección de la obra, la Dependencia Contratante nombrará uno o varios supervisores, 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 ordenes al o del Contratista. En cuanto a la supervisión de la obra, esta será realizada por el personal calificado de la Gerencia correspondiente, debidamente acreditado por la misma, estando este personal autorizado para dar al Contratista las órdenes necesarias sobre el Programa de Trabajo.

VI.3.- Los pozos fuera de tolerancias de verticalidad especificadas, serán rechazados al Contratista sin tener derecho a ninguna retribución.

VI.4.- Los pozos abandonados por el contratista, causarán la reclamación jurídica y económica que la Dependencia Contratante considere aplicable dentro de los términos del Contrato.

VI.5.- En caso de pozos que se den por terminados sin lograr la profundidad programada por causas imputables al Contratista, el pago de la obra se considerará que el pozo resulte satisfactorio a juicio de la Dependencia Contratante,

en caso contrario, el Contratista no tendrá derecho a ninguna retribución cubriendo inclusive el costo del desarrollo y aforo del pozo, debiendo realizar el taponamiento vertical.

VI.6.- Si el volumen de grava para filtro resulta ser menor del teórico calculado, la comisión cubrirá el volumen de grava adicional que se haya utilizado.

VI.7.- Cualquier acción del Contratista que ponga en peligro la durabilidad y productividad del pozo a juicio de la Dependencia Contratante, será motivo de rechazo de la obra sin remuneración para el Contratista.

VI.8.- Las piezas usadas y sustancias utilizadas en la construcción de pozos deben ser de calidad comercial.

VI.9.- El área de protección entre el sitio seleccionado para construir un pozo y las fuentes potenciales de contaminación existentes que no pueden ser suprimidas, tendrán un radio mínimo de 30 m con respecto al pozo.

Las fuentes contaminantes son las siguientes (esta lista no es limitativa sino que depende de lo que, para situaciones y condiciones particulares, la Comisión considere necesarias):

Alcantarillado sanitario

Campos de precolación

Canales de agua residuales

Cloacas

Depósitos de jales

Fosas sépticas

Gasolineras y depósitos de hidrocarburos

Lechos de absorción

Letrinas

Pozos abandonados no sellados

Pozos de absorción

Puntos de recarga de aguas residuales de uso industrial

Rellenos sanitarios

Rastros y establos

El radio mínimo podrá ser modificado por la Comisión nacional del Agua o por la autoridad local competente, a través de la disposición legal o reglamentaria aplicable, con base a un estudio específico del sitio que considere la vulnerabilidad del acuífero o la contaminación y la extensión de su área de influencia para diferentes tiempos.

Cuando no sea posible cumplir con el radio mínimo especificado en la presente Norma o en la disposición local reglamentaria, el concesionario o asignatario deberá presentar a la Comisión Nacional del Agua el diseño que propone para evitar la contaminación del acuífero, basado en estudios hidrogeológicos.

VI.10.- La herramienta y la tubería de perforación se deben desinfectar antes de iniciar los trabajos de perforación. Previo a la desinfección es necesario remover las grasas, aceites y otras sustancias adheridas a las herramientas.

VI.11.- El agua utilizada en la preparación del fluido de perforación debe tener características físico-químicas tales que no inhiban las propiedades de los fluidos y no degraden el agua del subsuelo. Debe estar libre de organismos patógenos y poseer un pH entre 6 y 10.

VI.12.- No se debe añadir al fluido de perforación materiales que puedan contaminar o reducir las propiedades hidráulicas del acuífero.

VI.13.- En la perforación de pozos con fluidos cuya base principal sea el agua y la bentonita, éstos no deben contener ninguna sustancia que degrade las características químicas del agua subterránea.

VI.14.- Concluidos los trabajos de construcción del pozo, el perforista debe retirar los residuos de lodo y los materiales de construcción del área de trabajo de acuerdo a la reglamentación federal o estatal.

Los residuos se podrán esparcir en sitios cercanos, previa autorización de los propietarios de los terrenos. En todo caso se deberá realizar una limpieza del área de trabajo con el fin de restaurar el sitio a sus condiciones originales.

Todos los aprovechamientos hidráulicos subterráneos deben contar con protección sanitaria. De acuerdo con la estructura del pozo, el espacio anular entre las paredes de la formación y el ademe, así como la terminal superior del pozo, son las áreas que presentan mayor riesgo de contaminantes.

El extremo superior del ademe debe sobresalir cuando menos 0.50 m por encima del nivel del terreno natural o sobre elevado.

VI.15.- La desinfección del pozo debe ser realizada durante la etapa de desarrollo del mismo, antes de que el equipo permanente haya sido instalado, el cual debe tener también ser desinfectado.

Para ello deberá aplicarse el desinfectante necesario para que la concentración de cloro en el agua contenida en el pozo sea de 200 mg/l., como mínimo. El agua en el pozo deberá tratarse con cloro, tableta de hipoclorito de calcio, solución de hipoclorito de sodio o cualquier otro desinfectante de efecto similar, con la concentración apropiada y aprobada por la Secretaría de Salud.

Después de que el desinfectante se haya dentro del ademe, se agitará el agua del pozo para lograr una buena mezcla y se inducirá el contacto de la mezcla de agua desinfectante con las paredes de ademe, rejilla, filtro y formación del acuífero.

Posteriormente se debe circular la mezcla dentro del ademe con la columna de bombeo y luego extraerla mediante bombeo. Después de que el pozo haya sido desinfectado, debe ser bombeado hasta que no se detecten residuos del desinfectante utilizado.

VI.16.- El método de muestreo se realizará conforme a la Norma NOM-014-SSA1 y los límites utilizados para verificar la desinfección del pozo serán de acuerdo a la Norma NOM-127-SSA1 en cuanto a los parámetros bacteriológicos.

VI.17.- La disposición de los lodos de perforación y otros residuos, se verificará visualmente tanto en el sitio del pozo como en el de la disposición final.

