

**SONDEO ENDRINO, VALVERDE DEL JÚCAR, CUENCA, EXCMA.
DIPUTACIÓN CUENCA**



Reconocimiento con Cámara de Video y
testificación geofísica del sondeo ENDRINO,
situado en VALVERDE DEL JÚCAR, CUENCA.
Realizado por Sondeos Martínez para EXCMA.
DIPUTACIÓN CUENCA.

20/09/2016

ÍNDICE

<u>SONDEO ENDRINO, VALVERDE DEL JÚCAR, CUENCA, EXCMA. DIPUTACIÓN CUENCA</u>		<u>1</u>
1	<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>3</u>
1.1	ANTECEDENTES	3
1.2	SITUACIÓN GEOGRÁFICA	5
2	<u>OBJETIVOS</u>	<u>6</u>
3	<u>EQUIPO Y METODOLOGÍA DE LA INSPECCIÓN</u>	<u>7</u>
3.1	EQUIPO DE TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA	7
3.2	CÁMARA DE TV	8
3.3	PARÁMETROS REGISTRADOS Y PROGRAMA DE TRABAJO	9
4	<u>RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO</u>	<u>12</u>
4.1	REGISTRO VIDEOGRÁFICO	12
4.2	REGISTRO DE TEMPERATURA Y CONDUCTIVIDAD	13
4.3	REGISTRO DE RADIACIÓN GAMMA NATURAL	14
4.4	REGISTRO DE VERTICALIDAD	15
4.5	REGISTRO DE DIÁMETROS	16
5	<u>CONCLUSIONES</u>	<u>17</u>
6	<u>ANEJOS</u>	<u>19</u>

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

A petición de EXCMA. DIPUTACIÓN CUENCA, se realizó, el 20/09/2016, el reconocimiento geofísico e informe del sondeo ENDRINO, situado en el término municipal de VALVERDE DEL JÚCAR, CUENCA, con el fin de comprobar el estado del sondeo.

Según la propiedad:

El sondeo fue construido mediante el sistema de percusión. Las características constructivas del sondeo, se resumen a continuación:

SONDEO 1: Año ejecución 1988

El perfil del sondeo es el que se indica a continuación:

Profundidad (m):	Diámetro de entubado (mm):
0-42	650
0-72	400
0-112	300. Filtro puentecillo en el tramo 89-104

Se estima que la profundidad actual es de 100m.

Profundidad (m)		Características:
De:	a:	
0	21	Arcillas rojas
21	24	Arcillas muy arenosas
42	72	Arcillas rojas muy plásticas
90	104	Areniscas y arenas
104	120	Arenas y arcillas

Q explotación ≈ 2 l/s

El brocal del sondeo presenta algunas deficiencias que podrían comprometer la instalación del equipo de bombeo o acortar la vida útil del sondeo.

El equipo de impulsión se encontraba instalado a 40 m de profundidad.

El nivel estático del agua se encuentra a 15,88 m de profundidad.

El sondeo dejó de sacar agua y arrastró gran cantidad de arcillas.

Mediante el presente estudio se pretende conocer las características del sondeo y las causas que han provocado los arrastres que anteriormente se han comentado.

Fotografía del equipo utilizado para realizar la testificación, junto al sondeo.



1.2 SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo se encuentra en el término municipal de VALVERDE DEL JÚCAR, CUENCA y, según los datos obtenidos en campo mediante un equipo GPS de la marca Garmin, sus coordenadas U.T.M. referenciadas al DATUM ETRS89 son las siguientes:

Huso: 30S

X UTM: 567.150 m

Y UTM: 4.397.067 m

Altitud: 803 m



2 OBJETIVOS

Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

- Conocer las características actuales del sondeo y su estado de conservación.
- Verificar las características litológicas de los terrenos atravesados durante la perforación.
- Determinar la temperatura y conductividad del agua a lo largo del sondeo.
- Conocer los diferentes diámetros de entubación.
- Determinar el grado de desviación de la verticalidad.



Fotografía del brocal del sondeo.

3 EQUIPO Y METODOLOGÍA DE LA INSPECCIÓN

3.1 EQUIPO DE TESTIFICACIÓN GEOFÍSICA

El estudio se ha llevado a cabo con un equipo de testificación geofísica fabricado por Mount-Sopris. Los datos son visualizados en tiempo real en un PC provisto del software de comunicación y adquisición MSLog, Matrix Logger. Posteriormente estos datos son exportados a otro software, WellCAD 4.3., en el que son tratados, corregidos y presentados.

Todos los equipos van montados sobre una furgoneta marca Mercedes-Benz, modelo Vito. El vehículo cuenta con una zona de control del equipo de testificación, una zona de trabajo y una zona de conducción. Dispone de un generador que proporciona energía eléctrica al conjunto del equipo con una autonomía de 15 horas.

Además de las sondas, el equipo de testificación cuenta con un cabrestante con 650 metros de cable equipado con un medidor de tensión con el fin de saber cuando la sonda ha llegado al fondo del sondeo y evitar posibles roturas por atasco. También se controla la velocidad de ascenso o descenso para realizar una correcta medición.

