
	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 1 de 19

CONTENIDO

1. OBJETIVO	3
2. ALCANCE.....	3
3. NORMATIVA DE REFERENCIA Y/O BASE LEGAL	3
4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	3
4.1. Definiciones	3
4.2. Abreviaturas	4
5. GENERALIDADES	4
5.1. Protección del agua subterránea	4
5.2. Registros	5
6. PERFORACIÓN.....	5
6.1. Construcción manual del antepozo	6
6.2. Perforación con maquinaria.....	6
6.2.1. Métodos de perforación.....	6
6.2.1.1. Método de percusión	7
6.2.1.2. Método rotativo	7
6.2.1.2.1. Lodo o fluido de perforación.....	7
6.3. Muestreo de la formación	8
6.4. Sellado de estratos con agua de mala calidad	9
6.5. Diagráfia geofísica del pozo.....	9
6.6. Verificación de la verticalidad de la perforación	9
6.6.1. Para perforación por método rotativo.....	9
6.6.2. Para perforación por método de percusión	10
7. COMPLETACIÓN	10
7.1. Diseño definitivo de la columna de producción	10
7.2. Instalación de la columna de producción (tubería ciega y filtros)	10
7.3. Verificación de la verticalidad y alineamiento de la columna de producción	11
7.3.1. Prueba de alineamiento	11
7.3.2. Prueba de verticalidad	11
7.4. Colocación del prefiltro (empaquete de grava)	12
7.5. Desarrollo del pozo.....	12
7.5.1. Método	12
7.5.2. Sobrebombeo interrumpido	14
7.5.3. Registro de mediciones del desarrollo	14
8. PRODUCCIÓN DEL POZO.....	14

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 2 de 19

8.1.	Equipos de bombeo	15
8.2.	Accesorios para el bombeo	15
8.2.1.	Válvula de control	15
8.2.2.	Tubería para medición del nivel de agua	15
8.2.3.	Dispositivo de medición de caudal	15
8.3.	Localización de la descarga	15
8.4.	Procedimiento para pruebas de bombeo	16
8.4.1.	Bombeo de desarrollo y limpieza	16
8.4.2.	Prueba de rendimiento o aforo	16
8.4.3.	Prueba de acuífero	17
8.5.	Registro de las pruebas de bombeo	17
8.6.	Límites del contenido de arena	17
9.	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	18
9.1.	Inspección del entubado del pozo con cámara de TV	18
9.2.	Muestreo de agua	18
9.3.	Sello sanitario	18
9.4.	Desinfección del pozo	18
9.5.	Colocación de tapa metálica en la boca del pozo	19

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 3 de 19

1. OBJETIVO

Establecer los requisitos y condiciones mínimas que deben cumplirse en la construcción de pozos tubulares, para la captación y abastecimiento poblacional de agua potable.

2. ALCANCE

La presente Especificación Técnica será aplicada en la construcción de pozos tubulares ejecutadas por SEDAPAL o terceros.

Este documento establece las condiciones y/o requisitos mínimos para los trabajos de perforación, completación y producción de los pozos tubulares, y actividades complementarias.

3. NORMATIVA DE REFERENCIA Y/O BASE LEGAL


AWWA A100	Pozos de agua.
NTP 360.101	Aguas Subterráneas. Pozo tubular. Construcción de pozo tubular para captación de agua subterránea.
API RP 13B-1	Práctica recomendada para pruebas de campo de fluidos de perforación a base de agua.
ISO 10414-1	Industrias del petróleo y del gas natural. Ensayos de campo de fluidos de perforación. Parte 1: Fluidos a base de agua.
CTPS-ET-037	Tubería herramienta o guía de perforación para construcción de pozos tubulares.
CTPS-ET-038	Tubería ciega para construcción y rehabilitación de pozos tubulares.
CTPS-ET-039	Filtro tipo puente trapezoidal para construcción y rehabilitación de pozos tubulares.
CTPS-ET-040	Grava seleccionada para construcción de pozos tubulares.
CTPS-ET-042	Aditivos para la preparación del fluido o lodo bentonítico utilizado en la perforación de pozos tubulares.

Las normativas de referencia y/o base legal están sujetos a modificación y/o actualización en el tiempo, por lo cual predominará la versión vigente.