## VII. DESARROLLO Y AFORO DE POZOS O PRUEBA DE PRODUCTIVIDAD.

VII.1.- Definición y ejecución. Desarrollo de un pozo es el conjunto de operaciones por medio de las cuales se logra el aumento de la porosidad y permeabilidad de las formaciones acuíferas circunvecinas al pozo, desalojando de ellas hasta donde más son posibles los materiales granulares finos que empaquen los intersticios de 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 al 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 tipo 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 columna de bombeo. Deberá partirse del caudal mínimo que permita el estado del pozo, y el cual se irá incrementando 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 de suspensión.

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

VII.2.- Desarrollo. La duración de la operación de desarrollo será fijada por la Supervisión, de acuerdo con las características del pozo y de las formaciones acuíferas por explotar.

El desarrollo del pozo se iniciará con gasto cercano al nulo y a medida que se vaya obteniendo agua limpia libre de sólidos en suspensión, se irá aumentando la magnitud del caudal bombeado, para lo cual se podrán dar 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 el agua limpia. De esta forma se procederá incrementando periódicamente los caudales bombeados hasta llegar a un máximo igual al 50% menor que el caudal del proyecto fijado por la supervisión y el que será compatible con la capacidad de los acuíferos explotables y las características constructivas y funcionales del pozo. Cuando por descuido el Contratista o el personal encargado por éste para operar el equipo, se trabaje en un mismo escalón de velocidad sacando por más tiempo del indicado por la supervisión, 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, en lo 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, estando bombeándose agua limpia completamente libre de sólidos en suspensión, previa autorización escrita en bitácora de la Supervisión, 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 observan a intervalos de 30 minutos, y cada cambio de revoluciones de bomba en las formas aprobadas por la Comisión para tal efecto.

VII.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 la profundidad tal equivalente al 80% del abatimiento total observado durante la etapa del desarrollo, o en su defecto hasta un máximo de 24 hrs., momento a partir del cual la supervisión ordenará por escrito a la empresa Contratista, el programa de aforo y el inicio de la prueba de productividad.

El programa de aforo consistirá en términos generales en la selección de cuatro caudales, uniformemente distribuidos en función de los gastos máximos y mínimos observados durante el desarrollo.

A partir del momento en que se de 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 a 30 minutos, sin que se aprecie 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 nivel máximo proyectado. En este momento se dará por terminado el aforo y en su caso se procederá previa orden escrita a tomar lecturas de recuperación mediante el sistema de prueba de bombeo durante un período de 4 horas.

Los resultados que se vayan obteniendo durante las pruebas de aforo, deberán consignarse en las formas aprobadas por la Comisión, 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 el Contratista deberá iniciar nuevamente la prueba y no se considerará compensación alguna por concepto de aforo interrumpido.

Para fines de análisis físico-químico, bacteriológicos y los que sean requeridos, deberán tomarse muestras de agua bombeada durante las etapas mínima y máxima de la prueba de aforo.

VII.3.1.-Prueba de aforo. Prueba de aforo de un pozo es el conjunto de operaciones por medio de las cuales en un periodo no mayor de 12 horas se logre la capacidad de aportación de las formaciones acuíferas desalojando de ellos hasta donde mas es posible los materiales granulares que empaquetan los intersticios de las formaciones. De acuerdo a las características que se presenten en esta prueba el residente tomará la decisión del número de horas que se trabajen tomándose en cuenta la estabilidad de las paredes de la obra y del nivel dinámico que se presenten aunado a la aportación del gasto de la prueba, pudiera ser que estos trabajos se puedan estabilizar en dos, cuatro, seis, y un máximo de 12 horas.

La forma de pago de esta prueba se tomará como operaciones especiales solicitándose tarjeta de análisis de precios unitarios extraordinarios en el que intervendrá movimiento de equipo, instalación y desinstalación del mismo y horas de bombeo.

VII.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. Pueden ser fácilmente sondeados.
- C. Disponga de un medidor de volúmenes de extracción, o puedan ser aforados, para determinar el caudal del 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 prueba.
- E. No hayan sido bombeados en las últimas 24 horas.
- F. Se encuentren a una distancia no menor de 1Km de pozos que estén bombeando durante la prueba, o hayan estado bombeando hasta 24 horas, antes de la terminación de la misma.
- G. Sean 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.

VII.4.1.- Duración de 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 del bombeo tendrá una duración entre 4 y 72 horas, cuando se tengan pozos de observación, y entre 4 y 24 horas, cuando no se tengan, teniendo a la duración máxima siempre 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 sean favorables para ejecutar ambas etapas.

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

VII.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 procurando 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 secuencia de tiempos que se indican a continuación.

Lectura	Tiempo a partir de la iniciación del bombeo	Lectura	Tiempo a partir de la iniciación del bombeo
1	Inmediatamente antes de iniciar el bombeo	10	1 hora
2	15 segundos	11	2 horas
3	30 segundos	12	4 horas
4	1 minuto	13	8 horas
5	2 minutos	14	16 horas
6	4 minutos	15	24 horas
7	8 minutos	16	32 horas
8	15 minutos	17	40 horas
9	30 minutos	18	48 horas

A intervalos de tiempo seleccionados se harán las observaciones o lecturas necesarias para cuantificar el caudal del 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 trazado aritmético o semi-logarítmico (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 semi-logarítmico 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.

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

Lectura	Tiempo a partir de la iniciación del bombeo	Lectura	Tiempo a partir de la iniciación del bombeo
1	Inmediatamente antes de iniciar el bombeo	10	1 hora
2	15 segundos	11	2 horas
3	30 segundos	12	4 horas
4	1 minuto	13	8 horas
5	2 minutos	14	16 horas
6	4 minutos	15	24 horas
7	8 minutos	16	32 horas
8	15 minutos	17	40 horas
9	30 minutos	18	48 horas

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

Los tiempos indicados tanto al iniciar el bombeo como la recuperación son 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 que corresponda.

