



Testificación Geofísica Depresión de Benissa



Sondeos Martínez, s.l.

“Utilización de técnicas hidrogeoquímicas para la determinación del funcionamiento de acuíferos carbonatados litorales. Aplicación al acuífero de la Depresión de Benissa (Alicante)”

junio de 2006

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN

- 1.1 PRESENTACIÓN
- 1.2 OBJETIVOS
- 1.3 MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO
- 1.4 EQUIPO Y METODOLOGÍA DE LA INSPECCIÓN

2 SONDEO PINOS-MARISA (Benissa) (3032-7-0051)

- 2.1 ANTECEDENTES
- 2.2 SITUACIÓN GEOGRÁFICA
- 2.3 PROGRAMA DE TRABAJO
- 2.4 RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO
 - 2.4.1 Calidad del agua (temperatura y conductividad)
 - 2.4.2 Registro de la radiación gamma natural
 - 2.4.3 Registro de flujos verticales
 - 2.4.4 Toma de muestras
- 2.5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS
- 2.6 CONCLUSIONES

3 SONDEO MARÍA-SALITRE (Calpe) (3033-3-0028)

- 3.1 ANTECEDENTES
- 3.2 SITUACIÓN GEOGRÁFICA
- 3.3 PROGRAMA DE TRABAJO
- 3.4 RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO
 - 3.4.1 Calidad del agua (temperatura y conductividad)
 - 3.4.2 Registro de flujos verticales
 - 3.4.3 Registro de la radiación gamma natural
 - 3.4.4 Registros eléctricos
 - 3.4.5 Toma de muestras
- 3.5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS
- 3.6 CONCLUSIONES

4 SONDEO SOLANA (Benissa) (3032-7-0033)

- 4.1 ANTECEDENTES
- 4.2 SITUACIÓN GEOGRÁFICA
- 4.3 PROGRAMA DE TRABAJO
- 4.4 RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO
 - 4.4.1 Calidad del agua (temperatura y conductividad)
 - 4.4.2 Registro de flujos verticales
 - 4.4.3 Registro de la radiación gamma natural
 - 4.4.4 Toma de nuestras
- 4.5 ANÁLISIS DEL LOS RESULTADOS
- 4.6 CONCLUSIONES

5 SONDEO JALÓN (Jalón) (2032-6-0076)

- 5.1 ANTECEDENTES
- 5.2 SITUACIÓN GEOGRÁFICA
- 5.3 PROGRAMA DE TRABAJO
- 5.4 RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO
 - 5.4.1 Calidad del agua (temperatura y conductividad)
 - 5.4.2 Registro de la radiación gamma natural
 - 5.4.3 Toma de nuestras
- 5.5 ANÁLISIS DEL LOS RESULTADOS
- 5.6 CONCLUSIONES

6 SONDEO CASAS DE BENICAMBRA (Teulada) (3032-8-0033)

- 6.1 ANTECEDENTES
- 6.2 SITUACIÓN GEOGRÁFICA
- 6.3 PROGRAMA DE TRABAJO
- 6.4 RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO
 - 6.4.1 Calidad del agua (temperatura y conductividad)
 - 6.4.2 Registro de flujos verticales
 - 6.4.3 Registro de la radiación gamma natural
 - 6.4.4 Registros eléctricos

6.4.5 Toma de nuestras

6.5 ANÁLISIS DEL LOS RESULTADOS

6.6 CONCLUSIONES

7 ANEJOS

7.1 ANEJO SONDEO PINOS-MARISA (3032-7-0051)

7.1.1 Diagrafías originales del sondeo

7.1.2 Diagrafías enfrentadas

7.1.3 Croquis de construcción del sondeo. estratigrafía y diámetros de perforación y entubación

7.1.4 Fotografías de la zona de estudio

7.2 ANEJO SONDEO MARÍA-SALITRE (3033-3-0028)

7.2.1 Diagrafías originales del sondeo

7.2.2 Diagrafías enfrentadas

7.2.3 Croquis de construcción del sondeo. estratigrafía y diámetros de perforación y entubación

7.2.4 Fotografías de la zona de estudio

7.3 ANEJO SONDEO SOLANA (3032-7-0033)

7.3.1 Diagrafías originales del sondeo

7.3.2 Diagrafías enfrentadas

7.3.3 Croquis de construcción del sondeo. estratigrafía y diámetros de perforación y entubación

7.3.4 Fotografías de la zona de estudio

7.4 ANEJO SONDEO JALÓN (3032-6-0076)

7.4.1 Diagrafías originales del sondeo

7.4.2 Diagrafías enfrentadas

7.4.3 Croquis de construcción del sondeo. estratigrafía y diámetros de perforación y entubación

7.4.4 Fotografías de la zona de estudio

7.5 ANEJO SONDEO CASA DE BENICAMBRA (3032-8-0033)

7.5.1 Diagrafías originales del sondeo

7.5.2 Diagrafías enfrentadas

7.5.3 Fotografías de la zona de estudio

1 INTRODUCCIÓN

1.1 PRESENTACIÓN

El presente documento constituye el informe final de los trabajos de testificación realizados en cinco sondeos situados en la Depresión de Benisa, por encargo de Tecnología y Recursos de la Tierra S.A. para su integración en el estudio denominado "Utilización de técnicas hidrogeoquímicas para la determinación del funcionamiento de acuíferos carbonatados litorales. Aplicación al acuífero de la Depresión de Benisa (Alicante)", que dicha empresa lleva a cabo para el Instituto Geológico y Minero de España.

Los registros han sido realizados por Sondeos Martínez S.L. entre los días 5 a 12 de junio de 2006, bajo la supervisión de técnicos de Tecnología y Recursos de la Tierra S.A. y del Instituto Geológico y Minero de España. Con los datos registrados se ha llevado a cabo el procesado e interpretación, lo que ha permitido la elaboración final del presente informe de resultados.

1.2 OBJETIVOS.

Los objetivos del presente estudio son:

- ✓ Verificar las características litológicas de los terrenos atravesados durante la perforación para localizar los tramos que pueden comportarse como niveles acuíferos.
- ✓ Conocer las posibles variaciones de la calidad del agua a lo largo de la columna en régimen estático.
- ✓ Determinar la posición de los posibles pasos de agua en condiciones estáticas y los movimientos de flujo vertical del sondeo.
- ✓ Tomar muestras de agua a diferentes profundidades para realizar un análisis químico de la misma.
- ✓ Analizar los resultados obtenidos, relacionando los pasos de agua localizados con los cambios de conductividad y temperatura detectados en régimen estático. Estudiar los parámetros eléctricos teniendo en cuenta las diagráfias de calidad del agua.

1.3 MARCO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

La zona de estudio se sitúa en la Cuenca Hidrográfica del Júcar. Como se muestra en el libro de las Aguas Subterráneas de la Comunidad Valenciana se halla en el complejo Sistema Acuífero 50.1 Zona Norte. Prebético de Valencia-Alicante (ver figura nº 1, Subsistema Peñón-Montgó-Bernia-Benisa). Los sondeos objeto del presente estudio se ubica en el acuífero Depresión de Benisa-Plana de Javea, a excepción del sondeo Jalón que lo hace en el acuífero de Carrascal-Ferrer.

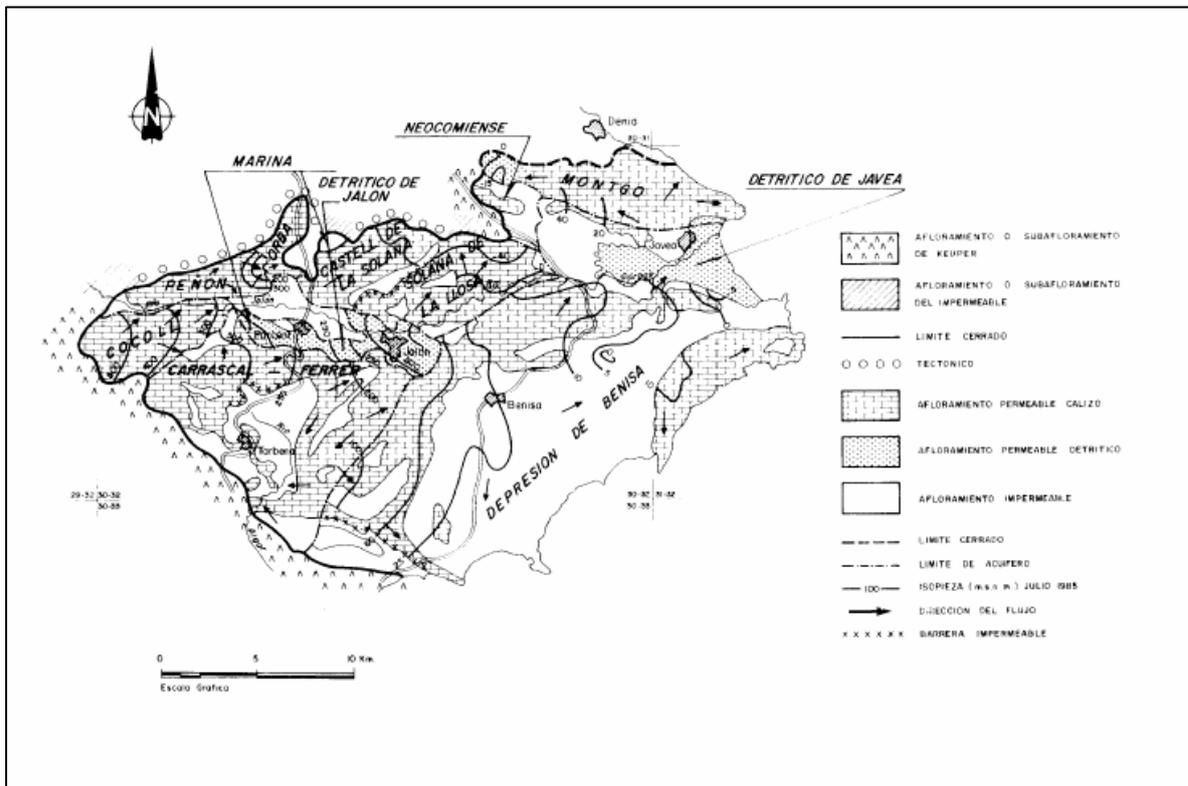


Figura 1. Subsistema Peñón-Montgó-Bernia-Benisa

El subsistema depresión de Benisa-Plana de Javea está ubicado en el sector nororiental de la provincia de Alicante y presenta una extensión próxima a 180 km², en los que se encuentran comprendidos total o parcialmente los términos municipales de Benisa, Calpe, Teulada, Senija, Benitachell, Gata de Gorgos y Jávea.

El límite occidental incluye la Sierra de Toix y el oriental está definido por el mar Mediterráneo.

El subsistema comprende un acuífero carbonatado cretácico que aflora parcialmente en los principales relieves y queda cubierto bajo las depresiones por sedimentos terciarios y cuaternarios y otro acuífero detrítico cuaternario que constituye el valle bajo del río Gorgos, en Jávea.

La depresión de Benisa está constituida por un potente relleno de materiales miocenos (cerca de los 1.000 m), bajo los cuales se desarrolla un auténtico embalse subterráneo ubicado fundamentalmente en las calizas arrecifales del Oligoceno, y cuya potencia es superior a los 200 m. Estas calizas afloran en la Sierra del Toix buzando siempre hacia el este.

Constituyen asimismo niveles acuíferos importantes las calizas del Cretácico Inferior y del Cenomanense-Turonense. Las calizas del Eoceno carecen de interés dada la violencia de la tectónica que las afecta.

Se desconoce con exactitud las relaciones de las calizas del Oligoceno con las del Cretácico Inferior y Superior, pero es muy probable que tales comunicaciones existan, ya que entre dichas calizas no hay niveles impermeables suficientes que las independicen y por lo tanto se trataría de un acuífero único de más de 500 m. de espesor. El impermeable de base está constituido por el Neocomiense margoso y margocalizo.

Los materiales miocenos son impermeables, en general, a excepción de unas calcarenitas situadas en la base del relleno de la depresión.

La alimentación proviene fundamentalmente de la infiltración directa del agua de lluvia sobre los materiales permeables (45 km²). Mientras que las principales descargas se realiza de forma natural por salidas laterales al mar Mediterráneo, mediante manantiales subacuáticos y transferencia lateral subterránea. Junto con la explotación de las aguas subterráneas parece que se completan las descargas de este acuífero.

El **sondeo Jalón** se encuentra en el subsistema acuífero de Carrascal-Ferrer ubicado en el sector nororiental de la provincia de Alicante y se extiende por las sierras del Carrascal de Parcent, del Ferrer y de Bernia, con una superficie de 90 km².

La única población situada dentro de él es Tárben, encontrándose en sus límites las de Benichembla, Parcent y Jalón, al norte y Bolulla al sur.

La máxima cota topográfica corresponde al vértice de Bernia (1.129 m.) y la mínima al río Algar (unos 200 m.s.n.m.) en las proximidades del Trías de Altea.

Dentro del subsistema se localizan las cabeceras de los ríos Bolulla y Algar.

Las formaciones acuíferas corresponden fundamentalmente a las calizas pararecificales del Aptiense-Albiense, a las calizas del Turoniense y a las calizas biodetríticas del Chatiense-Aquitaniense. La potencia global de las mismas supera los 600 m. Como impermeable de base se encuentran las margas y margocalizas del Neocomiense.

También constituyen acuíferos las areniscas basales de la potente serie margosa del Mioceno.

La complejidad tectónica que caracteriza a este sector y la escasez de puntos de agua representativos, dificultan enormemente la delimitación precisa del subsistema. A grandes rasgos, los límites del mismo son: por el norte las margas neocomienses que no llegan a aflorar, y el Trías de Benichembla-Alcalalí; por el este el límite viene a coincidir con una serie de anticlinales con núcleo margoso del Neocomiense, si bien, puede existir conexión con el subsistema acuífero de la Depresión de Benissa; por el sur y suroeste, finalmente, queda limitado con el Trías de Altea y su prolongación por Bolulla, quedando en su extremo noroeste un posible pasillo de interconexión hidráulica con el acuífero de la Sierra del Cocoll o de Castell de Castells, perteneciente al subsistema acuífero Peñón-Castell de la Solana-Montgó.

El agua subterránea utilizada en este subsistema se destina al regadío y para el abastecimiento de una población. También las fuentes del Algar son empleadas para consumo urbano y regadío.

1.4 EQUIPO Y METODOLOGÍA DE LA INSPECCIÓN

El estudio se ha llevado a cabo con un equipo de testificación geofísica marca Robertson Geologging, modelo LOGGER SYSTEM II (PCL2).

Todos los equipos van montados sobre una furgoneta marca Renault, modelo master 100. 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 al conjunto del equipo con una autonomía de 15 horas.

Además de las sondas, el equipo de testificación cuenta con un cabrestante con 1000 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 3ACS. Registra el diámetro del sondeo con un error inferior a +/- 5 mm. Su rango de medidas va de 40 a 812 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 modelo ELXG. Registra el potencial espontáneo (desde -1V a +1V), la resistencia puntual, la resistividad normal corta de 16" y larga de 64" en un rango entre 1 y 10000 $\Omega \cdot m$ y la radiación gamma natural mediante un detector de cristal de Ioduro de Sodio con impurezas de Talio.
- ✓ Sonda de calidad modelo TCDS. Registra la conductividad en un rango entre 50 y 50000 $\mu S/cm$. y con un error de +/- 2,5% a 500 $\mu S/cm$. Además determina la temperatura en un rango entre 0 y 70° y con un error de +/- 0,5° C.
- ✓ Sonda inclinómetro modelo DVS-2
- ✓ Sonda Flowmeter modelo HRFM. Registra los diferentes flujos verticales en el interior del sondeo.

En el cuadro siguiente se resume las características de las sondas.



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

Sonda	Parámetro	Unidades	Error	Velocidad	Rango	Corriente	Dirección de medida
3ACS Cáliper (5268)	Diámetro del sondeo	Milímetros (mm)	+/- 5 mm	7 m/min	40 a 710 mm	90 V 12 mA 24 mA abr/cerr	Ascendente
ELXG (4971)	Potencial espontáneo SP	miliVoltios (mV)		3.5 m/ min	-1 V a +1V	90 V 44.0 mA	Ascendente
	Resistencia monoelectródica SPR	Ohmios (Ω)		3.5 m/ min	1 a 10000 Ω		
	Resistividad 16" y 64" RN 16 y RN 64	Ohmios x metro ($\Omega \cdot m$)		3.5 m/ min	1 a 10000 $\Omega \cdot m$		
	Gamma natural	CPS		3.5 m/ min	Energías mayores de 60keV		
TCDS (5158)	Conductividad	Microsiemens / centímetro ($\mu S/cm$)	+/- 2,5% a 500 $\mu S/cm$	3.5 m/ min Por el gamma (5)	50 a 50000 $\mu S/cm$	90 V 28 mA	Descendente
	Temperatura	Grados Centígrados ($^{\circ}C$)	+/- 0,5 $^{\circ}C$	3.5 m/ min Por el gamma (5)	0 a 70 $^{\circ}$ C		
	Gamma natural	CPS		3.5 m/ min	Energías mayores de 60keV		
DVS-2 (5362)	Inclinación	Grados sexagesimales	+/- 1 $^{\circ}$	5-6 m/ min	0 a 180 $^{\circ}$	90 V 16 mA	Ascendente
HRFM (1501)	Flujo vertical	Metros por segundo m/s	0,1 RPM	4-6 m/ min	0,1 a 6000 RPM	90 V 100 mA	Ascendente y descendente
TMS (5268)	Toma muestras	Metros de profundidad	0,01 m	20 m/min	0-1000 m	90 V 136 mA	-

Cámara de TV

El equipo cuenta con una cámara de TV de alta resolución, sumergible hasta 1500 m., marca Robertson Geologing. Dispone de iluminación fría antidestellos y un objetivo que la dota de visión axial y lateral.

2 SONDEO PINOS-MARISA (Benissa) (3032-7-0051)

2.1 ANTECEDENTES

A petición de Tecnologías y Recursos de la Tierra S.A., SONDEOS MARTÍNEZ S.L. ha realizado, con fecha 5 de junio de 2006, el reconocimiento geofísico e informe del sondeo situado en el término municipal de Benissa, con el fin de determinar los diferentes parámetros geofísicos, conocer las características constructivas y las posibles variaciones de la calidad del agua, así como los movimientos verticales del agua dentro del sondeo.

Este sondeo lo realizó la Excm. Diputación Provincial de Alicante entre el 14 de enero y el 18 de junio de 1999, mediante el sistema de percusión. Se realizó un aforo con un caudal de 70 l/s y depresión de 11 metros. Según el "Inventario de Puntos Acuíferos, sondeo 3032-7-0051" del IGME, sus características son las siguientes (ver ANEJO 7.1.3: croquis del sondeo):

Profundidad: 460 m

Diámetros de perforación:

De 0 a 170 m: 600 mm

De 170 a 460 m: 490 mm

Entubación:

De 0 a 170 m: Tubería de chapa de acero de 500 mm de diámetro nominal interior y 6 mm de grosor.

De 165 a 454 m: Tubería de chapa de acero de 400 mm de diámetro nominal interior y 6 mm de grosor.

De 454 a 460 m: Tubería de chapa de acero de 400 mm de diámetro nominal interior y 8 mm de grosor.

Zonas filtrantes (niveles productivos):

De 416 a 420 m, pérdida de lodos.

De 453 a 454 m, pérdida de lodos.

De 456 a 457 m. pérdida de lodos.

Ranurado:

De 382 a 457 m.

Columna litológica:

De 0 a 16 m: Calizas Blancas Biodetríticas.

De 16 a 20 m: Calizas beig biodetríticas.

De 20 a 26 m: Calizas beig y calizas grises.

De 26 a 43 m: Calizas marfil.

De 43 a 82 m: Calizas beig biodetríticas.

De 82 a 102 m: Calizas blancas.

De 102 a 110 m: Calizas beig biodetríticas.

De 110 a 146 m: Calizas blancas.

De 146 a 163 m: Calizas beig biodetríticas más 30 % caliza gris.

De 163 a 184 m: calizas gris claro.

De 184 a 265 m: Calizas blancas.

De 265 a 295 m: Calizas beig.



- De 295 305 m: Calizas marrones muy fisuradas y cuarteadas.
- De 306 a 332 m: Calizas grises.
- De 332 a 357 m: Margocalizas.
- De 357 a 385 m: Margas petrificadas.
- De 385 a 400 m: Calizas ocre con un 30 % de margas petrificadas.
- De 400 a 412 m: Calizas ocre con margocalizas.
- De 412 a 415 m: Calizas ocre muy fragmentadas con presencia de caliza gris.
- De 415 a 431 m: Calizas ocre más compactas, con presencia de margocaliza gris.
- De 431 a 446 m: Caliza marrón con veteado arcilloso.
- De 446 a 458 m: Caliza marrón con un 20 % de caliza gris.
- De 458 a 460 m: Caliza gris.

Nivel estático (septiembre de 2001):
347,07 metros.

2.2 SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo está emplazado en el término municipal de Benissa y, según los datos tomados en campo, sus coordenadas U.T.M. son las siguientes:

X U.T.M.: 759.331 m

Y U.T.M.: 4.284.210 m

COTA: 364 m

El sondeo se encuentra junto a la carretera CV-749 que une Benissa y Jálón. Una vez atravesadas las casas de Pinos, después de 4 km se encuentra el sondeo a la izquierda.

En la figura nº 2 se muestra la situación geográfica de este sondeo.



Figura nº 2.

2.3 PROGRAMA DE TRABAJO

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

Trabajo de Campo.- Los parámetros registrados en el reconocimiento del sondeo han sido los siguientes:

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. Este registro se puede obtener por medio de dos sondas diferentes, la eléctrica o la de temperatura y conductividad. El registro de rayos gamma permite distinguir materiales de alta emisión radiactiva, como las arcillas, feldespatos o micas, con alto contenido en potasio, de otros menos emisivos, como las calizas o arenas. Esta información nos ayudara 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,...

Flujos verticales naturales (Flowmeter). Esta testificación tiene por objetivo la detección de los flujos verticales en el interior de los sondeos. Con este registro pueden identificarse las interrelaciones entre los distintos acuíferos captados. Las mediciones se realizarán en régimen estático y son imprescindibles para determinar la posición de los "pasos de agua", los cuales se asocian a cambios de flujo.

El funcionamiento de esta sonda se basa en la introducción de un micromolinete en el sondeo cuyo ratio de giro, consecuencia del movimiento vertical (ascendente o descendente) de la sonda y del posible flujo existente en el sondeo, es registrado a lo largo del sondeo. De esta forma, si la sonda desciende por el sondeo, un aumento en el ratio registrado con respecto al ratio correspondiente a flujo nulo indicará la existencia de un flujo ascendente.

En la práctica se realizan registros ascendentes y descendentes que, comparados, nos permiten distinguir variaciones causadas realmente por la existencia de flujos verticales de otras posibles variaciones con otras causas. También es costumbre realizar al menos dos pasadas con diferentes velocidades de descenso o ascenso de la sonda para disponer de información más detallada.

Los registros obtenidos con esta sonda requieren un procesado posterior para obtener un gráfico que permita un análisis de los resultados teniendo en cuenta los condicionantes anteriormente citados.

El modo de proceder consiste en disponer los registros correspondientes al ascenso y descenso a una misma velocidad en el mismo gráfico, de tal forma que se superpongan los valores correspondientes a flujo nulo.

De esta manera y de modo general, podremos interpretar que existe flujo cuando ambos registros se separen de forma simétrica y divergente y que no existe

flujo dentro del rango de sensibilidad de la sonda cuando ambos registros transcurran de manera paralela o se solapen.

Como en este trabajo disponemos de dos registros a diferente velocidades es posible, mediante una regresión lineal, extrapolar la información obtenida para cada punto y determinar a qué velocidad de trabajo el micromolinete no giraría y por tanto cual es la velocidad de flujo.

De esta manera construimos un gráfico que representa la velocidad del flujo en cada punto del sondeo.

Sonda toma muestras. Esta sonda nos permite obtener una muestra de agua de dos litros a una profundidad determinada. De esta forma podemos conocer la calidad y composición del agua a una profundidad fijada con anterioridad. Las muestras tomadas se transportan en envases estériles para evitar una posible contaminación.

Programa de trabajo

Tipo de sonda	Parámetro	Sentido	Día Hora	Velocidad (m/min)
TCDS	Temperatura y conductividad. Gamma natural	Descendente	05/06/2006 11:24- 14:08	4,00
HRMF	Flujos Verticales	Ambos	05/06/2006 15:30- 17:30	3 y 6
TMS	Toma Muestras	-	27/10/2005 12:10- 14:40	10,00

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.

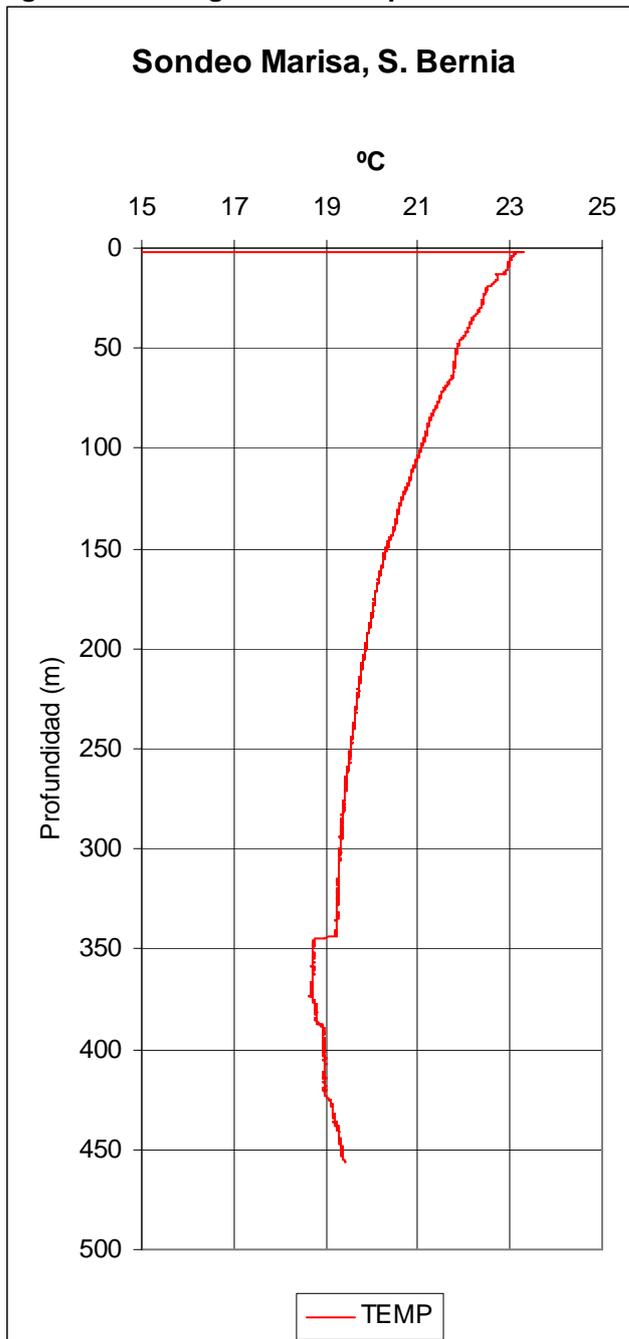
Además se realiza este informe escrito que muestra las conclusiones obtenidas.

2.4 RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO

Todos los registros se realizaron tomando como punto de referencia el brocal del sondeo que, en este caso, se eleva 210 mm sobre el nivel del suelo. Las mediciones se realizaron con una temperatura exterior de 33° C.

2.4.1 Calidad del agua (temperatura y conductividad)

Figura nº 3. Diagrafía de temperatura.



El registro de temperatura y conductividad se realizó el día 5 de junio de 2006 según el programa de trabajo.

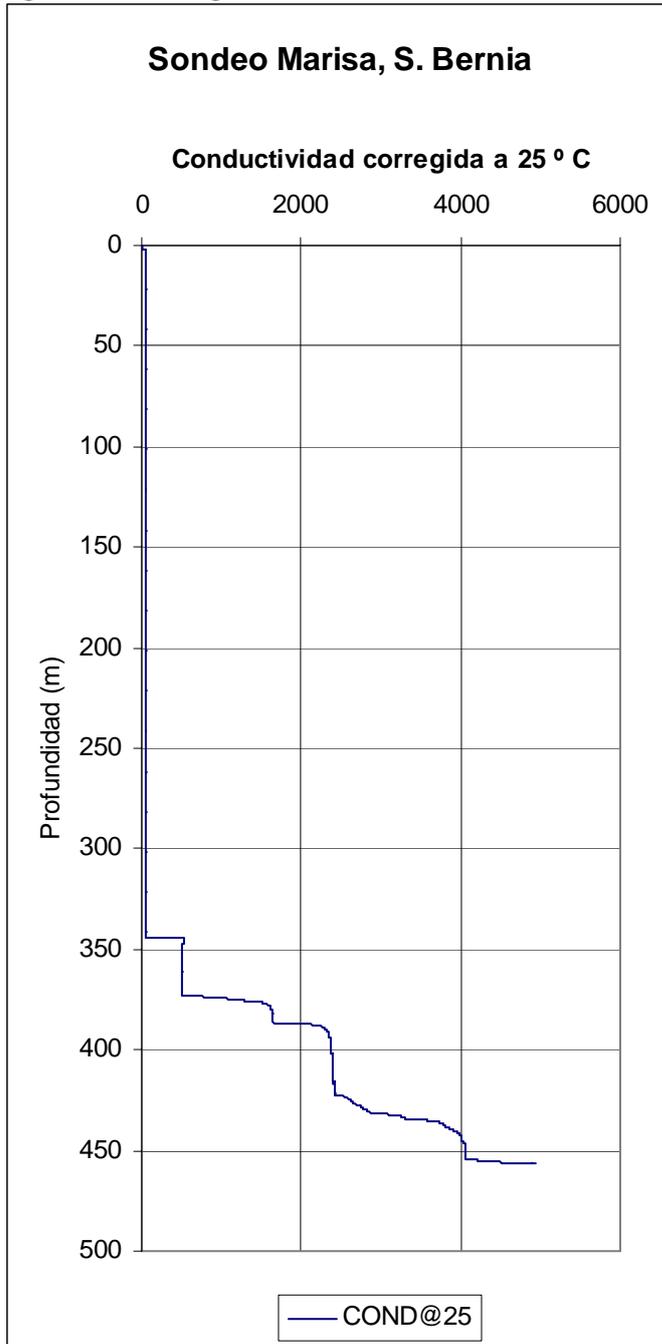
De la información recogida en la diagrafía de temperatura (figura 3) podemos concluir que existen dos zonas diferentes en este sondeo.

En la primera de ellas la temperatura desciende desde los 23,3 °C en superficie hasta los 19,1 °C en el metro 344 y corresponde a la zona no saturada.

En la segunda de ellas la temperatura desciende progresivamente desde los 18,7 °C en la superficie del agua hasta los 19,3 °C en el fondo del sondeo, a 454 m de profundidad. Esto supone un gradiente térmico de 0,54 °C/100 m

En el tramo saturado se detectan ligerísimas variaciones puntuales (de menos de 0,1 °C) en los metros 373, 386 y 422.

Figura nº 4. Diagrama de conductividad.



En la figura 4 se representa la conductividad del agua en el sondeo correspondiendo la línea azul a la conductividad corregida a condiciones estándar (25° C).

Hasta los 344 metros no se obtienen valores de conductividad lo que confirma la situación del nivel estático a esta profundidad.

Durante los primeros 29 metros desde el nivel estático la conductividad se mantiene estable en valores alrededor de 500 µS/cm.

En el metro 373 se registra un aumento brusco de la conductividad llegando ésta hasta valores de 1700 µS/cm a 386 m.

En el metro 386 se detecta otra variación brusca de la conductividad aumentando hasta los 2400 µS/cm a 393 m.

Entre 393 y 422 la conductividad permanece estable entre 2400 y 2500 µS/cm.

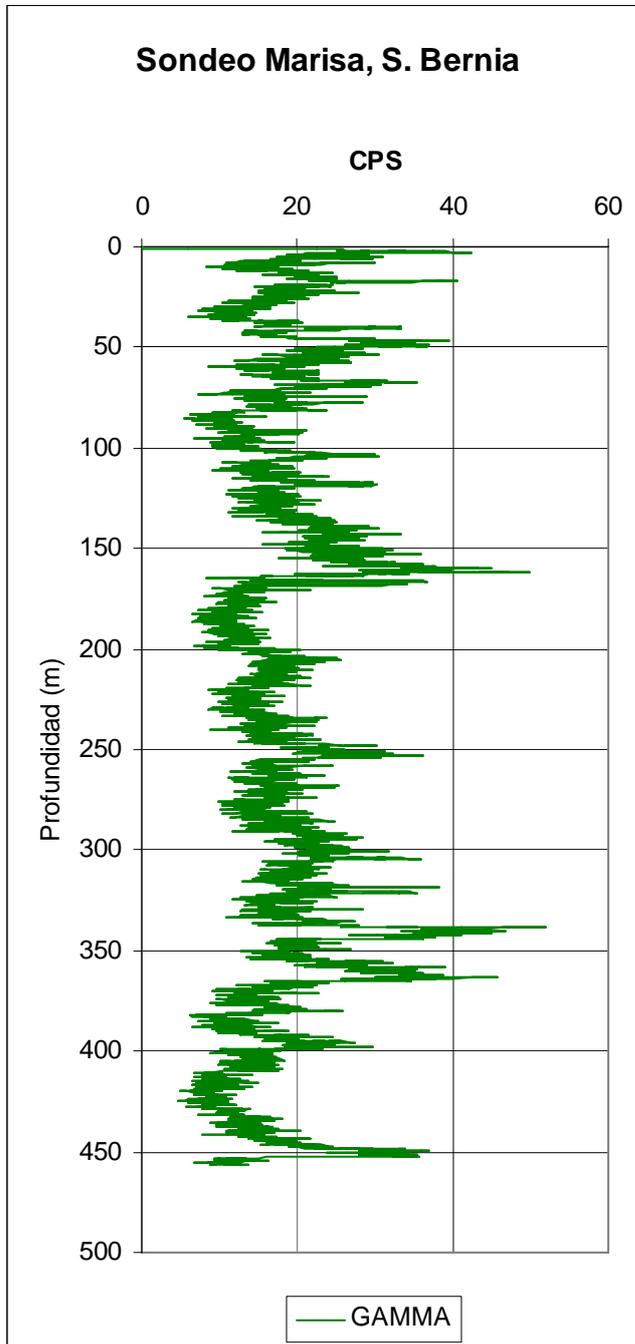
En el metro 422 se registra el último salto de conductividad aumentando ésta hasta 4100 µS/cm a 454 m.

Las medidas que se obtienen entre 454 y 456 m pueden deberse a la presencia de lodos en el fondo del sondeo.

Esta primera sonda nos permite estimar la profundidad de la perforación. Se pudo comprobar que la sonda se detenía en el metro 456 (según los datos proporcionados la profundidad esperada es de 460 metros).

2.4.2 Registro de la radiación gamma natural

Figura nº 5. Diagrama de gamma natural



Este registro se realizó el día 5 de junio de 2006.

Al disponer de la litología de este sondeo podemos ir comparándola con la diagrama.

A modo de resumen podemos recordar que todo el sondeo se encuentra perforado en calizas, citándose algunas pasadas de margocalizas. Tan solo no se nombran como calizas los niveles comprendidos entre los metros 333 y 385, donde se citan margocalizas y margas petrificadas.

De esta forma a las calizas de los primeros 150 m de la litología existente podemos añadir distintas pasadas de margocalizas que se muestran como picos de emisividad.

Entre el metro 155 y 165 el registro corrobora la presencia de margocalizas.

La siguiente pasada margosa la registramos en el metro 250.

Entre los metros 338 y 363 registramos dos picos que corresponden a margocalizas y margas petrificadas, si bien están separadas por un nivel calizo, a diferencia de lo que muestra la litología.

Las margas petrificadas se encuentran en el nivel saturado, por lo que, aunque su emisividad debería ser mayor que la de las

margocalizas inmediatamente superiores, probablemente haya sido atenuada por el agua.

Entre 390 y 400 se registra otra pasada de margas petrificadas. Alrededor del metro 450 se detecta también una alta emisividad que debe estar asociada también a un nivel margoso.

2.4.3 Registro de flujos verticales

Figura nº 6 Diagramas de flujos verticales a 3 y 6 m/min.

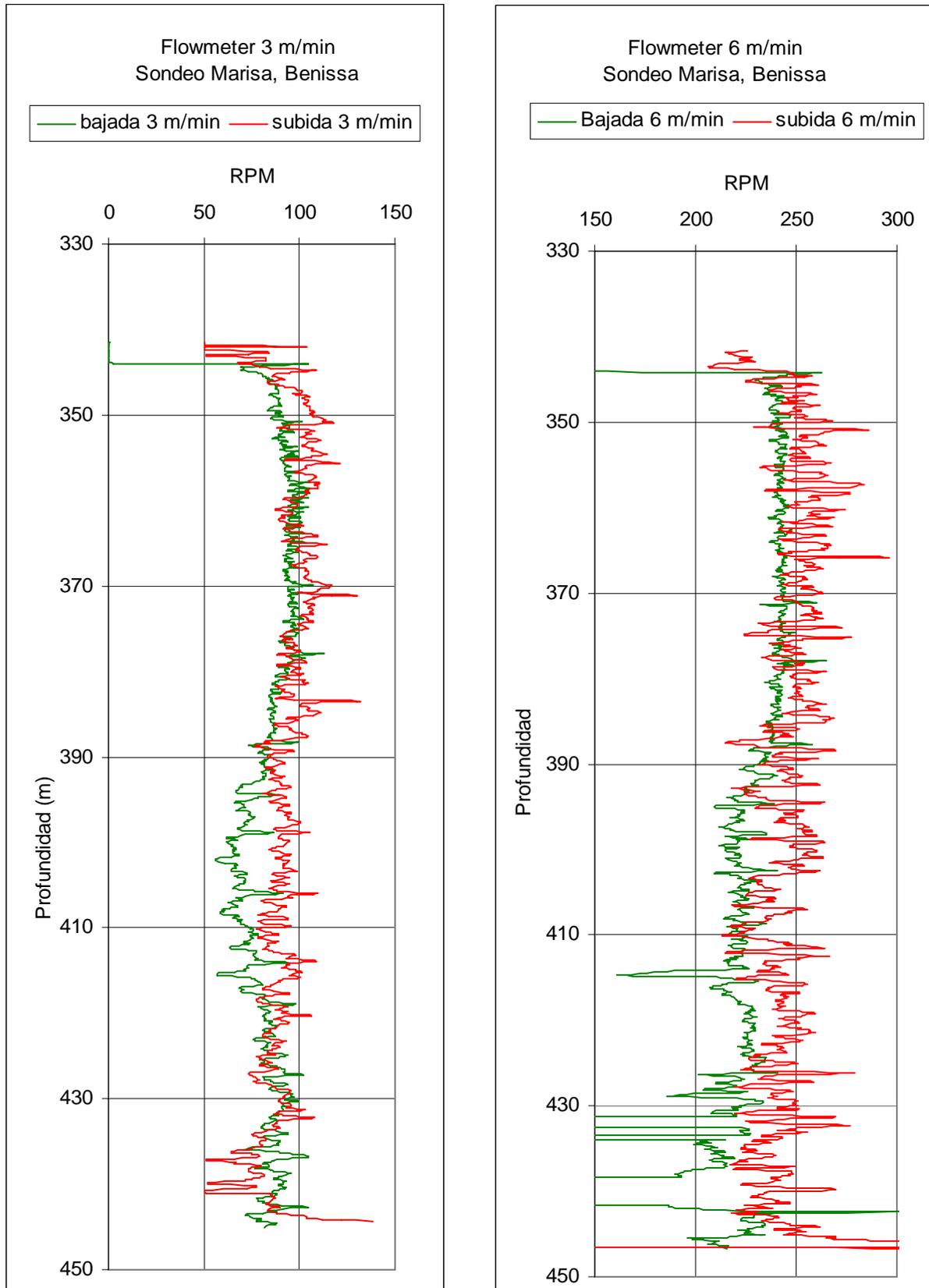
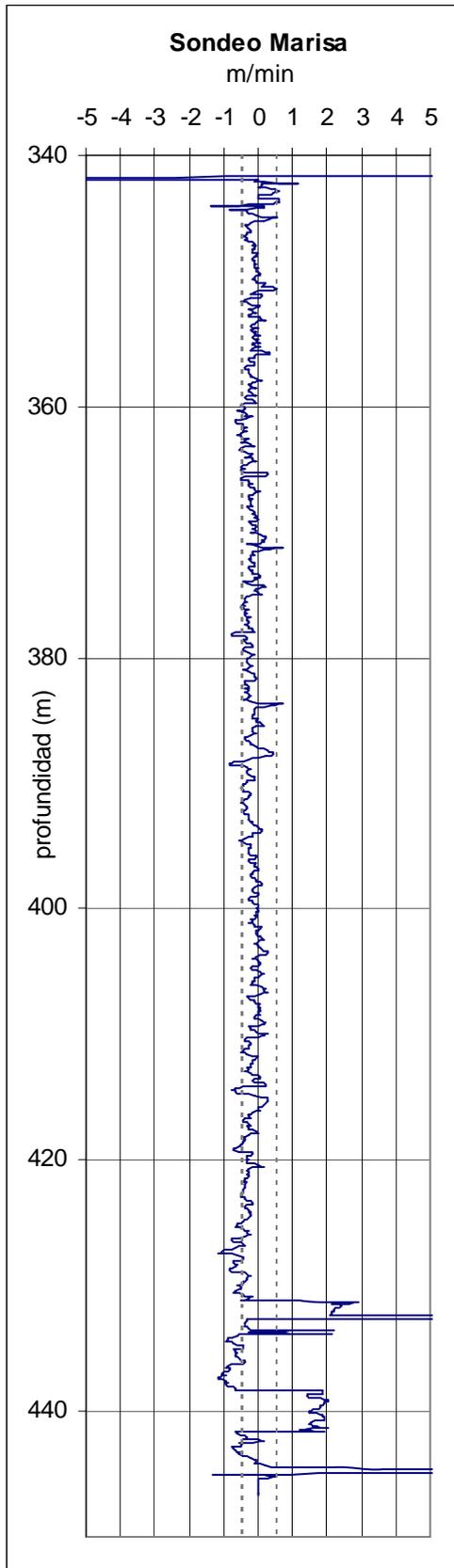


Figura nº 7. Diagrama de velocidad de flujos verticales.



