

127

INFORME DE SEGUIMIENTO DE LA 1ª CAMPAÑA DE TESTIFICACION DE SONDEOS.  
CAMPO DE DALIAS. RED DE INTRUSION EN PROFUNDIDAD.

ABRIL 1.991

APARATOS DE MEDIDA: C.G.S. Y ADARO.

1ª CAMPAÑA DE TESTIFICACION DE SONDEOS EN 1.991. CAMPO DALIAS (RED DE SEGUIMIENTO DE LA INTRUSION EN PROFUNDIDAD). ABRIL 1.991.

**1.- DATOS GENERALES.**

- EQUIPO: Sonda C.G.S. de resistividad eléctrica del fluido y temperatura.  
Equipo COMPULOG.
- OPERADOR: José Cedillo.
- PERIODO DE MEDIDAS del 23-4-91 al 29-4-91 (sin incluir, el 28-4-91)
- Nº SONDEOS TESTIFICADOS: 32 sondeos sin instalación elevadora, repartidos por los distintos acuíferos afectados por contaminación de agua de mar.
- EQUIPO DE SEGUIMIENTO DE LA CAMPAÑA: A.D.A.R.O.: Deogracias Gómez, I.T.G.E. Almería: M<sup>ª</sup> Belén Martínez y Patricia Domínguez, I.T.G.E. Geofísica: Juan Plata y Javier Navas.
- MEDIDAS REALIZADAS: registros de resistividad y temperatura, medidas del nivel estático, conocimiento del entorno de explotación.
- APARATOS DE MEDIDA UTILIZADOS: para el caso de la medida del nivel del agua se utiliza siempre la misma sonda (con cable de 300 m.) perteneciente a Deogracias Gómez, se contrarrestan medidas con los limnigrafos de presión -en sondeos en que éstos están instalados-.
- SEIS DE LOS SONDEOS TESTIFICADOS son medidos (Conductividad y Temperatura) con una sonda perteneciente a E.N.A.D.I.M.S.A. -que da conductividad a 25<sup>o</sup>C y temperatura-.

## 2.- METODOLOGIA.

- Se investigó la diferencia de registro al hacer la toma de datos al bajar y subir, observándose una mayor aproximación a la realidad al tomar datos bajando (tanto para la resistividad del agua como para su temperatura); a partir del hallazgo de esta observación los registros se realizaron bajando.
- Para poder hacer una comparación fácil entre sondeos se han introducido las cotas topográficas de referencia en cada uno de ellos, obteniéndose datos verticales de cota a lo largo del perfil.
- Se realizaron calibraciones antes de cada registro con la misma disolución de ClNa (1,5 gr/l) a distintas temperaturas.
- Se obtuvo una curva de relación concentración de ClNa y resistividad del agua con un total de 16 puntos.
- Antes de cada registro se tomó el nivel del agua del sondeo, con sonda de nivel convencional o limnígrafo en su caso, y se calcularon los tramos con necesidad de registrar en cada caso (tramos rajados o para investigación de algún proceso concreto -como instalación de sondeos, etc.-)

### 3.- DIARIO DE LA CAMPAÑA.

\* 1<sup>er</sup> DIA: (23-4-91).

- Sondeo A8.

- Se registra subiendo. El N.P. era de 118,78 m. = + 0,57 m.s.n.m..

- T calibración = 20-21<sup>o</sup>C      R fluido = 8,49 oh.m.      Solución = 1,5gr/l  
ClNa.

- Se introduce la cota topográfica para que se obtengan cotas absolutas en el registro vertical. (cota = 119,35 ?).

- El fondo del sondeo corresponde a -126,65 m.s.n.m.. El tramo rajado comienza -2 m.s.n.m.

- Hora registro aproximada de 13 a 14 h.

- El sondeo 249 RM estuvo parado durante todo el registro.

- Sondeo 253 RM.

- Se registra subiendo. El N.P. era de 149,76 = + 1,11 m.s.n.m.

- T calibración = 25,1-24,8      R fluido = 7,5 ohm.m.      Solución 1,5 gr/l  
ClNa.

- Cota topográfica = 150,87

- Fondo: -86,13 m.s.n.m., rajado desde el nivel.

- Hora registro de 16,30 a 17,20 h

- Sondeo A11.

- Se registra subiendo en principio. El NP era de 72,16 = 0,79 m.s.n.m.

