

07-054

SQM SALAR S.A.

**PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL
HIDROGEOLÓGICO.
PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA
OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE
ATACAMA**

Informe N° 1: Informe de Monitoreo Semestral

Enero – Noviembre 2007

Jefe de proyecto

José F. Muñoz P., Ing. Civil, Ph. D.

Ingeniero a cargo

Cristián Ortiz A., Ing. Agr., M. Sc.

Ingeniero de proyecto

Fernando Varas A., Ing. Civil

Santiago, Diciembre de 2007



DICTUC es una filial de la Pontificia Universidad Católica de Chile

Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago – Chile / Fono: (56-2) 354 4227-4219 / Fax: (56-2) 354 5876 / www.dictuc.cl

CONTENIDOS

Ítem	Contenido	Pág.
1	INTRODUCCIÓN	2
2	ANTECEDENTES GENERALES	3
	2.1 CONSTRUCCIÓN DE POZOS DEL PLAN DE CONTINGENCIAS	3
	2.2 IMPLEMENTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO PSAH.....	6
	2.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE PRECISIÓN PUNTOS DE MONITOREO DEL PLAN DE CONTINGENCIAS.....	8
3	MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO	11
	3.1 SISTEMA SONCOR	12
	3.2 AGUAS DE QUELANA	70
	3.3 PEINE	106
	3.4 VEGETACIÓN BORDE ESTE	124
	3.5 VEGAS DE TILOPOZO	133
	3.6 NÚCLEO DEL SALAR DE ATACAMA	136
	3.7 CUÑA SALINA	151
4	ACTUALIZACIÓN UMBRALES DE ACTIVACIÓN DEL PLAN DE CONTINGENCIAS ...	155
	4.1 SISTEMA SONCOR	155
	4.2 SISTEMA AGUAS DE QUELANA	157
	4.3 SISTEMA BORDE ESTE	158
5	ANEXOS	161
	5.1 IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE CONTINGENCIAS Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL EN EL SALAR DE ATACAMA	161
	5.2 INFORMES DE ANÁLISIS QUÍMICOS: POZOS	163
	5.3 INFORMES DE ANÁLISIS QUÍMICOS: CUERPOS DE AGUA	178
	5.4 INFORME DE INTEGRANT: “LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE POZOS EN EL SALAR DE ATACAMA – SQM SALAR, PRIMERA ETAPA”, OCTUBRE 2007	179
	5.5 INFORME DE GEOSERGE: “PROCESO Y METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA VINCULACIÓN DE VÉRTICES CON GPS PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE POZOS EN EL SALAR DE ATACAMA”, DICIEMBRE 2007	180

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al primero del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (PSAH), que forma parte de las obligaciones ambientales de SQM derivadas de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 226/2006, que calificó favorablemente el proyecto *Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama*.

Este informe fue confeccionado una vez concluidos los trabajos para completar la infraestructura del PSAH, por lo cual los últimos puntos construidos presentan una sola medición.

El PSAH considera todas las variables de monitoreo que explican el comportamiento hidrogeológico del sistema: meteorología, nivel del agua y salmuera subterránea, calidad química de los acuíferos, nivel de cuerpos de agua superficial, caudal de canales afluentes y/o efluentes de cuerpos de agua, superficies lacustres y caudales de bombeo de agua dulce y salmuera.

A la fecha de cierre del presente informe se han iniciado las operaciones del proyecto que consisten básicamente en el bombeo de salmuera subterránea desde el acuífero del núcleo del Salar de Atacama. Además, es importante señalar que actualmente se encuentra totalmente construida la infraestructura necesaria para operar el Plan de Contingencias (PC). Iniciándose las mediciones de estos puntos de control a partir de mayo de 2007.

El presente informe entrega la información ordenada por sistema ambiental, es decir: a) Sistema Soncor, b) Sistema de Agua de Quelana, c) Sistema Peine, d) Vegetación Borde Este, e) Sistema Vegas de Tilopozo, f) Núcleo del Salar de Atacama y g) Monitoreo de la cuña salina.

2 ANTECEDENTES GENERALES

2.1 Construcción de pozos del Plan de Contingencias

El 31 de octubre de 2007 SQM Salar finalizó la construcción del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (PSAH). El PSAH incluye los puntos de monitoreo que forman parte del Plan de Contingencias (PC), cuya construcción fue priorizada dentro del cronograma general de la construcción del PSAH. La construcción de los pozos del PC se efectuó entre el 6 de noviembre de 2006 y el 10 de mayo de 2007, con un lapso de interrupción entre el 8 de diciembre de 2006 y el 28 de marzo de 2007, debido al proceso de reproducción de flamencos, que ocurrió entre noviembre de 2006 y marzo de 2007 en las lagunas ubicadas en la zona marginal al noreste del Salar de Atacama, próximo a las obras del PC.

La Tabla 2-1 presenta los puntos de monitoreo que forman parte del PC que fueron construidos o modificados durante la Etapa I de construcción del PSAH, que correspondió a los puntos de monitoreo del PC. Corresponden a 46 pozos y 1 reglilla, construidas y a 2 pozos y 1 reglilla, existentes que fueron reacondicionados. La ubicación de estos puntos se presenta en la Figura 2-1. Junto con la construcción de los nuevos pozos del PC se inició el monitoreo del nivel del acuífero en estos pozos de modo de cumplir con las exigencias de la RCA N° 226, en cuanto al monitoreo previo mínimo necesario para iniciar el bombeo de salmuera. La Tabla 2-1 presenta además la fecha de inicio del monitoreo en cada uno de estos pozos.

En el Anexo se adjunta el informe completo donde se detallan las obras realizadas junto con las principales características de la infraestructura de contingencia.

Tabla 2-1. Nuevos puntos de monitoreo construidos para el PC.

Nombre	Norte	Este	Prof. (m)	Transductor de presión	Plan	Inicio medición
P1-1	7.415.183	584.298	10	sí	PC	11-may-07
P1-2	7.415.291	584.344	10	sí	PC	11-may-07
P1-3	7.415.494	584.444	5	sí	PC	11-may-07
P1-4	7.415.573	584.503	5	sí	PC	11-may-07
P1-5	7.415.748	584.619	5	sí	PC	11-may-07
P1-6	7.415.898	584.744	5	sí	PC	11-may-07
P1-7	7.416.088	584.860	5	sí	PC	11-may-07
L2-9	7.414.766	586.629	10	sí	PC	11-may-07
P2-1	7.414.895	586.579	10	sí	PC	11-may-07
P2-2	7.415.089	586.513	10	sí	PC	11-may-07
L2-25	7.415.103	592.624	5	no	PC	13-may-07
P2-3	7.415.269	586.456	10	sí	PC	11-may-07
L2-16	7.415.465	586.405	5	sí	PC	11-may-07
P2-4	7.415.659	586.397	10	sí	PC	11-may-07
P2-5	7.415.875	586.404	10	sí	PC	11-may-07

Tabla 2-1. Nuevos puntos de monitoreo construidos para el PC.

Nombre	Norte	Este	Prof. (m)	Transductor de presión	Plan	Inicio medición
L2-23	7.416.139	586.428	5	sí	PC	11-may-07
L3-9	7.409.950	591.498	5	sí	PC	11-may-07
L3-10	7.409.954	591.400	5	sí	PSA	11-may-07
L3-11	7.409.958	591.241	5	no	PSA	13-may-07
L3-12	7.409.958	591.041	11	no	PSA	13-may-07
L3-13	7.409.948	590.723	11	sí	PSA	11-may-07
L3-14	7.409.948	589.957	11	no	PSA	13-may-07
L4-11	7.406.433	590.718	5	no	PSA	13-may-07
L4-12	7.406.433	590.518	5	sí	PC	11-may-07
L4-13	7.406.434	590.386	5	sí	PSA	11-may-07
L4-14	7.406.436	590.253	10	no	PSA	13-may-07
L4-15	7.406.440	590.055	10	no	PSA	13-may-07
L5-9	7.404.007	592.323	5	no	PSA	13-may-07
L5-10	7.404.006	592.095	5	sí	PC	11-may-07
L5-11	7.404.006	592.015	5	no	PSA	13-may-07
L5-12	7.404.016	591.871	10	no	PSA	13-may-07
L7-13	7.422.832	594.301	32	no	PC	13-may-07
L7-14	7.422.780	592.471	5	no	PC	13-may-07
L1-17	7.418.616	591.637	1	no	PC	13-may-07
L2-26	7.415.295	593.971	50	no	PC	13-may-07
L2-27	7.412.507	593.655	5	no	PC	13-may-07
L2-28	7.412.508	594.770	25	no	PC	13-may-07
L3-5	7.409.924	593.960	5	sí	PC	11-may-07
L3-15	7.410.041	595.107	50	no	PC	13-may-07
L4-8	7.406.504	593.545	5	sí	PC	11-may-07
L4-9	7.406.521	592.808	5	sí	PSA	11-may-07
L4-10	7.406.492	592.431	reglilla	no	PC	13-may-07
L4-17	7.406.339	595.354	11	no	PC	13-may-07
L5-6	7.405.220	596.003	11	sí	PSA	11-may-07
L5-8	7.403.880	595.011	5	sí	PC	11-may-07
L9-1	7.397.058	595.047	25	no	PC	13-may-07
L9-2	7.397.163	594.671	25	no	PSA	13-may-07
Puntos de monitoreo preexistentes y reacondicionados						
L5-3	7.403.920	594.156	~ 1	sí	PSA	11-may-07
L1-G4	7.415.193	585.394	reglilla	sí	PC	11-may-07
L7-4	7.423.235	588.829	~ 1	sí	PC	11-may-07

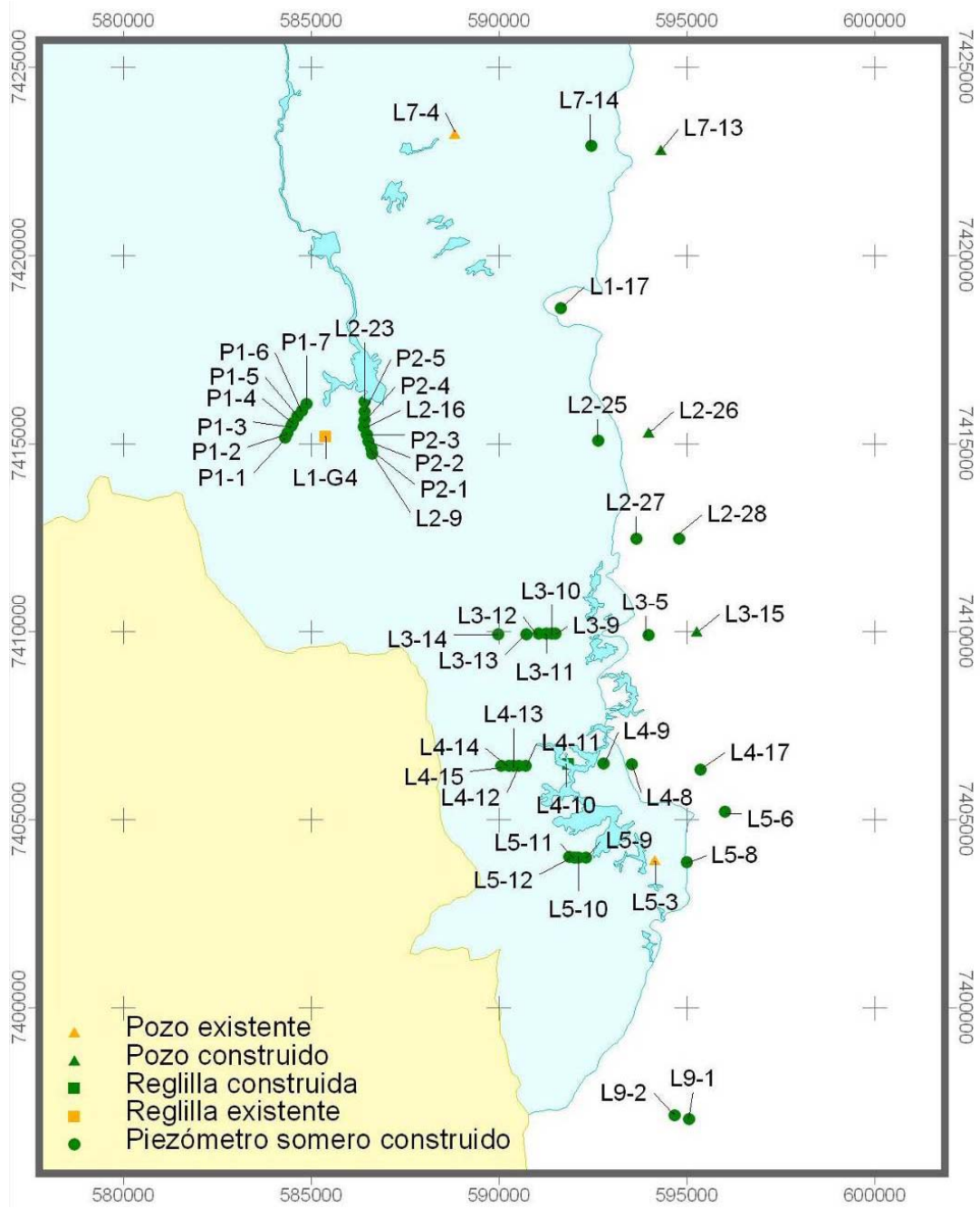


Figura 2-1. Mapa con la ubicación de los nuevos pozos construidos durante la implementación del Plan de Contingencias.

2.2 Implementación de la infraestructura de monitoreo PSAH

Actualmente la infraestructura del PSAH se encuentra totalmente terminada. Los trabajos fueron concluidos durante el mes de octubre de 2007. Al momento de cierre de este informe se estaban iniciando los trabajos de levantamiento topográfico de los puntos de monitoreo faltantes.

El PSAH se encuentra constituido por 225 puntos de monitoreo de los cuales 74 corresponden a puntos de monitoreo antiguo y 151 corresponden a puntos construidos como parte del PSAH del proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama.

Los 225 puntos de monitoreo que conforman el PSAH se pueden desglosar de la siguiente manera:

- 7 Calicatas
- 103 pozos someros;
- 86 pozos profundos;
- 5 pozos de bombeo de agua dulce;
- 18 reglillas para la medición del nivel de agua superficial;
- 4 estaciones de aforo de agua superficiales;
- 2 estaciones meteorológicas.

Del total de puntos 47 corresponden a puntos de medición continua.

Estos puntos de monitoreo hidrogeológico se encuentran repartidos en el núcleo, en la zona marginal y en el borde este del Salar de Atacama (Figura 2-2). La gran mayoría de los puntos de medición se ubican en la zona marginal y en el borde este, justamente donde se encuentran emplazados los sistemas ambientales que se quiere proteger y sistemas en los cuales se requiere recolectar mayor cantidad de información, para complementar los modelos de funcionamiento conceptual. Los sistemas que se monitorean son los siguientes:

- Sistema Soncor,
- Sistema Aguas de Quelana,
- Sistema Vegetación Borde Este,
- Sistema Peine,
- Vegas de Tilopozo,
- Acuífero del núcleo del Salar de Atacama.

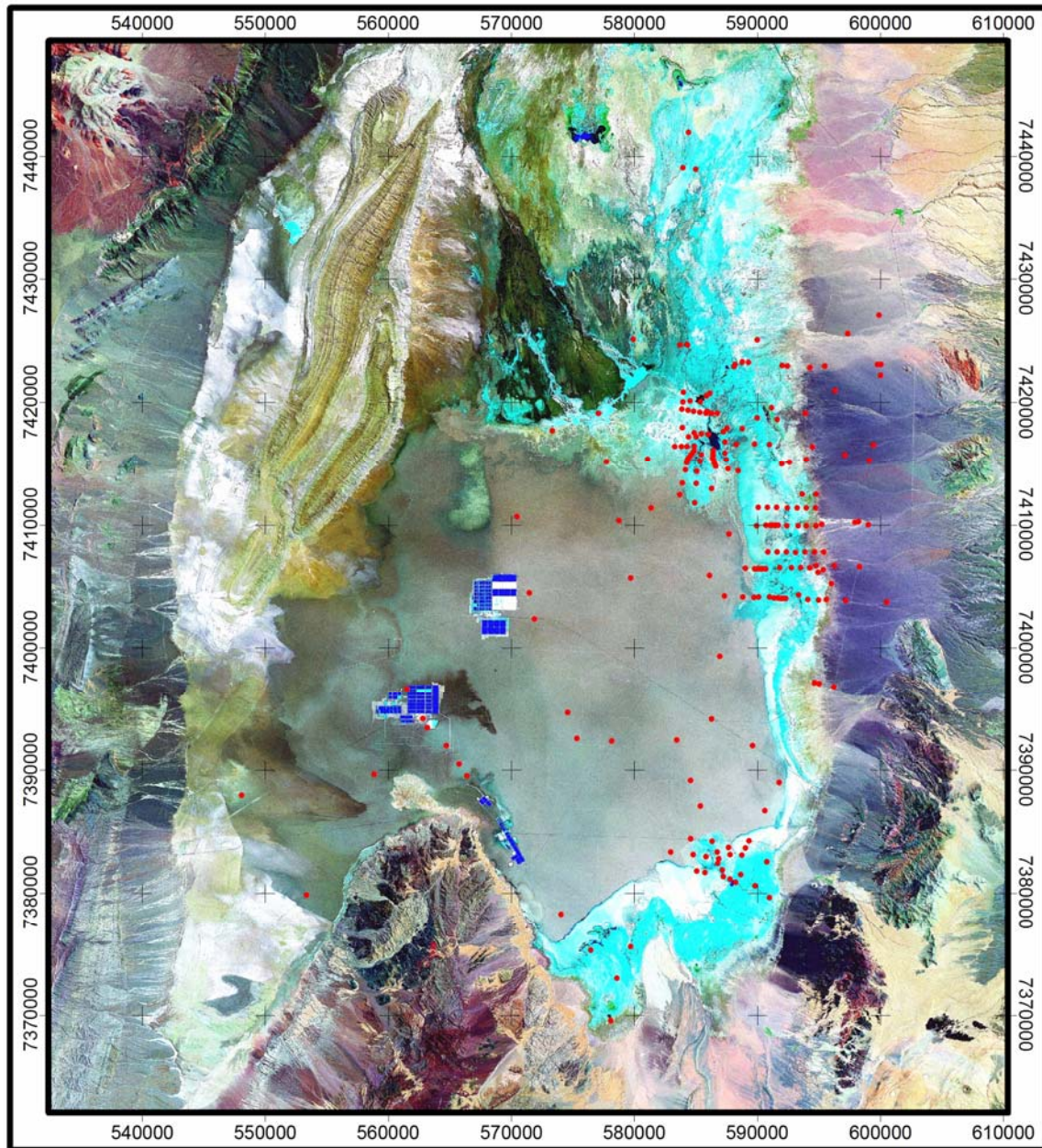


Figura 2-2. Ubicación de todos los puntos de monitoreo del PSAH (para más detalle ver plano adjunto).

2.3 Levantamiento topográfico de precisión puntos de monitoreo del Plan de Contingencias

Dentro del Plan de Seguimiento Ambiental (PSA) del proyecto se estipula que se realizará un levantamiento topográfico de detalle, que permitirá medir variaciones de nivel del acuífero o aguas superficiales de hasta 1 cm. Tal como se presenta en el considerando 10.2.1 (4º párrafo) de la Resolución de Calificación Ambiental 226/2006 del 19 de octubre del año 2006, donde se aprueba favorablemente el proyecto. Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama:

“La medición de los niveles se efectuará para cada punto de monitoreo en el mismo periodo del mes y en horarios similares. Adicionalmente, en cada uno de los sistemas que cuentan además con un plan de contingencias, se instalarán medidores de nivel continuo, tanto para la medición del nivel del acuífero como niveles de cuerpos de agua superficiales. Por otra parte, todos los puntos que forman parte del PSA Hidrogeológico contarán con una topografía de detalle, que permitirá medir variaciones de nivel hasta de 1 cm. Finalmente, todos los puntos estarán referenciados topográficamente a un mismo punto de referencia, de modo de contar con mediciones que sean comparables.”

Dicha obligación será cumplida por SQM en dos etapas, la primera de ella corresponde al levantamiento topográfico de todos los puntos de monitoreo incluidos en el Plan de Contingencias (PC), la segunda etapa incluye el resto de los puntos de monitoreo considerados en el PSAH. La primera etapa se encuentra finalizada, mientras que la segunda etapa se encuentra en ejecución a la fecha de cierre de este informe.

La Tabla 2-2, presenta la información de cada uno de los puntos del PC que fueron incluidos en el levantamiento topográfico, indicándose sus coordenadas UTM en PSAD 56 Zona 19 sur. Para mayores antecedentes respecto de la metodología de trabajo revisar el Anexo 5.4.

Es importante señalar que para dar seguridad respecto de las cotas del agua subterránea, especialmente en los puntos que forman parte del PC, se encargó una auditoría de los trabajos topográficos realizados. La empresa que realizó la auditoría fue Geoserge quienes concluyeron que el levantamiento topográfico realizado por la empresa Integrant Chile, presenta una precisión adecuada a los requerimientos del PSA y atribuye diferencias del orden de 1 cm a la depuración del análisis realizado.

Esta nueva información topográfica permitirá conocer de manera más precisa el funcionamiento del sistema hidrogeológico, especialmente en lo relativo a la magnitud y sentido de escurrimiento del agua. Sin embargo, la nueva información topográfica requiere que se redefinan los valores umbrales de los pozos que activan acciones de contingencias en el PC, principalmente por dos motivos: a) las cotas y coordenadas antiguas de los puntos de monitoreo son imprecisas; y, b) algunos pozos del PC cambiaron su ubicación propuesta. El análisis de los umbrales de activación será tratado en detalle en el Capítulo 4 (pág.155).

Tabla 2-2. Coordenadas y cotas de puntos de monitoreo del Plan de Contingencias, más algunos puntos del PSAH construidos.

Nombre punto de monitoreo	Coordenada UTM PSAD 56		Cota (msnm)	Plan
	Norte	Este		
P1-2	7.415.290,98	584.344,16	2.299,70	PSAH
1027	7.425.021,43	589.981,27	2.307,93	PSAH
P1-7	7.416.087,99	584.859,89	2.300,15	PSAH
P1-5	7.415.748,20	584.619,07	2.300,01	PSAH
P1-3	7.415.493,52	584.444,40	2.299,99	PSAH
P1-1	7.415.183,12	584.297,61	2.300,12	PSAH
GD-01	7.415.027,52	584.270,20	2.299,37	PSAH
L7-4	7.423.234,66	588.829,38	2.302,28	PC
P1-6	7.415.897,81	584.744,03	2.300,09	PSAH
P1-4	7.415.572,68	584.503,10	2.299,78	PSAH
L1-5	7.415.394,02	584.418,52	2.299,43	PSAH
P2-5	7.415.874,95	586.403,74	2.300,25	PSAH
P2-4	7.415.658,86	586.396,98	2.300,37	PSAH
P2-3	7.415.268,80	586.455,60	2.300,16	PSAH
P2-1	7.414.894,79	586.579,00	2.300,32	PSAH
L1-4	7.416.561,27	588.322,02	2.299,94	PC
L2-23	7.416.138,71	586.427,85	2.300,41	PSAH
L2-16	7.415.464,95	586.404,94	2.300,37	PSAH
P2-2	7.415.089,14	586.513,26	2.300,27	PSAH
L2-9	7.414.765,51	586.628,96	2.300,48	PSAH
L1-G4	7.415.193,49	585.393,96	2.299,30	PC
L2-25	7.415.103,29	592.623,73	2.309,42	PC
L3-9	7.409.949,96	591.498,23	2.300,76	PC
L3-12	7.409.957,91	591.041,50	2.300,97	PSAH
L3-13	7.409.948,03	590.722,75	2.300,70	PSAH
L7-14	7.422.780,20	592.470,71	2.317,48	PC
L7-13	7.422.831,99	594.300,66	2.333,64	PC
L1-17	7.418.615,58	591.637,41	2.306,62	PC
L2-26	7.415.294,76	593.970,78	2.322,50	PC
L2-4	7.414.985,57	592.034,94	2.304,01	PC
L3-10	7.409.954,41	591.399,66	2.300,73	PSAH
L3-11	7.409.958,29	591.241,34	2.300,82	PSAH
L3-14	7.409.947,52	589.956,89	2.300,61	PSAH
L7-3	7.422.959,95	592.042,47	2.313,97	PC
L1-3	7.419.081,38	593.911,80	2.326,68	PC
L2-28	7.412.508,10	594.770,27	2.319,82	PC
L3-5	7.409.923,92	593.960,27	2.303,95	PC
L3-3	7.409.872,83	594.799,04	2.313,72	PC
L2-27	7.412.507,40	593.654,77	2.312,01	PSAH

Tabla 2-2. Coordenadas y cotas de puntos de monitoreo del Plan de Contingencias, más algunos puntos del PSAH construidos.

Nombre punto de monitoreo	Coordenada UTM PSAD 56		Cota	Plan
L3-15	7.410.040,56	595.106,75	2.319,18	PSAH
L5-11	7.404.006,01	592.014,95	2.300,72	PSAH
L9-1	7.397.058,35	595.046,64	2.315,63	PC
L4-12	7.406.433,03	590.518,13	2.300,032	PC
L5-10	7.404.005,62	592.095,10	2.300,67	PC
L5-12	7.404.016,07	591.870,62	2.300,70	PSAH
L9-2	7.397.162,60	594.670,99	2.313,26	PSAH
L4-11	7.406.432,86	590.717,58	2.300,42	PSAH
L4-13	7.406.434,39	590.385,87	2.300,00	PSAH
L4-15	7.406.439,71	590.055,10	2.300,10	PSAH
L5-9	7.404.007,07	592.323,21	2.301,16	PSAH
L4-14	7.406.436,04	590.252,76	2.300,31	PSAH
L4-8	7.406.504,18	593.544,67	2.301,90	PC
L5-3	7.403.920,02	594.155,68	2.301,79	PSAH
L5-6	7.405.219,78	596.002,78	2.311,55	PSAH
L4-17	7.406.339,35	595.353,65	2.308,08	PC
L4-9	7.406.520,84	592.807,73	2.301,26	PSAH
L5-8	7.403.879,59	595.011,39	2.304,18	PC
L4-3	7.406.641,42	596.297,50	2.319,34	PC
L4-10	7.406.491,51	592.431,28	2.300,25	PC

3 MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO

En este capítulo se presentan los registros de mediciones efectuadas hasta el mes de noviembre de 2007. Sin embargo, se incluye información de diciembre de 2007 en algunos pozos cuyas primeras mediciones fueron realizadas en ese mes. La Figura 3-1 muestra la ubicación de estos puntos en el salar.

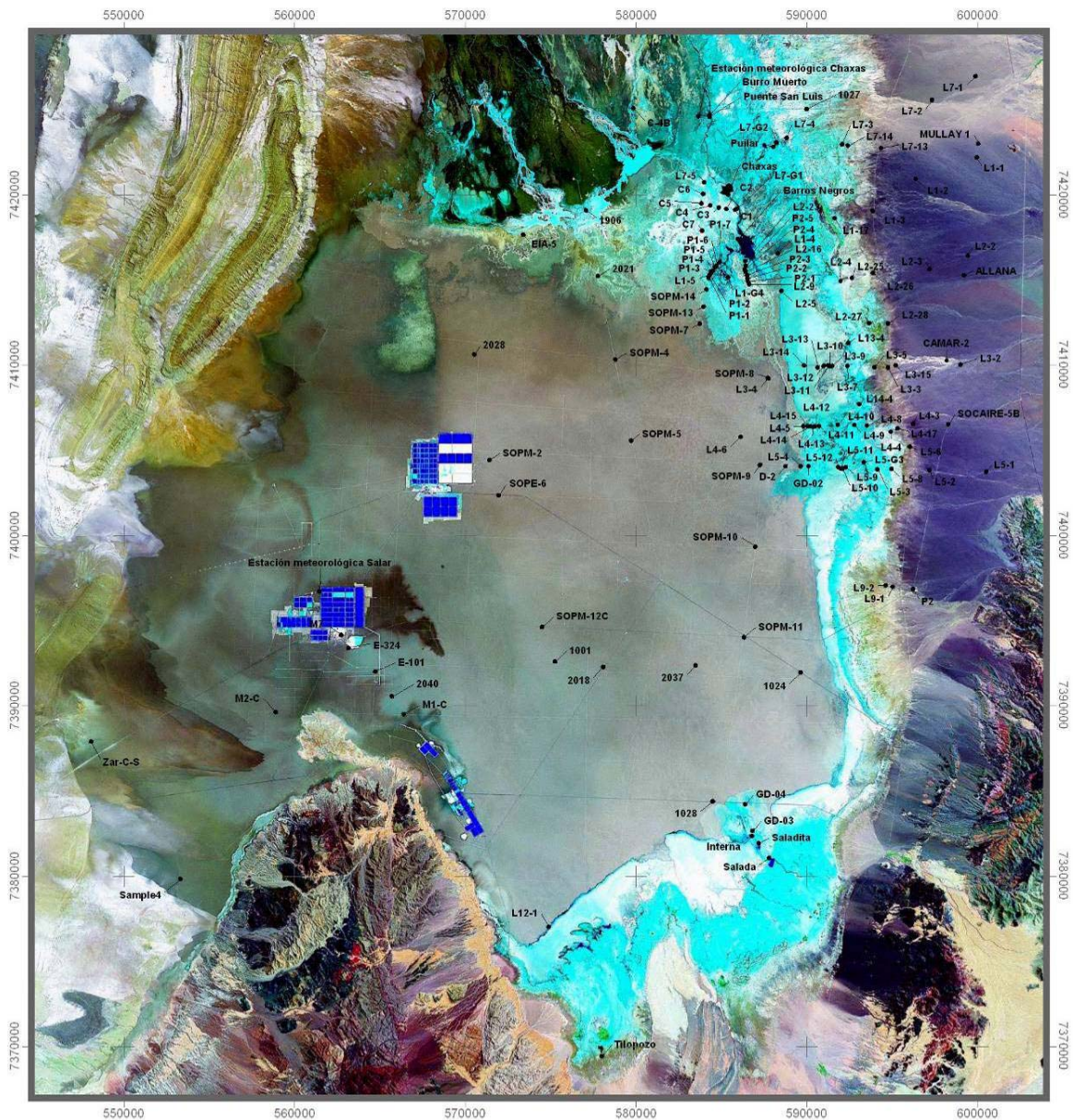


Figura 3-1. Ubicación de los puntos de monitoreo construidos del PSAH.

A continuación se presentan los datos recopilados en los puntos de monitoreo definidos por el PSAH de los siguientes sistemas:

- Sistema Soncor
- Sistema Aguas de Quelana
- Sistema Peine
- Sistema Vegetación Borde Este
- Sistema Vegas de Tilopozo
- Núcleo del Salar de Atacama
- Cuña Salina

Las variables a monitorear en cada uno de estos sistemas han sido agrupadas según nivel del agua (subterránea y superficial), meteorología, volumen bombeado, calidad química, aforos de caudal y superficie lacustre.

3.1 Sistema Soncor

3.1.1 Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presentan los niveles de todos los pozos y reglillas que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Soncor.

Los pozos L1-3, L2-4 y L7-3 (Figura 3-4, Figura 3-12 y Figura 3-13 respectivamente), son parte del monitoreo de niveles de los sistemas Soncor y Vegetación Borde Este y serán presentados sólo en esta sección.

3.1.1.1 Pozos en zona aluvial

Los pozos presentados en esta sección se encuentran ubicados en el acuífero del Borde Este, en el sector oriental del salar frente a los sistemas Soncor y Aguas de Quelana y al poniente del sistema Vegetación Borde Este. El acuífero en este sector está compuesto principalmente por material aluvial, de granulometría variable, proveniente de la parte alta de la cuenca. El agua subterránea corresponde principalmente a agua fresca que tiende a salinizarse a medida que se acerca a la zona marginal, debido a la concentración de sales producto de la evaporación.

En aquellos puntos donde aún no se cuenta con la cota del terreno, se presenta la información como profundidad de la napa subterránea o nivel bajo el terreno.

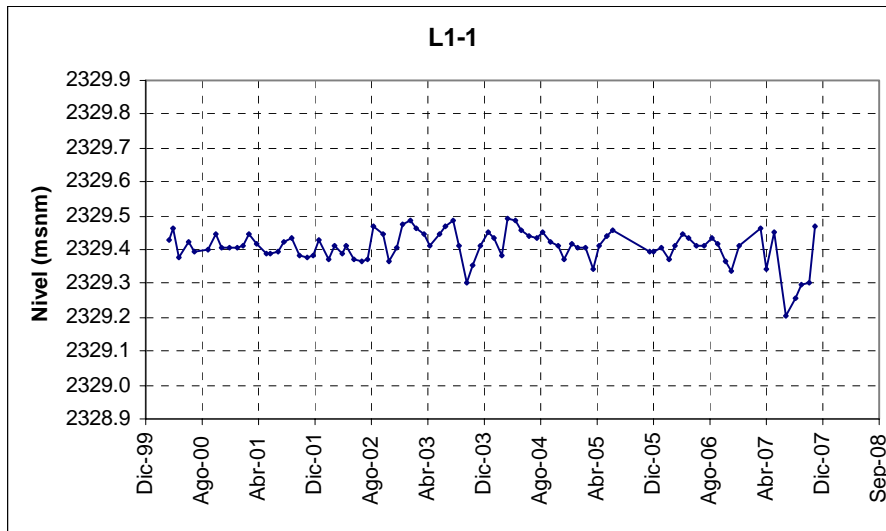


Figura 3-2. Nivel mensual observado en el pozo L1-1.

