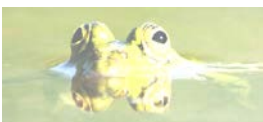




GUÍA PARA DEFINIR LOS REQUISITOS DE AFORO Y DE ENSAYOS DE BOMBEO DE CAPTACIONES

(Metodologías y fichas)



ÍNDICE

1. Introducción	2
1.1 Objetivos	2
2. Niveles de complejidad de los ensayos	3
3. Descripción del alcance de los ensayo tipo A	4
3.1 Condiciones previas	5
3.3 Ejecución de un ensayo de bombeo TIPO A	9
3.4 Presentación y envío de los datos obtenidos de un ensayo de bombeo TIPO A	12
4. Descripción del alcance de los ensayo tipo B	14
4.1 Condicionantes previos	14
4.2 Descripción del material mínimo para la ejecución de ensayos de Tipo B.	19
4.3 Ejecución del un ensayo de bombeo TIPO B	20
4.4 Presentación y envío de los datos obtenidos de un ensayo de bombeo TIPO B	28
5. Descripción del alcance de los ensayo tipo C	29
5.1 Condiciones previas	29
5.2 Material mínimo para la ejecución de una prueba de tipo C.	34
5.3 Ejecución de una prueba de tipo C.	35
5.4 Presentación y envío de los datos obtenidos de un ensayo de bombeo TIPO C	39
Anexo 1. Glosario de términos y conceptos	40
Anexo 2. Fichas resumen de los ensayos de bombeo tipo A, B i C	42

1. Introducción

La Agencia Catalana del Agua, requiere habitualmente a los usuarios que piden una concesión de aguas subterráneas de más de 50.000 m³/any y para los usuarios que independientemente del caudal, solicitan un permiso para investigación de aguas subterráneas, la realización de ensayos de bombeo o pruebas de bombeo de menor entidad que aportan datos sobre las propiedades hidráulicas de los pozos y acuíferos de Cataluña, que suponen una información de valor para la gestión y planificación de las masas de agua o elementos de gestión del agua subterránea que lo integran, información indispensable en la valoración de la viabilidad de una nueva concesión.

En ocasiones, la falta de planificación de estas pruebas durante la construcción de las captaciones, o una inapropiada ejecución de las mismas, comportan una pérdida de información y un despilfarro de energías y recursos por parte de los usuarios, que no siempre entienden correctamente las demandas técnicas de la Agencia.

1.1 Objetivos

El objetivo principal de este documento es proporcionar unas metodologías básicas a cumplir en los diferentes peldaños de complejidad de las pruebas de bombeo que se proponen desde la Agencia, a fin de que los usuarios que reciban el requerimiento de realizar unas determinadas pruebas de bombeo, tengan una referencia sintética de los trabajos que tienen que desarrollar, de los medios necesarios para abordarlos y de cómo ejecutarlos según el grado de complejidad que se les demande, y que por otra parte, puedan disponer también de un glosario de términos al Anexo 1 y de unas fichas resumen en el Anexo 2.

2. Niveles de complejidad de los ensayos

Se establecen tres niveles de complejidad relativos a la ejecución de ensayos de bombeo, que serán de aplicación a las diferentes combinaciones de caudales demandados, tipo de uso y localización geográfica del punto, según el criterio del técnico responsable de la Agencia.

Los detalles del alcance técnico de cada tipología de ensayo, Tipo A, B o C, se encuentra expuesto en los capítulos posteriores.

TIPO A: Ensayo de bombeo bombeo de larga duración.

TIPO B: Ensayo de bombeo bombeo básico de corta duración.

TIPO C: Prueba de bombeo o aforo controlado.

3. Descripción del alcance de los ensayo tipo A

Los ensayos que en esta guía metodológica se clasifican como TIPO A, son los que se consideran que tienen que cumplir el máximo grado de rigor, ya que se considera que por sus condicionantes, los solicitantes tienen que aportar el máximo de información posible y de la mejor calidad.

El objetivo de estos ensayos es proporcionar información de los parámetros hidráulicos del terreno y de las reacciones del acuífero ante el sostén de un bombeo prolongado.

Los ensayos de este nivel de complejidad tienen que estar ejecutados por profesionales competentes que garanticen la correcta ejecución de los mismo y la correcta interpretación de los resultados. En concreto, los responsables de la ejecución tendrá que ser un Licenciado o Ingeniero con experiencia demostrable de un mínimo de 2 años en hidrogeología y concretamente en la ejecución de ensayos de bombeo.

Los condicionantes geológicos y de las infraestructuras disponibles para la ejecución de ensayos de bombeo complejas, implica una gran variabilidad de casos, que se tienen que afrontar de forma específica, adaptándose a estos condicionantes y aprovechando al máximo los *puntos de control* y la información disponible. La aplicación, por lo tanto de un esquema básico estándar de ejecución de ensayos, no siempre es posible, de manera que los profesionales que afronten estos trabajos se tendrán que adaptar a los condicionantes específicos de cada caso.

Los puntos siguientes son una referencia del alcance que tendrían que tener estos ensayos. Se describen unos condicionantes previos y trabajos que se tendrían que cumplir durante su ejecución. El incumplimiento de los condicionantes que en adelante se exponen, tendrá que ser informado con anterioridad a la ejecución del ensayo al técnico responsable en la Agencia, que podrá exigir su cumplimiento o valorar las alegaciones correspondientes.

3.1 Condiciones previas

3.1.1. Condiciones del pozo y su instalación

Los pozos de bombeo objeto de las solicitudes de concesión o de investigación de aguas subterráneas, tendrán que disponer o prever la posibilidad de realizar ensayos de bombeo, de manera que tendrán que disponer de un espacio suficiente para la introducción de una sonda, que tendrá que llegar al nivel de agua o piezométrico sin obstáculos en las condiciones de máximo bombeo (esta condición se puede cumplir en las mejores condiciones con una cañería piezométrica dentro del pozo, paralela en la cañería de impulsión, engastada a una muesca de las platinas de juntas de los diferentes tramos o al lado de la cañería de impulsión, según el espacio disponible). (Ver figura 3.1)

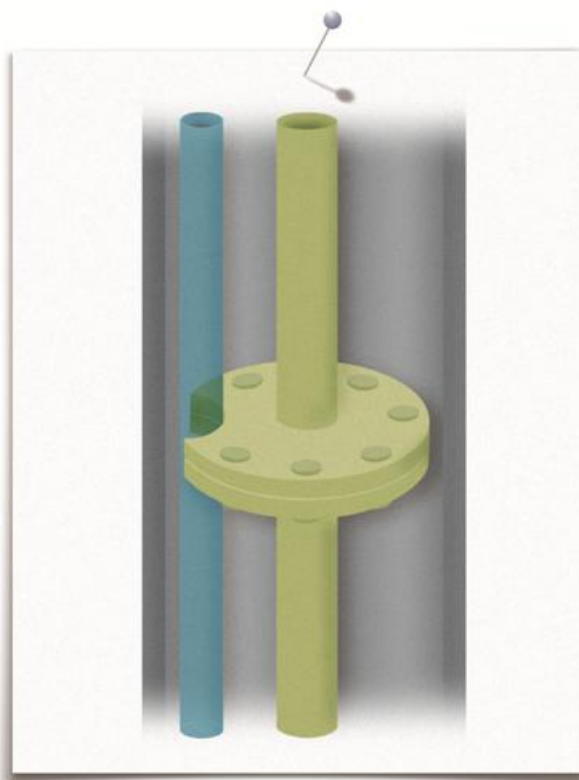


Figura 3.1 - Esquema de ubicación de una cañería piezométrica dentro de un pozo equipado.

Complementariamente o alternativamente, siempre que sea posible, es preferible disponer de un punto de control externo al pozo de bombeo bombeo, que esté suficientemente cerca para ser sensible a los efectos del bombeo bombeo.

Los pozos de nueva construcción se tendrán que ejecutar levantando y registrando la columna geológica perforada. Finalmente, se tendrá que registrar el esquema

constructivo del pozo (ejemplo en la figura 3.2), que tendrá que tener rejilla de admisión únicamente en los estratos objetivo de la captación, y un sello impermeable en el espacio anular correspondiente a la cañería ciega.

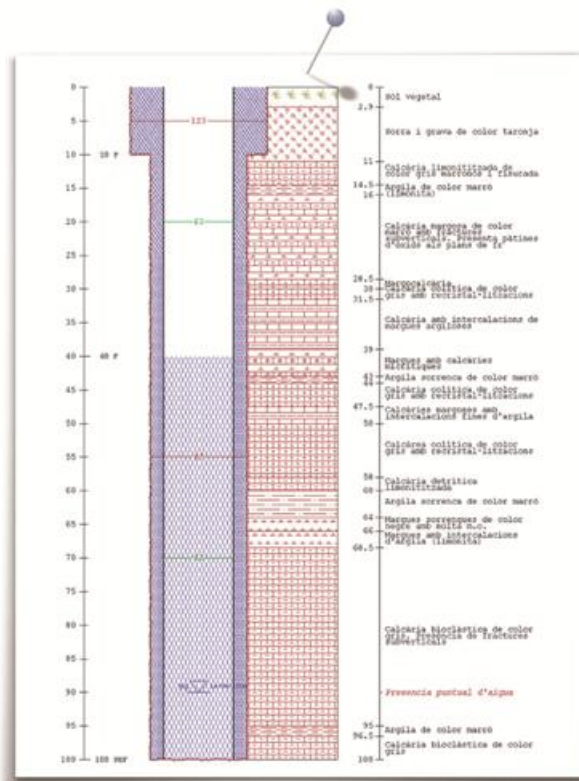


Figura 3.2 - Ejemplo del esquema constructivo de una captación.

Será necesario también contar con la posibilidad de controlar los caudales de bombeo de forma puntual o para tramos temporales.

3.1.2 Reconocimientos necesarios.

Los técnicos que ejecuten el ensayo de bombeo tendrán que realizar un reconocimiento previo de la geología e hidrología del entorno del pozo, y establecer un contexto geológico e hidrogeológico de la captación, identificando el acuífero o acuíferos de explotación, gruesos y propiedades previsibles y también fuentes, ríos, u otras manifestaciones de aguas superficiales de la zona en un radio mínimo de 500 m. Será aconsejable también valorar otras captaciones de la zona, que permitan hacer una estimación inicial de las capacidades del pozo.

3.1.3 Establecimiento de los puntos de control

Antes del inicio de la prueba, se tendrá que establecer los puntos de control piezométrico de la misma, identificando sus características básicas (coordenadas UTM, cota altimétrica, distancia al punto de bombeo, diámetro, profundidad y altura de brocal).

Es preferible, siempre que sea posible, que haya al menos un punto de control próximo y externo al punto de bombeo, ya que las medidas en el propio pozo pueden tener enmascaramiento de pérdidas de carga (figura 3.3), que impiden la caracterización apropiada del acuífero. Los pozos con concesión vigente y operativos, situados en un radio inferior a 100 metros se tendrán que controlar, de manera que se tendrá que contactar con los propietarios o gestores de estos pozos para que faciliten su control.