- T calibración: 28,5      R fluido: 6,86 ohm.m;      solución 1,5 gr/l ClNa.

- Se encostra un tapón a 20 m.s.n.m.
- La cota topográfica es de 72,95 m.s.n.m.
- El fondo del sondeo es de -303,05 m.s.n.m., rajado desde el nivel.
- Hora registro de 17:40 a 19:40 h.
- A partir de los -20 m.s.n.m. hacia arriba los valores de resistividad no son reales; de la pantalla se cogen las siguientes:  
Resistividad: 5,36    T=20,2    Cota= -9,54 m.s.n.m.

\* 2º DIA (24-4-91).

- Sondeo A10.

- Primeramente es registrado con la sonda de A.D.A.R.O., aproximadamente de 8 a 9 h.
- Se registra subiendo. El NP era de 51,20 = +0,63 m.s.n.m.
- La cota es de 51,83 m.s.n.m.
- El fondo tiene -472,17 m.s.n.m.; está rajado desde -18,17 m.s.n.m..
- T calibración = 19°C R = 8,35 ohm.m  
= 20,9°C R = 8,21 ohm.m Para 1,5 gr/l ClNa.
- Hora registro de 9:15 a 11:45 h.
- Sólo se baja hasta -456 m.s.n.m., por temor a posibles tapones de lodo, al tener conductividad superior a 20.000 mho/cm.

- Sondeo 224 RM.

- Se registra primeramente con la sonda de A.D.A.R.O..
- Se registra subiendo. El NP era de + 0,52 m.s.n.m.
- La cota del fondo es de -100,25 m.s.n.m.. (cota = 51,75 m.s.n.m.)
- Hora registro de 12 a 12:50 h.
- Se encuentra bombeando el sondeo 228 RM con una temperatura de 20,9°C según el termómetro digital DD y de 20,3°C según el termómetro de la sonda A.D.A.R.O.

- Sondeo 240 RM.

- Se registra subiendo. El NP era de 103,95 = +0,23 m.s.n.m.

- La cota es de 104,18 m.s.n.m., y el fondo está en -12,82 m.s.n.m.
- T calibración = 25,5 R fuido = 7,27 ohm.m.
- Hora registro de 13 a 13:30 h.

- Sondeo A9.

- Se registra primeramente subiendo, pero se cree que la sonda ha dejado de marcar (por penetrar en lodos) y se volvió a hacer bajando, sin entrar en la zona sucia. Se engancha la sonda.
- El tapón lo encuentra a los 326 m. (-216 m.s.n.m.)
- T calibración = 25,1°C R fluido = 7,6 ohm.m.
- La sonda se apoya a los -118 m.s.n.m. por lo que se hace hasta allí la testificación.
- Cota topográfica = 65,57 m.s.n.m.
- El NP era de 64,87 = +0,70 m.s.n.m.
- Estaba rajado desde los 136 m. = -70,43 m.s.n.m.
- El sondeo se registra de 15:15 a 18:40 h.

\* 3<sup>er</sup> DIA (25-4-91).

- Sondeo 41 Vc.

- Primeramente se testifica con la sonda de A.D.A.R.O. de 8 a 9 h. de la mañana.
- Se registra subiendo. El NP era de 74,17 = -4.22 m.s.n.m.
- La cota es de 69,95 m.s.n.m.
- El fondo tiene -126,05 m.s.n.m.
- La T calibración es de 16,9<sup>o</sup>C para R= 8,85 ohm.m.
- Para poder coger datos en este sondeo se desinstala un limnógrafo; se comprueba que el limnógrafo funciona correctamente a las 10 h. y posteriormente a su nueva instalación. A las 10:15 marca -4,16 m.s.n.m.
- Hora registro: de 9 a 10 h.

- Sondeo 47 Vc.

- Se registra primeramente con la sonda de A.D.A.R.O. de 9 a 10 h.
- Se registra subiendo. El NP era de -2,66 m.s.n.m., según el limnógrafo (medida a las 10 h. de la mañana).
- Para tomar datos se desinstala un limnógrafo y se hace un seguimiento de sus datos de hora, fecha y valores de cota del nivel, comprobando que funciona correctamente.
- La cota es de 69,49 y el fondo está a -28,51 m.s.n.m.
- T calibración: 22,8<sup>o</sup>C a R = 7,87 ohm.m.
- Se registra de 10:30 a 11:10 de la mañana.