A continuación se describen las sondas que componen el equipo, sus características y los parámetros que registran:

- Sonda calíper modelo 2CAA-1000. Registra el diámetro del sondeo con un error inferior a +/- 5 mm. Su rango de medidas va de 40 a 570 mm. Esta sonda se calibra periódicamente para evitar posibles errores debido al desgaste y a la precipitación de elementos extraños en la misma.
- Sonda eléctrica y Calidad del agua modelo 2PEA-1000/F. Registra el potencial espontáneo (desde -1.5V a +1.5V), la resistencia puntual (0 a 5000 ohms), la resistividad normal de 8", 16", 32" y de 64" en un rango entre 0 y 2500 $\Omega \cdot m$ y la radiación gamma natural mediante un detector de cristal de Ioduro de Sodio con impurezas de Talio. Registra la conductividad en un rango entre 100 y 10000 $\mu S/cm$. y con un error de +/- 1%. Además determina la temperatura en un rango entre -20°C y 70°C y con un error de 0,5 % y una resolución de 0,05 %. Resistividad del fluido de 0 a 100 ohm-metros con un error del 1 %.
- Sonda inclinómetro modelo 2DVA-1000. Registra la desviación e inclinación del sondeo así como el azimut de la misma.
- Sonda Flowmeter modelo FLP-2492. Registra los diferentes flujos verticales en el interior del sondeo. Caracterización hidráulica de acuíferos.
- Sonda Toma Muestras. Capaz de extraer 2 litros de fluido de la profundidad deseada.

Tabla resumen de las características de las sondas del equipo de testificación.

Sonda	Parámetro	Unidades	Error	Velocidad	Rango	Corriente	Dirección de medida
2CAA-1000 Cáliper	Diámetro del sondeo	Milímetros (mm)	+/- 5 mm	7 m/min	40 a 650 mm	60 a 65 V 30 a 60 mA 85 mA MAX abr/cerr	Ascendente
	Potencial espontáneo SP	miliVoltios (mV)	1 %	3.5 m/ min	-1,5 V a +1,5 V		
	Resistencia monoeléctrica SPR	Ohmios (Ω)	1 %	3.5 m/ min	1 a 5.000 Ω		
2PEA-1000/F	Resistividad 8",16",32" y 64"	Ohmios x metro (Ω·m)	1 %	3.5 m/ min	1 a 2.500 Ω·m	52 a 88 V	Descendente
	Gamma natural	CPS	-	3.5 m/ min	Energías mayores de 60keV	35 a 100 mA	
	Resistencia del fluido	Ohmios x metro (Ω·m)	1 %	3.5 m/ min	0 a 100 Ω·m		
	Temperatura	Grados Centígrados (C°)	0,5 %	3.5 m/ min	-20° a 70° C		
2DVA-1000	Inclinación y desviación	Grados sexagesimales Azimut	+/- 0,5°	5-6 m/ min	0 a 89,9 °	52-88 V 150 mA	Descendente
FLP-2492	Flujo vertical	Metros por segundo (m/s)	< 0,3 m/min	2-4-6-12 m/ min	2-70 m/min	+30 V 100 mA	Ascendente y descendente
TMM-1000	Toma muestras	Litros (l)	-	-	-	90 V 12 mA 24 mA abr/cerr	Descendente
Encoder	Profundidad	Metros (m)	0,15 %	-	0-9999	5 V	Ascendente y descendente

3.2 CÁMARA DE TV

El equipo cuenta con una cámara de TV de alta resolución, sumergible hasta 1500 m., marca C.C.V. modelo BT9600. Dispone de iluminación fría antidesvellos y un objetivo que la dota de visión axial y lateral.

También se dispone de una cámara extrafina de 45 mm, con las mismas características y funciones, Marca CCV modelo WC1750.

Todas las funciones de enfoque, giros y elección de visual (axial o lateral) se controlan desde superficie.

3.3 PARÁMETROS REGISTRADOS Y PROGRAMA DE TRABAJO

El estudio realizado consta de dos etapas, el trabajo en campo y el trabajo en gabinete.

Trabajo de Campo.- Tras estudiar los objetivos a alcanzar, conocer las características del emplazamiento y la explotación, y seleccionar las sondas a emplear en el reconocimiento; se realizaron los trabajos de campo. Los parámetros registrados en el reconocimiento del sondeo han sido los siguientes:

Registro Videográfico. Con este registro obtenemos una idea clara y sencilla de las características constructivas y del estado de conservación del sondeo. Podemos distinguir tramos filtrantes de tramos ciegos, detectar roturas en la entubación o localizar objetos caídos al sondeo, testificación directa de litología. Control de calidad.

Testificación de diámetros (caliper). El control de diámetros puede proporcionar información sobre presencia de cavidades, desplomes, etc.; lo que nos servirá para planificar adecuadamente una correcta entubación. Si el sondeo está entubado, la sonda caliper permite situar la cota de reducciones, posibles abolladuras o implosiones de la entubación.

Temperatura y conductividad del agua. El registro termométrico se realiza en sentido descendente, para obtener las medidas antes de que el movimiento de la sonda mezcle el agua y haga variar la temperatura. Las diferencias de las variaciones de la temperatura del agua a lo largo del sondeo pueden aportar datos interesantes sobre las características, procedencias e interacciones entre los distintos acuíferos perforados.

Se realiza simultáneamente el registro de conductividad eléctrica, que nos será muy útil para la detección de contaminación o identificación de acuíferos salobres. Esta conductividad se corrige a condiciones estándar (25° C).