El punto de flujo nulo para la sonda utilizada se encuentra en 40 RPM en ascenso y 90 RPM en descenso en el registro realizado a 3 m/min. En el registro realizado a 6 m/min los puntos de flujo nulo son 150 RPM en ascenso y 250 RPM en descenso.

En la práctica, una vez construidos los gráficos que se pueden observar en la figura 6, los puntos de flujo nulo son 90 RPM a 3 m/min y 250 RPM a 6 m/min. Como sabemos que los equipos flowmeter con micromolinete no son capaces de detectar flujos menores de 0,5 m/min existe una banda de incertidumbre en la que no podemos asegurar que existan o no flujos menores de 0,5 m/min. En el caso que nos ocupa esta banda abarca entre 70 y 110 RPM para el registro a 3 m/min y entre 230 y 270 para el registro realizado a 6 m/min.

A la vista de los registros expuestos en la figura 6 y 7, teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, parece que no existen flujos verticales en el umbral de sensibilidad de esta sonda.

Cabe la posibilidad de diferenciar un flujo ascendente entre 395 y 360m. También se puede observar, con las mismas precauciones, otro flujo ascendente de 430 a 410 m.

El posible pequeño flujo descendente reflejado en la figura nº 7 a 430 m de profundidad puede ser consecuencia de alguna interferencia en el registro descendente a 6 m/min pues no se ve reflejado en el registro a 3 m/min.

El posible flujo descendente reflejado en la figura nº 7 a 440 metros de profundidad se observa en ambos registros (a 3 y 6 m/min pero se mantiene tan solo durante 5 metros).

2.4.4 Toma de muestras

La toma de muestras se llevó a cabo el día 5 de junio de 2006.

Tras el análisis de la información registrada en las diagráfias de temperatura y conductividad Tecnologías y Recursos de la Tierra S.A. tomó la decisión de obtener dos muestras de agua a las profundidades de 388 y 450 m.

Las muestras fueron tomadas sin ningún incidente destacable y alojadas en botellas estériles de 2 L que fueron rotuladas y enviadas a Tecnologías y Recursos de la Tierra S.A..

2.5 ANÁLISIS DEL LOS RESULTADOS

A partir de los registros descritos se deduce que el sondeo tiene las características siguientes:

Profundidad. El registro muestra que el sondeo tiene en la actualidad una profundidad de 456 m. Considerando la profundidad inicial del proyecto de perforación (460 m) se han cegado 4 metros.

El estudio concluyó con los registros de la sonda de temperatura, conductividad, gamma natural y flujos verticales. Los parámetros eléctricos carecen de valor en un sondeo entubado. Los registros de flujo vertical se realizaron entre el metro 260 y 350. De esta forma se abarca desde el nivel estático hasta el metro 447, evitando, en la medida de lo posible, los últimos metros que pueden ser peligrosos por los posibles atascos en la hélice.

Entubación. El sondeo, según la información proporcionada, se encuentra entubado en su totalidad. En el metro 170 existe una reducción de la perforación y de la entubación.

El ranurado de la entubación, descrito en el punto 2,1, permite evaluar las entradas de aguas y se localiza en el tramo de 382 a 457 m.

Calidad y pasos de agua. El nivel estático del agua se encuentra en el metro 344 de profundidad, lo que supone un nivel piezométrico de 20 m.s.n.m.

A continuación se presenta en una tabla un resumen de las distintas zonas que se pueden establecer en el sondeo según la calidad del agua

Resumen de las distintas zonas según la calidad del agua			
TRAMO m	Temperatura °C	Conductividad μS/cm	TRAMO m
0 a 344	23,3 a 29,1	-	0 a 344
344 a 456	18,7 a 19,3	500	344 a 373
		500 a 1700	373 a 386
		1700 a 2400	386 a 393
		2400 a 2500	393 a 422
		2500 a 4100	422 a 456

En la zona saturada del sondeo se puede observar una gran variación de la conductividad del agua, yendo ésta siempre en aumento conforme aumenta la profundidad. Este aumento no es lineal sino que se detectan cambios bruscos.

Algunos de estos cambios bruscos están asociados a las ligeras pero patentes inflexiones en el registro de temperatura, que también aumenta siempre en profundidad, aunque el ascenso sea de pequeña magnitud. Esto ocurre en 373, 386 y 422 m.

Quizá la explicación más evidente del primer salto brusco sea que el agua de los primeros metros del nivel freático tenga una procedencia pluvial, lo que explicaría el citado salto de conductividad y las bajas conductividades registradas.

Es posible reseñar la tendencia detectada por la sonda de flujo, siempre dentro de la zona de incertidumbre, a la existencia de un flujo ascendente entre 395 y 360m. También se puede observar, con las mismas precauciones, otro flujo ascendente de 430 a 410 m.

Los posibles flujos descendentes detectados alrededor de 430 y 440 metros parecen ser poco consistentes, a pesar de estar bastante marcados, debido a la poca longitud que abarcan en el sondeo.

Columna litológica. El registro gamma natural corrobora la litología existente del sondeo, si bien se detectan algunos niveles emisivos que podrían corresponder con margocalizas que no se citan en las partes de perforación.

A continuación se detalla como quedaría la columna añadiendo los detalles detectados en el registro gamma natural. (*se distinguen en color verde*)

Columna litológica:

De 0 a 16 m: Calizas Blancas Biodetríticas.

De 16 a 20 m: Calizas beige biodetríticas.

De 20 a 26 m: calizas beige y calizas grises.

De 26 a 43 m: calizas marfil.

De 43 a 82 m: Calizas beige biodetríticas.

De 82 a 102 m: Calizas blancas.

De 102 a 110 m: Calizas beige biodetríticas.

De 110 a 146 m: Calizas blancas.

De 0 a 150 m: calizas atravesadas por diversos niveles margocalizas.

De 146 a 163 m: Calizas beige biodetríticas más 30 % caliza gris.

De 163 a 184 m: calizas gris claro.

De 184 a 265 m: Calizas blancas.

De 250 a 260 m: nivel de margocalizas.

De 265 a 295 m: Calizas beige.

De 295 a 305 m: Calizas marrones muy fisuradas y cuarteadas.

De 306 a 332 m: Calizas grises.

De 332 a 357 m: Margocalizas.

De 350 a 360 m: nivel calizo separando ambos niveles margosos.

De 357 a 385 m: Margas petrificadas.

De 385 a 400 m: Calizas ocre con un 30 % de margas petrificadas.



De 400 a 412 m: Calizas ocre con margocalizas.

De 412 a 415 m: Calizas ocre muy fragmentadas con presencia de caliza gris.

De 415 a 431 m: Calizas ocre más compactas, con presencia de margocaliza gris.

De 431 a 446 m: Caliza marrón con veteado arcilloso.

De 446 a 458 m: caliza marrón con un 20 % de caliza gris.

De 450 a 455 m: nivel de margocaliza.

De 458 a 460 m: Caliza gris.

2.6 CONCLUSIONES

El hecho de que en la parte ranurada de la entubación del sondeo coincidan, aproximadamente, el progresivo aumento de la conductividad, con una pequeña inflexión en la temperatura del agua y con la zona de posibles flujos ascendentes justifica la coherencia del conjunto de los resultados obtenidos en este estudio. Ésta podría ser la conclusión general extraíble de este sondeo a la hora de analizar los resultados dentro del estudio del acuífero de la depresión de Benissa.

3 SONDEO MARÍA-SALITRE (Calpe) (3033-3-0028)

3.1 ANTECEDENTES

A petición de Tecnologías y Recursos de la Tierra S.A., SONDEOS MARTÍNEZ S.L. ha realizado, con fecha 6 de junio de 2006, el reconocimiento geofísico e informe del sondeo María, situado en el término municipal de Calpe, con el fin de determinar los diferentes parámetros geofísicos, conocer las características constructivas y las posibles variaciones de la calidad del agua, así como los movimientos verticales del agua dentro del sondeo.

El sondeo se encuentra entubado hasta el metro 658, por lo que los parámetros eléctricos de la zona entubada se omitirán por carecer de valor interpretativo.

Este sondeo lo realizó la Excm. Diputación Provincial de Alicante entre el 4 de junio de 2001 y el 17 de junio de 2004, mediante el sistema de percusión (los primeros 800 metros) y rotación inversa con lodos (sistema air-line) el resto. Se realizó un aforo con un caudal final de 125 l/s y una depresión de 22 metros aproximadamente. Según el "Inventario de Puntos Acuíferos, sondeo 3033-3-0028" del IGME, sus características son las siguientes (ver ANEJO 7.2.3: croquis del sondeo):

Profundidad: 1016 m

Diámetros de perforación:

- De 0 a 116 m: 700 mm
- De 116 a 202 m: 540 mm
- De 202 a 303 m: 490 mm
- De 303 a 433 m: 440 mm
- De 433 a 545 m: 390 mm
- De 545 a 638 m: 340 mm
- De 638 a 1016 m: 295 mm

Entubación:

- De 0 a 116 m: Tubería de chapa de acero de 550 mm de diámetro nominal interior y 8 mm de grosor.
- De 108 a 202 m: Tubería de chapa de acero de 500 mm de diámetro nominal interior y 6 mm de grosor.
- De 195 a 303 m: Tubería de chapa de acero de 450 mm de diámetro nominal interior y 6 mm de grosor.
- De 297 a 433 m: Tubería de chapa de acero de 400 mm de diámetro nominal interior y 6 mm de grosor.
- De 424 a 545 m: Tubería de chapa de acero de 350 mm de diámetro nominal interior y 6 mm de grosor.
- De 536 a 638 m: Tubería de chapa de acero de 300 mm de diámetro nominal interior y 6 mm de grosor.
- De 0 a 199 m: Tubería caesing ciega roscada de 384 mm de diámetro nominal interior y 11 mm de grosor.
- De 199 a 294 m: Tubería caesing ciega roscada de 316 mm de diámetro nominal interior y 11 mm de grosor.
- De 294 a 658 m: Tubería de caesing ciega roscada de 223 mm de diámetro nominal interior y 10,50 mm de grosor.

De 658 a 1016 m: Zona sin entubar. Diámetro de perforación 295 mm.

Cementaciones anulares:

De 0 a 116 m: entre perforación y tubería de 550 mm.

Zonas filtrantes (niveles productivos):

No existen zonas filtrantes a lo largo de la columna de entubación. Los niveles productivos se encuentran en la zona sin entubar.

Columna litológica:

De 0 a 7 m: Relleno.

De 7 a 46 m: Margas arenosas beig y margocalizas. Pasadas de calizas arcillosas.

De 46 a 637 m: Margas grises y margocalizas. Pasadas de calizas arcillosas.

De 637 a 781 m: Calcarenitas y calcirruditas bioclásticas blancas.

De 781 a 833 m: Dolomías beig muy duras.

De 833 a 835 m: Calcarenita amarilla, sin pérdida.

De 835 a 891 m: Dolomías marrones muy duras.

De 891 a 899 m: Calizas marrones muy trituradas.

De 899 a 913 m: Dolomías negras muy duras.

De 913 a 967 m: Calizas marrones muy troceadas.

De 967 a 973 m: Margas azules blandas.

De 973 a 1015 m: Calizas negras con pasadas de margas azules compactas.

De 1015 a 1016 m: Calizas beig duras.

Pérdidas de lodos:

En los partes diarios de trabajo no se refleja perdida de lodos.

Tras la realización del sondeo se llevo a cabo su desarrollo mediante ácido clorhídrico. Dicho desarrollo se realizó inyectando 2.000 kg de dispersantes y posteriormente 75 Tn de ácido a 830 metros de profundidad.

3.2 SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo está emplazado en el término municipal de Calpe y, según los datos tomados en campo, sus coordenadas U.T.M. son las siguientes:

X U.T.M.: 243.680 m

Y U.T.M.: 4.283.318 m

COTA: 33,4 m

El sondeo se encuentra junto al cauce de una rambla al lado de la depuradora de Calpe.

En la figura nº 8 se muestra la situación geográfica de este sondeo.



Figura nº 8. Localización del pozo María.

3.3 PROGRAMA DE TRABAJO

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

Trabajo de Campo.- Los parámetros registrados en el reconocimiento del sondeo han sido los siguientes:

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. Este registro se puede obtener por medio de dos sondas diferentes, la eléctrica o la de temperatura y conductividad. El registro de rayos gamma permite distinguir materiales de alta emisión radiactiva, como las arcillas, feldespatos o micas, con alto contenido en potasio, de otros menos emisivos, como las calizas o arenas. Esta información nos ayudara 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,...

Flujos verticales naturales (Flowmeter). Esta testificación tiene por objetivo la detección de los flujos verticales en el interior de los sondeos. Con este registro pueden identificarse las interrelaciones entre los distintos acuíferos captados. Las mediciones se realizarán en régimen estático y son imprescindibles para determinar la posición de los "pasos de agua", los cuales se asocian a cambios de flujo.

El funcionamiento de esta sonda se basa en la introducción de un micromolinete en el sondeo cuyo ratio de giro, consecuencia del movimiento vertical (ascendente o descendente) de la sonda y del posible flujo existente en el sondeo, es registrado a lo largo del sondeo. De esta forma, si la sonda desciende por el sondeo, un aumento en el ratio registrado con respecto al ratio correspondiente a flujo nulo indicará la existencia de un flujo ascendente.

En la práctica se realizan registros ascendentes y descendentes que, comparados, nos permiten distinguir variaciones causadas realmente por la existencia de flujos verticales de otras posibles variaciones con otras causas. También es costumbre realizar al menos dos pasadas con diferentes velocidades de descenso o ascenso de la sonda para disponer de información más detallada.

Los registros obtenidos con esta sonda requieren un procesado posterior para obtener un gráfico que permita un análisis de los resultados teniendo en cuenta los condicionantes anteriormente citados.

El modo de proceder consiste en disponer los registros correspondientes al ascenso y descenso a una misma velocidad en el mismo gráfico, de tal forma que se superpongan los valores correspondientes a flujo nulo.



De esta manera y de modo general, podremos interpretar que existe flujo cuando ambos registros se separen de forma simétrica y divergente y que no existe flujo dentro del rango de sensibilidad de la sonda cuando ambos registros transcurran de manera paralela o se solapen.

Como en este trabajo disponemos de dos registros a diferente velocidades es posible, mediante una regresión lineal, extrapolar la información obtenida para cada punto y determinar a qué velocidad de trabajo el micromolinete no giraría y por tanto cual es la velocidad de flujo.

De esta manera construimos un gráfico que representa la velocidad del flujo en cada punto del sondeo.

Sonda eléctrica. La testificación eléctrica tiene como principal objetivo la identificación y definición de las cotas de las formaciones más o menos resistivas. Esta testificación comprende la medición de resistividades, resistencia puntual y potencial espontáneo.

Sonda toma muestras. Esta sonda nos permite obtener una muestra de agua de dos litros a una profundidad determinada. De esta forma podemos conocer la calidad y composición del agua a una profundidad fijada con anterioridad. Las muestras tomadas se transportan en envases estériles para evitar una posible contaminación.

EL programa de trabajo se resume en la siguiente tabla:

Tipo de sonda	Parámetro	Sentido	Día Hora	Velocidad (m/min)
TCDS	Temperatura y conductividad. Gamma natural	Descendente	6/6/2006 9:25-15:30	3.50
TMS	Toma de Muestras	-	6/6/2006 15:30-17:50	20.00
ELXG	Parámetros eléctricos	Ascendente	6/6/2006 24:00-02:30	4.50
HRFM	Sonda de Flujo	Ascendente y descendente	6/6/2006 18:00-24:00	3 y 6

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.

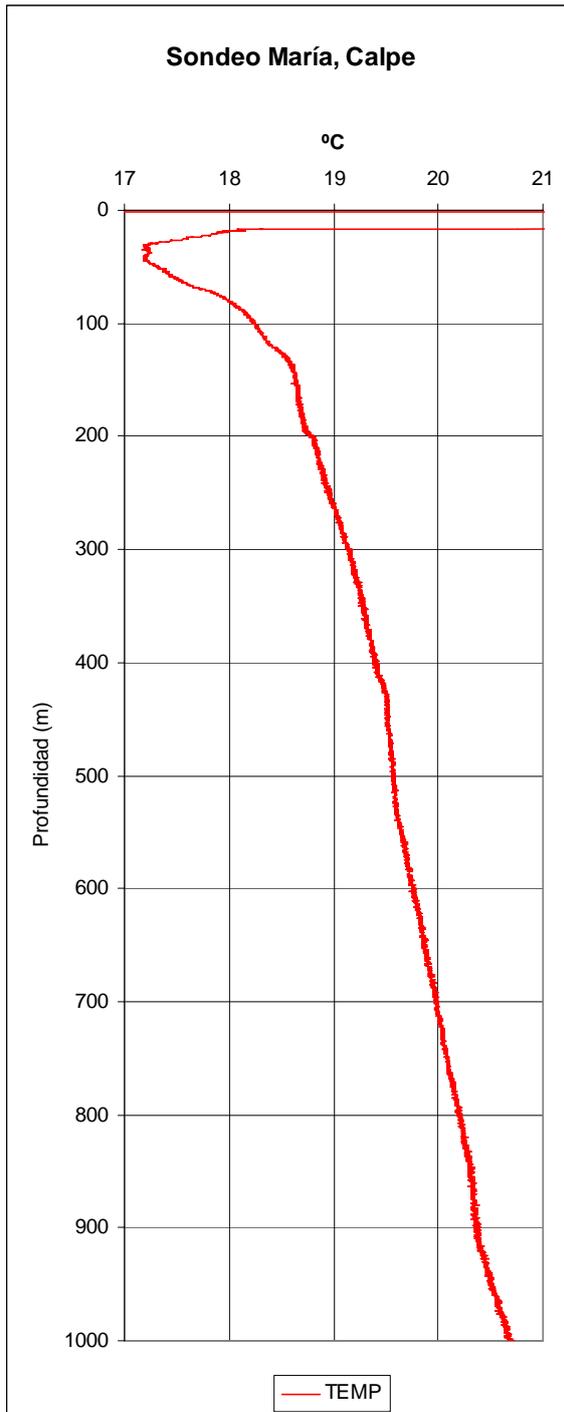
Además se realiza este informe escrito que muestra las conclusiones obtenidas.

3.4 RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO

Todos los registros se realizaron tomando como punto de referencia el brocal del sondeo que, en este caso, se eleva 380 mm sobre el nivel del suelo. Las mediciones se realizaron con una temperatura exterior de 25-30° C.

3.4.1 Calidad del agua (temperatura y conductividad)

Figura nº 9. Diagrama de temperatura.



El registro de temperatura y conductividad se realizó el día 6 de junio de 2006 según el programa de trabajo.

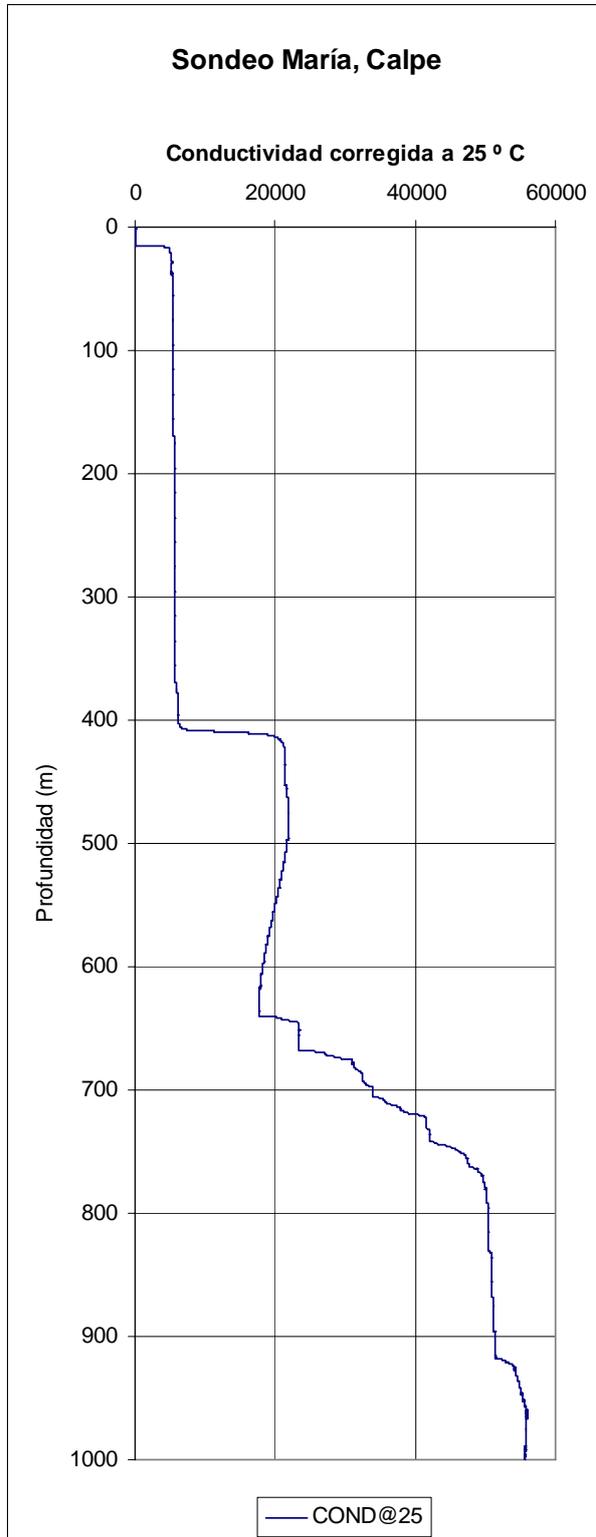
De la información recogida en la diagrama de temperatura (figura 9) podemos concluir que la temperatura del agua se mantiene estable alrededor de 17,1°C durante los primeros 50 m del sondeo. El nivel estático del agua se encuentra a 15,8 m de profundidad.

Por debajo de 50 metros la temperatura aumenta progresivamente desde los 17,1 °C a 50 m hasta los 20,7 °C a 1000 m.

La variación de la temperatura es mayor en el tramo comprendido entre 50 y 144 m (aumento de 1,4 °C en casi 100 m) que entre los 144 m y el fondo del sondeo, donde el aumento es de 2,1 °C en aproximadamente 850 m.

Se puede destacar inflexiones en el registro de temperatura en 200 m (18,8 °C), 435 m (19,5 °C), 535 m (19,6 °C) y 914 m (20,4 °C).

Figura nº 10. Diagrama de conductividad.



En la figura 10 se representa la conductividad del agua corregida a condiciones estandar (25° C).

Hasta los 15,8 metros no se obtienen valores de conductividad lo que confirma la situación del nivel estático a esta profundidad.

A partir de aquí se distingue tres zonas..

La primera de ellas comprende desde el metro 15,8 hasta el 407. En ella la conductividad aumenta desde 5100 hasta 7200 µS/cm.

Alrededor de 407 m se produce un salto brusco aumentando la conductividad hasta 21000 µS/cm a 410 m.

Entre 410 y 640 m la conductividad aumenta primero hasta 22000 µS/cm a 470 m para luego descender hasta 18000 µS/cm a 640 m.

Aquí se produce un aumento brusco llegando a valores de 23000 µS/cm que se mantienen hasta los 668 m.

A partir de aquí la conductividad aumenta rápidamente obteniéndose valores de 50000 µS/cm a 785 m, que se mantienen hasta los 918 m donde se registran 52000 µS/cm.

En este punto se produce el último aumento brusco registrado que lleva la conductividad hasta 55900 µS/cm a 967 m.

Por debajo de esta profundidad la conductividad desciende ligeramente hasta registrarse 55000 µS/cm a 1000 metros de profundidad.

Esta primera sonda nos permite estimar la profundidad de la

perforación. Según los datos proporcionados la profundidad esperada es de 1016 metros. Se pudo testificar hasta el metro 1000, que es el límite del cabrestante del equipo.

3.4.2 Registro de flujos verticales

Figura nº 11. Diagrama de flujo vertical.

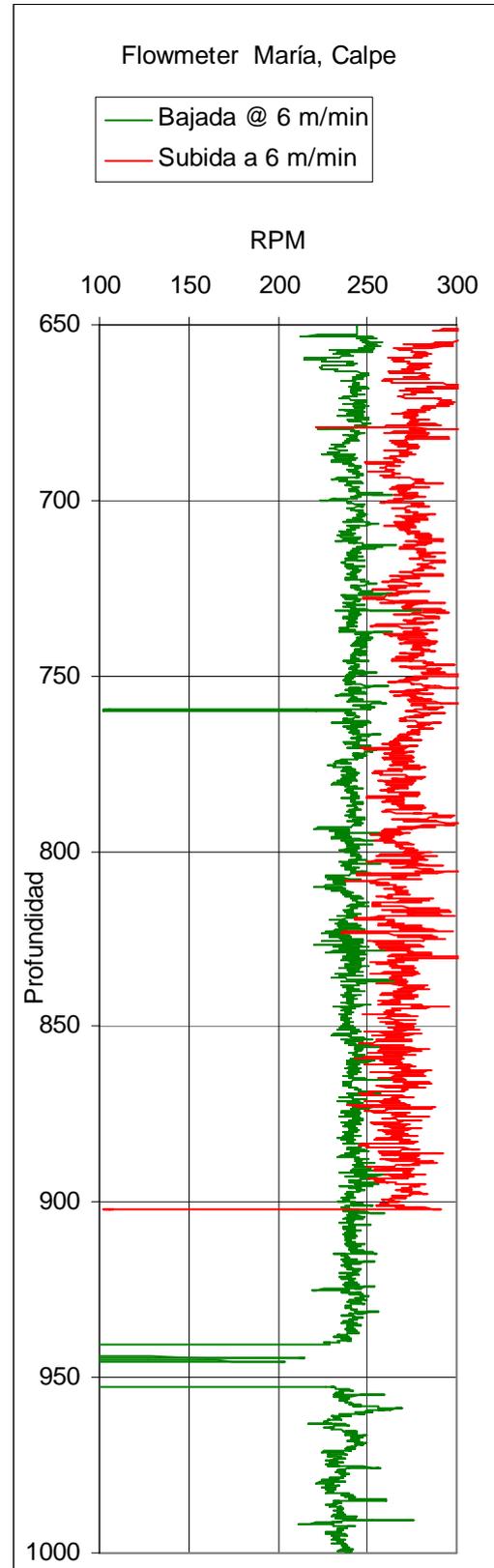
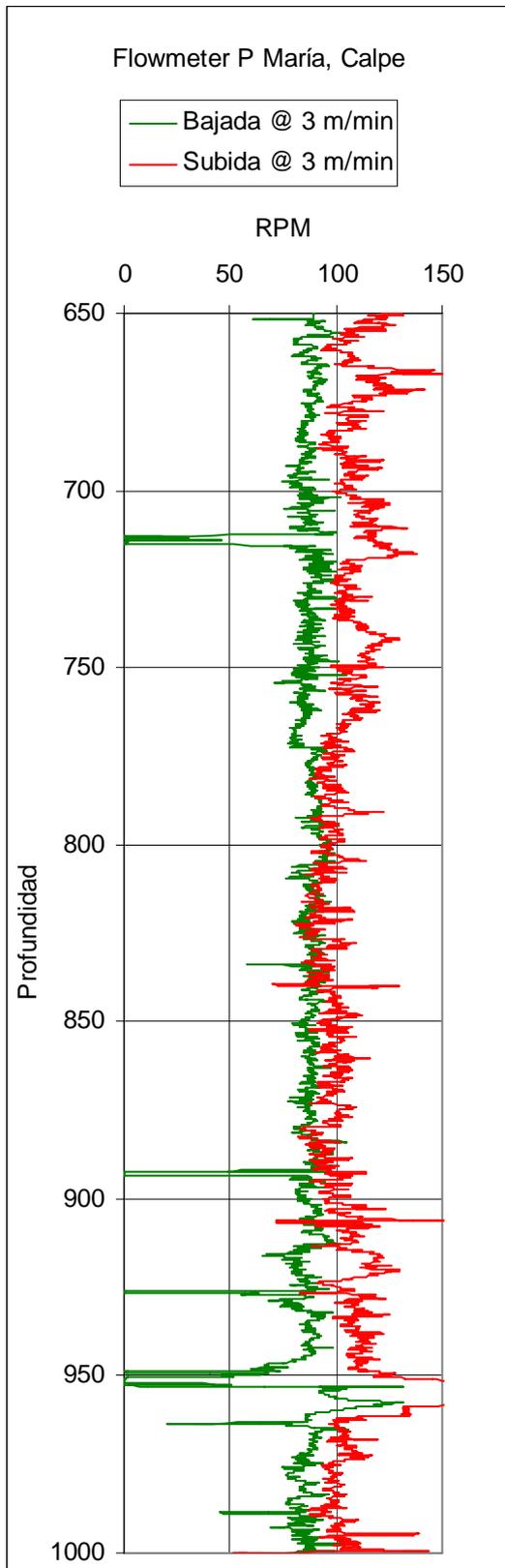
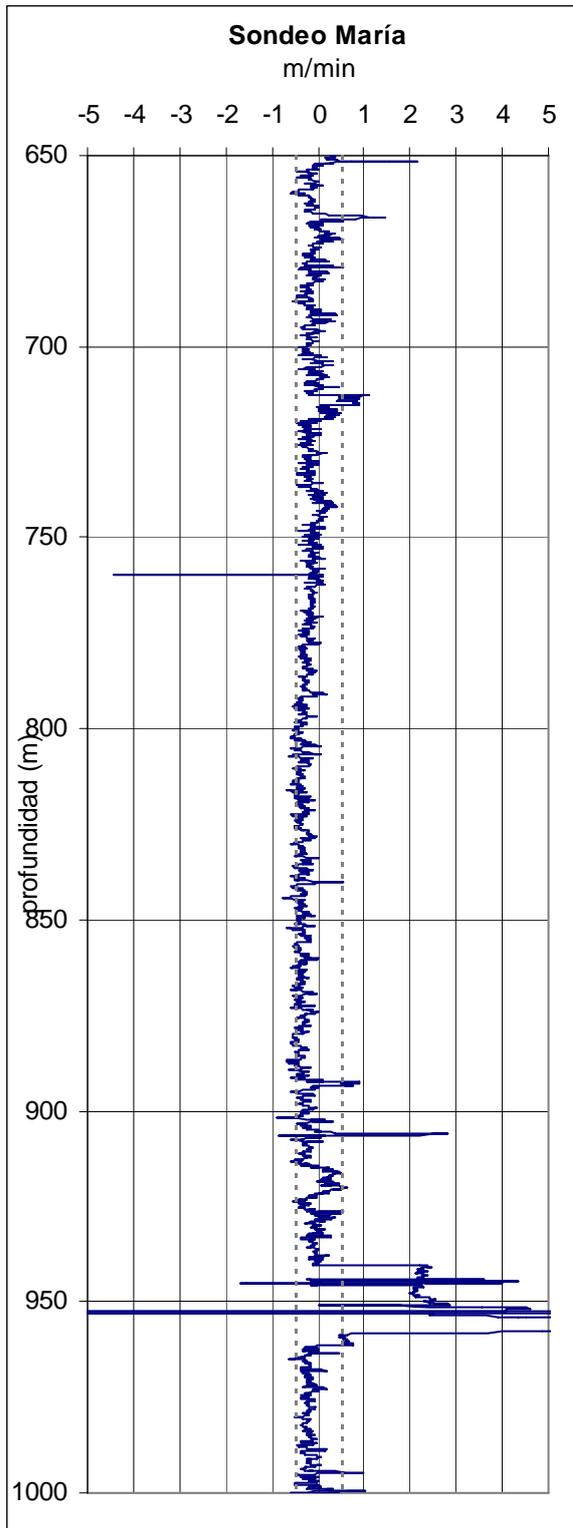


Figura nº 12. Diagrama de velocidad de flujos verticales.



El punto de flujo nulo para la sonda utilizada se encuentra en 40 RPM en ascenso y 90 RPM en descenso en el registro realizado a 3 m/min. En el registro realizado a 6 m/min los puntos de flujo nulo son 150 RPM en ascenso y 250 RPM en descenso.

En la práctica, una vez construidos los gráficos que se pueden observar en la figura 5, los puntos de flujo nulo son 90 RPM a 3 m/min y 250 RPM a 6 m/min. Como sabemos que los equipos flowmeter con micromolinetes no son capaces de detectar flujos menores de 0,5 m/min existe una banda de incertidumbre en la que no podemos asegurar que existan o no flujos menores de 0,5 m/min. En el caso que nos ocupa esta banda abarca entre 70 y 110 RPM para el registro a 3 m/min y entre 230 y 270 para el registro realizado a 6 m/min.

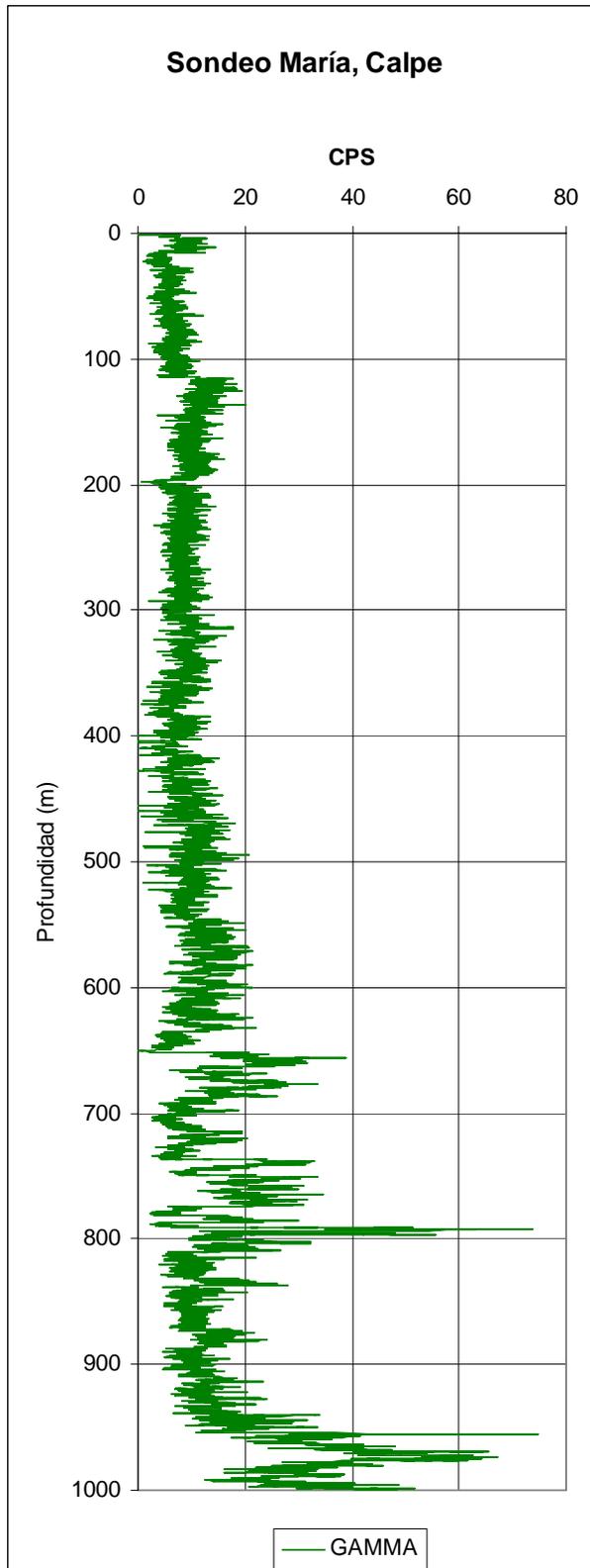
En este sondeo debemos añadir la variabilidad que provoca el posible cambio en el diámetro de la perforación que, si bien se realizó en el tramo de estudio con 295 mm de diámetro, no podemos asegurar que éste se mantenga ya que el sondeo se encuentra sin entubar.

A la vista de los registros expuestos en la figura 11 y 12, teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, parece que podría existir un flujo vertical descendente entre 940 y 960 m. Este flujo se observa en los registros a 3 y 6 m/min.

El resto del registro de la figura nº 12 se centra en la zona de flujo nulo e incertidumbre, aunque es posible observar la tendencia a un ligero flujo ascendente a lo largo de todo el sondeo.

3.4.3 Registro de la radiación gamma natural

Figura nº 13. Diagrama de gamma natural



Este registro se realizó el día 6 de junio de 2006.

Al disponer de información sobre las muestras obtenidas en el momento de la perforación podemos comparar ésta con el registro gamma natural obtenido.

Los valores hasta 116 m de profundidad son comparables entre sí al encontrarse dentro de la zona cementada del sondeo.

La primera variación detectada alrededor de 15 metros es debida a la entrada de la sonda dentro del agua. Sin embargo, comparando con los registros obtenidos algo más abajo, parece que estos niveles corresponden a margocalizas a diferencia del resto, hasta el fin de la cementación, que corresponden a margas intercaladas con algunas pasadas menores de margocalizas.

En el metro 115 se registra un aumento brusco de la radiación que debe ser consecuencia del fin de la cementación efectuada en el sondeo. Además se reduce el diámetro de la perforación lo que, en principio, también aumenta la radiación captada.

Hasta el metro 637 se cita un potente nivel de margas, margocalizas y algunas pasadas calizas.

El análisis del conjunto nos hace decantarnos por tomar los picos de baja emisividad por pequeños niveles de calizas ya que, aunque el pico existente en el metro 200 podría asociarse al hecho de atravesar durante 4 metros tres entubaciones distintas, este patrón no se repite en sucesivas reducciones de características similares.

De esta forma parece destacable un nivel de calizas alrededor del metro

200, así como otros dos, quizás no tan claros, en los metros 383 y 410.

También cabe destacar que entre 380 y 520 m, el registro, a pesar de tener picos altos similares a los del resto del nivel, tiene un aspecto más ruidoso y muchos picos muy poco emisivos que no se detectan en la parte superior. Por tanto parece que esta parte puede ser más margocaliza que margosa.

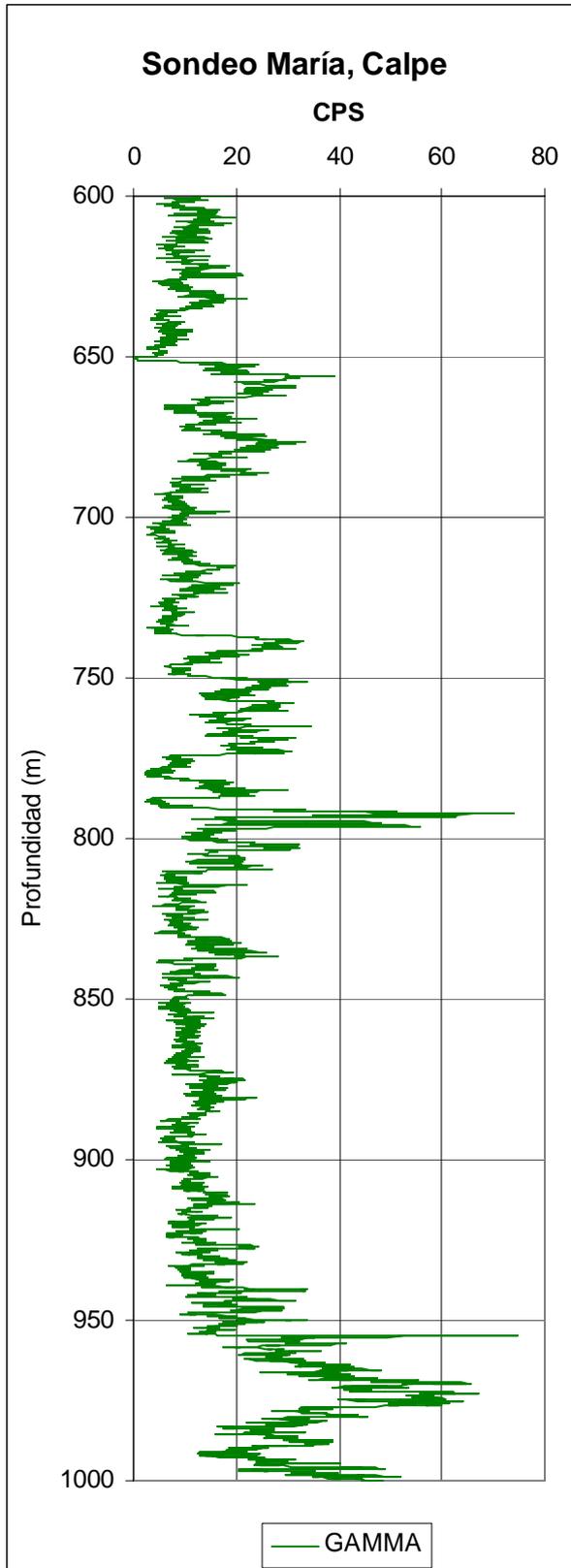


Figura nº 14 Diagrama de gamma natural, detalle de los últimos 400 m.

En el metro 637 finaliza el nivel de margas y se citan muestras de calcarenitas y calcirruditas hasta los 781 m. En el registro se observa un descenso de la radiación registrada al comienzo de este nuevo nivel y un aumento brusco en el metro 655 asociado al fin de la entubación. A partir de aquí todo el registro se realiza en las mismas condiciones, sin entubar y con el mismo diámetro de perforación.

Según el registro se puede subdividir este nivel destacando cinco zonas más emisivas que el resto en los metros 658 a 664, 675 a 681, 720 a 725, 737 a 743 y 750 a 774.

En 781 m comienza un nuevo nivel llamado "dolomías beig" muy duras, que se encuentra cortado por un nivel de emisividad similar a la de los niveles que subdividían las margas anteriores que va de 784 a 787. Además se registra un nivel de unos 5 metros de potencia en 790 m que podría estar formado por margas, ya que se obtienen valores por encima de 40 CPS.

Estas dolomías finalizan en el metro 833, en una pasada de calcarenitas que también se registra con mayor radiación.

A continuación se cita otro nivel de dolomías que está cortado por una pasada de calizas que se registra entre 875 y 885 m.