VII.5.- Información Complementaria. Con el 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 1km. 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 del pozo de bombeo y del (o los) de observación.

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

Con el objeto de disponer de un medio seguro para conocer los caudales de extracción. Para uso público urbano, el medidor debe cumplir con los requisitos estipulados en la Norma Oficial Mexicana de medidores de agua NOM-012-SS51 o usar dispositivos similares que cumplan con las normas vigentes.

Se requiere instalar un dispositivo que permita medir la profundidad del nivel del agua en el pozo.

Para aprobar la operación del pozo por parte de la Comisión Nacional del Agua, es necesario que el concesionario o asignatario entregue los siguientes documentos:

- a) Croquis de localización del pozo indicando las posibles fuentes de contaminación.
- b) Registro eléctrico del pozo, integrado por:
  - curvas de resistividad (normal corta, normal larga y lateral)
  - curvas de potencial espontáneo (S.P.)
- c) Registro estratigráfico (corte litológico)
- d) Diseño final del pozo
- e) Requisitos y memoria de cálculo y resultado del aforo
- f) Análisis físico-químico del agua que incluya determinación del pH, conductividad eléctrica, sulfatos, nitratos, cloruros, dureza total, calcio, sodio, potasio y sólidos disueltos totales.

#### VII.5.1.- Especificaciones de bombas

##### VII.5.1.1.-Determinaciones de la eficiencia.

Para sistemas de bombeo para pozo profundo en operación cualquier sistema de bombeo para pozo profundo que utilice la energía eléctrica como medio energético para sus fines y que, derivado del diagnóstico de eficiencia electromecánica ésta resulte menor o igual al 40% en forma combinada, esto es, del conjunto bomba-motor, deben efectuarse acciones de rehabilitación o sustitución de los equipos electromecánicos, con el propósito de elevarlos a los niveles establecidos en la tabla 1 como mínimo.

TABLA 1.- Valores mínimos de eficiencia para sistemas de bombeo de pozo profundo en operación.

Intervalo de potencias kW hp	Eficiencia electromecánica (%)	
5,6-14,9	7,5-20	52

15,7-37,3	21-50	56
38,0-93,3	51-125	60
94,0-261	126-350	64

Las acciones de rehabilitación o sustitución pueden estar dirigidas al motor eléctrico, a la bomba, a la estructura del pozo profundo a una combinación de éstos, según sea el caso, de tal forma que el conjunto de éstas den como resultado los valores de eficiencia electromecánica establecidos en la Tabla 1.

El alcance de los trabajos de rehabilitación o sustitución requeridos para lograr el incremento de eficiencia en el equipo electromecánico será determinado de común acuerdo entre el propietario del equipo y la empresa o taller a que se asignen los trabajos, compartiendo en partes iguales la responsabilidad en la obtención de resultados.

Con base en lo anterior, la empresa o persona física encargada de la rehabilitación o sustitución del equipo de bombeo debe conocer el alcance y objetivo de los trabajos y si éste no es capaz de garantizarlos, comunicárselo al propietario.

VII.5.1.3.- Valores mínimos de eficiencia para sistemas de bombeo reparados o rehabilitados.

Los valores mínimos de eficiencia que deben cumplir los equipos reparados o rehabilitados son verificados con el método de prueba descrito en el inciso 9 de la presente Norma, observando en todo momento el cumplimiento de la Norma NOM.001-SEMP.

Para efectuar específicamente la rehabilitación de los pozos, ésta debe realizarse observando las técnicas señaladas en el manual de rehabilitación de los pozos número III.2.1 (5), formulando por la Comisión Nacional del Agua y editado por la misma Comisión y por la Cámara de la Industria y Construcción. Además, se recomienda el empleo de motores de alta eficiencia y evitar su sobre dimensionamiento.

VII.5.2.- Muestreo.

En este caso no aplica, ya que todos los sistemas de bombeo de pozo profundo deben ser evaluados periódicamente para vigilar su eficiencia electromecánica.

VII.5.3.- Método de prueba.

VII.5.3.1.- Instrumentación.

Es importante aclarar que, al momento de realizar la prueba se debe contar con los documentos que avalen la calibración ante el Sistema Nacional de Calibración de todos los instrumentos involucrados en la medición de la eficiencia electromecánica.

VII.5.3.2.-Medición de los niveles de bombeo y presión de descarga

**Sonda Eléctrica:** Este dispositivo consiste de conductores eléctricos con forro de plástico; una fuente de energía eléctrica (baterías); un timbre de alarma de tipo casero o un amperímetro. Mientras bajan los alambres al pozo se observa el amperímetro o el timbre y al momento en que dicho amperímetro marque corriente o suene el timbre, es cuando las dos puntas desnudas inferiores tocan la superficie del agua cerrándose el circuito. El largo del alambre desde su extremo inferior hasta el nivel de referencia indica el nivel estático (0 dinámico) en el pozo. La exactitud del instrumento calibrado es de 0,5%.

**Sonda Neumática.** Este dispositivo consiste de un manómetro, una bomba de aire y la cantidad necesaria de tubo galvanizado de 6,35 mm (1/4 in) de diámetro.

El tubo galvanizado se coloca en el pozo convenientemente antes de asentar la bomba sobre su cimiento, y su largo debe ser por lo menos el mismo de la columna más el largo del pozo o del colador, porque las mediciones quedarán afectadas por la turbulencia del agua, provocada por la formación del como de succión, cuando el equipo de operación. Se debe tener de cuidado de medir el largo total exacto del tubo, desde su extremo inferior hasta el nivel de referencia y registrar este valor para evaluaciones posteriores. Para este instrumento su exactitud en porcentaje es igual a 0.25.

