

# ALGUNAS APORTACIONES AL CONOCIMIENTO HIDROGEOLÓGICO DE LOS ACUÍFEROS DE LA PROVINCIA DE JAÉN MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL REGISTRO ÓPTICO DE TELEVISIÓN Y VÍDEO (ROTV)

FERNÁNDEZ ESCALANTE, Enrique. TRAGSATEC  
MARTÍNEZ RUBIO, Juan. TRAGSATEC  
ALBARRACÍN LENDÍNEZ, Antonio. TRAGSATEC

Palabras clave: Registro óptico, ROTV, hidrogeología, prospección, Jaén.

## Resumen

La presente comunicación recoge el resultado de la experiencia de los autores en diagnóstico de los problemas constructivos en sondeos, tras más de 12 años de trabajo y de 600 inspecciones televisadas, 11 de las cuales han sido realizadas en la provincia de Jaén. Las observaciones realizadas directamente en estos sondeos ponen de nuevo en evidencia la escasa atención que se presta a la hora de diseñar captaciones, y en especial sus equipamientos (tuberías, engravillado-cementaciones, equipos de bombeo), a las características hidrogeoquímicas de las aguas captadas. Así, en los casos estudiados en la provincia de Jaén se han detectado distintos problemas de incrustaciones con componentes químicas y microbiológicas, problemas de roturas de tuberías y colapsos, posibles efectos de corrosión en sondeos con procesos termales profundos, incidencias en los grupos de bombeo por entrada de arenas en sondeos perforados en calcarenitas afectadas por procesos de descalcificación, etc.

## Introducción

El presente estudio pretende aportar una serie de observaciones y conclusiones obtenidas mediante la aplicación del ROTV (Registro Óptico de Televisión y Vídeo) a una serie de sondeos ubicados en la provincia de Jaén desde 1983 hasta la actualidad. Las distintas tipologías de problemáticas encontradas en los distintos sondeos inspeccionados y el estudio de los mismos ha permitido establecer una serie de elementos comunes a los mismos en base a su localización. El estudio de estas tipologías permite extraer una serie de conclusiones y recomendaciones constructivas, así como aportar un pequeño grano de arena al conocimiento hidrogeológico del subsuelo de la provincia de Jaén.

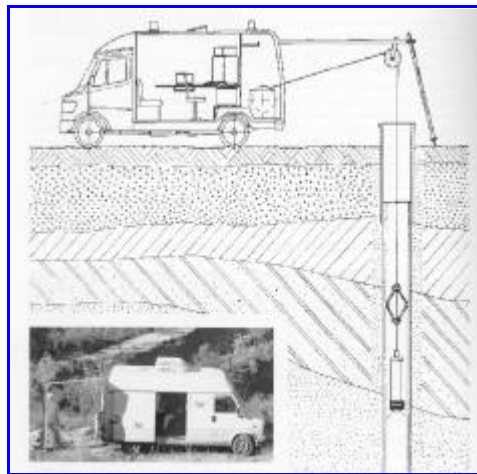


Figura 1.- Equipo de ROTV.

## Los ROTV realizados en de la provincia de Jaén

En los últimos 10 años la empresa TRAGSATEC ha efectuado 11 filmaciones con cámara de vídeo en la provincia de Jaén, por lo general concentrados en las zonas este y sur de la provincia, en los dominios de la Sierra Mágina e inmediaciones de Cazorla, Unidades hidrogeológicas 05-01 (Sierra de Cazorla), 05-19 (Mancha Real-Pegalajar), 05-23 (Úbeda) y 05-29 (Colomera). Los sondeos inspeccionados y su ámbito de actuación aparecen en la tabla y figura 2 adjuntas.

Nº	SONDEO	PROF	ENTUB	INSPECC	DIAMETROS	ANO	METODO	T_MUNICIPAL
98	VENTA DEL CERRO	386	386	286	350/250/200	----	ROTACION C.I.	UBEDA
273	BAYUNQUE	470	392	185	----	1996	ROTOPERCUSION	CARCHELEJO
298	LA TOSQUILLA	280	280	273	----	1995	ROTACION C.I.	HUELMA
302	HORCAJO	620	570	576	----	----	ROTACION C.I.	TORREPEROGIL
309	GUADALIJAR 3	150	6	127	----	1996	ROTOPERCUSION	HUELMA
327	SONDEO E. AGUASCEBAS	344	----	323	----	1996	PERCUSION	VILLACARRILLO
333	VIBORAS VI	185	6	125	220	1997	ROTOPERCUSION	VALDEPENAS DE JAEN
339	SONDEO LA TENDERA 2	500	480	290	260/180	1994	PERC. Y ROT.	TORREPEROGIL
456	LOMA PINEDA	160	160	129	400	1983	PERCUSION	JAMILENA
506	TOSQUILLA 2	270	270	268	300	2000	PERCUSION	HUELMA
599	EL PUNTAL	470	430	454	350	2001	ROTACION C.I.	UBEDA

Tabla 1: Inspecciones realizadas en la provincia de Jaén aplicando la técnica ROTV.