En el metro 913 se cita el final de las dolomías y el comienzo de unas calizas muy troceadas que se mantienen hasta el 967. Éstas están cortadas por unas margas (quizás



arcillas) de unos 40 cm de potencia en 955 m. Este nivel ha sido corroborado por el registro gamma natural realizado por la sonda eléctrica.

Por debajo de 967 y hasta 973 se cita "azules blandas" que, según el registro debe ser un nivel margoso que podemos evaluar de unos 10 m de potencia.

El sondeo finaliza en "calizas negras" con unas posibles margocalizas detectadas por el registro hacia el muro de este último nivel.

3.4.4 Registro eléctrico

Figura nº 15. Diagrama eléctrica

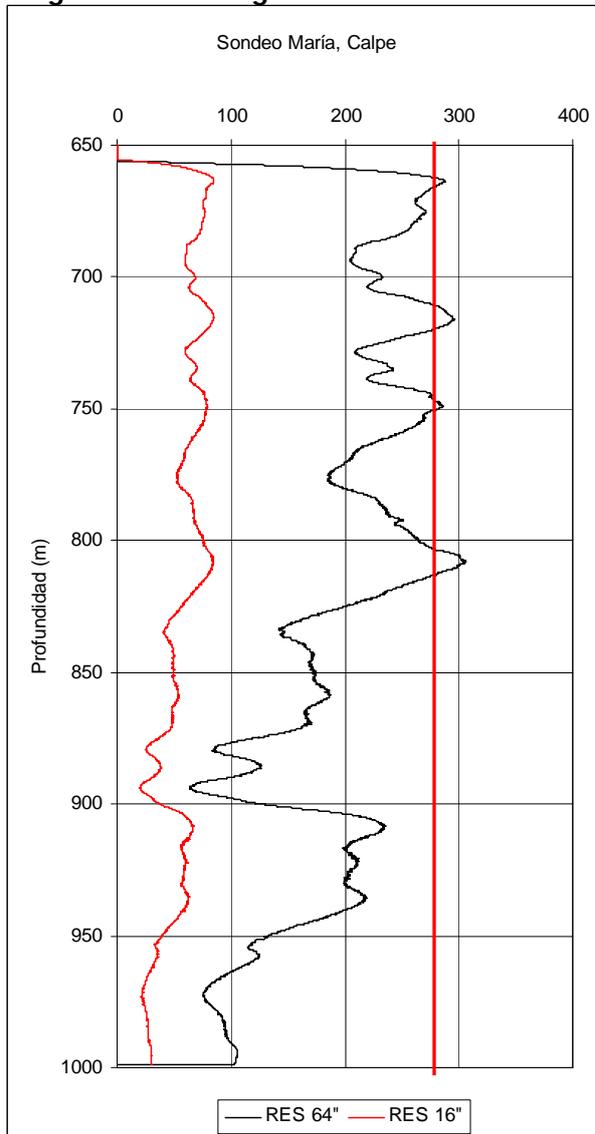
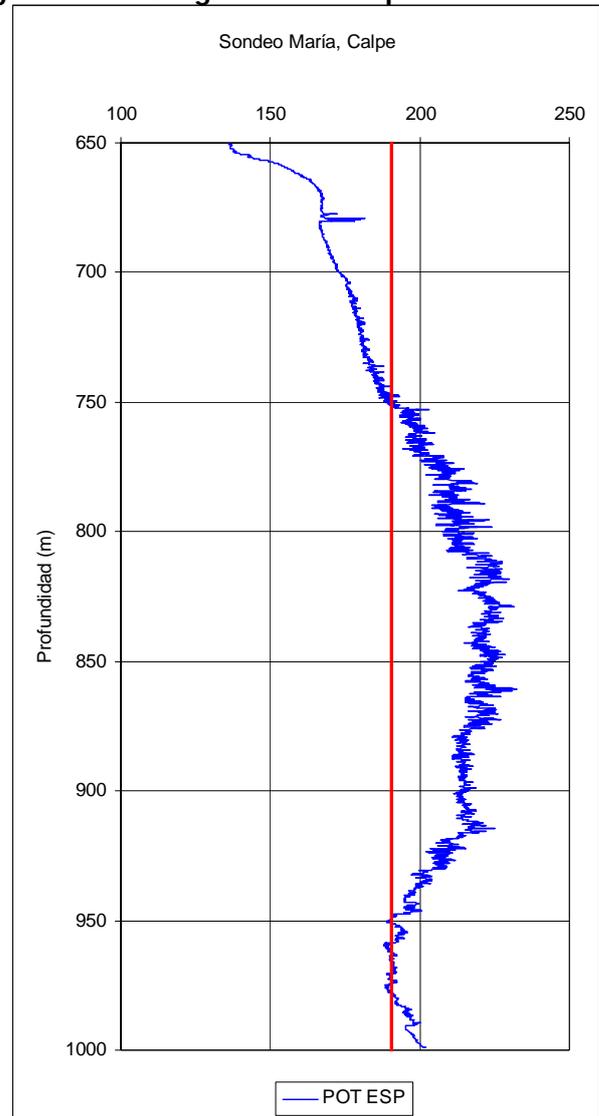


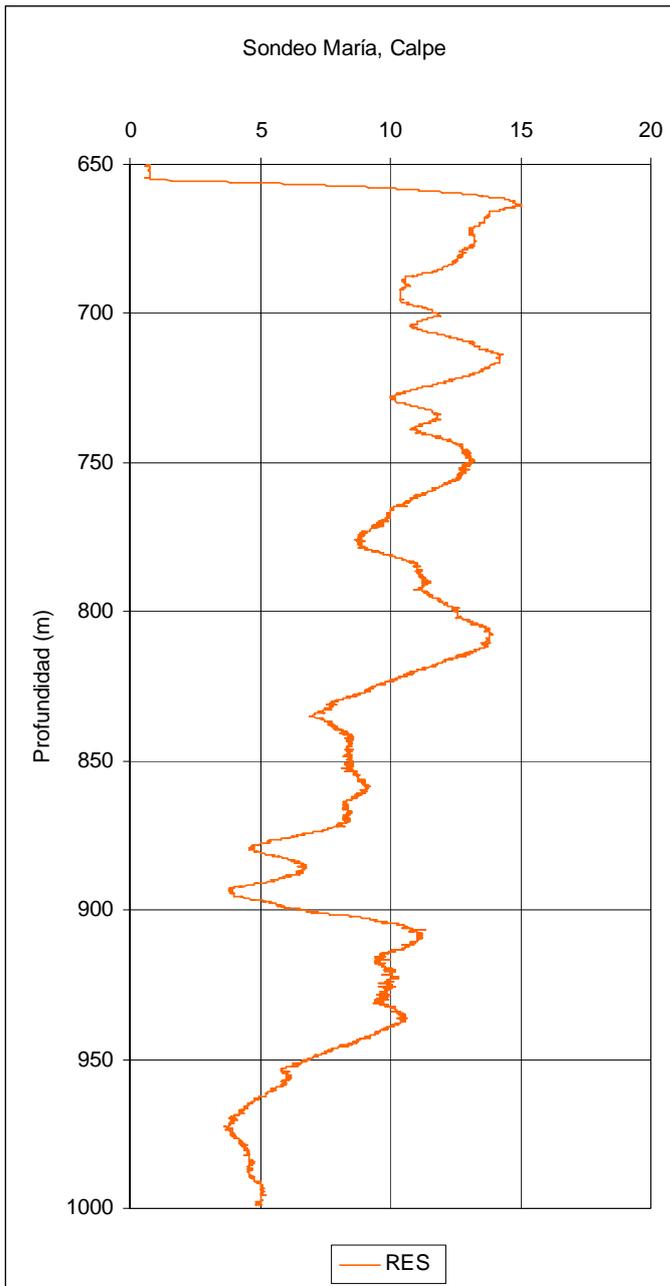
Figura nº 16. Diagrama de P. espontáneo



Estos registros se llevaron a cabo el día 6 de junio de 2006.

Para el análisis de los registros eléctricos es necesario tener en cuenta la variación en la conductividad del agua.

Como vimos en el punto 3.4.1 la conductividad del agua en la zona sin entubar aumenta desde 23000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ alrededor de 660 m hasta 50000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ alrededor de 785 m. Observando el registro eléctrico podemos pensar que la segunda parte del mismo, que presenta en general valores más bajos, mostraría valores similares a los de la primera parte de realizarse el estudio en condiciones homogéneas de conductividad del agua.



Desde el metro 650 al 780 se registran resistividades y resistencia puntual variables asociadas con los cambios en los materiales de la formación y con el estado de los mismos (grado de fisuración, porosidad, etc.) y siempre teniendo en cuenta los cambios de conductividad del agua. Se trata de resistencia y resistividades que concuerdan con la litología descrita en el croquis, calcarenitas y calcirruditas.

El nivel siguiente, "dolomías", comienza con una baja resistividad en el metro 780. A continuación aumenta la resistividad y resistencia, hasta llegar al máximo del sondeo, de forma asociada a un nivel calizo definido en la gamma natural en el metro 809. En el metro 790 se registra una "muesca" en las diagráfias que parece estar asociada al nivel de muy alta emisividad registrado que divide las dolomías.

Alrededor del metro 835 las diagráfias muestran un descenso claro y un mínimo que podemos asociar al nivel "calcarenitas amarillas sin pérdida de lodos", además la gamma natural aumenta

apoyando la hipótesis.

Entre 840 y 900 m la litología citaba dolomías. La variación en la resistividad entre el techo y el muro del nivel podríamos asociarla al efecto de las propiedades de la formación y hacia el muro observamos un descenso general de las resistividades que podemos asociar al nivel llamado "calizas muy trituradas". Además la poca diferencia entre la resistividad corta y larga, junto a las citadas bajas resistividades, podría hacernos pensar que las calizas del tramo se encuentran muy fisuradas e incluso se encuentran grandes cavernas. La resistividad medida está muy condicionada por el fluido altamente conductor.

Desde esta profundidad hasta el metro 930 la resistencia y las resistividades aumentan. El paquete dolomítico y el calizo producen este aumento.

Desde el metro 930 hasta el fondo del sondeo las medidas eléctricas de resistencia y resistividad disminuyen por varios factores entre los que destacan el aumento de la conductividad y un cambio de la litología, pasando de materiales altamente resistivos como la caliza o la dolomía a materiales margosos. Estos cambios litológicos se confirman con la diagrfía gamma natural.

En el metro 990 se observa un paquete calizo donde la resistividad se mantiene relativamente baja debido a la alta conductividad del agua y a las posibles fracturas de la formación.

Respecto al potencial espontáneo se muestra en la diagrfía nº 16 en forma de "barriga". El potencial aumenta progresivamente hasta el metro 820 aproximadamente, se mantiene constante hasta el metro 870 y a partir de este metro comienza a disminuir hasta el fondo del sondeo donde aumenta ligeramente en los últimos metros. A continuación se resaltan unos puntos donde el potencial muestra "picos o inflexiones" en las mediciones.

El primero de ellos se registra en el metro 679, donde se observa un brusco aumento del potencial, que coincide con un cambio en la conductividad del agua. Otro de los puntos singulares del potencial espontáneo se registra en el metro 755 con un pequeño pico, coincidiendo con una alta resistividad en este tramo. Más abajo, del metro 815 al 820 se mantienen los mayores valores registrados en esta diagrfía. Por debajo de este máximo se muestra un descenso de la medida en el metro 825.

En el metro 915 aproximadamente se registra un pico a partir del cual el potencial desciende. Este punto coincide con un cambio de temperatura y conductividad del agua. Además también coincide con un máximo en la resistividad de 64".

Por último en el metro 955 un pico registrado de conductividad coincide con un mínimo relativo de resistividad, todo ello sobre terrenos altamente emisivos según la gamma natural.

3.4.5 Toma de muestras

La toma de muestras se llevó a cabo el día 6 de junio de 2006.

Tras el análisis de la información registrada en las diagráfias de temperatura y conductividad Tecnologías y Recursos de la Tierra S.A. tomó la decisión de obtener dos muestras de agua a profundidades de 690 y 925 m.

Las muestras fueron tomadas sin ningún incidente destacable y alojadas en botellas estériles de 2 L que fueron rotuladas y enviadas a Tecnologías y Recursos de la Tierra S.A.

3.5 ANÁLISIS DEL LOS RESULTADOS

A partir de los registros descritos se deduce que el sondeo tiene las características siguientes:

Profundidad. La profundidad perforada es de 1016 metros. El equipo de testificación tiene un cabrestante de 1000 metros útiles, por lo que la profundidad máxima testificada es de 1000 m.

El estudio comenzó con los registros de la sonda de temperatura, conductividad y gamma natural. Se realizaron los registros de flujo vertical y parámetros eléctricos desde el final de la entubación, situado a 658 metros, hasta el metro 1000. La sonda de flujo vertical registró atascos en el micromolinetete a partir del metro 900. Por esta razón no se pudo registrar el tramo ascendente correspondiente a 6 m/min.

Entubación. El sondeo, según la información proporcionada, se encuentra entubado hasta el metro 658. A partir de esta profundidad y hasta el fondo se encuentra sin entubar. La sonda eléctrica, y en menor medida la atenuación sufrida en el gamma natural, confirman la profundidad de la boca de la entubación a 658 metros.

Las diferentes entubaciones existentes se muestran en el anejo 7.2.3, Croquis de Construcción del Sondeo.

Calidad y pasos de agua. El nivel estático del agua se encuentra en el metro 15,8 de profundidad, lo que supone un nivel piezométrico de 17,6 m.s.n.m.

En la zona saturada del sondeo se puede observar una variación de la conductividad del agua, yendo ésta generalmente en aumento conforme aumenta la profundidad. Este aumento no es lineal sino que se detectan cambios bruscos. Esto ocurre en 407,4, 640 y 918 m.

Existen dos tramos donde la conductividad sufre un descenso paulatino en profundidad, uno es el comprendido entre 470 y 640 metros y el otro tramo se encuentra al final del sondeo desde el metro 967 al 1000.

En el registro de temperatura el aumento de la misma es lento y gradual sin que se muestren cambios bruscos, aunque se puede destacar ligeras variaciones en los metros 50, 144, 200, 435, 535 y 914. Muchas de estas variaciones coinciden con cambios o movimientos en la conductividad, como el registrado en el metro 914-918.

Es posible que los cambios de conductividad se deban a entradas o salidas de agua en la captación. Otra hipótesis es que los saltos registrados se produzcan por una estratificación de las aguas en la formación.

A la vista del registro de flujos verticales, a pesar de encontrarse en la zona de incertidumbre, se observa la tendencia a la existencia de un posible flujo vertical ascendente a lo largo de todo el sondeo. Sin embargo parece que éste sería incompatible con los saltos de conductividad y temperatura puntuales registrados.

Quizá el flujo descendente registrado entre 940 y 960 metros sí sea compatible con el registro de temperatura y conductividad ya que la variación de dichos parámetros en esta zona es paulatina.

A continuación se presenta en una tabla el resumen de las distintas zonas que se pueden establecer en el sondeo según la calidad del agua.



Resumen de las distintas zonas según la calidad del agua			
<i>TRAMO m</i>	<i>Temperatura °C</i>	<i>Conductividad $\mu S/cm$</i>	<i>TRAMO m</i>
0-18.8	25.5	-	0-15.8
15.8-50	25.5 a 17.1	5.100 a 7.200	15.8-407
50-144	17.1 a 18.6	7.200 a 21.000	407-410
		21.000 a 22.000	410-470
144-200	18.6 a 18.8	22.000 a 18.000	470-640
200-435	18.8 a 19.5	18.000 a 23.000	640-668
435-535	19.5 a 19.6	23.000 a 50.000	688-785
		50.000 a 52.000	785-918
535-914	19.6 a 20.4	52.000 a 55.900	918-967
914-1000	20.4 a 20.70	55.900 a 55.000	967-1000

Nota: Sombreados se marcan los saltos más destacados de conductividad.

Columna litológica. El registro gamma natural corrobora la litología existente del sondeo, si bien se detectan algunos niveles más o menos emisivos que no se citan en los partes de perforación.

Además se observa perfectamente las atenuaciones que en la gamma natural produce la cementación y el entubado.

A continuación se detalla como quedaría la columna añadiendo los detalles detectados en el registro gamma natural (*se distinguen en color verde*).

Columna litológica:

De 0 a 7 m: Relleno.

De 7 a 46 m: Margas arenosas beig y margocalizas. Pasadas de calizas arcillosas.

De 46 a 637 m: Margas grises y margocalizas. Pasadas de calizas arcillosas.

De 0 a 116 m: Margas con diferentes niveles margocalizas.

De 116 a 637 m: Margas, margocalizas y pasadas de calizas en los metros 200, 383 y 410.

De 637 a 781 m: Calcarenitas y calcirruditas bioclásticas blancas.

De 637 a 781 m: Calcarenitas con intrusiones de materiales margosos en los metros 658-664, del 675 al 681 y del 720 al 725.

De 781 a 833 m: Dolomías beig muy duras.

De 781 a 833 m: Dolomías con pasadas de margas similares a las anteriores en los tramos, 784-787, y 790-795.

De 833 a 835 m: Calcarenita amarilla, sin pérdida.

De 835 a 891 m: Dolomías marrones muy duras.

De 875 a 885 m: Se registra pasadas calizas en los materiales dolomíticos del tramo.

De 891 a 899 m: Calizas marrones muy trituradas.

De 899 a 913 m: Dolomías negras muy duras.

De 913 a 967 m: Calizas marrones muy troceadas.

De 955 a 956 m: Se registra una pasada margosa-arcillosa de 40 cm de potencia en los materiales calizos del tramo.

De 967 a 973 m: Margas azules blandas. *Se registra 10 metros de materiales margosos.*

De 973 a 1015 m: Calizas negras con pasadas de margas azules compactas.

De 1015 a 1016 m: Calizas beig duras

De 1015 a 1016 m: Calizas con margocalizas en el muro del tramo.

Los registros eléctricos se ven afectados claramente por las variaciones de la conductividad del agua. Por este motivo, los materiales altamente resistivos en aguas dulces, disminuyen considerablemente su resistividad aparente en aguas salinas. Como se pudo observar en las diagráfias, existen varios puntos significativos de altas y bajas resistividades y picos en el potencial espontáneo.

Estas variaciones, muchas veces, coinciden en los diferentes parámetros obtenidos en la testificación. Por ejemplo, en el metro 915 se detectó una singularidad en el potencial espontáneo y se observó una posible entrada de agua mediante la sonda de flujo. Además coincide con un cambio de temperatura y conductividad del agua. También concuerda con un máximo relativo en la resistividad de 64". La gamma natural de esta zona muestra baja emisividades lo que puede indicar terrenos productivos.

En el metro 960 aproximadamente se ha citado otra particularidad en el registro de potencial espontáneo y la sonda de flujo parece indicar una salida de agua. En el metro 967 existe un cambio de conductividad en el que las aguas disminuyen su salinidad. Además nos encontramos con un impermeable según los registros gamma natural.

Se puede barajar la hipótesis de que el agua entra por el metro 915 con altas conductividades y sale a la formación por el metro 960-970, haciendo disminuir la conductividad del agua en los metros posteriores por la pérdida de agua altamente conductora.

El análisis de los registros eléctricos, junto con el registro gamma natural, se puede sintetizar en el siguiente cuadro:



		COMENTARIOS	
METROS (m)	LITOLÓGÍA	GAMMA NATURAL	ELÉCTRICAS
0-7	Relleno	8-14 CPS Radiación baja. Zona cementada	-
7 a 46	Margas arenosas beig y margocalizas. Pasadas de calizas arcillosas	3-10 CPS Radiación baja. Zona cementada	-
46 a 637	Margas grises y margocalizas. Pasadas de calizas arcillosas	5-15 CPS Radiación baja-media. Zona entubada. Con variaciones en los diámetros que producen un aumento de emisividad al final del tramo.	-
637 a 781	Calcarenitas y calcirruditas bioclásticas blancas	5-30 CPS Aumenta la emisividad al finalizar la entubación. La variación en el registro es muy amplia	A partir del metro 658 se registran parámetros. En este tramo se producen tres máximos en las resistividades, en el metro 665, 717 y 749. el potencial espontáneo muestra una singularidad en el metro 679 y 755.
781 a 833	Dolomías beig muy duras	Existe un pico muy emisivo asociado a un nivel arcilloso en este tramo.	En el metro 809 se registra un máximo de resistividad. A partir de este punto la resistividad disminuye
833 a 835	Calcarenita amarilla, sin pérdida	Emisividades muy parecidas a las del terreno calcarenítico anterior	Coincide con un mínimo en la resistividad en el metro 836. En el metro 830 se aprecia otra singularidad del potencial espontáneo
835 a 891	Dolomías marrones muy duras	10-15 CPS Emisividades bajas	Las resistividades se mantienen constantes, excepto al final del tramo donde disminuyen considerablemente. Es posible que se deba a una mayor fisuración del terreno. Existe poco margen entre las dos resistividades mediadas.
891 a 899	Calizas marrones muy trituradas	12-20 CPS Emisividades bajas. Un poco más altas que las dolomías anteriores.	Las resistividades son muy bajas por el grado de trituración. Indica materiales muy permeables.
899 a 913	Dolomías negras muy duras	10-15 CPS Emisividades bajas	La resistividad aumenta, separándose la resistividad larga de la corta.
913 a 967	Calizas marrones muy troceadas	12-20 CPS Emisividades bajas. Un poco más altas que las dolomías anteriores. Aumenta la emisividad hacia el final del tramo.	Las resistividades se mantienen relativamente altas. Por lo que es posible que la figuración sea de menor importancia que la anterior. El potencial muestra dos singularidades en el metro 915 y el 955 aproximadamente.
967 a 973	Margas azules blandas	40-65 CPS Altas emisividades	Las resistividades disminuyen en el tramo final del sondeo. Correspondiendo a materiales más margosos. El potencial



			espontáneo en estas profundidades y hasta el fondo aumenta paulatinamente.
973 a 1015	Calizas negras con pasadas de margas azules compactas	Disminuye la emisividad en relación al tramo anterior, pero aumenta frecuentemente en las pasadas margosas hasta el metro 1000	Se pudo tomar datos hasta el metro 1000. Las resistividades son bajas a pesar de los materiales calizos. Por lo que estos deben de tener importantes pasadas margosas. Corroborado por el gamma natural. El potencial espontáneo continúa aumentando.
1015 a 1016	Calizas beig duras	-	-

Nota: Las divisiones realizadas se ciñen a los tramos litológicos identificados en el Croquis de Construcción del Sondeo.

3.6 CONCLUSIONES

La principal idea que puede extraerse de este sondeo es la altísima conductividad del agua en el mismo, que no debe extrañarnos si no olvidamos la cercanía del mismo al mar.

No se debe obviar la posibilidad de que los cambios de conductividad se deban principalmente a una estratificación del agua de los acuíferos.

Los registros gamma natural y eléctrico sugieren litologías compatibles con este comportamiento hidráulico.

El importante efecto que tiene el diámetro de la perforación/entubación en los registros flowmeter hace recomendable realizar a la vez un registro caliper cuando existan dudas sobre los diámetros de encamisado y especialmente cuando el sondeo se encuentre sin entubar.

4 SONDEO SOLANA (Benissa) (3032-7-0033)

4.1 ANTECEDENTES

A petición de Tecnologías y Recursos de la Tierra S.L., SONDEOS MARTÍNEZ S.L. ha realizado, con fecha 7 de junio de 2006, el reconocimiento geofísico e informe del sondeo Solana, situado en el término municipal de Benissa, con el fin de determinar los diferentes parámetros geofísicos, conocer las características constructivas y las posibles variaciones de la calidad del agua, así como los movimientos verticales del agua dentro del sondeo.

Este sondeo lo realizó el Servicio Geológico del antiguo MOPU, en el año 1990, mediante el sistema de percusión. Así, según el "Inventario de Puntos Acuíferos, sondeo 3032-7-0033" del IGME, sus características son las siguientes (ver ANEXO 7.3.3: croquis del sondeo):

Profundidad: 375 m

Diámetros de perforación (percusión):

De 0 a 265 m: 600 mm de diámetro.

De 265 a 375 m: 440 mm de diámetro.

Entubación:

De 0 a 266 m: Tubería de chapa de acero de 450 mm de diámetro nominal interior y 6 mm de grosor.

De 260,5 a 375 m: Tubería de chapa de acero de 400 mm de diámetro nominal interior y 6 mm de grosor.

Zonas filtrantes (niveles productivos):

Los tramos con filtro son:

De 242 a 260 m

De 272,5 a 278,5 m

De 290,5 a 295 m

De 307 a 319 m

De 331 a 337 m

De 349 a 361 m

Columna litológica:

De 0 a 140 m: Caliza gris oscura.

De 140 a 154 m: Caliza gris con pellets.

De 154 a 166 m: Caliza micrítica.

De 174 a 199 m: Bioesparitas con foraminíferos.

De 199 a 203 m: Arcilla salmón muy plástica.

De 203 a 263 m: Calizas grises asalmonadas.

De 263 a 283 m: Calizas y calizas biolíticas y detríticas.

De 283 a 340 m: Calizas intraclásticas con oolitos ferruginosos.

De 340 a 368 m: Caliza gris con inclusiones negras algo arcillosas.

De 368 a 375 m: Margas grises plásticas y olor fétido.

Nivel estático (febrero de 1990): 238,22 metros

4.2 SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo está emplazado en el término municipal de Benissa y, según los datos tomados en campo, sus coordenadas U.T.M. son las siguientes:

X U.T.M.: 740.277 m

Y U.T.M.: 4.287.513 m

COTA: 272 m

En la figura nº 18 se muestra la situación geográfica de este sondeo.



Figura nº 2. Localización del pozo Solana.

4.3 PROGRAMA DE TRABAJO

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

Trabajo de Campo.- Los parámetros registrados en el reconocimiento del sondeo han sido los siguientes:

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. Este registro se puede obtener por medio de dos sondas diferentes, la eléctrica o la de temperatura y conductividad. El registro de rayos gamma permite distinguir materiales de alta emisión radiactiva, como las arcillas, feldespatos o micas, con alto contenido en potasio, de otros menos emisivos, como las calizas o arenas. Esta información nos ayudara 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,...

Flujos verticales naturales (Flowmeter). Esta testificación tiene por objetivo la detección de los flujos verticales en el interior de los sondeos. Con este registro puede identificarse las interrelaciones entre los distintos acuíferos captados. Las mediciones se realizarán en régimen estático y son imprescindibles para determinar la posición de los "pasos de agua", los cuales se asocian a cambios de flujo.

El funcionamiento de esta sonda se basa en la introducción de un micromolinete en el sondeo cuyo ratio de giro, consecuencia del movimiento vertical (ascendente o descendente) de la sonda y del posible flujo existente en el sondeo, es registrado a lo largo del sondeo. De esta forma, si la sonda desciende por el sondeo, un aumento en el ratio registrado con respecto al ratio correspondiente a flujo nulo indicará la existencia de un flujo ascendente.

En la práctica se realizan registros ascendentes y descendentes que, comparados, nos permiten distinguir variaciones causadas realmente por la existencia de flujos verticales de otras posibles variaciones con otras causas. También es costumbre realizar al menos dos pasadas con diferentes velocidades de descenso o ascenso de la sonda para disponer de información más detallada.

Los registros obtenidos con esta sonda requieren un procesado posterior para obtener un gráfico que permita un análisis de los resultados teniendo en cuenta los condicionantes anteriormente citados.

El modo de proceder consiste en disponer los registros correspondientes al ascenso y descenso a una misma velocidad en el mismo gráfico, de tal forma que se superpongan los valores correspondientes a flujo nulo.

De esta manera y de modo general, podremos interpretar que existe flujo cuando ambos registros se separen de forma simétrica y divergente y que no existe flujo dentro del rango de sensibilidad de la sonda cuando ambos registros transcurran de manera paralela o se solapen.

Como en este trabajo disponemos de dos registros a diferente velocidades es posible, mediante una regresión lineal, extrapolar la información obtenida para cada punto y determinar a qué velocidad de trabajo el micromolinete no giraría y por tanto cual es la velocidad de flujo.

De esta manera construimos un gráfico que representa la velocidad del flujo en cada punto del sondeo.

Sonda toma muestras. Esta sonda nos permite obtener una muestra de agua de dos litros a una profundidad determinada. De esta forma podemos conocer la calidad y composición del agua a una profundidad fijada con anterioridad. Las muestras tomadas se transportan en envases estériles para evitar una posible contaminación.

EL programa de trabajo se resume en la siguiente tabla:

Tipo de sonda	Parámetro	Sentido	Día Hora	Velocidad (m/min)
TCDS	Temperatura y conductividad. Gamma natural	Descendente	7/6/2006 12:00- 14:00	3.50
TMS	Toma de Muestras	-	7/6/2006 14:30- 15:00	20.00
HRFM	Sonda de Flujo	Ascendente y descendente	7/6/2006 15:30- 18:00	3 y 6

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.

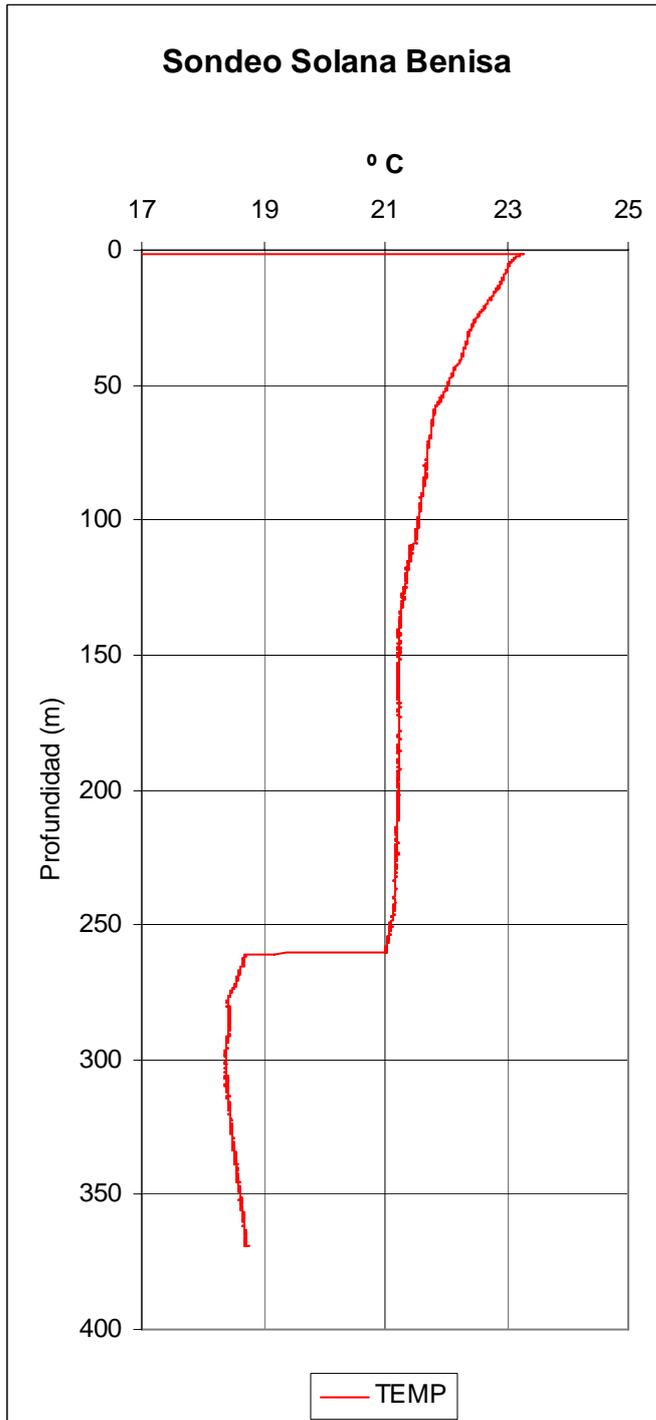
Además se realiza este informe escrito que muestra las conclusiones obtenidas.

4.4 RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO

Todos los registros se realizaron tomando como punto de referencia el brocal del sondeo que, en este caso, se eleva 400 mm sobre el nivel del suelo. Las mediciones se realizaron con una temperatura exterior de 25-30° C.

4.4.1 Calidad del agua (temperatura y conductividad)

Figura nº 19. Diagrafía de temperatura.



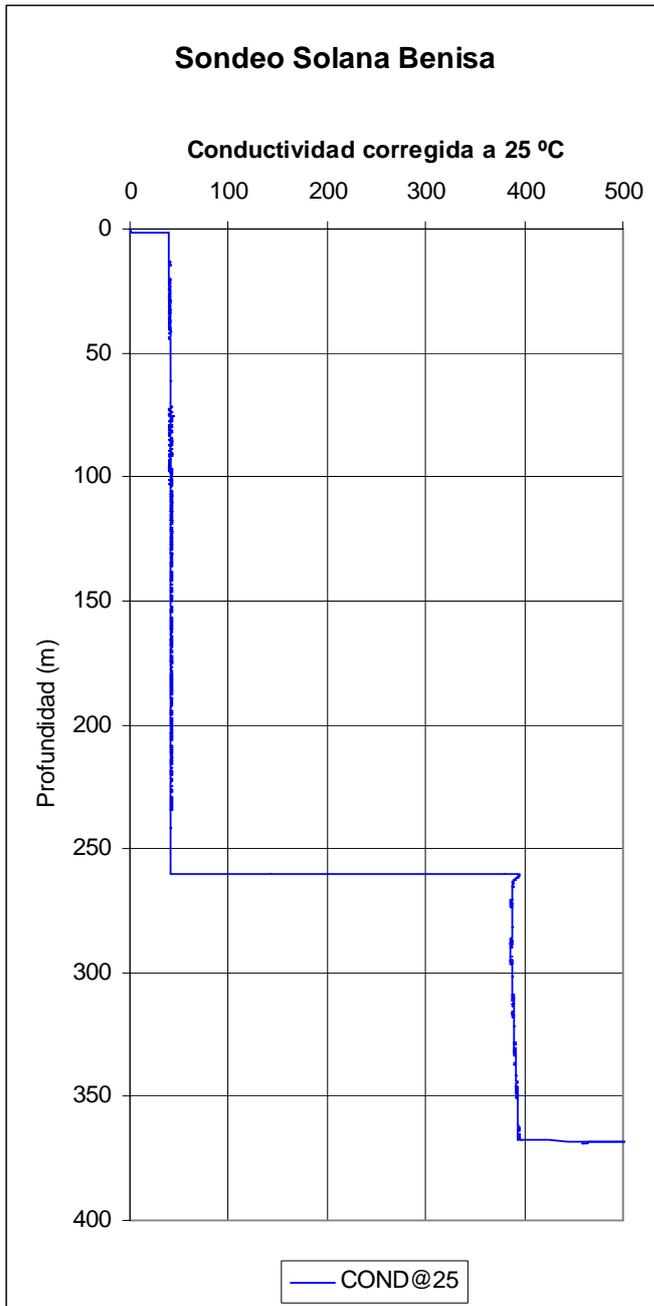
El registro de temperatura y conductividad se realizó el día 7 de junio de 2006 según el programa de trabajo.

De la información recogida en la diagrafía de temperatura (figura 19) podemos concluir que existen dos zonas diferentes en este sondeo.

La primera de ellas corresponde a la zona sin agua. En esta zona la temperatura del aire desciende ligeramente desde 23,19° C registrado a 2 metros de la superficie hasta 21,04° C a 260,4 m, donde se encuentra el nivel estático del agua.

La siguiente zona comprende entre el metro 260,4 y el fondo del sondeo a 369 m. Tras estabilizarse la temperatura en el metro 269, ésta asciende lenta y progresivamente desde 18,59 °C (en el metro 269) hasta 18,74°C en el fondo del sondeo (369 metros). Esto supone un gradiente de 0,13 °C/100 m.

Figura nº 20. Diagrama de conductividad.



detenía en el metro 369.

En la figura 20 se representa la conductividad del agua en el sondeo correspondiendo la línea azul a la conductividad corregida a condiciones estandar (25° C).

Hasta los 260,4 metros no se obtienen valores de conductividad lo que confirma la situación del nivel estático a esta profundidad.

A partir de aquí se distingue dos zonas diferenciadas por pequeñas variaciones de la calidad del agua.

La primera de ellas comprende desde el metro 260,40 hasta el 367. En ella la conductividad se mantiene constante a 388+/-6 µS/cm.

Desde el metro 367 (con valores de 394 µS/cm) hasta el fondo del sondeo testificado, la conductividad aumenta progresivamente hasta alcanzar valores de 458 µS/cm, en la base del pozo (369 metros). Se alcanza un máximo en el metro 368 de 520 µS/cm.

Esta primera sonda nos permite estimar el la profundidad de la perforación. Según los datos proporcionados la profundidad esperada es de 375 metros. Se pudo comprobar que la sonda se

4.4.2 Registro de flujos verticales

Figura nº 21. Diagrama de flujo vertical.

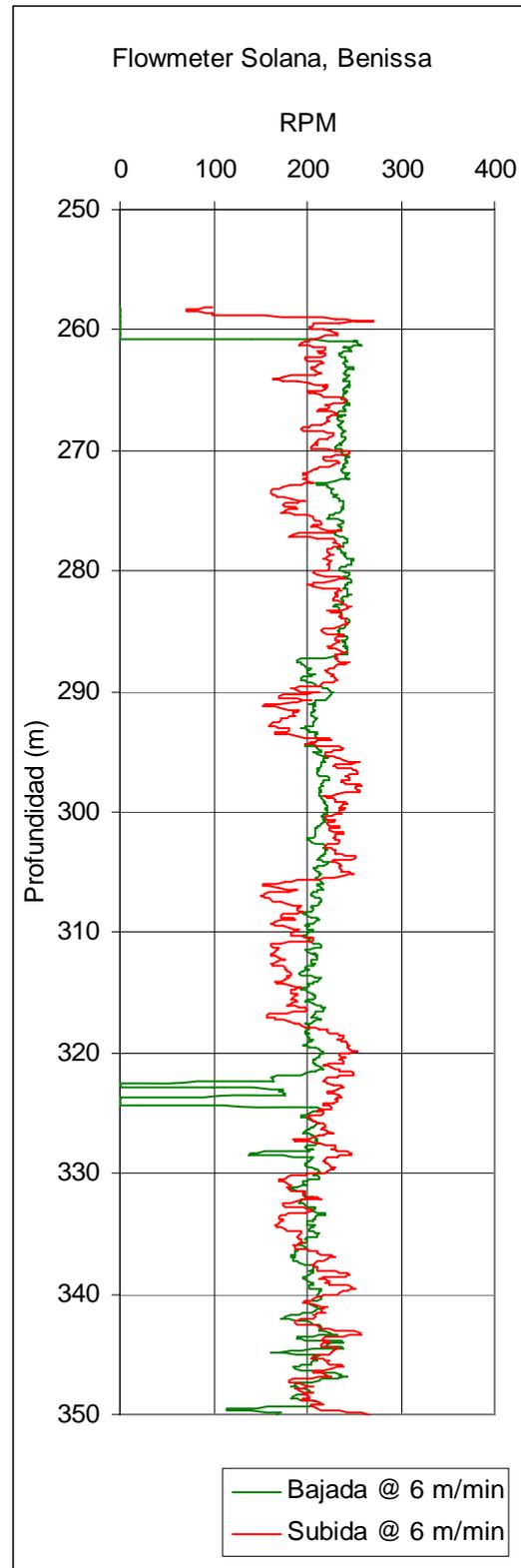
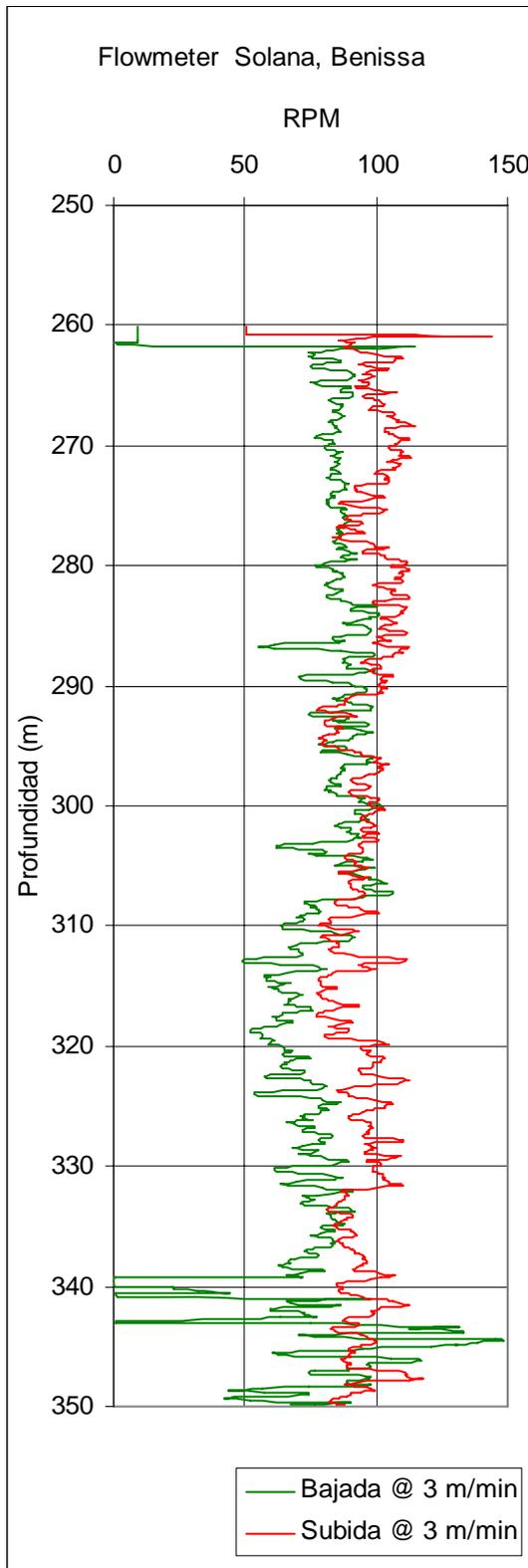
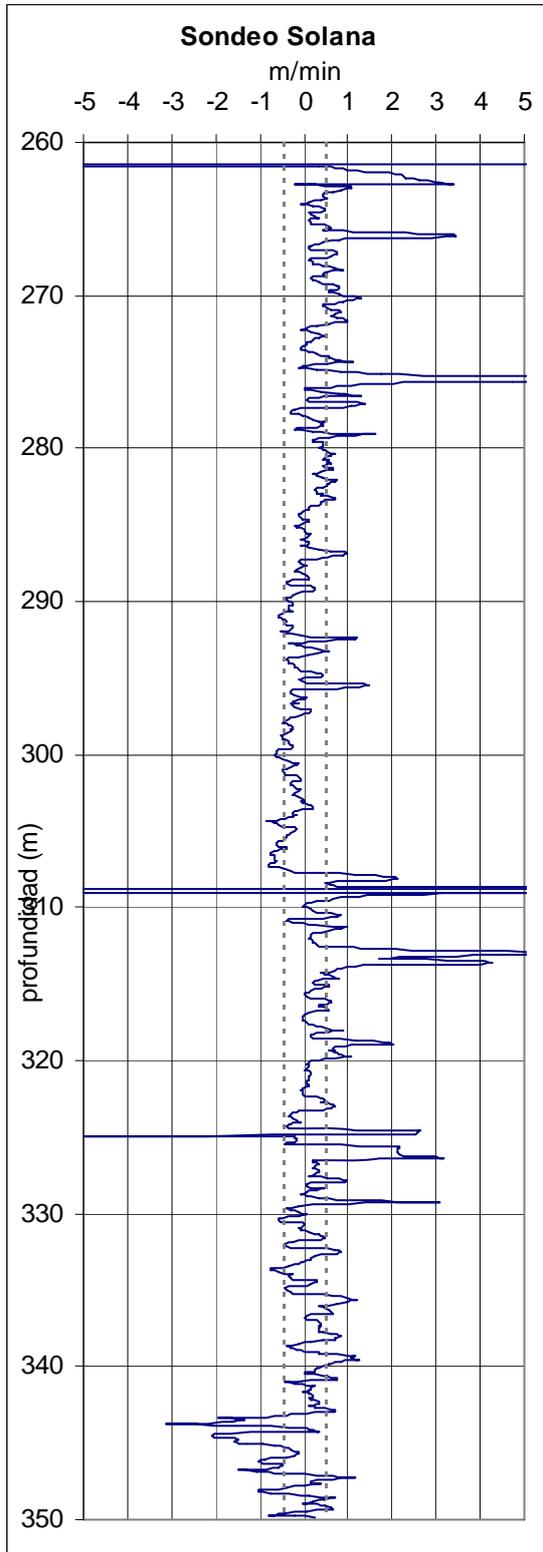


Figura nº 22. Diagrama de velocidad de flujos verticales.