4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

4.1. Definiciones

- 4.1.1 Pozo tubular: es una estructura de ingeniería que se diseña y construye para permitir la extracción económica de agua desde un acuífero.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 4 de 19

- 4.1.2 Nivel Estático del Agua: es el nivel a que el agua permanece dentro de un pozo cuando no está extrayendo agua del acuífero por bombeo o por descarga libre.
- 4.1.3 Abatimiento: es el descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando o cuando el pozo fluye naturalmente.
- 4.1.4 Rendimiento del pozo: es el volumen de agua por unidad de tiempo que el pozo está descargando ya sea por bombeo o por flujo natural.
- 4.1.5 Capacidad específica: es la relación de la descarga por unidad de abatimiento, por lo general se expresa en litros por segundo por metro de abatimiento (l/s/m).
- 4.1.6 Diagráfia geofísica de pozo: es una prueba de campo que sirve para determinar zona productiva donde instalar los filtros en un pozo perforado.
- 4.1.7 Método de percusión: Con este método, se logra perforar el terreno por la acción fracturadora y trituradora mediante el golpeteo continuo de una herramienta pesada de corte, conocida como trépano, suspendida de un cable.
- 4.1.8 Método rotativo: Con este método, se logra perforar el terreno por la acción cortante, moledora y giratoria de una herramienta (broca) conectada a la columna de perforación. El material que la broca tritura se extrae hacia la superficie por medio del fluido de perforación circulante.

4.2. Abreviaturas

- 4.2.1. CTPS: Comité Técnico Permanente de SEDAPAL.
- 4.2.2. AWWA: American Water Works Association.
- 4.2.3. NTP: Norma Técnica Peruana.

5. GENERALIDADES


Previo al inicio de la perforación del pozo se deben realizar las obras provisionales de limpieza, nivelación de terreno y eliminación de desmonte de acuerdo a las normativas aplicables; asimismo, se debe contar con los estudios básicos y los permisos y aprobaciones establecidos en el Reglamento Técnico de Proyectos de SEDAPAL, y demás requerimientos contemplados en normativas legales aplicables.

5.1. Protección del agua subterránea

Durante la construcción del pozo se deben tomar todas las precauciones necesarias para asegurar que no lleguen contaminantes de cualquier origen al subsuelo.

Para prevenir la contaminación bacteriológica durante la construcción del pozo se debe:

- a) Adoptar procedimientos sanitarios para la instalación de tuberías y equipos.
- b) Seleccionar una fuente no contaminada para el suministro del agua de perforación.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 5 de 19

5.2. Registros


Durante la perforación, completación y producción del pozo, el constructor debe mantener un registro de la siguiente información cuando corresponda:

- a) La identificación y descripción del material del que está constituido cada estrato, tales como:
 - Arcilla, indicando color, si es arenosa o fangosa.
 - Fango o limo, indicando color, si es arcilloso o arenoso.
 - Arena y grava, indicar si es suelta o compacta, angularidad, color, tamaño del grano, si es fangosa o arcillosa.
 - Formación cementada, indicar si los granos tienen entre ellos material de cementación natural, ej.: sílice, calcita, etc.
 - Roca dura, con indicación del tipo de roca.
- b) Punto de referencia para todas las medidas de profundidad.
- c) Las profundidades que a continuación se indican:
 - De la cual se encontró agua por primera vez.
 - De la cual se encontró agua en cada cambio de formación.
 - De la cual fue tomada cada muestra
 - De la cual cambian los diámetros del pozo (tamaño de los trépanos y/o brocas)
 - Del nivel estático del agua y sus cambios con la profundidad del pozo.
 - Del pozo una vez terminado.
 - De cualquier fluido de perforación perdido, materiales o herramientas perdidas.
 - Del sellado de superficie.
- d) El diámetro nominal del pozo por encima o por debajo de cualquier otro sello de entubamiento si fuera pertinente.
- e) La cantidad de cemento (Número de bolsas) empleado para el sellado.
- f) La descripción del entubamiento del Pozo (que incluye la longitud, diámetro, tamaño de ranura, espesor, material y fabricante) y localización de los filtros del pozo, cantidad y longitud total.
- g) El sellado de los estratos acuíferos indeseables si los hubiere y la localización exacta del sellado.
- h) La gradación del material y cantidad de grava colocada.
- i) Registro estratigráfico, incluyendo resultados de los análisis granulométricos y de los registros de diagráfias debidamente interpretados.
- j) Métodos de desarrollo empleados, tiempo de ejecución y resultados.
- k) Datos de la prueba de bombeo (rendimiento y acuífero).

6. PERFORACIÓN

La perforación se realizará de acuerdo al diseño preliminar propuesto en el Expediente Técnico, debiendo iniciarse con la construcción manual del antepozo y luego proseguir con la perforación con maquinaria por el método seleccionado.

Una vez finalizada la perforación, la tubería guía o tubería herramienta debe quedar instalada hasta 2.40 m por debajo del nivel estático, a fin de garantizar que se pueda adicionar grava en el futuro.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 6 de 19

Si por problemas de derrumbes, caída de herramientas, u otros, producto de la perforación, no se alcanza la profundidad proyectada, el Constructor deberá realizar otra perforación, a una distancia definida por el Constructor (contando con opinión del Proyectista) y aprobado por la Supervisión y/o Inspección, la misma que deberá encontrarse dentro de la zona recomendada por la geofísica.

6.1. Construcción manual del antepozo

Ubicado el punto de perforación del pozo, se inicia la excavación manual del antepozo hasta llegar a una profundidad por encima del nivel estático, previa aprobación de la Supervisión y/o Inspección, y a entera responsabilidad del Contratista.