**Manómetro de descarga:** Generalmente es tipo Bourdon y su lectura es directa.

#### VII.5.3.3.- Medición de gasto y frecuencia de rotación.

Tubo de pitot: Este instrumento correlaciona la carga de velocidad con el flujo. La distribución de la carga de velocidad con tubería no es uniforme y para tener una exactitud aceptable son recomendables múltiples puntos de medición en la sección transversal de la tubería se recomienda su uso en sistemas de bombeo con descarga a una tubería de presión. Las dimensiones mínimas de una instalación de este tipo se muestran en la figura 1.

Orificio calibrado: son generalmente circulares y se encuentran dentro del tubo horizontal en su extremo de descarga. Cuando el orificio se encuentra en el tubo, la descarga no es libre y la carga debe medirse en puntos situados aguas arriba y abajo, respecto al orificio. Esta carga se mide generalmente con un manómetro. Los tubos de uso más generalizado en riesgo agrícola tienen localizado el orificio en la descarga del tubo. Las dimensiones mínimas de una instalación típica se muestran en la figura 2.

Método de la escuadra: para medir el flujo en tubos horizontales es necesario medir una distancia horizontal y una vertical. La primera se mide desde la cúspide del interior del tubo hasta un punto de intersección con la componente vertical como se muestra en la figura 3. Este método de medición de flujo es práctico y rápido, se aplica a tubos horizontales con descarga libre llenos a parcialmente llenos.

Una descripción detallada y la correcta aplicación de los métodos de medición de flujo indicados, se encuentran en la Guía para la Evaluación de la Eficiencia en Equipos Electromecánicos en Operación para Pozo Profundo (1), rehabilitación de pozos (5) y el Manual de aforos (6) editados por la Comisión Nacional del Agua (CNA).

Medición de la frecuencia de rotación de la bomba: se puede determinar mediante un tacómetro y se emplea para la corrección de los valores de acuerdo a las leyes de afinidad de las bombas.

Cuando la prueba se realiza a frecuencia de rotación diferente a la nominal especificada por el fabricante, deben hacerse las correcciones de los valores de acuerdo a las siguientes ecuaciones que expresan las leyes de afinidad.

Lo anterior aplica si la desviación, en porcentaje, de la frecuencia de rotación con respecto a la frecuencia especificada por el fabricante no exceda del +20%.

#### VII.5.3.4.-medición de la potencia eléctrica

Potencia eléctrica requerida. La medición de la potencia eléctrica requerida por el sistema para efectos de esta norma se obtiene a partir de las mediciones eléctricas de corriente, tensión y factor de potencia y es calculada como se indica en 4.13 o empleando un wáttmetro cuando la medición es directa.

VII.5.3.5.-Inspección y operaciones preliminares. Todas las partes involucradas en el diagnóstico de la bomba deben hacer una inspección de la instalación, tan completa como sea posible, para determinar el cumplimiento de los requerimientos de la propia instalación la conexión correcta de toda la instrumentación. En la satisfacción de todos estos requerimientos la bomba debe ponerse en marcha y, tanto la bomba como la instrumentación deben realizarse inmediatamente para identificar cualquier evidencia de mal funcionamiento. Debe realizarse también una revisión inmediata del nivel del agua, procediendo a realizar revisiones periódicas adicionales hasta que el nivel se estabilice en conformidad de las partes. Cualquier evidencia de mala operación o presencia de gas o material abrasivo dentro del pozo deberá indicarse en ese instante. También debe realizarse una revisión preliminar de todos los valores de la prueba para la conformación de las lecturas, además de realizarse una revisión final por si percibe una mala operación.

#### VII.5.3.6.- Registros

El responsable debe llenar, antes de iniciar la prueba, el formato correspondiente a la información general del sistema y equipos, datos de placa de bomba y el motor, tipo de instrumentación empleada, etc.

Las lecturas del nivel dinámico, presión de descarga, flujo, medición de la tensión, corriente y factor de potencia, son tomadas en el punto de operación normal y registradas en el formato B, realizando como mínimo tres lecturas de todos los parámetros indicados con intervalos de tiempo de 15 minutos. El procedimiento que se recomienda para toma de lecturas es hacer observaciones continuas al menos durante 1 minuto y registrar los valores promedio para ese punto de prueba.

En el reporte final deben registrarse también las constantes y multiplicadores de los instrumentos de medición, constantes básicas y formuladas usadas que no se enlisten en el procedimiento y todas las dimensiones del pozo

indicadas en las figuras 1,2 o 3 (según sea el caso). Se deben incluir por mutuo acuerdo los datos u observaciones de calibración de los instrumentos.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS DE AGUA POTABLE

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

Las especificaciones técnicas generales son las utilizadas, tanto por la SAGARPA, como en la Secretaría de Desarrollo Social, en la Comisión Nacional del Agua y Organismos Operadores de Agua Potable, contienen apuntes de experiencia en los trabajos de campo que se han realizado al respecto.

Las especificaciones que se mencionan a continuación, comprenden las actividades que contempla la perforación, pero siempre enfocados en la obtención del agua subterránea como recurso natural. Las especificaciones tienen como finalidad, precisar los procedimientos y la secuencia conveniente de construcción que deben cumplir las empresas contratadas para tal fin. Con esto se pretende que dichas empresas entreguen un producto del trabajo adecuadamente realizado tanto en cantidad como en calidad, para que la obra cumpla con el requisito de satisfacer cabalmente las necesidades de la población que se va a beneficiar.

Para la elaboración de estas Especificaciones Técnicas Generales se tomaron como base la Normatividad señalada en la "LEY DE OBRA PÚBLICA Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LA MISMA" y su reglamento, así como el manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, elaborado por la Subdirección Técnica a través de la Gerencia de Ingeniería Básica y Normas Técnicas y las especificaciones generales para la Construcción de Sistemas de Hidráulica urbana e Industrial, elaborado por la Gerencia de Construcción de la Comisión Nacional del Agua.

### ASPECTOS LEGALES PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS.

Los contratos para la construcción de pozos profundos deben contener los conceptos fundamentales que establece la Ley de Obra Pública. Esta ley entro en vigor en 1990 y esta basada en la estimación de precios Unitarios y el Tiempo determinado de Construcción, así como cumplir con la Ley de Aguas Nacionales, que entró en vigor en diciembre de 1992.