El punto de flujo nulo para la sonda utilizada se encuentra en 40 RPM en ascenso y 90 RPM en descenso en el registro realizado a 3 m/min. En el registro realizado a 6 m/min los puntos de flujo nulo son 150 RPM en ascenso y 250 RPM en descenso.

En la práctica, una vez construidos los gráficos que se pueden observar en la figura 6, los puntos de flujo nulo son 90 RPM a 3 m/min y 250 RPM a 6 m/min. Como sabemos que los equipos flowmeter con micromolinetes no son capaces de detectar flujos menores de 0,5 m/min existe una banda de incertidumbre en la que no podemos asegurar que existan o no flujos menores de 0,5 m/min. En el caso que nos ocupa esta banda abarca entre 70 y 110 RPM para el registro a 3 m/min y entre 230 y 270 para el registro realizado a 6 m/min.

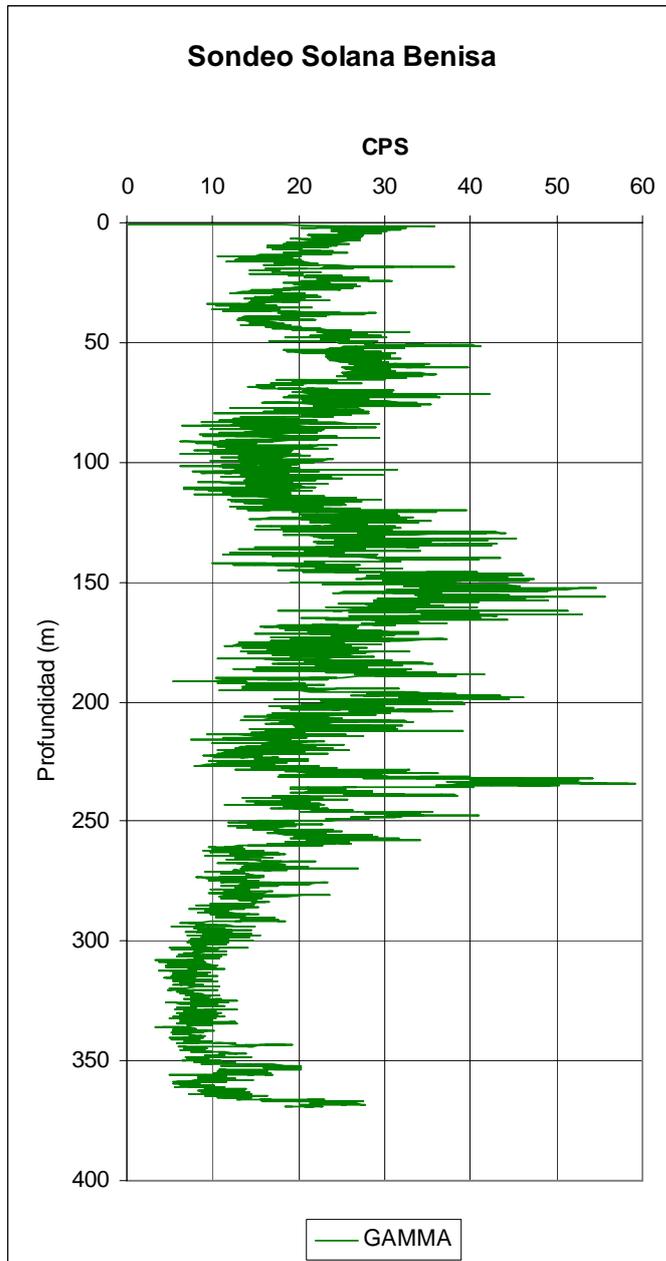
A la vista de los registros expuestos en las figuras 21 y 22 y teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente parece que no existen flujos verticales en el umbral de sensibilidad de esta sonda.

A pesar de ello, y teniendo en cuenta la gran variabilidad del registro de velocidades, parece posible señalar la tendencia a un flujo descendente en los primeros 20 metros registrados. De la misma forma entre 308 y 320 metros también puede existir un pequeño flujo descendente.

En la parte final del sondeo, entre 350 y 345 metros, podría existir un pequeño flujo ascendente.

4.4.3 Registro de la radiación gamma natural

Figura nº 23. Diagrama de gamma natural



Este registro se realizó el día 7 de junio de 2006.

En los 50 primeros metros detectamos valores medios-bajos de emisión, lo que podría corresponder con materiales calizos con algún nivel de calizas margosas, como el registrado en los primeros metros.

Del metro 50 al 80 las emisiones registradas aumentan considerando estos materiales como calizas margosas.

Desde el metro 80 hasta el 120, las radiaciones vuelven a disminuir hasta equipararse con el primer tramo diferenciado. Por lo que se considera un tramo calizo.

En el metro 120 se detecta un aumento general de la radiación hasta el metro 170. Podríamos pensar que se debe a un aumento del componente arcilloso de las calizas de la formación. Teniendo en cuenta que nos encontramos por encima del nivel saturado, el registro indica materiales margocalizos.

Desde el metro 170 hasta el 260 la diagrama adjunta muestra valores muy dispares. Se puede considerar, de manera general, que la formación, en este tramo, comienza con

materiales calizos ricos en arcillas (calizas margosas) y progresivamente va perdiendo la componente arcillosa hasta convertirse en un medio calizo exclusivamente. En el metro 232 al 235 aproximadamente se registra un aumento puntual de las emisiones, lo que indica un nivel de poco espesor con matriz arcillosa. Puede corresponder con un material margoso o incluso arcilloso. Este tipo de intrusiones litológicas se repite en menor escala en el metro 196 aproximadamente donde se observa otro pico de unos 3 metros de materiales margosos o arcillosos.

Hasta esta profundidad las radiaciones registradas han sido comprobables ya que las posibles atenuaciones causadas por la entubación y el diámetro de la perforación se

han mantenido constantes. Además no se ha alcanzado el nivel estático, lo que produce una considerable atenuación de la radiación registrada.

A partir del metro 260 (coincidiendo con el nivel estático y una reducción de diámetro) y hasta el 345 la radiación se mantiene estable en valores alrededor de 10 cps. Emisiones típicas de materiales calizos. En el metro 345 aproximadamente hasta el fondo del sondeo, las radiaciones fluctúan alcanzando valores ligeramente más altos que los anteriores, que indica que los materiales margosos aumentan su presencia en este último tramo. Aunque no podemos discernir con seguridad si al efecto del agua se suma la causa geológica. Teniendo en cuenta esto, no podemos afirmar que entre el metro 250 y el 270 exista un cambio geológico a la vista de este registro. Es posible que el componente arcilloso de las margas se mantenga en profundidad y la pérdida de radiación sea consecuencia exclusivamente de la atenuación por el agua.

También hay que tener en cuenta la reducción de diámetros de la perforación, a partir del metro 366, que puede hacer variar la radiación registrada, aumentándola cuanto más pequeño sea el diámetro.

4.4.4 Toma de muestras

La toma de muestras se llevó a cabo el día 7 de junio de 2006.

Tras el análisis de la información registrada en las diagráfias de temperatura y conductividad Tecnologías y Recursos de la Tierra S.A. tomó la decisión de obtener una muestra de agua a una profundidad de 335 m.

Las muestras fueron tomadas sin ningún incidente destacable y alojadas en botellas estériles de 2 L que fueron rotuladas y enviadas a Tecnologías y Recursos de la Tierra S.A.



4.5 ANÁLISIS DEL LOS RESULTADOS

A partir de los registros descritos se deduce que el sondeo tiene las características siguientes:

Profundidad. El registro muestra que el sondeo tiene en la actualidad una profundidad de 369 m. Considerando la profundidad inicial del proyecto de perforación (375 m) se encuentran cegados 6 metros del fondo.

El estudio engloba los registros de la sonda de temperatura, conductividad, gamma natural y flujos verticales. Los parámetros eléctricos carecen de valor en un sondeo entubado. Los registros de flujo vertical se realizaron entre el metro 260 y 350. De esta forma se abarca desde el nivel estático hasta el metro 350, evitando los últimos metros que pueden ser peligrosos por los posibles atascos en la hélice.

Entubación. El sondeo, según la información proporcionada, se encuentra entubado en su totalidad. En el metro 265 existe una reducción de la perforación y de la entubación.

El ranurado de la entubación, descrito anteriormente, permite evaluar las entradas de agua y se localiza en los tramos: desde el 242 a 260 m, del metro 272,5 a 278,5 m, desde 290,5 a 295 m, desde 307 a 319 m, del metro 331 a 337 m y del metro 349 a 361 m.

Calidad y pasos de agua. El nivel estático del agua se encuentra en el metro 260,4 de profundidad, lo que supone un nivel piezométrico de 11,6 m.s.n.m.

A continuación se presenta en una tabla el resumen de las distintas zonas que se pueden establecer en el sondeo según la calidad del agua.

Resumen de las distintas zonas según la calidad del agua			
TRAMO m	Temperatura °C	Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$	TRAMO m
0 a 260,4	23,9 a 21,04	-	0 a 260,4
260,4 a 269	21,04 a 18,59	388+/-6	260,4 a 367
269 a 369	18,59 a 18,74	394 a 458	367 a 369

En la zona saturada del sondeo se puede observar que no existe una gran variación de la conductividad ni de la temperatura del agua, yendo éstas siempre en



aumento conforme aumenta la profundidad. Este aumento es prácticamente lineal sin que se detecten cambios bruscos.

Existe una inflexión en la temperatura a 269 metros de profundidad probablemente debido al fin de la influencia de la temperatura exterior sobre el agua del sondeo. También podría ser debido a un pequeño flujo descendente en los primeros 20 metros del sondeo.

Es posible que el aumento de conductividad en el fondo del sondeo se deba a las interacciones entre el agua y el relleno detectado en el fondo.

Columna litológica. La columna levantada, según los datos del gamma natural, se resume en la siguiente tabla:

Resumen de las litologías perforadas			
Datos previos		Registro	
Profundidad (m)	Litología	Profundidad (m)	Litología
0 a 140	Caliza gris	0 a 50	Calizas con pasadas de niveles margas
140 a 154	Caliza gris con pellets	50 a 80	Caliza margosa
154 a 166	Caliza micrítica	80 a 120	Caliza
166 a 174	Bioesparitas	120 a 170	Margocaliza
174 a 199	Caliza blanca	170 a 200	Calizas margosas
199 a 203	Arcilla muy plástica	196 a 199	Margas-arcillas
203 a 263	Caliza gris	203 a 232	Calizas margosas y calizas
263 a 283	Caliza biodetrítica	232 a 235	Arcillas - margas
283 a 340	Caliza intraclástica	235 a 260	Calizas y calizas margosas
340 a 368	Caliza gris con inclusiones arcillosas	260 a 345	Calizas
368 a 375	margas	345 a 369	Caliza margosas- margas

Las litologías registradas coinciden aproximadamente con la información previa de la perforación.

4.6 CONCLUSIONES

El comportamiento estable de la conductividad en el sondeo y la aparente ausencia de flujo son coherentes con la posibilidad de que el sondeo solo corte un acuífero sin movimientos verticales.

El mínimo detectado en la temperatura a 269 m de profundidad parece contradecir la conclusión anterior. Sin embargo éste podría explicarse por la influencia del aire inmediatamente superior más caliente sobre los primeros metros de este agua sin flujo.

Ésta podría ser la conclusión general extraíble de este sondeo a la hora de analizar los resultados dentro del estudio del acuífero de la depresión de Benissa.

5 SONDEO JALÓN (Jalón) (2032-6-0076)

5.1 ANTECEDENTES

A petición de Tecnologías y Recursos de la Tierra S.L., SONDEOS MARTÍNEZ S.L. ha realizado, con fecha 8 de junio de 2006, el reconocimiento geofísico e informe del sondeo situado en el término municipal de Jalón, con el fin de determinar los diferentes parámetros geofísicos, conocer las características constructivas y las posibles variaciones de la calidad del agua, así como los movimientos verticales del agua dentro del sondeo.

Este sondeo lo realizó el Servicio Geológico del antiguo MOPU, en 1990, mediante el sistema de rotopercusión. Así, según la ficha 3032-6-0076 del "Inventario de Puntos Acuíferos", sus características son las siguientes (ver ANEXO 7.4.3: croquis del sondeo):

Profundidad: 500 m

Diámetros de perforación:

De 0 a 350 m: 280 mm

De 350 a 500 m: 220 mm

Entubación:

De 0 a 350 m: Tubería de chapa de acero de 250 mm de diámetro nominal interior y 6 mm de grosor.

De 350 a 500 m: Zona sin entubar. Diámetro de perforación 220 mm.

Zonas filtrantes (niveles productivos):

No existen zonas filtrantes a lo largo de la columna de entubación. Los niveles productivos se encuentran en la zona sin entubar.

Columna litológica:

De 0 a.5 m: Conglomerado y arcilla roja.

De 5 a 65 m: Caliza marrón y caliza margosa.

De 65 a 95 m: Caliza marrón con huecos.

De 95 a 205 m: Caliza marrón y caliza margosa.

De 205 a 370 m: Pérdidas del retorno de circulación.

De 370 a 500 m: Caliza margosa con niveles de margas.

Pérdidas de lodos:

De 205 a 370: Pérdida total de lodos.

Nivel Piezométrico:

El día 28 de junio de 1990 el nivel se registró a 320,38 metros de profundidad.

5.2 SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo está emplazado en el término municipal de Jálón y, según los datos tomados en campo, sus coordenadas U.T.M. son las siguientes:

X U.T.M.: 757.951 m

Y U.T.M.: 4.287.617 m

COTA: 400 m

El sondeo se encuentra en el término municipal de Jálón, en el paraje del Barranco del Barón.

En la figura nº 24 se muestra la situación geográfica de este sondeo.



Figura nº 24. Localización del pozo Jalón.

5.3 PROGRAMA DE TRABAJO

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

Trabajo de Campo.- Los parámetros registrados en el reconocimiento del sondeo han sido los siguientes:

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. Este registro se puede obtener por medio de dos sondas diferentes, la eléctrica o la de temperatura y conductividad. El registro de rayos gamma permite distinguir materiales de alta emisión radiactiva, como las arcillas, feldespatos o micas, con alto contenido en potasio, de otro menos emisivos, como las calizas o arenas. Esta información nos ayudara 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,...

Flujos verticales naturales (Flowmeter). Esta testificación tiene por objetivo la detección de los flujos verticales en el interior de los sondeos. Con este registro pueden identificarse las interrelaciones entre los distintos acuíferos captados. Las mediciones se realizarán en régimen estático y son imprescindibles para determinar la posición de los "pasos de agua", los cuales se asocian a cambios de flujo.

Sonda eléctrica. La testificación eléctrica tiene como principal objetivo la identificación y definición de las cotas de las formaciones más o menos resistivas. Esta testificación comprende la medición de resistividades, resistencia puntual y potencial espontáneo.

Sonda toma muestras. Esta sonda nos permite obtener una muestra de agua de dos litros a una profundidad determinada. De esta forma podremos conocer la calidad y composición del agua a una profundidad fijada con anterioridad. Las muestras tomadas se transportan en envases estériles para evitar una posible contaminación.



EL programa de trabajo se resume en la siguiente tabla:

Tipo de sonda	Parámetro	Sentido	Día Hora	Velocidad (m/min)
TCDS	Temperatura y conductividad. Gamma natural	Descendente	8/6/2006 11:00- 12:00	3.50
TMS	Toma de Muestras	-	8/6/2006 13:30- 14:00	20.00
ELXG	Parámetros eléctricos	Ascendente	8/6/2006 NO	4.50
HRFM	Sonda de Flujo	Ascendente y descendente	8/6/2006 NO	3 y 6

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.

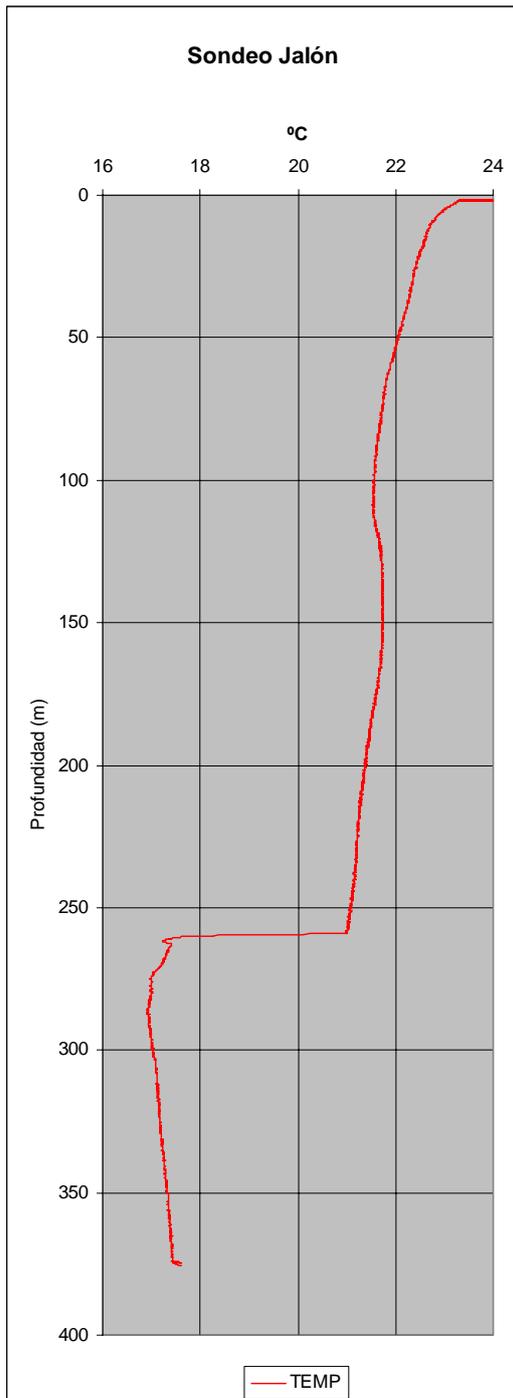
Además se realiza este informe escrito que muestra las conclusiones obtenidas.

5.4 RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO

Todos los registros se realizaron tomando como punto de referencia el brocal del sondeo que, en este caso, se eleva 185 mm sobre el nivel del suelo. Las mediciones se realizaron con una temperatura exterior de 29° C.

5.4.1 Calidad del agua (temperatura y conductividad)

Figura nº 25. Diagrafía de temperatura.



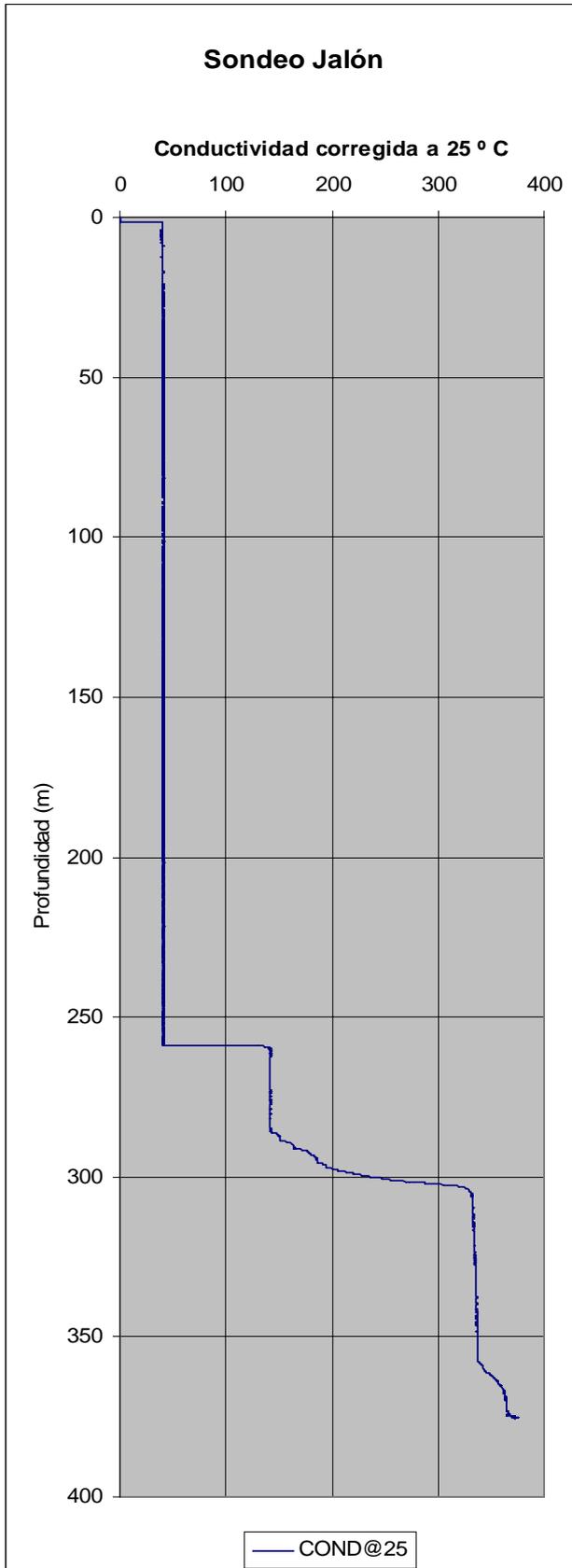
El registro de temperatura y conductividad se realizó el día 8 de junio de 2006 según el programa de trabajo.

De la información recogida en la diagrafía de temperatura (figura 25) podemos concluir que existen dos zonas diferentes en este sondeo.

La primera de ellas corresponde a la zona sin agua. En esta zona la temperatura del aire desciende ligeramente desde 23° C registrado a 5 metros de la superficie hasta 21° C a 258,9 m, donde se encuentra el nivel estático del agua. El máximo valor registrado es de 24° C y se encuentra a 1,9 metros de la superficie.

La siguiente zona comprende entre el metro 259 y el 375. Tras estabilizarse la temperatura en el metro 274, ésta asciende lenta y progresivamente desde 17 °C en el metro 274 hasta 17,60°C en el fondo del sondeo. Esto supone un gradiente de 0,58 °C/100 m.

Figura nº 26. Diagrama de conductividad.



En la figura 26 se representa la conductividad del agua en el sondeo correspondiendo la línea azul a la conductividad corregida a condiciones estándar (25° C).

Hasta los 259 metros no se obtienen valores de conductividad lo que confirma la situación del nivel estático a esta profundidad.

A partir de aquí se distingue tres zonas diferenciadas por los escalones que causa la variación de la calidad del agua.

La primera de ellas comprende desde el metro 259 hasta el 286,4. En ella la conductividad se mantiene constante a 141+/-2 µS/cm, permaneciendo invariable hasta el metro 286,4.

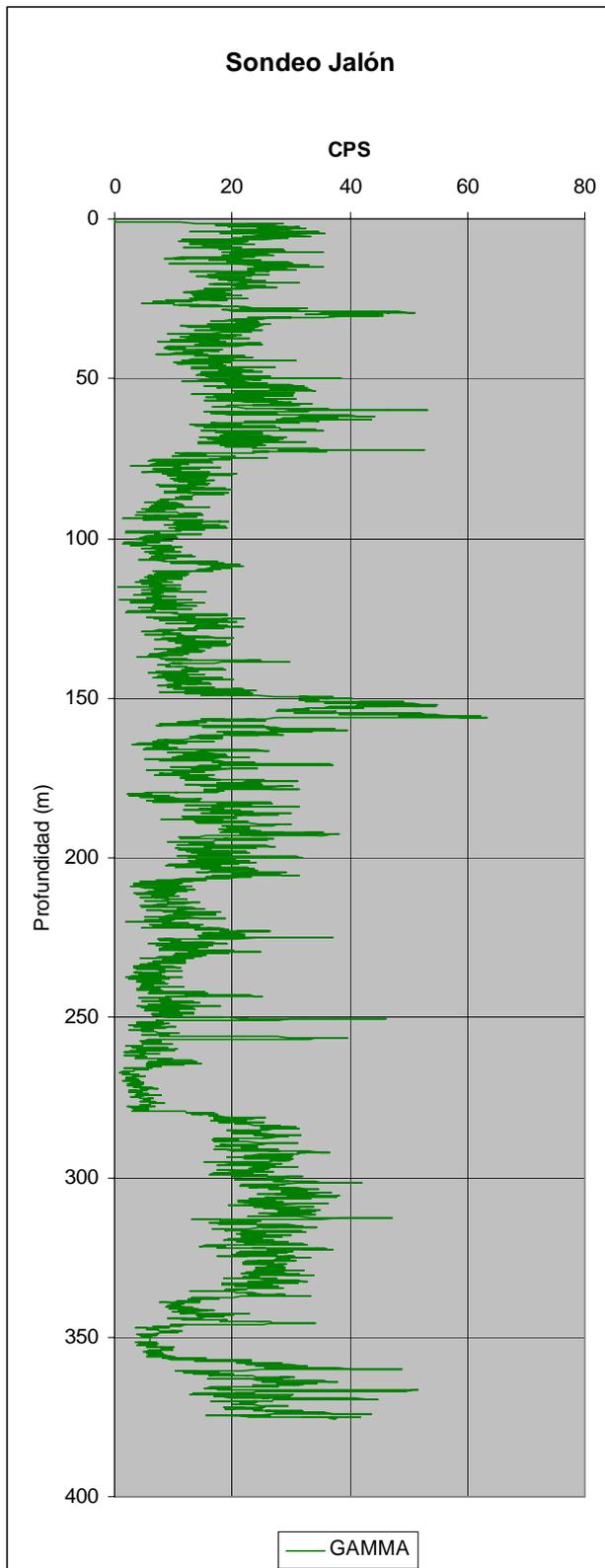
Desde el metro 286,4 hasta el 305 se detecta un gran salto, pasando la conductividad de 141+/-2 µS/cm (registrado en el anterior tramo) a 330 µS/cm (a una profundidad de 305 metros).

Desde el metro 305 (con valores de 330 µS/cm) hasta el fondo del sondeo testificado, la conductividad aumenta progresivamente hasta alcanzar valores de 370 µS/cm en la base del pozo.

Esta primera sonda nos permite estimar el la profundidad de la perforación. Según los datos proporcionados la profundidad esperada es de 500 metros. Se pudo comprobar que la sonda se detenía en el metro 375. Además se produjo un atasco de la sonda en el metro 350. La profundidad máxima se estima en 375 m.

5.4.2 Registro de la radiación gamma natural

Figura nº 27. Diagrama de gamma natural



Este registro se realizó el día 8 de junio de 2006.

En los 70 primeros metros detectamos valores medios-bajos de emisión, lo que podría corresponder con materiales calizos y calizos margosos. En el metro 30 y el 60 aproximadamente se registran niveles de matrices más emisivas, que podrían corresponder a margas o incluso arcillas.

A partir del metro 70 la radiación se mantiene estable en valores alrededor de 15 cps. emisiones típicas de materiales calizos. Alrededor del metro 150 se detecta un ascenso de la radiación emitida. Se trata de las radiaciones más altas registradas. Se puede presuponer que en estas profundidades y hasta el metro 158 aproximadamente se localiza un nivel margoso-arcilloso.

Desde el metro 160 hasta el 275 las radiaciones registradas nos indican terrenos perforados en calizas margosas que van perdiendo su componente arcilloso en profundidad. Hacia el final del tramo, en el metro 260 aproximadamente, las radiaciones indican un componente calizo exclusivamente. Aunque no podemos discernir con seguridad si al efecto del agua se suma a la causa geológica. Teniendo en cuenta esto, no podemos afirmar que entre el metro 200 y el 260 exista un cambio geológico a la vista de este registro. Es posible que el componente arcilloso de las margas se mantenga en profundidad y la pérdida de radiación se base exclusivamente por la atenuación del nivel saturado.

En el metro 275 se detecta un aumento concreto de la radiación hasta el metro 340. Podríamos pensar que se debe a un aumento del componente arcilloso de las calizas de la formación. Teniendo en cuenta que nos encontramos por debajo del nivel saturado, el registro indica materiales margocalizos y margosos.

Por debajo de este nivel la radiación disminuye lo que indica una pérdida de arcillas en la componente caliza. Por lo que desde el metro 340 hasta 355 aproximadamente los materiales perforados pueden corresponder con calizas y calizas margosas.

Desde el metro 355 hasta el fondo del sondeo la radiación vuelve a aumentar, repitiendo la litología del tramo (275-340 m) correspondiente a margocalizas y niveles margosos. Aunque hay que tener en cuenta la reducción de diámetros de la perforación, a partir del metro 350, que puede hacer variar la radiación registrada aumentándola cuanto más pequeño sea el diámetro.

5.4.3 Toma de muestras

La toma de muestras se llevó a cabo el día 8 de junio de 2006.

Tras el análisis de la información registrada en las diagráfias de temperatura y conductividad Tecnologías y Recursos de la Tierra S.A. tomó la decisión de obtener una muestra de agua a una profundidad de 355 m.

Las muestras fueron tomadas sin ningún incidente destacable y alojadas en botellas estériles de 2 L que fueron rotuladas y enviadas a Tecnologías y Recursos de la Tierra S.A.

5.5 ANÁLISIS DEL LOS RESULTADOS

A partir de los registros descritos se deduce que el sondeo tiene las características siguientes:

Profundidad. El registro muestra que el sondeo tiene en la actualidad una profundidad de 375 m. Considerando la profundidad inicial del proyecto de perforación (500 m.) se ha producido un colapso puntual que impide la bajada de la sonda o bien se ha derrumbado la parte del sondeo sin entubar.

El estudio concluyó con los registros de la sonda de temperatura, conductividad y gamma natural. Se pretendía realizar registros de flujo vertical y parámetros eléctricos, que se desestimaron cuando se conoció el estado del sondeo. Los parámetros eléctricos carecen de valor en un sondeo entubado y los posibles movimientos de agua se detectarían en la zona sin entubar, puesto que en la zona entubada no existen ranura ni filtros que permita una circulación de agua.

Entubación. El sondeo, según la información proporcionada, se encuentra entubado hasta el metro 350, coincidiendo con una reducción de la perforación. A partir de esta profundidad y hasta el fondo del sondeo la captación se encuentra sin entubar.

Durante la toma de datos realizada en campo, la sonda de temperatura y conductividad sufrió un atasco en el metro 350, lo que obligó a parar las mediciones y comenzar un nuevo registro. El atasco coincide con la boca de la entubación, lo que hace sospechar un mal estado de la misma o del inicio de la perforación.

Calidad y pasos de agua. El nivel estático del agua se encuentra en el metro 259 de profundidad, lo que supone un nivel piezométrico de 141 m.s.n.m.

A continuación se presenta en una tabla el resumen de las distintas zonas que se pueden establecer en el sondeo según la calidad del agua.

Resumen de las distintas zonas según la calidad del agua			
TRAMO m	Temperatura °C	Conductividad $\mu\text{S/cm}$	TRAMO m
0 a 258,9	23 a 21	-	0 a 259
259 a 265	21 a 17	141	259 a 286,4
		141 a 330	286,4 a 305
		330 a 343	305 a 360
265 a 375	17 a 17,60	343 a 370	



En la zona saturada del sondeo se puede observar una variación de la conductividad del agua, yendo ésta siempre en aumento conforme aumenta la profundidad. Este aumento no es lineal sino que se detectan cambios bruscos. Esto ocurre en 286,4 y 305 m.

En el registro de temperatura el aumento de la misma es lento y gradual sin que se muestren cambios bruscos.

Es posible que el salto de conductividad que se produce entre los metros 286,4 al 305 se deba a una entrada de agua al sondeo. Esta explicación no es consistente con la información previa del sondeo, donde no se observan ranuras en la tubería principal. Aun así es posible que la entrada de agua se produzca por debajo de la tubería (250 metros) y ascienda.

Quizá la explicación más evidente sea que el agua de los primeros metros del nivel freático tenga una procedencia pluvial, lo que explicaría el citado salto de conductividad y las bajas conductividades registradas.

Columna litológica. La columna levantada, según el gamma natural, se resume en la siguiente tabla:

Resumen de las litologías perforadas			
Datos previos		Registro	
Profundidad (m)	Litología	Profundidad (m)	Litología
0 a 5	Conglomerado y arcilla roja	0 a 70	Calizas y calizas margosas con algunas pasadas margo-arcillosas
5 a 65	Caliza y caliza margosa	70 ^a 150	Caliza
65 a 95	Caliza marrón con huecos	150 a 160	Nivel margoso-arcilloso
95 a 205	Caliza marrón y caliza margosa	160 a 250	Caliza margosa
		250 a 275	Calizas
205 a 370	-	275 a 340	Margocalizas y margas
		340 a 355	Calizas y calizas margosas
370 a 500	Caliza margosa y margas	355 a 375	Margocalizas y margas

Las litologías registradas coinciden aproximadamente con la información previa de la perforación.

5.6 CONCLUSIONES

De la información disponible se podría concluir que el sondeo atraviesa dos aguas de conductividad diferente, posiblemente asociadas a temperaturas diferentes.

Sin embargo creemos que es necesario barajar la posibilidad de que toda el agua del sondeo fuese de conductividad baja y la zona de aumento de conductividad se deba a la interacción con las margas detectadas entre 275 y 340 m.

Ésta podría ser la conclusión general extraíble de este sondeo a la hora de analizar los resultados dentro del estudio del acuífero de la depresión de Benissa.

6 SONDEO CASAS DE BENICAMBRA (Teulada) (3032-8-0033)

6.1 ANTECEDENTES

A petición de Tecnologías y Recursos de la Tierra S.A., SONDEOS MARTÍNEZ S.L. ha realizado, con fecha 12 de junio de 2006, el reconocimiento geofísico e informe del sondeo Casas de Benicambra (3032-8-0033), situado en el término municipal de Teulada, con el fin de determinar los diferentes parámetros geofísicos, conocer las características constructivas y las posibles variaciones de la calidad del agua, así como los movimientos verticales del agua dentro del sondeo.



No existe información previa de este sondeo, se espera que tenga una profundidad de entre 200 y 300 m.

Desde la superficie se observa como el sondeo tiene un emboquillado de 1,5 metros y el resto del sondeo se encuentra sin entubar.

Fotografía del brocal del sondeo.

6.2 SITUACIÓN GEOGRÁFICA

El sondeo está emplazado en el término municipal de Teulada y, según los datos tomados en campo, sus coordenadas U.T.M. son las siguientes:

X U.T.M.: 750.639 m

Y U.T.M.: 4.292.711 m

COTA: 143 m

El sondeo se encuentra junto a un vertedero clausurado.

En la figura nº 28 se muestra la situación geográfica de este sondeo.



Figura nº 28. Localización del pozo Casas de Benicambra.

6.3 PROGRAMA DE TRABAJO

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

Trabajo de Campo.- Los parámetros registrados en el reconocimiento del sondeo han sido los siguientes:

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. Este registro se puede obtener por medio de dos sondas diferentes, la eléctrica o la de temperatura y conductividad. El registro de rayos gamma permite distinguir materiales de alta emisión radiactiva, como las arcillas, feldespatos o micas, con alto contenido en potasio, de otros menos emisivos, como las calizas o arenas. Esta información nos ayudara 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,...

Flujos verticales naturales (Flowmeter). Esta testificación tiene por objetivo la detección de los flujos verticales en el interior de los sondeos. Con este registro pueden identificarse las interrelaciones entre los distintos acuíferos captados. Las mediciones se realizarán en régimen estático y son imprescindibles para determinar la posición de los "pasos de agua", los cuales se asocian a cambios de flujo.

El funcionamiento de esta sonda se basa en la introducción de un micromolinete en el sondeo cuyo ratio de giro, consecuencia del movimiento vertical (ascendente o descendente) de la sonda y del posible flujo existente en el sondeo, es registrado a lo largo del sondeo. De esta forma, si la sonda desciende por el sondeo, un aumento en el ratio registrado con respecto al ratio correspondiente a flujo nulo indicará la existencia de un flujo ascendente.

En la práctica se realizan registros ascendentes y descendentes que, comparados, nos permiten distinguir variaciones causadas realmente por la existencia de flujos verticales de otras posibles variaciones con otras causas. También es costumbre realizar al menos dos pasadas con diferentes velocidades de descenso o ascenso de la sonda para disponer de información más detallada.

Los registros obtenidos con esta sonda requieren un procesado posterior para obtener un gráfico que permita un análisis de los resultados teniendo en cuenta los condicionantes anteriormente citados.

El modo de proceder consiste en disponer los registros correspondientes al ascenso y descenso a una misma velocidad en el mismo gráfico, de tal forma que se superpongan los valores correspondientes a flujo nulo.

De esta manera y de modo general, podremos interpretar que existe flujo cuando ambos registros se separen de forma simétrica y divergente y que no existe flujo dentro del rango de sensibilidad de la sonda cuando ambos registros transcurran de manera paralela o se solapen.

Como en este trabajo disponemos de dos registros a diferente velocidades es posible, mediante una regresión lineal, extrapolar la información obtenida para cada punto y determinar a qué velocidad de trabajo el micromolinete no giraría y por tanto cual es la velocidad de flujo.

De esta manera construimos un gráfico que representa la velocidad del flujo en cada punto del sondeo.

Sonda eléctrica. La testificación eléctrica tiene como principal objetivo la identificación y definición de las cotas de las formaciones más o menos resistivas. Esta testificación comprende la medición de resistividades, resistencia puntual y potencial espontáneo.

Sonda toma muestras. Esta sonda nos permite obtener una muestra de agua de dos litros a una profundidad determinada. De esta forma podremos conocer la calidad y composición del agua a una profundidad fijada con anterioridad. Las muestras tomadas se transportan en envases estériles para evitar una posible contaminación.

EL programa de trabajo se resume en la siguiente tabla:

Tipo de sonda	Parámetro	Sentido	Día Hora	Velocidad (m/min)
TCDS	Temperatura y conductividad. Gamma natural	Descendente	12/6/2006 11:49-13:00	3.50
TMS	Toma de Muestras	-	12/6/2006 13:30-14:00	20.00
ELXG	Parámetros eléctricos	Ascendente	12/6/2006 14:30-16:00	4.50
HRFM	Sonda de Flujo	Ascendente y descendente	12/6/2006 16:30-19:00	3 y 6

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.

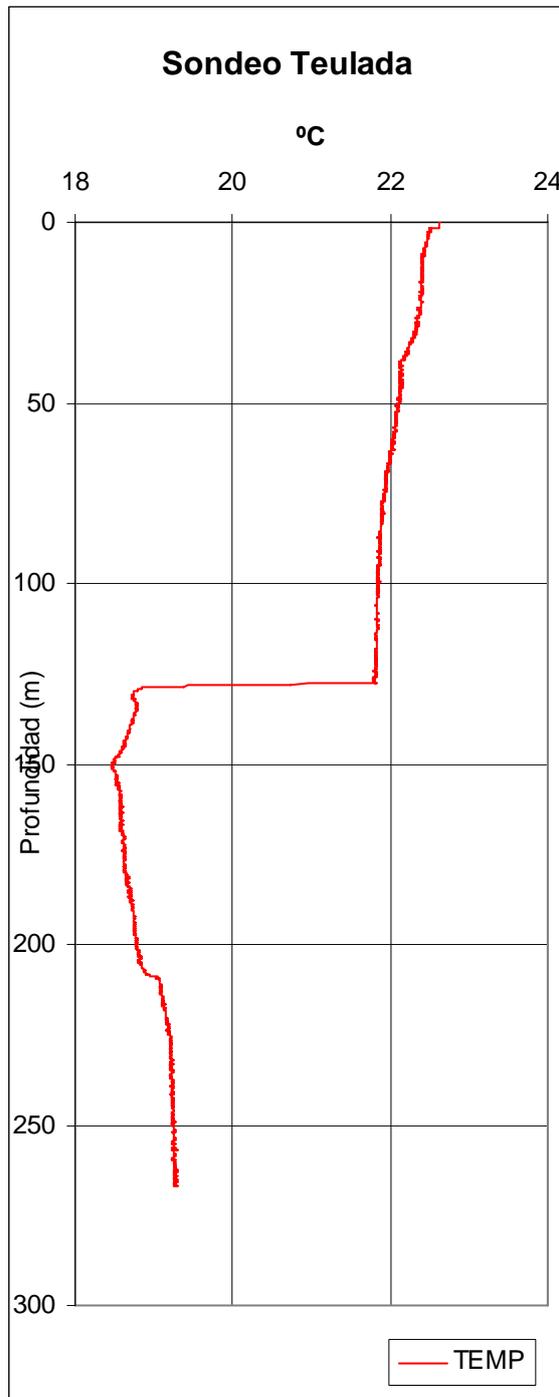
Además se realiza este informe escrito que muestra las conclusiones obtenidas

6.4 RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO

Todos los registros se realizaron tomando como punto de referencia el brocal del sondeo que, en este caso, se eleva 490 mm sobre el nivel del suelo. Las mediciones se realizaron con una temperatura exterior de 25-30° C.

