



# Diagnostico de sondeos

control de calidad de un sondeo

**El control de calidad en la ejecución de sondeos para captación de aguas subterráneas para riego en acuíferos terciarios detríticos de la cuenca del duero mediante técnicas geofísicas y registros ópticos por cámara de televisión.**

Jose Antonio Rodríguez. Hidrogeomed

## 1.- INTRODUCCIÓN

La principal herramienta que posee un agricultor en una explotación de regadío con aguas subterráneas es su captación, pues es de donde extrae su materia prima, el agua, la base sobre la que se desarrolla su explotación y hace que ésta sea exitosa. En la mayoría de las ocasiones, el agricultor considera la construcción de un sondeo un mero trámite, pensando únicamente en obtener la mayor cantidad de

agua posible. De este modo confía y pone exclusivamente en manos de la empresa de perforación la ejecución del sondeo, desconociendo que existen numerosos factores que se deben de controlar de forma ajena y que complementan los trabajos de la empresa de perforación, para que en el futuro la captación funcione sin perjudicar el resto de elementos e infraestructuras con los que realiza el riego. Hoy en día, es impensable construirse una casa sin una Dirección Técnica por parte de un Arquitecto, que proporcione unos mínimos controles en la edificación y dic-

te unas directrices técnicas al constructor, por desgracia la mayoría de los agricultores no piensan de igual forma a la hora de la realización del sondeo. Es en este punto, donde HIDROGEOMED, prestando un servicio ajeno e independiente de la empresa de perforación y con el apoyo de técnicas geofísicas, asesora al agricultor y vela por la correcta ejecución del sondeo con un coste inferior al 5% del presupuesto total de ejecución, garantizando la correcta ejecución del sondeo y su funcionamiento eficiente en el futuro.

En la actualidad gracias a los modernos equipos de testificación geofísica en sondeos, que HIDROGEOMED posee, derivados de la industria petrolera, se pueden realizar diferentes ensayos bien durante la fase de construcción del sondeo, o bien a la finalización del mismo, que garanticen la ejecución del sondeo con unos estándares mínimos de calidad y que aseguren que la empresa de perforación ha cumplido con lo contratado. El control de calidad en definitiva lo que garantiza, es que el sondeo funcione de la manera más eficiente posible, disminuyendo costes a la hora de su explotación.

## 2.- PARÁMETROS A CONSIDERAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE UN SONDEO

La Dirección Técnica durante la ejecución del sondeo debe de garantizar en primer lugar el conocimiento hidrogeológico del sondeo y en segundo lugar realizar el control de calidad de la perforación tanto durante su ejecución como a su finalización, para dar por bueno o no la construcción del sondeo, al fijar previamente unos límites de calidad en su ejecución.

### 2.1.- HIDROGEOLÓGICOS

La utilización de técnicas geofísicas durante la fase de construcción del sondeo permite conocer aspectos hidrogeológicos fundamentales encaminados a definir cuantía, posición exacta e importancia de los diferentes acuíferos atravesados. Este conocimiento permitirá aprovechar los mejores acuíferos, mediante una correcta, medida y estudiada colocación de las zonas filtrantes enfrentadas directamente a los acuíferos, para de esta forma minimizar las pérdidas de carga, lo que se traduce en menores descensos y por tanto menor potencia de instalación.