El diámetro mínimo de excavación del antepozo deberá ser de 1.20 m, siendo este parcial o totalmente revestida con anillo de concreto $f'c=210$ kg/cm² y armadura de refuerzo con varillas de 1/2" colocadas verticalmente cada 25 cm y unidas con varillas horizontales de 1/4" cada 30 cm. La profundidad mínima de revestimiento inicial del antepozo será 3 metros.


6.2. Perforación con maquinaria

Durante la perforación de los pozos el perforador deberá realizar registros diarios, de la siguiente información:

- a) Profundidad al inicio de la perforación y al final del turno.
- b) Nivel estático del agua, al principio y al final de cada turno.
- c) Horas de trabajo por turno.
- d) Estratos perforados.
- e) Cambios de formación.
- f) Si se empleara técnicas de perforación rotativas, se informará sobre los niveles del fluido de perforación, así como el tipo de fluido y sus características físico-químicas.
- g) Paradas o suspensiones de labores por desperfectos o diversas causas (orden de la Supervisión y/o Inspección).
- h) Incidencias de la perforación:
 - Resistencia al Avance
 - Aflojes del terreno
 - Cambios del terreno
 - Pérdidas de agua y/o del fluido de perforación
 - Rimados
 - Derrumbes
 - Registros geofísicos
- i) Otros que considere necesario la Supervisión y/o Inspección.

6.2.1. Métodos de perforación

El método de perforación será determinado en función de las condiciones geológicas del terreno y de la profundidad de perforación proyectada.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 7 de 19

A continuación, se presentan las condiciones mínimas que se deben cumplir en los trabajos de perforación mediante los dos principales métodos de perforación, si se emplea otro método, este deberá ser debidamente sustentado y detallado bajo las recomendaciones y normas aplicables.

6.2.1.1. Método de percusión

Durante la perforación por este método se podrá utilizar las entubaciones provisionales de revestimiento que se considere necesarias para la buena marcha de los trabajos, no permitiéndose bajo ninguna circunstancia la utilización de bentonita o arcillas que causen la impermeabilización de las paredes de la perforación. El material y espesor de las entubaciones provisionales serán conforme a la Especificación Técnica CTPS-ET-037.

6.2.1.2. Método rotativo

La perforación se inicia con un pozo piloto de diámetro entre 9" y 12" hasta alcanzar la profundidad proyectada.


A continuación, el pozo piloto será ensanchado por escariado (rimado) en toda su longitud hasta alcanzar el diámetro proyectado. Luego de la operación de ensanchamiento, se dejará listo el hueco para que se mida su sección mediante un calibrador; si se comprueba que el diámetro en cualquier punto es menor que el especificado, el hueco deberá ser nuevamente ensanchado, luego medido nuevamente.

Una vez terminada la perforación se hará una limpieza previa del pozo haciendo circular fluido de perforación diluido con agua limpia con el fin de disminuir sus propiedades reológicas (densidad y viscosidad). Con esta operación deberá dejarse la torta de lodo lo más delgada posible, pero lo suficientemente resistente para evitar derrumbes del pozo.

6.2.1.2.1. Lodo o fluido de perforación

El lodo o fluido de perforación será de tipo bentonítico, el agua usada será agua dulce y los aditivos serán conforme a la Especificación Técnica CTPS-ET-042. La composición del lodo debe ser tal que se mantengan durante la perforación las propiedades reológicas dentro de los siguientes límites:

- Densidad del lodo: será aproximadamente entre 1121 y 1362 kg/m³ o entre 9.36 y 11.36 libras/galón, o mayor si es necesario para controlar una situación de sobrepresión de la formación. Será medida mediante una balanza de lodo (mud balance) con una precisión mínima de 10 kg/m³ (0.01 g/cm³).
- Viscosidad del lodo: se medirá mediante método del embudo Marsh. Su valor mínimo deberá ser 40 segundos Marsh, para garantizar la extracción del material molido en suspensión hacia la superficie y evitar derrumbes.
- El contenido de arena no excederá de dos por ciento del volumen (2%).

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 8 de 19

- Torta de lodo: Máximo 2.5 mm de grosor.

Se deberán efectuar controles continuos del fluido de perforación a fin mantener su calidad y/o detectar cambios en la consistencia del mismo y evitar problemas en la perforación.

Las propiedades requeridas del fluido de perforación dependerán del tipo y tamaño del equipo de perforación que se va a usar y de las condiciones anticipadas o encontradas dentro del agujero. Las propiedades del fluido de perforación se medirán de acuerdo con los procedimientos de la norma API RP 13B-1 o ISO 10414-1. Las muestras a medir serán las recogidas en la salida del agujero, cuidando de que la muestra tomada del fluido sea realmente representativa.