6.4.1 Calidad del agua (temperatura y conductividad)

Figura nº 29. Diagrama de temperatura.



El registro de temperatura y conductividad se realizó el día 12 de junio de 2006 según el programa de trabajo.

De la información recogida en la diagrama de temperatura (figura 29) podemos concluir que existen 4 zonas diferentes en este sondeo.

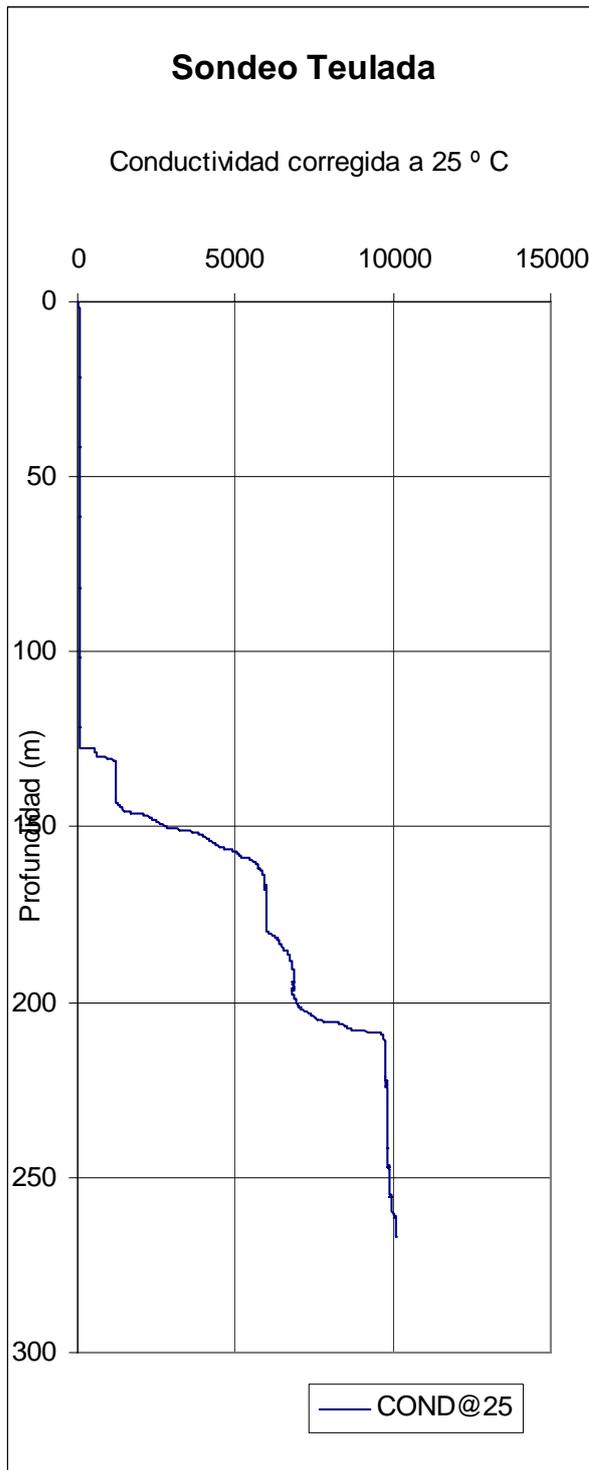
La primera de ellas corresponde a la zona sin agua. En ésta la temperatura del aire desciende desde los 22,5 °C en superficie hasta 21,8 °C a 127,6 m, donde se encuentra el nivel estático del agua.

En la segunda zona la temperatura del agua desciende desde 18,8 °C en la superficie del agua hasta 18,5 °C a 150 m.

A continuación, la temperatura del agua asciende progresivamente hasta los 19,3 °C a 267,8 m de profundidad, donde la sonda se detiene en lo que podría ser el fin del sondeo.

Esta última zona podría subdividirse en dos ya que entre 209 y 211 m hay un pequeño aumento brusco de la temperatura, de 0,1 °C aproximadamente.

Figura nº 30. Diagrama de conductividad.



En la figura 30 se representa la conductividad del agua en el sondeo.

Hasta 127,6 m no se registran valores de conductividad, lo que corrobora que el nivel estático del agua se haya a esta profundidad.

En los primeros 4 metros saturados la conductividad aumenta desde valores de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta valores alrededor de 1240 $\mu\text{S}/\text{cm}$ que se mantienen estables hasta los 143 m.

A partir de 143 m la conductividad asciende progresivamente hasta estabilizarse en valores alrededor de 6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 165 m, que se mantienen hasta los 180 m.

Entre 180 y 192 m la conductividad aumenta de 6000 a 6800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, estabilizándose hasta los 200 m.

A continuación aumenta rápidamente hasta estabilizarse en 9800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 211 m.

A partir de aquí aumenta ligeramente hasta los 10000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 267,8 m.

Esta primera sonda nos permite estimar la profundidad de la perforación. Según los datos proporcionados la profundidad esperada es de 200 a 300 metros. Se pudo comprobar que la sonda se detenía en el metro 267,80.

6.4.2 Registro de flujos verticales

Figura nº 31. Diagrama de flujo vertical.

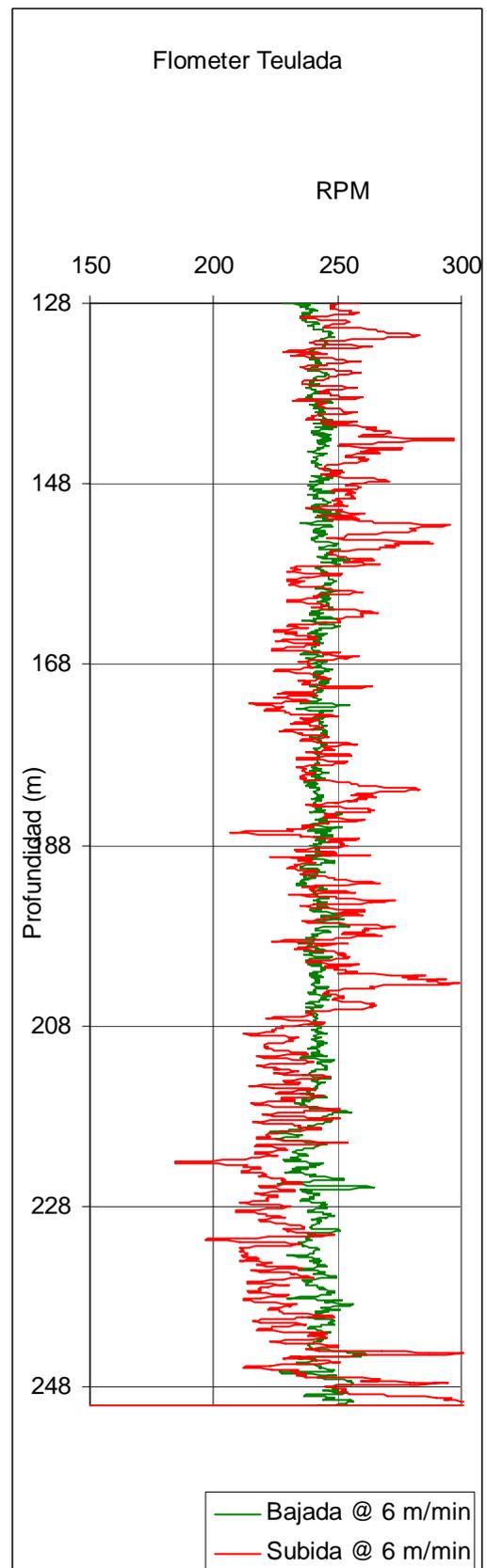
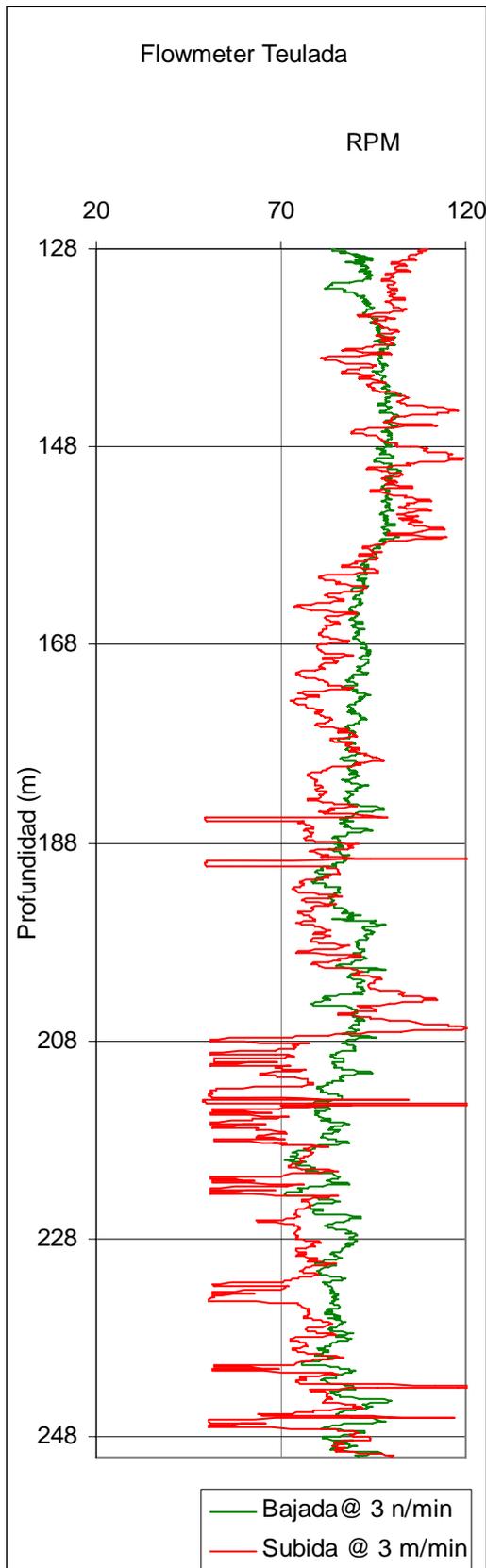
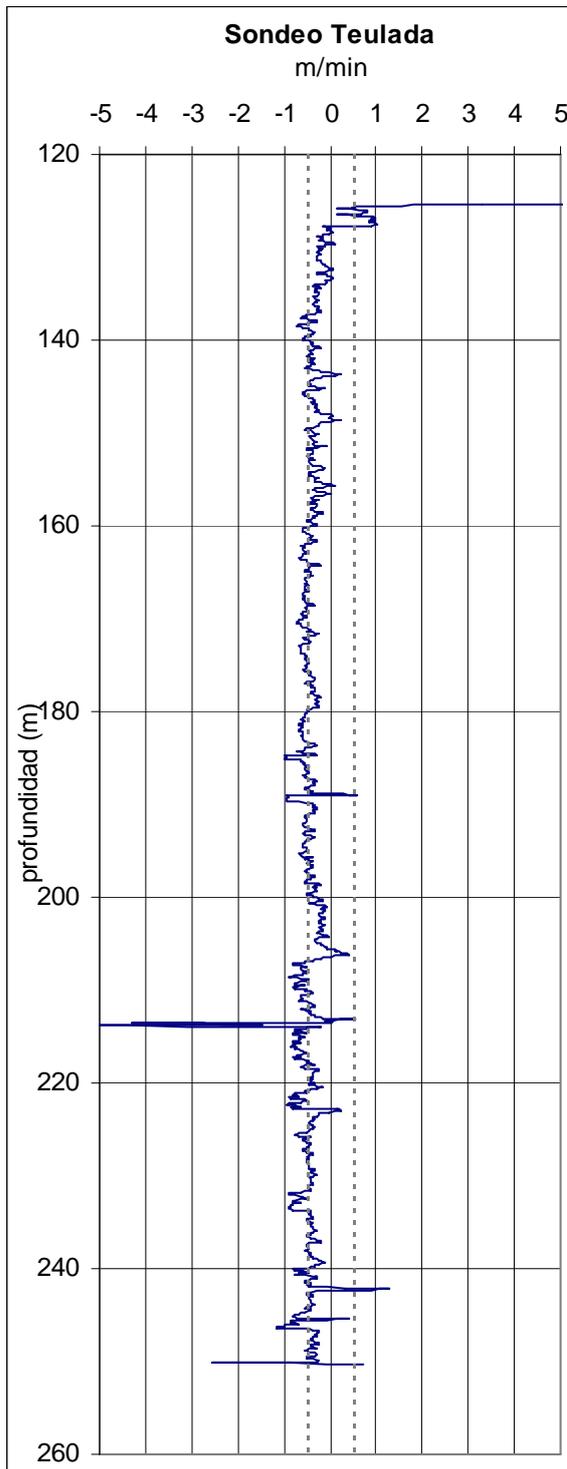


Figura nº 32. Diagrama de velocidad de flujos verticales.



El punto de flujo nulo para la sonda utilizada se encuentra en 40 RPM en ascenso y 90 RPM en descenso en el registro realizado a 3 m/min. En el registro realizado a 6 m/min los puntos de flujo nulo son 150 RPM en ascenso y 250 RPM en descenso.

En la práctica, una vez construidos los gráficos que se puede observar en la figura 5, los puntos de flujo nulo son 90 RPM a 3 m/min y 250 RPM a 6 m/min. Como sabemos que los equipos flowmeter con micromolinetes no son capaces de detectar flujos menores de 0,5 m/min existe una banda de incertidumbre en la que no podemos asegurar que existan o no flujos menores de 0,5 m/min. En el caso que nos ocupa esta banda abarca entre 70 y 110 RPM para el registro a 3 m/min y entre 230 y 270 para el registro realizado a 6 m/min.

En este sondeo hemos de tener en cuenta además la incertidumbre que provoca el desconocimiento de los diámetros de perforación y el hecho de que el sondeo se encuentre sin entubar, pudiendo existir puntuales variaciones en el diámetro que afectan a la velocidad de flujo.

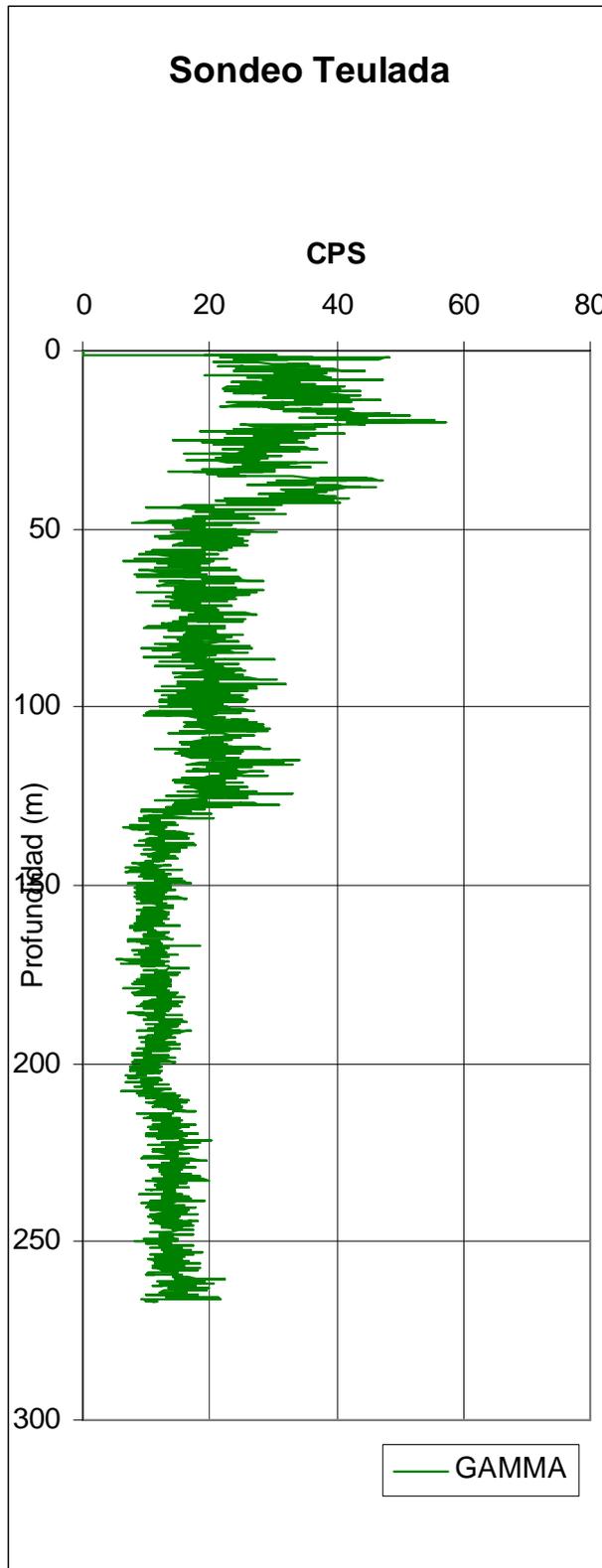
A la vista de los registros expuestos en las figuras 31 y 32 y teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente parece que no existen flujos verticales en el umbral de sensibilidad de esta sonda.

Sin olvidar los condicionantes anteriormente citados es posible detectar la tendencia de un ligero flujo ascendente a lo largo de todo el sondeo,

quizá algo mayor entre 250 y 210 metros de profundidad.

6.4.3 Registro de la radiación gamma natural

Figura nº 33. Diagrama de gamma natural



Este registro se realizó el día 12 de junio de 2006.

En los 50 primeros metros detectamos valores altos de radiación, que podrían corresponder a margocalizas si tenemos en cuenta el aspecto en superficie.

Alrededor de los metros 20 y 40 se localizan dos niveles especialmente emisivos que podrían corresponder a margas. El nivel inferior es más potente que el superior.

A partir del metro 50 la radiación se mantiene estable en valores alrededor de 20 cps. Alrededor del metro 127 se detecta un descenso lo suficientemente concreto para que podamos identificarlo como causado por la entrada de la sonda en el agua.

No podemos discernir con seguridad si al efecto del agua se suma una causa geológica. Teniendo en cuenta esto, no podemos afirmar que entre el metro 50 y el 200 exista un cambio geológico a la vista de este registro. Podría caracterizarse este nivel como calizas margosas.

En el metro 200 se detecta un aumento concreto de la radiación. Podríamos pensar que se debe a un aumento de la presencia de margas en la formación. Como no conocemos los diámetros de la perforación no podemos descartar que esta variación se deba a una reducción del diámetro.

6.4.4 Registro eléctrico

Figura nº 34. Diagrama eléctrica, resistividad de 16" y 64" y resistencia puntual.

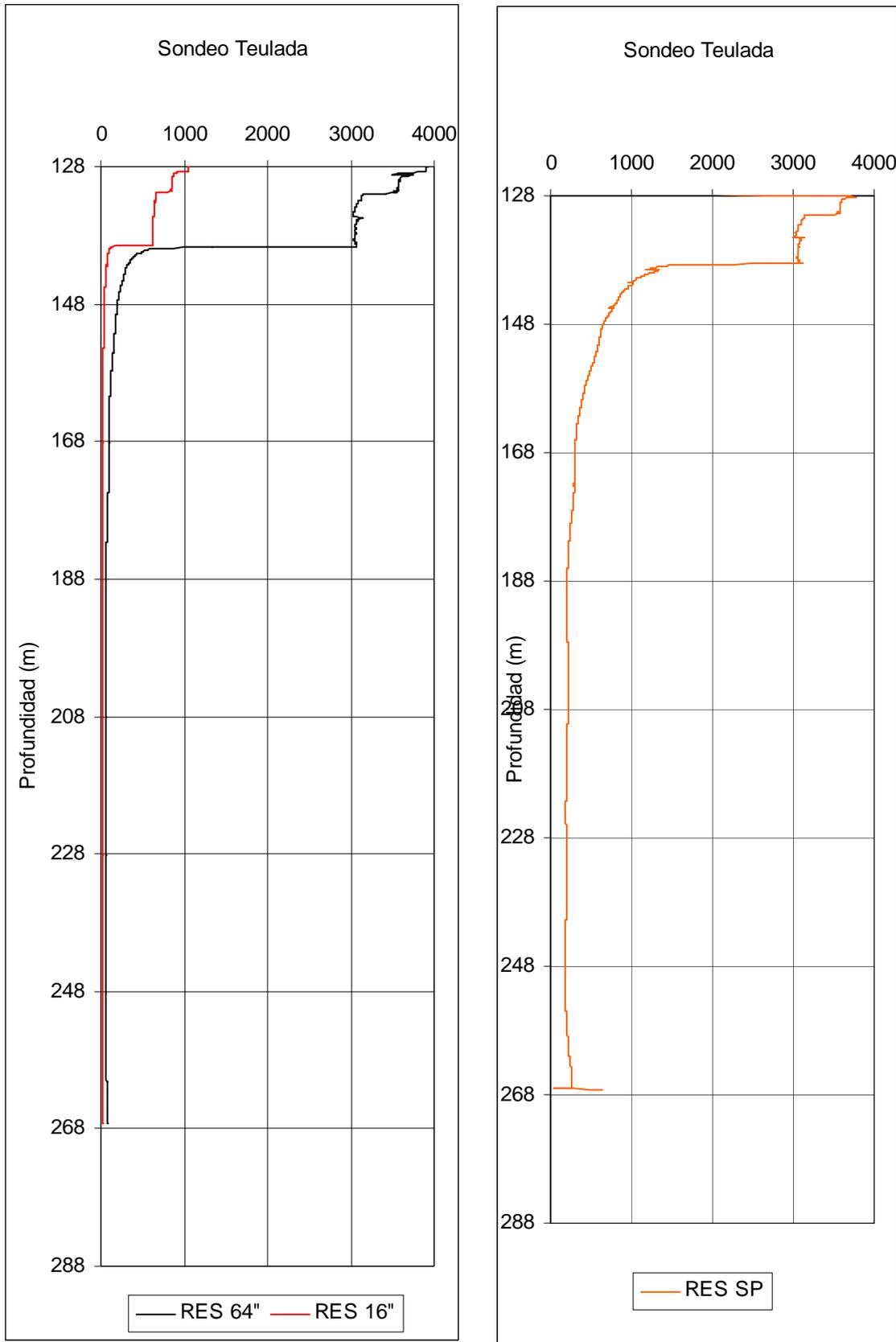
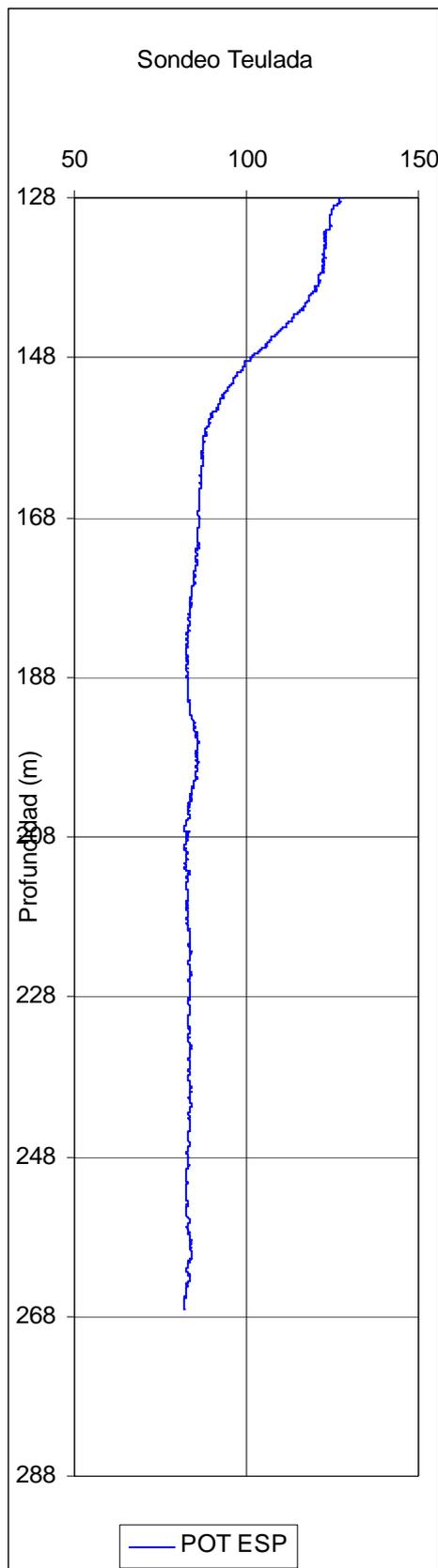


Figura nº 35. Diagrama de potencial espontáneo.



Estos registros se llevaron a cabo el día 26 de octubre de 2005.

En general parece que las variaciones detectadas en los registros eléctricos responden a los cambios en la conductividad del agua, por lo que las conclusiones geológicas de los mismos se ven dificultadas.

De esta manera se aprecia claramente como las resistividades y la resistencia puntual descienden a lo largo del sondeo siguiendo la pauta marcada por el registro de conductividad.

Por otro lado, en el registro de potencial espontáneo sí es posible observar una variación a la altura del metro 200, que hace más plausible la explicación geológica de la variación en la emisividad gamma natural detectada.

Siguiendo esta hipótesis estaríamos ante un nivel especialmente calizo, dentro del contexto margocalizo, y quizá ante una entrada o salida de agua.

6.4.5 Toma de muestras

La toma de muestras se llevó a cabo el día 12 de junio de 2006.

Tras el análisis de la información registrada en las diagráfias de temperatura y conductividad Tecnologías y Recursos de la Tierra S.A. tomó la decisión de obtener dos muestras de agua a las profundidades de 195 y 250 m.

Las muestras fueron tomadas sin ningún incidente destacable y alojadas en botellas estériles de 2 L que fueron rotuladas y enviadas a Tecnologías y Recursos de la Tierra S.A.

6.5 ANÁLISIS DEL LOS RESULTADOS

A partir de los registros descritos se deduce que el sondeo tiene las características siguientes:

Profundidad. El registro muestra que el sondeo tiene en la actualidad una profundidad de 267,80 m. Como no se conoce el fondo de la perforación no se puede determinar si el sondeo se ha cegado con el tiempo.

El estudio comenzó con los registros de la sonda de temperatura, conductividad y gamma natural. Se realizaron los registros de flujo vertical y parámetros eléctricos desde el nivel estático hasta el metro 250 evitando los últimos metros que pueden ser peligrosos por los posibles atascos en la hélice de la sonda de flujo.

Entubación. De las observaciones realizadas in situ se desprende que el sondeo se encuentra emboquillado 1,5 m y parece que el resto de la perforación no se haya entubada. Después de comprobar las diagráfias eléctricas, se puede cerciorar que el sondeo se encuentra en su totalidad sin entubar.

No se puede conocer los diámetros y las posibles reducciones de la perforación. El emboquillaje de la superficie es de 600 mm de diámetro interior.

Calidad y pasos de agua. El nivel estático del agua se encuentra en el metro 127,6 de profundidad, lo que supone un nivel piezométrico de 16,4 m.s.n.m.

A continuación se presenta en una tabla el resumen de las distintas zonas que se pueden establecer en el sondeo según la calidad del agua.

Resumen de las distintas zonas según la calidad del agua			
TRAMO m	Temperatura °C	Conductividad μS/cm	TRAMO m
0 a 127,6	22,5 a 21,8	-	0 a 127,6
127,6 a 150	18,8 a 18,5	500 a 1240	127,6 a 131
		1240	131 a 143
		1240 6000	143 a 165
150 a 266,8	18,5 a 19,3	6000	165 a 180
		6000 a 6800	180 a 192
		6800	192 a 200
		6800 a 9800	200 a 211
		9800 a 10000	211 a 266,8

En la zona saturada del sondeo se puede observar una gran variación de la conductividad del agua, yendo ésta siempre en aumento conforme aumenta la profundidad. Este aumento no es lineal sino que se detectan cambios bruscos.

Algunos de estos cambios bruscos están asociados a las ligeras pero patentes inflexiones en el registro de temperatura. Esto ocurre desde el metro 209 al 211.

Cabe destacar que los primeros 4 metros de agua podrían tener una procedencia pluvial, lo que explicaría este salto de conductividad y las bajas conductividades registradas.

Aproximadamente en el metro 200 se ha detectado una variación en el potencial espontáneo. Además, según el gamma natural nos encontramos dentro de una zona caliza en un contexto calcáreo. Si observamos la temperatura, encontramos como se produce una pequeña variación. Y centrándonos en la diagráfia de conductividad, a esta profundidad existe una tendencia de aumento mediante un cambio brusco. Todo esto nos indica un paso de agua localizado a esta profundidad.

El registro flowmeter podría ser compatible con un flujo vertical ascendente que se perdiera a través de este "paso de agua". El registro de conductividad apoya esta hipótesis pues ésta permanece estable a lo largo de la parte del sondeo atravesada por este posible flujo.

En el metro 150 se observa un cambio en la temperatura y además nos enfrentamos a una variación progresiva de la conductividad. Es difícil la interpretación eléctrica de esta zona ya que nos encontramos en el cambio de salinidad del agua y por ello las mediciones eléctricas nos pueden llevar a error, además de poder estar influenciada la temperatura del agua por la del aire. La sonda de flujo muestra una ligera variación a esta profundidad que podría ser destacable.

Columna litológica. Teniendo en cuenta todos los comentarios descritos en el punto 6.4.3 sobre la interpretación del registro gamma natural y con cautela, podemos redactar una sencilla columna litológica que, a falta de información más fiable, nos permita situar el resto de registros en un contexto litológico.

De techo a muro podría ser, según el gamma natural:

De 0 a 50 m: margocalizas con pasadas margosas en el metro 20 y 40.

De 50 a 200 m: calizas margosas.

De 200 a 210 m: calizas.

De 210 a 267 m: calizas margosas.

Los registros eléctricos están marcados claramente por las variaciones de la conductividad del agua. Por este motivo, los materiales altamente resistivos en aguas dulces, disminuyen considerablemente su resistividad en aguas más saladas como ésta. Como se pudo observar en las diagráfias no existen grandes variaciones en los parámetros medidos, solamente algunas singularidades y cambios de mediciones causados por las variaciones de conductividad.

Estos cambios se muestran claramente en el metro 131 donde un primer cambio en la conductividad (de 500 a 1240 $\mu\text{S}/\text{cm}$) hace disminuir las resistividades y otro salto más importante de conductividad (de 1240 a 6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), produce en el tramo entre 143 y 165 m un rápido descenso de las resistividades medidas. Estas variaciones también se justifican en las medidas de resistencia y potencial espontáneo.

El análisis de los registros eléctricos, junto con el registro gamma natural, se puede sintetizar en el siguiente cuadro:

METROS (m)	LITOLÓGÍA	COMENTARIOS	
		GAMMA NATURAL	ELÉCTICAS
0-20	Margocalizas	De 20 a 40 CPS Radiación media	-
20-25	Margas	De 40 a 50 CPS Radiación media-alta	-
25-40	Margocalizas	De 20 a 40 CPS Radiación media	-
40-45	Margas	De 40 a 50 CPS Radiación media-alta	-
45-50	Margocalizas	De 20 a 40 CPS Radiación media	-
50-130	Calizas margosas secas	De 15 a 25 CPS Radiación baja-media	-
130-200	Calizas margosas saturadas	De 15 a 18 CPS Radiación Baja	En este tramo todos los registros eléctricos disminuyen sus medidas. Coincidiendo las infecciones con los cambios de conductividad.
200-210	Calizas	De 14 a 17 CPS Radiación Muy Baja	Se destaca una singularidad del potencial espontáneo en esta profundidad. La resistividad es muy baja
210-267	Calizas margosas saturadas	De 15 a 18 CPS Radiación Baja	La resistividad se mantiene muy baja y el potencial espontáneo no fluctúa.

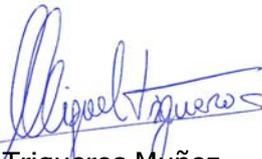
Nota: Las divisiones realizadas siguen un patrón litológico identificado a grandes rasgos.

6.6 CONCLUSIONES

El posible flujo vertical ascendente en el fondo del sondeo coincide con una inflexión de la temperatura y de la conductividad en la parte superior de este flujo, además de con una inflexión en el potencial espontáneo que podríamos asociar a una salida de agua.

Sin embargo este flujo atravesaría un tramo con una variación en la gamma natural que podría estar asociada a un cambio en el diámetro de la perforación. Un cambio en el diámetro de la perforación podría ser responsable del aparente flujo.

El importante efecto que tiene el diámetro de la perforación/entubación en los registros flowmeter hace recomendable realizar a la vez un registro cáliper cuando existan dudas sobre los diámetros de encamisado y especialmente cuando el sondeo se encuentre sin entubar.



Miguel Trigueros Muñoz
Licenciado en Ciencias Ambientales



Jose Vicente Piera Mateo
Licenciado en Ciencias Ambientales

Departamento de Testificación
Sondeos Martínez, S.L.



7 ANEJOS

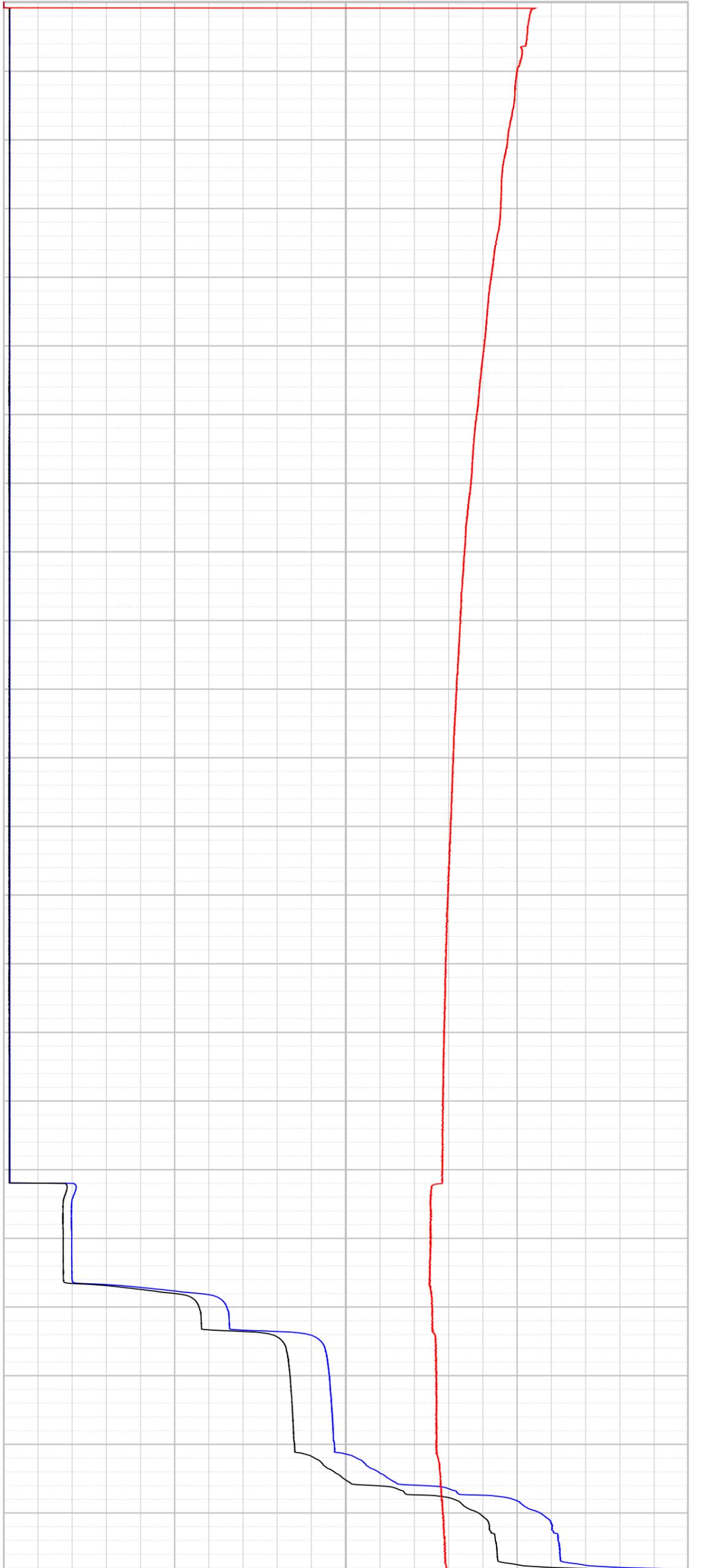
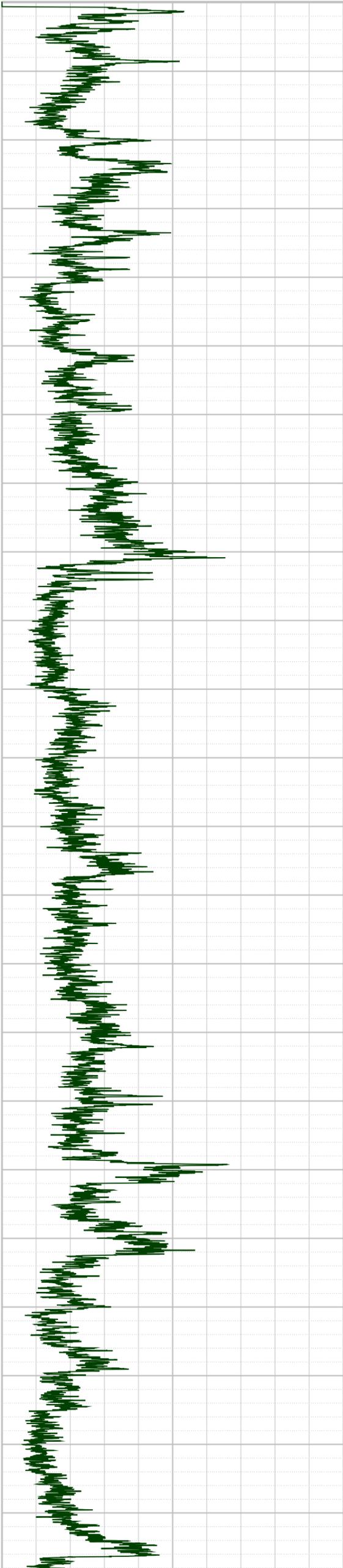
- 7.1 ANEJO SONDEO PINOS-MARISA
- 7.2 ANEJO SONDEO MARÍA-SALITRE
- 7.3 ANEJO SONDEO SOLANA
- 7.4 ANEJO SONDEO JALÓN
- 7.5 ANEJO SONDEO CASA DE BENICAMBRA

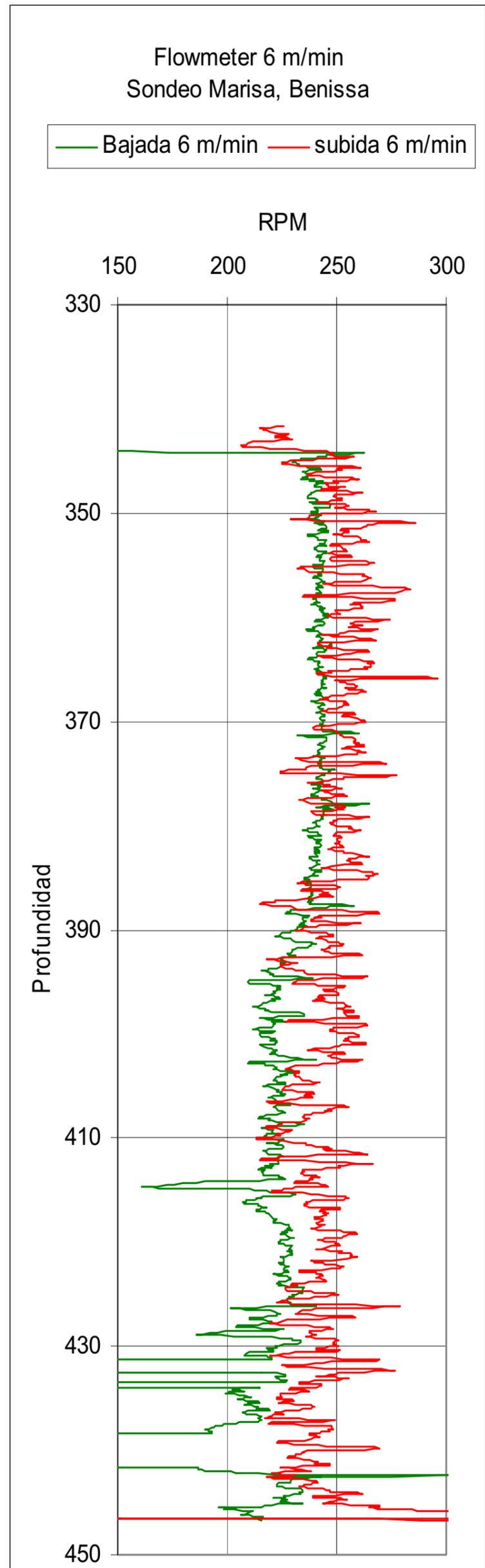
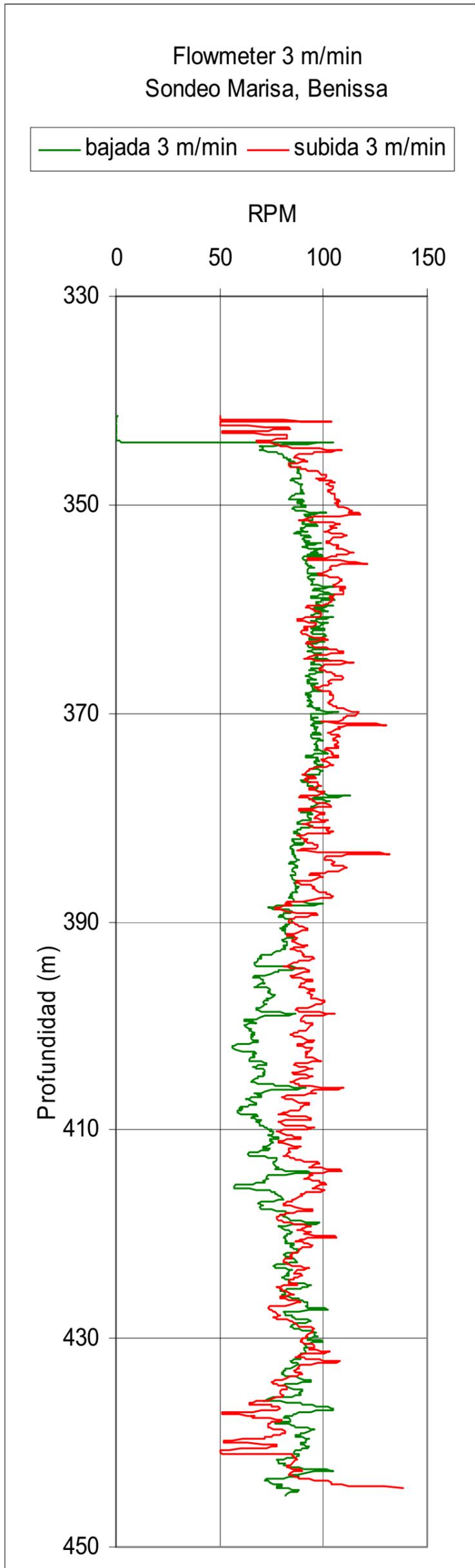
7.1 **ANEJO SONDEO PINOS-MARISA (Benissa, 3032-7-0051)**