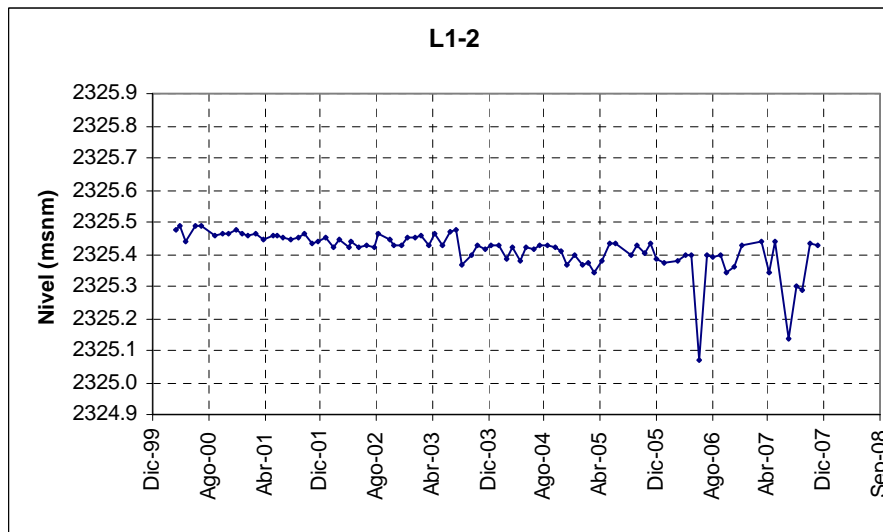


Figura 3-3. Nivel mensual observado en el pozo L1-2.

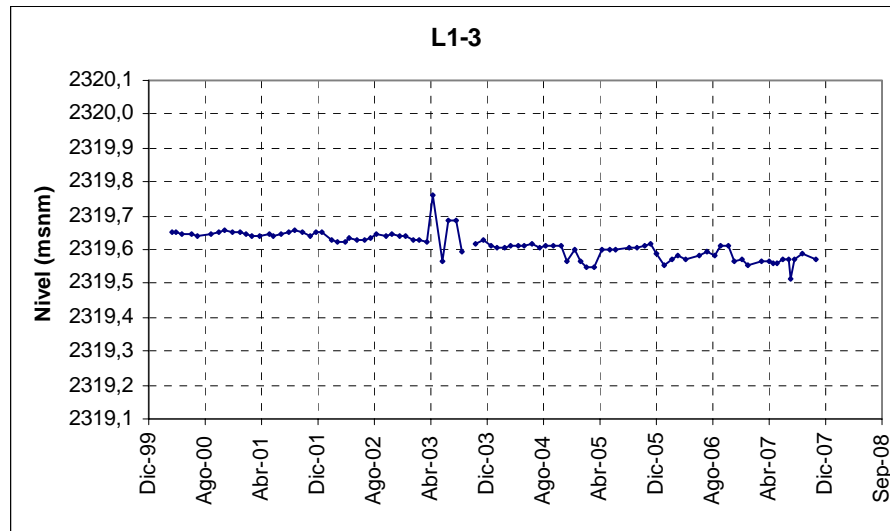


Figura 3-4. Nivel mensual observado en el pozo L1-3.

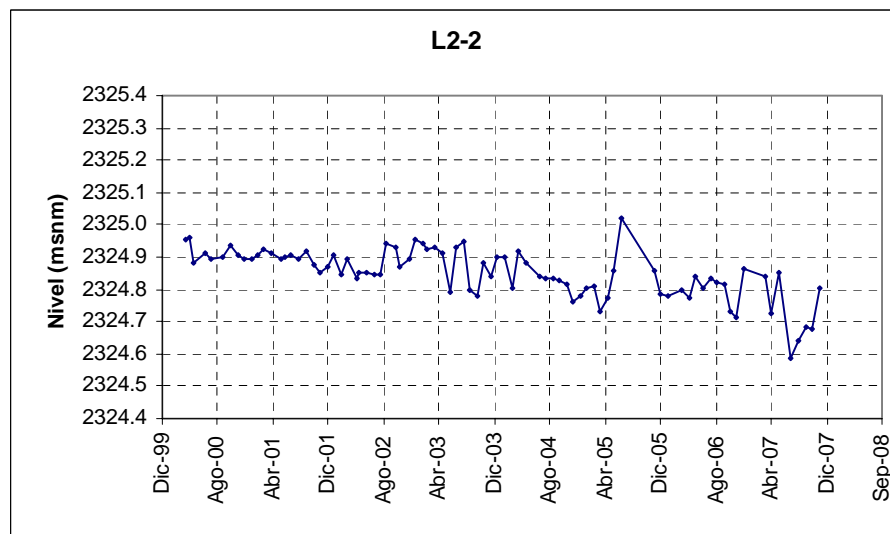


Figura 3-5. Nivel mensual observado en el pozo L2-2.

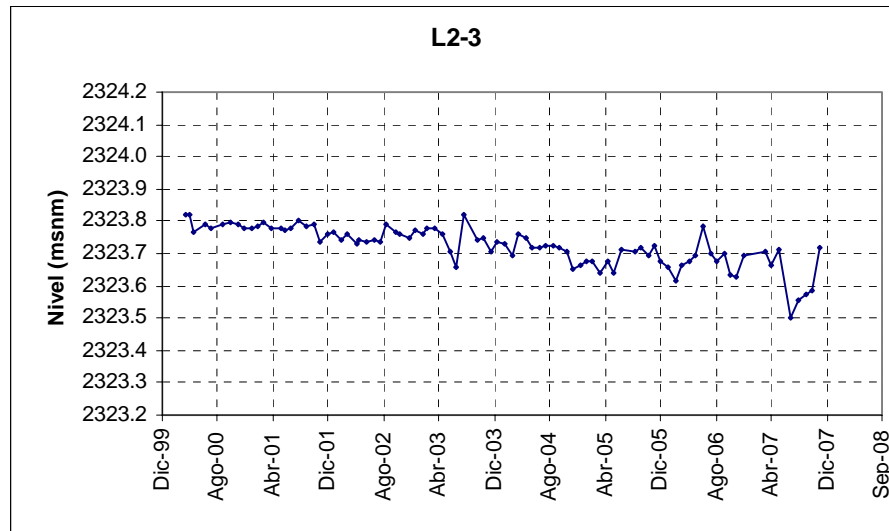


Figura 3-6. Nivel mensual observado en el pozo L2-3.

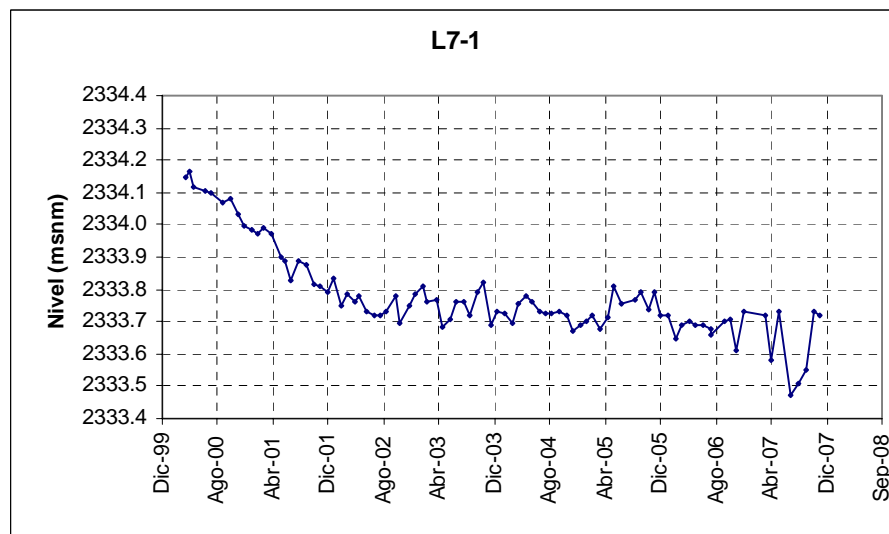


Figura 3-7. Nivel mensual observado en el pozo L7-1.

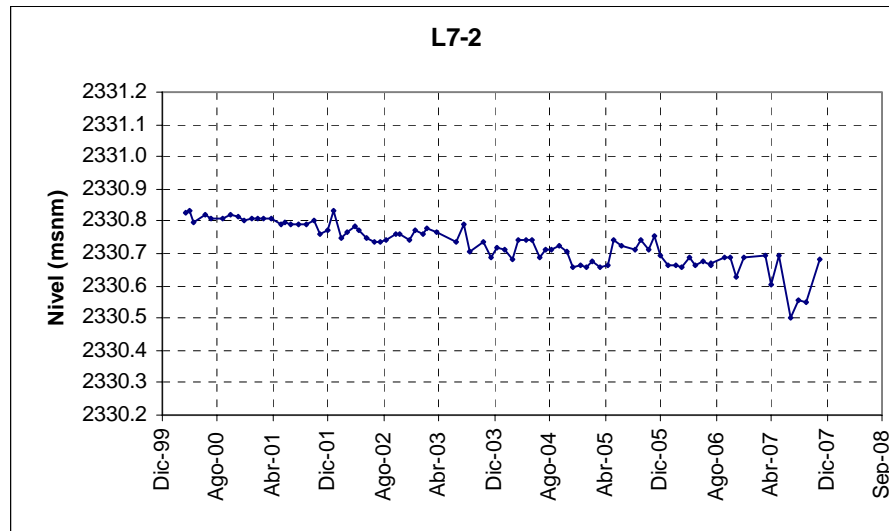


Figura 3-8. Nivel mensual observado en el pozo L7-2.

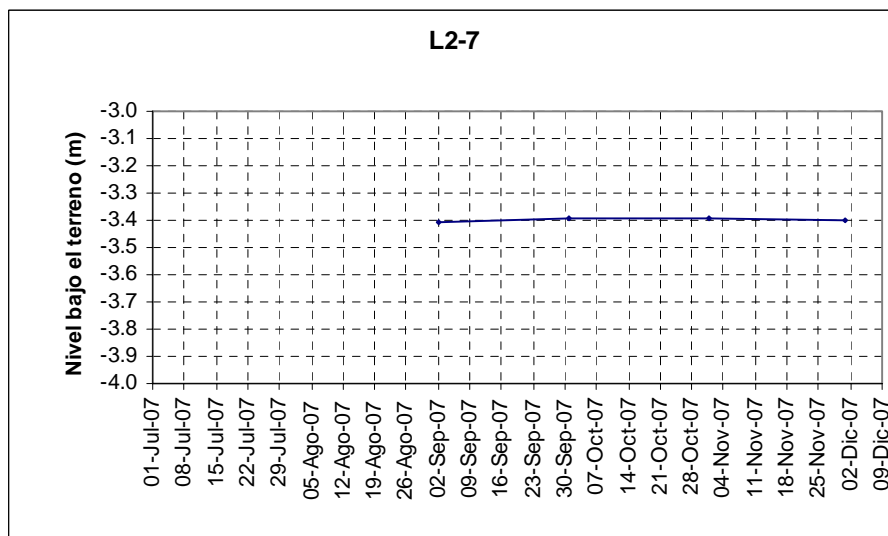


Figura 3-9. Nivel bajo el terreno (profundidad de la napa), pozo L2-7.

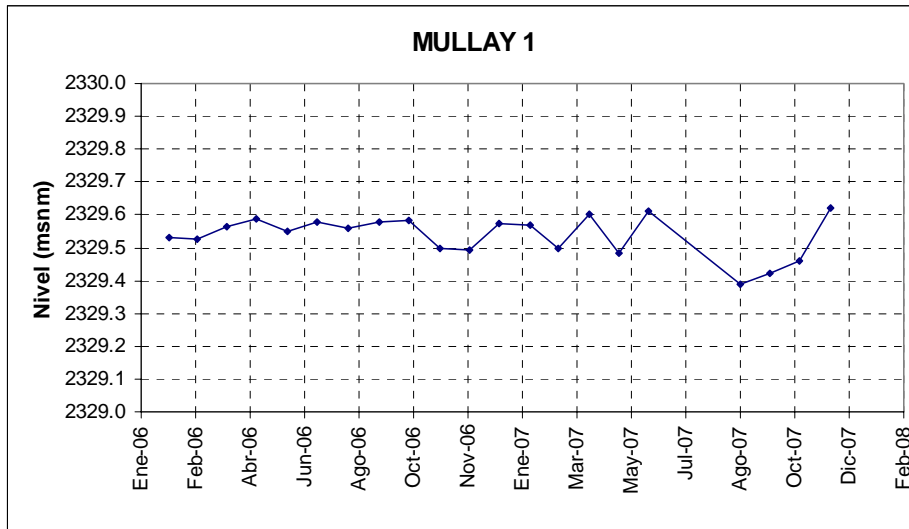


Figura 3-10. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo MULLAY 1.

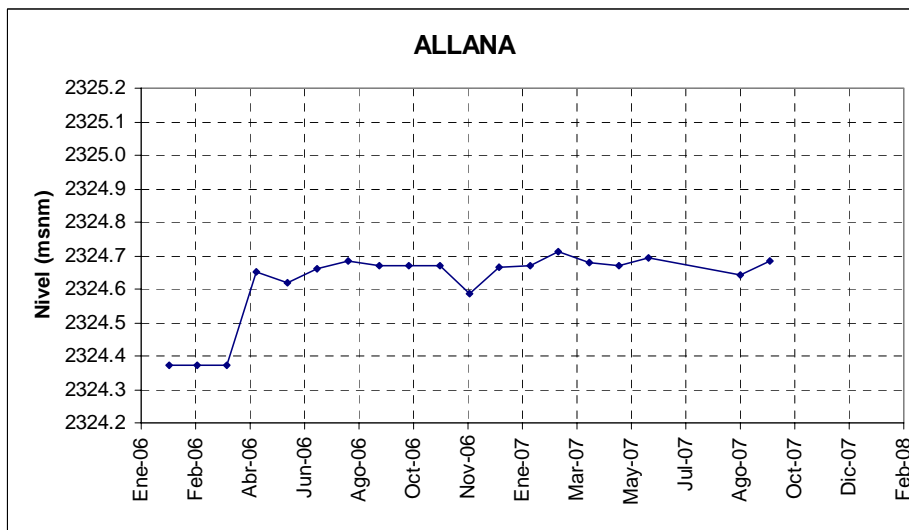


Figura 3-11. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo ALLANA.

3.1.1.2 Pozos en zona marginal

Los pozos ubicados en la zona marginal se caracterizan por tener un comportamiento estacional dado por la evaporación, la que además neutraliza los descensos que se observan en los pozos de la zona aluvial. No se tienen a la fecha de cierre de este informe las cotas de referencia definitivas para algunos de estos puntos, por lo que se presenta la información como nivel bajo la superficie del terreno (profundidad de la napa). En el caso de aquellos pozos que poseen sólo una medición, se presenta la información en una tabla.

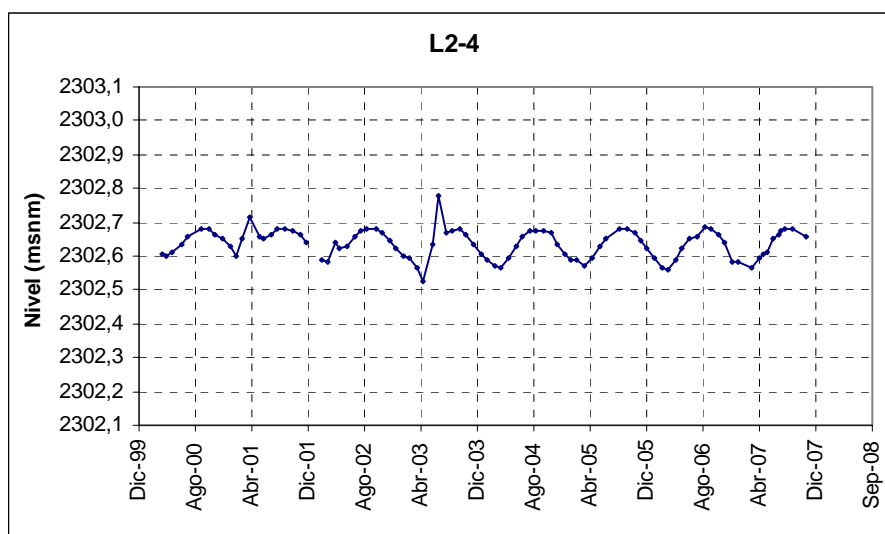


Figura 3-12. Nivel mensual observado en el pozo L2-4.

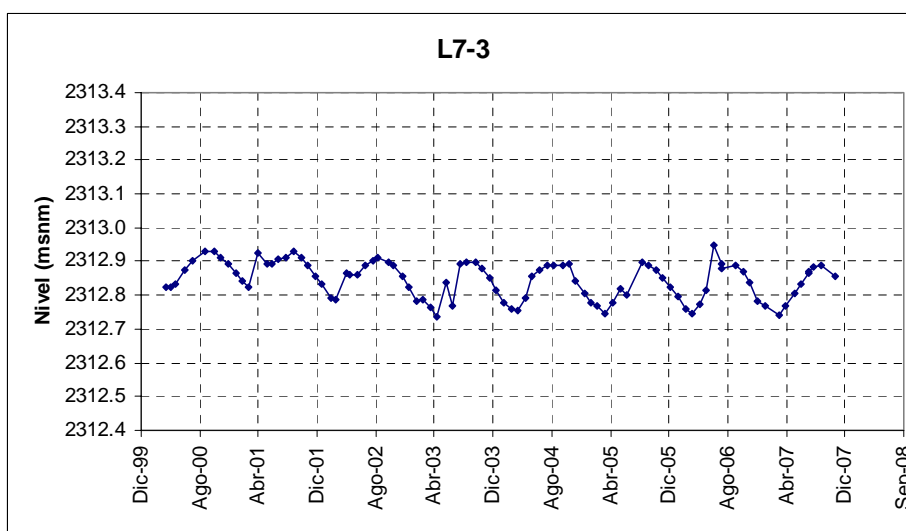


Figura 3-13. Nivel mensual observado en el pozo L7-3.

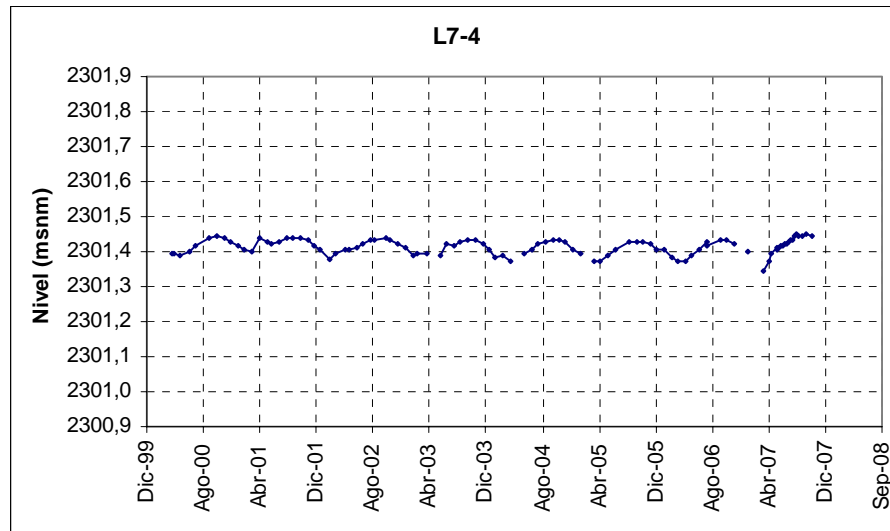


Figura 3-14. Nivel mensual observado en el pozo L7-4.

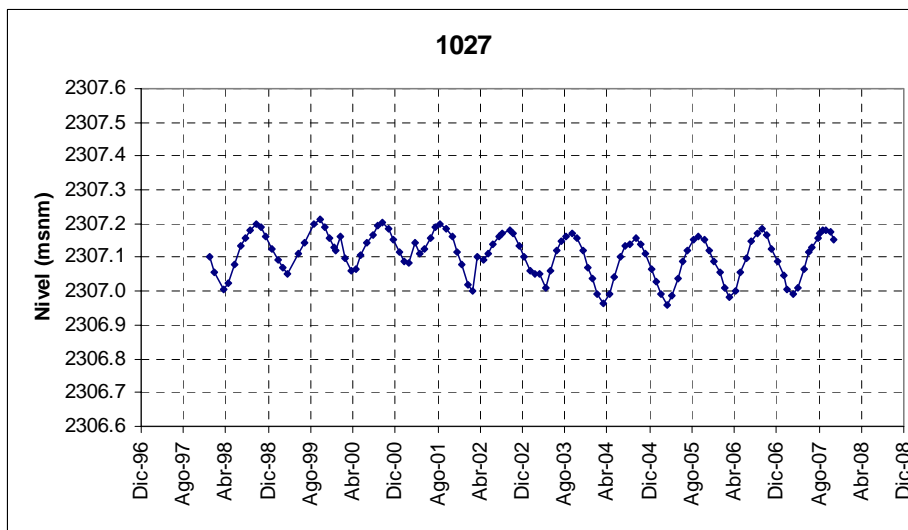


Figura 3-15. Nivel mensual observado en el pozo 1027.

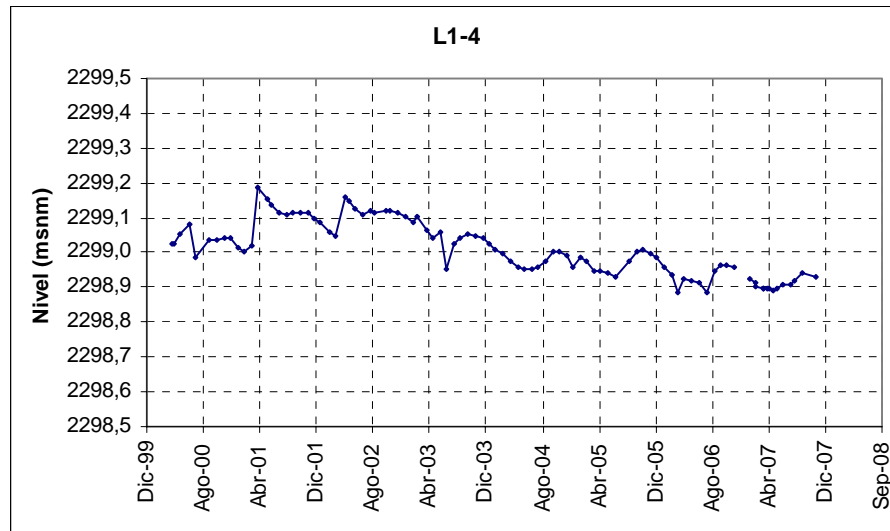


Figura 3-16. Nivel mensual observado en el pozo L1-4.

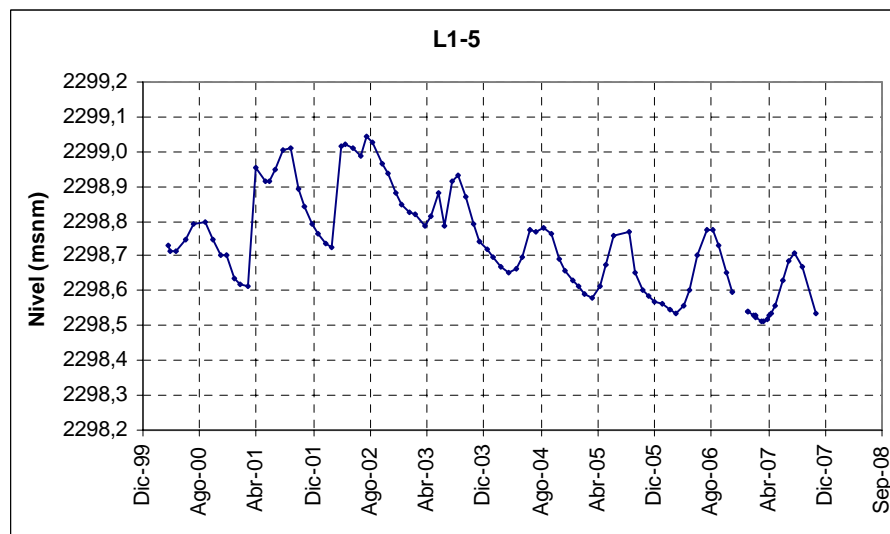


Figura 3-17. Nivel mensual observado en el pozo L1-5.

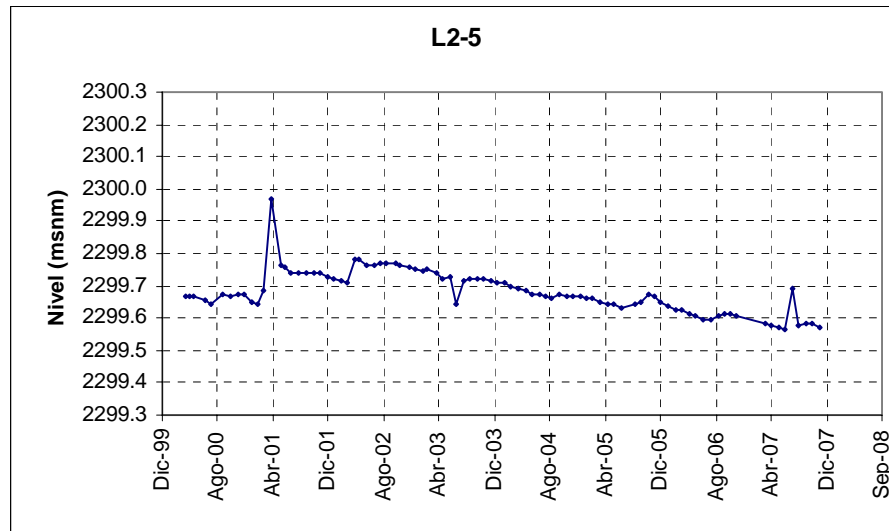


Figura 3-18. Nivel mensual observado en el pozo L2-5.

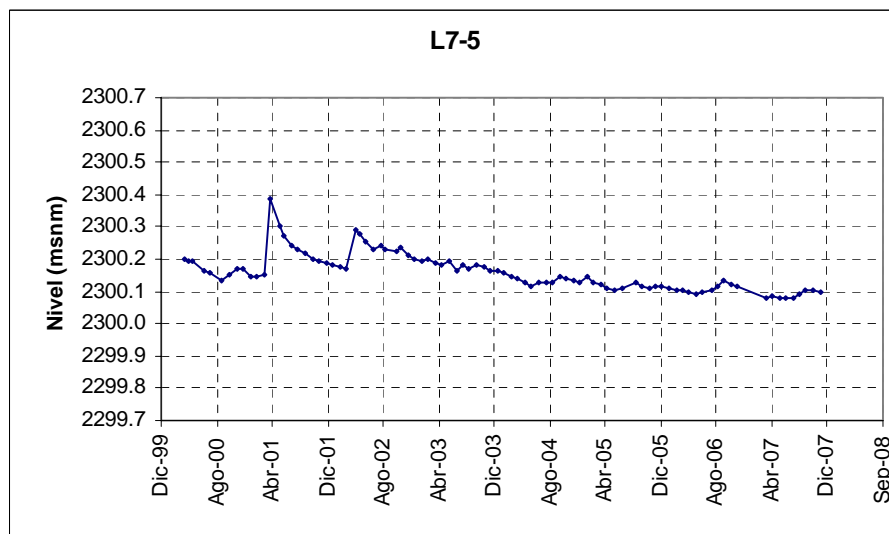


Figura 3-19. Nivel mensual observado en el pozo L7-5.

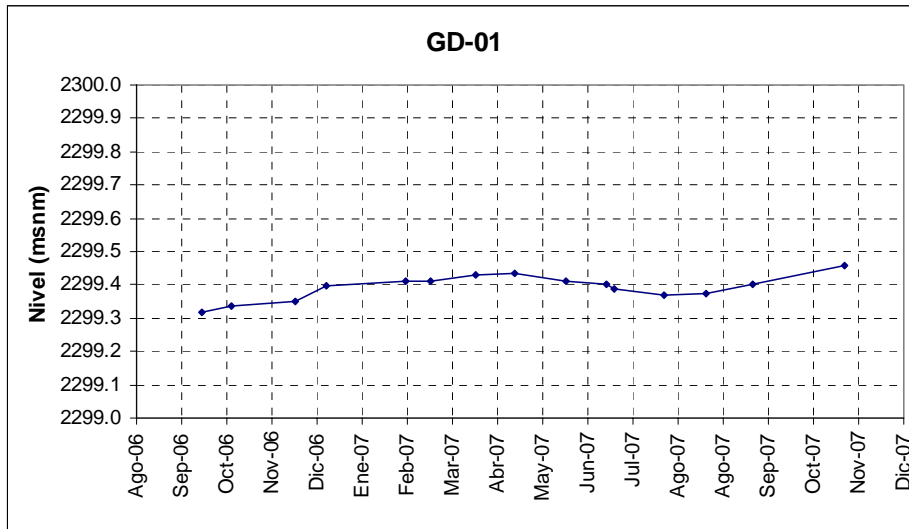


Figura 3-20. Nivel mensual observado en el pozo GD-01.

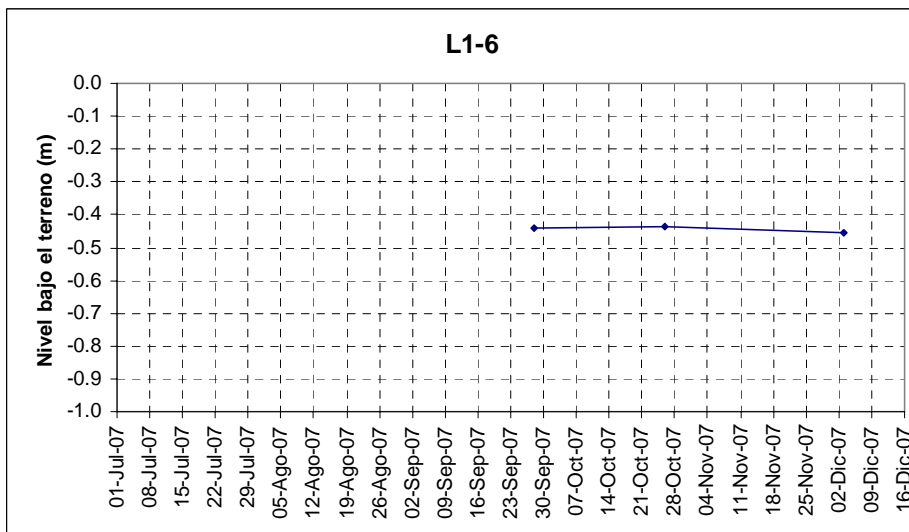


Figura 3-21. Nivel bajo el terreno, pozo L1-6.

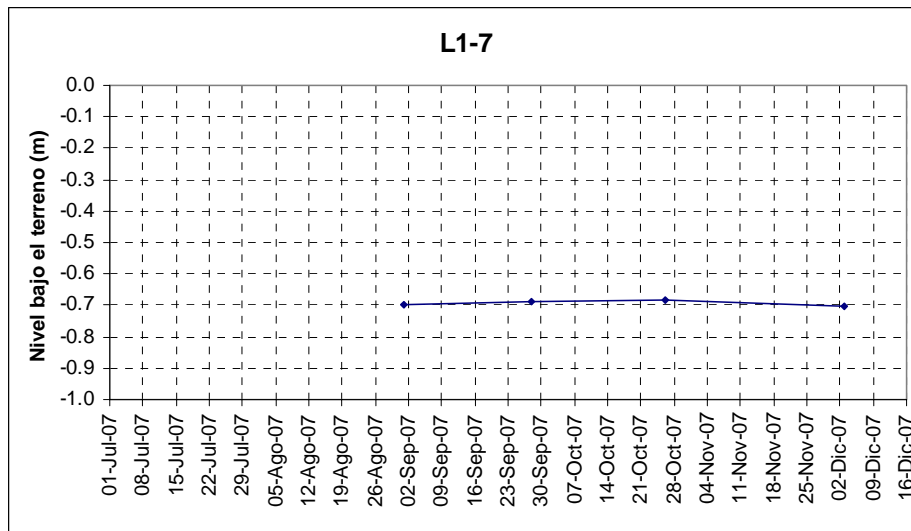


Figura 3-22. Nivel bajo el terreno, pozo L1-7.