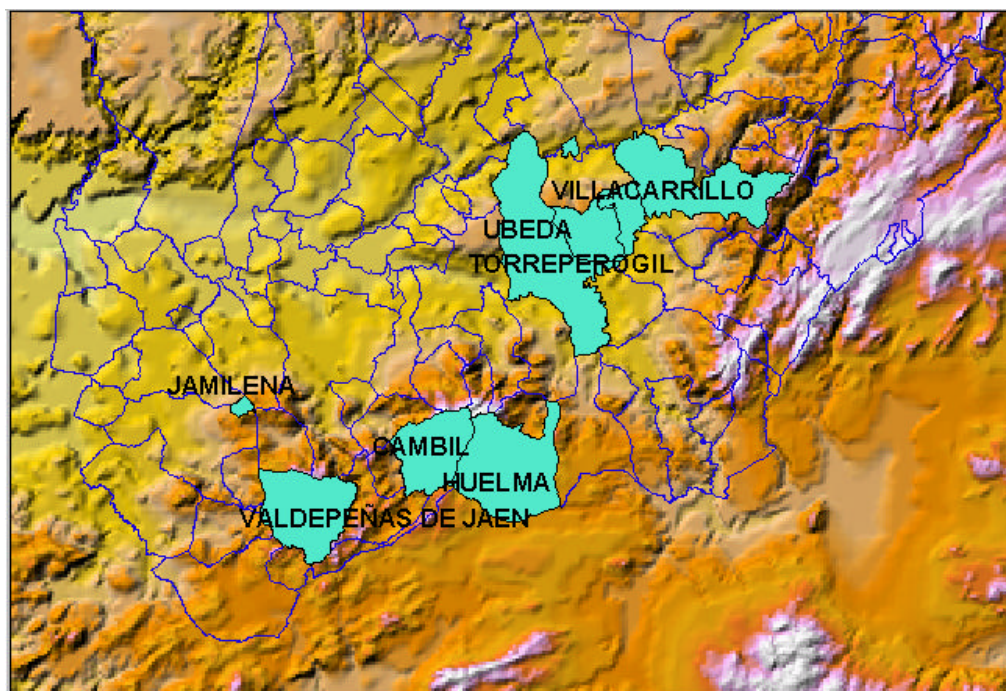


Figura 2.- Ámbito de actuación de las inspecciones realizadas en la provincia de Jaén aplicando la técnica ROTV. Escala aproximada 1:1250000.

Los informes de diagnóstico de las inspecciones se han centrado en la resolución de los problemas físicos de las captaciones, y apenas se ha contado con información adicional sobre las características de los acuíferos captados, hidrogeoquímica, condiciones de explotación, etc.

Analizando la información disponible, muy escasa en algunos de los casos, sobre las características constructivas de los sondeos, se destaca la diversidad de los métodos de perforación empleados (percusión, rotopercusión, rotación circulación inversa), la considerable profundidad de los mismos (entre los 620 metros del sondeo Horcajo de Torreperogil y los 125 metros del sondeo Víboras II de Valdepeñas de Jaén) y el empleo generalizado de tuberías de chapa de acero al carbono, con filtros ranurados con soplete (figura 4) o troquelados tipo “puentecillo” (Figura 5). Pero es aún más llamativo el hecho de que en la mayor parte de los casos se trata de sondeos de pocos años de antigüedad (menos de 5 años) y que sin embargo ya acusan importantes problemas que afectan a su rendimiento y operatividad.

Así, en las inspecciones televisadas realizadas, ha quedado de manifiesto la importancia de los procesos de incrustación, que obstruyen parcialmente sus tramos filtrantes, y provocan con ello los típicos problemas de incremento de pérdidas de carga, arrastres de fracciones finas con efectos de abrasión en los filtros y averías en grupos de bombeo, etc.