Radiación gamma natural. El registro de rayos gamma natural (desintegración de los átomos de K, U y Th) permite distinguir materiales de alta emisión radiactiva, como las arcillas, feldspatos o micas, con alto contenido en potasio, de otros menos emisivos, como las calizas o arenas. Esta información nos ayudaría a conocer los materiales atravesados durante la perforación del sondeo. En cualquier caso, hay que tener en cuenta el efecto en la medida de varios factores como el diámetro del sondeo, densidad del lodo,...

Testificación de la desviación e inclinación. La desviación de la perforación suele deberse a causas de tipo técnico o de índole geológico. Esta inclinación puede producir dificultades para entubar y un envejecimiento prematuro de la construcción. Además un grupo de impulsión que

trabaje relativamente separado de la vertical puede ver reducida su vida útil. La sonda nos muestra valores de inclinación y azimut, con lo que podemos obtener una visión de la verticalidad del sondeo y la dirección de la desviación.

El programa de trabajo se resume en la siguiente tabla:

Tipo de sonda	Parámetro	Sentido	Día Hora	Velocidad (m/min)
TV	Registro Videográfico	Descendente	20/09/2016 11.00	Variable
ELX	Temperatura, conductividad, gamma	Descendente	20/09/2016 11.30	7
CAL	Diámetro	Ascendente	20/09/2016 12.00	7
INC	Verticalidad	Descendente	20/09/2016 12.35	7

Trabajo de Gabinete.- Se aplica el tratamiento correspondiente a los resultados obtenidos en el trabajo de campo. Éste consiste en la eliminación de errores, suavizado de curvas, cálculo y estandarización de valores, etc. Con todo esto y la información recopilada se realiza el presente informe.

El video bruto obtenido en campo es editado y transformado para que pueda ser visionado en cualquier reproductor de DVD. Además se realiza este informe escrito que muestra las conclusiones obtenidas.

Tanto la campaña en campo como el trabajo de gabinete es llevado a cabo en todo momento bajo los procedimientos de la norma ISO 9001 / ISO 14001. Estas tareas las realizan dos técnicos del departamento de Testificación Geofísica de la empresa.

4 RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO

Todos los registros se realizaron tomando como punto de referencia el brocal del sondeo que, en este caso, se eleva 500 mm sobre el suelo de la arqueta y tiene 400 mm de diámetro.

4.1 REGISTRO VIDEOGRÁFICO

El reconocimiento se realizó el día 20/09/2016 con los siguientes resultados:

El registro comienza con el enrasado de la cámara en el brocal del sondeo.

La tubería de acondicionamiento es de tipo soldadura helicoidal con orejetas tapadas. Es posible que se trate de un emboquille nuevo.

A 2,50 m se observa un empeoramiento de la entubación.

Se observa una entubación muy colmatada por precipitados y corrosión. Las incrustaciones aumentan en profundidad impidiendo discernir las características y estado de la entubación.

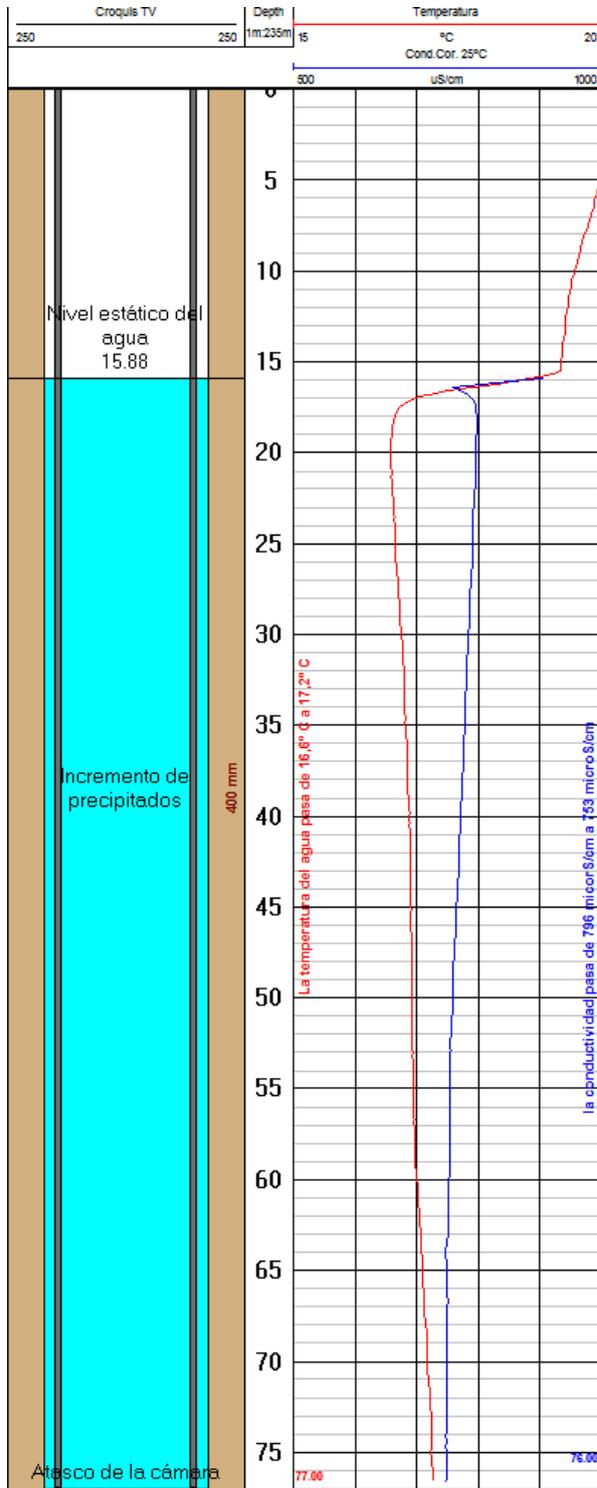
El nivel estático del agua se localiza a 15,88 m. El agua se encuentra ligeramente turbia. A partir de 32 m la turbidez aumenta en profundidad.