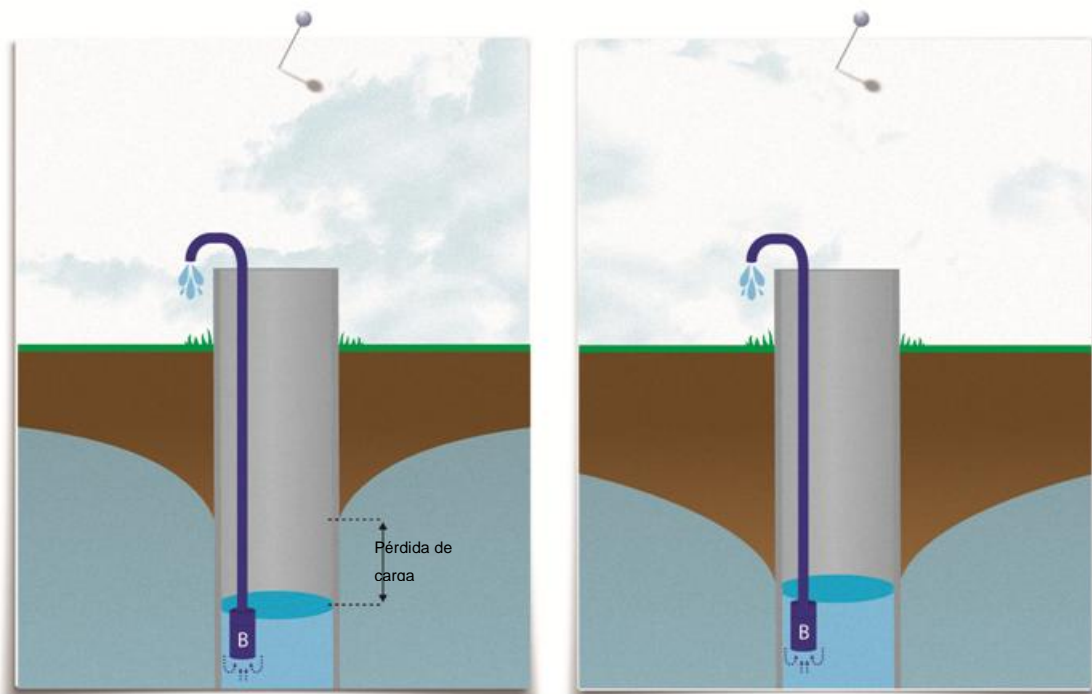


Figura 3.3 - Ejemplo de las pérdidas de carga en un pozo.

Sólo como último recurso, se tiene que hacer el ensayo tomando medidas únicamente en el mismo punto de bombeo, y en este caso, el resultado será indicativo de las propiedades del conjunto acuífero-pozo, y no estrictamente del acuífero.

3.1.4 Identificación de tendencias e interferencias.

Antes de la realización de la prueba, se procederá a la identificación de tendencias previas de evolución del nivel y posibles interferencias. Se medirán los niveles en los



puntos de control durante los 4 días previos a la prueba, un mínimo de 2 veces al día en intervalos mínimos de 5 horas, de manera que se pueda identificar una tendencia de evolución que tendrá que ser tenida en cuenta en el resultado final del ensayo.

El pozo no se pondrá en marcha como mínimo en los 5 días precedentes al inicio de la prueba en los cuales se valora la tendencia natural o interferencias de otros pozos, ampliables el máximo de tiempo en la medida del posible, de manera que también se pueda evitar las derivadas de una situación de recuperación dinámica.

También se tendrán que identificar en la medida del posible, efectos de interferencia de otras captaciones próximas, sobre el punto de bombeo a estudiar, para lo cual será recomendable instalar sensores de registro automático.

3.1.5 Previsión del caudal de bombeo y del punto de vertido.

Antes de empezar la ejecución del ensayo, se tendrá que amar en base a las características previsibles del acuífero, el caudal o caudales que se pretenden extraer durante la prueba, y disponer del equipo de bombeo apropiado para extraerlo.

También se tendrá que prever un punto de vertido, que tendrá que contar con los permisos pertinentes. El punto de vertido será preferiblemente a balsas, depósitos o gleras impermeables, evitando acumulaciones en superficie o puntos infiltrantes próximos al bombeo. En cualquier caso, tendrá que tener capacidad suficiente para engullir o acumular los caudales o volúmenes bombeados.

3.1.6 Planificación de la toma de medidas.

Se realizará una planificación previa del ensayo, disponiendo los medios necesarios para la correcta recuperación de datos en todos los puntos de control y con la debida frecuencia. Dentro de la planificación, se tendrá en cuenta la previsión de medidas de recuperación de niveles posterior al paro del bombeo.

También se planificará la recogida de datos de caudal, de manera que no interfiera a la recogida de datos de nivel.



3.2 Descripción del material mínimo para la ejecución de ensayos de Tipo A.

El material mínimo necesario para la ejecución de un ensayo de bombeo es el que se detalla a continuación:

El equipamiento de bombeo instalado, formado por una bomba dimensionada a los caudales previsibles del pozo, las cañerías de impulsión y el tubo de desagüe con la longitud suficiente para llegar al punto de vertido seleccionado.

Es recomendable que la salida de agua sea regulable con un grifo.

Se recomendable que se instale un contador, o caudalímetro, pero en su ausencia, se tendrá que prever la posibilidad de hacer control de caudales mediante otros métodos. (p. ej. cubcando el llenado de una balsa, depósito o recipiente)

Para el control de niveles será necesaria una sonda acústica y/o luminosa o más de una si se quieren hacer controles simultáneos en más de un punto.

Para el control del tiempo, será necesario disponer de un cronómetro o reloj con detalle de según. En caso de que se utilice más de un cronómetro o reloj, tendrán que estar sincronizados.

3.3 Ejecución de un ensayo de bombeo TIPO A

3.3.1 Duración del ensayo.

La duración de un ensayo puede condicionar la manifestación o no de agotamientos del acuífero, y también de cambios repentinos o progresivos de la transmisividad, de manera que la duración del ensayo tiene que ser máxima con el fin de obtener los máximos efectos.

Dicho esto, conviene también tener presente que estos efectos tienen una proporcionalidad logarítmica con el tiempo, y que, por lo tanto, a medida que progresa el ensayo, el tiempo necesario para provocar cambios significativos se va haciendo cada vez mayor.

En esta situación, conviene encontrar un punto de compromiso, que permita obtener el máximo de información sin prolongar en exceso la duración del ensayo.

Esta decisión, corresponde al técnico de la Agencia, que en base a los condicionantes específicos que rodeen a cada caso, determinarán la necesidad de hacer un ensayo de mayor o menor durada, con una duración fija o una horquilla temporal.

Se propone, que los ensayos, tengan una duración mínima de 8 h de bombeo activo, con la posterior recuperación correspondiente, y un máximo que en general no supere las 72 h de bombeo activo.

Se reserva la posibilidad de realizar ensayos de mayor duración a los casos especiales en donde los condicionantes indiquen su conveniencia.

Como norma general, y en la ausencia de información que recomiende la reducción o ampliación del tiempo del ensayo, se propone que se aplique un plazo estándar de 24 h de bombeo o una horquilla temporal entre 12 h y 24 h. Un golpe desempleado el bombeo, se tendrá que medir la recuperación de niveles un mínimo equivalente al doble del tiempo de bombeo (24 a 48 horas) o bien hasta que se cumplan las condiciones que permitan su paro (apartado 3.3.4).

3.3.2. Recogida de datos.

Los datos a recoger durante la ejecución del ensayo de bombeo y frecuencia de la recogida de datos será responsabilidad del técnico hidrogeólogo que supervise el ensayo, y en general, tendrá que tener la densidad de información necesaria para describir con claridad los cambios progresivos de nivel y caudal, y con exactitud de segundos los cambios repentinos y registro de acontecimientos.

Los datos a recoger son:

- Datos de tiempo-nivel de los días previos a la prueba.
- Dato de tiempo-nivel inicial o previo a cada punto de control.
- Tiempo inicial y final del bombeo.
- Datos de tiempo-nivel durante el bombeo y la recuperación para cada punto de control.

(A cada punto de control se recogerán datos suficientes para que las curvas de evolución de los niveles queden perfectamente definidas, con mayor densidad de información al inicio del bombeo y al inicio de la recuperación).

- Datos de tiempo-caudal durante el bombeo.
(El caudal se valorará periódicamente, con el fin de registrar con la mayor fidelidad su evolución durante el bombeo.)
- Registro de acontecimientos tiempo-acontecimiento
(Se anotarán todos los acontecimientos que tengan relevancia para el desarrollo del ensayo y el momento preciso en el cual tiene lugar, como por ejemplo, paradas del bombeo, cambios de caudal, bombeos solapados...)

3.3.3 Criterios para el paro del bombeo.

Si el técnico responsable de la Agencia establece una horquilla de tiempo para realizar el ensayo, la decisión de detener el bombeo de la prueba se tendrá que tomar con un criterio experto, en función de la evolución de las medidas recogidas.

Se propone como criterios para el paro del bombeo de un ensayo los siguientes criterios, teniendo en cuenta que siempre se aplicarán cuando se sobrepase el tiempo mínimo de la prueba, pactado con el técnico responsable de la Agencia.

Paro por consecución de la estabilización total del ensayo.

- Durante un intervalo de una hora de bombeo sostenido, la variación de nivel es nula en todos los puntos de control.

Paro por evolución mínima de los niveles.

- Variación de nivel en un intervalo de dos horas de bombeo sostenido inferior al 1% del descenso máximo de la prueba.

Paro para exceder el tiempo pactado de la prueba.

- El tiempo de bombeo sostenido supera el máximo pactado con el técnico responsable de la Agencia.

**El descenso hace referencia a la diferencia entre el nivel medido en un momento cualquiera de la prueba y el nivel inicial o inmediatamente anterior al inicio del bombeo.*

3.3.4 Criterio para la finalización de la recogida de datos de recuperación.

Una vez detenido el bombeo, el criterio para finalizar las medidas de la recuperación tiene que responder también a unos mínimos que garanticen que los datos recogidos son suficientes para su análisis. Se propone que las medidas de recuperación no se dejen de recoger hasta que se cumpla alguna de las siguientes condiciones.

Finalización por recuperación total o superior al 99%.

- El nivel es igual al nivel previo al ensayo o la diferencia es menor al 1% del descenso máximo de la prueba. (el nivel tiene que estar estable como mínimo en los últimos 15 minutos)

Finalización por evolución mínima de los niveles.

- Variación de nivel en un intervalo de una hora de recuperación inferior al 1% del descenso máximo de la prueba.

Finalización para sobrepasar al doble del tiempo de bombeo bombeo.

- El tiempo de recuperación excede del doble del tiempo de bombeo sostenido.

**El descenso hace referencia a la diferencia entre el nivel medido en un momento cualquiera de la prueba y el nivel inicial o inmediatamente anterior al inicio del bombeo.*

3.4 Presentación y envío de los datos obtenidos de un ensayo de bombeo TIPO A

El interesado tendrá que enviar una memoria a la Agencia en la cual se incluirán todos los datos derivados de la ejecución del ensayo, con una serie de archivos complementarios. El contenido de esta memoria se detalla a continuación.

3.4.1 Estructura de la memoria

Marco geológico-hidrogeológico del entorno de la prueba

Identificación del acuífero de explotación

Identificación de los puntos de control

Datos sobre las condiciones constructivas del pozo y puntos de control

Columna litológica de la captación (imprescindible en nuevas captaciones)

Selección del dispositivo de bombeo
Medidas previas a la prueba
Desarrollo del ensayo
Selección del método de interpretación
Resultados
Interpretación
Conclusiones

3.4.2 Figuras a incorporar

Ubicación geográfica conjunta de los puntos de control
Ubicación geográfica a escala 1:5000 que incorporen todos los puntos de control.
Perfil geológico del punto de bombeo.
Esquema constructivo del pozo de bombeo.
Figuras de evolución en el tiempo de los niveles de los diferentes puntos controlados.
Figura de evolución en el tiempo del caudal
Superposición de los valores medidos y de los teóricos atribuibles al resultado obtenido.