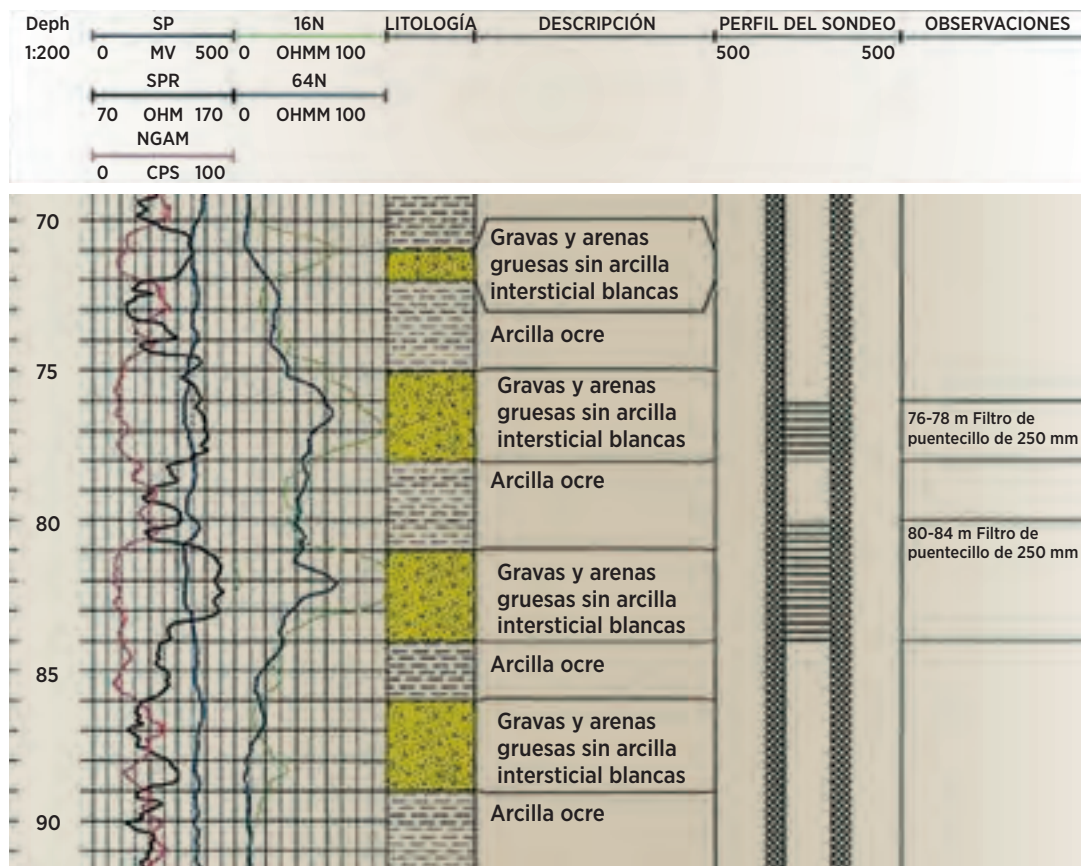
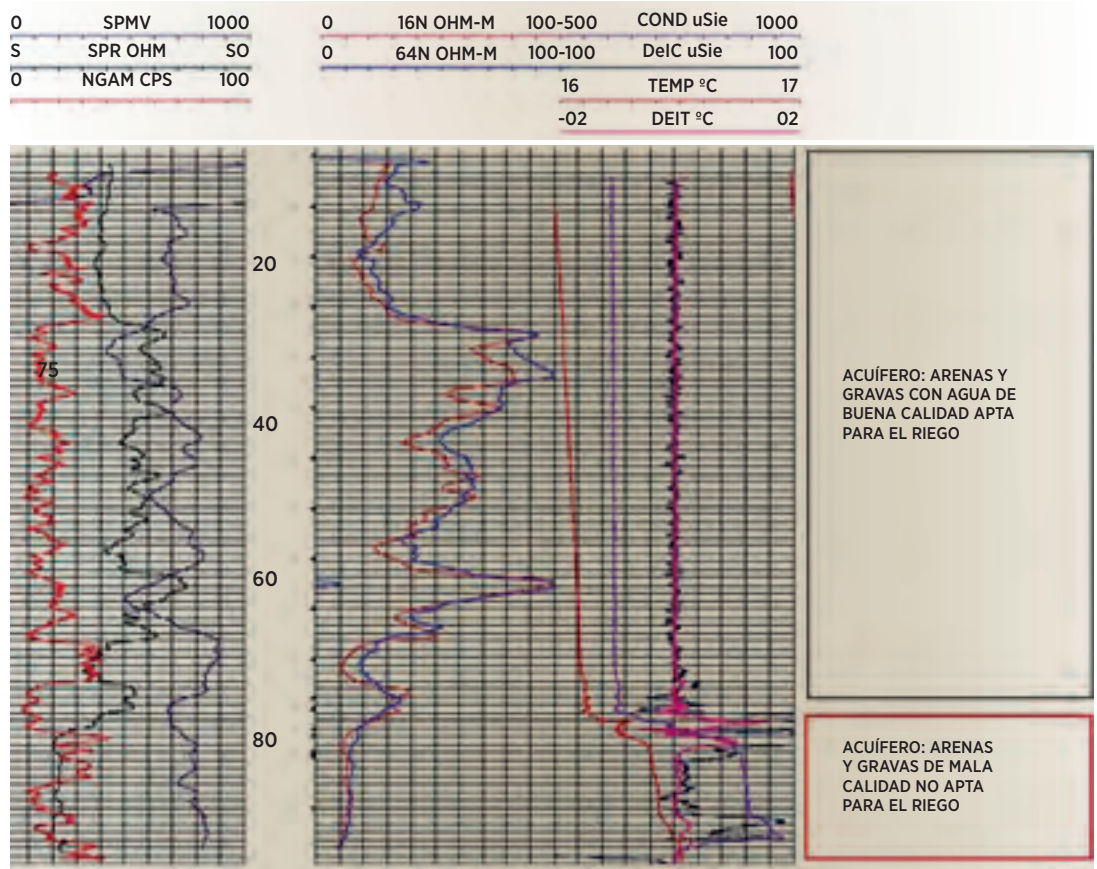