A partir de 40 m, aumentan las incrustaciones.

A 76,51 m la cámara no continúa descendiendo. No se observa que impide el descenso de la cámara, y se da por finalizado el reconocimiento.

4.2 REGISTRO DE TEMPERATURA Y CONDUCTIVIDAD

Figura nº 1. Diagrama de temperatura y conductividad.



El registro de temperatura y conductividad se realizó el día 20/09/2016 según el programa de trabajo.

La temperatura del agua en el nivel estático es de 16,6° C.

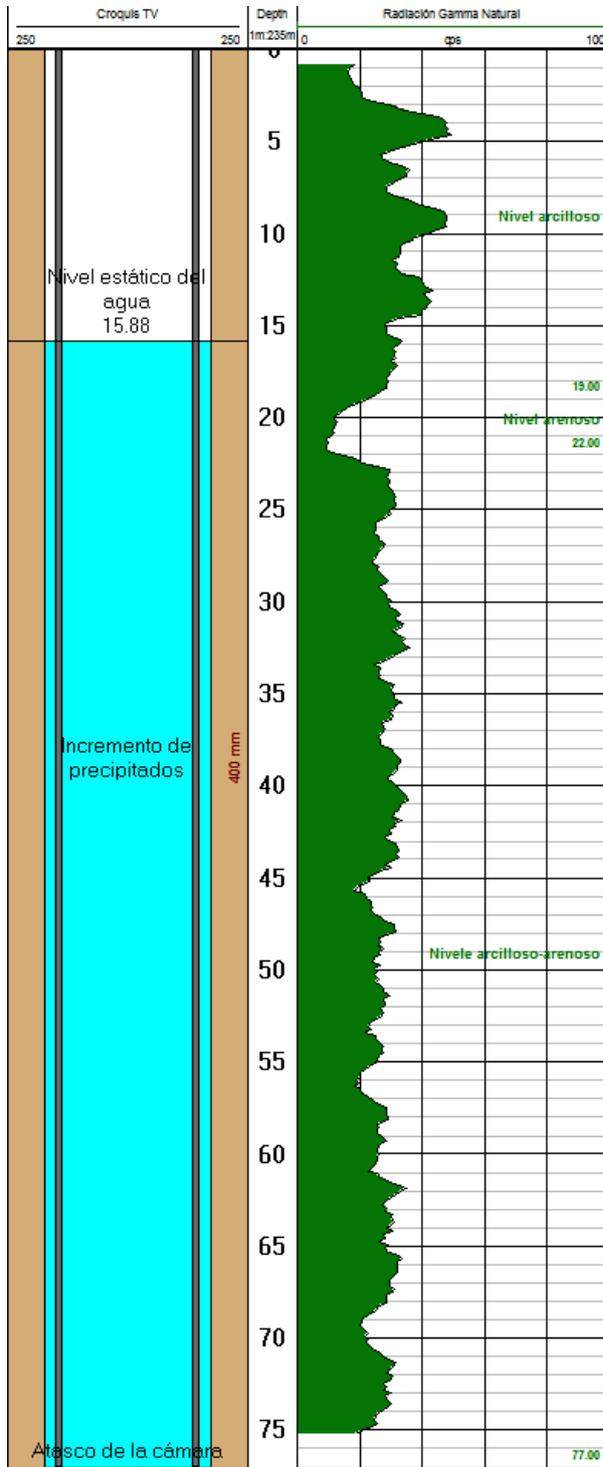
A lo largo del sondeo la temperatura aumenta lentamente y de forma sostenida hasta alcanzar 17,2° C en el fondo del sondeo.

La conductividad en el nivel estático del agua es de 769 μ S/cm.

La conductividad del agua disminuye ligeramente registrándose 753 μ S/cm en el fondo del sondeo.

4.3 REGISTRO DE RADIACIÓN GAMMA NATURAL

Figura nº 2. Diagrama de radiación gamma natural



Este registro se realizó el día 20/09/2016.

De él se extrae la siguiente información, una vez realizada las correcciones pertinentes para eliminar la atenuación producida por el fluido.

El registro obtenido es relativamente constante y los valores medidos altos. Probablemente estén asociados a materiales detríticos característicos de la zona.