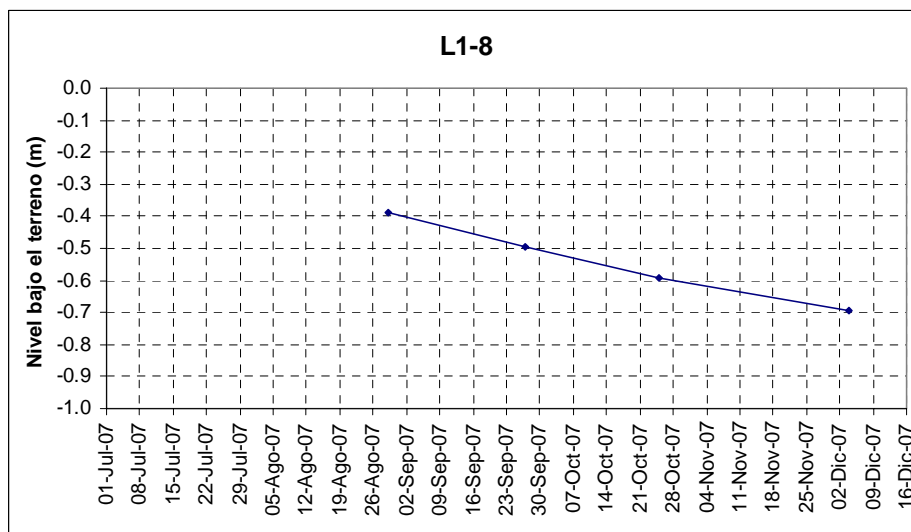


Figura 3-23. Nivel bajo el terreno, pozo L1-8.

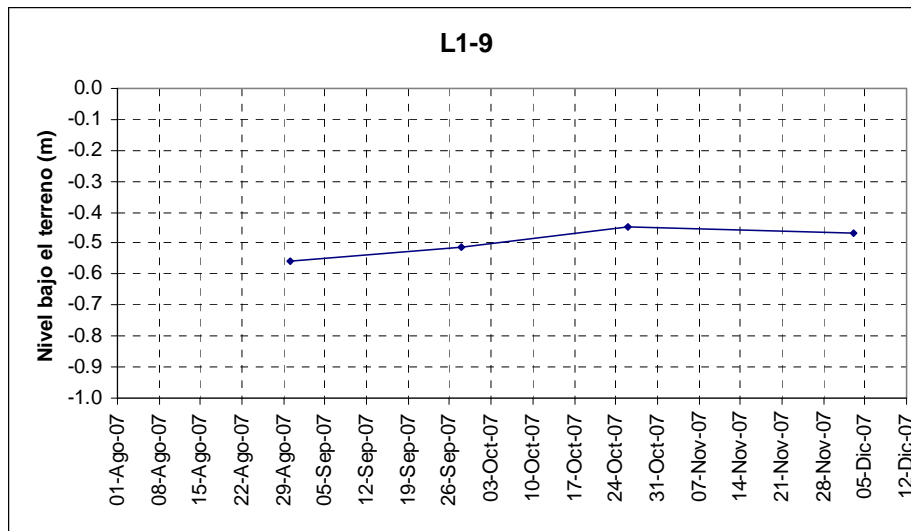


Figura 3-24. Nivel bajo el terreno, pozo L1-9.

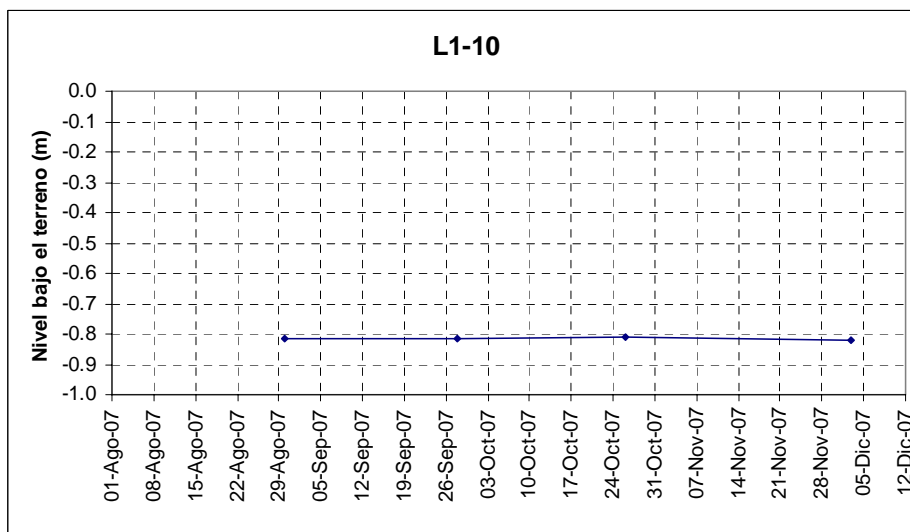


Figura 3-25. Nivel bajo el terreno, pozo L1-10.

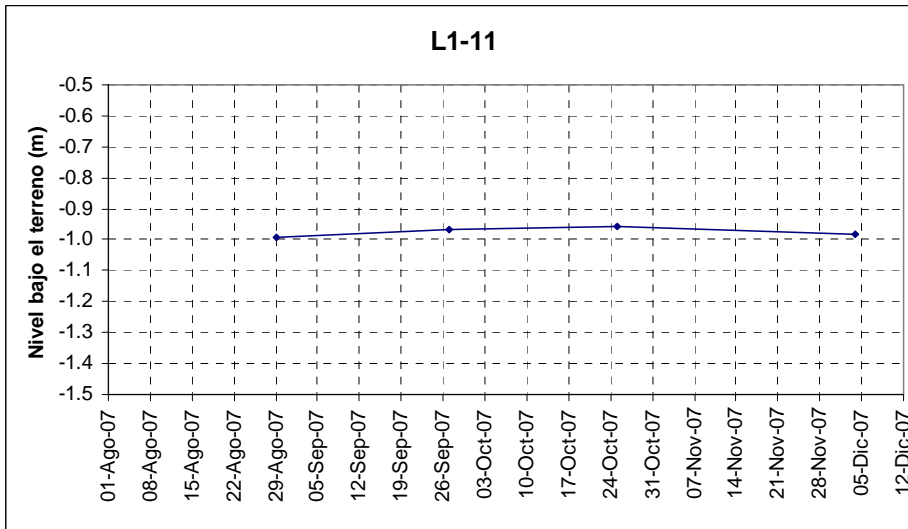


Figura 3-26. Nivel bajo el terreno, pozo L1-11.

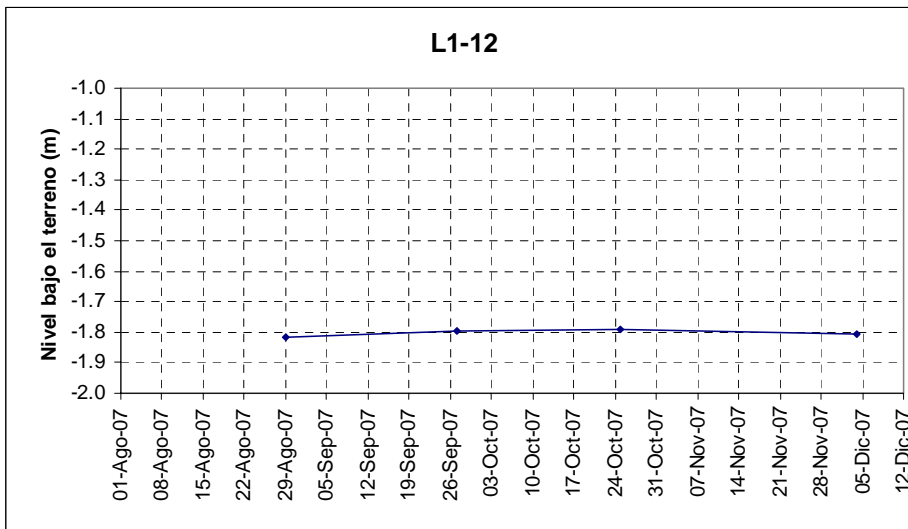


Figura 3-27. Nivel bajo el terreno, pozo L1-12.

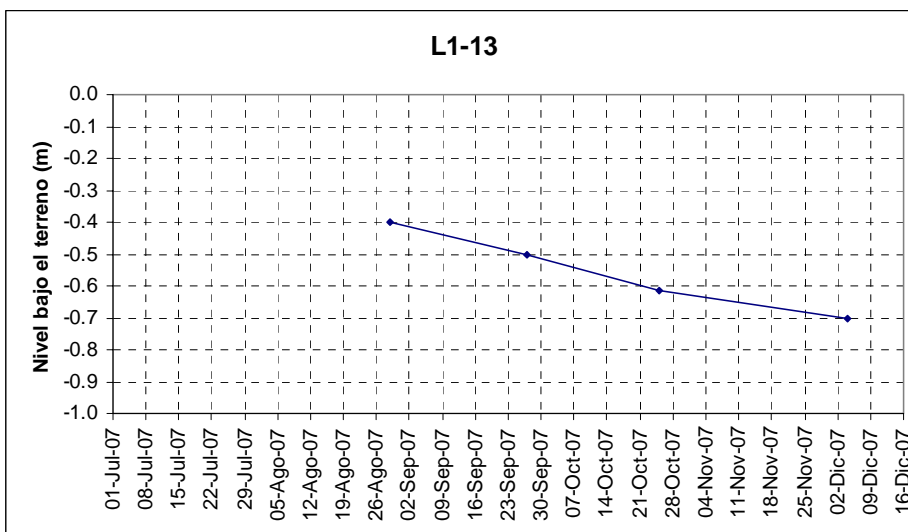


Figura 3-28. Nivel bajo el terreno, pozo L1-13.

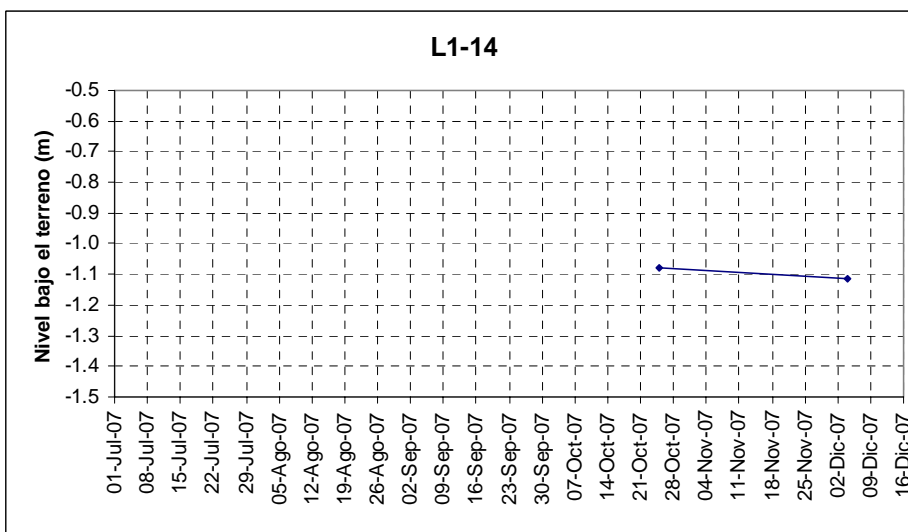


Figura 3-29. Nivel bajo el terreno, pozo L1-14.

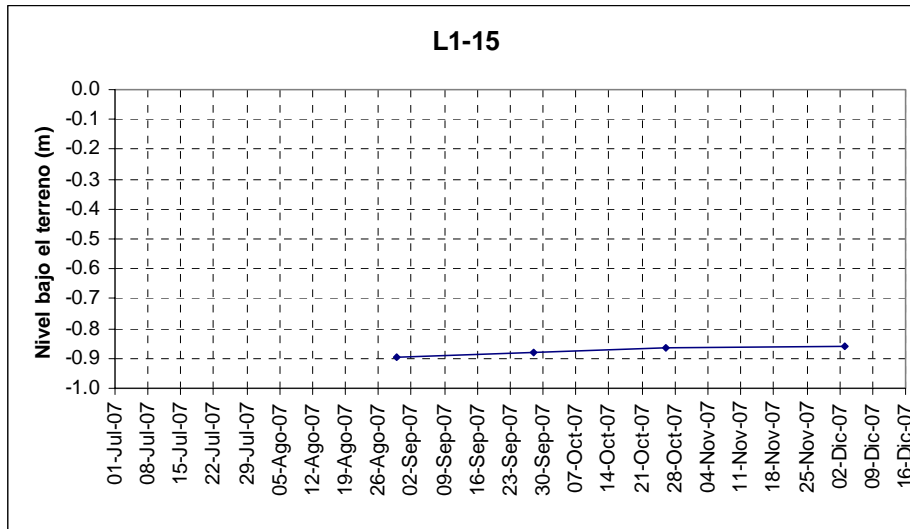


Figura 3-30. Nivel bajo el terreno, pozo L1-15.

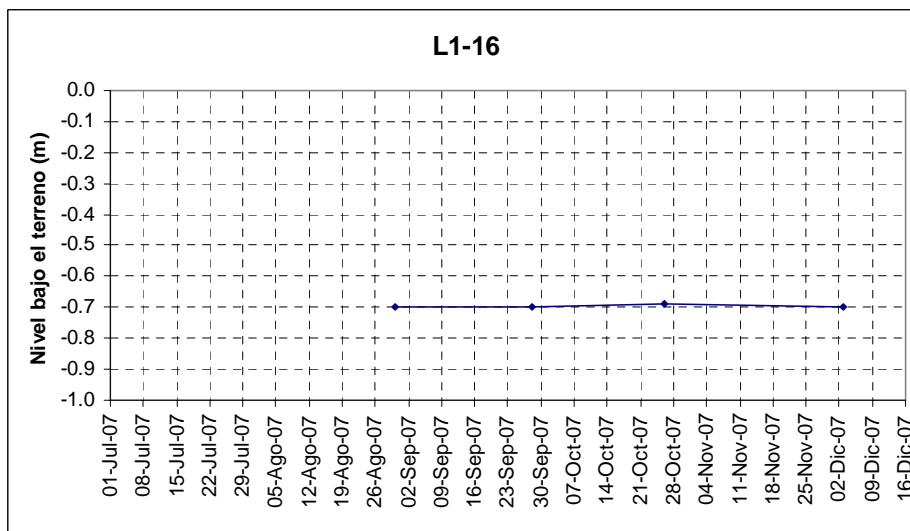


Figura 3-31. Nivel bajo el terreno, pozo L1-16.

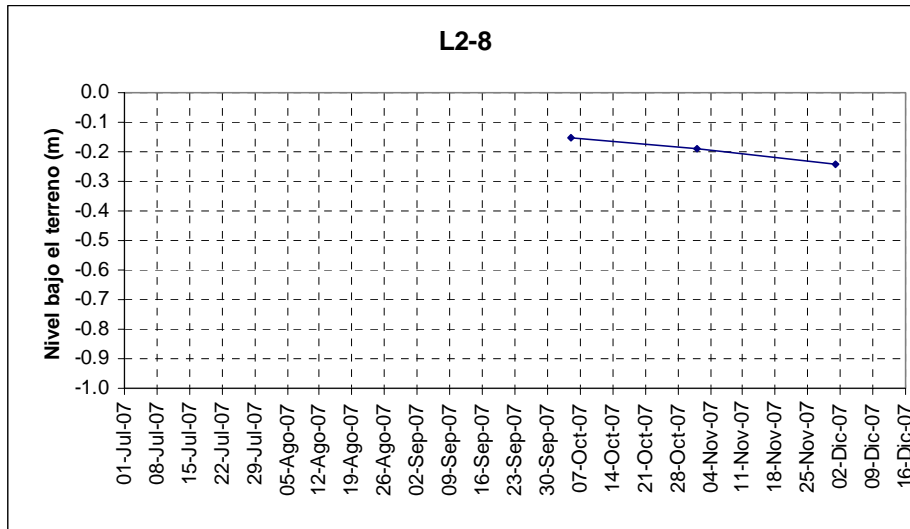


Figura 3-32. Nivel bajo el terreno, pozo L2-8.

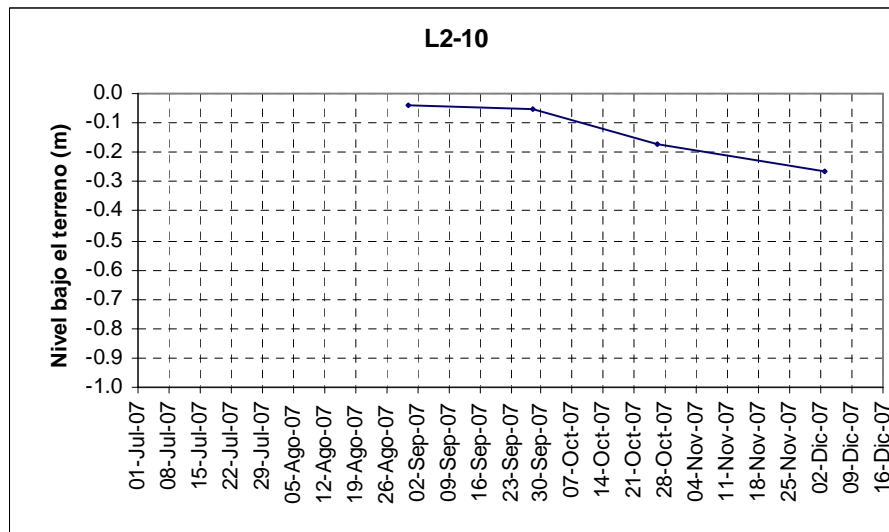


Figura 3-33. Nivel bajo el terreno, pozo L2-10.

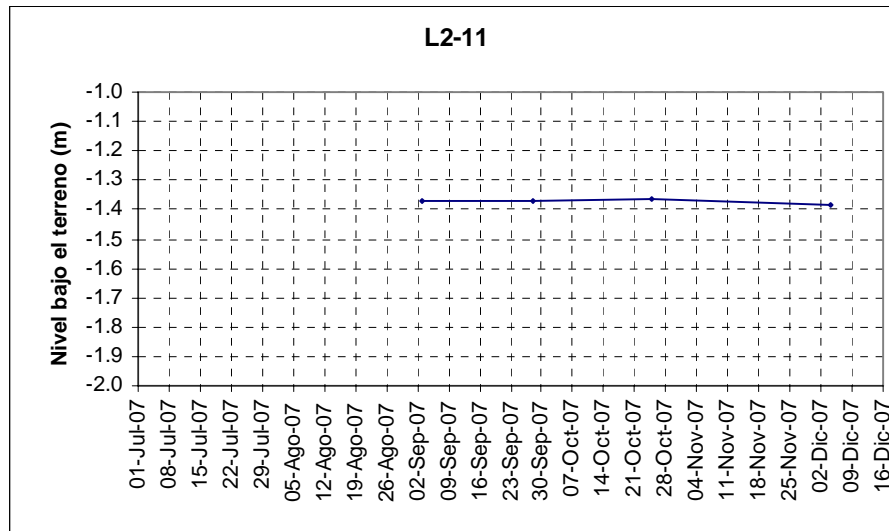


Figura 3-34. Nivel bajo el terreno, pozo L2-11.

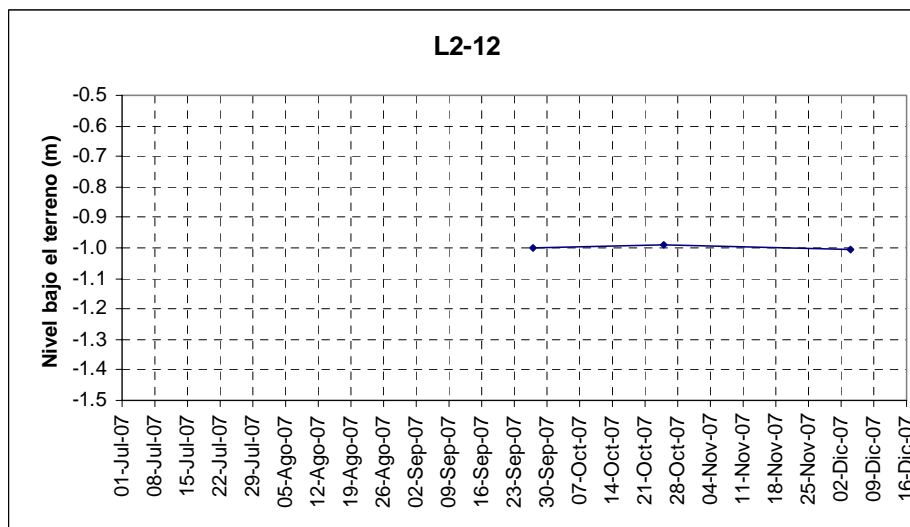


Figura 3-35. Nivel bajo el terreno, pozo L2-12.

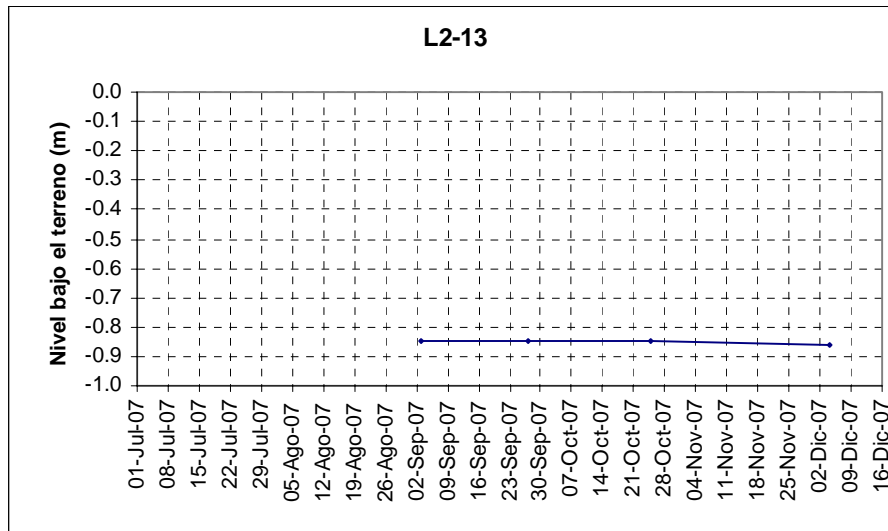


Figura 3-36. Nivel bajo el terreno, pozo L2-13.

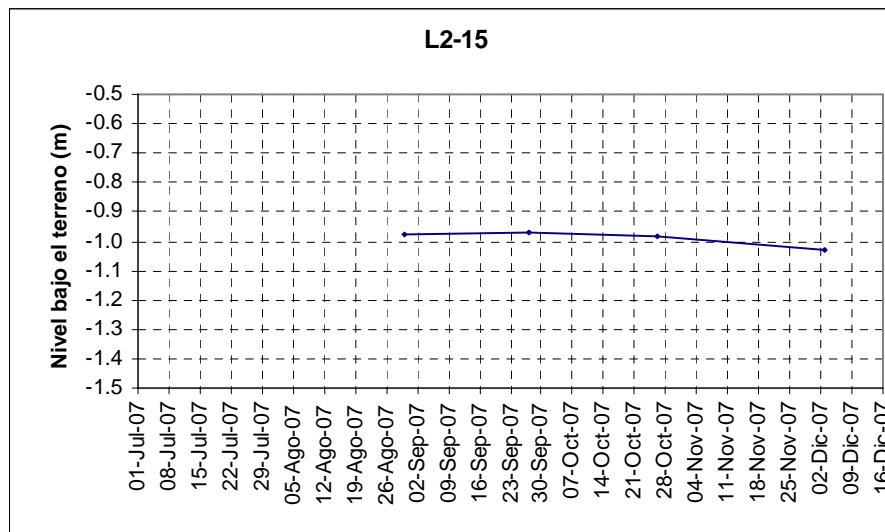


Figura 3-37. Nivel bajo el terreno, pozo L2-15.

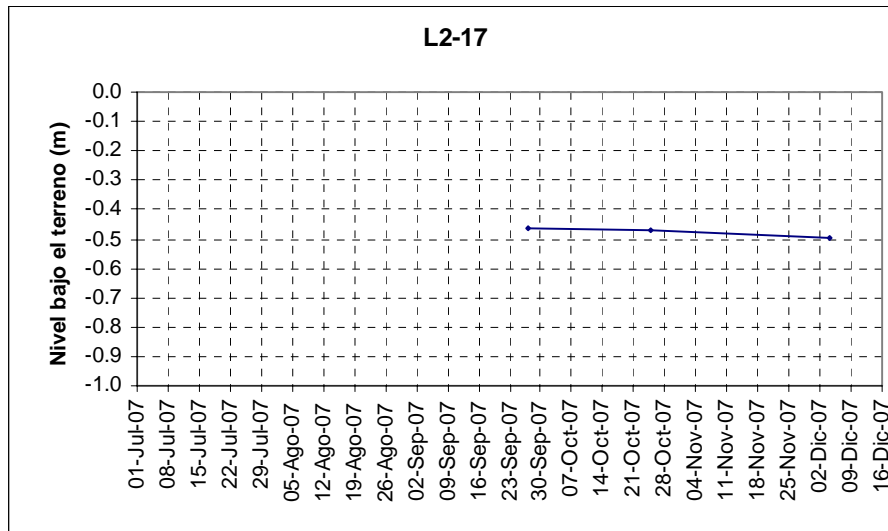


Figura 3-38. Nivel bajo el terreno, pozo L2-17.

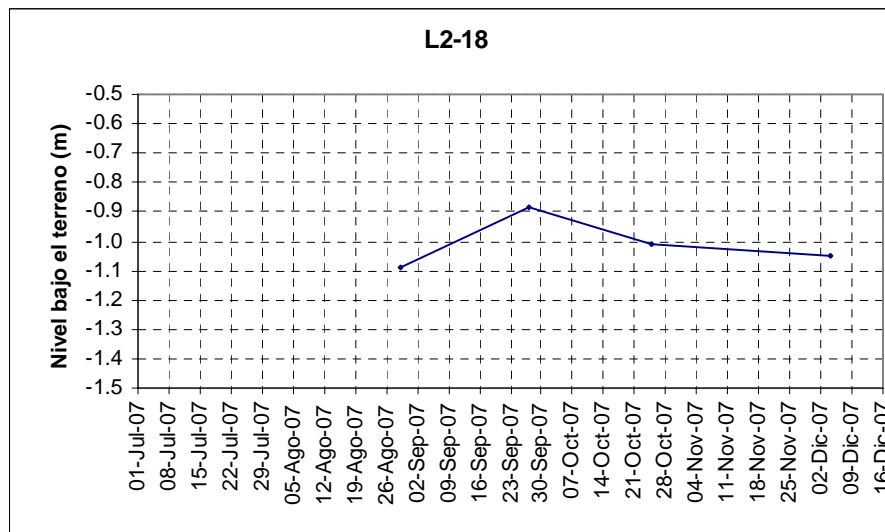


Figura 3-39. Nivel bajo el terreno, pozo L2-18.

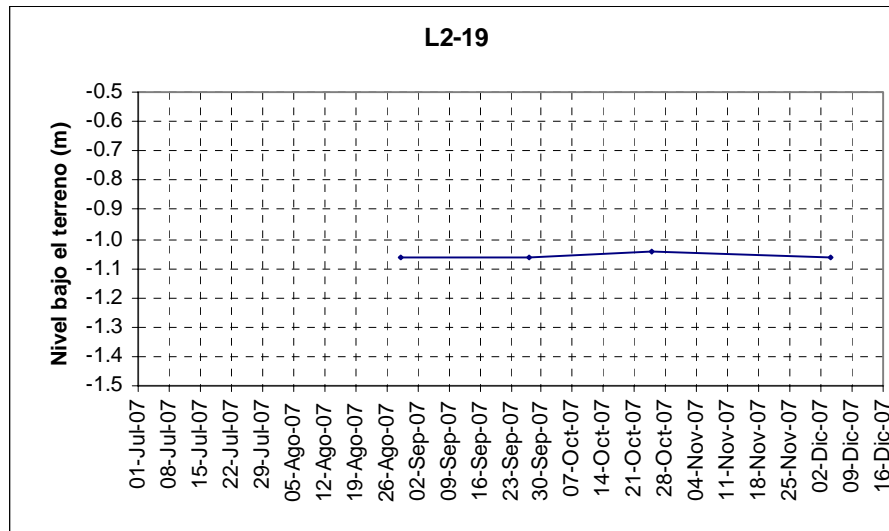


Figura 3-40. Nivel bajo el terreno, pozo L2-19.

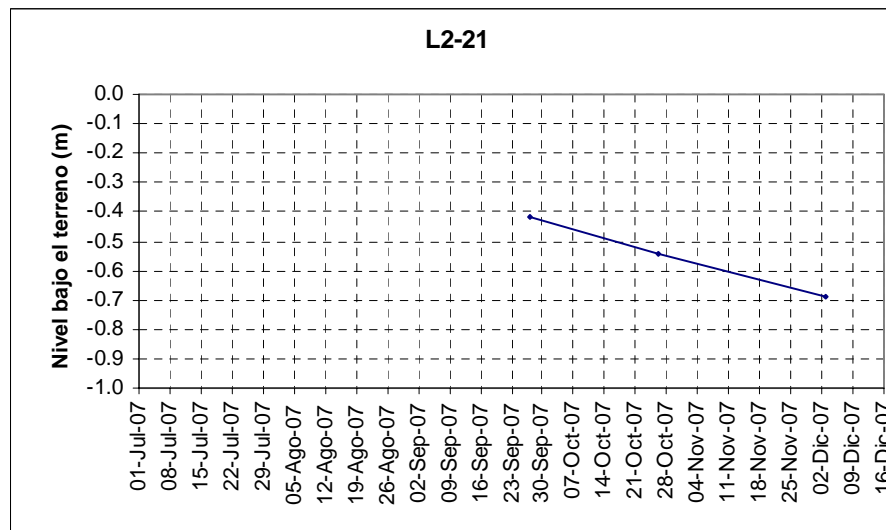


Figura 3-41. Nivel bajo el terreno, pozo L2-21.

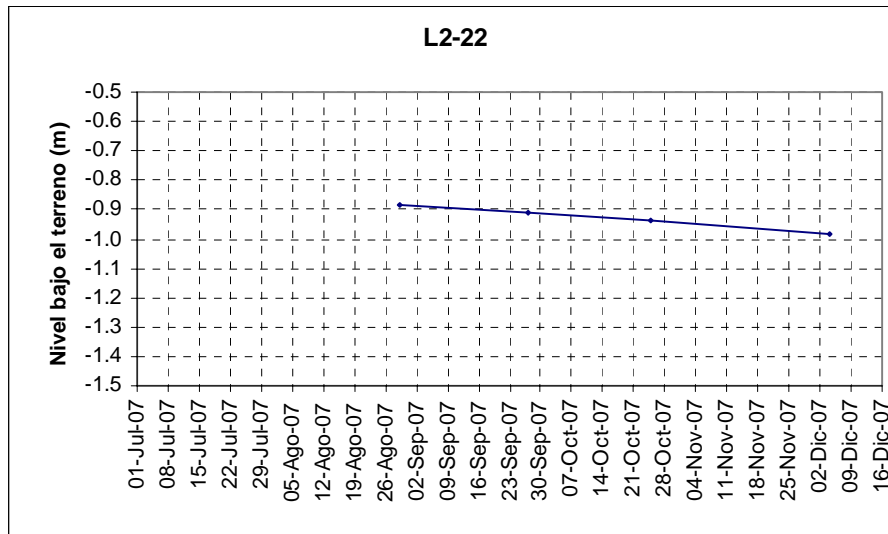


Figura 3-42. Nivel bajo el terreno, pozo L2-22.

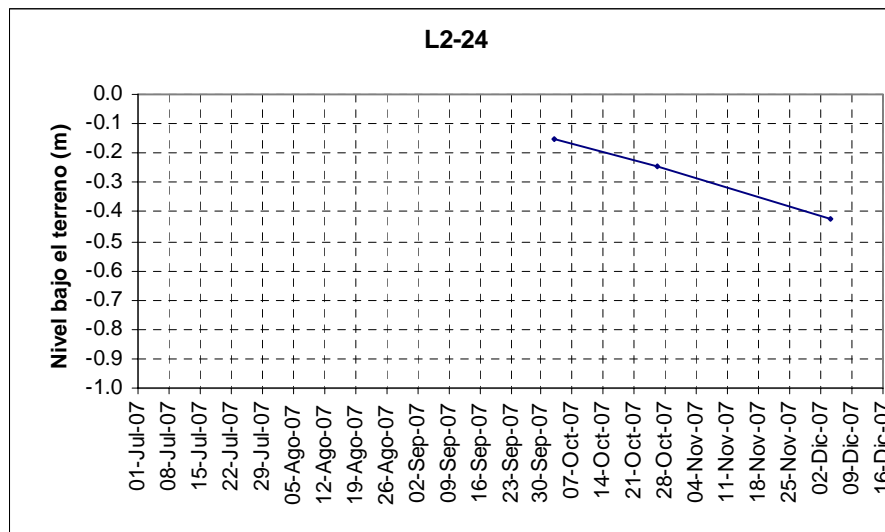


Figura 3-43. Nivel bajo el terreno, pozo L2-24.