En algunos de los casos, y aprovechando los proyectos de I+D en que el equipo de hidrogeología de TRAGSATEC estaba implicado (“Proyecto Cicyt N° hid 96-1.309” y tesis doctoral de A. Senderos), se han realizado estudios complementarios sobre la naturaleza y génesis de los depósitos incrustantes. Así, se ha realizado una caracterización “de visu” de las incrustaciones detectadas, apreciándose que dominan las morfologías botroidales pardo-rojizas, combinadas con geles en suspensión, típicas de los precipitados de óxidos e hidróxidos de hierro, combinados posiblemente con carbonatos, que por su apariencia son designados genéricamente “*sondeos rojos*”. Este caso ha sido constatado en los acuíferos más superficiales de Ubeda y en ciertos sectores de la Sierra Mágina, especialmente en aquellos sondeos en los que los tramos filtrantes están constituidos por tubería de acero al carbono rajada con soplete, creando lugares preferentes de generación de incrustaciones en los filtros. En ocasiones el tapiz incrustante ha imposibilitado la visualización directa de los procesos incrustantes desarrollados en la entubación.

Especial mención merecen las incrustaciones de tonalidad oscura que caracterizan los denominados “*sondeos negros*”, generados por procesos termales en un ambiente reductor y con abundancia de anhídrido carbónico libre. Este es el caso de los sondeos profundos de Horcajo y La Tendera II de Torreperogil, perforados en un contexto geológico que atraviesa una serie mesozoica para adentrarse dentro de un zócalo constituido por materiales metamórficos y cristalinos. Las incrustaciones generadas atestiguan la presencia de un importante termalismo, así como el ataque activo de la entubación por parte del CO<sub>2</sub> libre liberado a partir de los 300 metros de profundidad aproximadamente (figura 3). Estas observaciones traen aparejada la necesidad de entubar estas captaciones con material apropiado, con objeto de evitar ciertos accidentes posteriores o incluso defectos constructivos, dada la dificultad de ejecutar correctamente las labores de perforación y entubado en estas condiciones.

De forma adicional cabe mencionar la utilidad de la técnica para la testificación litológica de la columna litoestratigráfica, por su facilidad para apreciar variaciones en coloración y texturas y permitir precisar la ubicación certera de los contactos (figura 6). El procedimiento fue aplicado al sondeo Víboras VI (Valdepeñas de Jaén) y Bayunque (Carchelejo), si bien hay formaciones geológicas de aspecto parecido y diferente composición, por lo que la técnica puede ser considerada complementaria a la testificación convencional.

Por último, mencionar que los sondeos inspeccionados entubado en tubería de PVC de alta calidad presentan con relativa frecuencia problemas de roturas y colapsos. Frente a las indudable ventajas de este tipo de tubería sobre la de chapa de acero al carbono, para su empleo en ambientes potencialmente agresivos y/o incrustantes, es bien conocida sin embargo su fragilidad ante esfuerzos de cizallamiento o compresión diferencial. Así, en formaciones geológicas fuertemente tectonizadas, o con problemáticas de deslizamientos, o desprendimientos, el empleo de tuberías de PVC debe ir acompañado de adecuadas medidas complementarias, como cementaciones, engravillados e incluso entubaciones de protección del anular en los tramos conflictivos. Un ejemplo de este caso se ha detectado en el sondeo Loma Pineda de Jamilena.

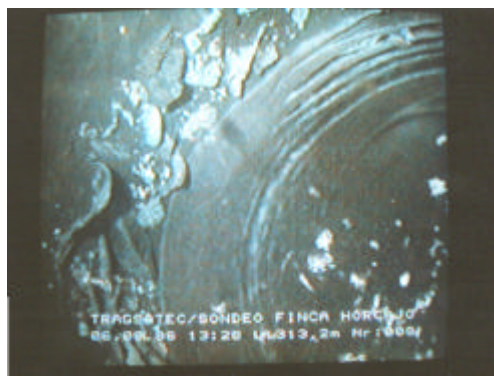


Figura 3.- Procesos incrustantes en ambiente reductor con CO<sub>2</sub> libre y procesos termales.



Figura 4.- Pozo rojo. Filtro ranurado. Chorreras ferruginosas. Costras fracturadas.



Figura 5.- Procesos de colmatación por generación de procesos incrustantes en tubería filtrante de tipo puentecillo, bien atribuible a variaciones del pH y al funcionamiento normal del sondeo.