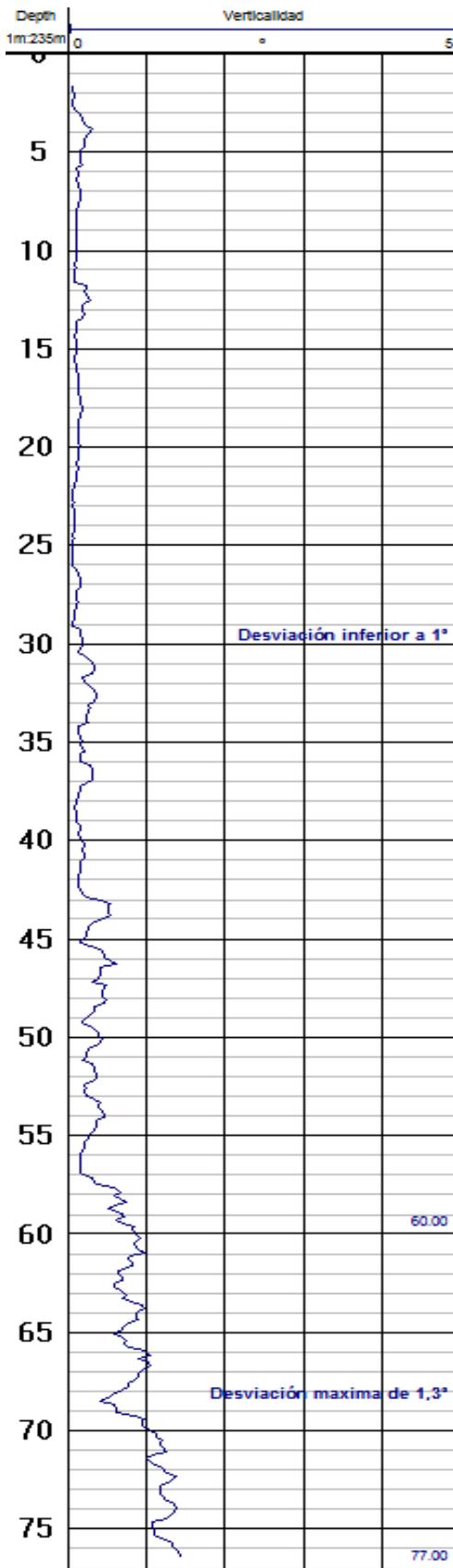
Entre 0 m y 19 m, se registran radiaciones compatibles con niveles arcillosos dentro de un contexto detrítico.

Entre 19 m y 22 m, se observa un nivel de menor radiación que se puede relacionar con un nivel arenoso.

Entre 22 m y 76 m, la radiación registrada es compatible con niveles arcilloso-arenosos.

4.4 REGISTRO DE VERTICALIDAD

Figura nº 3. Diagrama de verticalidad



Este registro se llevó a cabo el día 20/09/2016, según el programa de trabajo.

El sondeo se encuentra prácticamente vertical hasta 60 m.

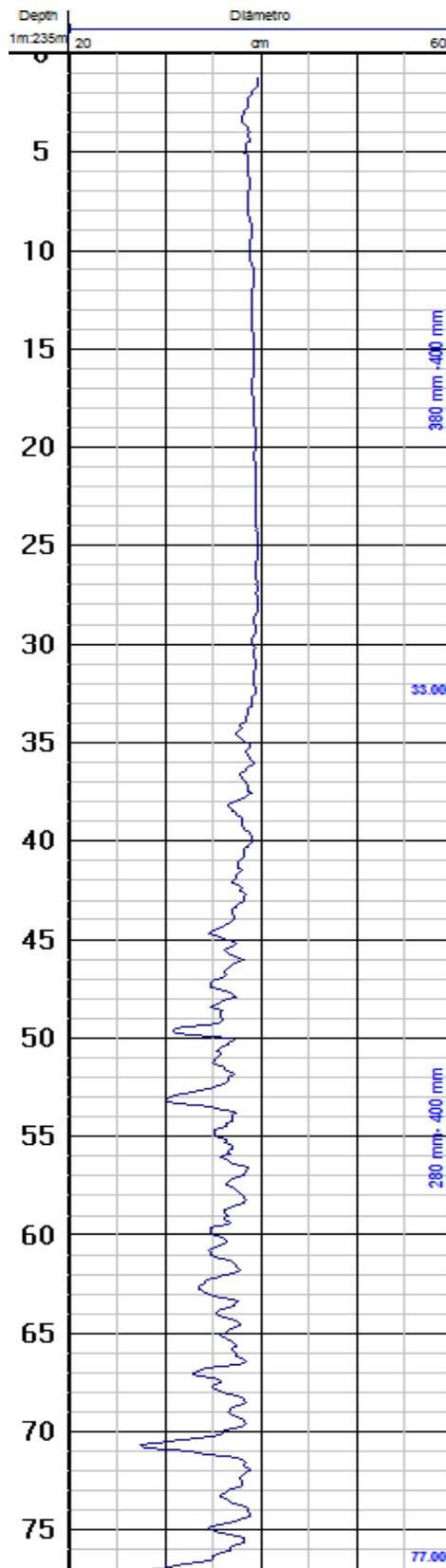
A 60 m la desviación alcanza 1°. El máximo de desviación que se alcanza es de 1,3°.

El perfil del sondeo adjunto en el anejo IV muestra la forma del sondeo suponiendo una dirección de desviación constante. De este modo el sondeo se desviaría una media de 0,2° y el extremo final del sondeo se alejaría 0,3 metros de la vertical.