6.3. Muestreo de la formación

Las muestras de formaciones serán recolectadas cada 2 m empezando desde el nivel estático y en cualquier cambio pronunciado de formación. Se tendrá especial cuidado al recolectar muestras de zonas que se anticipan como zonas de producción.

a) Tamaño de la Muestra

En cada intervalo de muestreo se obtendrán dos (2) muestras representativas, cada una de ellas de un kilogramo como mínimo. La primera de ellas deberá quedar en la obra hasta el fin de los trabajos; la segunda deberá ser analizada granulométricamente y solamente de ser necesario se extraerá una tercera muestra para la entrega a la Supervisión y/o Inspección para la validación de los resultados alcanzados.


El volumen de material de los intervalos seleccionados, deberá ser debidamente mezclado y cuarteado hasta que sean obtenidas las muestras requeridas.

b) Recipientes e Identificación

Inmediatamente después de la recolección, las muestras obtenidas de la formación serán colocadas en bolsas de tela gruesa o de plástico u otros tipos de recipientes aprobados por la Supervisión y/o Inspección, debiendo ser firmemente cerradas para evitar su dispersión y contaminación. Cada recipiente deberá ser rotulado con tinta indeleble, en una tarjeta adhesiva, con la siguiente información:

- Localización del pozo.
- Nombre y número del pozo.
- Intervalo de profundidad que representa la muestra.
- Fecha en que fue tomada la muestra.
- Hora en que fue tomada la muestra.
- Descripción de la muestra realizada por el Perforador.

c) Almacenaje y Traslado

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 9 de 19

El sistema de almacenaje, manipuleo y transporte de muestras deberá ser aprobado previamente por la Supervisión y/o Inspección.

d) Análisis de Gradación

Una muestra de cada intervalo correspondiente a profundidades representativas del acuífero saturado será empleada para el análisis granulométrico correspondiente. Los resultados del análisis granulométrico serán graficados mostrando los porcentajes que pasan acumulados (o retenidos acumulados) en cada malla, debiendo dichas gráficas ser entregadas a la Supervisión y/o Inspección. Dichos gráficos servirán para ajustar la descripción litológica del material acuífero y para el diseño de los filtros y del prefiltro de grava.

6.4. Sellado de estratos con agua de mala calidad

Si durante la perforación fueran encontrados estratos acuíferos conteniendo aguas de calidad indeseable estas deben ser sellados con cemento. El cementado se hará por lo menos 1.5 m por encima y debajo del estrato a sellar. Estos trabajos se realizarán con aprobación de la Supervisión y/o Inspección.

No se permitirá ningún tipo de trabajo en el pozo hasta después de 72 horas de finalizada la cementación.

No se permitirá operaciones de cementación en estratos saturados sin permiso explícito de la Supervisión y/o Inspección.

Por encima de la zona saturada se podrá efectuar operaciones de cementación o afines, necesarios para la buena marcha de la perforación con autorización de la Supervisión y/o Inspección.


6.5. Diagrapía geofísica del pozo

Se realizará la diagrapía geofísica del pozo con la finalidad de seleccionar los estratos litológicos más permeables del acuífero y establecer el diseño definitivo del pozo. La diagrapía debe contemplar los siguientes parámetros: SP (potencial espontáneo), resistividad eléctrica, Rayos Gamma. Los equipos utilizados en la ejecución de la diagrapía deben ser adecuados al diámetro y profundidad del pozo.

6.6. Verificación de la verticalidad de la perforación

6.6.1. Para perforación por método rotativo

La verticalidad del pozo en perforación por el método rotativo será verificada a través del control del nivel de los apoyos (gatas hidráulicas) de la unidad de perforación, que deberán permanecer en su posición inicial durante todo el proceso de perforación para asegurar la verticalidad del pozo, caso contrario se deberá corregir la desviación detectada de dicha unidad.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 10 de 19

6.6.2. Para perforación por método de percusión

Durante la perforación por el método de percusión se deberá verificar la verticalidad del pozo cada veinte (20) metros de avance de la perforación.

La prueba de verticalidad se ejecutará con una plomada cilíndrica cuyo diámetro será 13 mm menor que el diámetro interior de la pared desnuda de la perforación y longitud de 6 m.

La plomada será suspendida de la polea de la unidad de perforación exactamente sobre el centro del pozo perforado sobre la boca de la tubería provisional o herramienta.

A medida que se hace descender la plomada en el interior del pozo, cada 2 a 3 m de descenso, se medirá la desviación horizontal del cable de la plomada respecto al centro de la boca de la tubería herramienta.

La desviación vertical de la plomada con respecto al centro de la pared desnuda del pozo se calculará mediante el método de triángulos semejantes.

La desviación vertical del pozo no deberá ser mayor de 0.15 m por cada 50 m de profundidad, caso contrario el contratista procederá a corregir el problema presentado.

Los resultados de las pruebas y los gráficos obtenidos deberán estar disponibles en campo para ser presentados al Supervisor y/o Inspector cuando estos los soliciten.