3.4.3 Tablas a presentar

Tabla de características del pozo de bombeo y de los puntos de control
UTM
Distancia al punto de bombeo
Diámetro
Profundidad
Altura del brocal
Características del equipo de bombeo utilizado durante la prueba (potencia (kW), caudal nominal (m³/h), altura manométrica (mca) y profundidad de la instalación (m)).
Tabla de acontecimientos temporales de la prueba.
Tabla de resultados.

3.4.4 Archivos a presentar

Hoja de cálculo con las tablas incorporadas al informe
Hoja de cálculo con las tablas de los valores representados a las gráficas del informe.
Documento en formato ".doc" o ".pdf" de la memoria del ensayo.

4. Descripción del alcance de los ensayo tipo B

Los ensayos TIPOS B se prevé que los puedan desarrollar los usuarios que tengan unas capacidades técnicas suficientes o técnicos no especializados en hidrología subterránea siguiendo unas instrucciones precisas. El objetivo de estos ensayos es recopilar información sobre el comportamiento dinámico del pozo, durante el bombeo y durante la recuperación, de manera que esta información pueda ser interpretada posteriormente por técnicos cualificados y obtener parámetros hidráulicos del terreno y de las capacidades del pozo.

En los puntos siguientes, se indican las condiciones que se tienen que cumplir para su ejecución y los protocolos básicos para llevarlo a cabo.

4.1 Condicionantes previos

4.1.1. Condicionantes del pozo y puntos de control.

Los pozos de bombeo objeto de las solicitudes de concesión o de investigación de aguas subterráneas, tendrán que disponer o prever la posibilidad de realizar ensayos de bombeo, de manera que tendrán que disponer de un espacio suficiente para la introducción de una sonda, que tendrá que llegar al nivel de agua sin obstáculos en las condiciones de máximo bombeo (esta condición se puede cumplir en las mejores condiciones con una cañería piezométrica dentro del pozo, paralela en la cañería de impulsión. En caso de que la cañería de impulsión tenga previstas juntas con platinas, la cañería piezométrica puede ir engastada a una muesca de las platinas de juntas de los diferentes tramos o al lado de la cañería de impulsión, según el espacio disponible). Ver figura 4.1

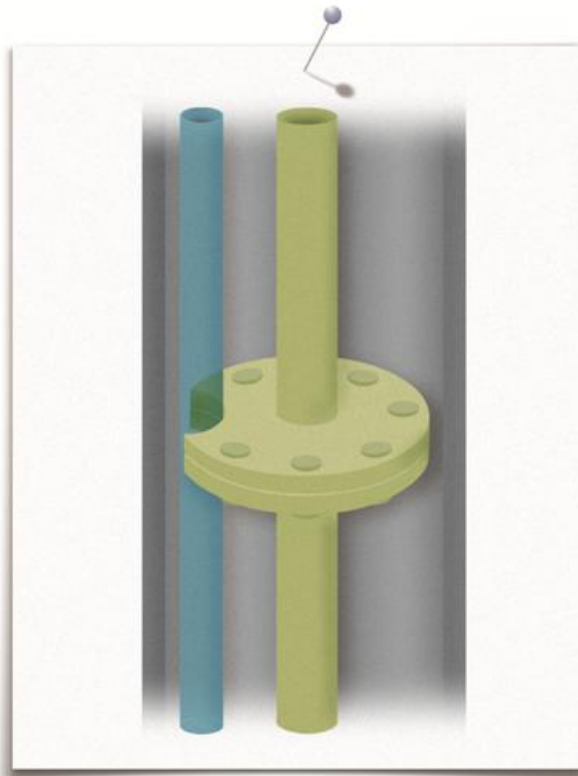


Figura 4.1 - Ejemplo de una cañería piezométrica dentro de un pozo equipado.

Complementariamente o alternativamente, siempre que sea posible, se prefiere disponer de un punto de control externo al pozo de bombeo, que esté suficientemente cerca para ser sensible a los efectos del bombeo.

Los pozos de nueva construcción se tendrán que ejecutar levantando y registrando la columna geológica perforada. Finalmente, se tendrá que registrar el esquema constructivo del pozo, que tendrá que tener rejilla de admisión únicamente en los estratos objetivo de la captación, y un sello impermeable en el espacio anular correspondiente a la cañería ciega.

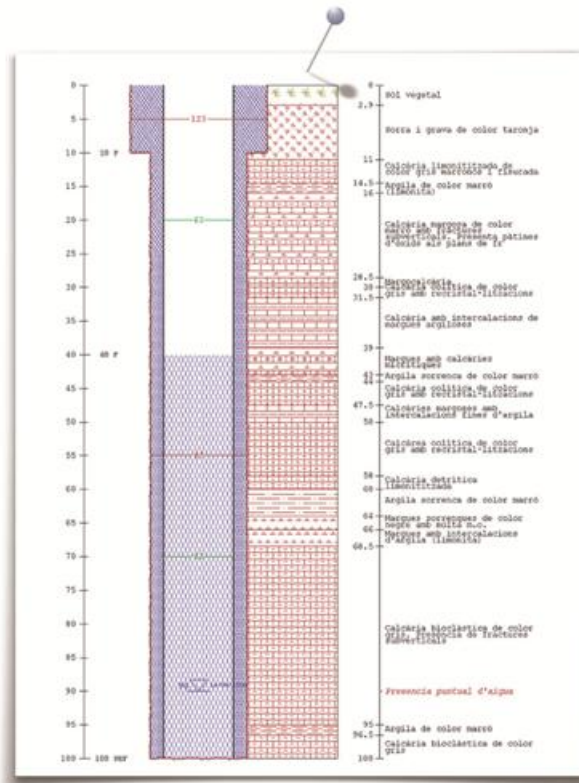


Figura 4.2 - Ejemplo de esquema constructivo de una captación.

Será necesario también contar con la posibilidad de controlar los caudales de bombeo de forma puntual o por tramos temporales.

4.1.2 Identificación de los puntos de control.

Antes del inicio del bombeo, se tendrá que seleccionar los puntos en donde se llevarán a cabo las medidas de control de la prueba. Se identificarán los posibles puntos de medida de niveles en un radio de 100 m, (el propio pozo, piezómetros y pozos próximos), en el caso de que haya indicios de que las afecciones puedan llegar a ser mayores, se localizarán puntos situados en un radio de 500 m, que se tendrán en cuenta para la selección de puntos de control. Se identificarán las características básicas de todos los puntos de control (coordenadas UTM, cota altimétrica, distancia al punto de bombeo, diámetro, profundidad y altura de brocal), y será aconsejable también conocer o valorar las capacidades de otras captaciones de la zona, que permitan hacer una estimación inicial de las capacidades del pozo en dónde se pretende ejecutar el ensayo.

Para cada punto de control (pozo de bombeo o puntos externos), se tomarán las siguientes medidas y datos básicos (figura 4.3):

UTM (x)

UTM (y)

Cota topográfica en metros sobre nivel del mar (z)

Distancia al punto de bombeo

Diámetro interno del pozo de bombeo o del punto de control.

Altura del brocal

Profundidad del pozo desde la boca o brocal

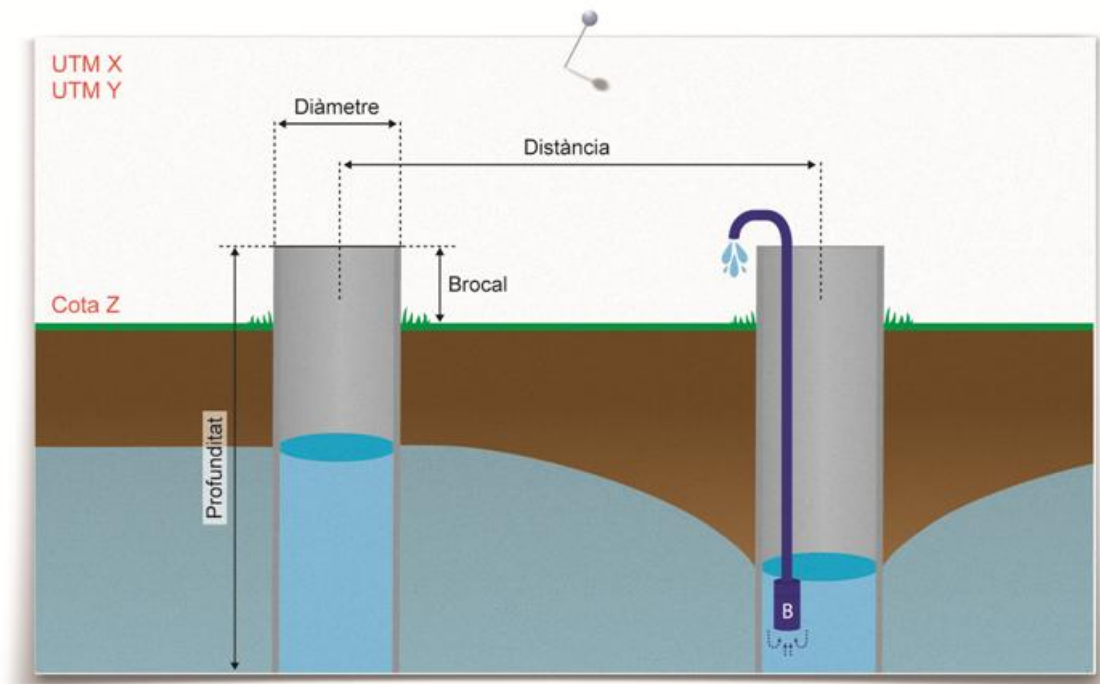


Figura 4.3 - Esquema de las medidas básicas de un punto de control.

Se preferible, siempre que sea posible, que haya al menos un punto de control próximo y externo al punto de bombeo (Figura 4.4), ya que las medidas en el propio pozo pueden tener enmascaramiento de pérdidas de carga (Figura 4.5), que impiden la caracterización apropiada del acuífero. Los pozos con concesión vigente y operativos, situados en un radio inferior a 100 metros se tendrán que controlar, de manera que se tendrá que contactar con los propietarios o gestores de estos pozos para que faciliten su control. Sólo como último recurso, se tiene que hacer el ensayo tomando medidas únicamente en el mismo punto de bombeo, y en este caso, el resultado será indicativo de las propiedades del conjunto acuífero-pozo, y no estrictamente del acuífero.