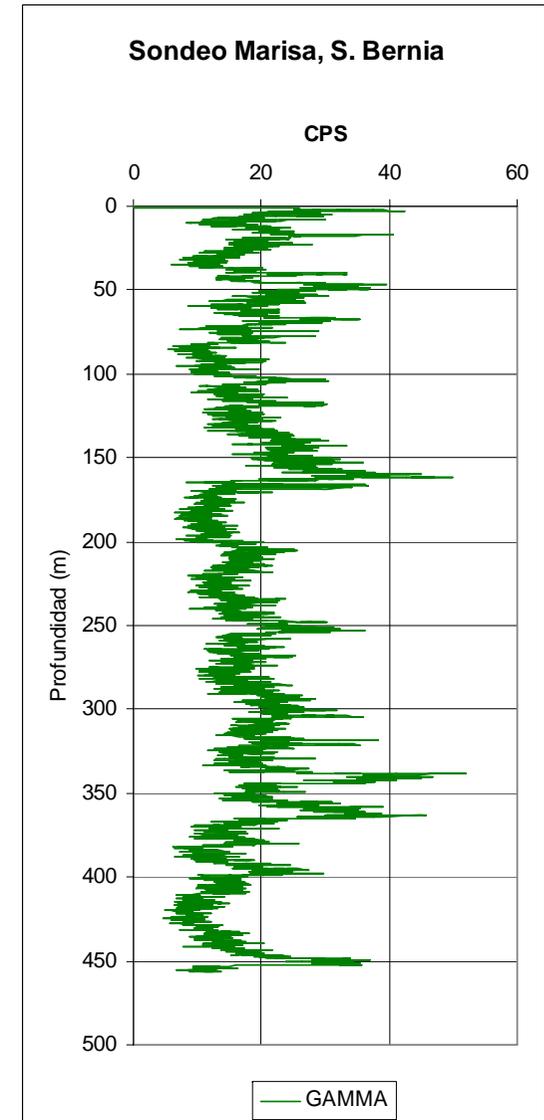
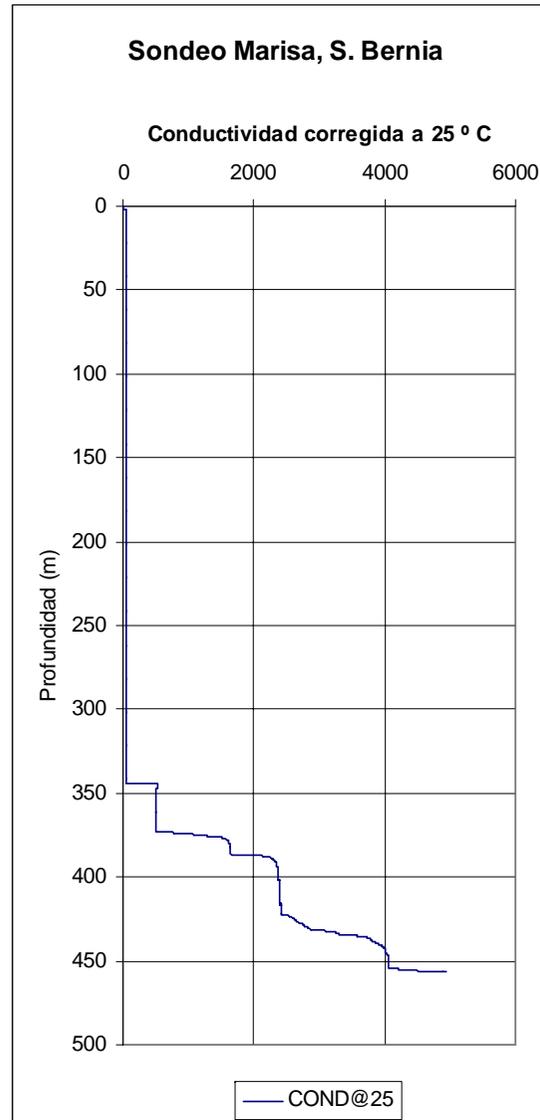
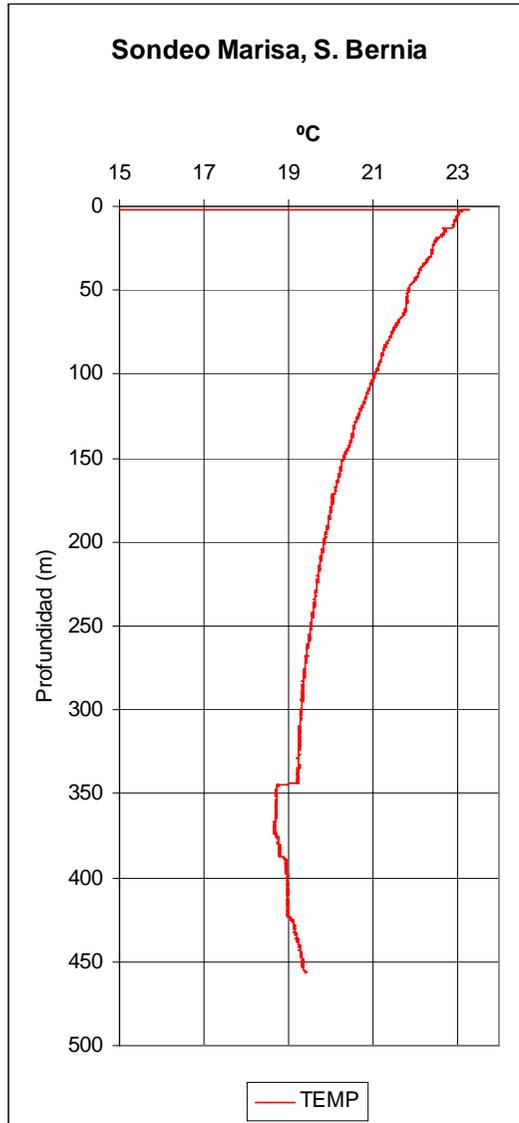
- 7.1.1 Diagrafías originales del sondeo
- 7.1.2 Diagrafías enfrentadas
- 7.1.3 Croquis de construcción del sondeo, estratigrafía y diámetros de perforación y entubación
- 7.1.4 Fotografías de la zona de estudio



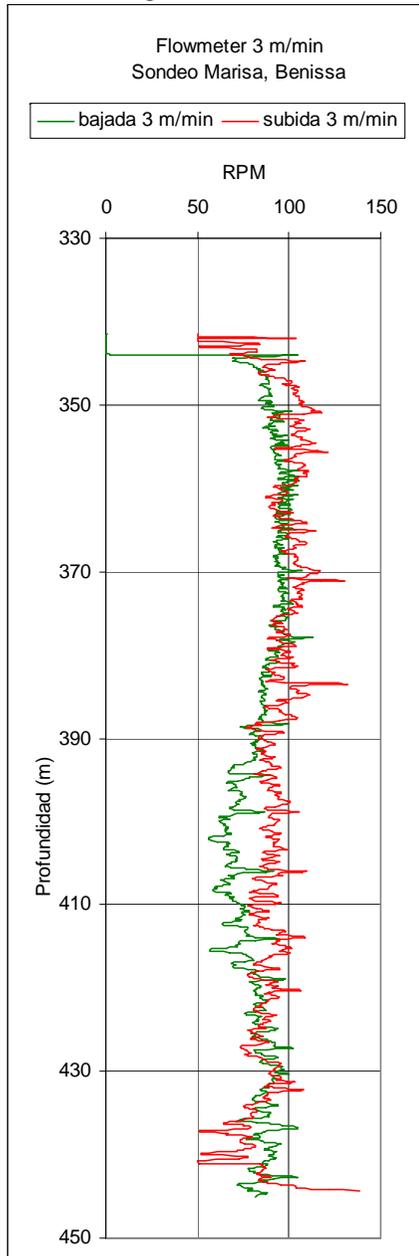
7.1.1 Diagrafías originales del sondeo



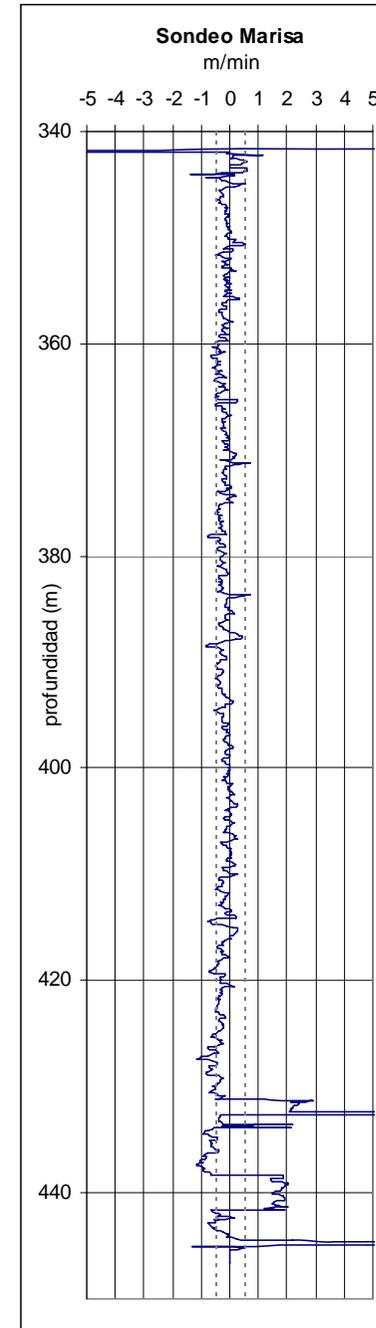
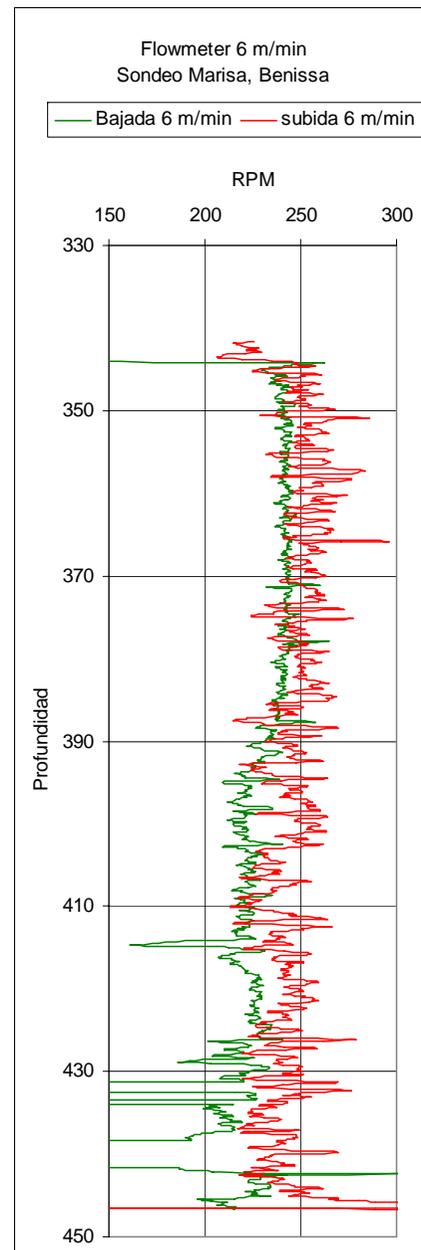




7.1.2 Diagramas enfrentados



Sondeo Marisa (3032-7-0051)





7.1.3 Croquis de construcción del sondeo. Estratigrafía y diámetros de perforación y entubación



Sondador Martínez, S.L.

DATOS DE LA OBRA

Promotor:	Excma. Diput. Provincial de Alicante	Presupuesto:	
Municipio:	T.M. de Pinós - Sierra de Bernia	Nombre del pozo:	Marisa
Fecha inicio:	14/01/1999	Fecha terminación:	18/06/1999

DATOS TECNICOS

Sistema :		Diámetro inicial:	600 mm.
Nivel estático:	345	Diámetro final:	490 mm.
Caudal l/s.:		Profundidad:	460 m.

PERFORACION

TRAMO	DESDE	HASTA	Ø DIAM.
1	0	170	600
2	170	460	490

ENTUBACION

TRAMO	DESDE	HASTA	Ø DIAM.	ESPESOR	TIPO DE TUBERIA
1	0	170	500	6	
2	165	454	400	6	
3	454	460	400	8	

RANURADO

TRAMO	DESDE	HASTA	TIPO RANURADO
1	382	457	

LITOLOGIA

TRAMO	DESDE	HASTA	DESCRIPCION
1	0	26	Calizas biotetríticas
2	26	43	Calizas marfil
3	43	82	Calizas biotetríticas
4	82	103	Calizas blancas
5	103	110	Calizas biotetríticas
6	110	147	Calizas blancas
7	147	155	Calizas detríticas
8	155	169	Calizas biotetríticas
9	169	187	Calizas gris claro
10	187	258	Calizas blancas
11	258	303	Calizas beig
12	303	340	Calizas grises
13	340	365	Margocalizas
14	365	390	Margas petrificadas
15	390	458	Calizas marrones
16	458	460	Calizas grises

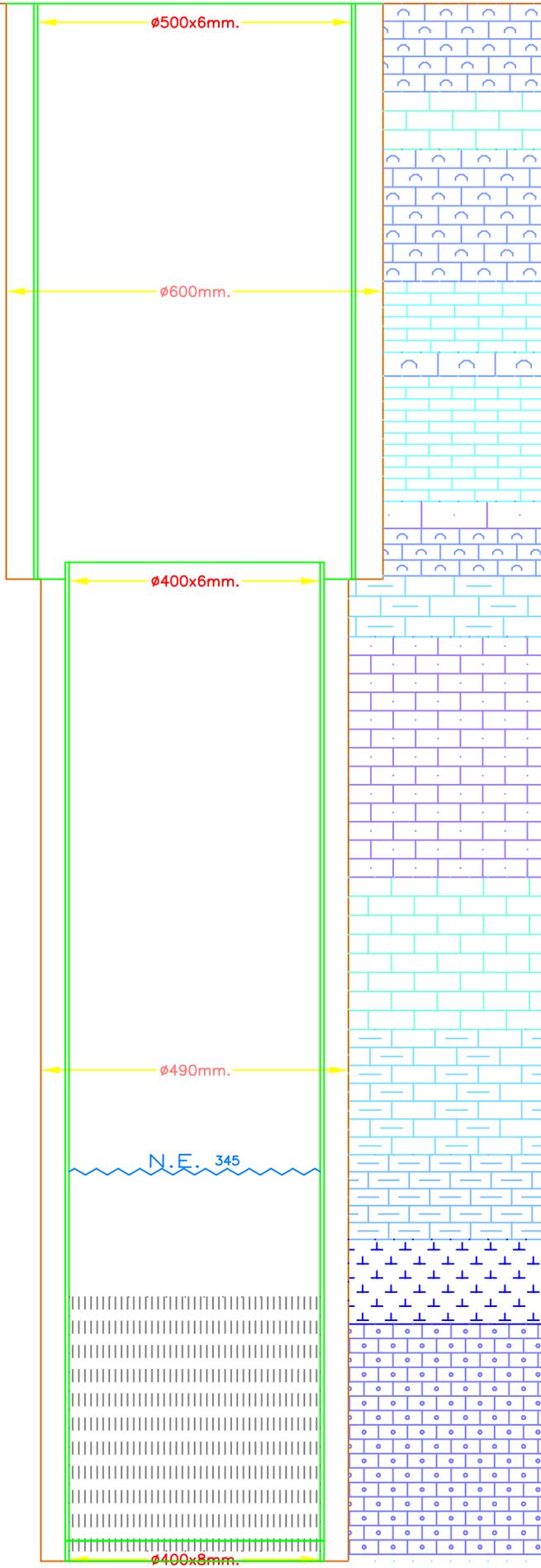
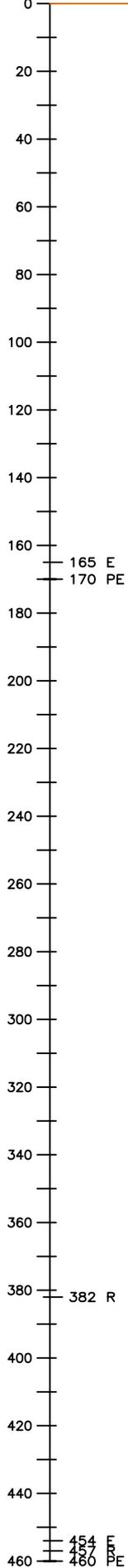
P: Perforación
E: Entubación
R: Ranurado

T.M. de Pinós - Sierra de Bernia - CROQUIS DE POZO Marisa



Sondeor Martínez, J.I.

Profundidad
en metros



7.1.4 Fotografías de la zona de estudio



Fotografía 1: Vista del equipo de testificación instalado en el sondeo.



Fotografía 2: Vista trasera del equipo.



Fotografía 3: Detalle del brocal del sondeo.

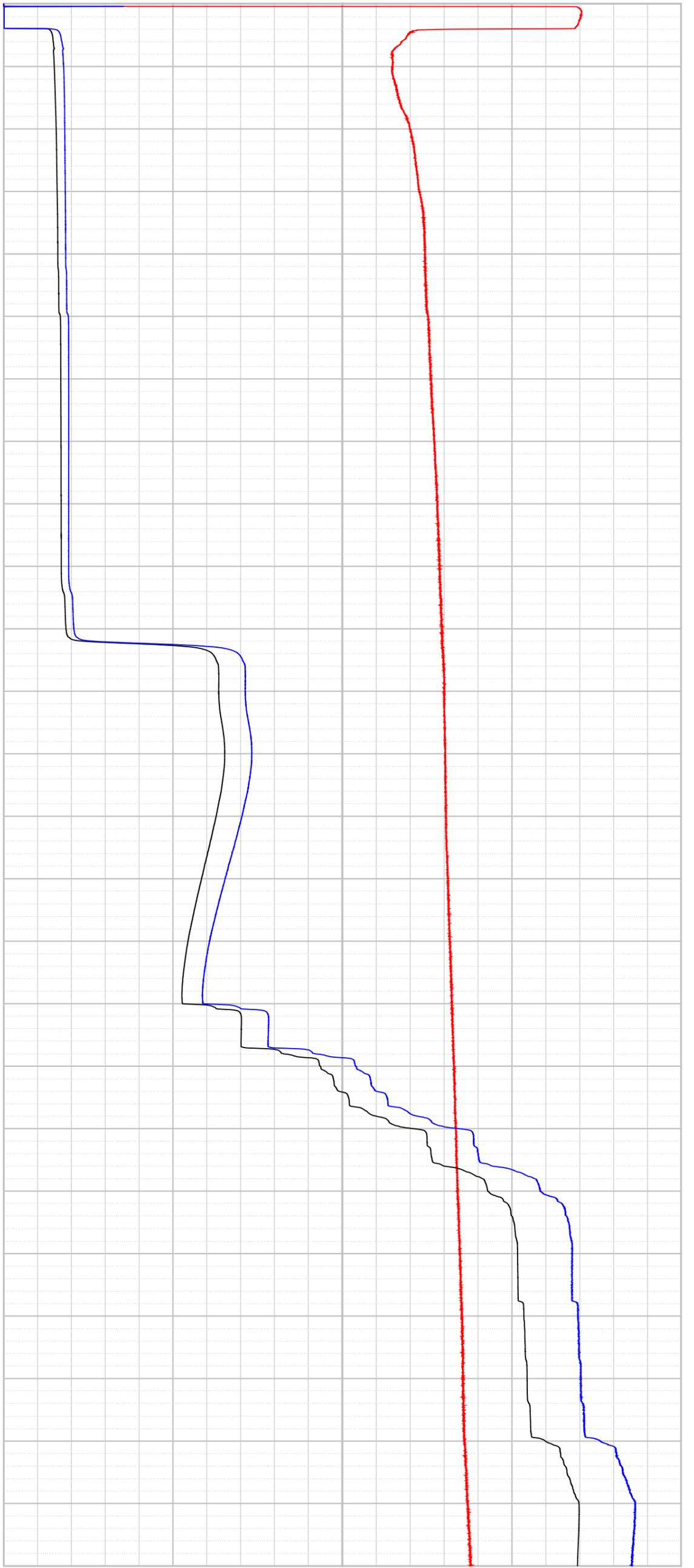
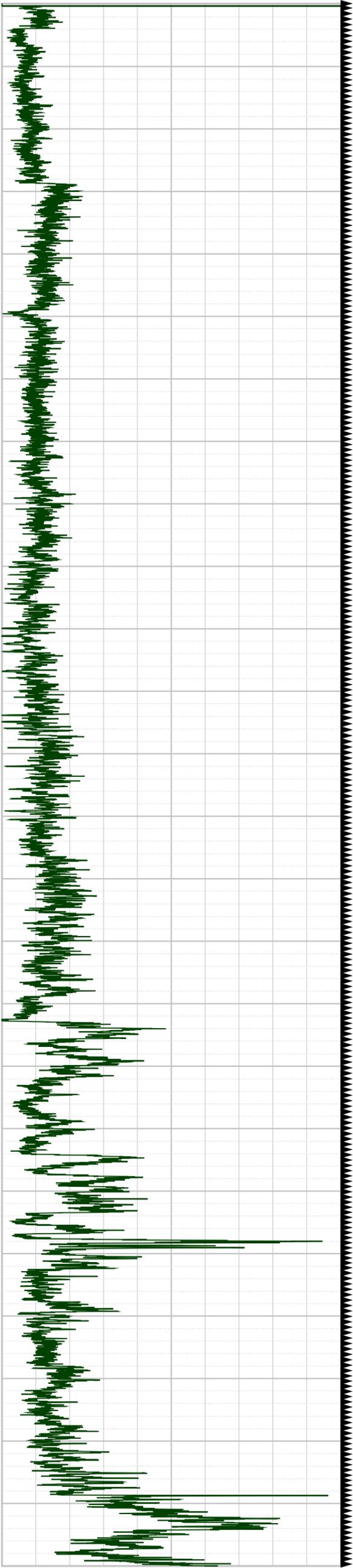


7.2 **ANEJO SONDEO MARÍA-SALITRE** (Calpe, 3033-3-0028)

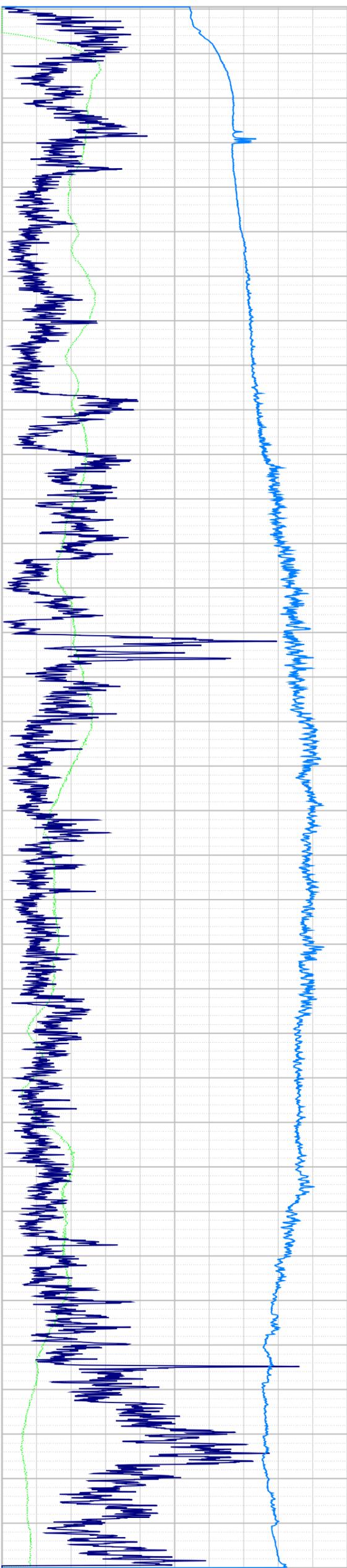
- 7.2.1 Diagrafías originales del sondeo
- 7.2.2 Diagrafías enfrentadas
- 7.2.3 Croquis de construcción del sondeo, estratigrafía y diámetros de perforación y entubación
- 7.2.4 Fotografías de la zona de estudio



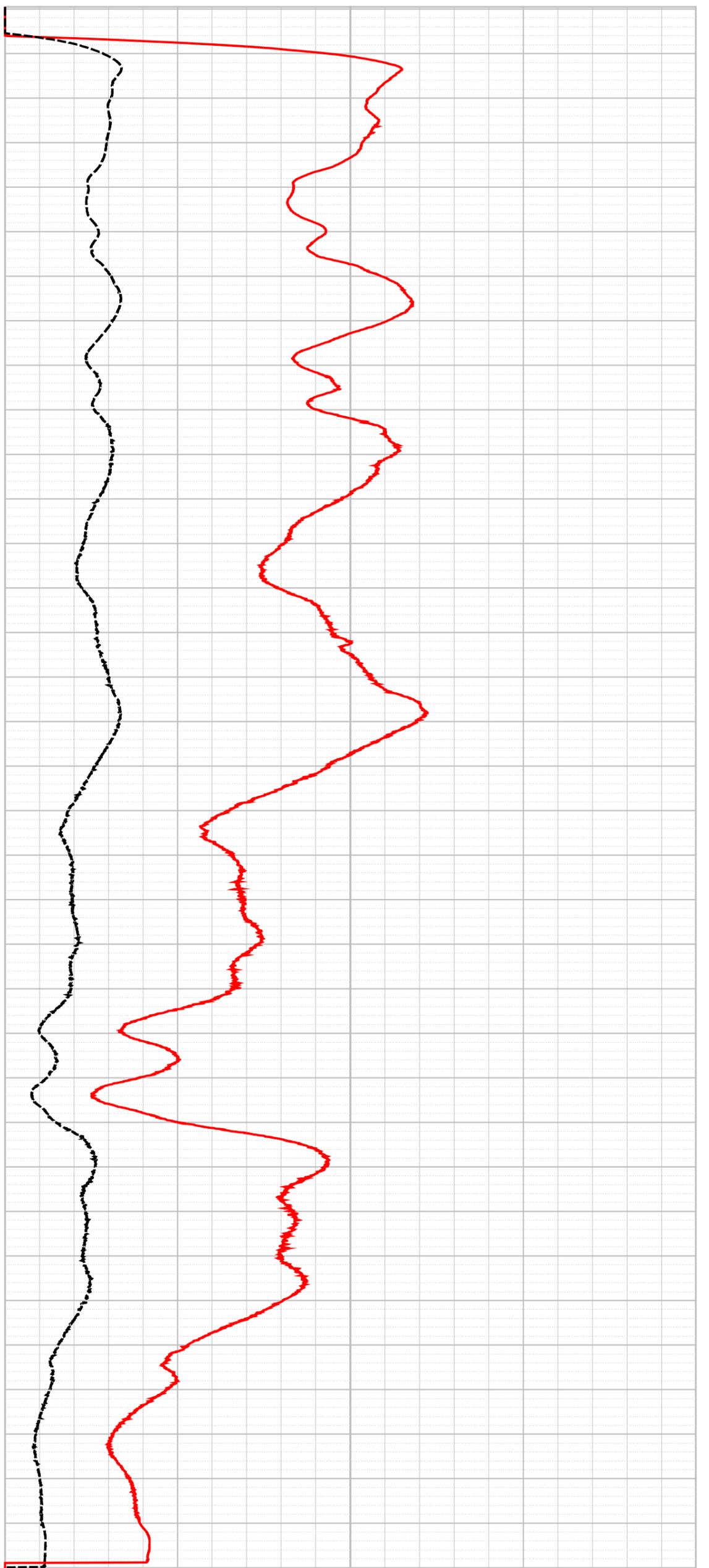
7.2.1 Diagramas originales del sondeo

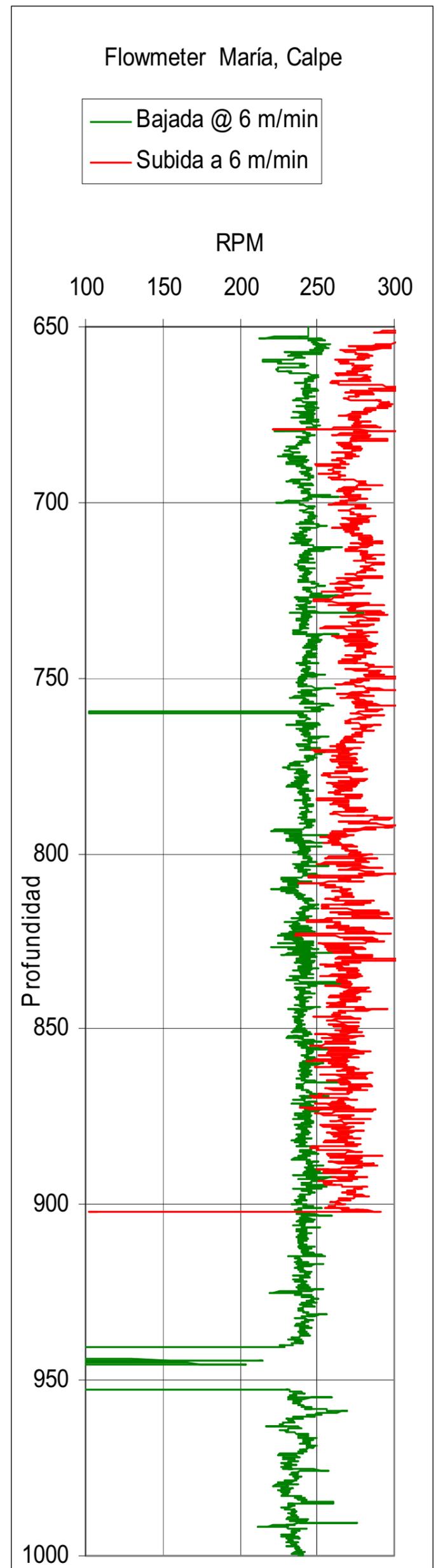
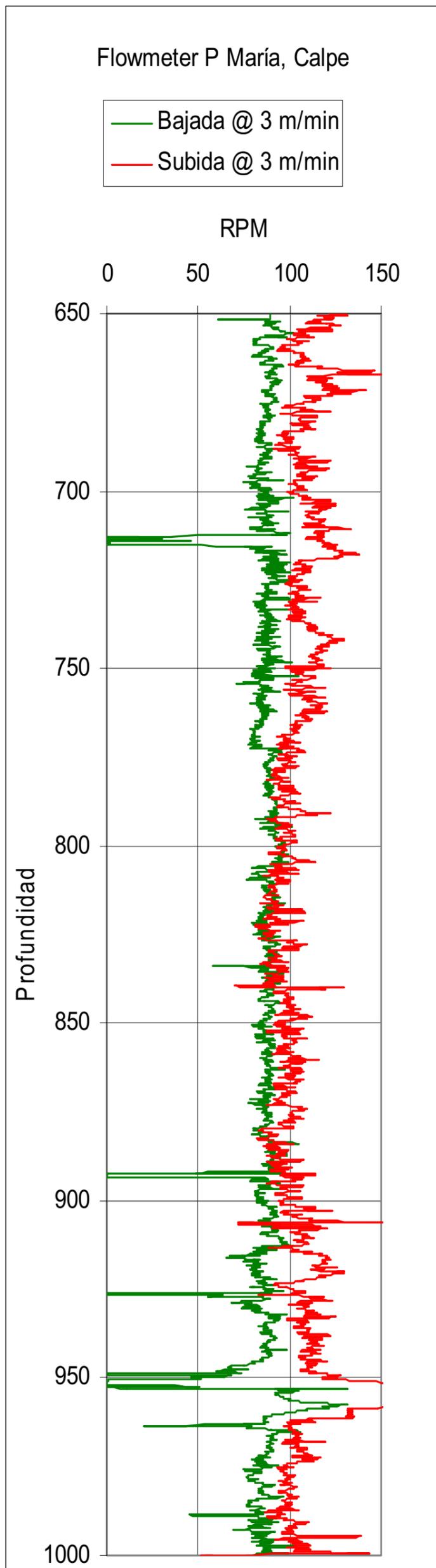


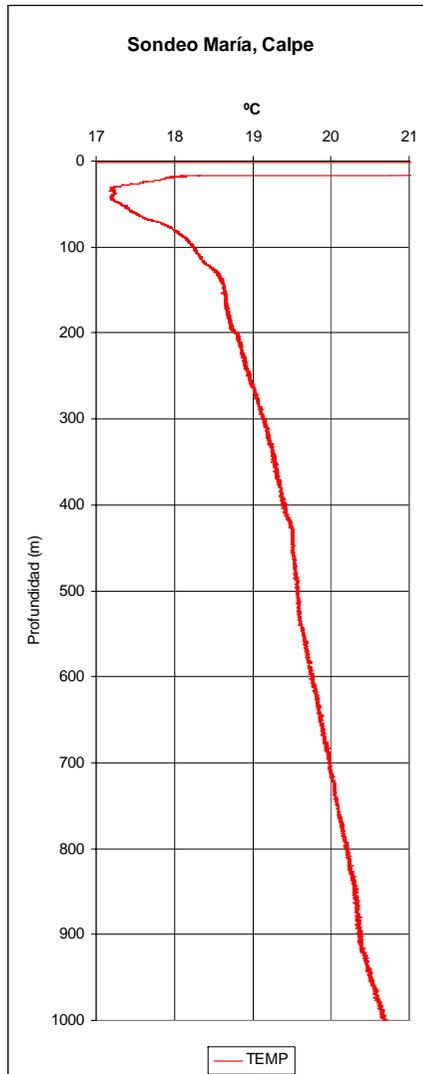
1.00	SPR Ohm	50.00
<hr/>		
0.00	NGAM API Cs.	100.00
<hr/>		
0.00	SP Millivolt	250.00



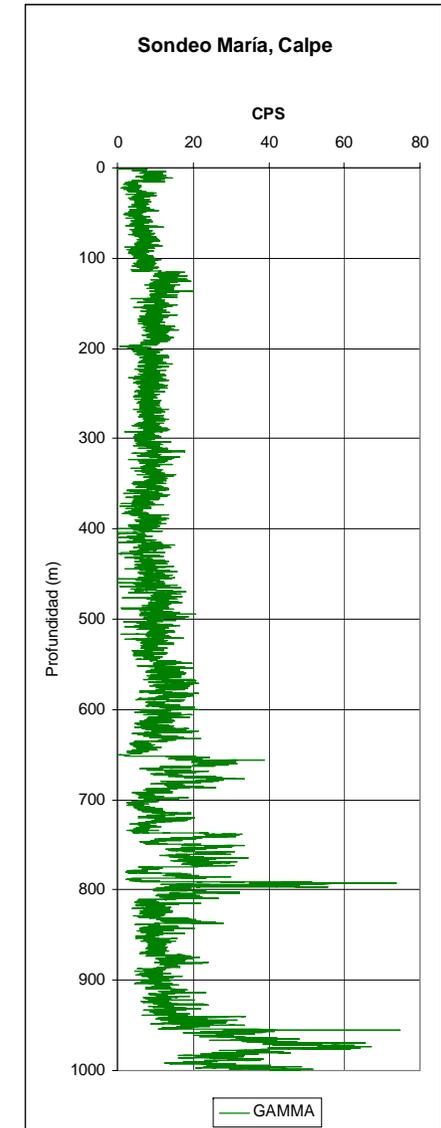
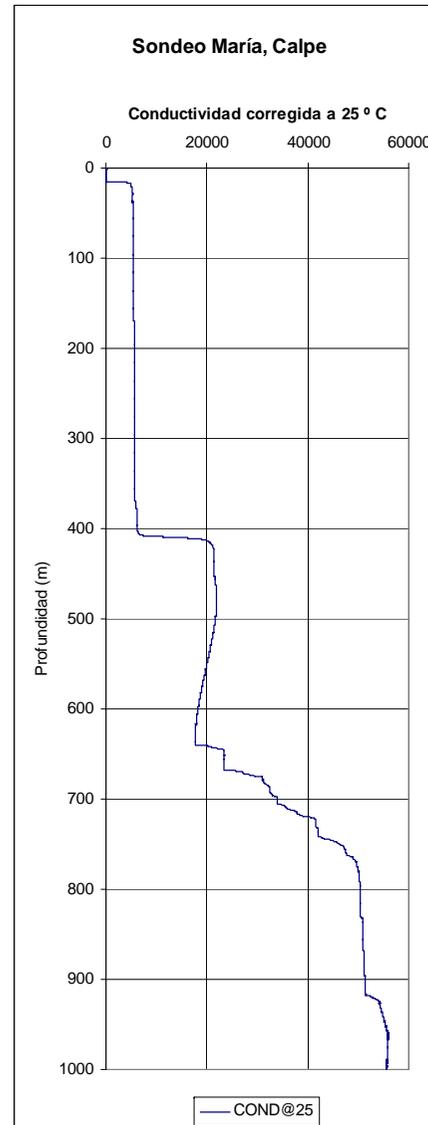
1.00	LON Ohm M.	500.00
<hr/>		
1.00	SHN Ohm M.	500.00
<hr/>		





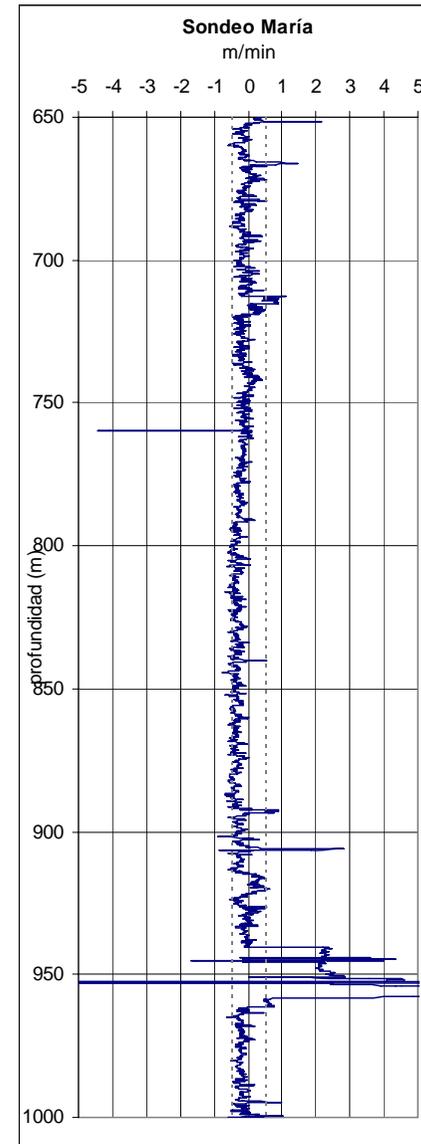
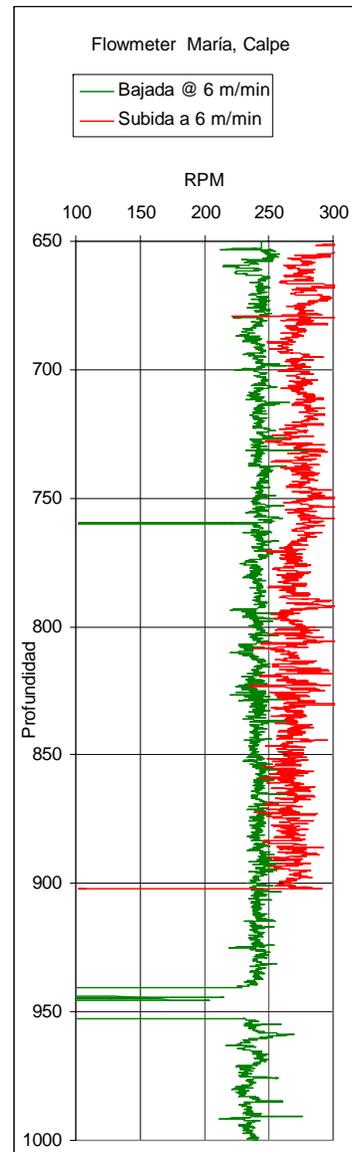
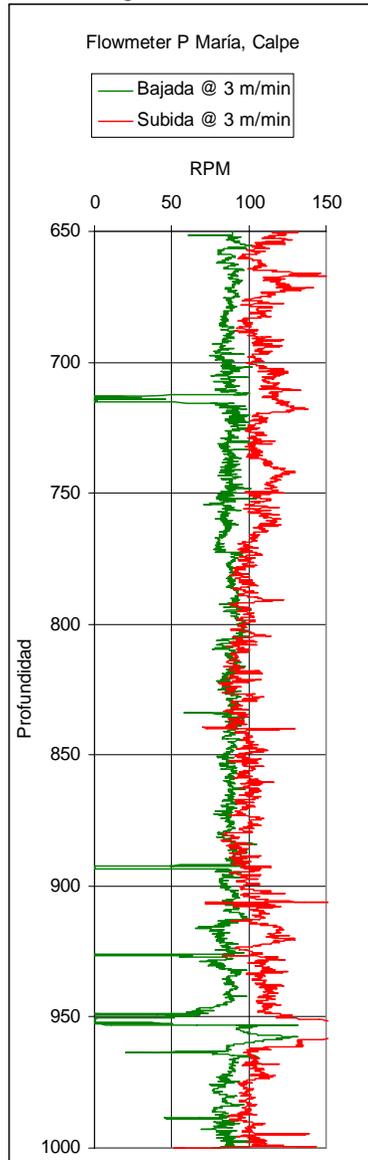