## REFERENCIAS

-NORMA Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996, "Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua y para prevenir la contaminación de acuíferos".

-NORMA Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996 "Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general".

-NORMA Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 "Establece los límites máximos permisibles de contaminantes"

-NORMA Oficial Mexicana NOM-006-CNA-1995, "Esta Norma Oficial Mexicana establece los valores de eficiencia energética que deben cumplir los sistemas de bombeo para pozo profundo en opresión instalados en campo, y especifica el método de prueba para verificar el cumplimiento de estos valores"

-American Society for Testing and Materials (ASTM). NOM-B-177\_1983, "Especificación A6 las tolerancias máximas para los fines laminados y tubos de acero.

-American Welding Society (AWS). NOM-H-77-1983, "Especificaciones para electrodos y fundentes (soldadura).

-NOM-014-SSA 1

-NOM-127-SSA 1

-NOM-012 scfi Norma Oficial Mexicana de medidores de agua

Estas Normas Oficiales Mexicanas son aplicables a todos los pozos de exploración, monitoreo o producción que penetren total o parcialmente un acuífero, y que sean destinados a alguno de los usos de extracción de agua clasificados en esta Norma, así como aquellos que fueron perforados para otros usos y que han quedado abandonados. Su cumplimiento es exigible a los concesionarios y asignatarios de pozos de extracción de agua y a los dueños de pozos para otros usos y es independiente del trámite para la concesión o asignación del volumen de aguas nacionales.

Para la correcta aplicación de esta Norma, es necesario consultar las siguientes normas oficiales mexicanas vigentes:

NOM-008-SCFI Sistema general de unidades de medida.

NOM-001 SEMP Norma Oficial Mexicana relativa a las instalaciones destinadas al suministro de la energía eléctrica.

## VII.- CATÁLOGO DE CONCEPTOS PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PROFUNDOS PARA AGUA.

### MEDICIÓN Y PAGO.

M00A.- MOVIMIENTO DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN COMPLETO CON HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS, DURANTE LOS PRIMEROS 15 KILÓMETROS, EN CUALQUIER TIPO DE CAMINO.

Comprende todas las operaciones que deberá realizar el contratista para trasladar el equipo de perforación de los primeros 15 km, incluye el traslado del equipo de perforación completo, las herramientas, accesorios, equipos y unidades necesarias; si el contratista fuera contratado para perforar más de un pozo en un radio de 15 kilómetros, empleando el mismo equipo de perforación, este concepto se pagará una sola vez. Unidad por medida: Por Grupo (P.G.)

**M00A1.- MOVIMIENTO DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN COMPLETO CON HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS EN KILÓMETROS SUBSECUENTES A LOS PRIMEROS 15, EN CUALQUIER TIPO DE CAMINO.**

Comprende las operaciones que deberá realizar el contratista para trasladar el equipo de perforación, completo, con sus herramientas, accesorios, equipos y unidades necesarios en distancias posteriores a los primeros 15 km, empleando el mismo equipo de perforación, este concepto se pagará midiendo la distancia de la ciudad de Morelia al sitio donde se perforará el pozo, descontando los primeros 15 kilómetros. Unidad de medida: Kilómetro (km).

**M00B0.- INSTALACIÓN Y DESMANTELAMIENTO DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN.**

Este concepto incluye las operaciones y maniobras que realice el contratista para instalar en el sitio de la obra el equipo de perforación; sus herramientas y accesorios hasta dejarlo en condiciones operativas y su posterior desmantelamiento, limpiando el área de trabajo al momento de retirar el equipo de perforación; si el contratista realiza dos o más movimientos de instalación y desmantelamiento del equipo se pagará las veces que lo haya realizado. Unidad en medida: Por Grupo (P.G.).

Si el contratista no se instala en el sitio donde se le indicó, la instalación y la manobra no tienen ningún cargo para la Dependencia contratante.

**U0A01.- LODOS DE PERFORACIÓN PREPARADOS CON BENTONITA Y AGUA DULCE DE 38 SEGUNDOS DE VISCOSIDAD EN VISCOCIMETRO TIPO MARSH-FUNELL.**

Comprende todos los gastos directos e indirectos que efectúe el contratista por concepto de suministro y preparación de lodo de perforación, preparado con agua dulce y bentonita, sin aditivos químicos especiales de 36 segundos de viscosidad en prueba de viscosímetro "Marsh Funnel". Dentro de los suministros se incluye la bentonita, el agua, el empleo del equipo de perforación trabajando, empleo de viscosímetro, todo el personal para las actividades de este concepto, así como todo el acarreo de materiales hasta el sitio de su utilización.

Dentro de este concepto se contemplan los volúmenes correspondientes a la pérdida de circulación parcial y total y el pago se realizara por m3, tomando como base el volumen teórico de las fosas de lodos más el volumen teórico de las fosas de lodos mas el volumen de la ampliación del agujero y este volumen se obtendrá cuantas veces se presente la pérdida de circulación en el proceso de perforación del pozo, otra forma de medición de los volúmenes utilizados en las pérdidas de circulación serán el reporte que tendrá el residente por el consumo de bentonita que se utilice, tantas veces se consumen las fosas de lodos.

Este concepto también se determinará por la cantidad y utilización de lodos bentoníticos, cuando se aumenta la viscosidad a más de 36 segundos debido a las características de las esquirlas que pueden ser removidas por el tamaño, peso y rugosidad de los fragmentos rocosos, por lo que el residente deberá de cuantificar el consumo de bentonita de acuerdo a la viscosidad utilizada. Unidad de medida: Metro Cubico (M<sup>3</sup>)

**U0A03.- EXCAVACIÓN Y RELLENO DE FOSAS PARA LODOS DE 3X4X2 METROS.**

Cuando el contratista emplee como fluido de perforación lodos bentoníticos, deberán excavar y rellenar al término de los trabajos, dos fosas para alojarlos, las medidas de las fosas son de 3 x 4 x2 metros. En este concepto se incluye el canal de circulación y desarenadotes. Unidades de medida :Pieza (Pza).