7. COMPLETACIÓN

7.1. Diseño definitivo de la columna de producción


El diseño definitivo de la columna de producción (tubería ciega y filtros) serán basados en los resultados de los análisis granulométricos de las muestras de perforación y las diagragfías geofísicas del pozo.

El diseño definitivo será presentado por el Contratista para la aprobación de la Supervisión y/o Inspección.

7.2. Instalación de la columna de producción (tubería ciega y filtros)

Las características de las tuberías ciegas serán conforme a la Especificación Técnica CTPS-ET-038.

En cuanto a los filtros, el diseño de la abertura o ranura obedecerá a los resultados de los análisis granulométricos de las muestras de perforación del pozo, no obstante, previa aprobación de la Supervisión y/o Inspección, el diseño de la abertura podrá ser de acuerdo a lo establecido en la Especificación Técnica CTPS-ET-039, norma que también rige para la calidad del material, espesor y método de fabricación.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 11 de 19

La unión de las tuberías y filtros será mediante anillos o empalmes, por soldadura eléctrica para acero inoxidable con electrodos revestidos de 1/8", conforme a las Especificaciones Técnicas CTPS-ET-038 y CTPS-ET-039.

Toda la columna de producción deberá estar provista de centradores instalados cada 12 m de longitud, para garantizar que la columna sea concéntrica al orificio perforado.

El último tramo de la columna a instalarse en el fondo del pozo estará constituido por tubería ciega con terminal cónico y tapón de cemento, y tendrá una longitud mínima de 1.20 m. Dicho tramo constituirá parte del colector de arenas.

7.3. Verificación de la verticalidad y alineamiento de la columna de producción

Una vez culminada la instalación de la columna de producción (tubería ciega y filtros), previa a la colocación de la grava, se deberá verificar la verticalidad y alineamiento.

En caso que las condiciones de verticalidad y el alineamiento no sean satisfactorias, la instalación y/o perforación serán corregidos por el Constructor por su propia cuenta, y de no lograrlo, deberá abandonar el pozo y proceder a perforar otro pozo al lado, a su costo y riesgo. El pozo abandonado deberá ser rellenado y sellado por el Constructor desde el fondo hasta la superficie.

7.3.1. Prueba de alineamiento

El alineamiento se probará haciendo descender dentro del entubamiento definitivo y hasta el fondo, una sección de tubería de prueba recta de 12 m de largo o una tubería simulada equivalente.

La diferencia entre el diámetro exterior de la tubería de prueba o simulada y el diámetro interior de la columna de producción no será mayor a una 1".


La prueba se considerará satisfactoria si la tubería de prueba o tubería simulada descienda libremente y sin atascarse hasta el fondo de la columna de producción.

7.3.2. Prueba de verticalidad

La prueba de verticalidad se ejecutará con una plomada cilíndrica cuyo diámetro será 13 mm menor que el diámetro interior de la tubería definitiva.

La plomada será suspendida de la polea de la unidad de perforación exactamente sobre el centro del pozo perforado sobre la boca de la tubería provisional o tubería herramienta.

A medida que se hace descender la plomada en el interior del pozo, cada 2 a 3 m de descenso, se medirá la desviación horizontal del cable de la plomada respecto al centro de la boca de la tubería herramienta.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 12 de 19

La desviación vertical de la plomada con respecto al centro del entubado definitivo se calculará mediante el método de los triángulos semejantes.

La desviación vertical de la columna de producción no deberá ser mayor de 0.15 m por cada 50 m de profundidad.

Los resultados de las pruebas serán presentados en gráficos elaborados en campo.

7.4. Colocación del prefiltro (empaquete de grava)

Las características de la grava seleccionada obedecerán a los resultados de los análisis granulométricos de las muestras de perforación del pozo, no obstante, previa aprobación de la Supervisión y/o Inspección, la distribución del tamaño de la grava podrá ser de acuerdo a lo establecido en la Especificación Técnica CTPS-ET-040, norma que también rige para la forma, limpieza y control de calidad de la grava.

Las condiciones de almacenamiento de la grava deberán ser; tal que, eviten cualquier contaminación de su superficie. Asimismo, la grava previa a la instalación debe ser desinfectada con una solución de cloro a una concentración de 100 mg/L.

El empaque de grava será instalado en el espacio anular comprendido entre la tubería herramienta y la columna de producción, y entre la pared de la perforación y la columna de producción, desde el fondo del pozo hasta la superficie del suelo.

El espesor mínimo del empaque de grava será de 75 mm (3") y no será mayor de 125 mm (5").

Para el caso de pozos perforados por método rotativo, antes de la introducción de la grava en el espacio anular, el lodo será diluido hasta conseguir los valores de:


- Densidad: 1,080 kg/m³ o 9 lb/gal.
- Viscosidad Máxima: 30 segundos Marsh.
- Contenido de Arena: No debe exceder del 2% del volumen.