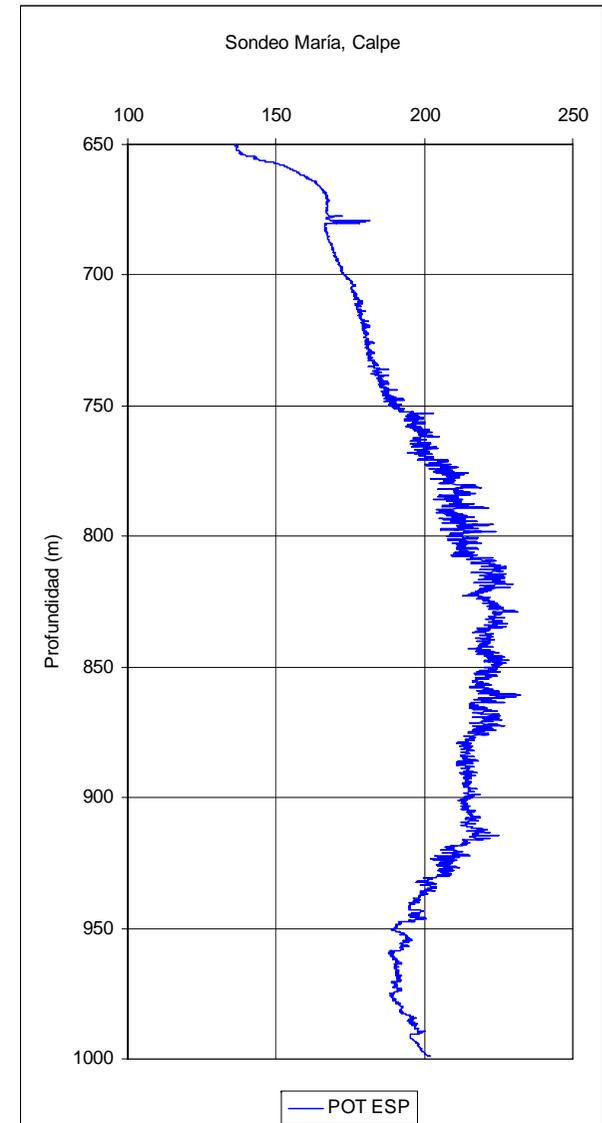
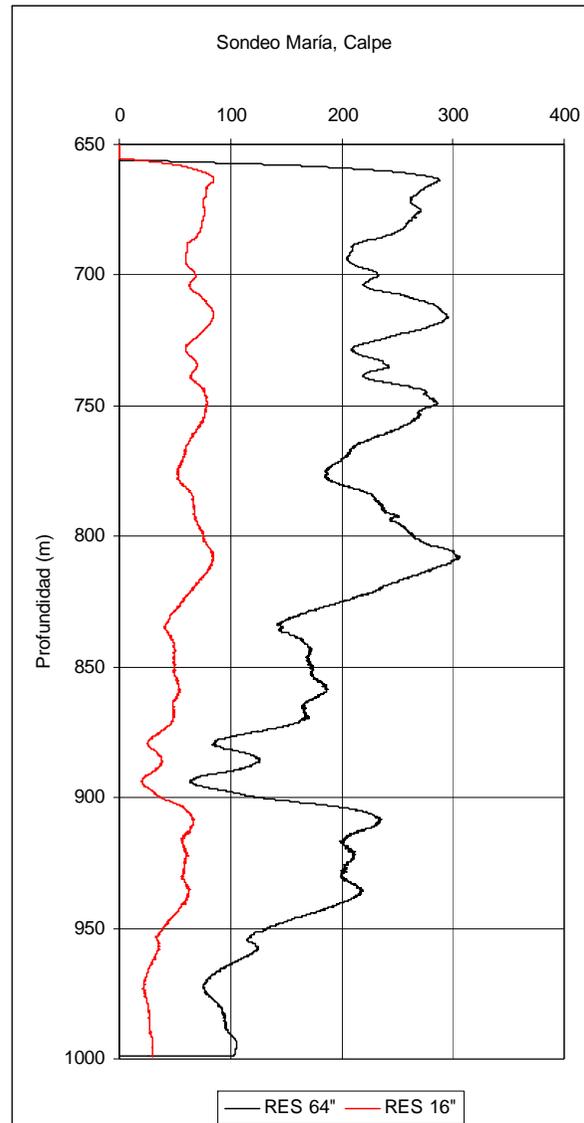
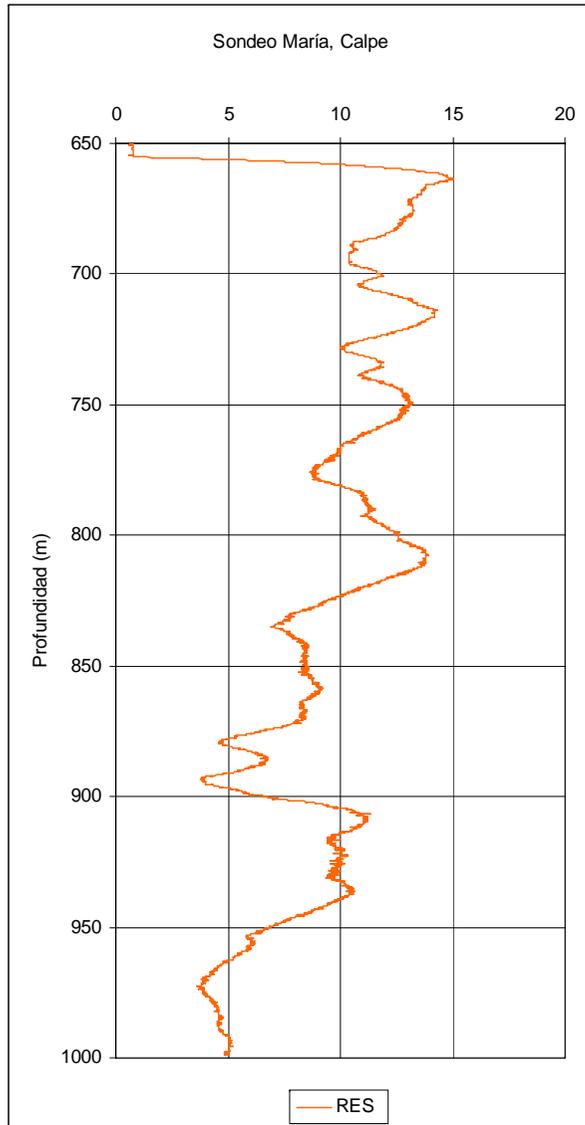
Sondeo María (3033-3-0028)





7.2.2 Diagramas enfrentados





7.2.3 Croquis de construcción del sondeo. Estratigrafía y diámetros de perforación y entubación

**DATOS DE LA OBRA**

Promotor:	Excma. Diputación Provincial Alicante	Presupuesto:	
Municipio:	T.M. de Calpe	Nombre del pozo:	Salitre
Fecha inicio:	04/06/2001	Fecha terminación:	17/06/2004

DATOS TECNICOS

Sistema :	Percusión y rotación directa	Diámetro inicial:	700 mm.
Nivel estático:	22	Diámetro final:	295 mm.
Caudal l/s.:	Más de 120 l./seg.	Profundidad:	1016 m.

PERFORACION

TRAMO	DESDE	HASTA	Ø DIAM.
1	0	116	700
2	116	202	540
3	202	303	490
4	303	433	440
5	433	545	390
6	545	638	340
7	638	1016	295

ENTUBACION

TRAMO	DESDE	HASTA	Ø DIAM.	ESPESOR	TIPO DE TUBERIA
1	0	116	550	8	
2	108	202	500	6	
3	195	303	450	6	
4	297	433	400	6	
5	424	545	350	6	
6	536	638	300	6	
7	0	199	384	11	Tipo Caesing ciega roscada
8	199	294	316	11	Tipo Caesing ciega roscada
9	294	658	223	10,50	Tipo Caesing ciega roscada

ACONDICIONAMIENTO

TRAMO	DESDE	HASTA	TIPO CEMENTACION
1	0	116	Lechada de cemento

LITOLOGIA

TRAMO	DESDE	HASTA	DESCRIPCION
1	0	7	Relleno
2	7	46	Margas arenosas beig y margocalizas. Pasadas de calizas arcillosas
3	46	637	Margas grises y margocalizas. Pasadas de calizas detríticas
4	637	781	Calcarenitas y calcirruditas bioclásticas blancas
5	781	833	Dolomías beig muy duras
6	833	835	Calcarenitas amarillas, sin pérdida
7	835	891	Dolomías marrones muy duras
8	891	899	Calizas marrones muy trituradas
9	899	913	Dolomías negras muy duras
10	913	967	Calizas marrones muy troceadas
11	967	973	Azules blandas
12	973	1015	Calizas negras con azules compactas
13	1015	1016	Calizas beig duras

OBSERVACIONES GENERALES

- La columna de 500 mm. lleva en la parte superior un aro de 500x16 mm. y en la parte inferior 4,1 metros de 500x8 mm., el ranurado es del 66 %.
- La columna de 450 mm. lleva en la parte superior un aro de 450x14 mm. y en la parte inferior 3 metros de 450x8 mm., el ranurado es del 33 %.
- La columna de 400 mm. lleva en la parte superior un aro de 400x14 mm. y en la parte inferior 1,5 metros de 400x10 mm.
- La columna de 350 mm. lleva en la parte superior un aro de 350x12 mm. y en la parte inferior 1,5 metros de 350x8 mm.
- La columna de 300 mm. lleva en la parte superior un aro de 300x12 mm. y en la parte inferior 1,5 metros de 300x10 mm., el ranurado es del 33 %.
- El agua apareció en el metro 27 y subió hasta el metro 18.
- En el metro 56 hay 5.490 micros/cm. de conductividad.
- A los 120 metros presencia esporádica de piritita.
- El nivel se estabiliza en el metro 22 desde los 144 metros de perforación aproximadamente. Hasta ese momento se necesita echarle agua.
- A los 450 metros se baja el nivel con la válvula con 470 metros perforados.
- A los 650 metros la conductividad es de 4.670 micros/cm.



- Se le hace un dado de hormigón de 2x2x2 m. en boca de pozo, para acidificarlo y reprofundizarlo a rotación inversa (sistema air-line).
- El pozo se desarrolla con 75 Tm. de ácido clorhídrico y los resultados son muy buenos.
- Se le inyectan a los 830 metros de profundidad las tres cisternas.
- Sobre el dado de hormigón se coloca una chapa de 1.500x1.500x30 mm., con un agujero central de 570 mm., soldando la tubería al chapón.
- Para el mantenimiento de la tubería de acero duro se colocan dos chapones redondos y soldados uno encima de otro de 650x410x30 mm. y 700x410x30 mm.
- Las reducciones de acero de 16 pulgadas a 13 3/8 pulgadas y de 13 3/8 pulgadas a 9 5/8 pulgadas, son de una pieza roscadas al mismo tipo de rosca que los tubos. Tienen una longitud aproximada de 600 mm.
- Toda la entubación de acero duro está colgada desde los aros de superficie.
- Según la grúa pesa unos 60.000 Kg.
- En el primer metro del tubo de 9 5/8 pulgadas, lleva soldadas 14 pletinas de 20x20x300 mm. biseladas en las puntas, que hace un diámetro de 285 mm. exterior.

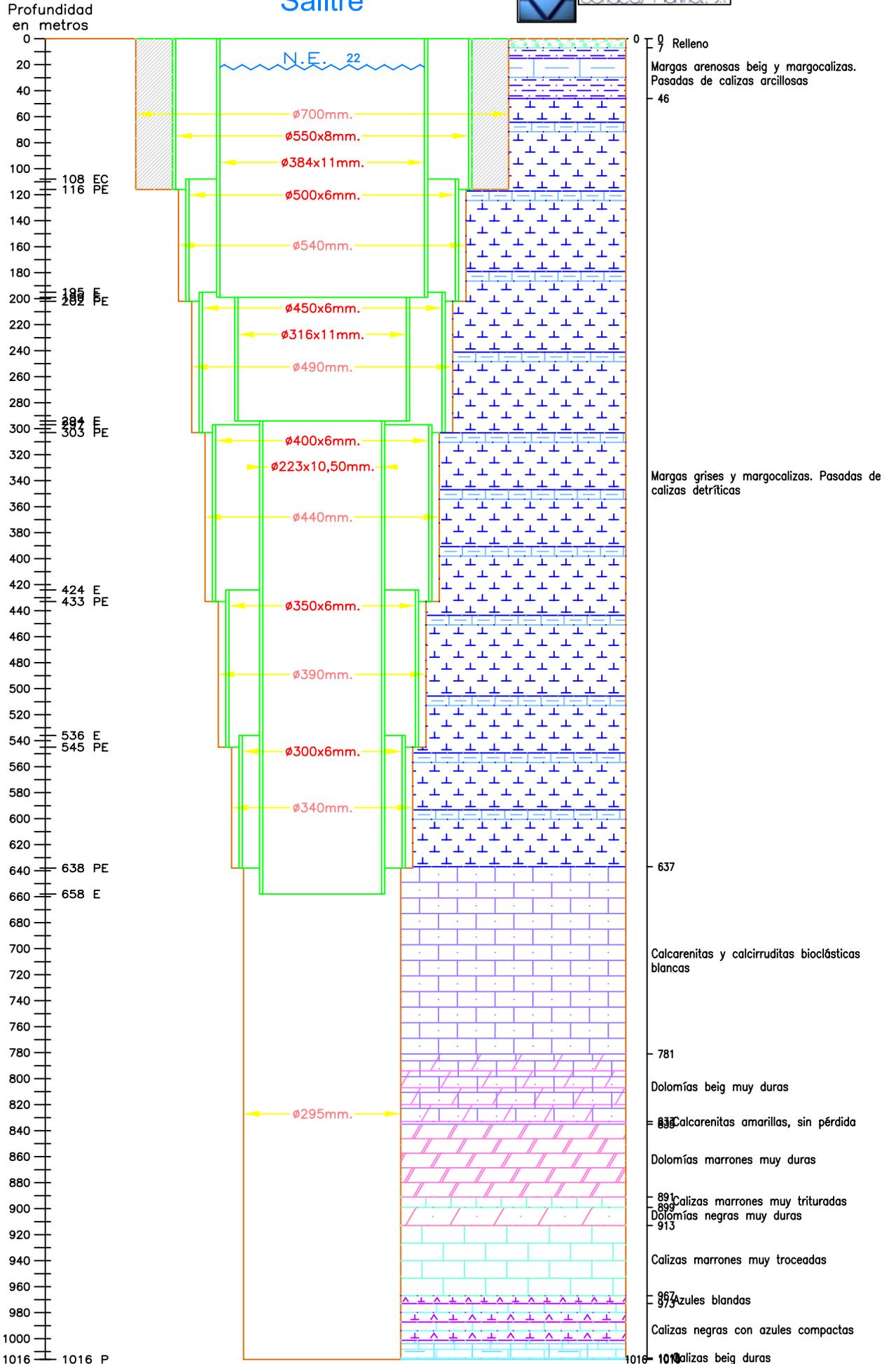
P: Perforación
E: Entubación
C: Cementación

- T.M. de Calpe - CROQUIS DE POZO Salitre

LEYENDA CEMENTACION
Lechada de cemento



Sondador Martínez, S.L.



7.2.4 Fotografías de la zona de estudio



Fotografía 1: Vista general del equipo de testificación instalado en el sondeo.



Fotografía 2: Detalle del equipo instalado en el sondeo.



Fotografía 3: Detalle del brocal del sondeo.

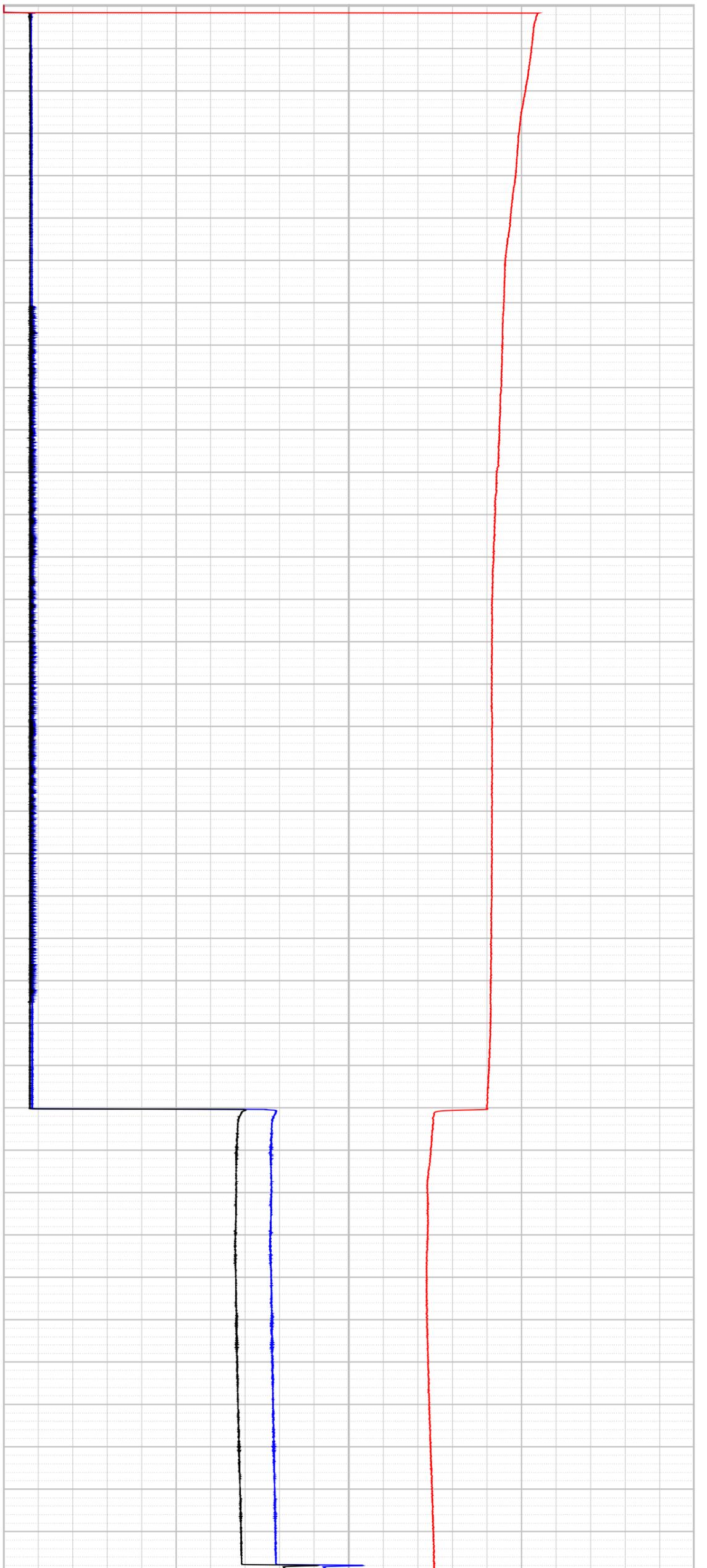
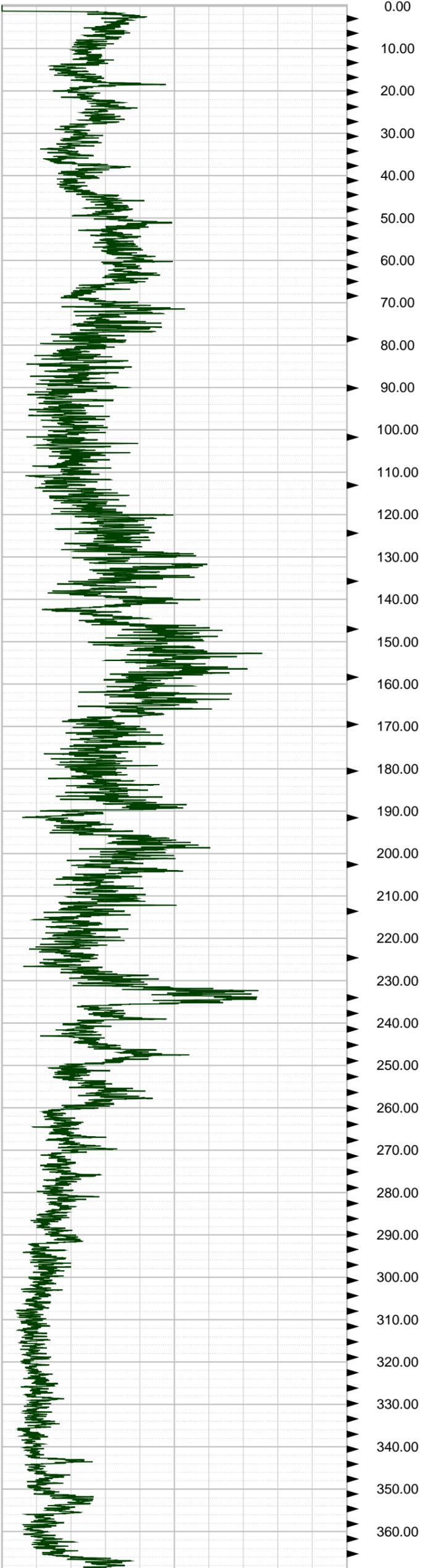


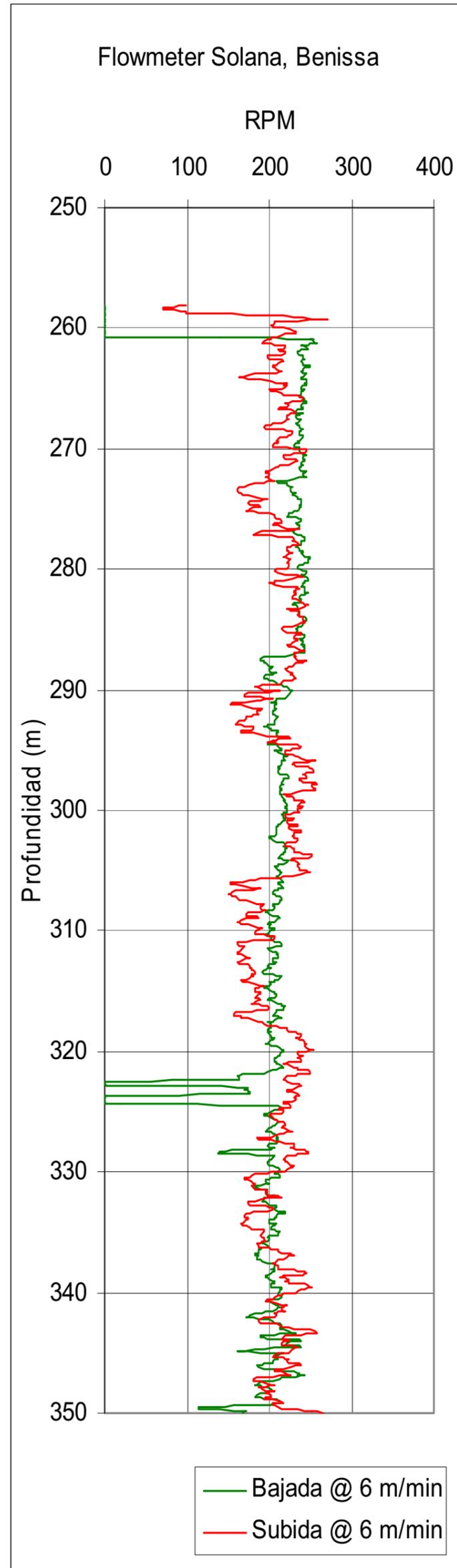
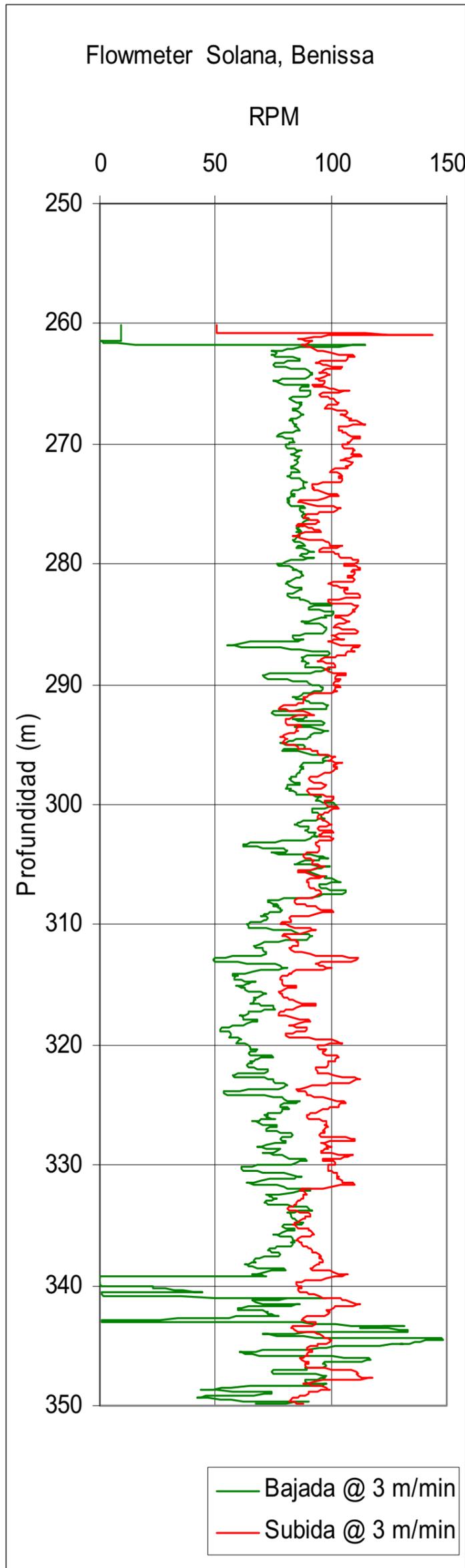
7.3 SONDEO SOLANA (Benisa, 3032-7-0033)

- 7.3.1 Diagrafías originales del sondeo
- 7.3.2 Diagrafías enfrentadas
- 7.3.3 Croquis de construcción del sondeo, estratigrafía y diámetros de perforación y entubación
- 7.3.4 Fotografías de la zona de estudio

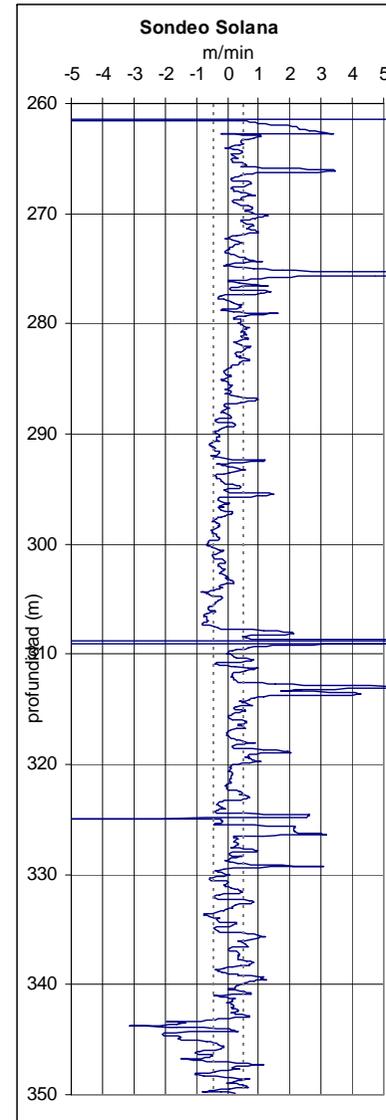
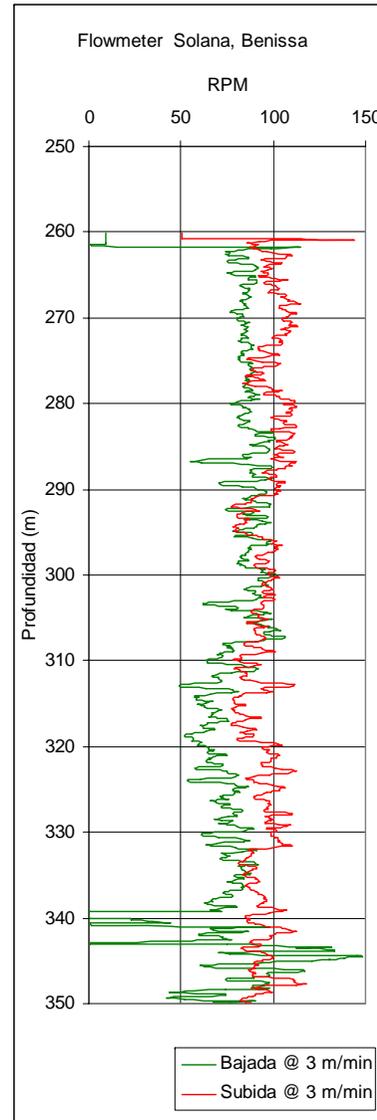
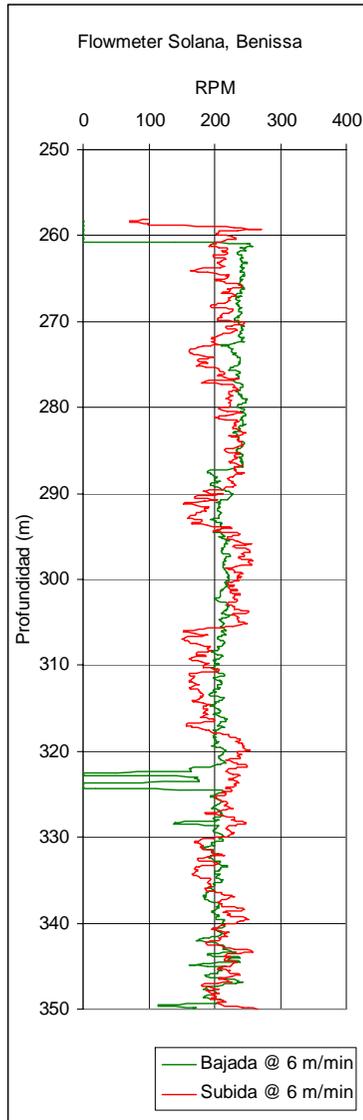


7.3.1 Diagrafías originales del sondeo

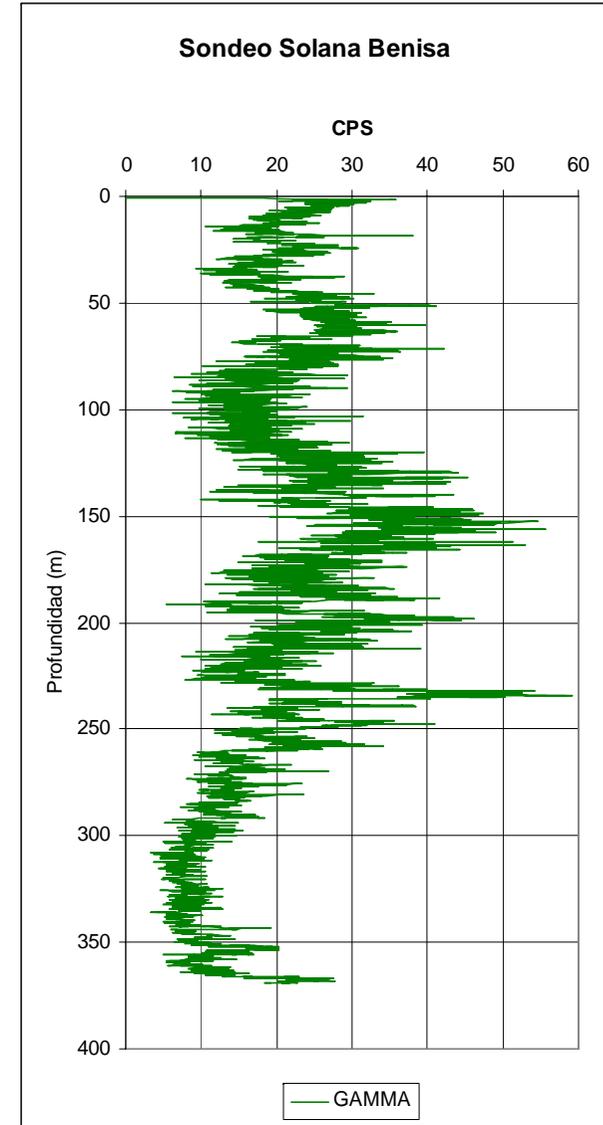
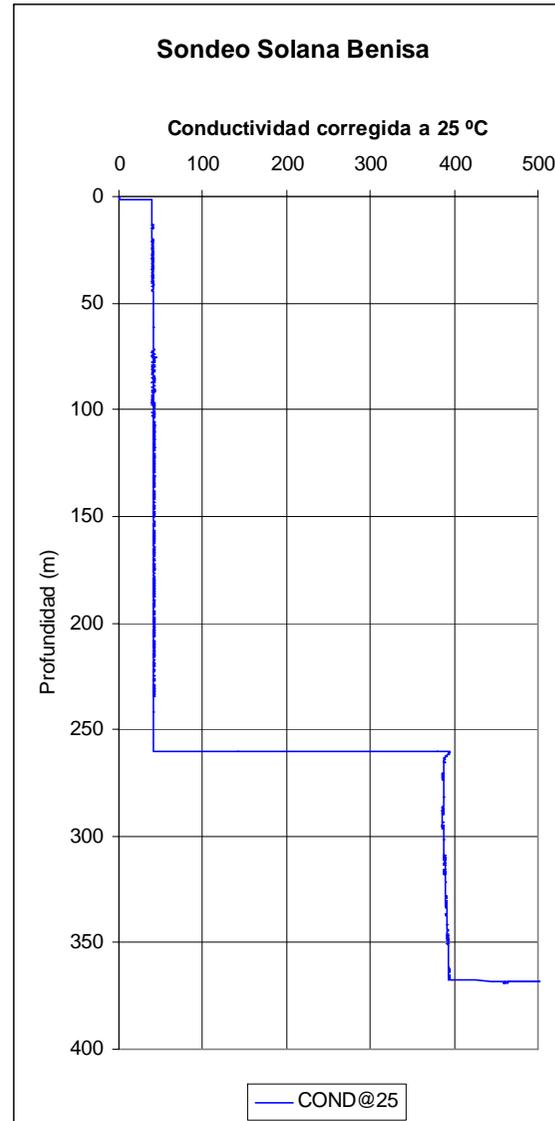
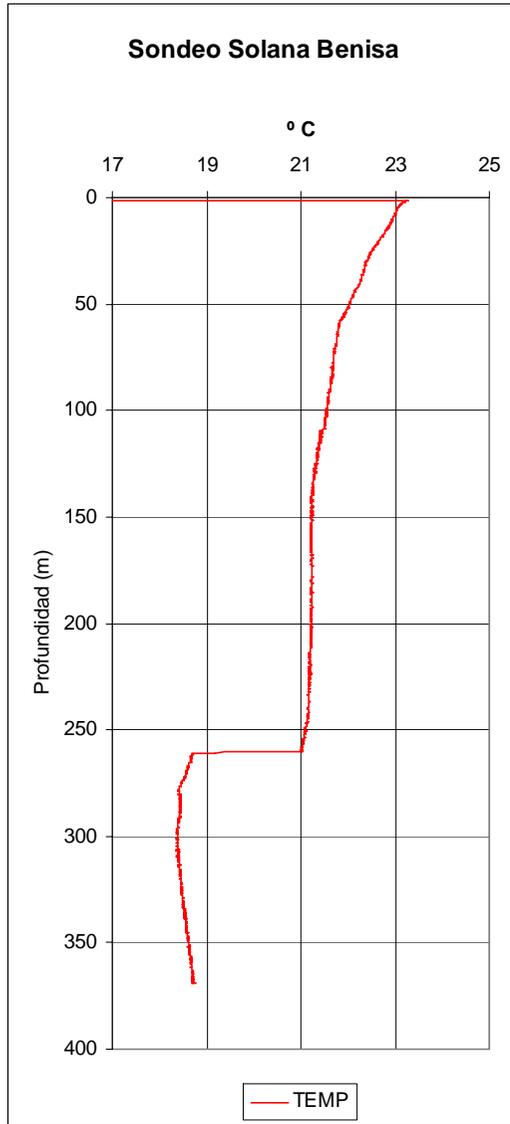




7.3.2 Diagramas enfrentados



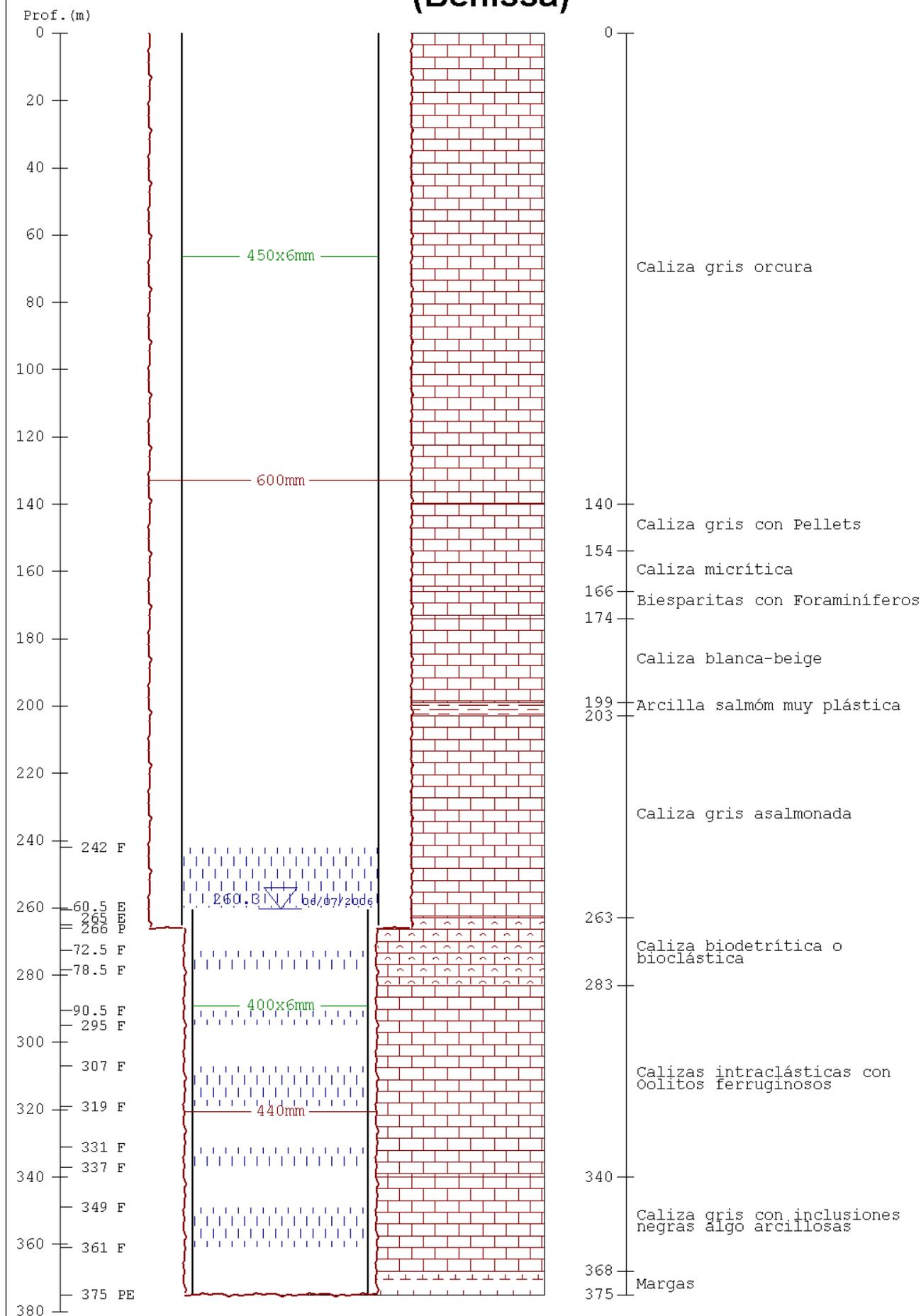
Sondeo Solana (3032-7-0033)





7.3.3 Croquis de construcción del sondeo. Estratigrafía y diámetros de perforación y entubación

SOLANA (Benissa)