La dirección de la desviación no ha podido ser medida puesto que el sondeo se encuentra acondicionado con tubería metálica y la brújula no funciona correctamente en estas condiciones.

4.5 REGISTRO DE DIÁMETROS

Figura nº 4. Diagrama de diámetros.



Este registro se llevó a cabo el 20/09/2016, según el programa de trabajo. En el registro se observan los siguientes datos:

Este reconocimiento se realiza en sentido ascendente, abriéndose las patas de la sonda en el fondo del sondeo hasta que contactan con la tubería.

Entre 0 y 33 m, se registran valores que varían entre 380 y 400 mm, correspondientes a la tubería de acondicionamiento de 400 mm de diámetro.

Entre 33 y 77 m, se registran valores que varían entre 280 mm y 390 mm, correspondientes a la tubería de acondicionamiento de 400 mm de diámetro. Se observan variaciones relacionadas con las incrustaciones y precipitaciones.

5 CONCLUSIONES

Profundidad: El reconocimiento finaliza a **76,5 m**. Según la propiedad, se cayó un equipo de impulsión hace años.

Tubería de acondicionamiento: Se trata de una tubería de acero al carbono de 400 mm de diámetro interior y soldadura helicoidal.

La tubería de acondicionamiento se mantiene en precario estado de conservación. La zona ranurada no ha podido ser identificada.

Debido a las incrustaciones y a la turbidez del agua no se puede corroborar el estado de la entubación. No se puede identificar si se encuentra rota.

Verticalidad: Según el registro realizado el sondeo se encuentra desviado de la vertical una media de **0,2°**. La máxima inclinación registrada es de 1,3° en el fondo del sondeo. En el anejo IV se puede observar el perfil del sondeo suponiendo un azimut constante.

Diámetros: El diámetro de la columna de entubación es de **400 mm**. La pérdida de diámetro a partir del metro 33 se puede interpretar, por la acumulación de incrustaciones y precipitados en la entubación.

Calidad y Nivel Estático del Agua: Se localiza a **15,88 m** de profundidad. El agua se muestra ligeramente turbia. La turbidez aumenta en profundidad.

En el nivel estático del agua, la conductividad registrada es de 796 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y la temperatura de 16,6° C. La conductividad del agua disminuye en el sondeo, terminado éste con 753 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La temperatura del agua asciende en el sondeo, terminando éste con 17,2° C. El registro de temperatura y conductividad no muestra ninguna inflexión a lo largo del reconocimiento.

Litología: El registro gamma natural indica unos materiales arcillosos y algún nivel arenoso, que se puede relacionar con las zonas más productivas, como la señalada entre 19 m y 22 m.

Conclusiones: El estado de la entubación esta en **precario estado de conservación** debido a la corrosión y las incrustaciones.

La **corrosión** consiste en el ataque físico-químico a los materiales metálicos del sondeo, tanto tubería como instalaciones, induciendo su eliminación, tanto superficial o localizada, debido a descompensaciones físico- químicas de las aguas, materiales metálicos de distinta naturaleza incluidos en la instalación, etc, que originan procesos de pares galvánicos y reacciones de tipo redox.

La **incrustación** consiste en la deposición de sales procedentes del agua, de los elementos introducidos en la perforación o de colonias bacterianas, tanto en los filtros como en el resto de los elementos sumergidos del sondeo.

La presencia de incrustaciones en las captaciones produce los siguientes efectos:

- Reduce la zona filtrante, lo que implica una disminución de caudal de entrada, junto con arrastres de arenas y limos que se producen durante la explotación. Este último fenómeno tiene su explicación en el aumento de la velocidad de penetración del agua al pozo.
- Disminuye la sección de las tuberías de revestimiento e impulsión, lo que aumenta las pérdidas de carga del bombeo.
- Estas pérdidas de carga influyen en el aumento de la energía necesaria para elevar el agua, junto con los efectos negativos que se producen en los niveles y en los rendimientos de las bombas que se encuentran en estos sondeos.

La composición química de los acuíferos captados influye en los procesos anteriormente descritos. Las aguas duras provocan incrustaciones de tipo calcáreo y en el caso de que también exista corrosión de la tubería, vienen acompañadas por incrustaciones ferruginosas.

La instalación de la bomba fuera del entubado aumenta el riesgo de que se produzcan roturas en el cableado eléctrico y que algún desprendimiento de roca pueda inutilizar el equipo de elevación y/o atascar la impulsión en el sondeo.

Recomendaciones: Se recomienda la entubación del sondeo hasta donde sea posible para garantizar una explotación fiable y sin riesgos para el equipo de impulsión y su correspondiente tubería de impulsión. La entubación del sondeo se realizaría mediante un diámetro de columna inferior al mínimo actual, por lo que se compromete una disminución del diámetro útil.

Posteriormente, se recomienda el desarrollo químico del sondeo mediante ácido sulfámico para eliminar los precipitados e incrustaciones del ranurado del sondeo, que según la información previa se encuentra por debajo de la cota reconocida.

Ante la dificultad que entraña estas operaciones debido a la ubicación del sondeo, otra posibilidad es la ejecución de un nuevo sondeo que sustituya al actual.