De igual manera para el caso de pozos perforados por el método rotativo, una vez instalado el empaque de grava, el fluido de perforación será desalojado o desplazado del pozo por medio de circulación de agua limpia. De ser necesario podrá aplicarse productos anti floculantes.

7.5. Desarrollo del pozo

7.5.1. Método

El método de desarrollo deberá ser aprobado por la Supervisión y/o Inspección. La duración del desarrollo en las diferentes profundidades del filtro estará en relación con las características del acuífero y la eficacia del método seleccionado y deberá ser coordinada con la Supervisión y/o Inspección.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 13 de 19

El desarrollo del pozo se hará utilizando un método, o una combinación de los métodos listados más abajo, dependiendo de la reacción del pozo al proceso de desarrollo; además, podría requerirse otros métodos de desarrollo y en tal caso deberán ser aprobados por la Supervisión y/o Inspección antes de su aplicación.

A continuación, se lista los métodos de desarrollo:

a) Método de pistoneo

La agitación se producirá mediante un pistón por un tiempo de 72 horas, de acuerdo a lo establecido en el Proyecto. El diámetro del pistón deberá ser ajustado al diámetro interior de la tubería o tramo filtrante en desarrollo, con una holgura máxima de ¼".

Se dará por terminado el desarrollo por pistoneo si después de media (1/2) hora de operación no se produce un embanque de arena mayor de 0.20 m en cada tramo filtrante, previa aprobación por la Supervisión y/o Inspección.

b) Método de chorro hidráulico

El desarrollo se efectuará mediante la aplicación simultánea por bombeo de chorros horizontales de agua de alta velocidad por un tiempo de 72 horas, de acuerdo a lo establecido en el Proyecto. El diámetro exterior del dispositivo para chorro de agua será 1" menor que el diámetro del tramo de filtro que se está desarrollando. La velocidad mínima de salida del chorro será de 50 m/s. El dispositivo deberá rotarse a una velocidad menor de una (1) revolución por minuto.


Se aplicará el dispositivo no menos de dos minutos en cada nivel y luego se le desplazará al siguiente nivel que no distará más de 0.15 m verticalmente de la aplicación anterior. El agua usada para el chorro debe ser limpia y transparente y contener menos de una (1) parte por millón (ppm) de sólidos en suspensión.

c) Método de desarrollo con aire comprimido

Este método consiste en inyectar aire al pozo mediante un compresor, utilizando el entubamiento del sistema a manera de tubo reductor por un tiempo de 72 horas, de acuerdo a lo establecido en el Proyecto. El desarrollo de filtros de gran diámetro puede requerir el empleo de un tubo reductor de diámetro menor, el cual debe ser aprobado por la Supervisión y/o Inspección antes de su utilización.

El compresor de aire, las tuberías de bombeo, tuberías de aire, y accesorios, serán de dimensiones (longitud y diámetro) adecuadas para permitir que la columna de agua del pozo pueda descargarse en la superficie por efecto de la inyección de aire.

El desarrollo por este método se iniciará con la línea de aire instalada en la parte inferior del último tramo de filtros, y una vez lograda la limpieza de este tramo se

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 14 de 19

subirá dicha línea para continuar con los tramos superiores hasta completar la limpieza de toda la columna de filtros. Los intervalos para el cambio de ubicación de la línea de aire serán establecidos por el Constructor y aprobados por la Supervisión y/o Inspección.

Se bombeará inicialmente el pozo con aire hasta que el mismo haya sido desarrollado al punto de producir agua clara y sin arena. Luego se desconectará el aire permitiendo que el nivel del agua en el pozo descienda hasta la profundidad cercana al nivel estático.

Luego se reabrirá la válvula inyectando aire en el pozo hasta que el agua vuelva a descargarse en la superficie, continuando el bombeo hasta que el agua se torne clara, después de lo cual se cortará la inyección de aire, dejando que el agua vuelva a un nivel cercano al nivel estático.

Se repetirá las operaciones arriba indicadas hasta que el agua extraída del pozo sea clara y no arrastre material fino.

7.5.2. Sobrebombeo interrumpido

El desarrollo del pozo podrá concluir con un proceso de Sobrebombeo interrumpido mediante un equipo de bombeo de prueba.

El bombeo será al máximo caudal que permita el pozo, de tal manera de lograr el mayor descenso posible del nivel de agua. Se deberá tener cuidado que no haya válvula de retención y/o válvula de pie en la columna de descarga del pozo.

El bombeo se efectuará por ciclos hasta que el agua se torne clara, parando bruscamente la bomba y reiniciándose el bombeo una vez que el nivel del agua se recupere hasta cerca del nivel estático.

Este proceso continuará el tiempo que sea necesario hasta obtener agua limpia y transparente al final del desarrollo.


7.5.3. Registro de mediciones del desarrollo

Se llevará un registro del proceso de desarrollo de los pozos indicando el tiempo, arenamiento, caudal y régimen de bombeo, abatimiento y capacidad específica, contenido de arena y otros a solicitud de la Supervisión y/o Inspección.