**N00C0.- EQUIPO DE PERFORACIÓN TRABAJANDO EN OPERACIONES ORDENADAS POR LA DEPENDENCIA CONTRATANTE, EXCEPTO PERFORACIÓN, ADEMADO, ENGRAVADO Y AFORO DEL POZO.**

Se pagará este concepto cuando la Dependencia contratante ordene al contratista realizar operaciones de limpieza, adelgazamiento de lodos de perforación, pruebas y tratamientos al pozo que impliquen tener operando el equipo de perforación, excepto trabajos de perforación exploratoria, ampliación de agujero. Ademado, engravado y trabajos de desarrollo y aforo. Unidad de medida: Hora (Hr).



#### N00D0.- EQUIPO DE PERFORACIÓN INACTIVO EN ESPERA DE INSTRUCCIONES DE LA DEPENDENCIA.

Solo se pagará este concepto, cuando por causas imputables al contratista, se suspendan los trabajos de perforación, el contratista avisará por escrito al residente en el momento que sean suspendidos los trabajos y las causas que lo obligan o por instrucciones del residente para la toma de decisiones, realizar prueba de productividad, modificar el diseño del pozo debido a la espera, durante el fraguado de cementación excepto la de conductores. Unidad de medida: Hora (Hr).

#### P00.- PERFORACIÓN DE EXPLORACIÓN DE POZO.

El pago de este concepto se realizará atendiendo los diversos intervalos de profundidad (00-100m.; 100-200m.; 200-300m.; 300 – 400 m. y 400 – 500 m.), diámetros que especifique el residente (8", 9 1/4 " y 12 1/4"), así como los diferentes tipos de materiales clasificados conforme a la tabla de clasificación de materiales que se anexa, el precio unitario de perforación incluye:

-El empleo del equipo y personal necesarios.

-Todos los trabajos encaminados a conservar la calibración y verticalidad del pozo.

En todas las perforaciones con fines de exploración de aguas subterráneas, en el precio unitario por metro de perforación, quedan incluidos todos los cargos derivados del cumplimiento de las presentes especificaciones, en la inteligencia de que si el contratista efectúa la perforación parcial o total con diámetro mayor al estipulado no tendrá derecho a exigir compensación adicional correspondiente al diámetro ordenado. Unidad de medida: Metro (M).

#### ROE01.- REGISTRO ELÉCTRICO PARA POZO PROFUNDO.

Se podrán correr registros eléctricos o de cualquier tipo con las instrucciones del residente, en el caso de los registros eléctricos, se tiene considerado la utilización de un aparato, que proporcione al menos tres curvas de resistividad (sondas de 16" y 64" normal corta y larga) y otra de potencial natural tomadas simultáneamente con las escalas más grandes posibles, debiendo mencionarse el espaciamiento entre electrodos, los registros no podrán correrse sin la presencia y autorización del residente, por lo que el contratista deberá dar el aviso con por lo menos 24 horas de anticipación.

El original de dicho registro, será entregado en la residencia con el encabezado en el que consignen los siguientes datos: nombre y localización del pozo, diámetros y profundidades del pozo, número de corrida, resistividad del lodo o del agua dentro del pozo, viscosidad del lodo expresado en segundos, temperatura de fondo e interpretación del registro así como 8 horas de equipo, ocioso, Unidad de medida: Registro (REG).

#### Q00.- AMPLIACIÓN DE AGUJERO.

Este concepto comprende todos los trabajos necesarios para proporcionar las dimensiones definitivas al pozo, conforme al diseño dado por el residente. Las ampliaciones se liquidarán con los conceptos de precios unitarios contenidos en el catálogo, aplicando directamente los correspondientes a los diámetros definitivos, independientemente que el contratista haya realizado, el trabajo en uno o varios pasos, salvo en el caso en que la perforación exploratoria se haya ordenado por escrito de 8" de diámetro nominal la clasificación litológica será la obtenida en la perforación exploratoria. Unidad de medida metro (M).

#### SOA0.- COLOCACIÓN DE TUBERIAS DE ACERO PARA ADEME DE POZO, SOLDANDO LAS JUNTAS CON DOBLE CORDÓN AL ARCO ELÉCTRICO.

El residente indicará al contratista, la posición diámetros, espesores, tipos y demás especificaciones de las tuberías de ademe.

La corrida de la tubería de ademe se realizara en una sola operación continua, previo acondicionamiento del pozo y par el soldado de los tramos se emplearán soldaduras de alta resistencia a la tensión (6011. 6012. 6013 o 7018) en cordones 1.578 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).

La tubería entrará holgada en la perforación y deberá girar libremente cuando este suspendida, no debiendo en ningún caso hincarla a golpes.

El residente verificará que la columna de ademe quede colgada mediante anclaje adecuado desde la superficie del terreno.

El pago de este concepto comprende: el equipo de perforación trabajando, el personal necesario, los materiales y herramientas que se requieran y se pagará por metro efectivamente colocados. Unidad de medida: Metro (M).

#### T0E01.- SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBOS ENGRAVADORES DE FoGo.

Los tubos engrasadores se fabricarán con fierro galvanizado (FoGo) Ced. 40, cada tubo engravador se compondrá de un tramo de tubo de FoGo de 3.00 metros de longitud y el diámetro que señale el residente, acoplado con otro tramo de 0.60 metros de longitud y mismo diámetro por medio de un codo de 45°, en el otro extremo del tramo corto, se colocará un tapón roscado del mismo material y diámetro. El extremo largo del tubo engrasador estará sumergido 2.50 m en el borde superior del filtro de grava. Se colocarán dos tubos engrasadores opuestos diametralmente. El precio unitario incluye el suministro del tubo y las piezas especiales (codo y tapón), su amado y colocación en el espacio anular del pozo. Unidad de medida. Pieza (Pza).