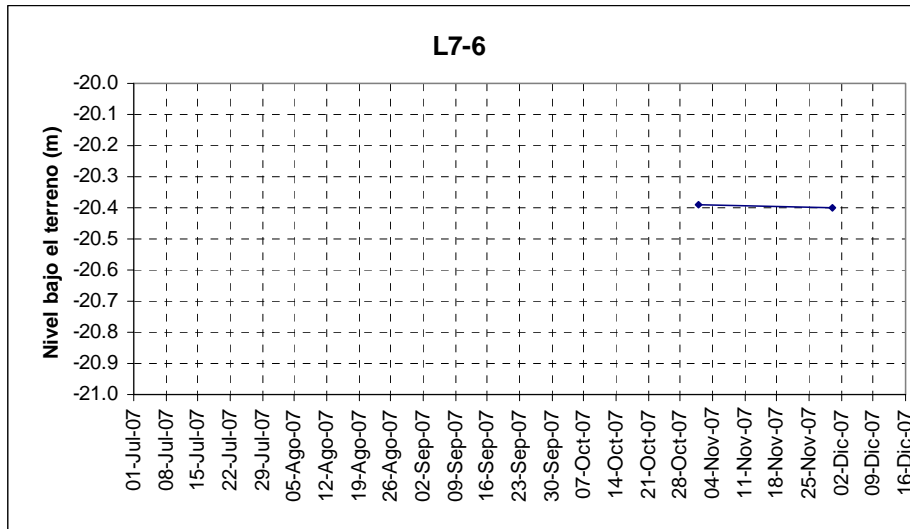


Figura 3-44. Nivel bajo el terreno, pozo L7-6

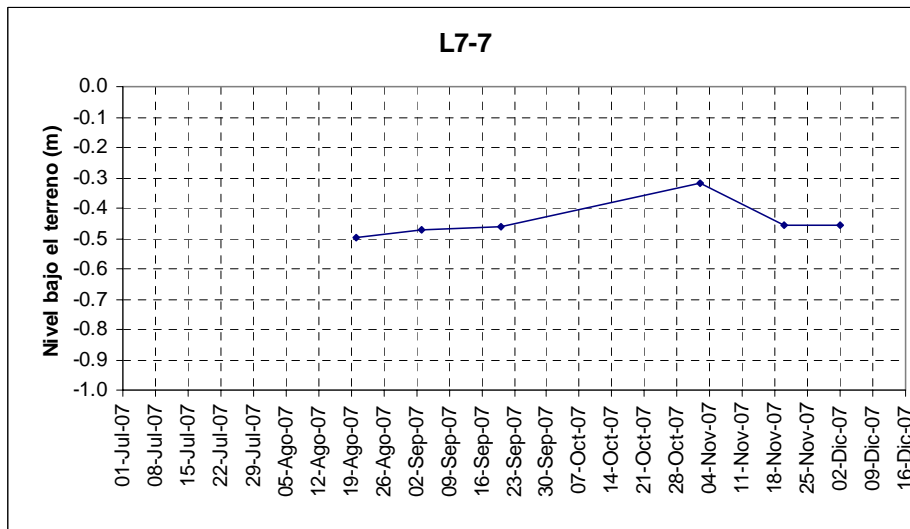


Figura 3-45. Nivel bajo el terreno, pozo L7-7.

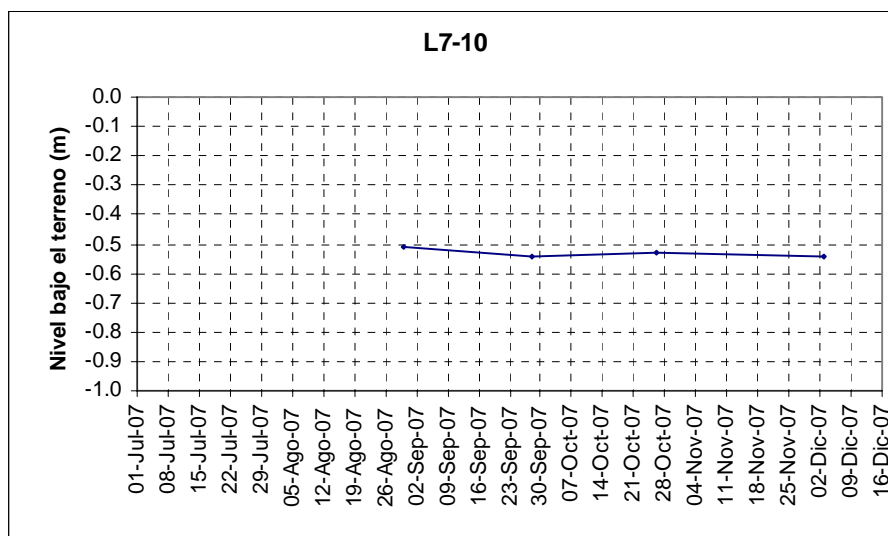


Figura 3-46. Nivel bajo el terreno, pozo L7-10.

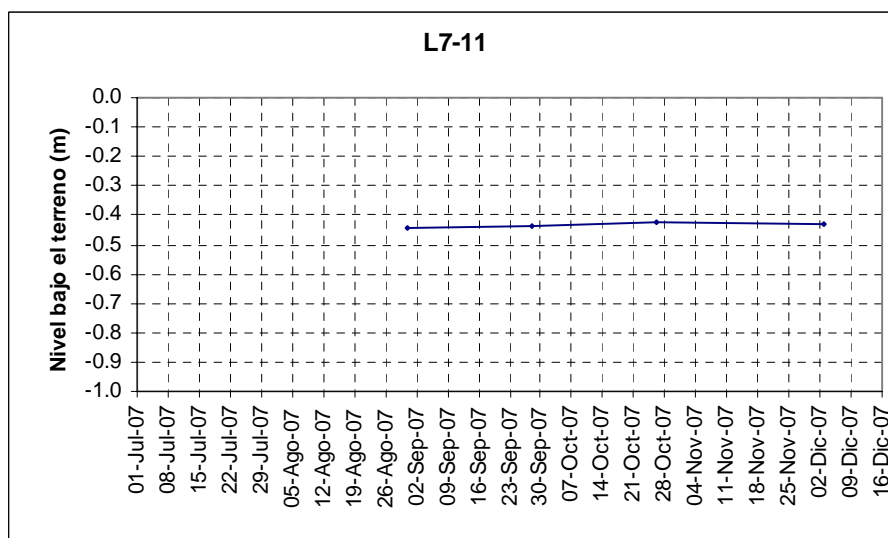


Figura 3-47. Nivel bajo el terreno, pozo L7-11.

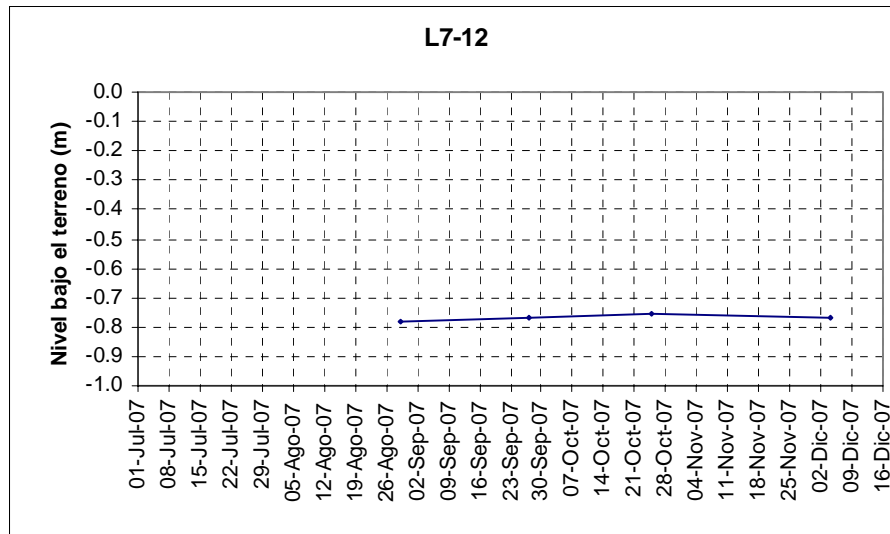


Figura 3-48. Nivel bajo el terreno, pozo L7-12.

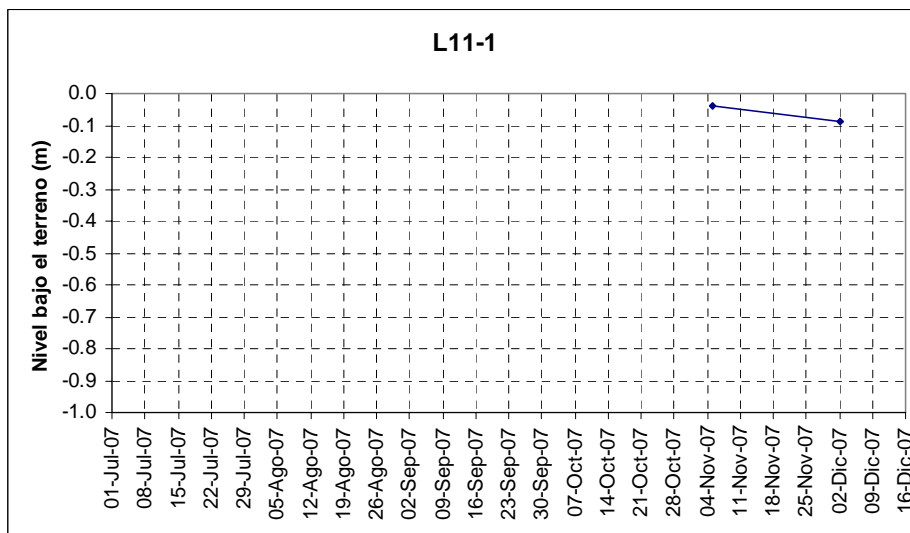


Figura 3-49. Nivel bajo el terreno, pozo L11-1.

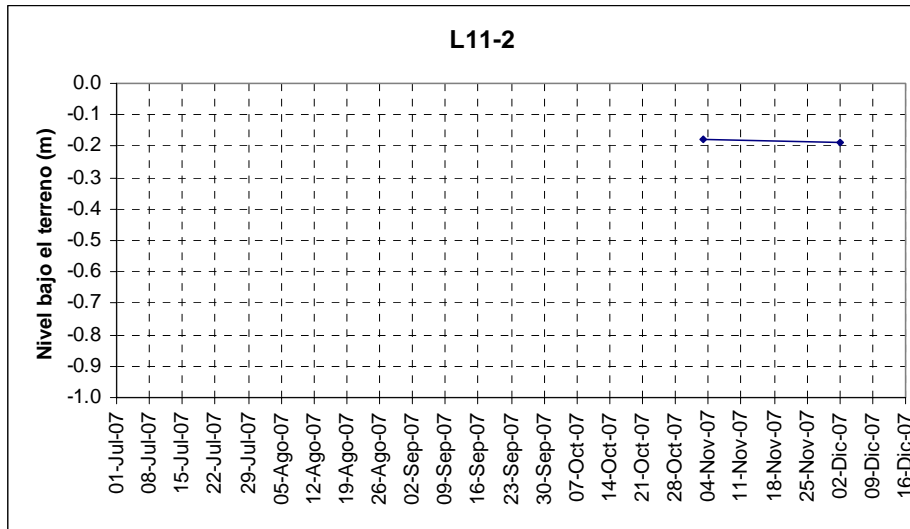


Figura 3-50. Nivel bajo el terreno, pozo L11-2.

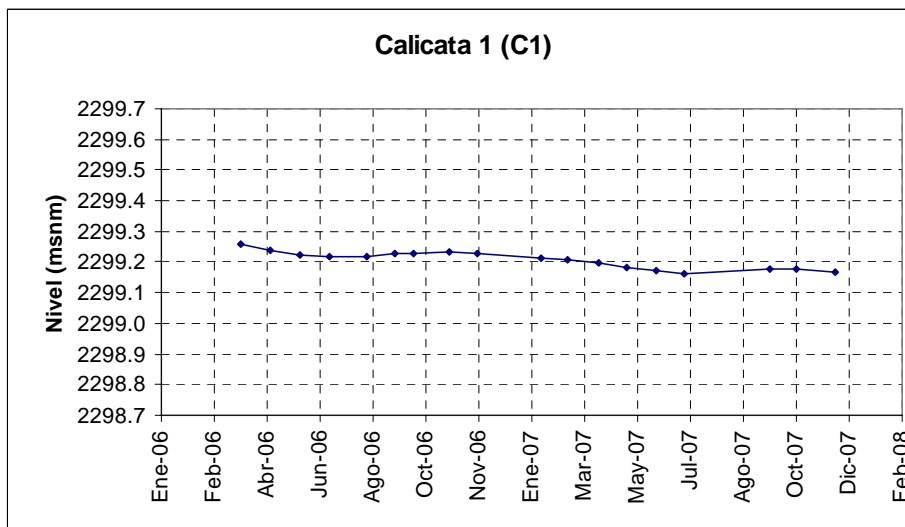


Figura 3-51. Nivel mensual observado en la calicata C1.

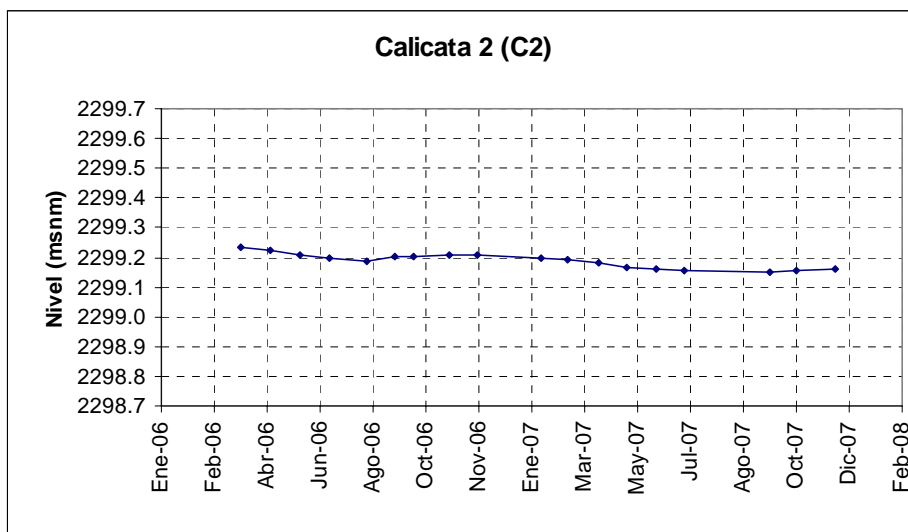


Figura 3-52. Nivel mensual observado en la calicata C2.

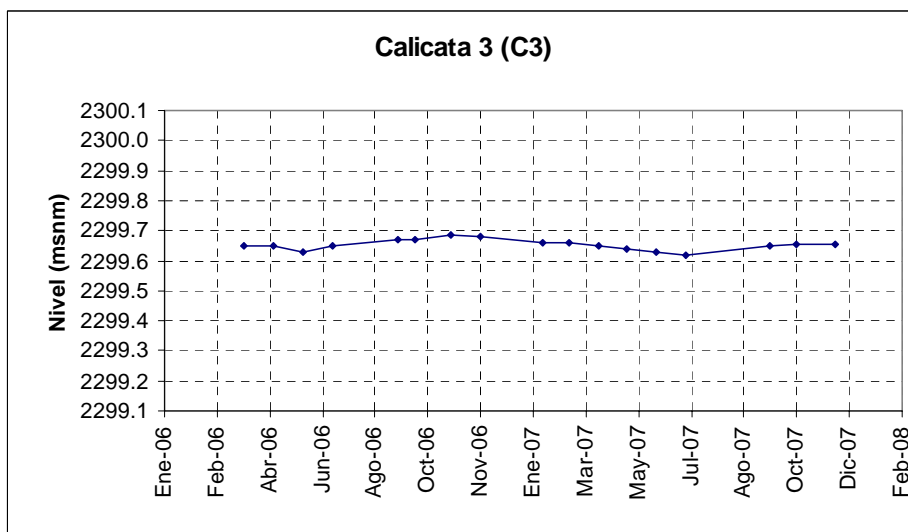


Figura 3-53. Nivel mensual observado en la calicata C3.

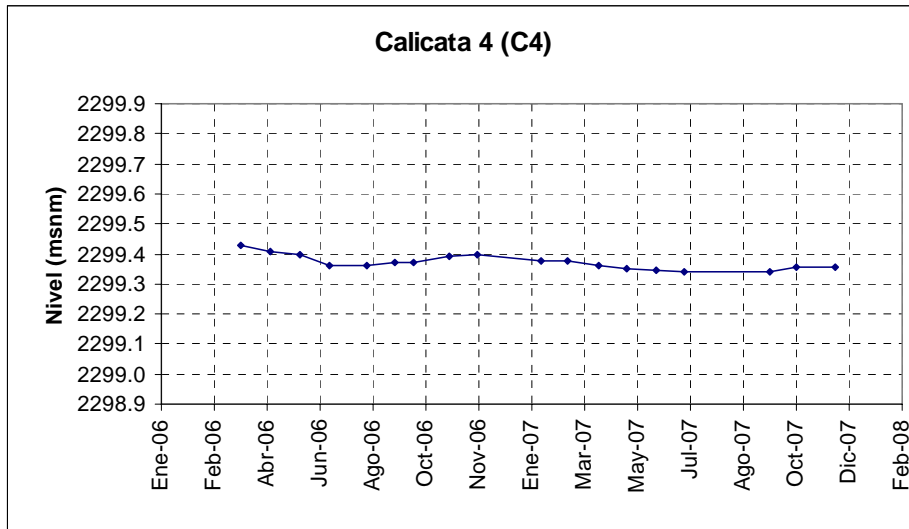


Figura 3-54. Nivel mensual observado en la calicata C4.

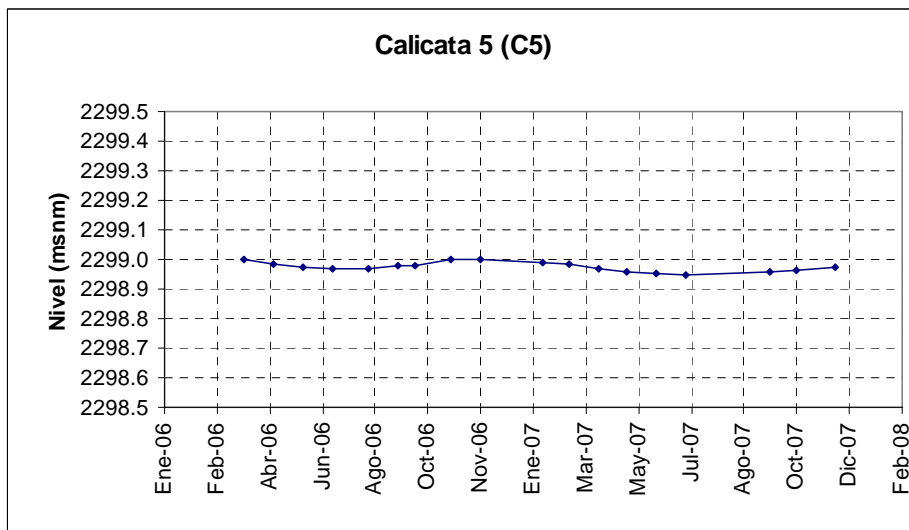


Figura 3-55. Nivel mensual observado en la calicata C5.

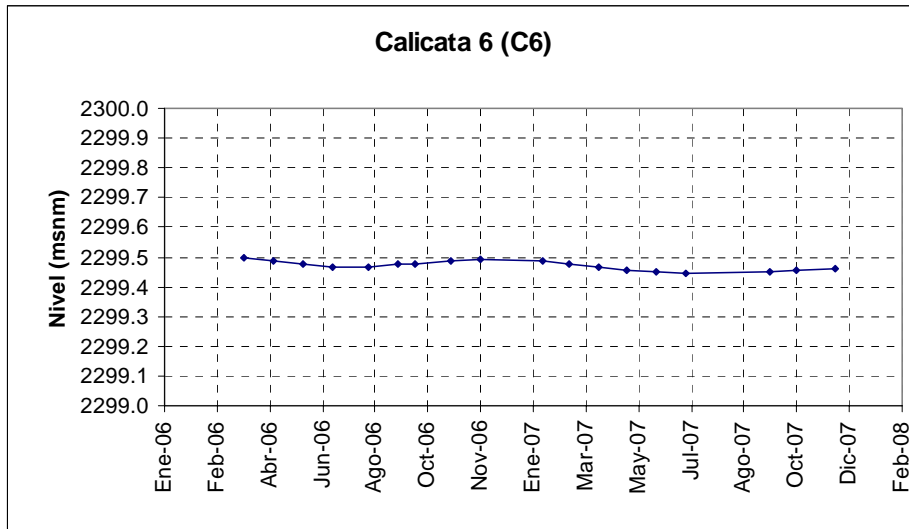


Figura 3-56. Nivel mensual observado en la calicata C6.

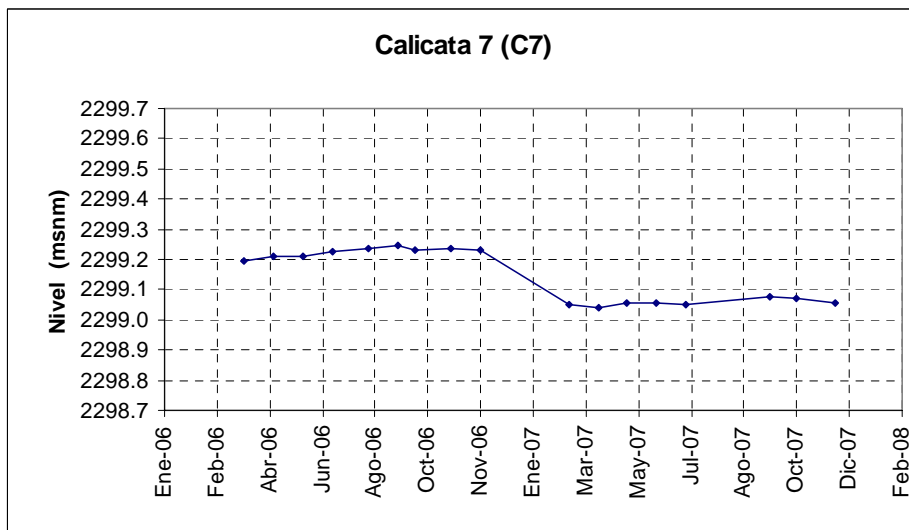


Figura 3-57. Nivel mensual observado en la calicata C7. La referencia de esta calicata fue removida en febrero de 2007.

3.1.1.3 Reglillas

Desde la Figura 3-58 a la Figura 3-62 se presentan los niveles de agua superficial de las reglillas L1-G4, ubicada al sur de la laguna Barros Negros, L7-G1 ubicada al oeste del canal Burro Muerto, L7-G2 al este de la laguna Puilar, Puente San Luis ubicada aguas arriba del puente homónimo y la reglilla L11-G1, que se ubica en las nacientes, ubicadas en el sector norte del salar y que alimentan las lagunas de este sistema.

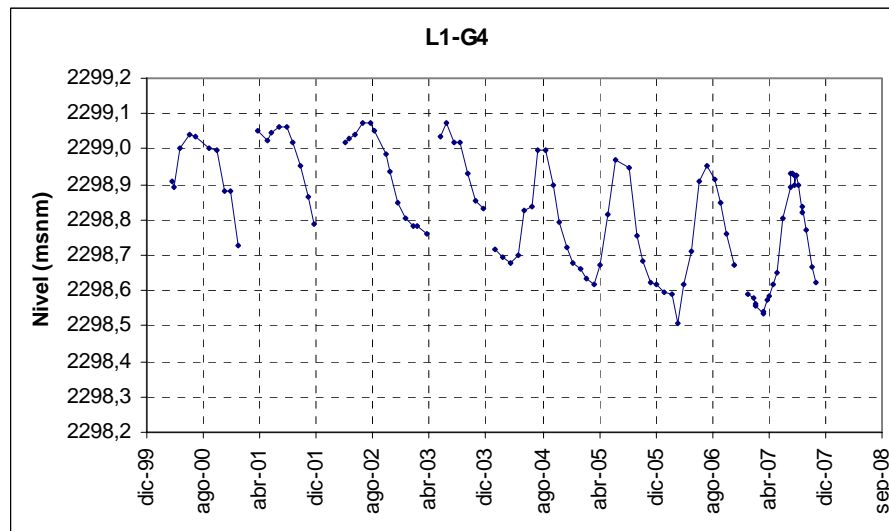


Figura 3-58. Nivel mensual observado en la reglilla L1-G4.

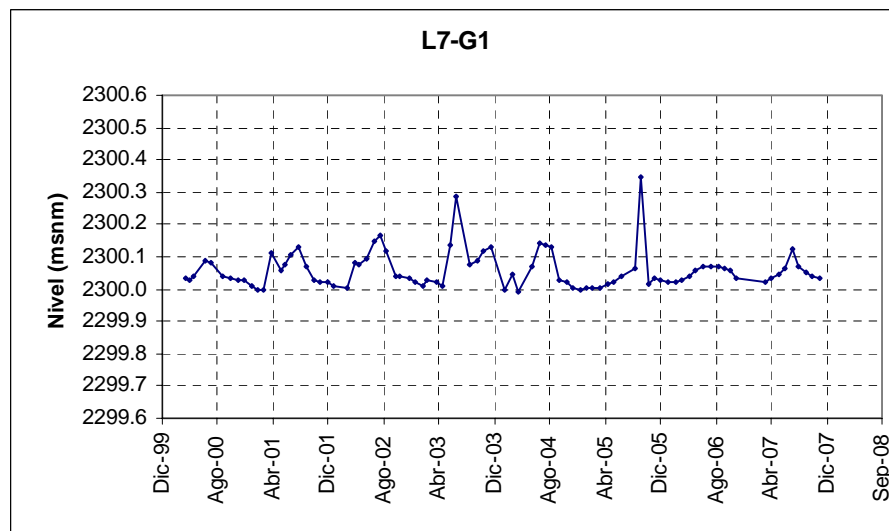


Figura 3-59. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G1.

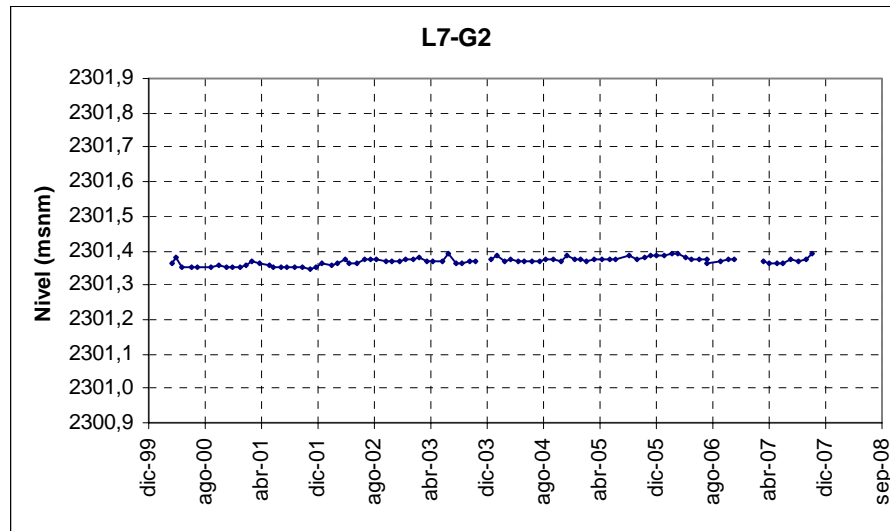


Figura 3-60. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G2.

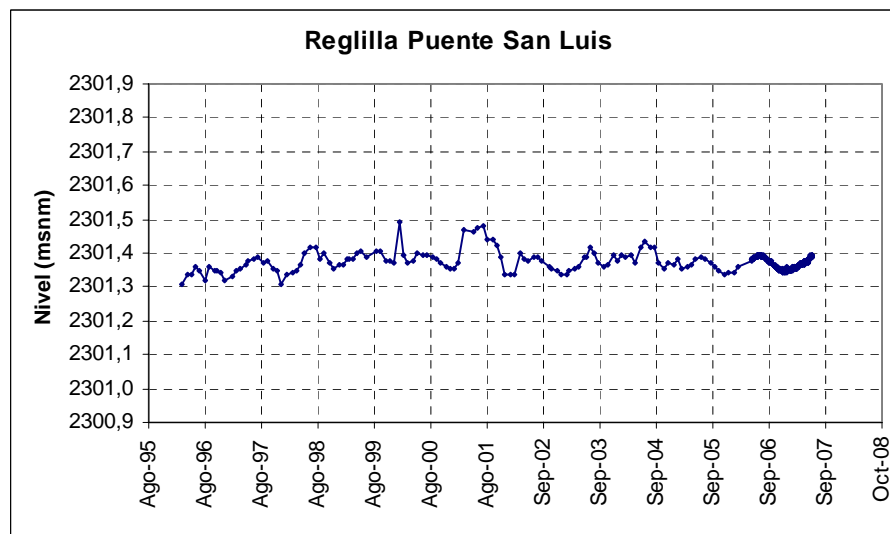


Figura 3-61. Nivel mensual observado en la reglilla del lado norte del Puente San Luis.

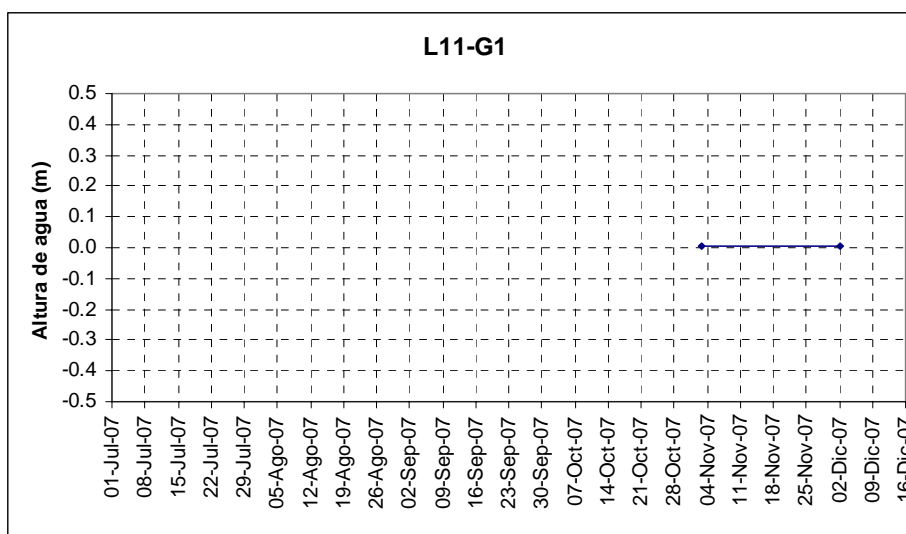


Figura 3-62. Nivel con respecto al terreno, reglilla L11-G1.

3.1.1.4 Pozos con medición continua de nivel

A continuación se muestran todos los pozos pertenecientes al sistema Soncor del PSAH que cuentan con medición continua de niveles. Es necesario mencionar que esta metodología de medición se ve alterada de manera importante en aquellos pozos que poseen alta variabilidad en la densidad, por lo que se deben ajustar los transductores de presión constantemente.

Simultáneamente a la medición continua se estuvo midiendo semanalmente en forma manual el nivel en estos pozos, para validar el registro entregado por el transductor de presión. Este trabajo se realizó mientras duró la puesta en marcha de los equipos de medición continua. Actualmente se corrige mensualmente.

Los transductores de presión instalados en los pozos P1-6, L2-9, P2-2 y L2-23, presentaron problemas, observándose bruscas variaciones de nivel que no se condicen con el comportamiento hidrogeológico del sector, por lo que dichos equipos fueron oportunamente reemplazados por otros nuevos, siendo las mediciones continuas apoyadas por mediciones manuales más frecuentes.

De la Figura 3-63 a la Figura 3-69 se presentan los niveles continuos medidos en el perfil D1, ubicado al suroeste de la laguna Barros Negros, ordenados de sur a norte desde el P1-1 al P1-7.

En la Figura 3-70 a la Figura 3-77 se presentan los niveles continuos medidos en el perfil D2, ubicado al sur de la laguna Barros Negros, ordenados de sur a norte desde el L2-9 al L2-23.

Las reglillas L1-G4 y Puente San Luis además del pozo L7-4 cuentan también con medición continua de niveles, las que se presentan de la Figura 3-78 a la Figura 3-80. Cabe señalar que

esta reglilla L1-G4 de medición continua corresponde a una instalada a un costado de la reglilla original (Figura 3-78), se mantendrán ambas midiendo simultáneamente hasta corroborar que ambas medidas son concordantes.