- Sondeo 42 Vc.

- Se registra, previamente habiendo desinstalado un limnógrafo en él situado.
- El NP era de 73,61 = -3,72 m.s.n.m.; la cota topográfica es de 69,85 m.s.n.m.
- El registro se hace subiendo de 11:30 a 12 h.
- Se chequea el limnógrafo, funcionando correctamente, antes y después de la testificación (-3,52 m.s.n.m. tras el registro a las 11:56 h.)

- Sondeo 112 Vc.

- Se registra subiendo.
- El NP era de 90,28 m. = -1,59 m.s.n.m.
- El fondo se sitúa a -20,31 m.s.n.m.; La cota topográfica es de 88,69 m.s.n.m.
- El registro se hace de 12:30 a 13 h.

- Sondeo 50 Vc.

- Se registra subiendo
- T calibración = 22,7<sup>o</sup>C a R = 7,84 ohm.m.
- El NP es de 70,25 m. = -0,90 m.s.n.m.
- El fondo está a -28,65 m.s.n.m. (con una cota topográfica de 69,35 m.s.n.m.)
- El registro se hace de 13 a 13:45 h.

- Sondeo 53 Vc.

- Se registra subiendo, el NP era de 66,43 m. = +0,25 m.s.n.m.
- La cota topográfica es de 66,68 m.s.n.m.
- El fondo del sondeo corresponde a -38,32 m.s.n.m.
- El registro se hace de 13:45 a 14:15 h.

- Sondeo 54 Vc.

- Se registra bajando. El NP era de 66,84 m. = +0,38 m.s.n.m.
- T calibración = 25,1°C
- La cota topográfica es de 67,22 m.; el fondo llega a los 108 m = -40,78 m.s.n.m. (era la primera vez que se testificaba)
- El registro se hace de 16 a 16:30 h.

- Sondeo 56 Vc.

- Se registra subiendo. El NP es de 65,43 = +0,64 m.s.n.m.
- No se introduce la cota en el registro al no estar su nivelación realizada para el período de campaña. (cota = 66,07 m.s.n.m.).
- El fondo se sitúa a 106 m. de profundidad (que serían -39,93 m.s.n.m.)
- El registro se realiza de 16,40 a 17 h.

- Sondeo 59 Vc.

- Se registra subiendo. El NP es de 64,04 = +2,55 m.s.n.m.
- La cota topográfica es de 66,59; el fondo está situado a -17,41

m.s.n.m.

- La T calibración =  $23,5^{\circ}\text{C}$  a  $R = 7,68 \text{ ohm.m.}$
- El sondeo se registra de 17:15 a 17:50 h.

- Sondeo 117 Vc.

- Se registra subiendo. NP es de  $141,27 = -0,02 \text{ m.s.n.m.}$
- La cota de referencia es de  $141,25 \text{ m.s.n.m.}$ ; el tramo rajado va de  $150 \text{ m.} (-8,75 \text{ m.s.n.m.})$  a  $356 (-214,75 \text{ m.s.n.m.})$
- Según el registro debe tener una reducción, u obstáculo, a aproximadamente  $-210 \text{ m.s.n.m.}$
- T calibración es de  $24,5^{\circ}\text{C}$  para  $R = 7,55 \text{ ohm.m.}$
- Se registra de 18 a 19 h.

\* 4º DIA. (26-4-91)

- Sondeo 458 Bj.

- Se registra subiendo. El NP era de 71,53 = -1,09 m.s.n.m.
- La cota topográfica es de 70,44; el fondo está a -32 m.s.n.m.
- Se registra de 9:15 a 10 h.

- Sondeo B10.

- Se registra subiendo. El NP era de 82,56 = -3,94 m.s.n.m.
- La cota topográfica de referencia está en revisión; se introdujo 78,62 m.s.n.m.. El tramo de interés está (según la cota introducida) de -4,38 a -153,38 (83 y 232 m. de profundidad respectivamente).
- T calibración = 18,2°C para R = 8,54 ohm.m.
- El registro se realiza entre las 10 y las 11 h.
- En este último se realizan las medidas para establecer la curva de relación concentración/resistividad. Los resultados se presentan en la TABLA 1.