#### T0A0.- SUMINISTRO EN OBRA DE TUBERÍA DE ACERO LISA PARA ADEME DE POZO.

El residente indicará al contratista las cantidades, diámetros, espesores, tipos y además especificaciones de tuberías de ademe lisas.

Las especificaciones de las tuberías de ademe lisas con excepción de los tipos p. v. c. o de los cedazos tipo rejilla estarán bajo normas a. p. i. -51x o a. s. t. m. -53 y a. -120, serán fabricados con lámina nueva y cada tramo deberá estar biselado a 30 grados en sus extremos, presentando una sola costura longitudinal soldada eléctrica y automáticamente a tope. Solo en la tubería tipo canastilla se acepta como máximo una sola costura transversal, la longitud de cada tramo será como mínimo de 6.10 m. (20") o bien aquella que el residente autorice obligada por el diseño del pozo, en ningún caso de cedazos los extremos lisos tendrán una longitud total del ademe será tal, que sobresalga 0.80 m. del terreno natural.

El precio unitario de este concepto incluye el suministro de las tuberías y cedazos, las maniobras de carga y descarga, y su acarreo hasta el lugar del pozo. Unidad de medida: Metro (M).

#### TOB0.- SUMINISTRO EN OBRA DE TUBERÍA DE ACERO RANURADA STANDARD PARA ADEME DE POZO.

#### TOC0.- SUMINISTRO EN OBRA DE TUBERÍA DE ACERO RANURADA TIPO CANASTILLA PARA ADEME DE POZO.

El residente indicará al contratista las cantidades, diámetros espesores, tipos y demás especificaciones de tuberías de ademe ranuradas.

Las especificaciones de las tuberías de ademe ranurada, con excepción de los tipos pvc o de los cedazos tipo rejilla estarán bajo normas A.P.I.-51X o A.S.T.M. A.-53 y A-120, serán fabricados con lámina nueva y cada tramo deberá estar biselado a 30 grados en sus extremos, presentando una sola costura longitudinal soldada eléctrica y automáticamente a tope. Solo en la tubería tipo canastilla se acepta como máximo una sola costura transversal, la longitud de cada tramo será como mínimo de 6.10 m (20") o bien aquella que el residente autorice obligada por el diseño del pozo, en ningún caso de cedazos los extremos lisos tendrán una longitud mayor 0.254 m (10") el ademe se formará con tramos de tubería y cedazos, soldados a tope.

El precio unitario de este concepto incluye el suministro de las tuberías y cedazos, las maniobras de carga y descarga, y su acarreo hasta el lugar del pozo. Unidad de medida: Metro (M).

#### VOA01.- SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GRAVA DE RÍO PARA FILTRO DE POZO, LAVADA, REDONDEADA Y CRIBADA.

En todo tipo de pozo se colocará un filtro de grava para contener los finos de las capas acuíferas.

El contratista deberá disponer de existencia suficiente de grava apegándose a lo siguiente:

1.- La calidad de grava se basará en su constitución petrográfica o mineralógica, redondez y uniformidad, lo que deberá ser checado por el residente.

2.- La grava se proporcionará en la calidad aprobada, cribada, y lavada, y no se permitirá el inicio de una corrida de tubería de ademe sin disponer de la grava en el sitio.

3.- No se aceptará material para filtro de composición calcárea y fácilmente alterable, tampoco y en ningún caso se aceptara material triturado.

4.- El filtro de grava se colocara por gravedad en el espacio anular entre la tubería de ademe y las paredes del agujero, facilitando su descenso solamente mediante la lubricación con agua.

Para efectos de pago de filtro de grava, se calculará el volumen del espacio anular entre el diámetro exterior del tubo del ademe y el o los diámetros definitivos del agujero y aceptándose un sobre-volumen cuando el residente verifique la falta de volumen en el pozo e indicando el volumen aproximado hasta que el pozo quede lleno. Unidad de medida: Metro Cúbico (M<sup>3</sup>).

#### VOC01.- CEMENTACIÓN DE POZO CON LECHADA CEMENTO ARENA

En los pozos de explotación para agua potable se efectuará invariablemente una cementación sanitaria de la parte superior del pozo, el material se fabricará con una lechada de cemento arena en proporción 1:5 y se colocara por gravedad en el espacio anular del pozo y el tubo de contra-ademe, el residente indicará la parte a cementar. Unidad de medida: Metro Cúbico (M<sup>3</sup>).

#### VOE01.- LAVADO DE POZO CON CIRCULACIÓN DE AGUA LIMPIA Y AGITACIÓN MECÁNICA.

Una vez concluidas las operaciones de colocación de tubo de ademe y filtro de grava, se lavará el pozo mediante la circulación de agua limpia inyectada al pozo mediante la bomba de lodos hasta el fondo del pozo, para adelgazar y extraer el lodo de perforación, por lo que el lodo extraído circulará nuevamente al pozo debiendo tirarse, se suministrará agua limpia en el volumen necesario para extraer la mayor cantidad de lodos de perforación posibles a interior del tubo satisfacción de la Supervisión, adicionalmente se agitará mecánicamente el pozo mediante pistón con diámetro ¼" menor que el diámetro interior del tubo de ademe. El precio unitario incluye el suministro del agua, el equipo de perforación, sus herramientas y accesorios trabajando y la mano de obra. Unidad de medida: Hora (Hr.).

#### VOD01.- TRATAMIENTO DE POZO CON DISPERSOR DE ARCILLAS

Terminados los trabajos de lavado de pozo, se procederá a aplicar un tratamiento a base de líquido dispersor de arcillas, vertiendo el líquido al interior del pozo en razón de un litro por cada metro de profundidad del pozo, se introducirá el pistón al pozo y se pistoneará a partir del nivel estático al fondo del pozo. Unidad de medida: Litro (Lt).