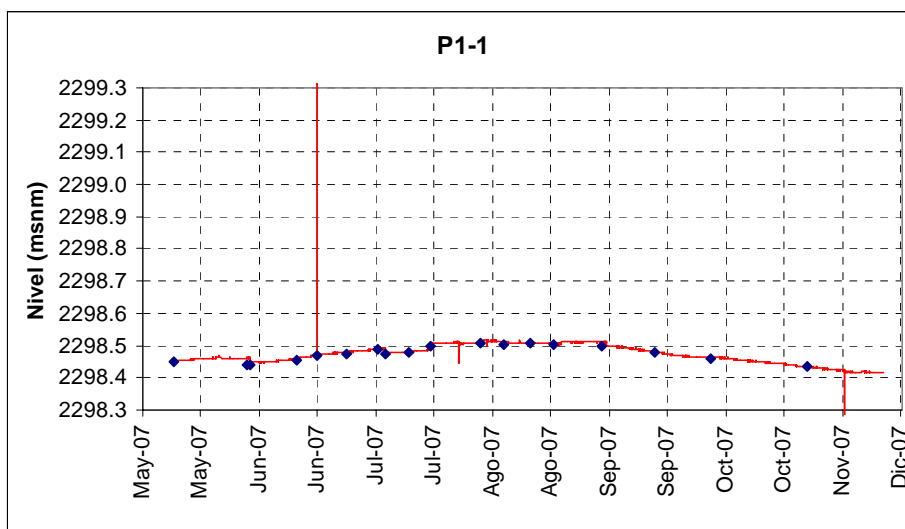


Figura 3-63. Nivel observado en el pozo P1-1 (perfil D1). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

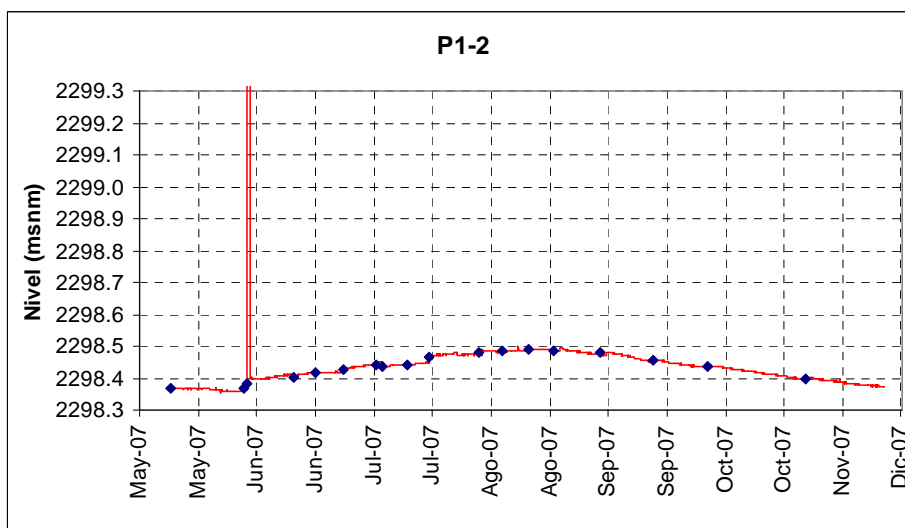


Figura 3-64. Nivel observado en el pozo P1-2 (perfil D1). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

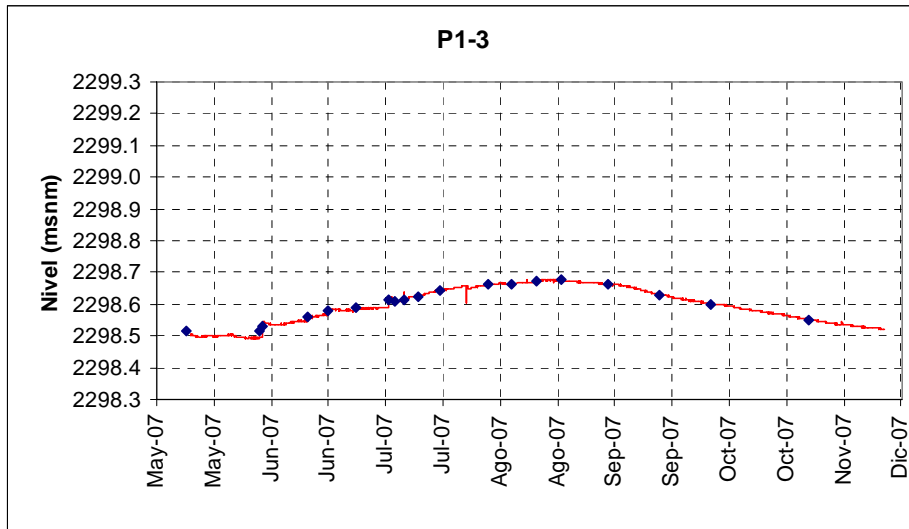


Figura 3-65. Nivel observado en el pozo P1-3 (perfil D1). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

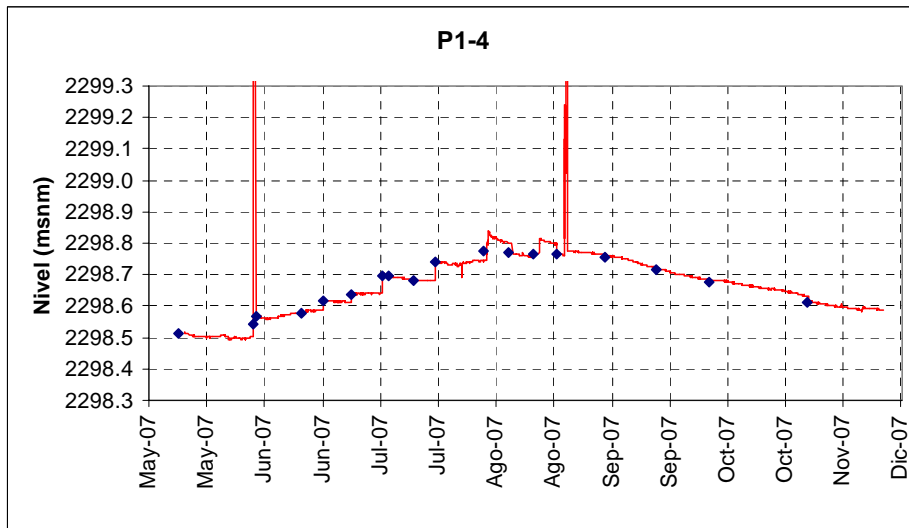


Figura 3-66. Nivel observado en el pozo P1-4 (perfil D1). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

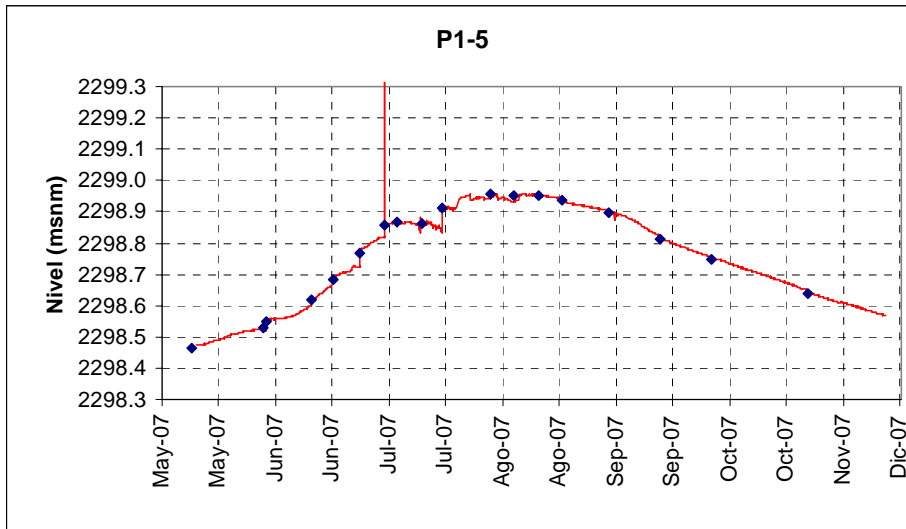


Figura 3-67. Nivel observado en el pozo P1-5 (perfil D1). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

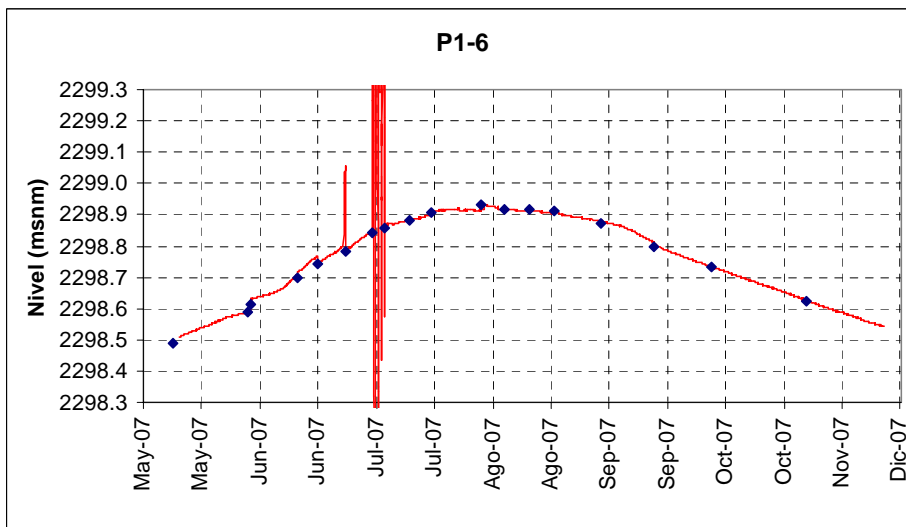


Figura 3-68. Nivel observado en el pozo P1-6 (perfil D1). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

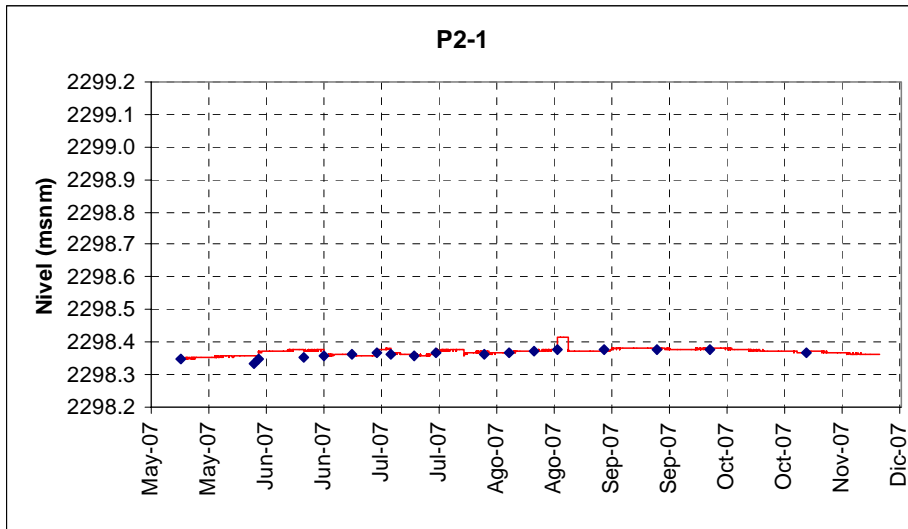


Figura 3-71. Nivel observado en el pozo P2-1 (perfil D2). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

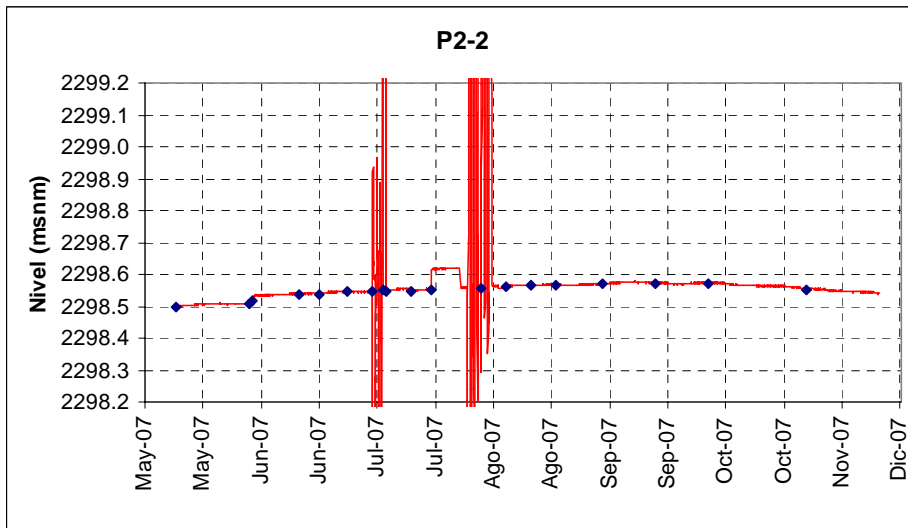


Figura 3-72. Nivel observado en el pozo P2-2 (perfil D2). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

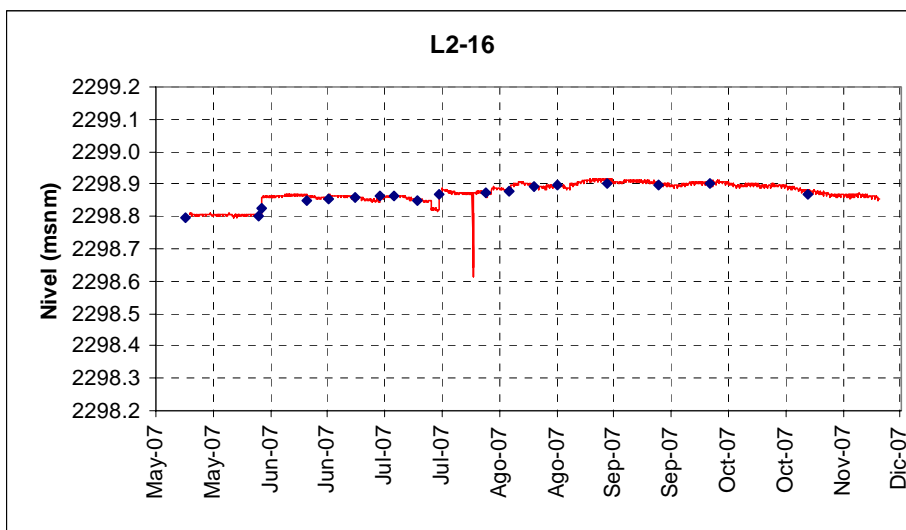


Figura 3-73. Nivel observado en el pozo L2-16 (perfil D2). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

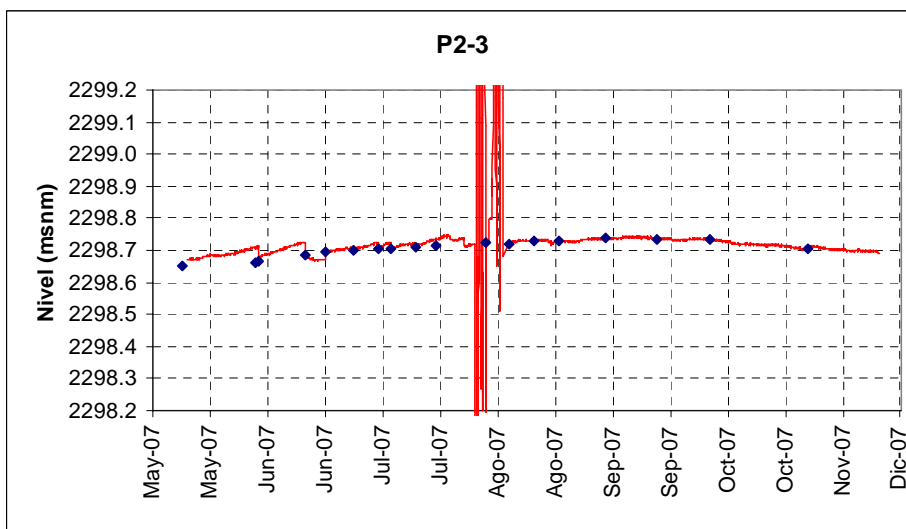


Figura 3-74. Nivel observado en el pozo P2-3 (perfil D2). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

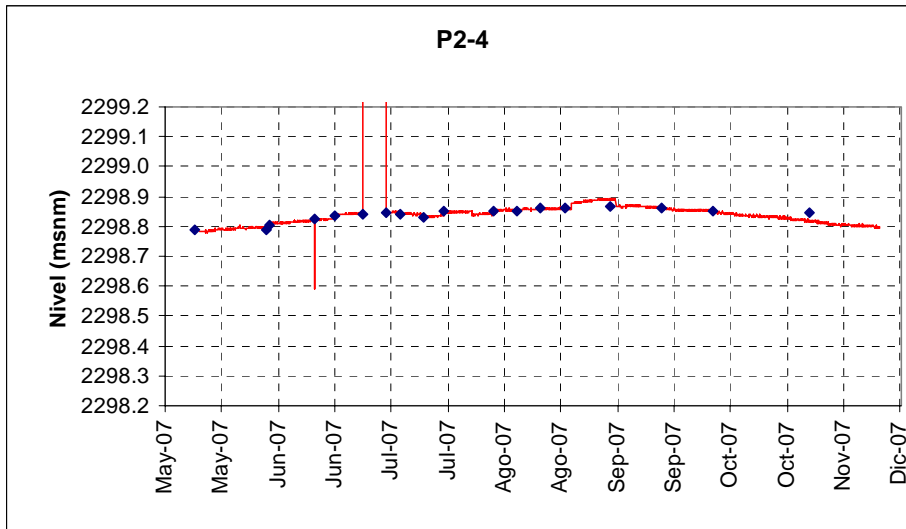


Figura 3-75. Nivel observado en el pozo P2-4 (perfil D2). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

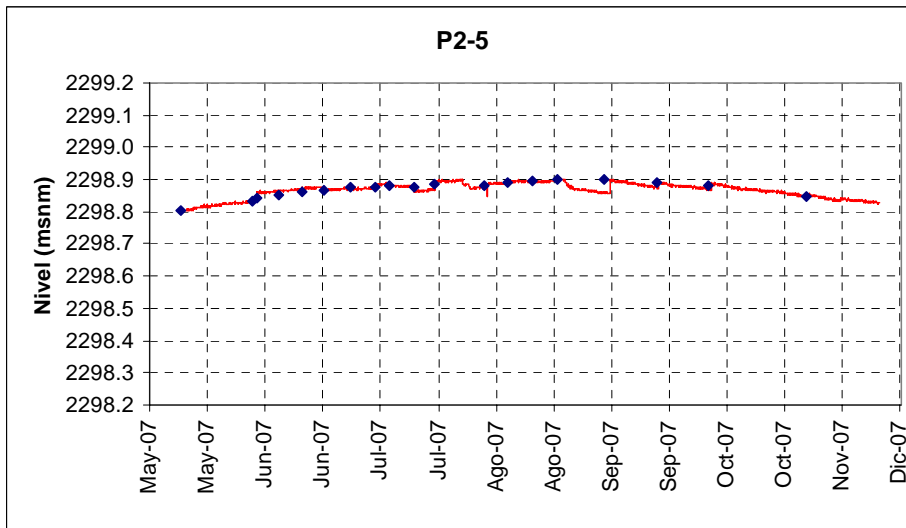


Figura 3-76. Nivel observado en el pozo P2-5 (perfil D2). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

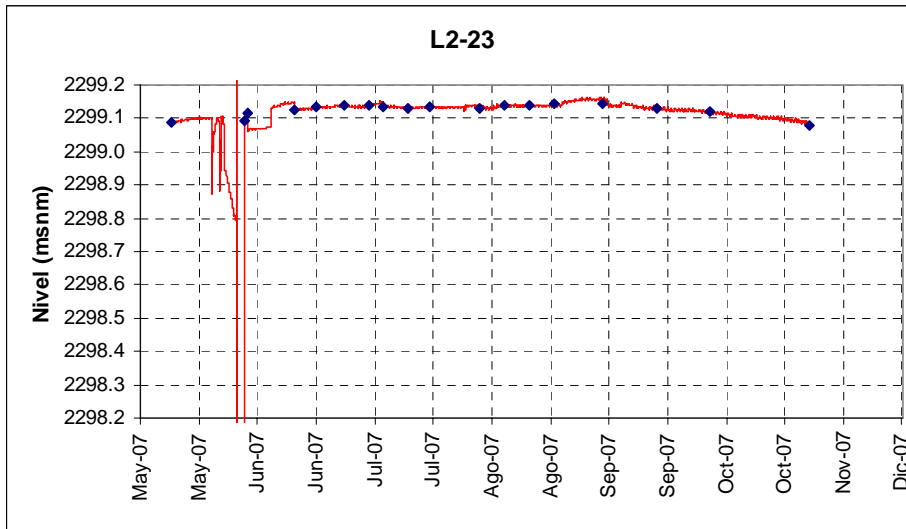


Figura 3-77. Nivel observado en el pozo L2-23 (perfil D2) respecto de la medición inicial. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

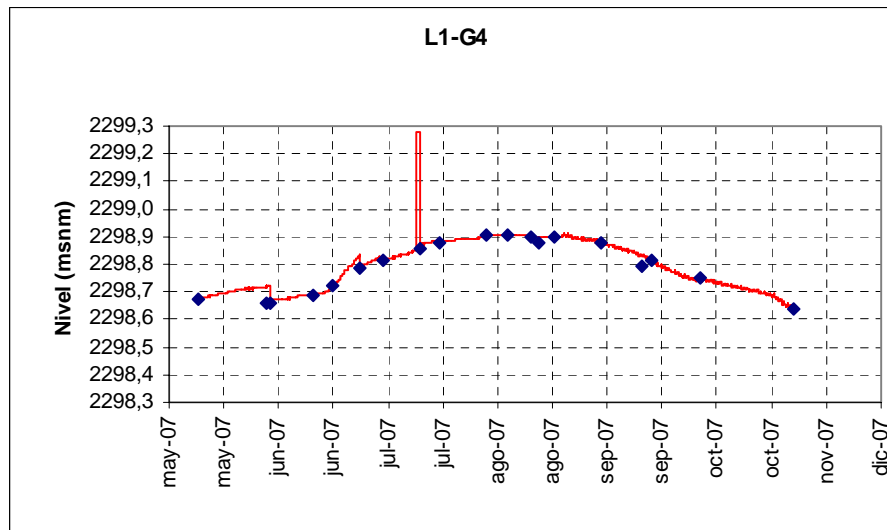


Figura 3-78. Nivel observado en la reglilla L1-G4. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

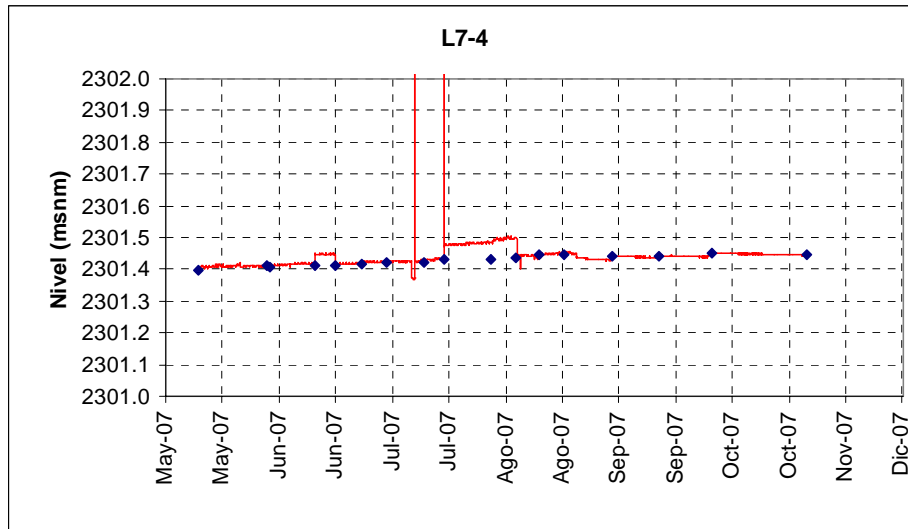


Figura 3-79. Nivel observado en el pozo L7-4. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

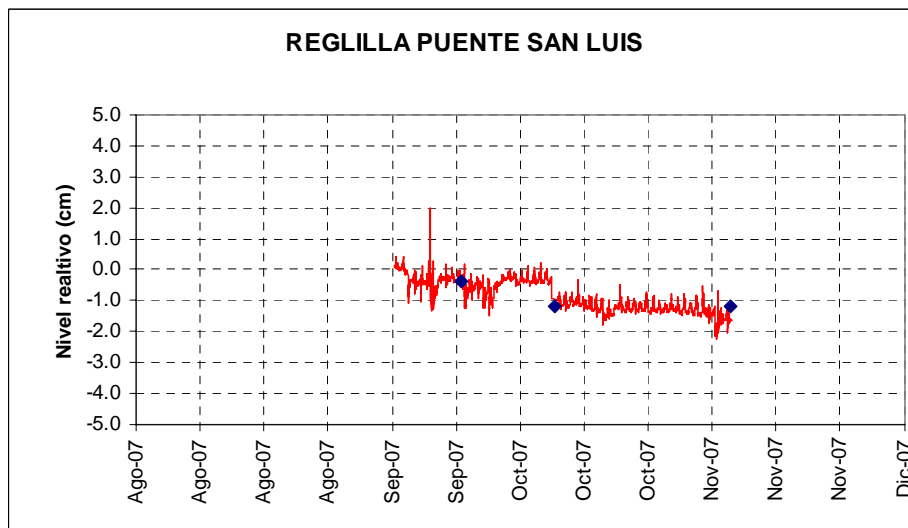


Figura 3-80. Nivel relativo respecto de la primera medición registrada, reglilla Puente San Luis. (líneas rojas: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

3.1.1.5 Pozos de salmuera

A continuación se presentan los pozos de observación que se ubican al interior del acuífero del núcleo del Salar de Atacama y que miden el comportamiento de la salmuera subterránea.

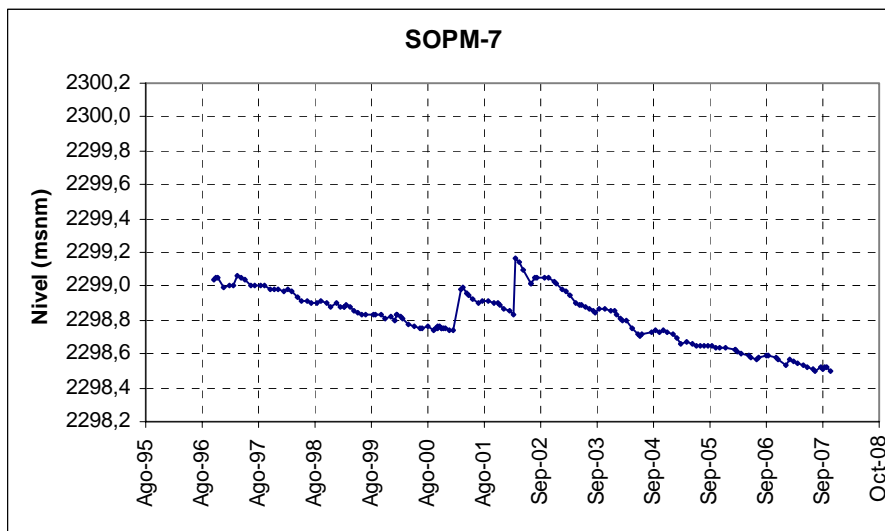


Figura 3-81. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-7.

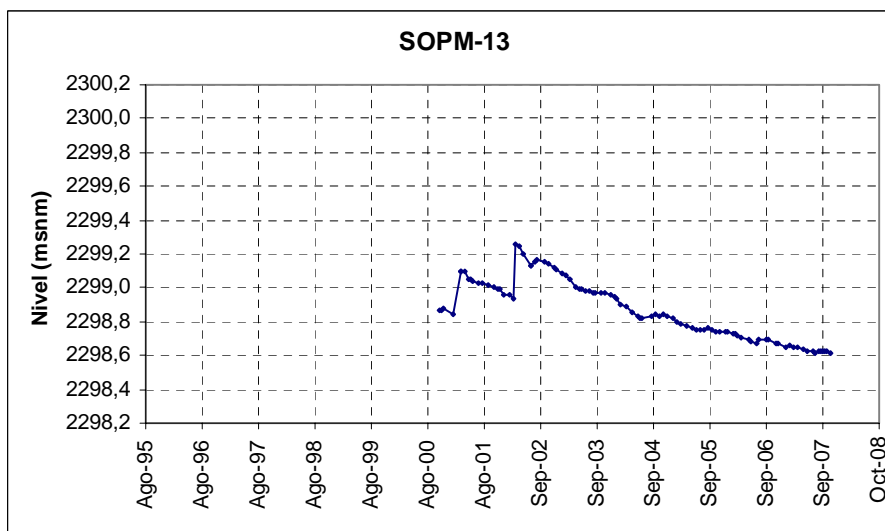


Figura 3-82. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-13.

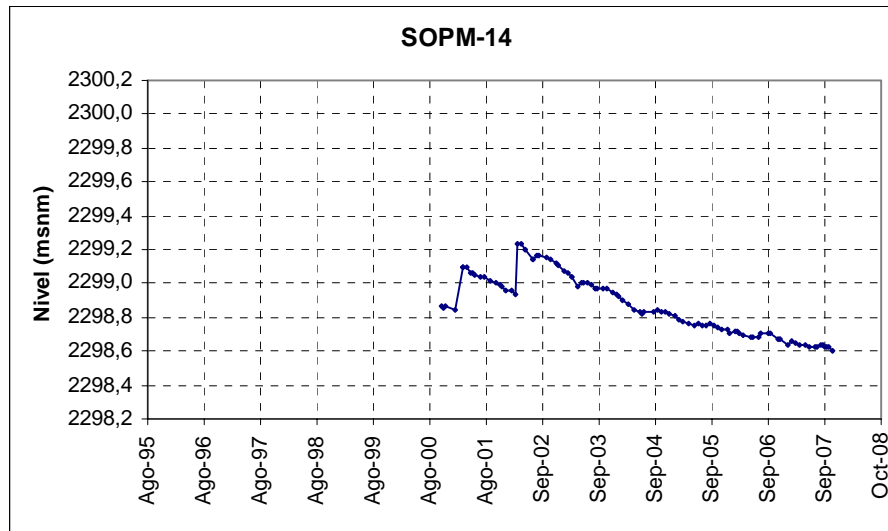


Figura 3-83. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-14.

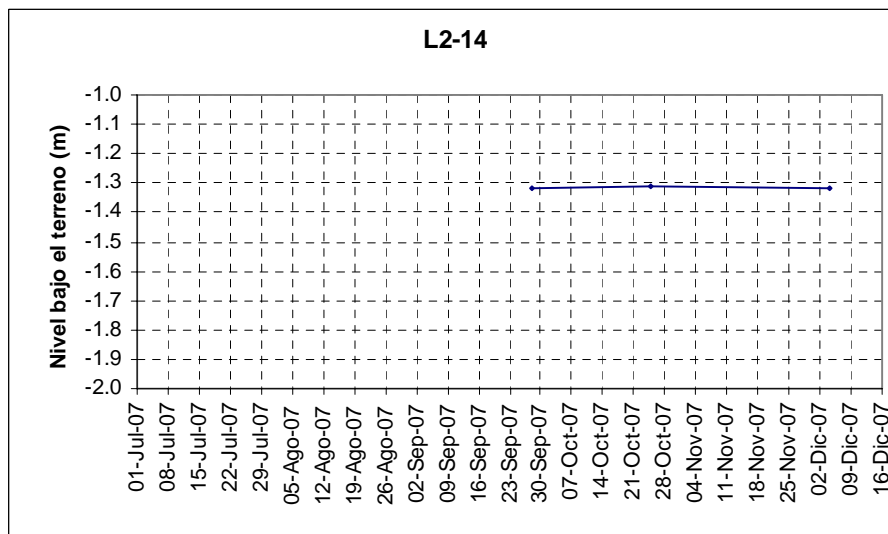


Figura 3-84. Nivel bajo el terreno, pozo L2-14.

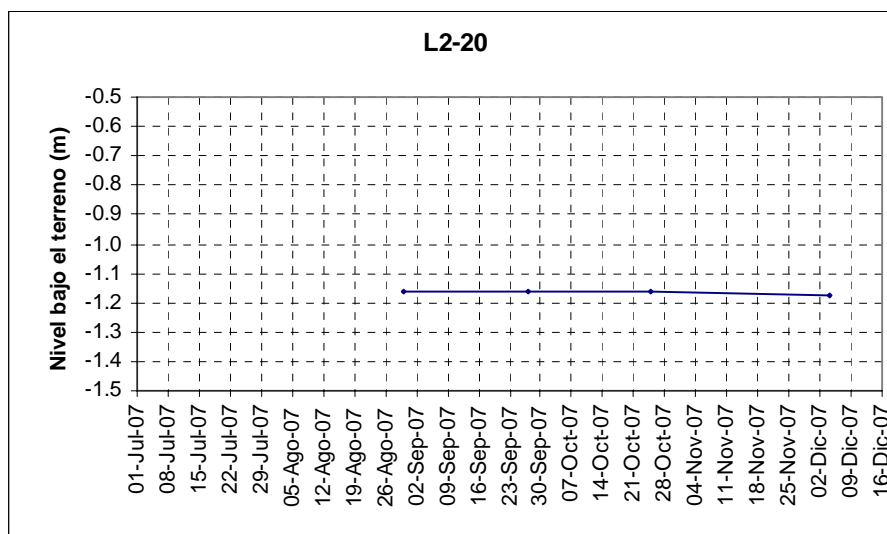


Figura 3-85. Nivel bajo el terreno, pozo L2-20.

Tabla 3-1. Nivel bajo el punto de referencia, pozo 2021.

Pozo	Fecha	Nivel bajo el punto de referencia [m]
2021	05-Nov-07	1,37

3.1.1.6 Nivel lacustre

El PSAH considera la medición continua de nivel en las 3 lagunas del sistema Soncor además del canal Burro Muerto.

A continuación se presentan los niveles continuos medidos en las lagunas del sistema Soncor y en el canal Burro Muerto, además de las mediciones trimestrales que realiza CONAF en el marco del convenio que existe actualmente con SQM.