Figura 1. Ejemplo de testificación geofísica, con la obtención de diferentes parámetros geofísicos (gamma natural, potencial espontáneo, resistencia monoelectrónica y resistividades normales) realizada en un sondeo en ejecución que ha permitido conocer los diferentes acuíferos atravesados durante la perforación y el diseño de la entubación para la mejor colocación de las diferentes zonas filtrantes y de esta forma aumentar la eficiencia de la captación.

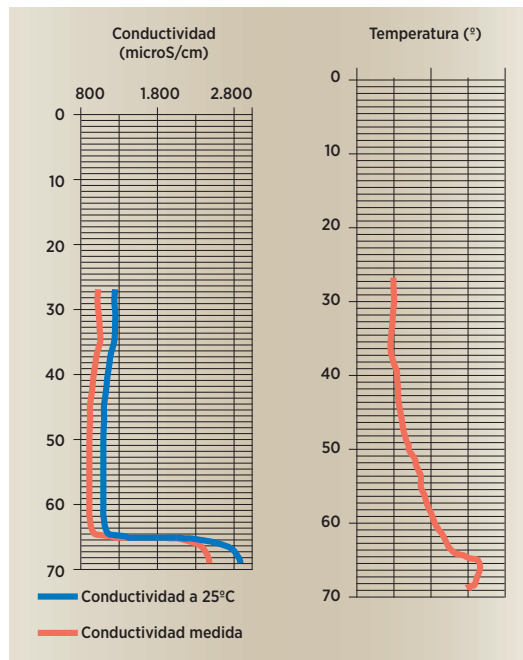
**Figura 2.** Ejemplo de testificación geofísica, con la obtención de diferentes parámetros geofísicos (gamma natural, potencial espontáneo, resistencia monoelectrónica y resistividades normales), temperatura y conductividad, realizada en un sondeo en construcción que ha permitido diferenciar acuíferos con agua apta para riego y otros de mala calidad, cuya utilización supondría la salinización del suelo.



Para ello se utilizan de forma convencional el registro de gamma natural (discrimina con total exactitud entre arcillas, arenas y gravas), eléctricos (discriminan los acuíferos en función de su granulometría y calidad de aguas) temperatura y conductividad (indica la salinidad del agua). De igual modo la utilización de estas técnicas geofísicas permite definir la calidad del agua del acuífero y dictaminar si será

viable su utilización para riego, evitando así una sorpresa cuando la captación se pone en marcha con la consiguiente inversión en las infraestructuras de riego ya realizadas. Mediante la utilización de los parámetros geofísicos en especial registros eléctricos, conductividad y temperatura, podemos conocer la calidad del agua existente en el acuífero y decidir si proceder a la entubación de la totalidad del sondeo o no, aprovechando exclusivamente aquellos acuíferos que nos garantizan una buena calidad de agua para riego.

**Figura 3.** Registros de temperatura y conductividad realizados en un sondeo en explotación para determinar el aporte de agua con conductividad superior a los 2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La solución adoptada fue la cementación del sondeo a partir de los 62 metros de profundidad.