#### VOB01.- FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE TAPA METÁLICA PARA BROCAL DEL POZO CON CANDADO DE SEGURIDAD.

Una vez concluida la perforación se colocará una tapa metálica cubriendo el brocal del pozo, fabricada con lámina de acero de ¼ " de espesor del mismo diámetro del tubo de ademe, pegada a este mediante bisagra fabricada con placa de acero de 1/8 " de espesor y perno de ½ " de diámetro, soldada y con accesorio para recibir candado de seguridad. Incluye materiales, mano de obra y colocación en el brocal del ademe del pozo. Unidad de medida: Pieza (Pza).

#### ROA01.- ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA EXTRAIDA DURANTE EL AFORO.

Se tomara muestra del agua del pozo en la etapa final de la prueba del aforo, tratando que el agua este lo más clara sin partículas en suspensión con el objeto de evitar la menor alteración en el resultado de los análisis. Los parámetros a medir serán:

SOLIDOS TOTALES
TURBIEDAD
COLOR
PH
COLOR RESIDUAL
ALCALINIDAD F
ALCALINIDAD TOTAL
BICARBONATOS
CARBONATOS

HIDROXIDOS
DUREZA TOTAL
DUREZA DE CALCIO
DUREZA DE MAGNESIO
SULFATOS
CLORUROS
FIERRO
NITRATOS COMO NITRÓGENOS
CONDUCTIVIDAD
MAGNESIO
FLUOR

Unidad de medida: Muestra (Mta.)

#### ROA02.- ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DEL AGUA EXTRAIDA DURANTE EL AFORO.

Se tomará muestra del agua del pozo en una etapa final de la prueba del aforo, tratando que el agua este lo más clara sin partículas en suspensión con el objeto de evitar la menor alteración en el resultado de los análisis. Unidad de medida. Muestra (Mta.)

#### Z0A.- DESARROLLO Y AFORO DEL POZO PROFUNDO CON BOMBA DE TIPO TURBINA VERTICAL CON MOTOR ESTACIONARIO DE COMBUSTIÓN INTERNA.

Se entenderá por desarrollo de un pozo al conjunto que deberá efectuar el contratista para que, utilizando una bomba tipo turbina, proceda al bombeo del pozo, el equipo de bombeo, deberá estar provisto de una senda eléctrica, que entrará libremente al pozo, su longitud será igual a la columna de bombeo, deberá partirse del caudal máximo que permita la potencialidad y capacidad de los acuíferos explotados, el cual se deberá bombear libre de sólidos de suspensión.

La duración de la operación del desarrollo el pozo con el número de horas de bombeo fijado por el residente, se procederá a efectuar el aforo del pozo utilizando el método de orificio calibrado y piezómetro a partir del momento en que se de por iniciado el aforo se mantendrá el bombeo en un mismo escalón de velocidad durante un lapso requerido para que el nivel dinámico se estabilice; logrando esto, se anotaran las lecturas, se incrementarán en 100 revoluciones por minuto la velocidad de la flecha de la bomba, manteniéndose la nueva velocidad durante el tiempo que fije el residente al final del cual se efectuarán nuevamente las lecturas del gasto, nivel de bombeo, altura del piezómetro y tiempo de estabilización; se continuará así incrementando la velocidad por escalones de 100 revoluciones por minuto y efectuando las lecturas mencionadas hasta que finalmente se llegue a la velocidad de la bomba a la cual le corresponda un caudal máximo.

Una vez terminado el aforo y antes de que sea retirado del pozo el equipo de bombeo, se procederá a efectuar las lecturas correspondientes al nivel estático para medir la recuperación original del mismo, comenzando con intervalos de 5 minutos entre lectura y lectura, y aumentando progresivamente el intervalo de tiempo hasta lograr la recuperación total del nivel estático, estas lecturas deberán tomarse después de haberse terminado el aforo y suspendido totalmente el bombeo.

El aforo deberá realizarlo el contratista en presencia del residente y con las lecturas tomadas durante el aforo, el contratista, procederá a construir sobre un sistema de ejes cartesianos, la gráfica correspondiente al aforo con el objeto de determinar las características hidráulicas del pozo.

El Contratista deberá entregar a la Comisión el informe del trabajo de desarrollo y aforo en las formas que para el objeto aprobara la Comisión y en las cuales reportará todas las lecturas efectuadas durante el desarrollo y aforo.

Una vez construida la gráfica de la curva de aforo, el residente determinará si fue correctamente efectuado y en caso contrario, el contratista esta obligado a repetirlo con equipo e instrumentos adecuados cuantas veces sea necesario y para fines de estimación y pago solamente se computarán los tiempos correspondientes a la operación de aforo correctamente efectuada.

Cualquier accidente ocurrido al pozo durante las maniobras ejecutadas por el contratista en el mismo, tales como: desviación de la verticalidad, asolvamiento del pozo, rotura o aplastamiento del ademe, deberán ser reparados por el contratista a la satisfacción de la Dependencia, pues de lo contrario el pozo será rechazado perdiendo el contratista todo derecho a estimación y liquidación por trabajos ejecutados en el mismo.

El precio unitario de este concepto dará por pagados los gastos que el contratista efectuó para proporcionar, transportar, instalar y desinstalar el equipo empleado, así como los gastos correspondientes a su operación hasta por un tiempo de 72 horas, la unidad de medida será el lote.

#### ROV01.-REGISTRO DE VIDEO – FILMACIÓN DE POZO CON CAMARA A COLOR.

Después de realizarse la prueba de aforo, se correrá al pozo un registro de video al interior del pozo con cámara tipo submarino a color. La imagen se grabará en formato de disco compacto CD. El residente realizará inspección cuando se lleve a cabo la video filmación del pozo para constatar la profundidad real de la perforación así como los diferentes tramos de tuberías que se hayan instalado. En el precio unitario está incluido el transporte, la operación del equipo e interpretación del video. Unidad de medida: Video.