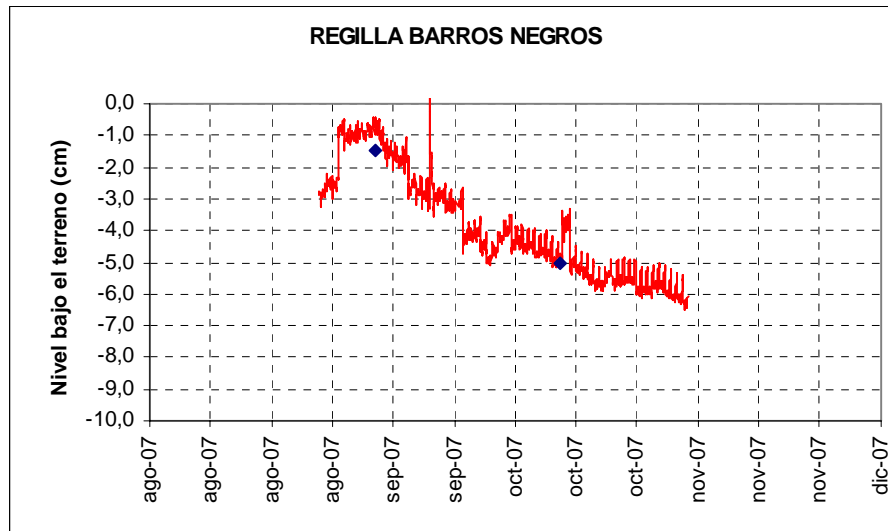


Figura 3-86. Nivel bajo el terreno, reglilla Barros Negros. (líneas rojas: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

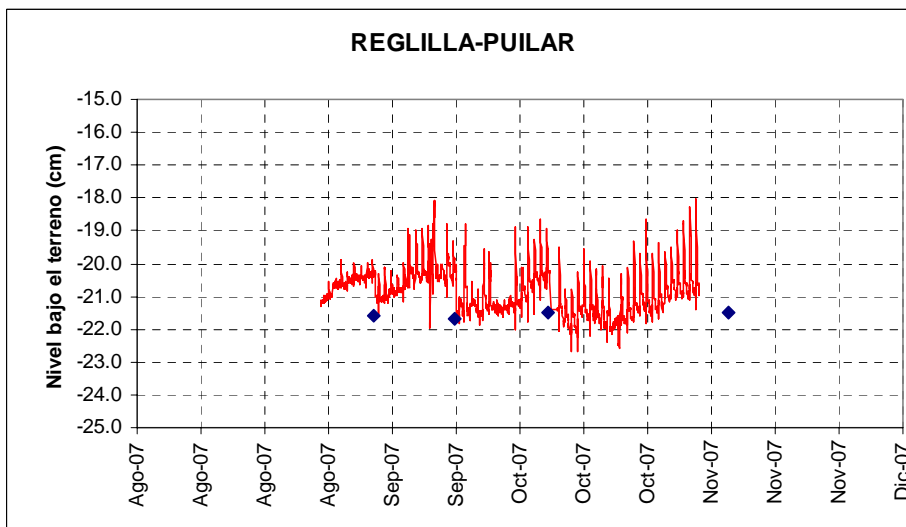


Figura 3-87. Nivel bajo el terreno, reglilla Puilar. (líneas rojas: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

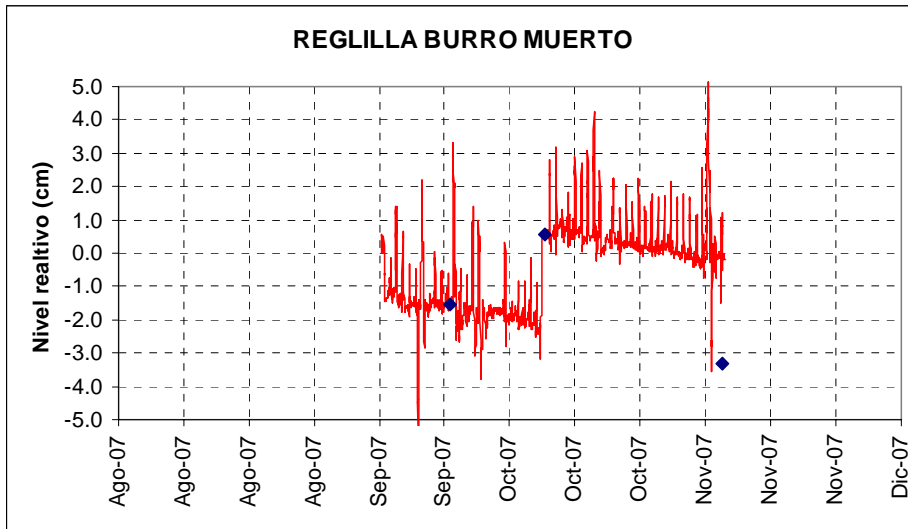


Figura 3-88. Nivel relativo respecto de la primera medición registrada, reglilla Burro Muerto. (líneas rojas: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

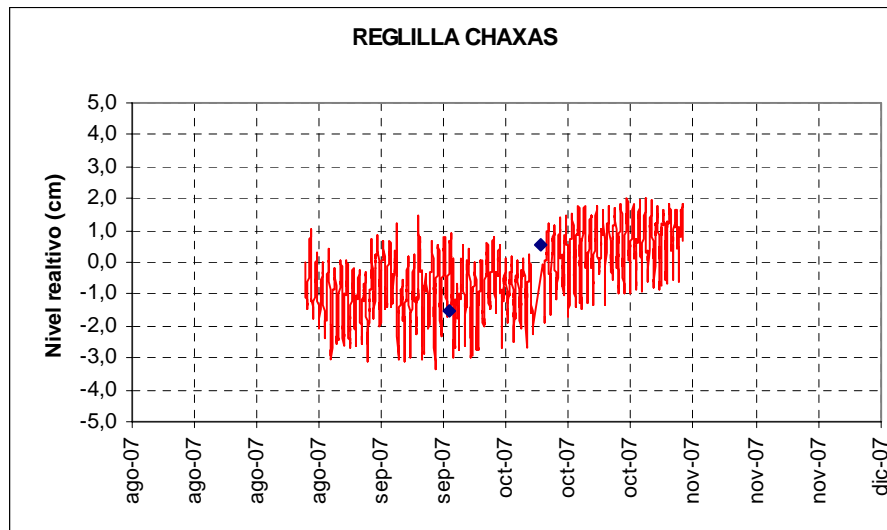


Figura 3-89. Nivel relativo respecto de la primera medición registrada, reglilla Chaxas. (líneas rojas: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

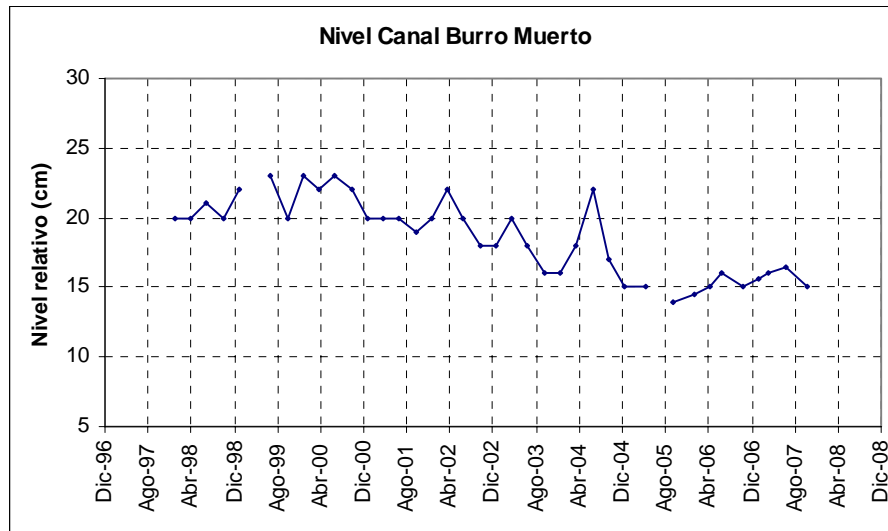


Figura 3-90. Nivel trimestral observado en limnómetro ubicado en el canal Burro Muerto.

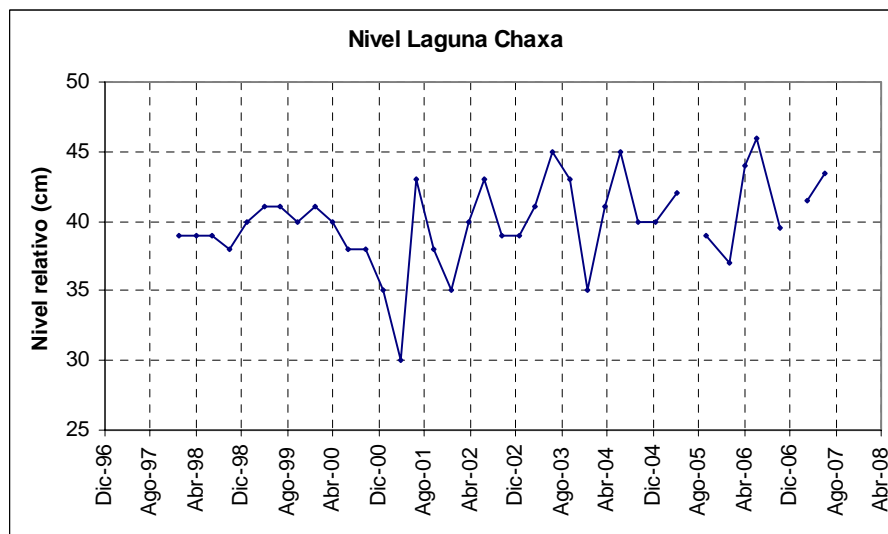


Figura 3-91. Nivel trimestral observado en limnómetro ubicado en la laguna Chaxa.

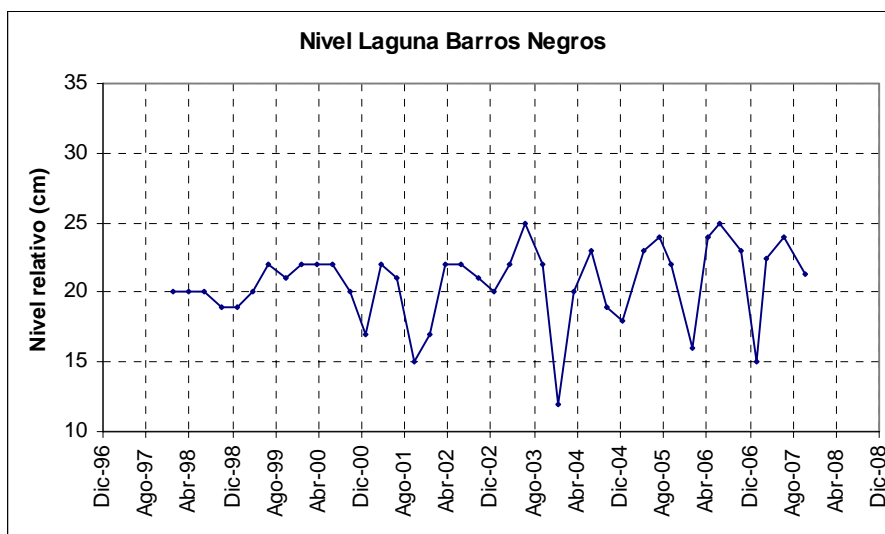


Figura 3-92. Nivel trimestral observado en limnómetro ubicado en la laguna Barros Negros.

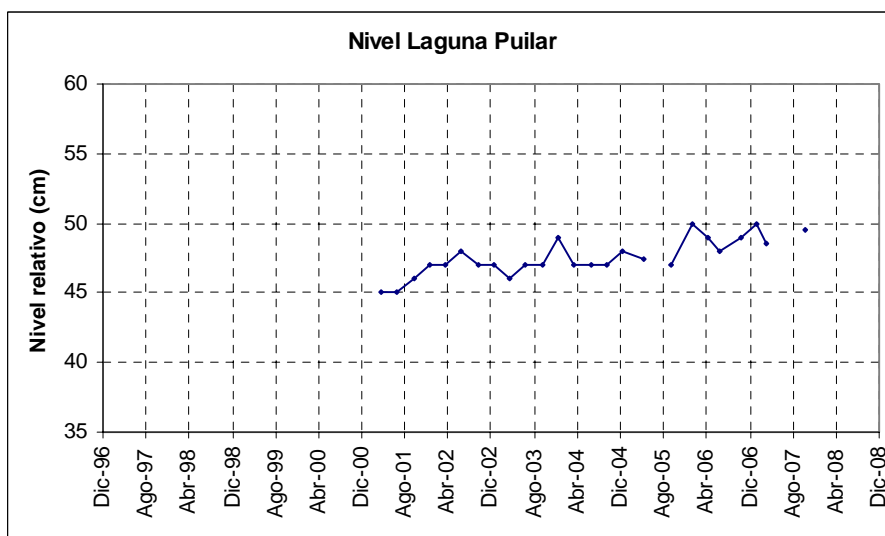


Figura 3-93. Nivel trimestral observado en limnómetro ubicado en la laguna Puilar.

3.1.2 Meteorología

En la Figura 3-94 a la Figura 3-97 se presentan las variables registradas por la estación meteorológica Chaxa que forman parte del PSAH.

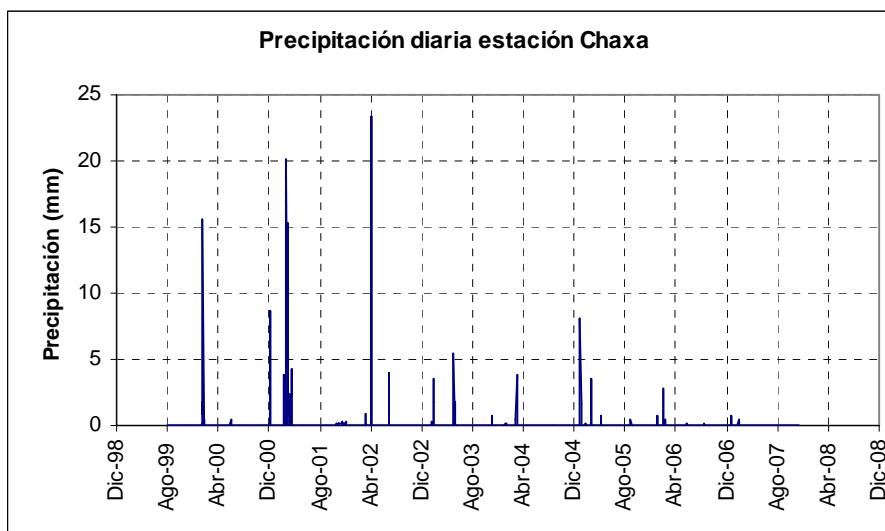


Figura 3-94. Precipitación diaria registrada en la estación Chaxa

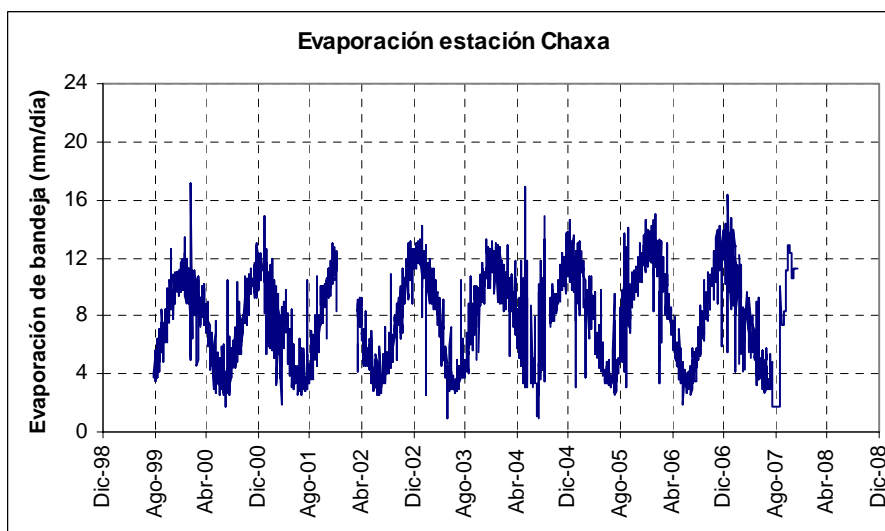


Figura 3-95. Evaporación diaria registrada en la estación Chaxa

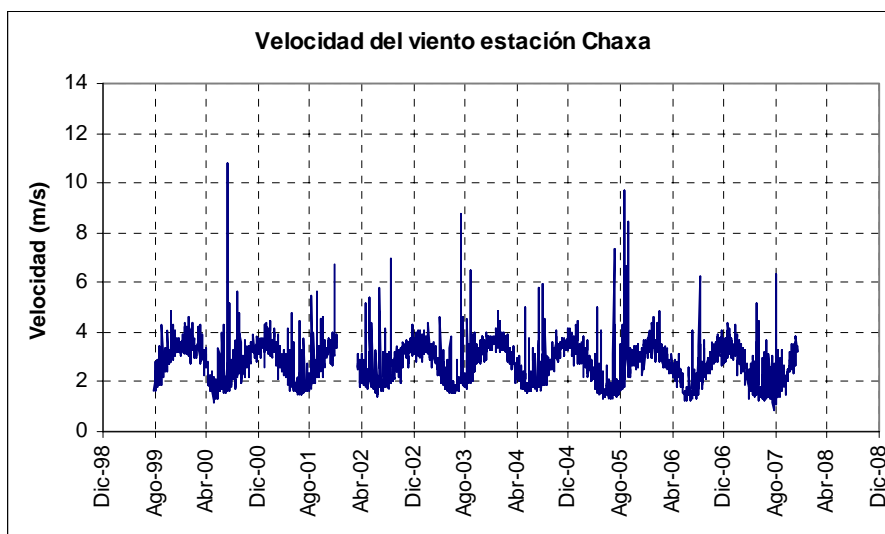


Figura 3-96. Velocidad del viento diaria registrada en la estación Chaxa

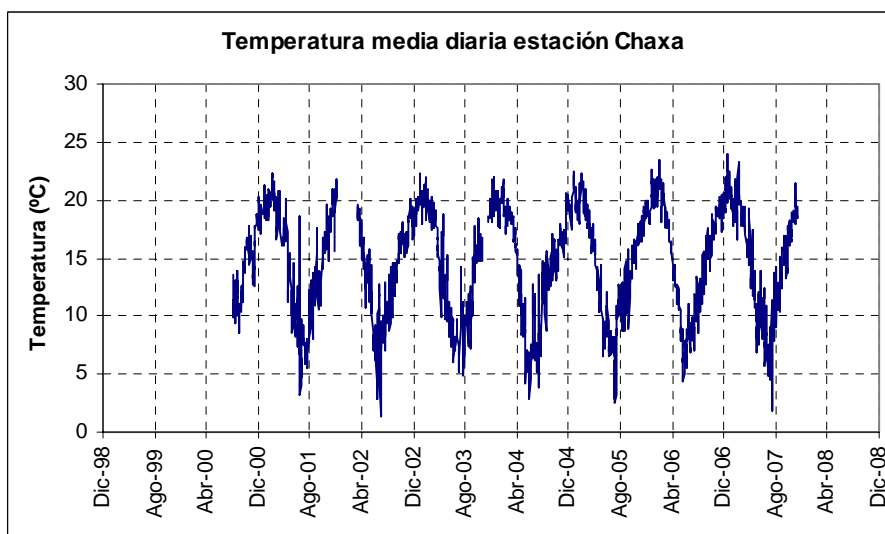


Figura 3-97. Temperatura media diaria registrada en la estación Chaxa.

3.1.3 Volumen bombeado

Los pozos de bombeo ubicados dentro del sistema Soncor del PSAH (MULLAY 1 y ALLANA) no registran extracciones.

3.1.4 Calidad química

Los pozos que forman parte del monitoreo de la calidad química del agua subterránea en el sistema Soncor son: L1-4, L1-5, L1-6, L1-G4, L2-3, L2-4, L2-5, L7-3, L7-G1, SOPM-7, SOPM-14, MULLAY 1 y ALLANA. De la Tabla 3-2 a la Tabla 3-5 se presentan los resultados de los análisis para estos pozos, realizados por ALS Environmental.

Respecto del análisis químico de las lagunas, SQM tomó muestras de agua desde las lagunas Chaxa y Barros Negros los días 9 de febrero, 27 de julio y 30 de octubre de 2007. Con estas muestras se midieron coliformes fecales, nitrógeno amoniacal, hidrocarburos totales y detergentes en ambas lagunas. Adicionalmente en las mediciones de julio y octubre se obtuvo también la conductividad eléctrica en ambas lagunas. Los resultados entregados por ALS Environmental se presentan en la Tabla 3-7 para la laguna Chaxa y en la Tabla 3-9 para la laguna Barros Negros. En el Anexo 5.3 se presentan los informes de los análisis químicos de estas muestras

CONAF, como parte del convenio de monitoreo que posee actualmente con SQM, mide sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, sodio, potasio, calcio, magnesio, dureza total, carbonato, bicarbonato, sulfato, cloruro, arsénico, nitrato, fosfato, pH, temperatura y oxígeno disuelto en los 4 cuerpos de agua del sistema Soncor. Los valores de alcalinidad y salinidad que considera el PSAH no fueron incluidos en el análisis por error, y serán considerados a partir de los muestreos a realizarse durante el año 2008. Los resultados de estos análisis se presentan en la Tabla 3-6, Tabla 3-8, Tabla 3-10 y Tabla 3-11 para las lagunas Chaxa, Barros Negros y Puilar y para el canal Burro Muerto respectivamente.

Los pozos L2-4 y L7-3 son parte del monitoreo de la calidad del agua de los sistemas Soncor y Vegetación Borde Este y serán presentados sólo en esta sección.

Tabla 3-2. Resultados de los análisis químicos en los pozos de observación del sistema Soncor (muestreo 30 y 31 de julio 2007)

Pozo	Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Densidad (mg/L)	Sólidos totales (mg/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	pH
L1-4	659.000	1,24	424.000	3.750	419.000	7,08
L1-5	535.000	1,21	337.000	51	336.000	7,36
L1-G4	530.000	1,21	320.730	31	320.000	7,38
L2-3	2.970	1,02	2.910	10	2.820	7,82
L2-4	12.100	1,04	30.600	20.110	10.400	8,04
L2-5	523.000	1,19	401.950	23	401.000	7,30
L7-3	1.910	1,01	2.570	1.145	1.400	8,11
L7-G1	258.000	1,11	145.630	30	145.000	7,96
SOPM-7	619.000	1,22	435.000	29	434.000	7,17
SOPM-14	620.000	1,22	388.960	43	388.000	7,21

Tabla 3-3. Resultados de los análisis químicos en los pozos de observación del sistema Soncor (muestreo 31 de octubre 2007)

Pozo	Conductividad (µs/cm)	Densidad (mg/L)	Sólidos totales (mg/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	pH
L1-4	633.000	1,24	505.000	735	504.000	7,12
L1-5	391.000	1,12	236.000	38	200.000	6,85
L1-6	428.000	1,16	319.800	163	319.000	7,31
L1-G4	655.000	1,24	468.000	2.680	445.000	7,01
L2-3	3.260	0,97	3.640	50	3.350	7,55
L2-4	9.410	1,00	13.100	5.840	6.730	7,90
L2-5	545.000	1,20	426.200	780	425.000	7,10
L7-3	2.930	1,00	3.910	1.784	2.060	7,90
L7-G1	567.000	1,21	371.000	1.000	361.000	7,30
SOPM-7	611.000	1,22	528.000	232	527.000	7,15
SOPM-14	608.000	1,22	453.000	33	398.000	7,32

Tabla 3-4. Resultados de los análisis químicos efectuados en los pozos de bombeo MULLAY 1 y ALLANA (muestreo 24 de julio de 2007).

Parámetro	Unidades	MULLAY 1	ALLANA
Alcalinidad bicarbonato	mg/L	273	95
Alcalinidad carbonato	mg/L	< 1	8
Alcalinidad total	mg/L	273	103
Arsénico total	mg/L	5,18	0,007
Calcio total	mg/L	19,0	66,0
Cloruro	mg/L	314	328
Hierro total	mg/L	0,34	1,29
Manganeso total	mg/L	0,06	0,51
Magnesio total	mg/L	21,3	207
Nitrógeno nitrato	mg/L	134	0,4
pH	pH	7,23	9,01
Sodio total	mg/L	250	375
Sólidos disueltos	mg/L	1430	1790
Sulfato	mg/L	408	1570
Potasio total	mg/L	24,5	23,0
Zinc total	mg/L	< 0,01	< 0,01

Tabla 3-5. Resultados de los análisis químicos efectuados en los pozos de bombeo MULLAY 1 y ALLANA (muestreo 24 de octubre de 2007).

Parámetro	Unidades	MULLAY 1	ALLANA
Alcalinidad total	mg/L	283	84
Arsénico total	mg/L	6,15	0,006
Calcio total	mg/L	31	142
Cloruro	mg/L	270	356
Hierro total	mg/L	< 0,05	4,00
Manganeso total	mg/L	0,02	0,84
Magnesio total	mg/L	23	177
Nitrógeno nitrato	mg/L	1,4	0,5
pH	pH	7,25	8,73
Sodio total	mg/L	350	480
Sólidos disueltos	mg/L	1.340	3.480
Sulfato	mg/L	383	1.690
Potasio total	mg/L	31	26
Zinc total	mg/L	0,16	0,12

Tabla 3-6. Resultados de los análisis químicos en la laguna Chaxa realizados por CONAF.

Parámetro	Unidades	Fecha del muestreo	
		09/02/2007	19/04/2007
Oxígeno disuelto	mg/L	2,17	5,6
pH	pH	7,87	7,81
Temperatura	°C	26,7	12,5
Cloruro	g/L	54	40
Magnesio	mg/L	3.180	2.181
Sulfato	g/L	7,58	23
Fosfato	mg/L	1,15	0,56
Nitrato	mg/L	0,81	1,04
Dureza	g/L	14,8	10,9
Carbonato	mg/L	5,82	5,82
Bicarbonato	mg/L	766	669
Sólidos disueltos totales	mg/L	150.000	79,92
Sólidos suspendidos	mg/L	44	20
Sólidos totales	mg/L	151.000	79,94
Calcio	mg/L	946	724
Potasio	mg/L	4.730	3.376
Sodio	g/L	28	22
Arsénico	mg/L	9,6	7,74

Tabla 3-7. Resultados de los análisis químicos en la laguna Chaxa realizados por SQM.

Parámetro	Unidades	Fecha del muestreo		
		09/02/2007	27/07/2007	30/10/2007
Conductividad	µs/cm	-	141.000	171.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	< 2	< 2	< 1,8
Nitrógeno amoniacal	mg/L	0,10	0,15	0,13
Hidrocarburos totales	mg/L	< 10	< 10	< 2
Detergente	mg/L	0,07	< 0,05	0,10

Tabla 3-8. Resultados de los análisis químicos en la laguna Barros Negros realizados por CONAF.

Parámetro	Unidades	Fecha del muestreo	
		09/02/2007	19/04/2007
Oxígeno disuelto	mg/L	0,94	4,3
pH	pH	7,16	7,43
Temperatura	°C	26,5	14,0
Cloruro	g/L	170	141
Magnesio	g/L	13,4	8.651
Sulfato	g/L	15,4	15,2
Fosfato	mg/L	0,90	0,10
Nitrato	mg/L	2,33	4,67
Dureza	g/L	48	34,7
Carbonato	mg/L	< 1	< 1
Bicarbonato	mg/L	1.970	1.598
Sólidos disueltos totales	mg/L	374.000	310.848
Sólidos suspendidos	mg/L	192	72
Sólidos totales	mg/L	374.000	310.920
Calcio	mg/L	317	634
Potasio	mg/L	19,3	13.980
Sodio	g/L	88	82
Arsénico	mg/L	10	15,3

Tabla 3-9. Resultados de los análisis químicos en la laguna Barros Negros realizados por SQM.

Parámetro	Unidades	Fecha del muestreo		
		09/02/2007	27/07/2007	30/10/2007
Conductividad	µs/cm	-	205.000	252.000
Coliformes fecales	NMP/100 mL	< 2	< 2	< 1,8
Nitrógeno amoniacal	mg/L	0,23	0,16	0,26
Hidrocarburos totales	mg/L	< 10	< 10	< 2
Detergente	mg/L	0,23	< 0,05	0,12

Tabla 3-10. Resultados de los análisis químicos en la laguna Puilar realizados por CONAF.

Parámetro	Unidades	Fecha del muestreo	
		09/02/2007	19/04/2007
Oxígeno disuelto	mg/L	3,61	7,6
pH	pH	8,09	8,17
Temperatura	°C	29,8	12,3
Cloruro	g/L	8,93	9,52
Magnesio	g/L	510	531
Sulfato	g/L	1,18	1,19
Fosfato	mg/L	1,19	1,02
Nitrato	mg/L	0,13	0,61
Dureza	g/L	2,50	2,65
Carbonato	mg/L	32	11,6
Bicarbonato	mg/L	396	423
Sólidos disueltos totales	mg/L	19.000	18298
Sólidos suspendidos	mg/L	20	12
Sólidos totales	mg/L	19.000	18310
Calcio	mg/L	115	119
Potasio	mg/L	980	990
Sodio	g/L	4,58	4,84
Arsénico	mg/L	3,6	3,87

Tabla 3-11. Resultados de los análisis químicos en el canal Burro Muerto realizados por CONAF.

Parámetro	Unidades	Fecha del muestreo	
		09/02/2007	19/04/2007
Oxígeno disuelto	mg/L	3,71	5,9
pH	pH	7,90	7,88
Temperatura	°C	29,6	11,0
Cloruro	g/L	41	37
Magnesio	g/L	2.530	1.952
Sulfato	g/L	7,66	6,73
Fosfato	mg/L	0,82	0,62
Nitrato	mg/L	0,62	1,94
Dureza	g/L	12,9	10,5
Carbonato	mg/L	23	20,4
Bicarbonato	mg/L	538	476
Sólidos disueltos totales	mg/L	151.000	75.556
Sólidos suspendidos	mg/L	20	24
Sólidos totales	mg/L	152.000	75.580
Calcio	mg/L	833	686
Potasio	mg/L	3.680	3.083
Sodio	g/L	22	21
Arsénico	mg/L	10	7,32

3.1.5 Aforos

La Figura 3-98 muestra el caudal continuo registrado en el puente San Luis. Entre febrero de 2005 y mayo de 2006 dejó de operar correctamente el transductor de presión, siendo reemplazado por mediciones manuales mensuales presentadas como puntos en la Figura 3-98 (marzo de 2005 a marzo de 2006) y mediciones manuales diarias desde mayo de 2006 hasta septiembre de 2007. Desde septiembre de 2007 hasta la fecha de cierre de este informe las mediciones se registran de manera continua.

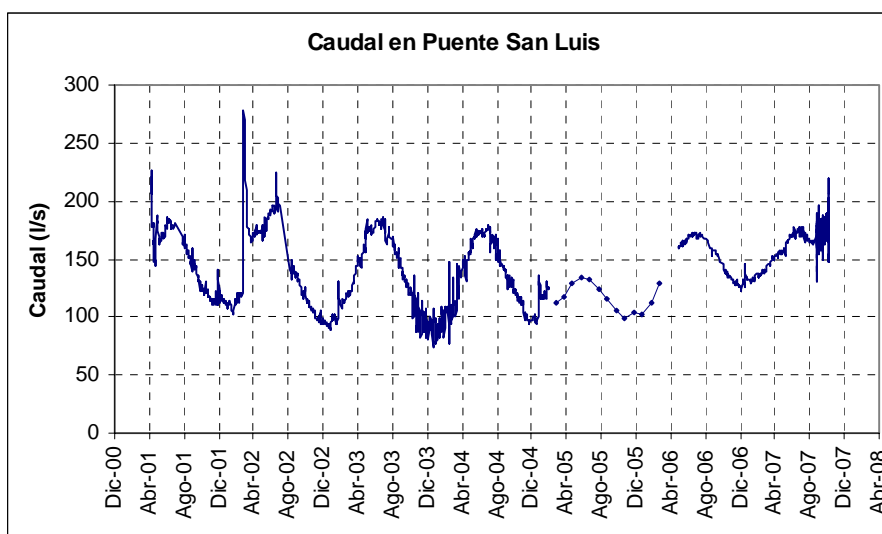


Figura 3-98. Caudal continuo medido en el Puente San Luis.

La Figura 3-99 muestra las alturas y velocidades registradas en el canal que conecta a laguna Chaxa con Barros Negros. El sensor se ubica justo a la salida de la laguna Chaxa. Se observa un quiebre en las mediciones, lo anterior se explica por el cambio de ubicación del sensor, debido a que el mismo presentó problemas de hundimiento en el fondo lodoso del canal. La calibración requerida para la medición de los caudales ha sido postergada debido a la cercanía de este punto de medición con los nidos de los flamencos y a que éstos se encuentran en periodo reproductivo. Sin embargo una vez que ésta se realice, será posible presentar los caudales en forma retrospectiva.