TABLA 1

Concentración (gr/l ClNa)	Observación directa		Calculado
	R (ohm.m)	T (°C)	R(1) 25°C
0,5	19,49	20,2	17,48
0,8	13,20	20,8	12,00
1	11,14	20,4	10,04
1,25	9,02	20,2	8,09
2,5	4,9	20	4,37
3	4,16	19,7	3,69
4	3,26	19,9	2,90
5	2,66	19,9	2,39
7	2,035	19,8	1,81
8	1,72	19,8	1,53
10	1,55	20,5	1,40
11	1,44	20,1	1,29
12	1,36	20,4	1,23
15	1,15	20,4	1,04
17	1,04	20,7	0,94
20	0,95	20,4	0,86

$$(1) \quad R_2 = R_1 \frac{(T_1 + 21,5)^{\circ C}}{25 + 21,5}$$

- El sondeo B10 se registra sobre las 12:30 por la sonda de A.D.A.R.O.

- Sondeo 486 Bj.

- Se registra bajando y, posteriormente, subiendo. Esto es así para observar las diferencias entre los dos tipos de registros; la precisión de la posición de la interfase es mayor en el registro de bajada y también lo del valor de temperatura.
- La cota topográfica (introducida en el gráfico de salida de datos) es de 98,47 m.s.n.m.
- El NP resulta ser de 103,10 m. = -4,61 m.s.n.m.
- El tramo de interés se sitúa entre 118 y 196 m. (de -19,53 a -97,53 m.s.n.m.)
- El registro se realiza primeramente con la sonda de A.D.A.R.O. de 11 a 12 h., y luego con el equipo C.G.S. de 13 a 14:15 h.

- Sondeo 506 Bj.

- Se registra bajando. El NP era de 33,42 m.
- No está nivelado para la referencia de medida de profundidad, al ser sondeo de nueva realización.
- El tramo de interés llega del nivel a 236 m. de profundidad. En el fondo sale algo de lodo que ensucia la sonda.
- T calibración = 27,9°C para R = 7,07 ohm.m.  
27,7°C para R grabada.
- El sondeo se registra de 16 a 17:45 h.

- Sondeo B5.

- Se registra bajando; previamente habia sido desinstalado un limnógrafo semanal.
- La cota de referencia de medida de la profundidad está actualmente en revisión; se introdujo cota = 24,94 m.s.n.m.
- El tramo a investigar era desde el NP = 27,71 = - 2,77 m.s.n.m. a 114 m. (-89,06 m.s.n.m.).
- La T de calibración fue de 24,5°C para la R grabada.
- El registro se realiza desde aproximadamente las 18 h. a las 18:30 h.

\* 5º DIA (27-4-91).

Es importante hacer notar que este 5º día de campaña coincide con un sábado, a efectos de tener en cuenta la situación concreta de explotación de los sondeos del entorno a los sondeos investigados. Esta situación puede resultar destacable para el caso del sondeo 244 RM (del Sector II de "Sol y Arena"), ya que en este periodo todo el Sector estaba en descanso en cuanto a explotación se refiere.

- Sondeo 244 RM.

- Se registra bajando. El NP era de 48,11 m. = +0,80 m.s.n.m.
- T Calibración = 16,5°C a R = 8 ohm.m
- El tramo de interés comprende desde el nivel (0,8) a 138 m. (-89,09 m.s.n.m.); La cota introducida es de 48,91 m.s.n.m.
- El sondeo se registra entre 8:45 y 9:45

- Sondeo A4.

- Se registra bajando. El NP era de 5,54 m = 0,61 m.s.n.m.
- T Calibración = 19,4°C a R = 8,5 ohm.m.
- El tramo de interés, con referencia a la cota: 4,93 m.s.n.m. es de 6 a 118 m. (-1,07 a -113,07 m.s.n.m.).
- El sondeo se registra entre 10:15 y 11 h.

- Sondeo M.

- Se registra bajando. NP era de 20,01 m. = 0,49 m.s.n.m.