8. PRODUCCIÓN DEL POZO

En esta etapa se ejecutará pruebas de bombeo con la finalidad de determinar el rendimiento óptimo de explotación del pozo y conocer las características hidráulicas del acuífero.

Las pruebas de bombeo a realizar serán las siguientes:

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 15 de 19

- Prueba escalonada (a caudal variable) de corta duración para conocer el comportamiento hidráulico del pozo y definir los caudales a utilizar en la prueba de rendimiento.
- Prueba de bombeo a caudal variable (prueba de rendimiento), para determinar el caudal óptimo de explotación del pozo.
- Prueba de Acuífero a caudal constante para determinar los parámetros hidráulicos del acuífero.

8.1. Equipos de bombeo

El equipo de bombeo a utilizar, puede ser cualquiera de los siguientes:

- Bomba turbina de eje vertical accionada por un motor a combustión interna, con los accesorios necesarios para operar el sistema de bombeo.
- Electrobomba sumergible, accionada por un generador de energía, y accesorios necesarios para operar el sistema de bombeo incluyendo necesariamente el uso de variador de velocidad.

Todo equipo de bombeo debe estar provisto de la suficiente longitud de columna, debiendo ubicar la canastilla preferentemente en un tramo ciego y a la mayor profundidad del pozo, o según lo que señale la Supervisión y/o Inspección para cada caso en particular.

8.2. Accesorios para el bombeo

8.2.1. Válvula de control

Se deberá contar con una válvula de compuerta instalada en la tubería de descarga de la bomba a una distancia mínima de 2 m del medidor de caudal utilizado para controlar el volumen de descarga de agua.

8.2.2. Tubería para medición del nivel de agua


Para efectuar las mediciones de los niveles de agua en el pozo durante la operación de bombeo, necesariamente deberá ser instalada una tubería de PVC de 3/4" de diámetro como mínimo, desde la boca del pozo hasta 2 m sobre el cuerpo de impulsores de la bomba.

8.2.3. Dispositivo de medición de caudal

En la tubería de descarga del pozo se instalará un caudalímetro calibrado que permita registrar el caudal extraído y los volúmenes acumulados.

8.3. Localización de la descarga

El agua descargada será conducida desde la bomba al curso de agua aprobada por la Supervisión y/o Inspección. Es imperativo asegurar que no se cause ningún daño por

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 16 de 19

inundación o erosión a la estructura de drenaje o sitios de disposición escogidos o a la propiedad privada.

8.4. Procedimiento para pruebas de bombeo

Durante la prueba de bombeo, el pozo será sometido a explotación durante 72 horas como mínimo. Este período se distribuirá de la siguiente manera, salvo indicación diferente de la Supervisión y/o Inspección:

Bombeo de desarrollo y limpieza	: 24 horas
Prueba de rendimiento o aforo	: 24 horas
Prueba de acuífero a caudal constante	: 24 horas
Total	: 72 horas

Las pruebas de bombeo deberán ser ininterrumpidas. Durante la ejecución de la prueba de acuífero a caudal constante, el bombeo no podrá detenerse una vez iniciada la prueba. En caso que ocurra fallas del equipo de bombeo, se suspenderá la prueba hasta que el equipo sea reparado.

Una vez reparado el equipo, la prueba será reiniciada desde un principio con la misma duración especificada.

Si por alguna falla en el equipo u otra razón tuviera que paralizarse la prueba a caudal variable, se reiniciará la prueba con el régimen en el que se detuvo.


8.4.1. Bombeo de desarrollo y limpieza

Tiene por objeto efectuar la limpieza y completar el desarrollo del pozo por bombeo durante 24 horas como mínimo. La limpieza se iniciará con el mínimo caudal para luego incrementarse progresivamente hasta llegar al máximo, el cambio de régimen de bombeo procederá cuando salga agua limpia y libre de sedimentos. Estos trabajos serán aprobados por la Supervisión y/o Inspección.

8.4.2. Prueba de rendimiento o aforo

La prueba de rendimiento se realizará después de finalizar el bombeo de desarrollo y limpieza del pozo, y luego de transcurridas 12 horas de recuperación del nivel estático.

Esta prueba será efectuada a 4 regímenes diferentes de bombeo de 6 horas de duración cada uno, cuyos resultados permitirán determinar la curva de rendimiento, a partir de la cual, se podrá seleccionar el caudal óptimo de explotación del pozo y definir las características técnicas del equipo de bombeo definitivo.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 17 de 19

8.4.3. Prueba de acuífero

La prueba de acuífero se debe iniciar después de transcurridos 12 horas de recuperación del nivel estático.

Esta prueba será realizada a caudal constante, que corresponderá al caudal óptimo de explotación del pozo, por un tiempo de 24 horas continuas.

Una vez terminado el bombeo se debe observar el comportamiento de la recuperación del nivel de agua por un tiempo mínimo de 24 horas.