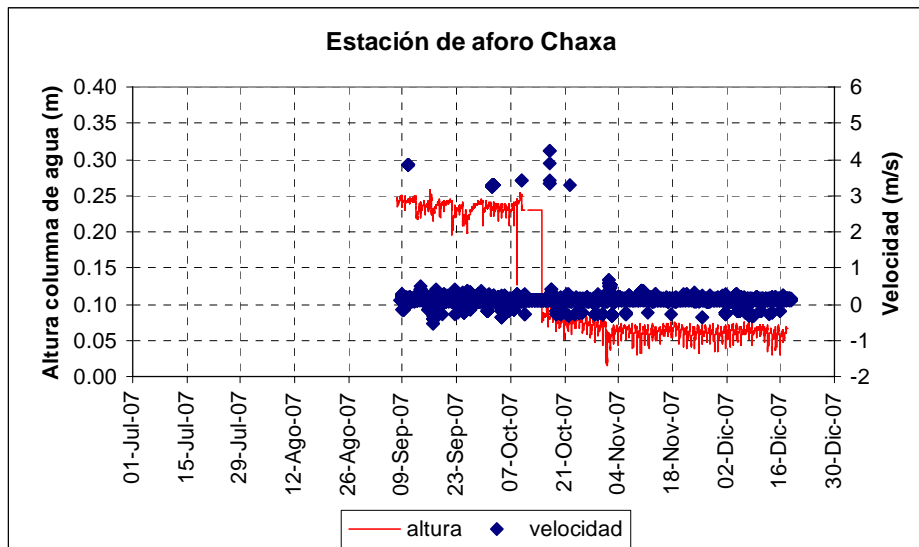


Figura 3-99. Altura y velocidad, estación de aforo Chaxa.

3.1.6 Superficie lacustre

La superficie lacustre trimestral ha sido entregada por CONAF desde 1995 en el marco del Convenio SQM-CONAF. Las superficies calculadas excluyen las denominadas zonas inestables de las lagunas, que se inundan en invierno y se secan en verano. Las superficies correspondientes al segundo semestre de 2007 no han sido informadas por CONAF a la fecha de cierre de este informe. Estas superficies se muestran entre la Figura 3-100 y la Figura 3-102.

Entre el 24 y 25 de mayo de 2007 se midió la superficie de las lagunas del sistema Soncor mediante levantamiento topográfico siguiendo todo el borde de las lagunas sin distinción de zonas estables o inestables. Previamente se calculó la superficie lacustre de estas lagunas utilizando imágenes satelitales tomadas el 6 de abril de 2007 utilizando el mismo criterio. Los resultados de ambas mediciones se presentan en la Tabla 3-12. La diferencia entre ambas mediciones es atribuible a los casi dos meses que separan ambos cálculos (la medición topográfica fue hecha en un periodo más húmedo que la calculada con imágenes satelitales)

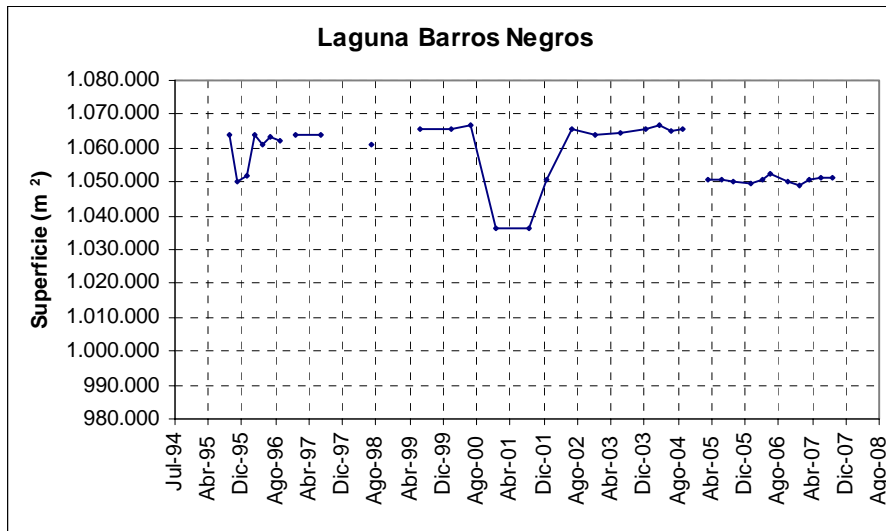


Figura 3-100. Superficie trimestral de la laguna Barros Negros.

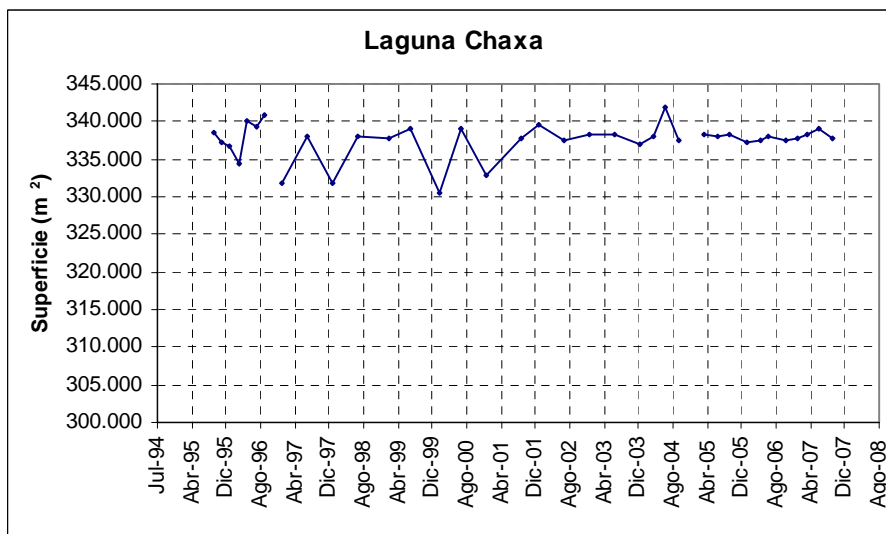


Figura 3-101. Superficie trimestral de la laguna Chaxa.

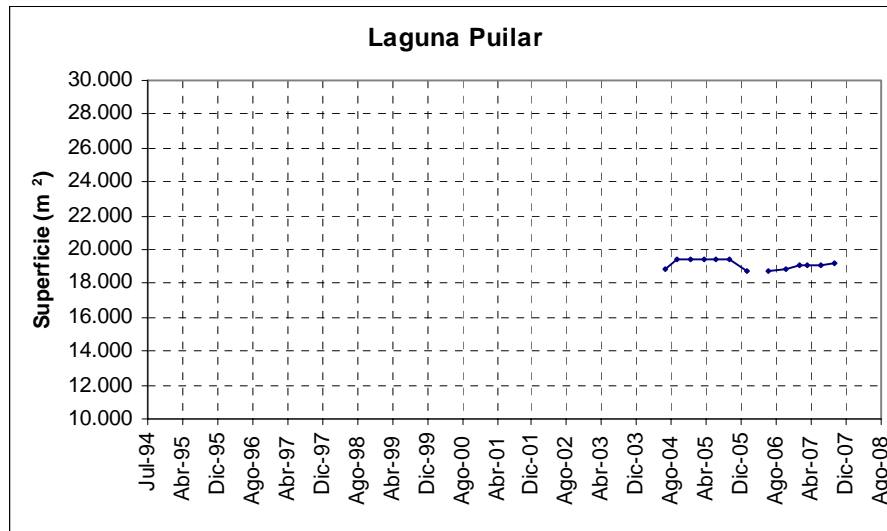


Figura 3-102. Superficie trimestral de la laguna Puilar.

Tabla 3-12. Superficies lacustres calculadas con levantamiento topográfico e imagen satelital correspondientes al año 2007.

Laguna	Superficie lacustre medida mediante levantamiento topográfico (m ²)	Superficie lacustre medida con imagen satelital (m ²)
Barros Negros	1.397.552	1.233.000
Chaxa	335.106	330.380
Puilar	92.300	85.580

3.2 Aguas de Quelana

3.2.1 Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presentan los niveles de todos los pozos y reglillas que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Aguas de Quelana, utilizando la misma clasificación empleada para el sistema Soncor.

Los pozos L4-3, L3-3 y L3-5 junto a la reglilla L4-10 (Figura 3-104, Figura 3-108, Figura 3-145 y Figura 3-141 respectivamente), son parte del monitoreo de niveles de los sistemas Aguas de Quelana y Vegetación Borde Este y serán presentados sólo en esta sección.

El pozo L3-4, también denominado SOPM-8 (Figura 3-157) es parte del monitoreo de niveles de los sistemas Aguas de Quelana y Núcleo del Salar de Atacama y será presentado sólo en esta sección.

3.2.1.1 Pozos en zona aluvial

Los pozos de la Figura 3-103 a la Figura 3-107 corresponden a pozos de la zona aluvial. El descenso observado en el nivel del pozo L3-2 de la Figura 3-103 se debe a una prueba de bombeo realizada en ese pozo, de la cual no ha podido recuperarse debido al mal estado del mismo. Sin embargo, se puede apreciar que el nivel se ha mantenido constante desde finales del 2004 a la fecha.

El pozo L4-3 en la Figura 3-104 presenta un aumento considerable en sus niveles en el último tiempo. Cabe señalar que el pozo L4-4 corresponde a un pozo confinado, que fue reacondicionado para mejorar su medición. Antiguamente este pozo presentaba un tubo que sobresalía 0,852 m sobre el nivel del suelo, la cota del agua está sobre el nivel máximo del tubo por lo que el agua

Situación contraria se observa en los pozos L5-1 y L5-2 en la Figura 3-106 y Figura 3-107 respectivamente, cuyos niveles descendentes se explican por disminuciones en la recarga. Este comportamiento es similar al observado en otros pozos ubicados más al norte donde no existen pozos de bombeo cercanos (L7-1).

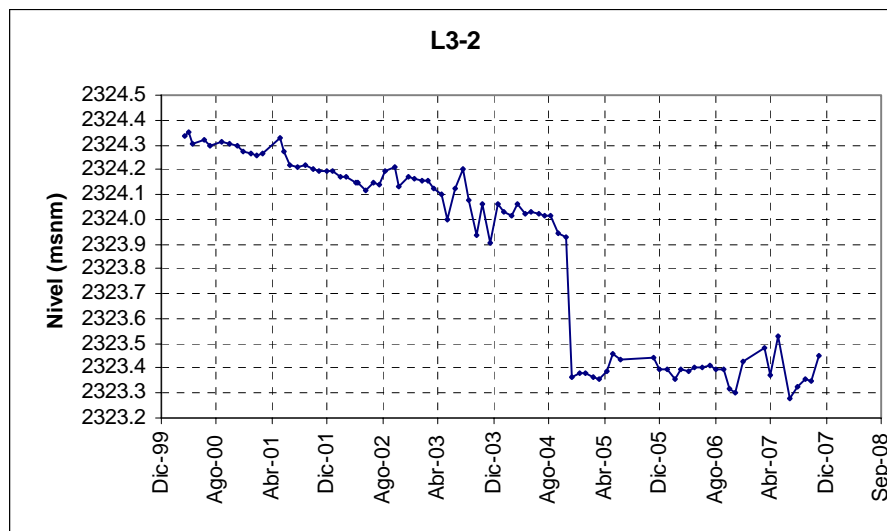


Figura 3-103. Nivel mensual observado en el pozo L3-2. (cambio fuerte de nivel se explica por prueba de bombeo realizada, posteriormente nivel no se recupera por problemas en el pozo debido a su antigüedad).

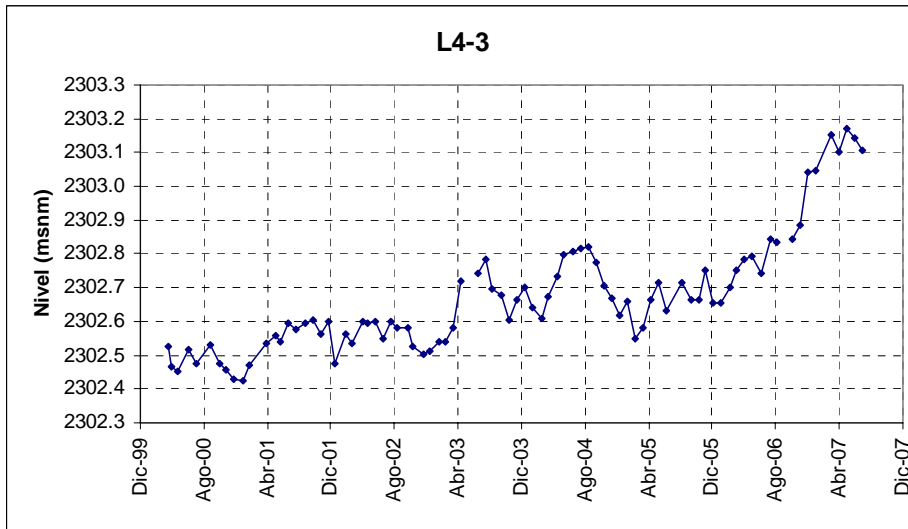


Figura 3-104. Nivel mensual observado en el pozo L4-3.

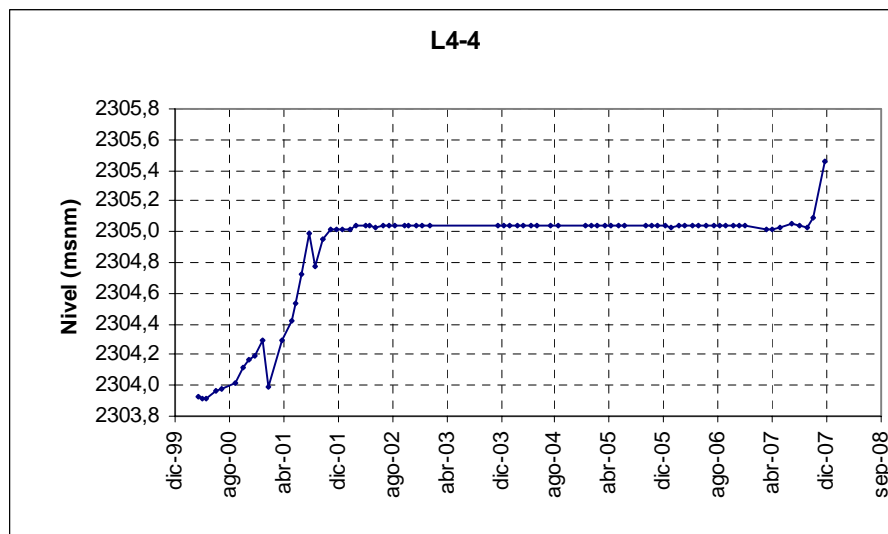


Figura 3-105. Nivel mensual observado en el pozo L4-4.

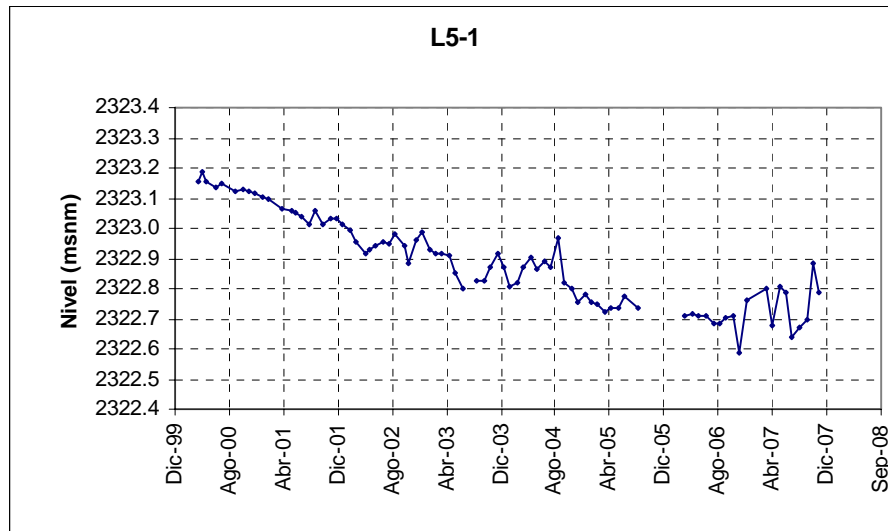


Figura 3-106. Nivel mensual observado en el pozo L5-1.

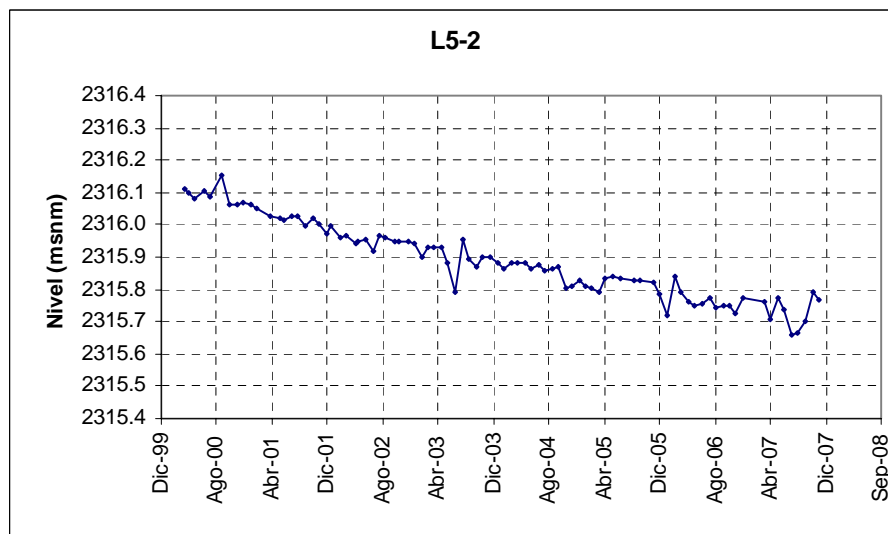


Figura 3-107. Nivel mensual observado en el pozo L5-2.

3.2.1.2 Pozos en zona marginal

Los pozos del sistema Aguas de Quelana que tienen un comportamiento tipo zona marginal puro son L3-3 y L5-3 mostrados en la Figura 3-108 y Figura 3-109 respectivamente, en tanto el pozo L4-5 en la Figura 3-110 es de tipo transición. El resto de los pozos presentados no poseen datos suficientes para poder hacer una clasificación de ellos.

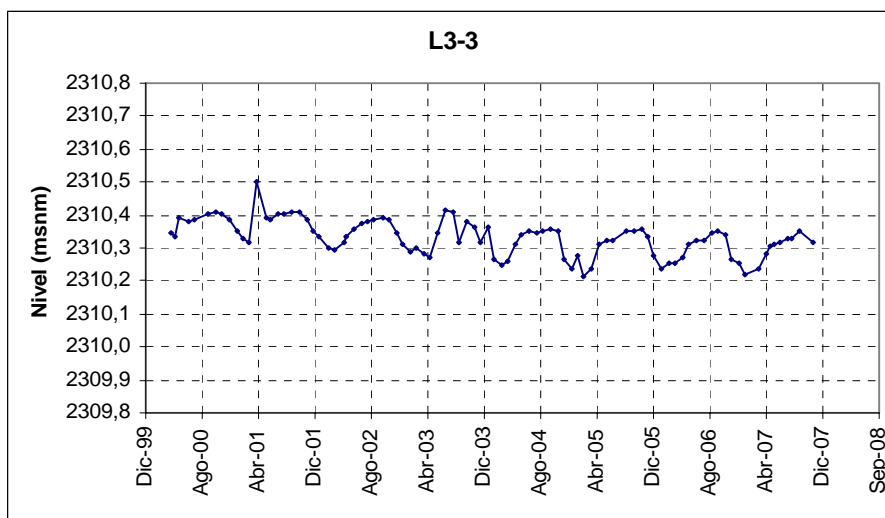


Figura 3-108. Nivel mensual observado en el pozo L3-3.

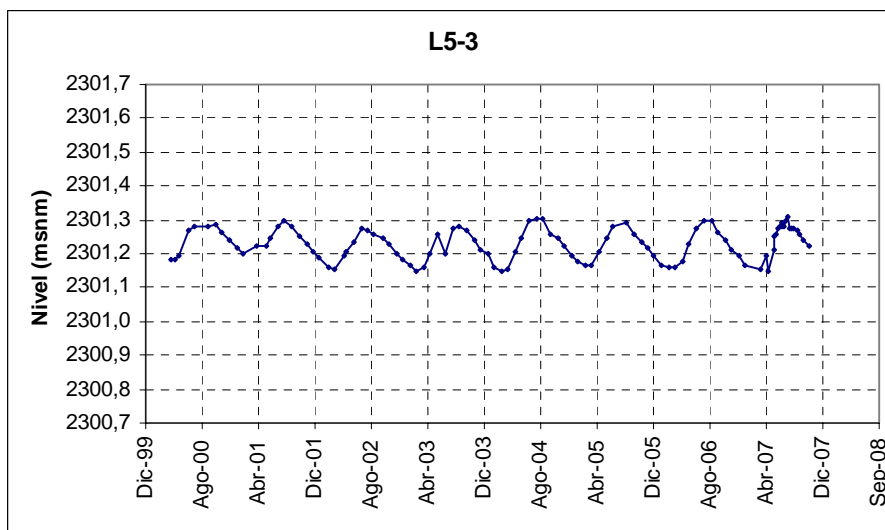


Figura 3-109. Nivel mensual observado en el pozo L5-3.

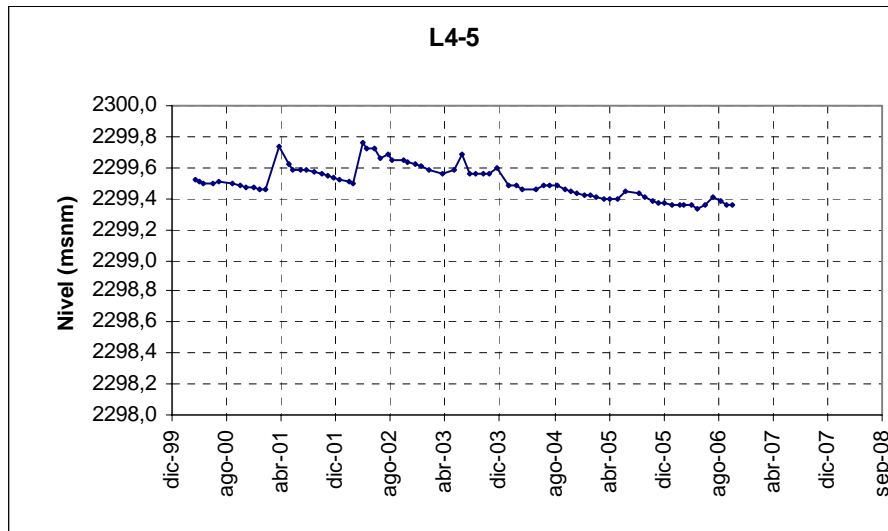


Figura 3-110. Nivel mensual observado en el pozo L4-5.

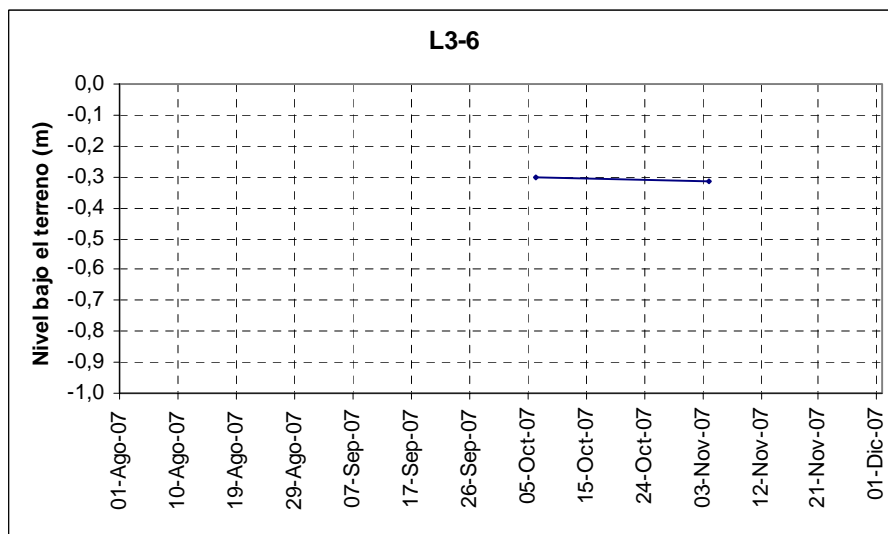


Figura 3-111. Nivel bajo el terreno, pozo L3-6.

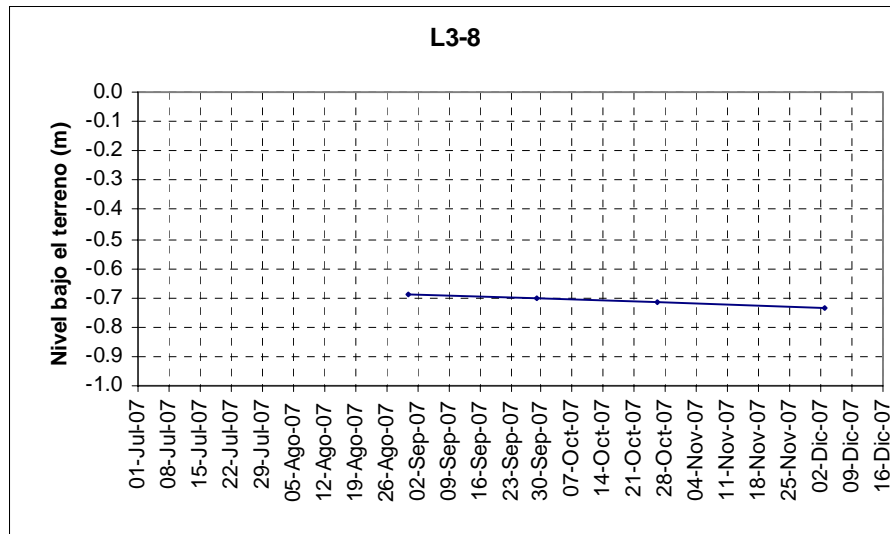


Figura 3-112. Nivel bajo el terreno, pozo L3-8.

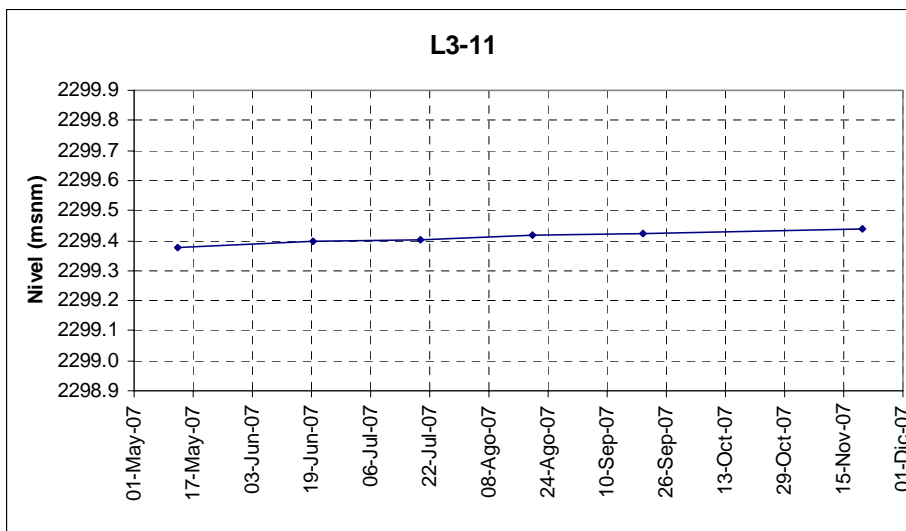


Figura 3-113. Nivel mensual observado en el pozo L3-11.

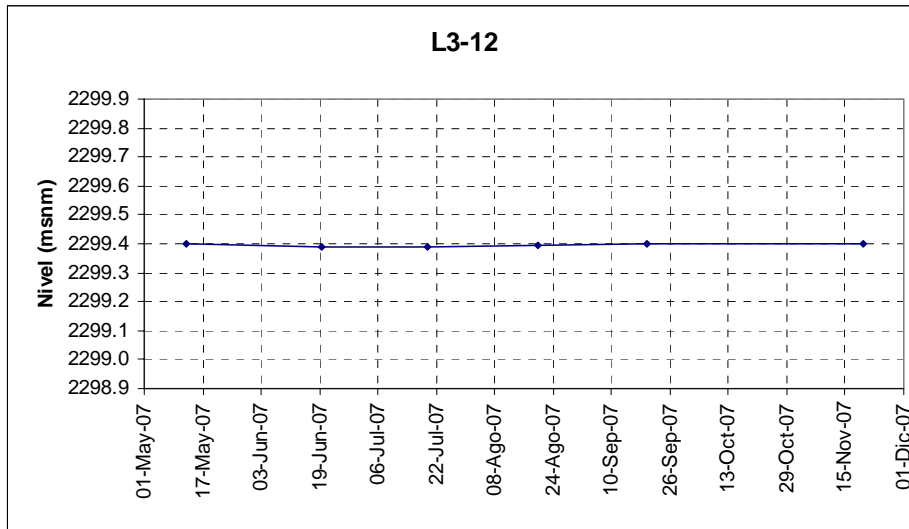


Figura 3-114. Nivel mensual observado en el pozo L3-12.

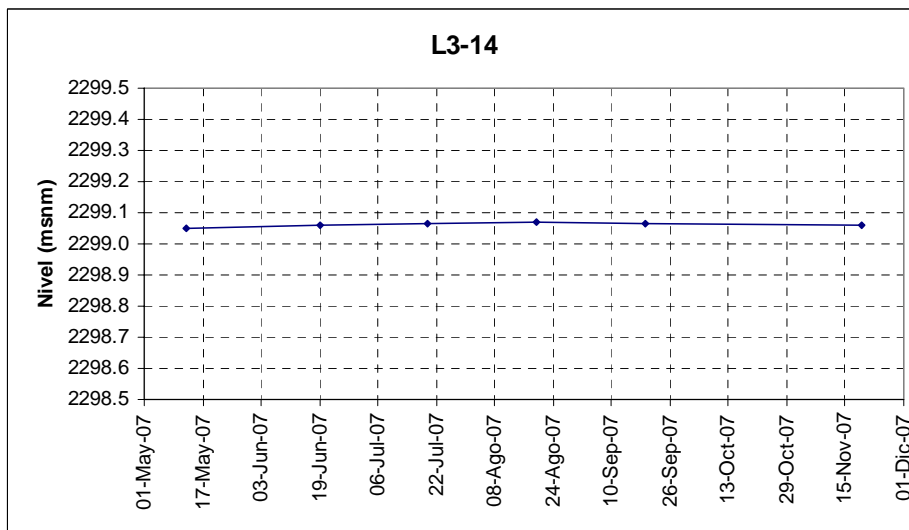


Figura 3-115. Nivel mensual observado en el pozo L3-14.

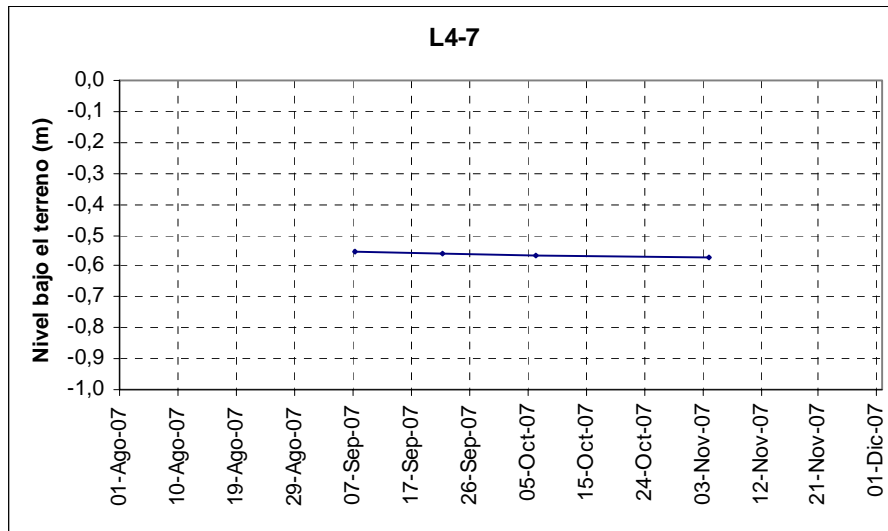


Figura 3-116. Nivel bajo el terreno, pozo L4-7.

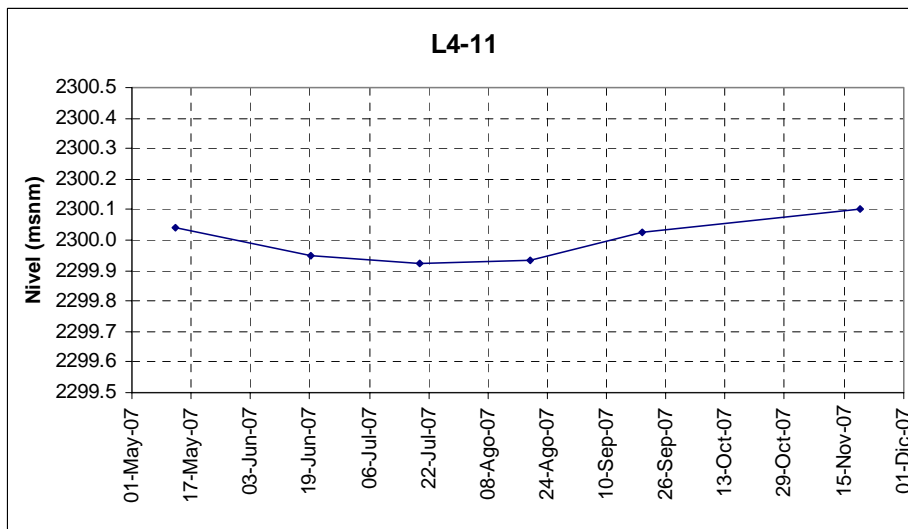


Figura 3-117. Nivel mensual observado en el pozo L4-11.