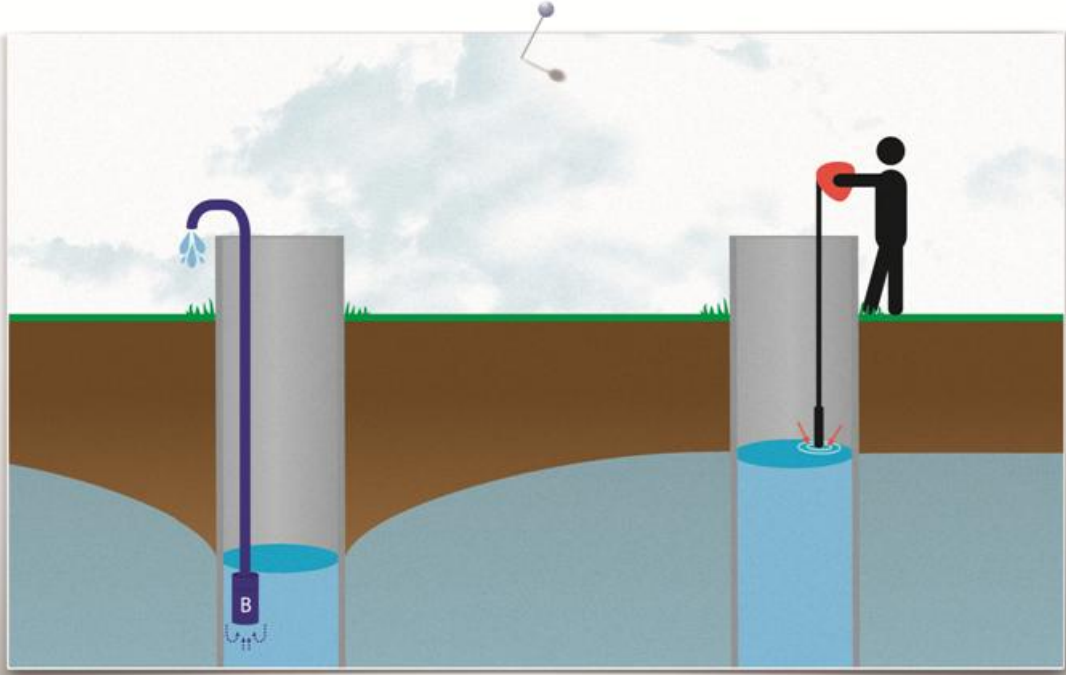


Figura 4.4 - Ejemplo de pozo de bombeo y punto de control externo.

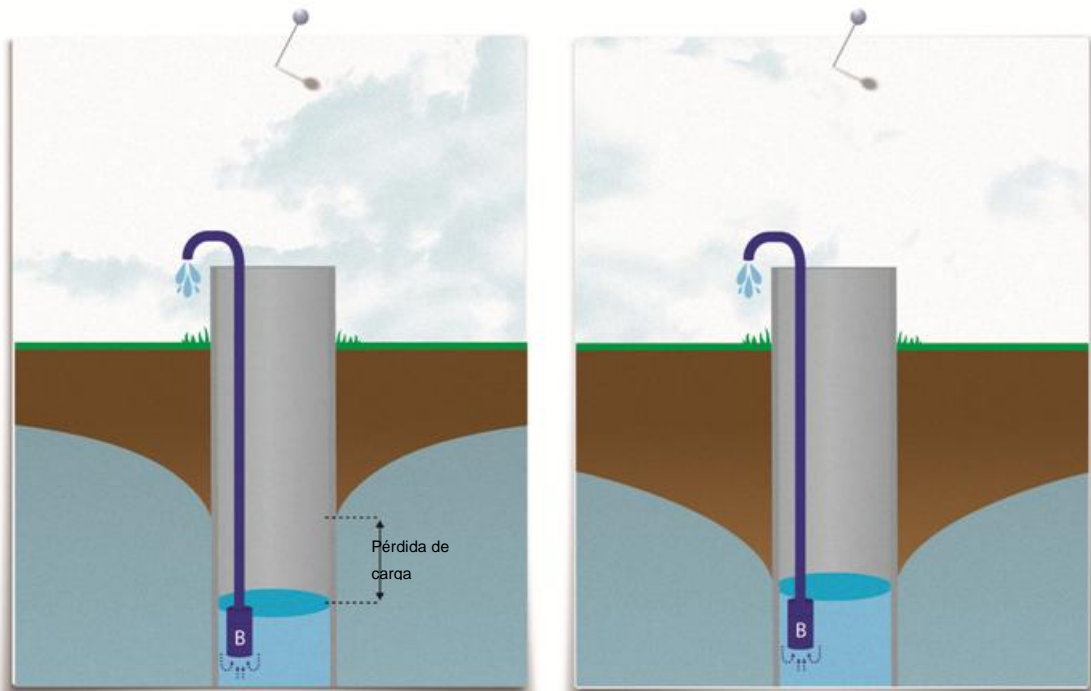


Figura 4.5 - Ejemplo de las pérdidas de carga en un pozo.

4.1.3 Identificación de tendencias de evolución del nivel.

Antes de la realización de la prueba, se procederá a la identificación de tendencias previas de evolución del nivel y posibles interferencias. Se medirá el nivel en los puntos de control 24 horas antes del inicio de la prueba, de manera que se pueda identificar una

posible variabilidad en los niveles, que podría estar causada por interferencias de otros bombeos próximos o tendencias de evolución natural.

También se tendrá que prever un punto de vertido, que tendrá que contar con los permisos pertinentes. El punto de vertido será preferiblemente a balsas, depósitos o gleras impermeables, evitando acumulaciones en superficie o puntos infiltrantes próximos al bombeo. En cualquier caso, tendrá que tener capacidad suficiente para engullir o acumular los caudales o volúmenes bombeados.

El pozo no se pondrá en marcha como mínimo en las 24 horas precedentes al inicio de la prueba, ampliables el máximo de tiempo en la medida del posible, con el fin de evitar interferencias derivadas de una situación de *recuperación* dinámica del propio pozo.

4.1.4 Planificación de las medidas.

Se realizará una planificación previa del ensayo, disponiendo los medios necesarios para la correcta recuperación de datos en todos los puntos de control y con la debida frecuencia. Dentro de la planificación, se tendrá en cuenta la previsión de medidas de recuperación de niveles posterior al paro del bombeo.

Se tendrá que prever la frecuencia de medidas de nivel que se tendrán que tomar, siguiendo los patrones indicados al apartado 4.3, y disponer de las personas o medios necesarios para su realización. De la misma manera, se tendrá que prever la frecuencia y método para calcular los caudales de bombeo según el patrón descrito en el mismo capítulo 4.3, y disponer también los medios necesarios para que los controles no interfieran en el resto de medidas.

4.2 Descripción del material mínimo para la ejecución de ensayos de Tipo B.

El material mínimo necesario para la ejecución de un ensayo de bombeo es el que se detalla a continuación (figura 4.6):

El equipamiento de bombeo instalado, formado por una bomba dimensionada a los caudales previsibles del pozo, las cañerías de impulsión y el tubo de desagüe con la longitud suficiente para llegar al punto de vertido seleccionado.

Es recomendable que la salida de agua sea regulable con un grifo, y que se instale un contador o caudalímetro, pero en su ausencia, se tendrá que prever la posibilidad de hacer control de caudales mediante otros métodos. (p. ej. cubriendo el llenado de una balsa, depósito o recipiente)

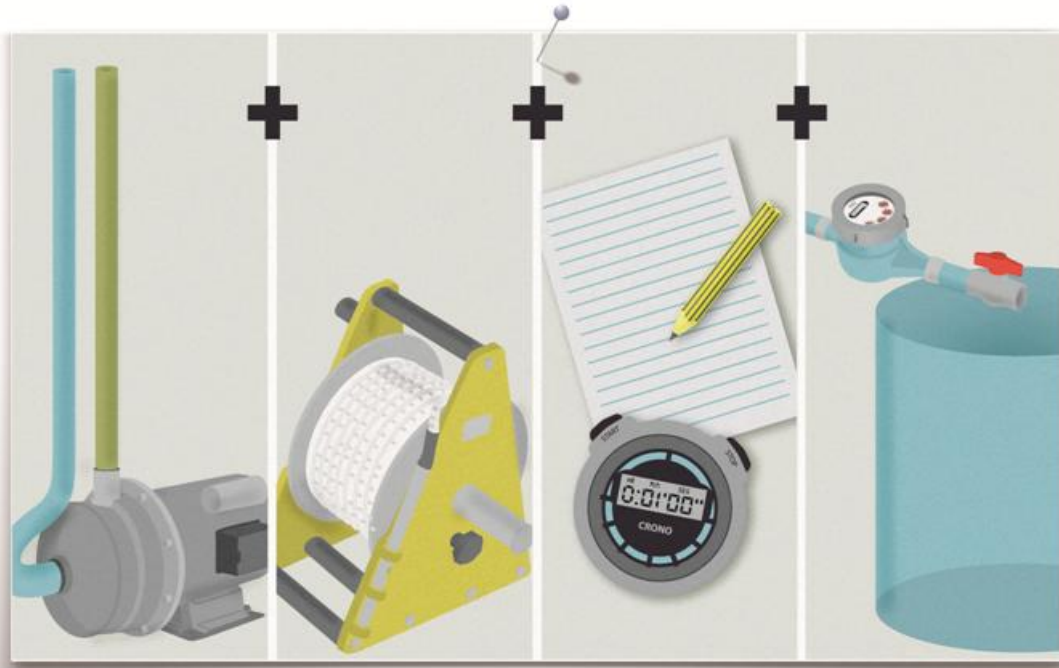


Figura 4.6 - Material necesario o recomendable para el ensayo de bombeo: (Bomba, sonda de nivel acústica, cronómetro, papel y lápiz, contador y grifo.)

Para el control de niveles será necesaria una sonda acústica y/o luminosa o más de una si se quieren hacer controles simultáneos en más de un punto.

Para el control del tiempo, será necesario disponer de un cronómetro o reloj con detalle de según. En caso de que se utilice más de un cronómetro o reloj, tendrán que estar sincronizados.

4.3 Ejecución del un ensayo de bombeo TIPO B

4.3.1 Duración de un ensayo de bombeo Tipo B

La decisión de la duración de un ensayo de tipo B, corresponde al técnico de la Agencia, que en base a los condicionantes específicos que rodeen a cada caso, que determinarán la necesidad de hacer un ensayo de mayor o menor durada, con una duración fija o una horquilla temporal.

Se propone, que los ensayos, tengan una duración mínima de 2 h de bombeo activo, con la posterior recuperación correspondiente, y un máximo que en general no supere las 8 h de bombeo activo.

Como norma general, y en la ausencia de información que recomiende la reducción o ampliación del tiempo del ensayo, se propone que se aplique un plazo estándar de 4 h de bombeo o una horquilla temporal entre 2 h y 8 h. Un golpe desempleado el bombeo, se tendrá que medir la recuperación de niveles un mínimo equivalente al doble del tiempo de bombeo (4 a 16 horas) o bien hasta que se cumplan las condiciones que permitan su paro (apartado 4.3.4).

4.3.2 Protocolo de recogida de datos de nivel.

Los datos de nivel a recoger durante el ensayo de bombeo y su frecuencia, tendrán que seguir aproximadamente la secuencia de control de la tabla 4.1 para la fase de bombeo. Cada vez que se produzca un cambio de caudal repentino, de forma natural o inducida (cerrando o abriendo el grifo o por paro o marcha de la bomba, agotamiento del pozo, etc...), se volverá a empezar la secuencia de control desde el comienzo. La secuencia aproximada correspondiente a la recogida de datos de la fase de recuperación, es la que se muestra en la tabla 4.2.

Los ejecutores del ensayo tendrán que recoger la información con el máximo grado de fidelidad a las secuencias propuestas, aunque se admite que la operativa de control puede no coincidir con exactitud con los tiempos planificados.