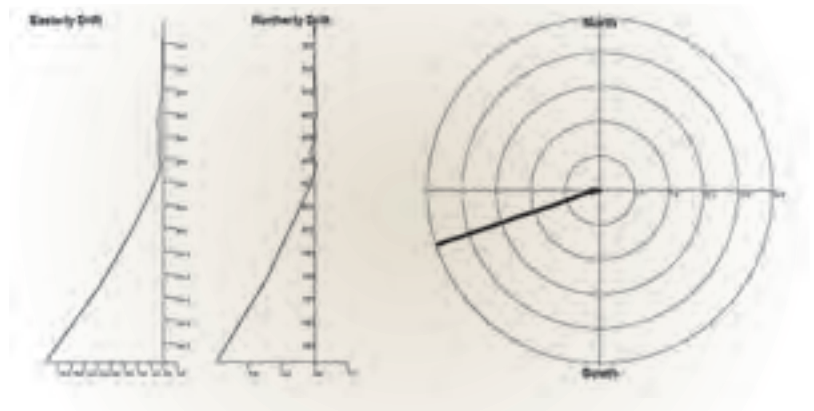
En sondeos ya construidos la utilización del registro de temperatura y conductividad es de gran utilidad para la definición de los acuíferos de mayor salinidad, puesto que gracias a esta herramienta se puede cementar parcialmente el sondeo con el objetivo de mejorar la calidad del agua bombeada.

## 2.2.- CONTROL DE CALIDAD. MEDICIÓN DE INCLINACIÓN Y DIÁMETRO.

El control de calidad durante la fase de ejecución requiere conocer la inclinación del sondeo así como el diámetro de perforación. Con respecto a la inclinación, se debe de garantizar un mínimo de verticalidad para que durante la explotación del sondeo, la bomba electrosomergible, tubería de impulsión y en especial la tubería de revestimiento no sufran desgaste. Normalmente se admite un grado de inclinación por cada 100 metros de perforación.

Cuando el sondeo presenta una inclinación excesiva, la tubería de revestimiento no queda centrada en el interior de la perforación, sino que queda apoyada contra una pared de la misma. Esto provoca que durante los trabajos de engravillado, la grava no se reparta uniformemente y los filtros queden en contacto directo con la formación acuífera, por lo que irremediablemente la captación proporcionará arenas durante toda su vida útil con el consiguiente desgaste y deterioro de los equipos de bombeos que incrementarán los costes en el mantenimiento de la instalación.

Otra consecuencia de una elevada inclinación es la rotura de la tubería de revestimiento del sondeo por el continuo roce provocado por las bridas de la tubería de



**Figura 4.** Ejemplo de testificación geofísica, con la determinación de la inclinación y orientación en un sondeo de 150 metros de longitud cuyo final se encontraba desplazado a más de 18 metros con respecto al punto en superficie donde se inició la perforación. El sondeo a partir de los 60 metros se desvía progresivamente alcanzando una inclinación final de 16 ° dirección Suroeste, lo que es totalmente inadmisibles.

impulsión al transmitir las vibraciones que provoca la bomba, especialmente las verticales. La rotura de la tubería del sondeo permitirá la entrada de grava a la captación quedando ésta inservible por el continuo desgaste que sufrirá la bomba al aspirar parte de la grava.

El control del diámetro de perforación, permite conocer que el diámetro de la perforación se ajusta a lo contratado y que no existen variaciones de diámetro que pongan en riesgo la entubación y lo que es más importante, la colocación del empaque de grava, que es el elemento esencial de la captación para evitar la entrada de finos durante la explotación del mismo, se realiza homogéneamente por el espacio anular comprendido entre la pared de la perforación y la tubería de revestimiento.



**Figura 5.** Fotografías tomadas con cámara de televisión axial y lateral mostrando la rotura que presenta la tubería de revestimiento del sondeo por el roce de las bridas de la tubería de impulsión de una bomba vertical.



### 3.- CONTROL DE CALIDAD AL FINAL DE LA EJECUCIÓN DEL SONDEO. REGISTRO ÓPTICO POR CÁMARA DE TV.

El registro óptico por cámara de televisión nos da la posibilidad, una vez finalizado el sondeo, de conocer el estado interior de la tubería de revestimiento, con el objetivo de determinar que no existen defectos constructivos que afecten al normal funcionamiento de la captación y que ésta se encuentra acondicionada para la instalación del equipo de bombeo. De este modo esta técnica es muy útil para determinar diferentes aspectos tales como:

- Profundidad real del sondeo.
- Posición de zonas filtrantes acorde a las directrices fijadas por la Dirección de Obra.
- Determinar si existen defectos constructivos tales como aplastamientos, abolladuras, soldaduras mal ejecutadas, etc.
- Grado de limpieza de las diferentes zonas filtrantes.
- Reducciones bien ejecutadas.
- Roturas de tuberías.