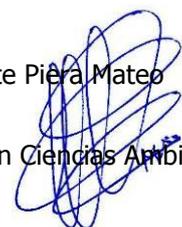
Miguel Trigueros Muñoz

Licenciado en Ciencias Ambientales



Jose Vicente Piñera Mateo

Licenciado en Ciencias Ambientales



6 ANEJOS

Anejo I: Disco DVD con una copia del reconocimiento videográfico

Anejo II: Fotografías del reconocimiento

Anejo III: Diagrafías normalizadas

Anejo IV: Perfil del sondeo

Anejo V: Resumen de trabajos realizados

Anejo I: Disco DVD con una copia del reconocimiento videográfico

Anejo II: Fotografías del reconocimiento



Enrasado al brocal, 0 m



Estado de la entubación, 2,64 m



Nivel estático del agua, visto desde 15,32 m



Agua ligeramente turbia, 17,64 m



Aumenta la turbidez del agua, 35,30 m



Aumento de incrustaciones, 45,94 m



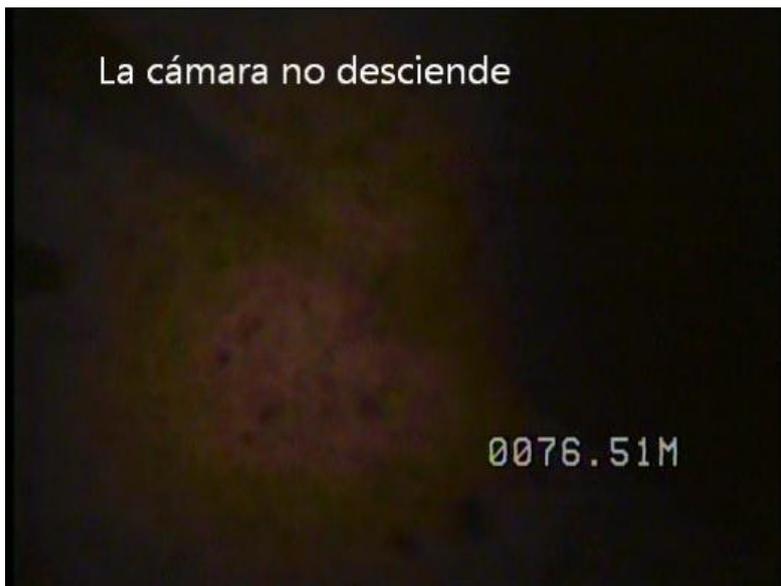
Incrustaciones y cascarillas, 53,95 m



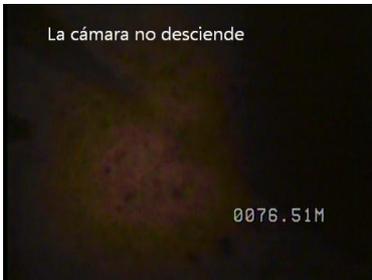
Precipitados, 30,73 m



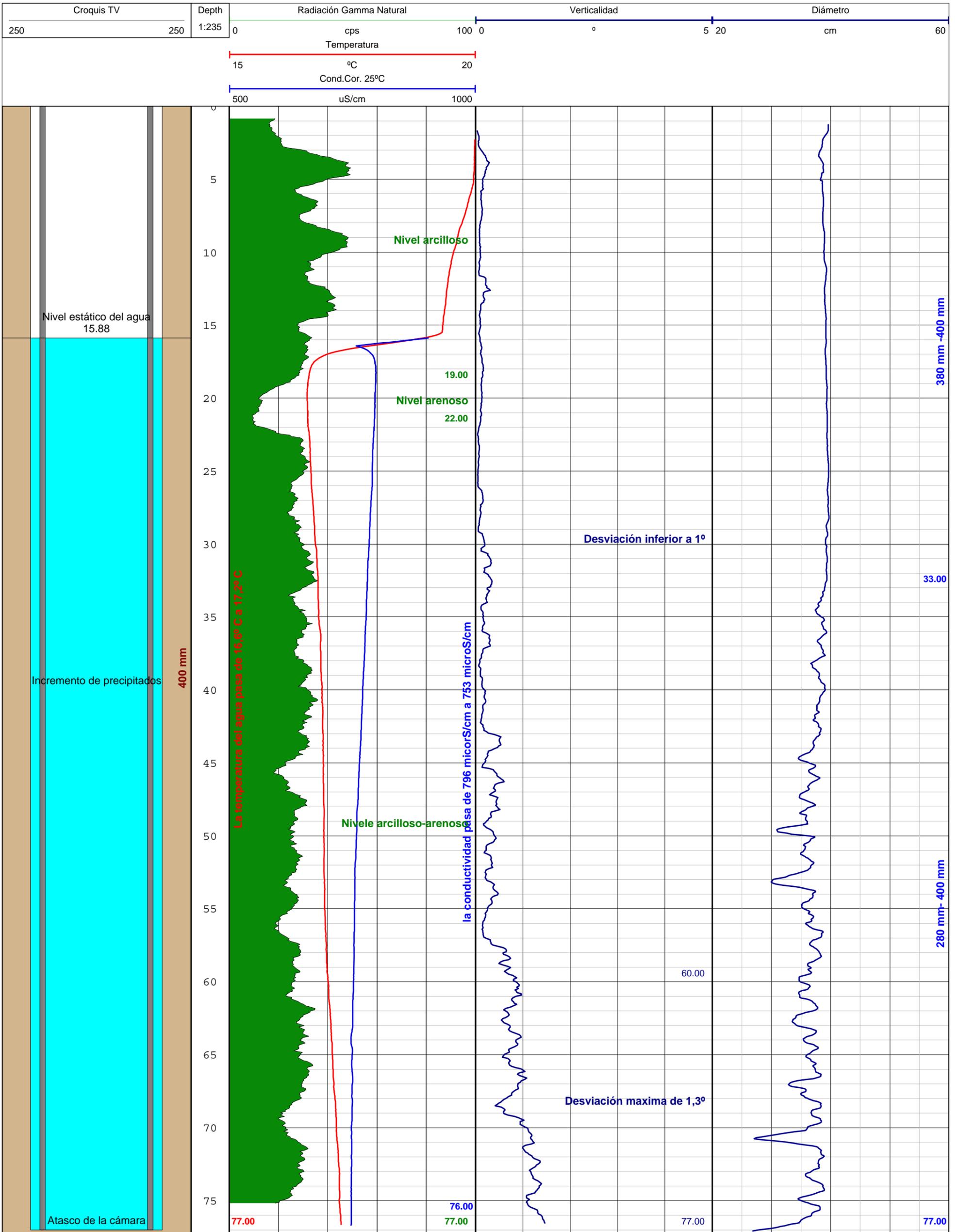
Aumento de turbidez y partículas en suspensión, 67,26 m