- T Calibración =  $22,1^{\circ}\text{C}$  a  $R = 7,88$  ohm.m.
  - La cota topográfica es de 20,50 m., y el tramo a registrar desde el nivel a 66 m. (-45,5, m.s.n.m.).
  - El sondeo se registra entre 11:15 y 11:45 h.
- Sondeo N.
- Se registra bajando. El NP era de 42,73 = -1,75 m.s.n.m.
  - T Calibración =  $25^{\circ}\text{C}$  para  $R = 7,21$  ohm.m.
  - La cota topográfica es de 40,98 m., y el tramo de interés se encuentra: entre el nivel y 93 m. (-52,02 m.s.n.m.).
  - Se registra entre las 12:30 y 13 h.
- Sondeo 37 Vc.
- Se realiza una nueva solución patrón de 1,5 gr/l; no hay que descartar que pueda ser algo diferente a la utilizada en los sondeos anteriores, dadas las dificultades de medición de volúmenes en campo.
  - El entorno al sondeo (hacia el S) está sin explotación -sondeos 38 Vc y 40 Vc-; probablemente los sondeos 36 Vc y 121 Vc estuvieran en funcionamiento, para abastecimiento a Almería.
  - El NP se encuentra a 75,16 m. = -4,70 m.s.n.m.; la cota de referencia es 70,46 m.s.n.m.
  - El tramo a investigar se extiende entre el NP y 95 m. de profundidad (-24,54 m.s.n.m.).
  - El registro se realiza entre 13:30 y 13:45 h.
  - Como control del funcionamiento de los aparatos registradores del NP en el entorno se chequean tres limnigrafos situados en los sondeos 47 Vc,

42 Vc y 41 Vc. Los datos obtenidos son los siguientes:

Nº	hora	valor	valor en memoria	
limnógrafo				
47 Vc	13:30	-2,68	12:00	-2,68
42 Vc	13:35	-3,59	12:00	-3,60
41 Vc	13:45	-4,22	12:00	-4,23

Los limnógrafos funcionaban correctamente, al menos en cuanto a los datos de hora y fecha.

- Sondeos A5 y A3.

- Se registra primeramente el A5; ambos se testifican bajando.
- El sondeo A5, con cota de 14,99 m., tiene NP en 13,94 m., es decir +1,05 m.s.n.m.. El A3 tiene NP en +1,33 m.s.n.m. (13,66 m.)
- Las cotas topográficas de referencia (14,99 m.s.n.m.) están por comprobar en la actualidad.
- Los tramos a investigar de los sondeos fueron:  
A3: de 108 a 116 m. (-93,01 a 101,01)  
A5: del NP a 19 m. (+1,05 a -4,01).
- Los sondeos se registran entre 15:15 y 16 h.

- Sondeo 14 Vc.

- Se registra bajando. En NP es de 94,06 = +0,35 m.s.n.m.
- La cota topográfica es de 94,41 y el tramo a registrar es del NP a 199 m. (-104,59 m.s.n.m.).

- El sondeo 145 Vc, situado en el entorno próximo estaba en funcionamiento.
- Se registra de 16 a 17 h.

\* 6º Y ULTIMO DIA. (29-4-91).

- Sondeo B9.

- Se registra bajando, en dos tramos diferentes:

Tramo 1 220-270 m. (-139,39 a -189,39 m.s.n.m.).

Tramo 2 436-612 m. (-355.39 a -531,39 m.s.n.m.).

- El NP era de 85, 33 m. = -4,72 m.s.n.m.

- La cota topográfica de referencia está en revisión, se utilizó 80,61 m.s.n.m.

- T Calibración = 17,7°C a R = 8,21 ohm.m.

- A los -525 m.s.n.m. se apoya la sonda, según el registro, por lo que allí se para el mismo.

- El registro se realiza de 9:15 a 10:30 h.

- Sondeo 485 Bj.

- Se registra bajando. El NP era de 68,17 m. es decir -6,43 m.s.n.m.

- El fondo se sitúa a 391 m. (-329,26 m.s.n.m.).

- La cota topográfica utilizada es de 61,74 m.s.n.m.

- El registro se hace entre 11:15 y 12:45 h.

- Visita a los sondeos del entorno.

- Sondeo 456 Bj: ha sido enterrado 6 m.; estaba funcionando ( a las 12 h) desde las 7 de la mañana al menos (es decir 5 h.).

- Sondeo 8 Bj: funcionando (con automático).

- Sondeo 270 D: parado a las 12 h, habia funcionado por la mañana (estaba el suelo mojado).
  
- Sondeo 506 Bj: se mide el NP = 33,42 m. de profundidad. Mantiene el mismo nivel que el registrado cuando se testificó el día 26-4-91.
  
- Sondeo B5: funciona correctamente el limnógrafo; se le cambia el papel semanal (aproximadamente a las 12 h.).

Almería a 3 de Mayo de 1.991



Fdo. Patricia Domínguez Prats