7.3.4 Fotografías de la zona de estudio



Fotografía N°1: Reconocimiento del sondeo Solana



Fotografía N°2: Reconocimiento del sondeo Solana



Fotografía N°3: Reconocimiento del sondeo Solana

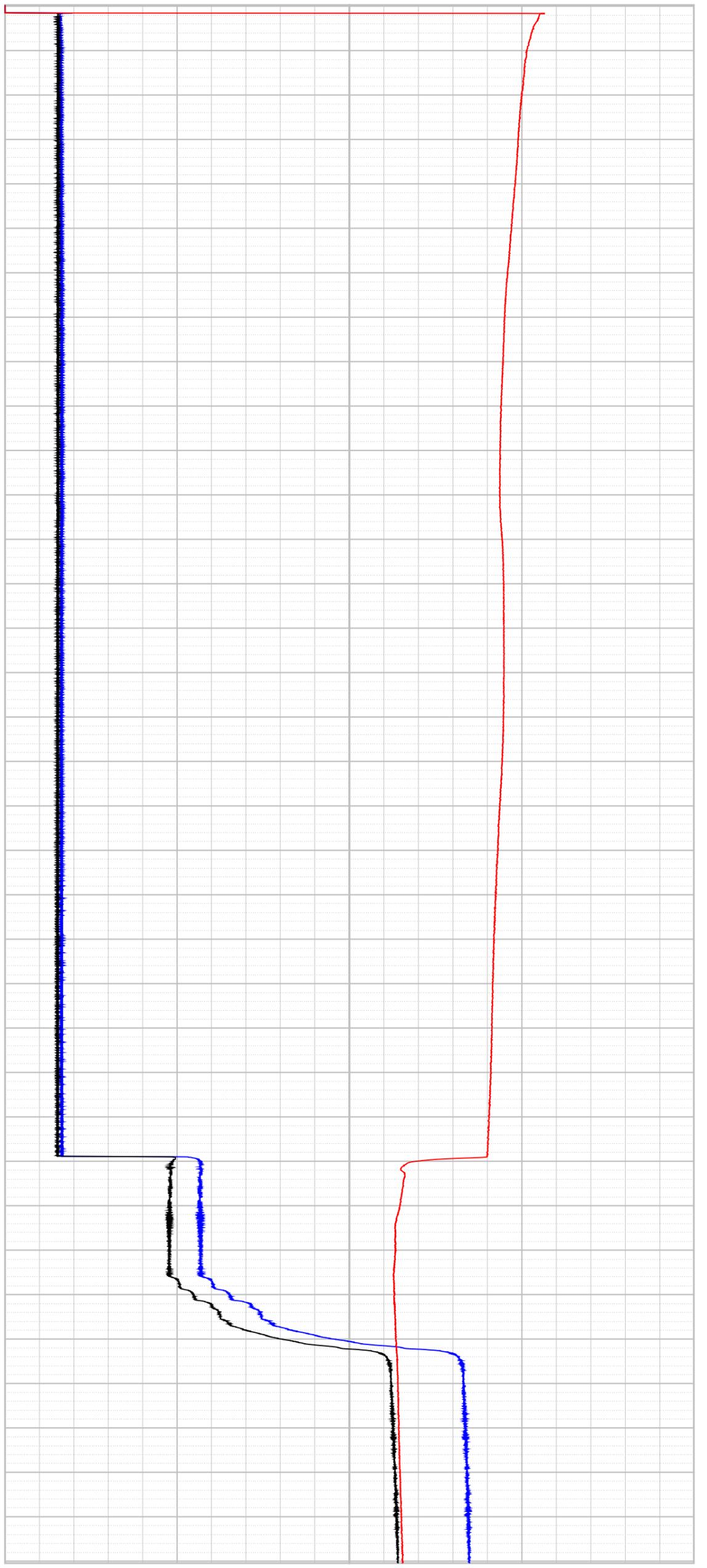
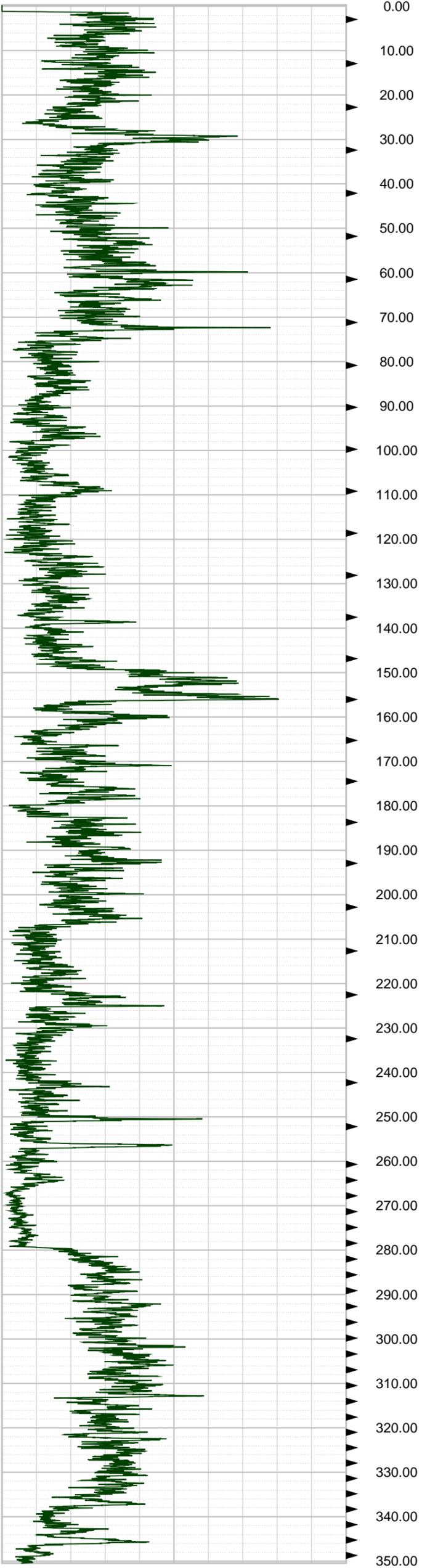


Fotografía N°4: Reconocimiento del sondeo Solana

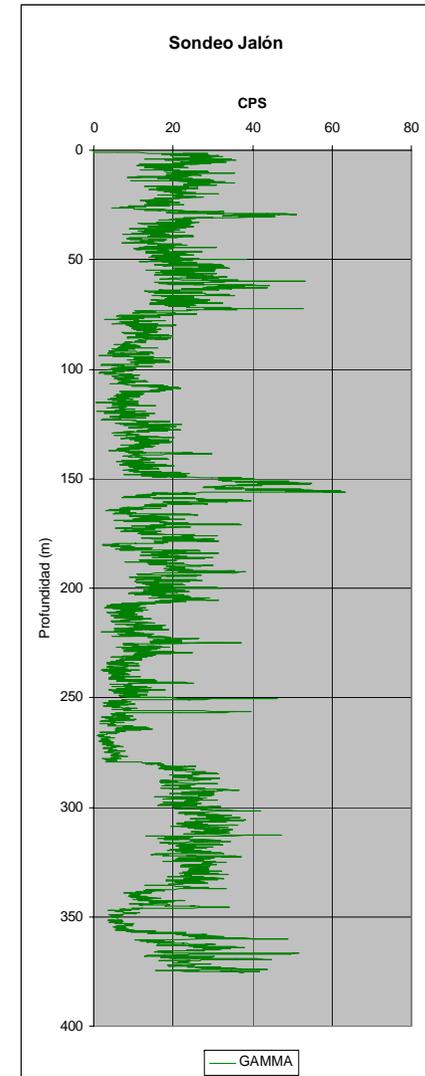
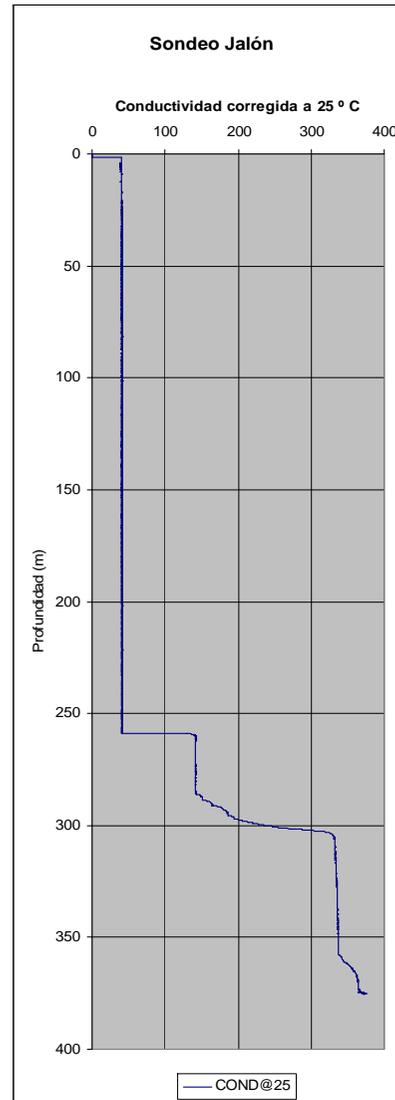
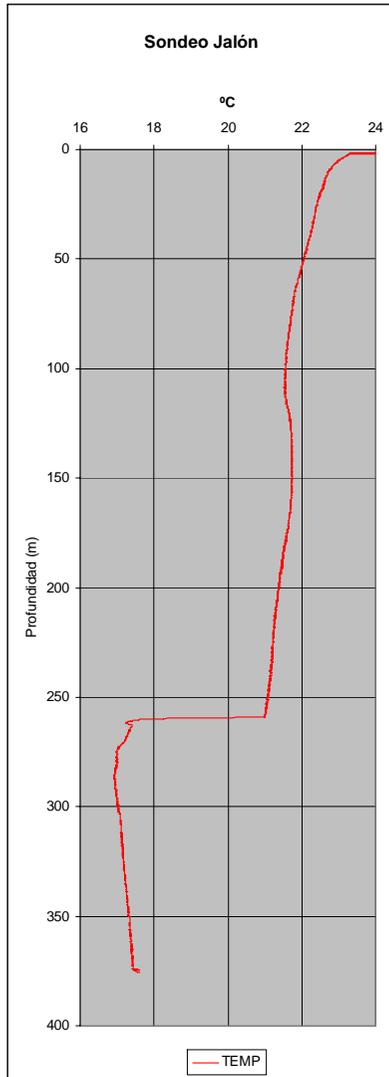
7.4 SONDEO JALÓN (Jalón, 3032-6-0076)

- 7.4.1 Diagrafías originales del sondeo
- 7.4.2 Diagrafías enfrentadas
- 7.4.3 Croquis de construcción del sondeo, estratigrafía y diámetros de perforación y entubación
- 7.4.4 Fotografías de la zona de estudio

7.4.1 Diagrafías originales del sondeo



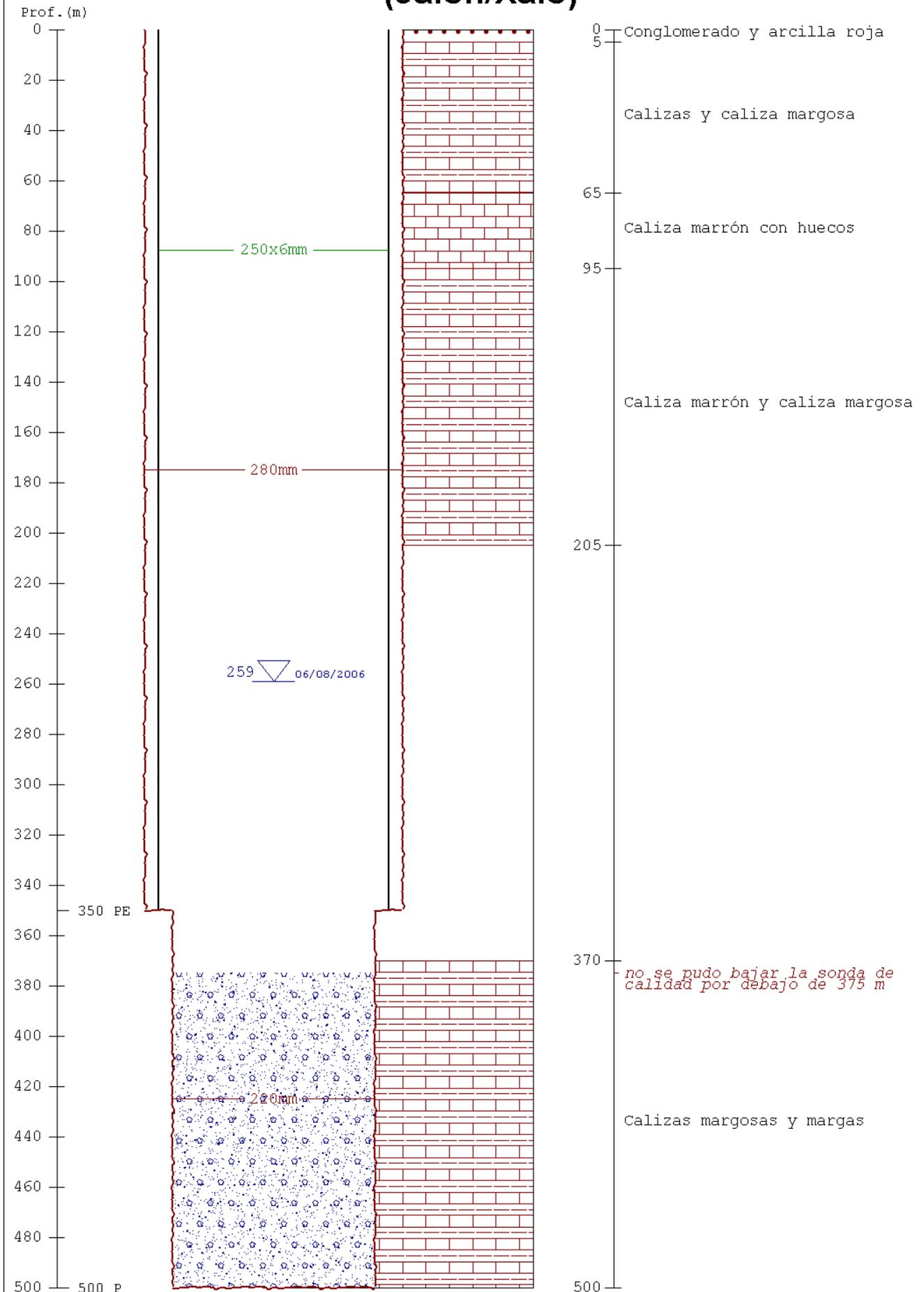
7.4.2 Diagramas enfrentados





7.4.3 Croquis de construcción del sondeo. Estratigrafía y diámetros de perforación y entubación

Barranco del Barón (Jalón/Xaló)



7.4.4 Fotografías de la zona de estudio



Fotografía 1: Equipo instalado para el estudio.



Fotografía 2: Detalle del trípode utilizado al no poder acceder hasta el sondeo. Vista del brocal del sondeo.



Fotografía 3: Vista del trípode desde el camino.



Fotografía 4: Vista del equipo desde el brocal del sondeo.

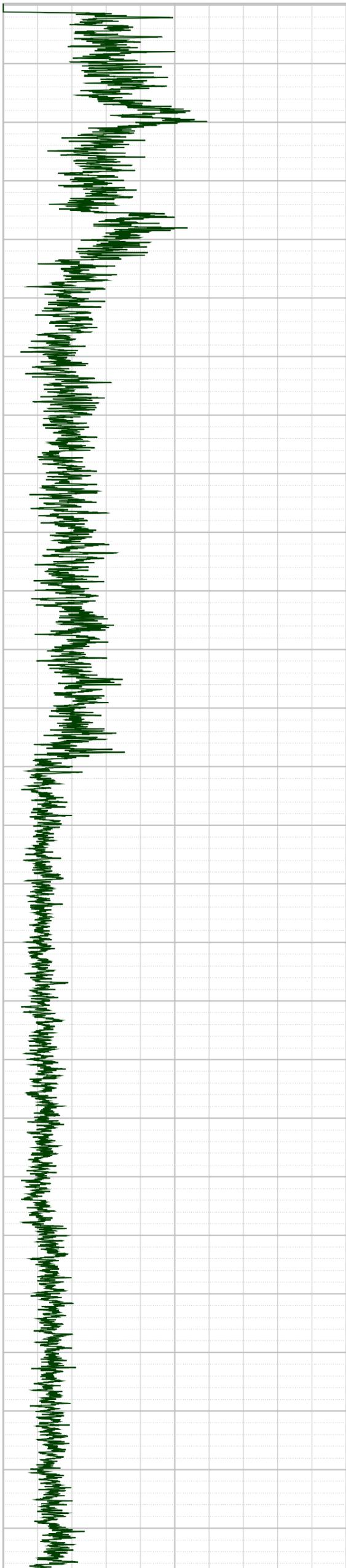


7.5 SONDEO CASAS DE BENICAMBRA (Teulada, 3032-8-0033)

- 7.5.1 Diagrafías originales del sondeo
- 7.5.2 Diagrafías enfrentadas
- 7.5.3 Fotografías de la zona de estudio

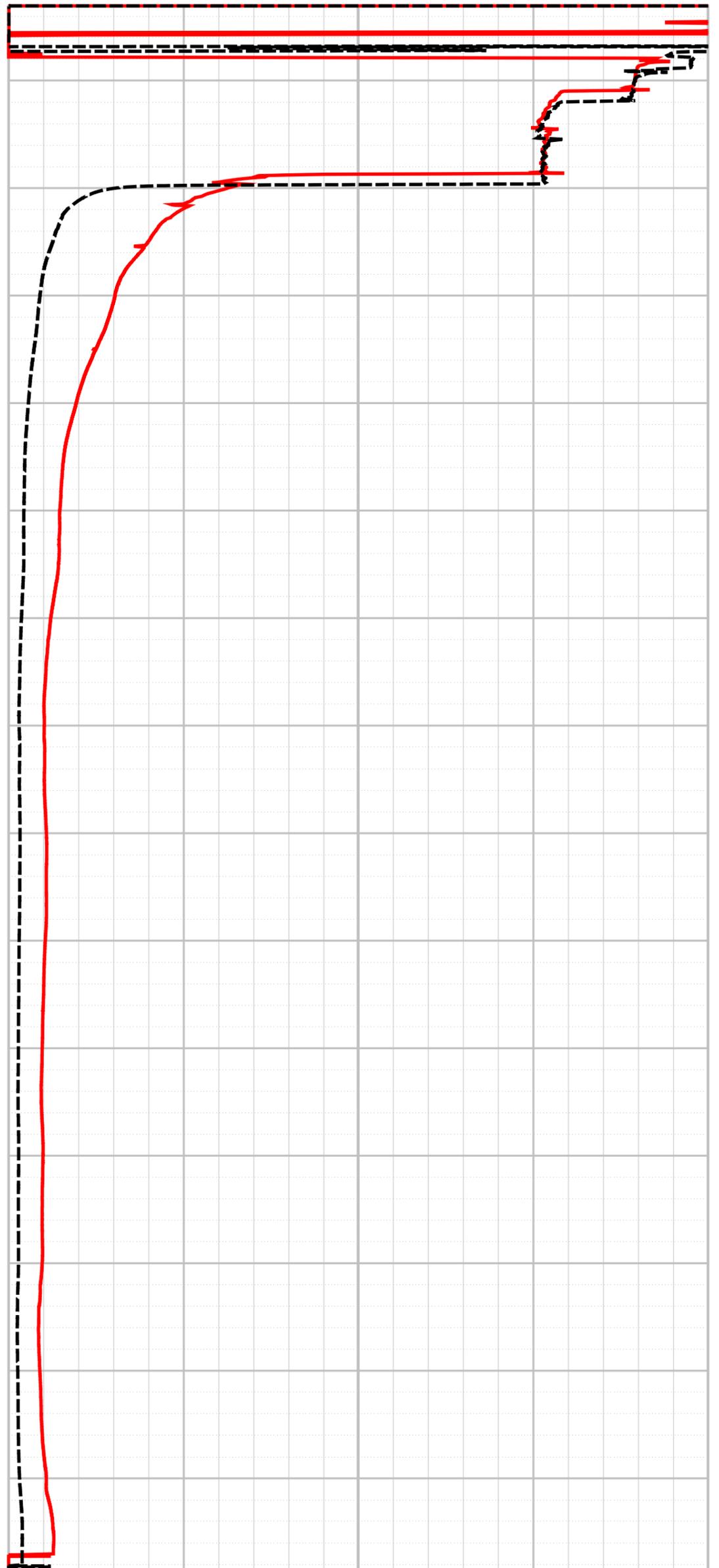
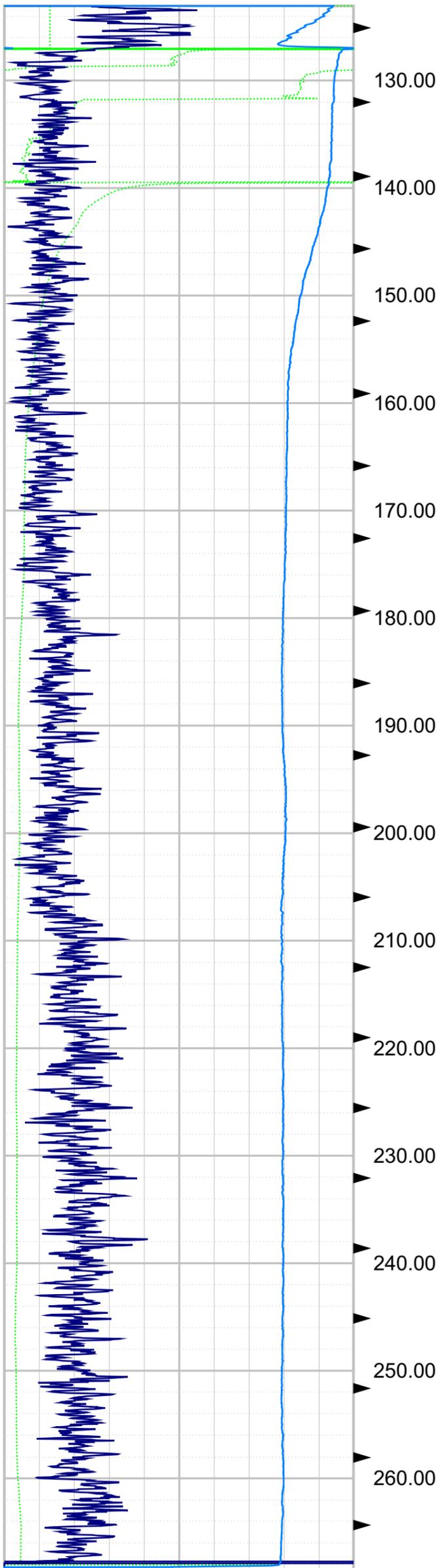


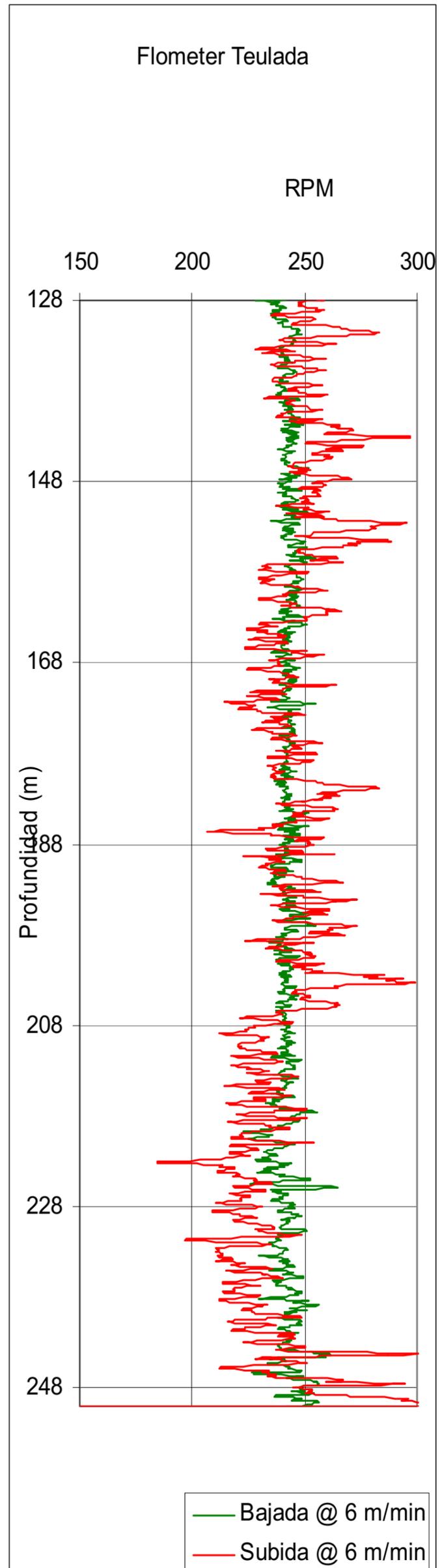
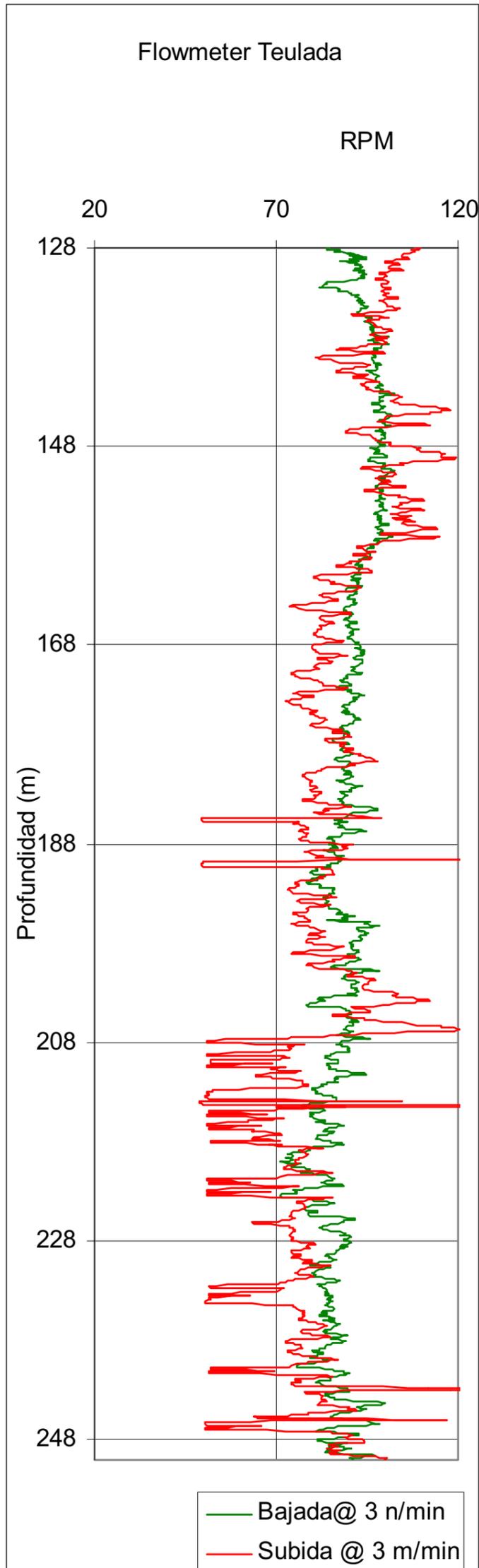
7.5.1 Diagrafías originales del sondeo

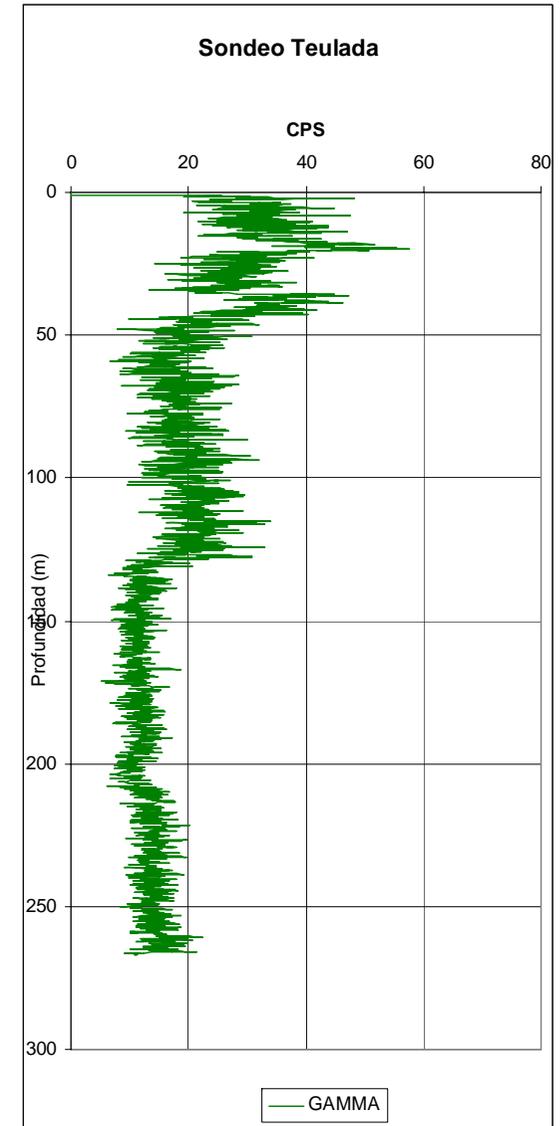
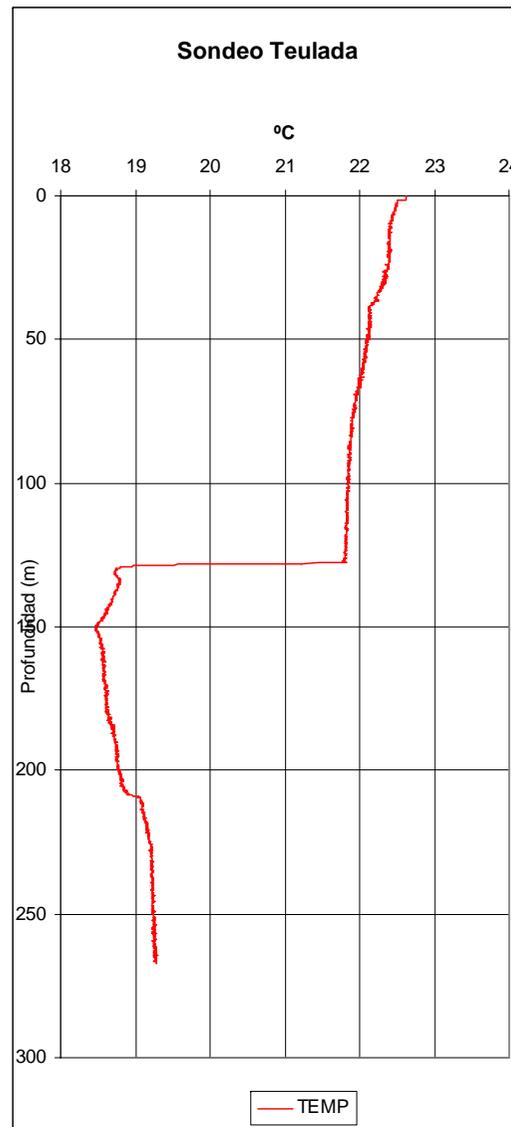
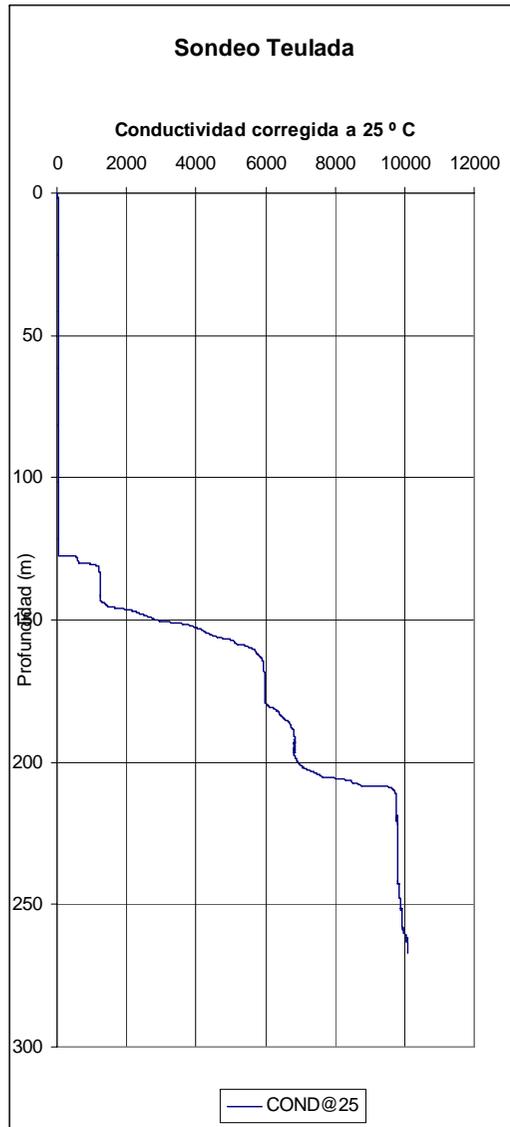


1.00	SPR Ohm	300.00
<hr style="border-top: 1px dotted green;"/>		
0.00	NGAM API Cs.	50.00
<hr style="border-top: 1px solid blue;"/>		
-140.00	SP Millivolt	140.00
<hr style="border-top: 1px solid blue;"/>		

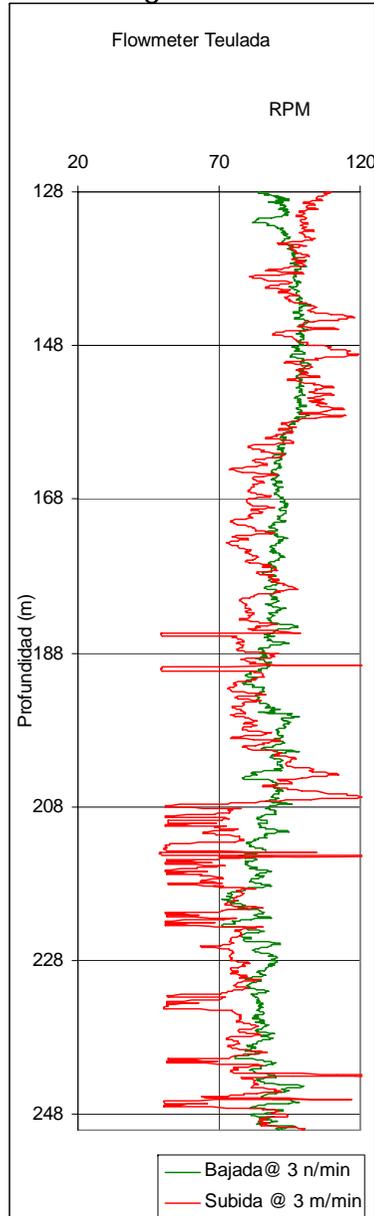
1.00	LON Ohm M.	4000.00
<hr style="border-top: 1px solid red;"/>		
1.00	SHN Ohm M.	4000.00
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>		



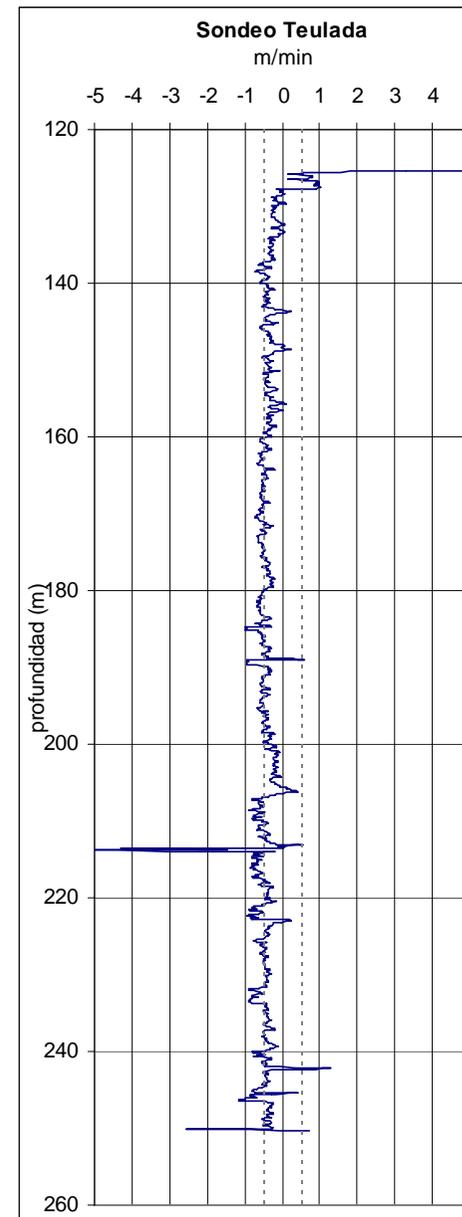
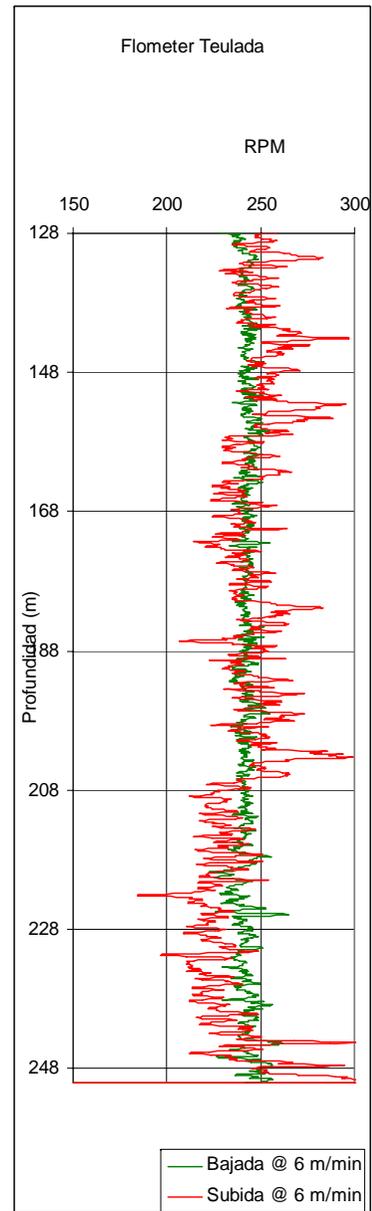


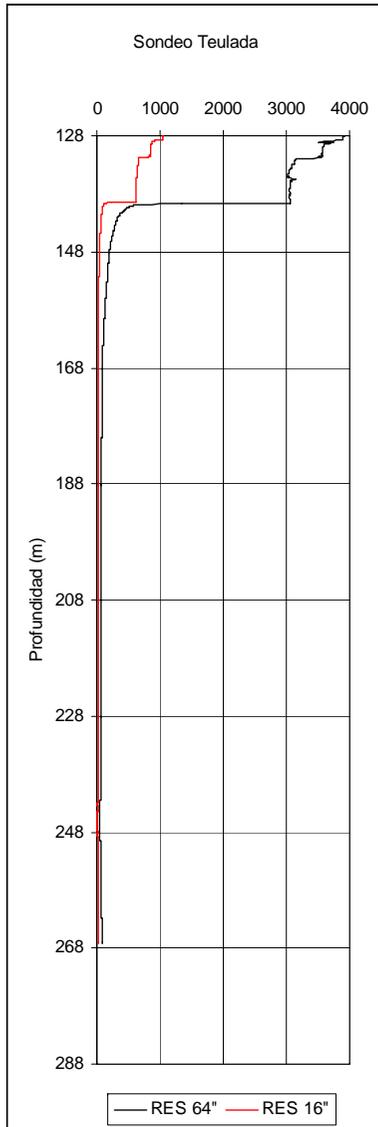


7.5.2 Diagramas enfrentados

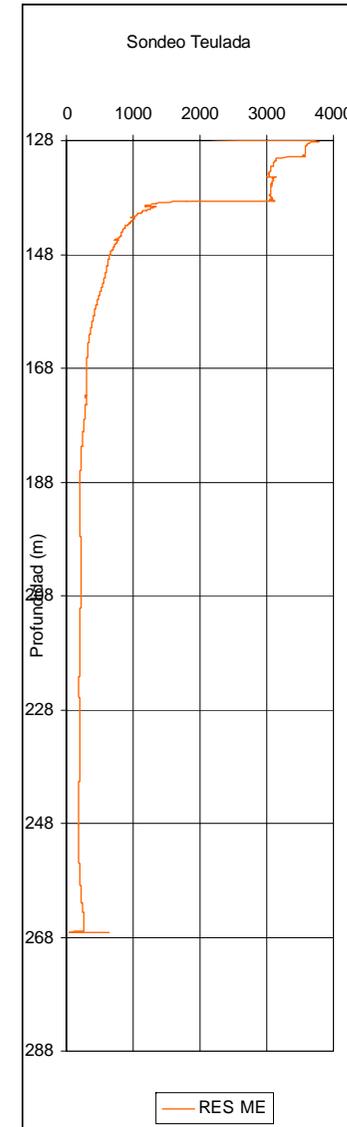
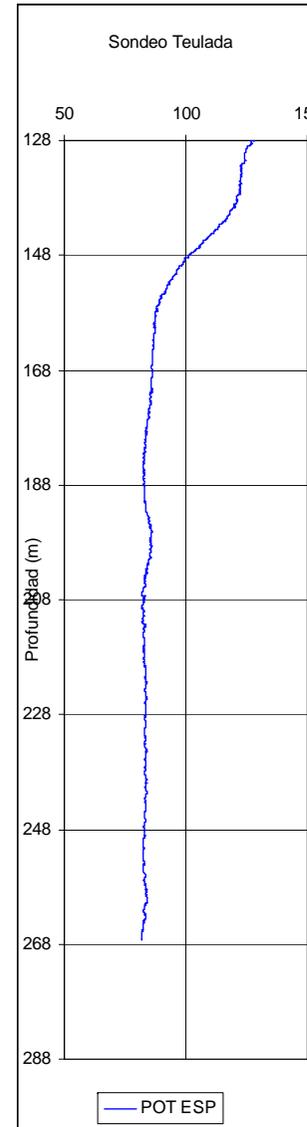
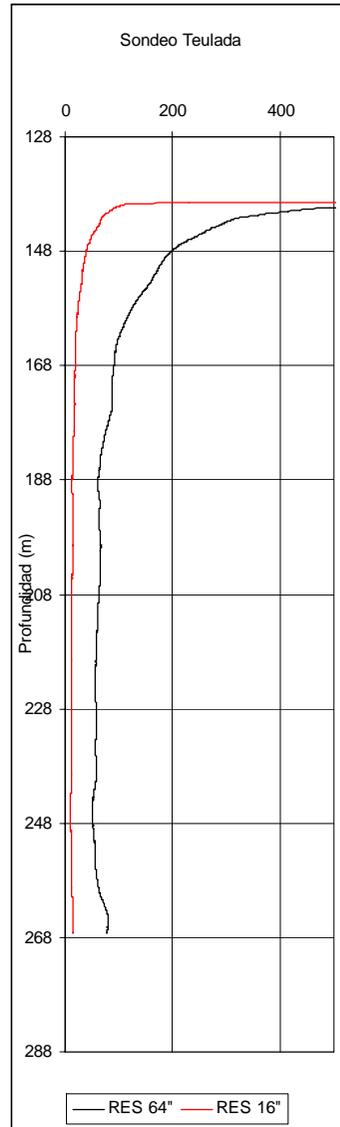


Sondeo Teulada (3032-8-0033)





Sondeo Teulada (3032-8-0033)



7.5.3 Fotografías de la zona de estudio



Fotografía N° 1: Brocal del sondeo



Fotografía N° 2: Equipo de testificación



Fotografía N° 3: Equipo de testificación



Fotografía N° 4: Equipo de testificación