Los resultados de la prueba de acuífero (descenso y recuperación) permitirán determinar los parámetros hidráulicos del acuífero, los cuales son útiles para establecer los radios de influencia del pozo para diferentes tiempos de bombeo.

Antes de la finalización de la prueba de acuífero se deberá extraer muestras de agua del pozo para su correspondiente análisis físico-químico y microbiológico.

8.5. Registro de las pruebas de bombeo

Los resultados de las pruebas de rendimiento y de acuífero deberán presentarse en cuadros y gráficos con la determinación del caudal óptimo de explotación y parámetros hidráulicos del acuífero respectivamente.


El registro de las pruebas incluirá, datos básicos con una descripción de las características de instalación de la bomba tales como: profundidad, descripción de la columna de bomba, su longitud y posición de la canastilla; una descripción del punto de medición y su altura; precisión y los métodos usados para medir los niveles de agua y los regímenes de bombeo. Las mediciones tomadas incluirán la fecha de la prueba, la hora y el tiempo transcurrido de bombeo entre una y otra medición, la profundidad del agua, el régimen de bombeo y cualquier comentario o condiciones pertinentes que pudieran afectar las mediciones.

La frecuencia de las mediciones del nivel del agua durante la ejecución de la prueba de bombeo será conforme a lo especificado por la Supervisión y/o Inspección.

8.6. Límites del contenido de arena

Durante la ejecución de la prueba de bombeo a caudal constante se medirá el contenido de arena del agua extraída, el cual no debe ser mayor a 5 ppm (mg/l) para un ciclo completo de 2 horas de bombeo al caudal seleccionado. En caso se sobrepase el límite indicado, se deberá realizar un mayor desarrollo en el pozo para reducir el nivel de arena.

Deberá realizarse 10 medidas como mínimo a iguales intervalos de tiempos para permitir graficar el contenido de arena en función del tiempo y régimen de caudal, y así determinar el promedio de contenido de arena por cada ciclo.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 18 de 19

El contenido de arena será medido mediante muestras de agua tomadas del orificio de descarga con el analizador de arena Rossum instalado en la tubería de descarga. Para tal efecto, la tubería de descarga debe tener instalado lo más cerca posible del cabezal de descarga y en su línea central horizontal, un niple de ¼" de diámetro.

9. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

9.1. Inspección del entubado del pozo con cámara de TV

Una vez culminada la prueba de bombeo, y de verticalidad y alineamiento del pozo, se procederá a efectuar una inspección con cámara de video para conocer el estado final del entubado y la posición de los filtros de acuerdo al diseño. Los resultados de dicha inspección serán entregados a la Supervisión y/o Inspección.

9.2. Muestreo de agua

Durante la prueba de bombeo deberán extraerse dos (2) muestras de agua del pozo como mínimo. Una muestra de dos litros para análisis físico-químico y otra de medio litro para análisis bacteriológico, los cuales deben ser efectuados en un laboratorio acreditado por INACAL.

Los análisis deberán permitir evaluar la calidad del agua en base a las normas nacionales de potabilidad vigentes, establecidas en el Reglamento de la Calidad del Agua Potable aprobado mediante D.S. N° 031-2010-SA.

9.3. Sello sanitario

El sello sanitario constituido por una mezcla de cemento, piedra chancada y arena gruesa, será colocado con la finalidad de impedir la entrada de filtraciones de agua superficial u otros fluidos dentro del pozo.


Para la colocación del sello sanitario se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- El vaciado de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se hará en el espacio anular comprendido entre la tubería guía y la pared del antepozo, en una profundidad no menor de 3 m bajo la superficie del terreno, o según indicaciones de la Supervisión y/o Inspección.
- El cemento usado será Portland tipo II, otro tipo de cemento deberá ser sometido a la aprobación de la Supervisión y/o Inspección.

9.4. Desinfección del pozo

Después de las pruebas de bombeo y colocación del sello sanitario, se procederá a efectuar la desinfección del pozo para evitar cualquier tipo de contaminación.

Para la desinfección se utilizará una solución de cloro que permita obtener en toda la profundidad del pozo una concentración de al menos 100 ppm (mg/L) de cloro disponible, y esta solución debe permanecer en el pozo por lo menos durante 24 h.

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-045 Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.11.26 Página : 19 de 19
	Construcción de pozos tubulares para abastecimiento poblacional de agua potable	

El producto desinfectante deberá permanecer en el pozo hasta que entre en operación el equipo de bombeo definitivo.

9.5. Colocación de tapa metálica en la boca del pozo

A la terminación del pozo, deberá de colocarse una tapa metálica de espesor ¼" soldada en todo el perímetro del entubado, de manera que impida que materiales extraños o contaminantes puedan introducirse dentro del pozo. Con este fin, el entubado de revestimiento estanco de pozo se extenderá a no menos de 0.50 m sobre el nivel de piso.