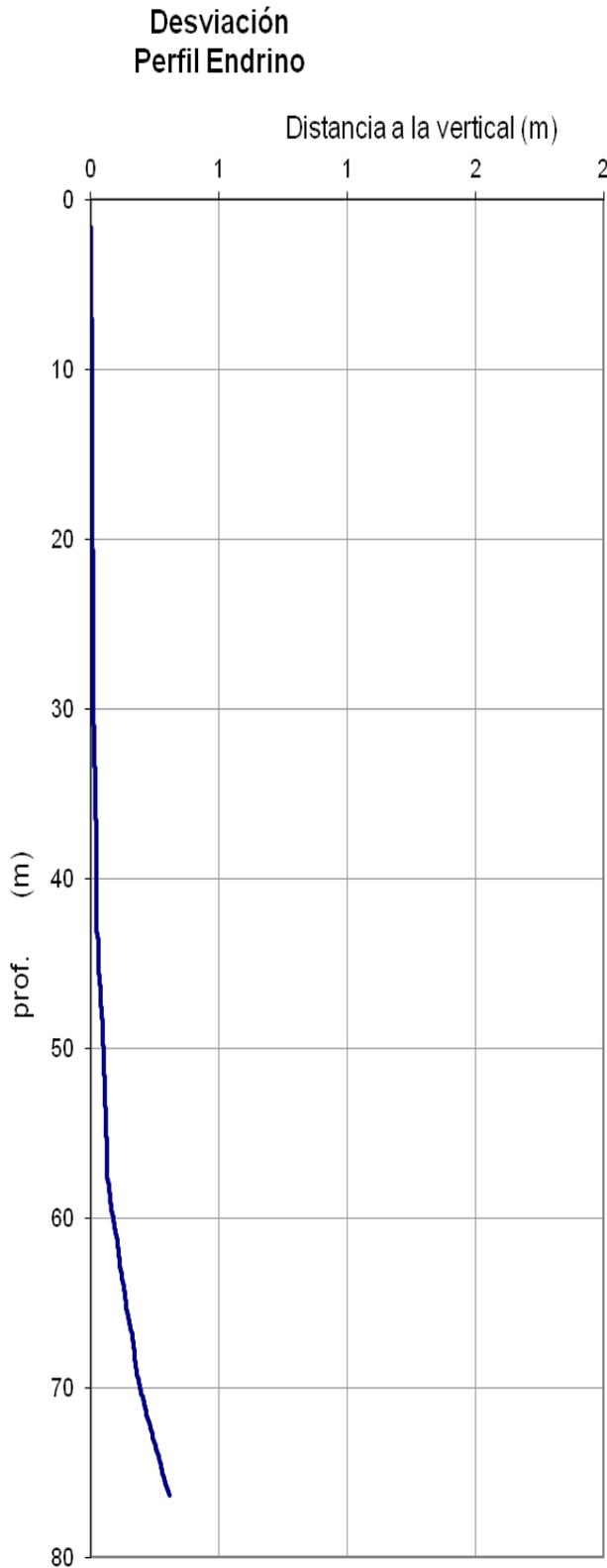
Atasco de la cámara. No desciende la cámara. Visto desde 76,51 m



Anejo III. Diagramas del reconocimiento



Anejo IV: Perfil del sondeo



Sondeo ENDRINO
desviación horizontal (m) 0,3
profundidad real/registrada (m) 76,3 76,5
desviación media ° 0,2

Anejo V: Resumen de los registros realizados

Desplazamiento del equipo hasta el sondeo	1
Redacción de informe	1
Registro videográfico	76,5 m
Sonda temperatura y conductividad	76,5 m
Sonda gamma natural	76,5 m
Sonda de verticalidad	76,5 m
Sonda de diámetros	76,5 m