Tabla 4.1 - Propuesta de secuencia de controles durante la fase de bombeo para cada punto de control

Medidas	tiempo
medida 1	30 segundos
medida 2	1 minuto
medida 3	1 minuto 30 segundos
medida 4	2 minutos
medida 5	3 minutos
medida 6	4 minutos
medida 7	5 minutos
medida 8	6 minutos
medida 9	7 minutos
medida 10	8 minutos
medida 11	9 minutos
medida 12	10 minutos
medida 13	15 minutos
medida 14	20 minutos
medida 15	30 minutos
medida 16	40 minutos
medida 17	50 minutos
medida 18	60 minutos
medida 19	1 hora 20 minutos
medida 20	1 hora 40 minutos
medida 21	2 horas
medida 22	2 horas 30 minutos
medida 23	3 horas
medida 24	3 horas 30 minutos
medida 25	4 horas
medida 26	4 horas 30 minutos
medida 27	5 horas
medida 28	5 horas 30 minutos
medida 29	6 horas
medida 30	6 horas 30 minutos
medida 31	7 horas
medida 32	7 horas 30 minutos
medida 33	8 horas



Tabla 4.2 - Propuesta de secuencia de controles de niveles durante la fase de recuperación
(inmediatamente después del paro del bombeo) para cada punto de control.

Medidas	tiempo
medida 1	30 segundos
medida 2	1 minuto
medida 3	1 minuto 30 segundos
medida 4	2 minutos
medida 5	3 minutos
medida 6	4 minutos
medida 7	5 minutos
medida 8	6 minutos
medida 9	7 minutos
medida 10	8 minutos
medida 11	9 minutos
medida 12	10 minutos
medida 13	15 minutos
medida 14	20 minutos
medida 15	30 minutos
medida 16	40 minutos
medida 17	50 minutos
medida 18	60 minutos
medida 19	1 hora 20 minutos
medida 20	1 hora 40 minutos
medida 21	2 horas
medida 22	2 horas 30 minutos
medida 23	3 horas
medida 24	3 horas 30 minutos
medida 25	4 horas
medida 26	4 horas 30 minutos
medida 27	5 horas
medida 28	5 horas 30 minutos
medida 29	6 horas
medida 30	6 horas 30 minutos
medida 31	7 horas
medida 32	7 horas 30 minutos
medida 33	8 horas
medida 34	9 horas
medida 35	10 horas
medida 36	12 horas
medida 37	14 horas
medida 38	16 horas

Los datos recogidos se trasladarán a una tabla Excel de formato específico, descargable de la WEB de la Agencia o entregada por el técnico responsable de la Agencia. Finalmente, este archivo Excel será devuelto al técnico responsable de la Agencia debidamente cumplimentado.

Otros datos que se tendrán que recoger durante el ensayo son:

- Dato de tiempo-nivel 24 horas antes de la prueba.
- Dato de tiempo-nivel inicial o de los instantes previos al inicio del bombeo a cada punto de control.
- Tiempo inicial y final del bombeo.
- Registro de acontecimientos tiempo-acontecimiento.

(Se anotarán todos los acontecimientos que tengan relevancia para el desarrollo del ensayo y el momento preciso en el cual tiene lugar, como por ejemplo, paradas del bombeo, cambios de caudal, bombeos solapados...).

Las medidas de nivel se pueden tomar con puntos de referencia muy variados. Con el fin de facilitar el trabajo de tratamiento posterior de los datos que se tomen estarán referidas a un punto de referencia fijo, situado en el extremo superior del pozo o piezómetro (por ejemplo una piedra del brocal, la boca de un pozo de hierro o una arqueta de superficie). A partir de este punto de referencia, y siempre de la misma manera, se medirá la profundidad o distancia en metros con dos decimales, entre este punto de referencia y la superficie del agua (figura 4.6).

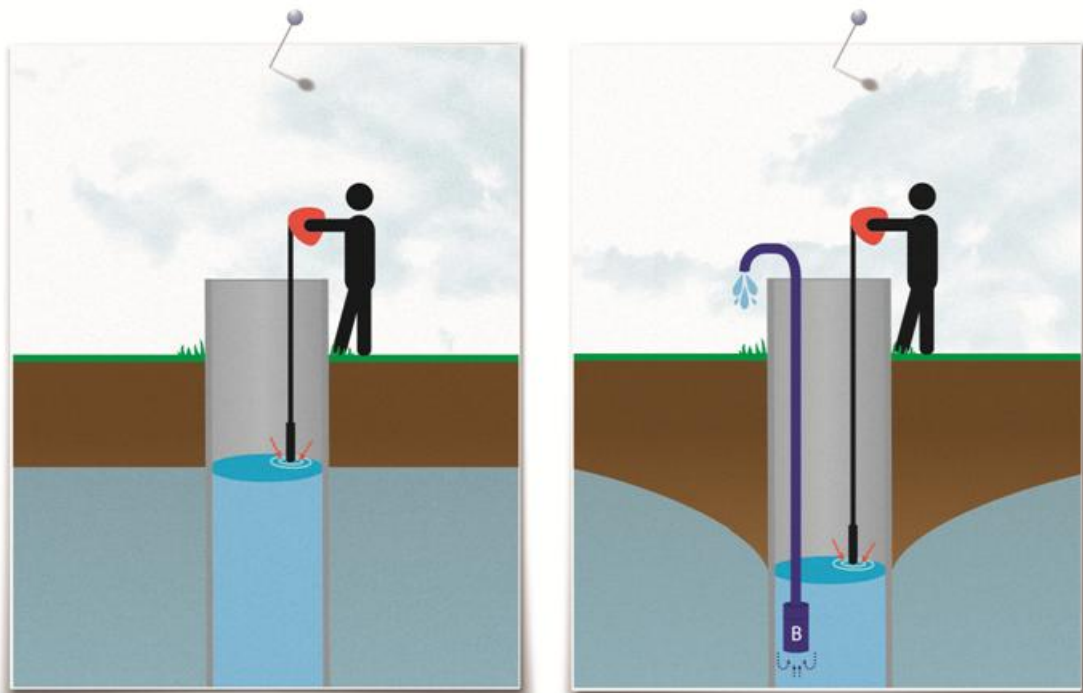


Figura 4.6 - Ejemplo de una presa de nivel antes y después del inicio del bombeo.

4.3.3 Protocolo de recogida de datos de caudal.

El caudal aproximado de la prueba se habrá decidido previamente, según las propias capacidades conocidas del pozo o según estimaciones derivadas de las captaciones de la zona o de la propia perforación del pozo.

El tratamiento posterior de los datos recogidos trabajará bajo el supuesto de caudal constante durante la prueba, de manera que será imprescindible que el caudal quede regulado en los primeros instantes de la prueba, y que durante el desarrollo de la misma, no haya manipulaciones ni regulaciones que alteren el caudal.

Igualmente, la evolución de la prueba puede producir variaciones progresivas de caudal debido al aumento de la altura de elevación del agua o repentinas, debido a la llegada del nivel a la cota de aspiración de la bomba, de manera que se establece una secuencia de controles de caudal (tabla 4.3) que permitirá conocer cómo ha evolucionado éste, y hacer una media si el caso lo permite para su interpretación.

De la misma manera que en la recogida de datos de nivel, los ejecutores del ensayo tendrán que recoger la información con el máximo grado de fidelidad a la secuencia propuesta, aunque se admite que la operativa de control puede no coincidir con exactitud con los tiempos planificados.

Tabla 4.3 - Propuesta de secuencia de controles de caudal durante la fase de bombeo.

Controles	tiempo
caudal 1	5 minutos
caudal 2	35 minutos
caudal 3	55 minutos
caudal 4	1 horas 55 minutos
caudal 5	2 horas 55 minutos
caudal 6	3 horas 55 minutos
caudal 7	4 horas 55 minutos
caudal 8	5 horas 55 minutos
caudal 9	6 horas 55 minutos
caudal 10	7 horas 55 minutos

Para la valoración del caudal, habrá que disponer de un contador o de un recipiente suficientemente grande y cubicado por que se pueda cronometrar con exactitud el tiempo

de llenado (figuras 4.7 y 4.8). Los resultados de las medidas de caudal puede expresarse en primera instancia en cualquier unidad que sea cómoda para el técnico que haga la medida, (L/segundo, L/minuto, L/hora, m³/hora, m³/dia, etc..) pero finalmente, se tendrá que transformar en L/s, ya que éstas serán las unidades básicas de partida que se utilizarán posteriormente para su interpretación.

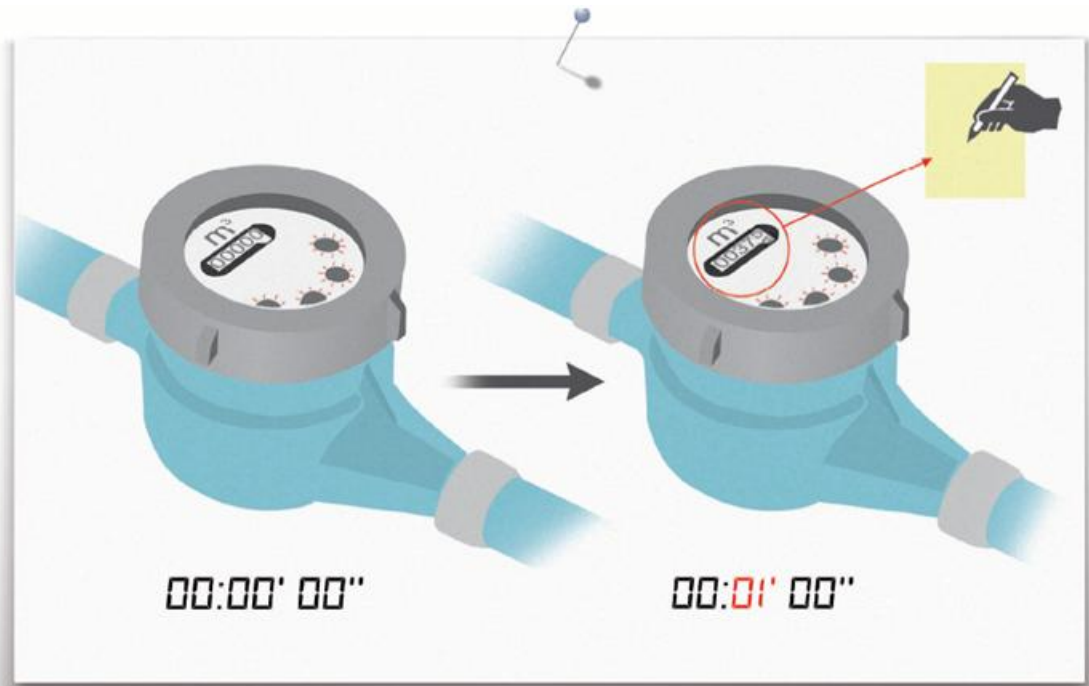


Figura 4.7 - Ejemplo de una valoración de caudal con contador: $Q=(V_2-V_1)/(t_2-t_1)$.