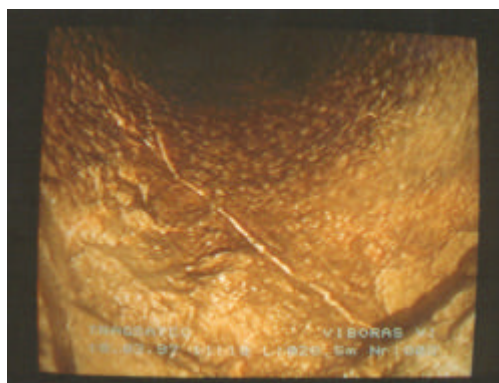


Figura 6.- Testificación directa de la columna litoestratigráfica. Vena de calcita intercalada en calizas.

## Conclusiones

En la provincia de Jaén y en general cabe destacar la importancia del conocimiento de la influencia de la composición química de las aguas en los procesos incrustantes que afectan la operatividad de las captaciones. Un control apropiado de las variaciones de ciertos parámetros (presión, pH, temperatura del agua, salinidad, etc.) permite planificar una correcta orden de entubado con material apropiado, prever actividades de protección del grupo electrobomba en casos de generación de arenas por descalcificación de las calcarenitas (Sierra Mágina), precisar la cota de los contactos litológicos y presencia de discontinuidades estructurales por testificación directa, obtener datos fiables relativos a la influencia de bacterias, tipo de acuífero y posición del nivel estático, profundidad del pozo, etc.

Un caso especial relativo al estudio de la influencia de las aguas subterráneas en la composición química de las aguas es debido a la presencia de anhídrido carbónico libre y fenómenos de termalismo en sondeos profundos.

Queda de nuevo de manifiesto la necesidad de una concienciación general de todos los actores que intervienen en la prospección, aprovechamiento y administración de los recursos hídricos subterráneos, sobre los “puntos críticos” que determinan el futuro de cualquier sondeo de captación: la conveniencia de hacer estudios hidrogeológicos previos, que nos permitan diseñar/proyectar adecuadamente los sondeos, eligiendo las técnicas de perforación y seleccionando los materiales de acondicionamiento idóneos, realizando ensayos de bombeo, que permitan establecer las condiciones óptimas de explotación, etc. y a ello añadir un programa de mantenimiento adecuado a cada caso concreto.

Es evidente que nos enfrentamos ante la realidad de un país en que la mayor parte de los sondeos se realizan para la actividad agraria, donde la entidad de la obra y las capacidades económicas de muchos de los que contratan un sondeo son factores limitantes a la hora de contratar una asistencia técnica. Pero es claro que al menos una dirección técnica en puntos cruciales como el proyecto, análisis de ofertas y selección de la empresa, diseño de la columna de entubación, ensayos de bombeo, etc. pueden determinar, no solo su rendimiento inicial, sino la evolución de su vida operativa. No debemos olvidar además que cada día es mayor el número de sondeos que son abandonados, al quedar inutilizados por causas relacionadas con una deficiente planificación, ejecución y explotación, y que, al no quedar adecuadamente sellados, suponen un considerable riesgo para la protección de la calidad de nuestros acuíferos.

## Bibliografía

- SENDEROS DOMÍNGUEZ, A. Estudio microbiológico de las incrustaciones y corrosiones en captaciones de agua subterránea. Tesis doctoral. UCM, 2001.
- MARTÍNEZ RUBIO, J., RUANO MAGÁN, P. 1998. “*Aguas subterráneas. Captación y aprovechamiento*”. Promotora General de Estudios, S.A., Progensa. Sevilla.
- DOMENICO, P.A. y SCHWARTZ F.W. 1990 “Physical and chemical hydrogeology”. John Wiley & Sons. New York.
- MARTINEZ RUBIO J. (1995) Incrustación y corrosión en sondeos: técnicas de detección-diagnóstico y sistemas de regeneración. Curso de Planificación, perforación, testificación y regeneración de sondeos. CENTER, San Fernando de Henares (Madrid)
- SENDEROS, A, CASTRO, F. de, VILLARROYA, F.; GALVAN, A; GONZALEZ-YELAMOS, J.; MARTINEZ RUBIO, J; RUANO, P.; REBOLLO, L.; HERNANDEZ GARCIA, M.E. (1998) Conservación y rehabilitación de pozos para regadío. Congreso Ibérico sobre Planificación y gestión de Aguas. Zaragoza. CD Rom).