Figura 6

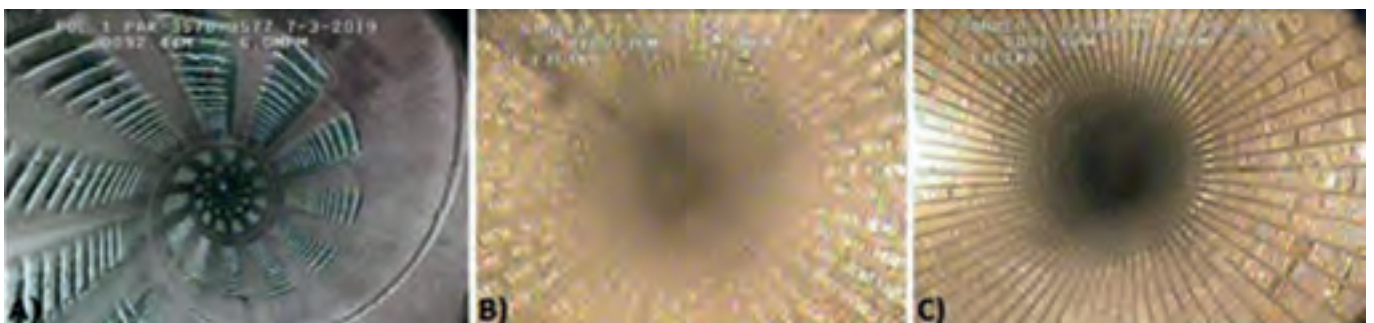


A) Fotografía tomada de un sondeo de reciente construcción que sufrió un aplastamiento durante la realización del aforo, probablemente como consecuencia de una mala ejecución durante el engravillado.

B) Fotografía que muestra una mala ejecución en la soldadura puesto que ésta se ha roto y ha provocado el hundimiento de la tubería.

C) Fotografía tomada con cámara lateral de una soldadura rota, dejando ver la grava existente por detrás de la tubería, inevitablemente la grava acabará entrando por la captación.

Figura 7



A) Ejemplos de filtro puentecillo totalmente limpio sin restos de lodos de perforación

B) y C) Ejemplos de filtros colmatados por lodos de perforación como consecuencia de una deficiente limpieza del sondeo con aire comprimido. Estas zonas filtrantes no permiten el aporte de agua a la captación mientras no se limpien, lo que disminuye enormemente la eficiencia de la captación.

De igual modo los registros ópticos son de gran utilidad durante la explotación del sondeo puesto que pueden ayudar a corregir problemas derivados de una mala ejecución inicial. Es frecuente la realización de registros ópticos en sondeos que aportan arenas y que con una simple realización de un registro que permite reconocer el número y posición de zonas filtrantes,

se soluciona el problema reubicando la bomba en una posición más idónea.

Son de gran utilidad también, cuando se requieren realizar trabajos de regeneración y rehabilitación, por pérdida de rendimiento del sondeo, puesto que nos definen el tipo de tratamiento a realizar y en que zona de la captación ejecutarlo.

#### 4.- CONCLUSIÓN

La utilización de las técnicas geofísicas permite en todo momento tener el control en la ejecución de la captación, sin dejar al azar ningún factor que pueda ocasionar en el futuro problemas durante la explotación de la misma. El conocimiento hidrogeológico que aporta esta herramienta, así como el control de calidad que permite realizar, previa a la entubación definitiva del sondeo, asegura en primer lugar, un buen rendimiento del sondeo sin aporte de finos y en segundo lugar, evitará problemas en los equipos de bombeo a instalar. El bajo coste que supone este tipo de intervenciones en los sondeos es asumible en el presupuesto general, considerando

además los beneficios que genera para la captación, puesto que nuestra experiencia nos ha demostrado, que los sondeos que son ejecutados con este control, son un 25% más eficientes en comparación con aquellos donde la colocación de zonas filtrantes, se realiza únicamente con los detritos obtenidos de la perforación.

HIDROGEO MED en la actualidad viene utilizando el registro óptico por cámara de televisión, como herramienta final de obligada realización para la aceptación definitiva de la captación por parte del agricultor ante la empresa de perforación para garantizar que la obra se ajusta a lo contratado y es acorde a los estándares de calidad previamente fijados.

Unidad Móvil de Hidrogeomed realizando diagnóstico y control de un pozo