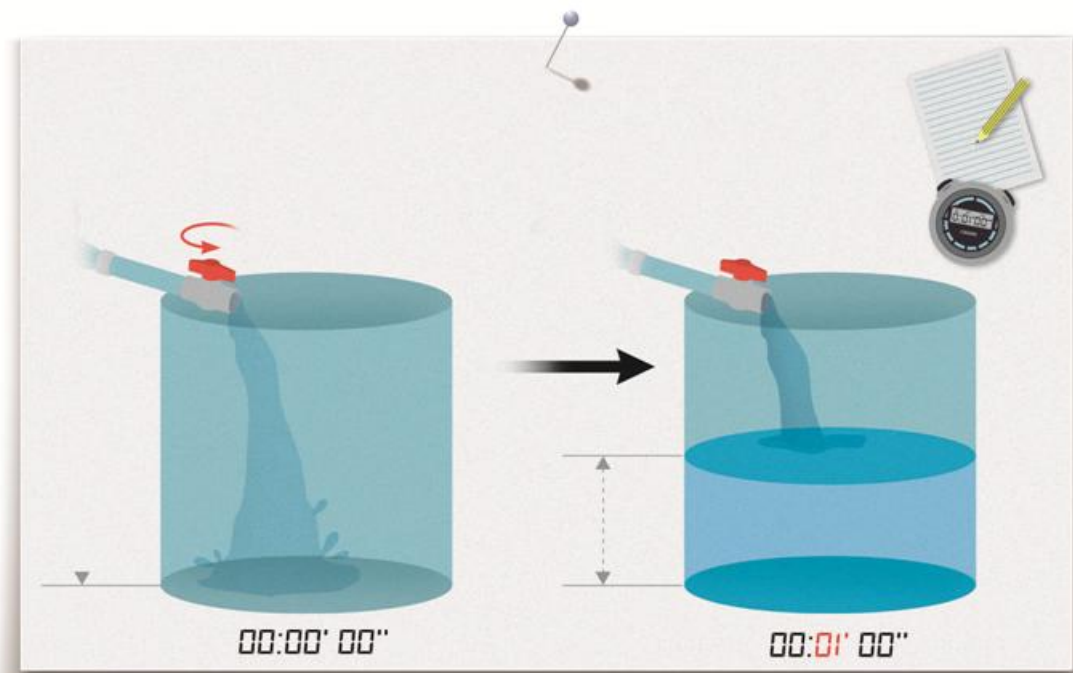


Figura 4.8 - Ejemplo de una valoración de caudal con un recipiente cubicado: $Q=(V_2-V_1)/(t_2-t_1)$.

Alternativamente, se puede valorar al caudal cubicando la variación del volumen de una balsa o depósito.

Si la medida de caudal se hace llenando un recipiente, la medida se realizará dos veces y se calculará la media.

4.3.4 Criterio para el paro del bombeo

Si el técnico responsable de la Agencia establece una horquilla de tiempo para realizar el ensayo, la decisión de detener el bombeo de la prueba se tendrá que tomar según los criterios establecidos a continuación, en función de la evolución de las medidas recogidas.

Los criterios siempre se aplicarán cuando se sobrepase el tiempo mínimo de la prueba, pactado con el técnico responsable de la Agencia, y no antes.

Paro por consecución de la estabilización total del ensayo.

- Durante un intervalo de media hora de bombeo sostenido, la variación de nivel es nula.

Paro por evolución mínima de los niveles.

- Variación de nivel en un intervalo de una hora de bombeo sostenido inferior al 1% del descenso máximo de la prueba.

Paro para exceder el tiempo pactado de la prueba.

- El tiempo de bombeo sostenido supera el máximo pactado con el técnico responsable de la Agencia.

**El descenso hace referencia a la diferencia entre el nivel medurado en un momento cualquiera de la prueba y el nivel inicial o inmediatamente anterior al inicio del bombeo.*

4.3.5 Criterio para finalizar las medidas de la recuperación.

Una vez detenido el bombeo, el criterio para finalizar las medidas de la recuperación tiene que responder también a unos mínimos que garanticen que los datos recogidas son

suficientes para su análisis. Se propone que las medidas de recuperación no se dejen de recoger hasta que se cumpla alguna de las siguientes condiciones.

Finalización por recuperación total o superior al 99%.

- El nivel es igual al nivel previo al ensayo o la diferencia es menor al 1% del descenso máximo de la prueba. (el nivel tiene que estar estable como mínimo en los últimos 15 minutos)

Finalización por evolución mínima de los niveles.

- Variación de nivel en un intervalo de una hora de recuperación inferior al 1% del descenso máximo de la prueba.

Finalización para sobrepasar al doble del tiempo de bombeo.

- El tiempo de recuperación excede del doble del tiempo de bombeo sostenido.

**El descenso hace referencia a la diferencia entre el nivel medido en un momento cualquiera de la prueba y el nivel inicial o inmediatamente anterior al inicio del bombeo.*

4.4 Presentación y envío de los datos obtenidos de un ensayo de bombeo TIPO B

4.4.1 Archivos a presentar

Declaración resumen de la prueba realizada con firma

- Registro geológico de la perforación y puntos próximos (si existen)
- Registro del esquema constructivo del pozo y puntos próximos (si existen)
- Datos básicos de los puntos de control (descritos al apartado 4.1)
- Redacción breve del desarrollo de la prueba.
- Datos de la prueba (apartado 4.3)

Libro Excel con los datos básicos llenados y las tablas de los valores medidos durante la prueba (un libro Excel para cada punto de control)

Cada punto de control dará lugar a un libro Excel que recogerá todos los datos básicos del punto en cuestión y las tablas de datos recogidas según los protocolos descritos. Estos libros Excel irán identificados con el nombre del punto de control concreto que incorporan.

5. Descripción del alcance de los ensayo tipo C

Los ensayos de TIPO C pretende recoger información aproximada sobre las propiedades hidráulicas del pozo, que se traducen de forma directa a valores de parámetros hidráulicos del terreno en el momento de la recogida de datos.

Esta metodología es simple, se realiza siempre en el propio pozo, aporta valores con un grado de incertidumbre más elevado, y pretende reducir los gastos a los usuarios por este concepto, a cambio de una pérdida cualitativa de la información recogida.

La prueba de Tipo C, consiste en tomar un valor de la profundidad de la lámina de agua del pozo en estado de reposo y dos medidas de nivel posteriores después de un bombeo sostenido, momento en el cual también se precisa conocer el caudal de extracción instantáneo. Estos datos sirven para hacer una estimación de las propiedades hidráulicas del acuífero.

5.1 Condiciones previas

5.1.1. Condiciones previas del pozo.

Los pozos de bombeo objeto de las solicitudes de concesión o de investigación de aguas subterráneas, tendrán que disponer o prever la posibilidad de realizar ensayos de bombeo, de manera que tendrán que disponer de un espacio suficiente para la introducción de una sonda, que tendrá que llegar al nivel de agua sin obstáculos en las condiciones de máximo bombeo (esta condición se puede cumplir en las mejores condiciones con una cañería piezométrica dentro del pozo, paralela en la cañería de impulsión. En caso de que la cañería de impulsión tenga o tenga previstas juntas con platinas, la cañería piezométrica puede ir engastada a una muesca de las platinas de juntas de los diferentes tramos o al lado de la cañería de impulsión, según el espacio disponible). Ver figura 5.1

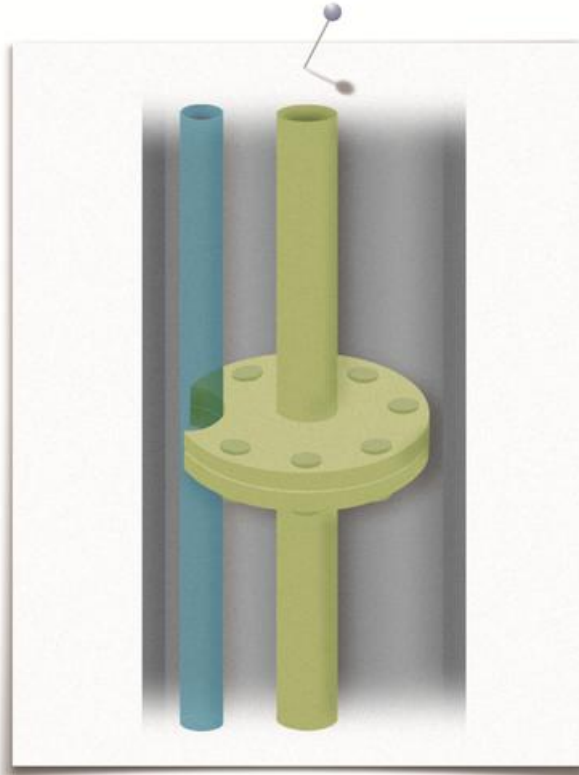


Figura 5.1 - Ejemplo de una cañería piezométrica dentro de un pozo equipado.

Los pozos de nueva construcción se tendrán que ejecutar levantando y registrando la columna geológica perforada. Finalmente, se tendrá que registrar el esquema constructivo del pozo, que tendrá que tener rejilla de admisión únicamente en los estratos objetivo de la captación, y un sello impermeable en el espacio anular correspondiente a la cañería ciega.

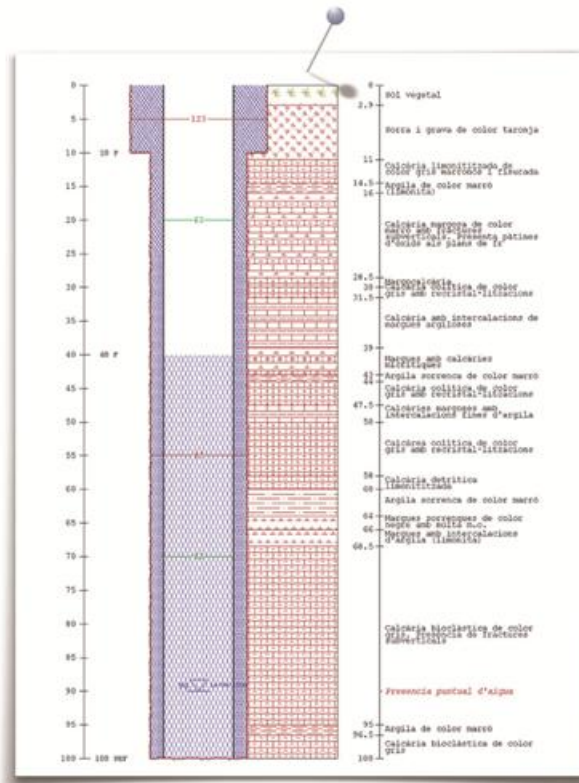


Figura 5.2 - Ejemplo de esquema constructivo de una captación.

Será necesario también contar con la posibilidad de controlar los caudales de bombeo de forma puntual o por tramos temporales.

5.1.2 Identificación de las características básicas del pozo.

Antes del inicio del bombeo, se identificarán las características básicas del pozo (coordenadas UTM, cota altimétrica, distancia al punto de bombeo, diámetro, profundidad y altura de brocal), y será aconsejable también conocer o valorar las capacidades de otras captaciones de la zona, que permitan hacer una estimación inicial de las capacidades del pozo en donde se pretende ejecutar el ensayo.

Para cada punto de control (pozo de bombeo o puntos externos), se tomarán las siguientes medidas y datos básicos:

UTM (x)

UTM (y)

Cota topográfica en metros sobre nivel del mar (z)

Distancia al punto de bombeo

Diámetro interno del pozo de bombeo o del punto de control.

Altura del brocal

Profundidad del pozo desde la boca o brocal

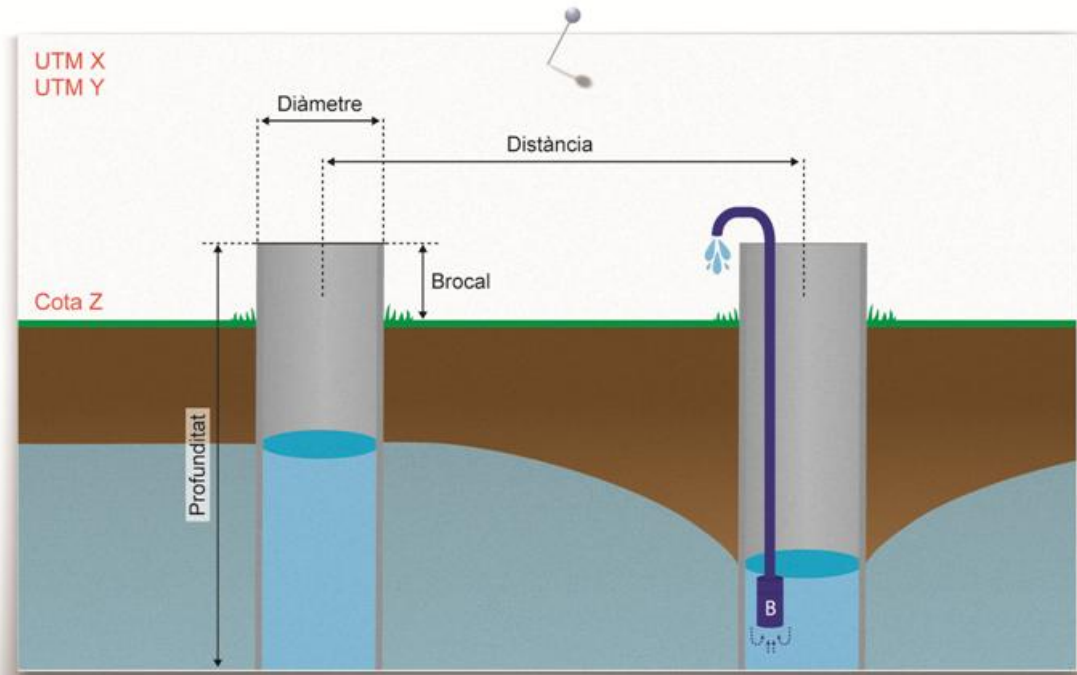


Figura 5.3 - Esquema de las características básicas a medir en un pozo..

Las medidas de nivel se pueden tomar con puntos de referencia muy variados. Los datos que se tomen estarán referidas a un punto de referencia fijo, situado en el extremo superior del pozo o piezómetro (por ejemplo una piedra del brocal, la boca de un pozo de hierro o una arqueta de superficie) que se tendrá que escoger antes de la realización de la primera medida. A partir de este punto de referencia, y siempre de la misma manera, se tomarán las medidas de profundidad o distancia a la superficie del agua (figura 5.4)

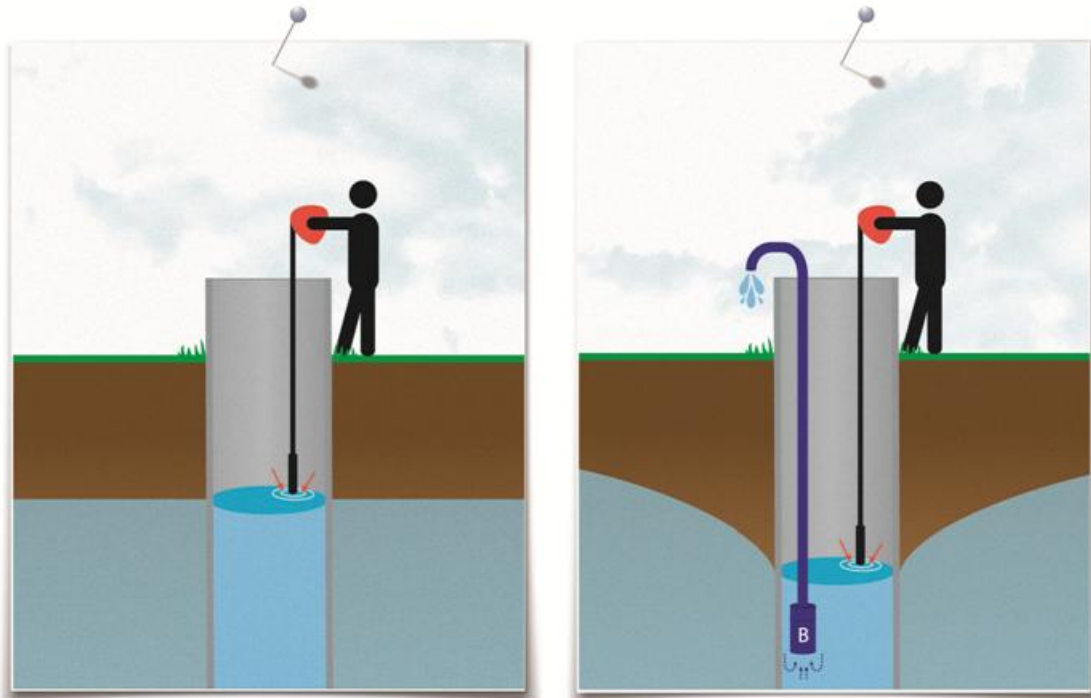


Figura 5.4 - Ejemplo de una presa de nivel previa al bombeo y durante el bombeo.

5.1.3 Identificación de tendencias

Antes de la realización de la prueba, se procederá a la identificación de tendencias previas de evolución del nivel y posibles interferencias. Se medirá el nivel en los puntos de control 24 horas antes del inicio de la prueba, de manera que se pueda identificar una posible variabilidad en los niveles, que podría estar causada por interferencias de otros bombeos próximos o tendencias de evolución natural.

Se considera fundamental que el pozo esté en reposo durante al menos 24 h, a fin de que el nivel del pozo suba el máximo antes del inicio de la prueba.

5.1.4 Planificación de la prueba.

Se realizará una planificación previa de la prueba, disponiendo los medios necesarios para la correcta recuperación de datos en los tiempos correspondientes.

También se tendrá que prever un punto de vertido, que tendrá que contar con los permisos pertinentes. El punto de vertido será preferiblemente a balsas, depósitos o gleras impermeables, evitando acumulaciones en superficie o puntos infiltrantes próximos

al bombeo. En cualquier caso, tendrá que tener capacidad suficiente para engullir o acumular los caudales o volúmenes bombeados.

Se tendrá que prever el método para calcular el caudal de bombeo, y disponer también los medios necesarios para su correcta medida.

5.2 Material mínimo para la ejecución de una prueba de tipo C.

El material mínimo necesario para la ejecución de un ensayo de bombeo es el que se detalla a continuación (figura 5.5):

El equipamiento de bombeo instalado, formado por una bomba dimensionada a los caudales previsibles del pozo, las cañerías de impulsión y el tubo de desagüe con la longitud suficiente para llegar al punto de vertido seleccionado.

Es recomendable que se instale un contador o caudalímetro, pero en su ausencia, se tendrá que prever la posibilidad de hacer control de caudales mediante otros métodos. (p. ej. Cubicando el llenado de una balsa, depósito o recipiente)

Para el control de niveles será necesaria una sonda acústica y/o luminosa.

Alternativamente, siempre que el pozo tenga la lámina de agua perfectamente visible, y las medidas se puedan tomar con precisión, se podría utilizar una cinta métrica convencional.



Figura 5.5 - Material necesario o recomendable para el ensayo de bombeo: (Bomba, sonda de nivel acústica, cronómetro, papel y lápiz, contador y grifo.)

5.3 Ejecución de una prueba de tipo C.

La prueba de Tipo C, consistirá al tomar un valor de la profundidad de la lámina de agua del pozo en estado de reposo (mínimo 24 h sin actividad) y dos medidas de nivel posteriores después de un bombeo sostenido, momento en el cual también se precisa conocer el caudal de extracción instantáneo.

ANTES DE INICIAR EL BOMBEO

- En caso de que haya un contador se tomará la lectura de lo mismo antes de empezar la prueba.
- Desde el punto de referencia situado en la parte superior o boca del pozo, se tomará una medida de nivel (profundidad desde el punto de referencia en la lámina de agua con precisión de 1 cm). (figura 5.6)

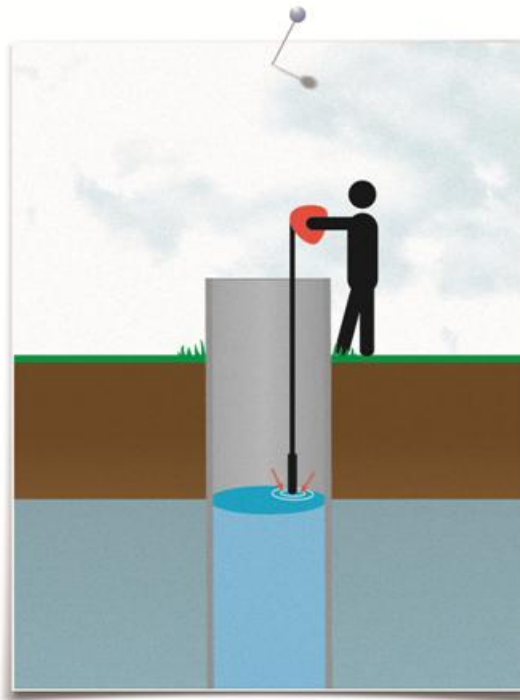


Figura 5.6 - Ejemplo de una medida de nivel con el pozo inactivo.

- Se repetirá esta medida al cabo de 1 hora, para confirmar que el valor es lo mismo.
- Si las medidas no son iguales (más de 2 cm de diferencia), se dejará el pozo inactivo un día más y se volverá a iniciar la prueba al día siguiente.
- Si las medidas son iguales o difieren en menos de 2 cm, se pondrá la bomba en funcionamiento, y se mantendrá funcionando en continuo.

UNA VEZ INICIADO EL BOMBEO

- Al cabo de un mínimo de dos horas (más si es posible) se toma una nueva medida de nivel o profundidad de la lámina de agua desde el mismo punto de referencia y se anota la diferencia, especificando las unidades en metros con dos decimales (figura 5.7). Este valor es el "*DESCENSO ESPECÍFICO*", que se presupone estabilizado, y que está vinculado a un caudal concreto.

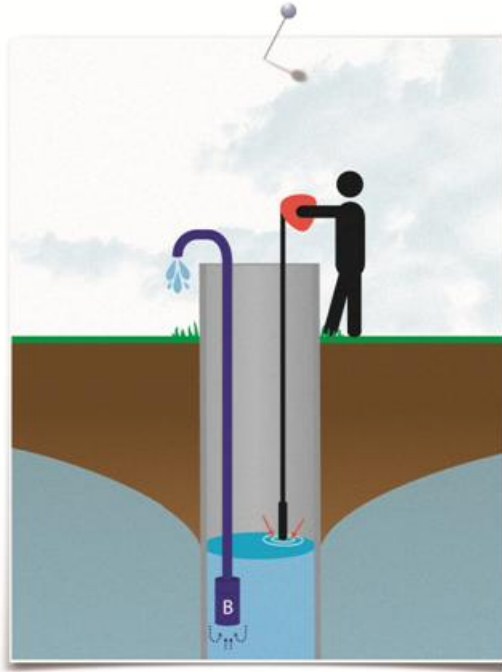


Figura 5.7 - Ejemplo de una medida de nivel con el pozo activo.

- Inmediatamente después, se calcula el caudal contabilizando el tiempo de llenado de un recipiente cubicado, o alternativamente, cubicando la diferencia de volúmenes en un depósito o balsa o restando la lectura del contador a la anterior (figuras 5.8 y 5.9).
- Media hora después se toma una nueva medida de nivel, y una nueva medida de caudal.
- Se puede detener el bombeo

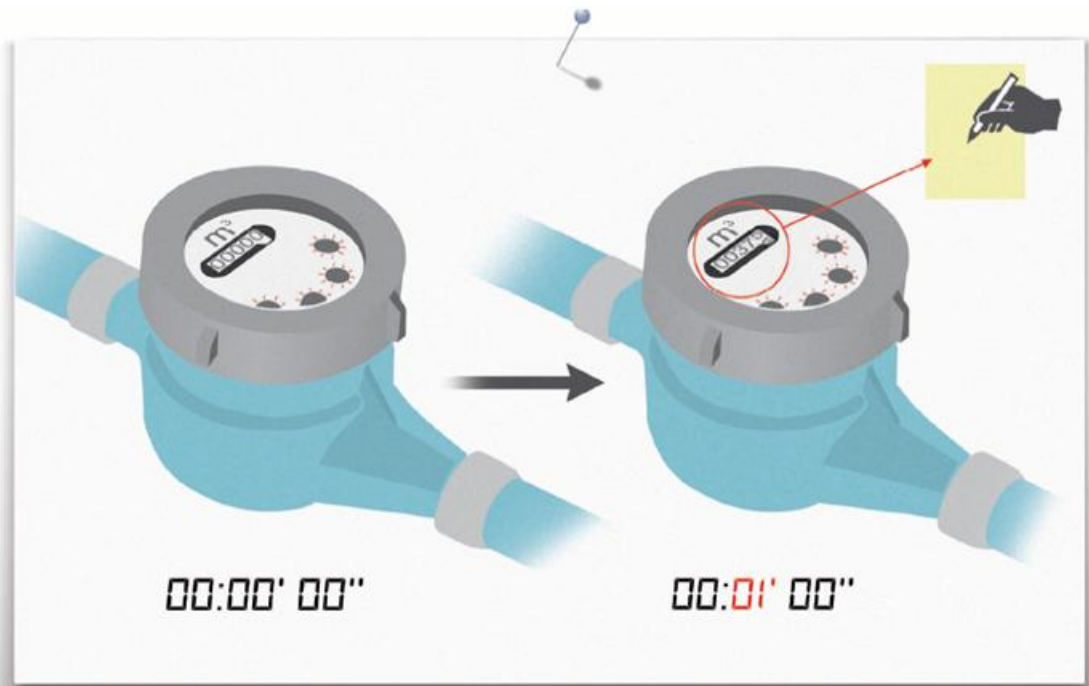


Figura 5.8 - Ejemplo de una valoración de caudal con contador: $Q=(V_2-v_1)/(t_2-t_1)$

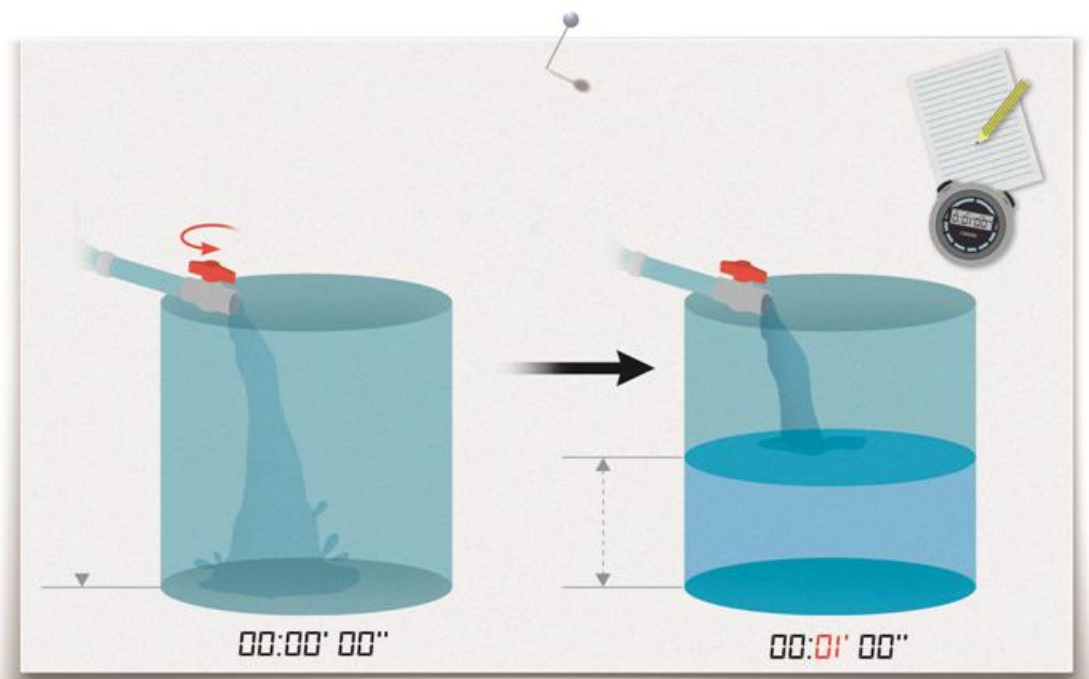


Figura 5.9 - Ejemplo de una valoración de caudal con un recipiente cubicado: $Q=(V_2-v_1)/(t_2-t_1)$

5.4 Presentación y envío de los datos obtenidos de un ensayo de bombeo TIPO C

Se aportará a la Agencia una declaración firmada de la prueba realizada en la que se incluirá:

Registro geológico de la perforación del pozo (si existe)

Registro del esquema constructivo del pozo (si existe)

Datos básicos del pozo (descritos al apartado 5.1.2)

Datos de la prueba

- Nivel 24 h antes de la prueba
- Nivel antes del inicio de la prueba
- Tiempo de inicio de la prueba
- Tiempo-nivel de la primera medida de nivel con bombeo sostenido (mínimo 2 h)
- Caudal instantáneo de la primera medida (mínimo 2 h)
- Tiempo-nivel de la segunda medida de nivel con bombeo sostenido (mínimo media hora más tarde que la primera)
- Caudal instantáneo de la segunda medida.

El caudal se dará en L/s, especificando si es un caudal puntual del bombeo o la media de un periodo del bombeo.

Anexo 1. Glosario de términos y conceptos

Acuífero: Dado de la formación geológica en la cual se almacena y circula agua subterránea que puede ser captada para diferentes usos antrópicos, aprovechando la porosidad del terreno que lo acoge y el gradiente hidráulico allí presente.

Altura de brocal: Distancia entre la cota topográfica o nivel del suelo hasta la parte superior del brocal, que se utiliza como punto de referencia desde donde se toman las medidas de nivel en un pozo.

Ensayo de bombeo: Prueba hidráulica que consiste al realizar un bombeo controlado para obtener valores de las propiedades hidráulicas del acuífero y de las capacidades del pozo.

Cañería ciega (del pozo o piezómetro): Tramo del entubado o paredes de la cañería que forma parte del pozo o del piezómetro, que no tiene aberturas, o rejilla que comuniquen el interior y exterior de la misma.

Cañería de impulsión: Cañería que utiliza una bomba sumergible para impulsar el agua captada en el pozo hacia el exterior.

Cañería piezométrica: Cañería que permite medir el nivel freático o piezométrico del acuífero mediante la introducción de una sonda de nivel o un sensor.

Columna geológica o litológica: Registro de los estratos geológicos y del tipo de materiales que les forman, interceptados durante la perforación de un pozo o sondeo.

Comportamiento dinámico del pozo: Evolución de los niveles piezométricos en el interior de un pozo como respuesta a unos estímulos de bombeo en el propio pozo o en un pozo próximo.

Descenso: Diferencia entre el nivel estabilizado de un pozo en reposo y una medida realizada bajo la influencia de un bombeo.

Descenso específico: Descenso estabilizado en un pozo con un caudal concreto, indicador de unas propiedades hidráulicas del acuífero y el pozo.

Agotamiento del acuífero: Disminución de los niveles del acuífero por agotamiento de su almacenaje.

Espacio anular (del pozo o piezómetro): Espacio que queda entre la entubación de un pozo y las paredes de la perforación en la cual está insertada. (éste espacio se rellena con un material filtrante en la parte de la rejilla y un sello impermeable en la parte de cañería ciega).

Esquema constructivo (del pozo o piezómetro): Esquema en el cual se indican los detalles constructivos de un pozo o piezómetro, tales como el diámetro de la cañería, la



profundidad, los tramos de rejilla y cañería ciega y los tramos de prefiltro de grava o sellos del espacio anular.

Estabilización (de niveles): Situación de estabilidad en la que los niveles no evolucionan. Puede referirse a la situación de reposo del pozo o a una situación de estabilidad dinámica, en la cual los niveles se estabilizan en equilibrio con un bombeo constante.

Interferencias (de bombeos ajenos al ensayo): Variación de niveles en un pozo atribuibles al bombeo de otro pozo o pozos próximos.

Método de interpretación (de un ensayo de bombeo): Metodología utilizada para obtener parámetros hidráulicos de una prueba de bombeo a partir de los resultados y de las medidas obtenidas en su ejecución.

Nivel piezométrico: Posición de la lámina de agua freática o piezométrica respecto de una referencia conocida, que normalmente es la cota topográfica o el nivel del mar.

Parámetros hidráulicos (del acuífero): Características geológicas intrínsecas que definen las propiedades físicas de un acuífero referentes a la permeabilidad y al almacenamiento hacia el agua.

Pérdidas de carga (del pozo): Efecto de la resistencia que ofrecen las paredes del pozo en la entrada de agua del acuífero, y que se traduce en una diferencia de carga hidráulica entre el exterior y el interior de las paredes del pozo.

Perfil geológico: Representación de la sección vertical de los materiales geológicos en una dirección concreta del espacio. (p. ej. S-N)

Piezómetro: Perforación o sondeo geológico equipado con una cañería que permite la medida de los niveles de agua subterránea o piezométricos.

Prefiltro de grava: Grava o gravilla que llena el espacio anular del pozo o piezómetro a la altura del tramo de rejilla, y que hace de filtro para el agua que entra procedente del acuífero.

Propiedades hidráulicas del acuífero: Conjunto de parámetros que definen las características físicas del acuífero relativas a la conducción y el almacenamiento de agua.

Propiedades hidráulicas del pozo: Conjunto de parámetros que definen las características físicas del pozo relativas a la conducción y el almacenamiento de agua.

Puntos de control piezométrico (de un ensayo de bombeo): Puntos de acceso al agua subterránea, que pueden ser pozos o piezómetros y que se utilizan para controlar los niveles piezométricos antes o durante la ejecución de un ensayo de bombeo.

Recuperación del pozo (dinámica): Evolución de los niveles posterior a un bombeo que tiende a recuperar el estado previo o de reposo.

Rejilla: Tramo de la cañería o paredes del pozo o piezómetro que incorporan aberturas o ranuras que conecten su interior con la parte exterior o acuífero, permitiendo la entrada de agua.

Sello impermeable (en el espacio anular de la captación): Rellenado impermeable del espacio anular, coincidente con los tramos de cañería ciega, que tiene la función de evitar la comunicación hidráulica de estratos geológicos a través de este espacio.

Sonda de nivel: Aparato equipado con una cinta métrica electrificada que se utiliza para detectar y medir la profundidad de la lámina de agua respecto de un punto de referencia situado en la parte superior del pozo o piezómetro.

Tendencia de evolución (de niveles): Variación de niveles del acuífero atribuible a la evolución natural o inducida de descarga o vaciado del acuífero. En caso de que ésta sea ajena a la actividad del pozo se tiene que compensar en los resultados de un ensayo de bombeo.

Transmisividad: Propiedad física de un acuífero o estrato geológico que integra la permeabilidad y el grueso, y que indica la capacidad del acuífero de permitir la circulación de un caudal de agua a través de una sección determinada de acuífero aplicando un gradiente hidráulico.

Anexo 2. Fichas resumen de los ensayos de bombeo tipo A, B i C

Este anexo está disponible en la versión catalana, a partir de la página 43: http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/sollicituds/H0330_guia_per_realitzar_assaigs_hidraulics_i_aforaments_ca.pdf