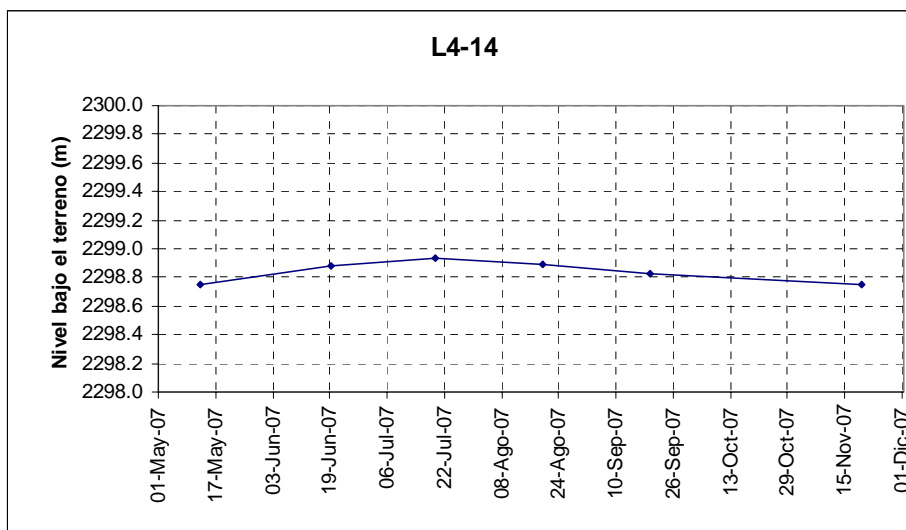


Figura 3-118. Nivel mensual observado en el pozo L4-14.

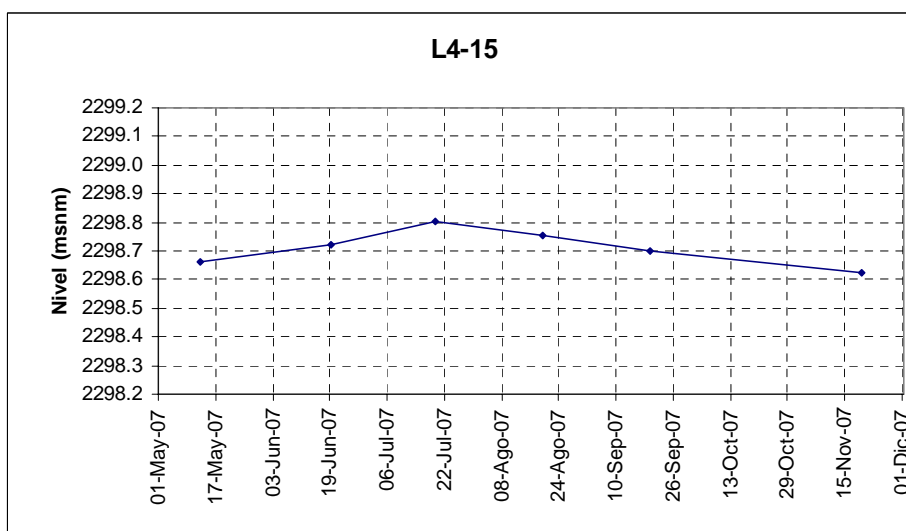


Figura 3-119. Nivel mensual observado en el pozo L4-15.

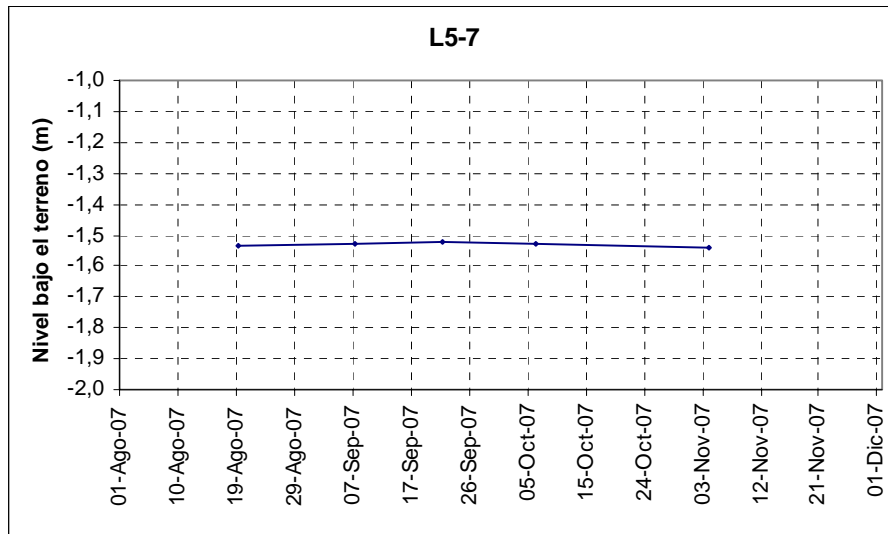


Figura 3-120. Nivel bajo el terreno, pozo L5-7.

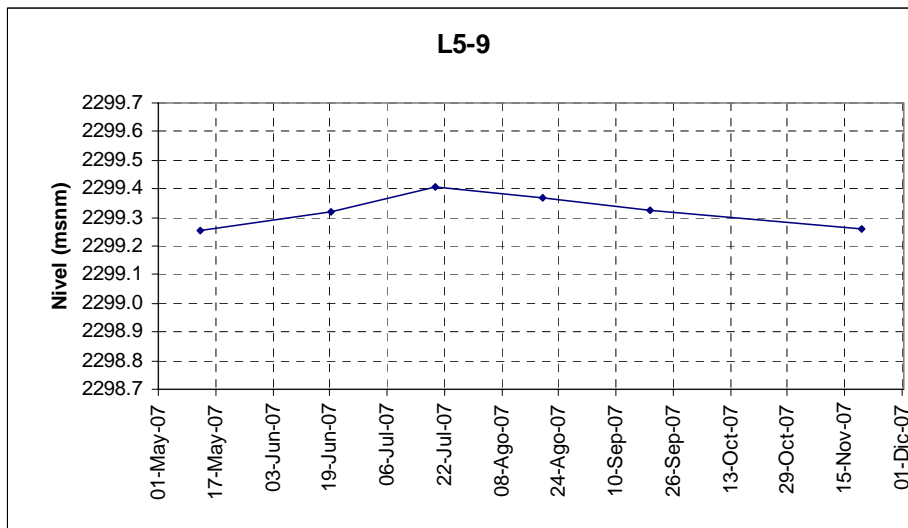


Figura 3-121. Nivel mensual observado en el pozo L5-9.

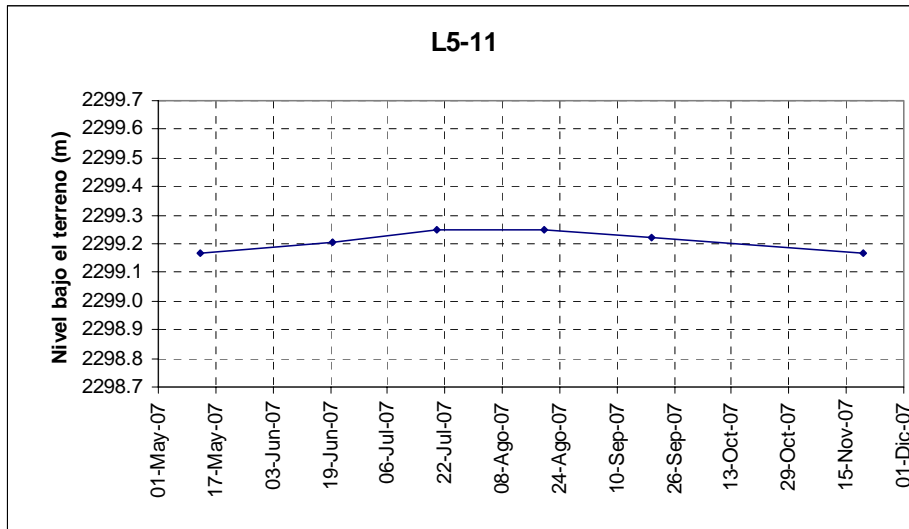


Figura 3-122. Nivel mensual observado en el pozo L5-11.

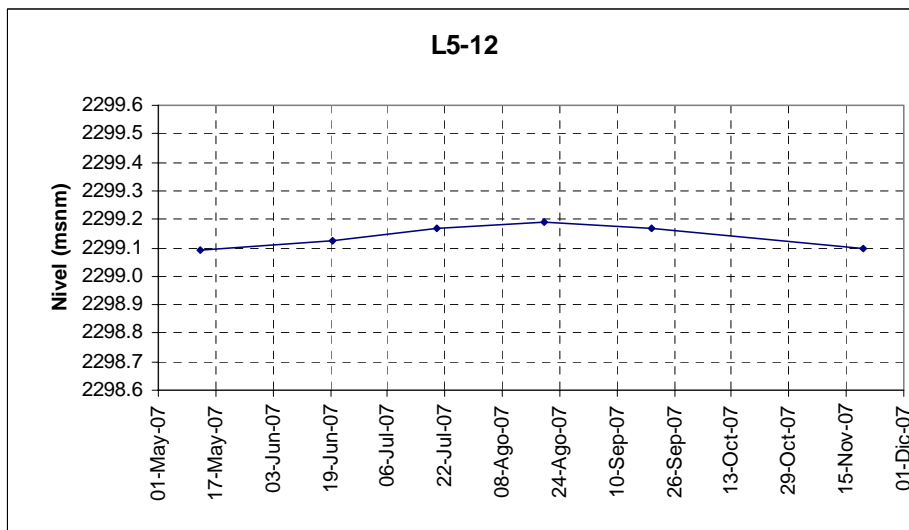


Figura 3-123. Nivel mensual observado en el pozo L5-12.

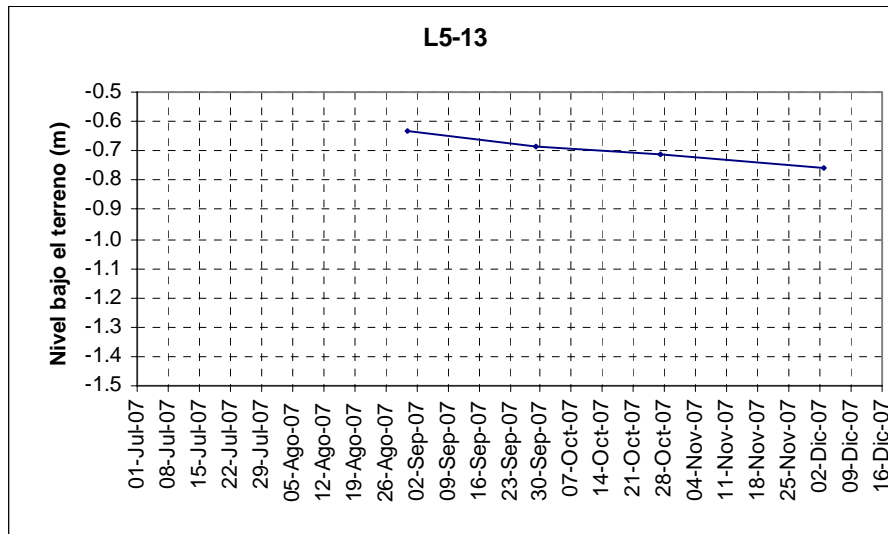


Figura 3-124. Nivel bajo el terreno, pozo L5-13.

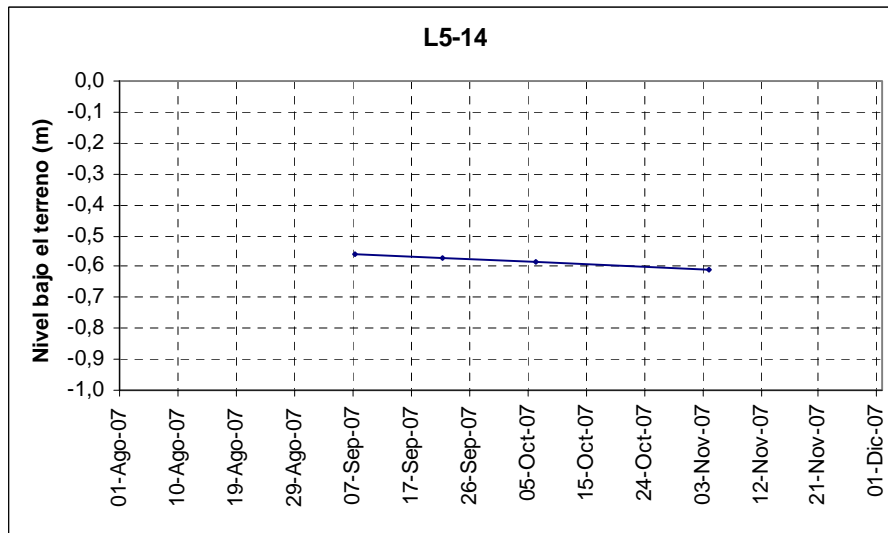


Figura 3-125. Nivel bajo el terreno, pozo L5-14.

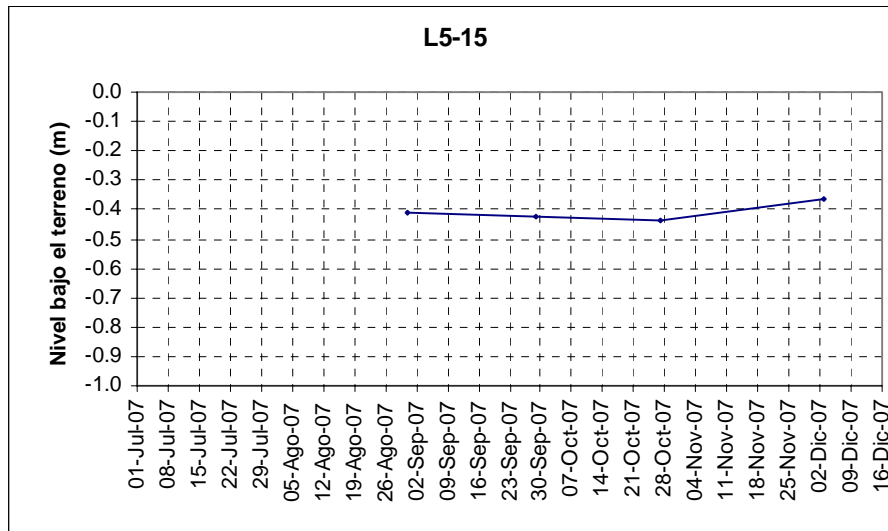


Figura 3-126. Nivel bajo el terreno, pozo L5-15.

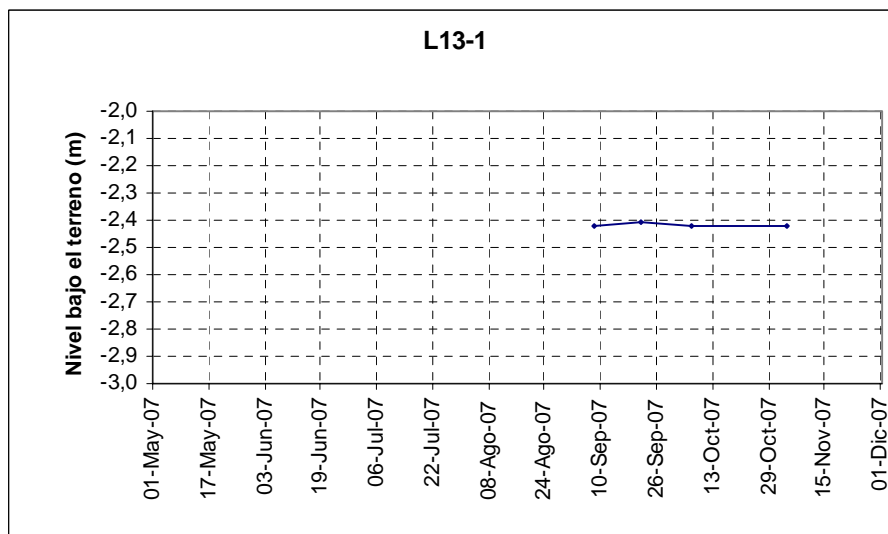


Figura 3-127. Nivel bajo el terreno, pozo L13-1.

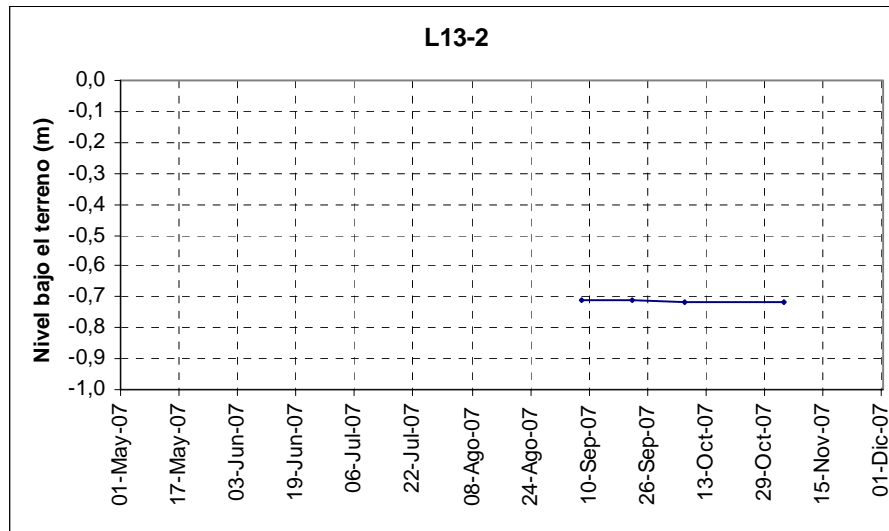


Figura 3-128. Nivel bajo el terreno, pozo L13-2.

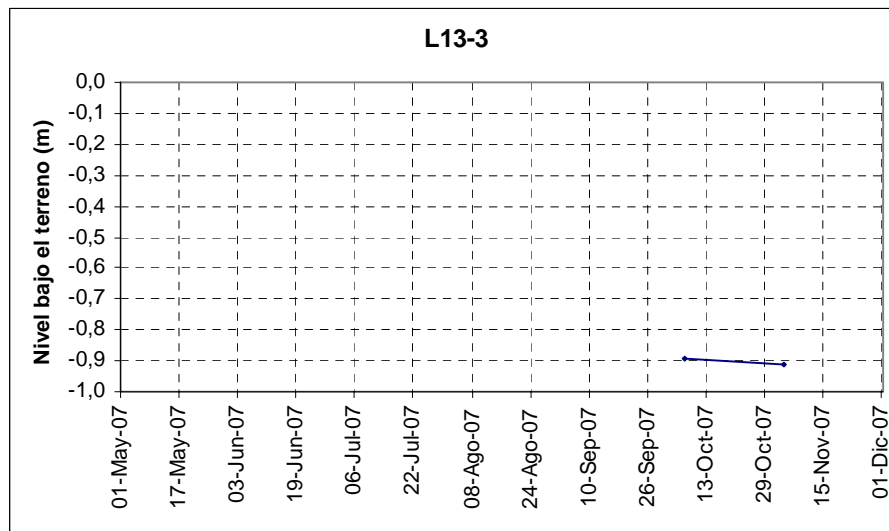


Figura 3-129. Nivel bajo el terreno, pozo L13-3.

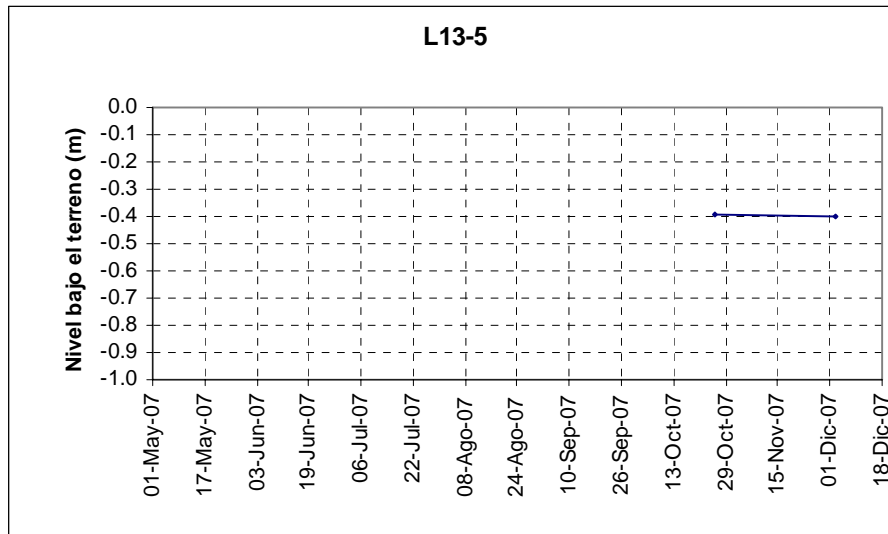


Figura 3-130. Nivel bajo el terreno, pozo L13-5.

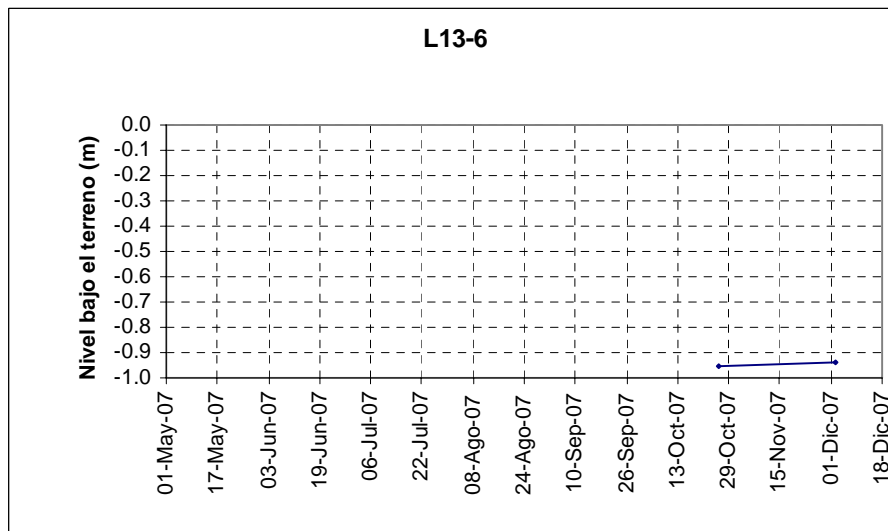


Figura 3-131. Nivel bajo el terreno, pozo L13-6.

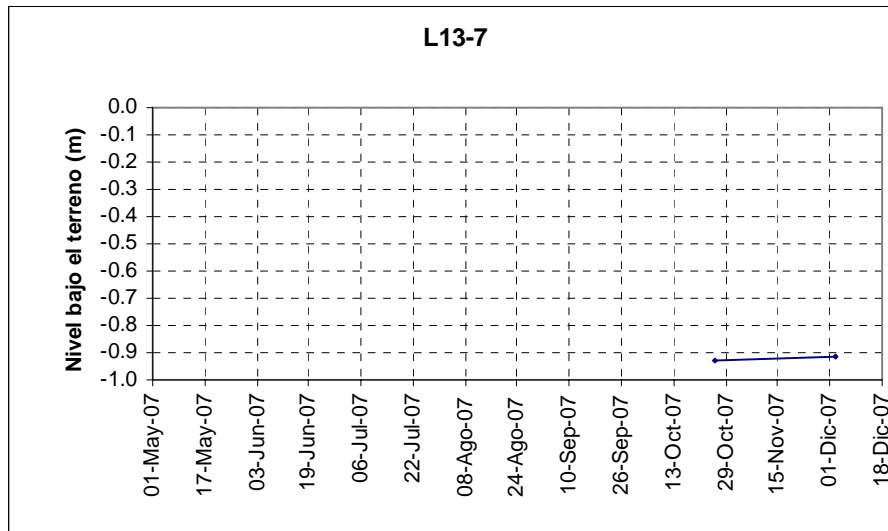


Figura 3-132. Nivel bajo el terreno, pozo L13-7.

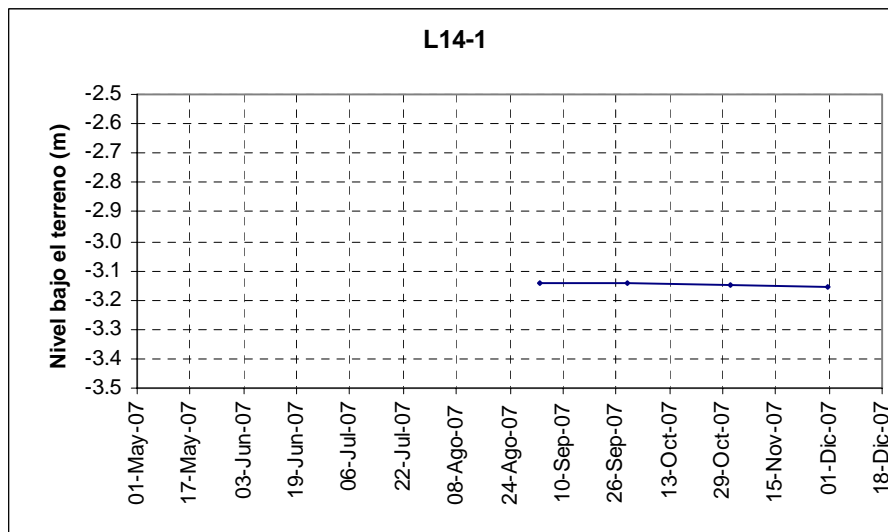


Figura 3-133. Nivel bajo el terreno, pozo L14-1.

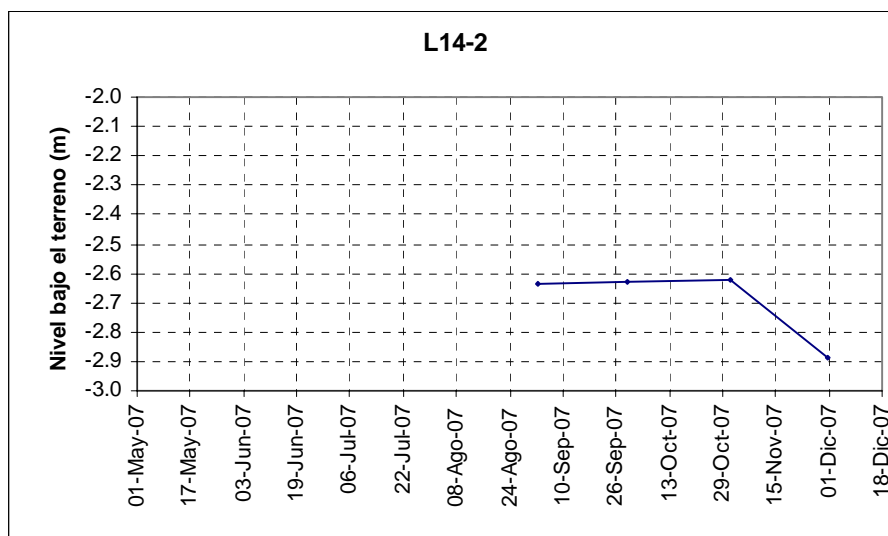


Figura 3-134. Nivel bajo el terreno, pozo L14-2.

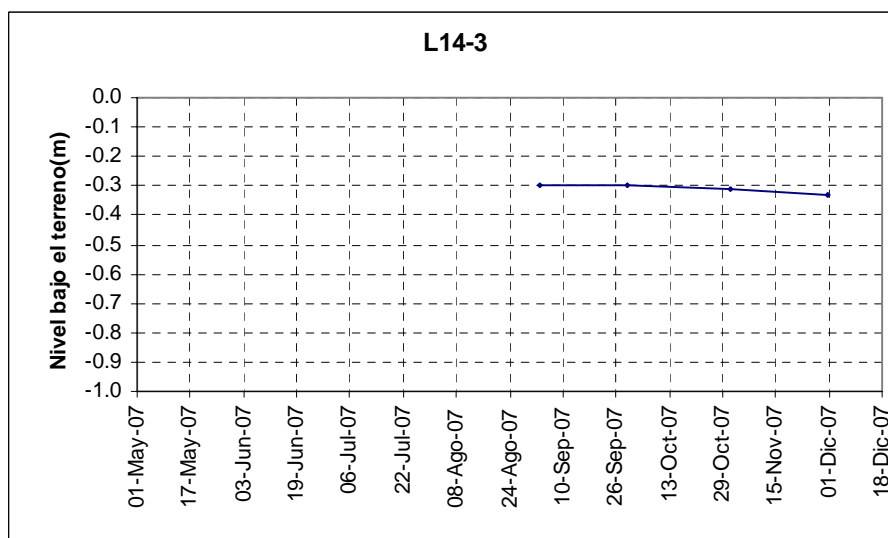


Figura 3-135. Nivel bajo el terreno, pozo L14-3.

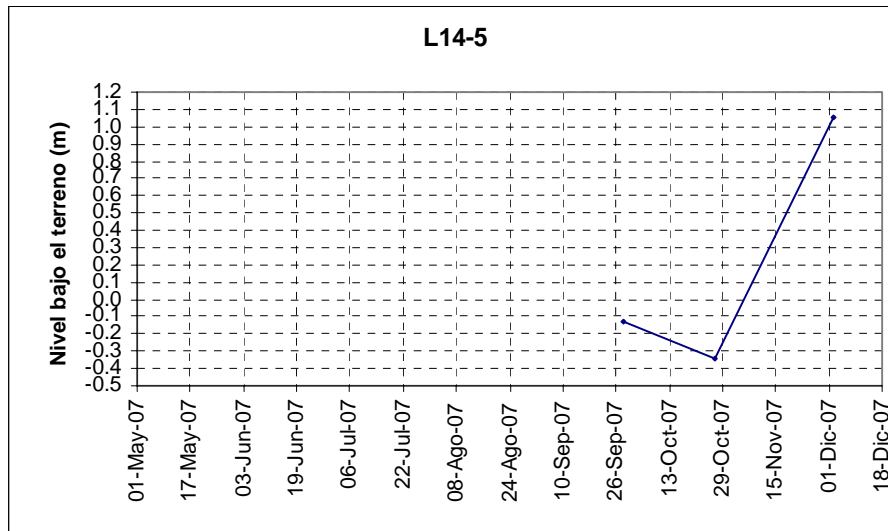


Figura 3-136. Nivel bajo el terreno, pozo L14-5.

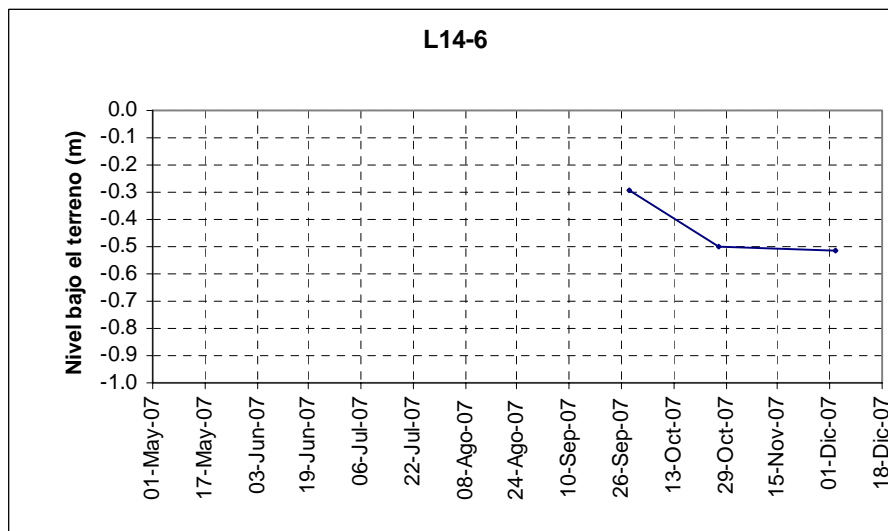


Figura 3-137. Nivel bajo el terreno, pozo L14-6.

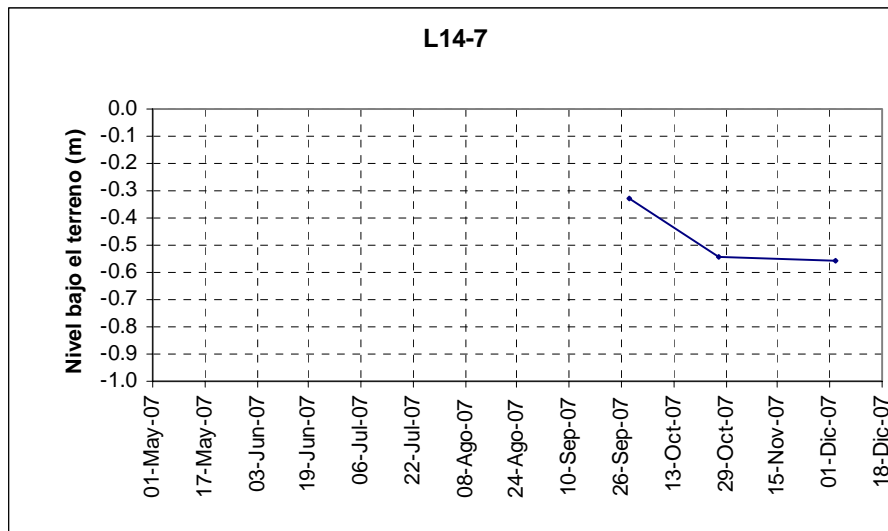


Figura 3-138. Nivel bajo el terreno, pozo L14-7.

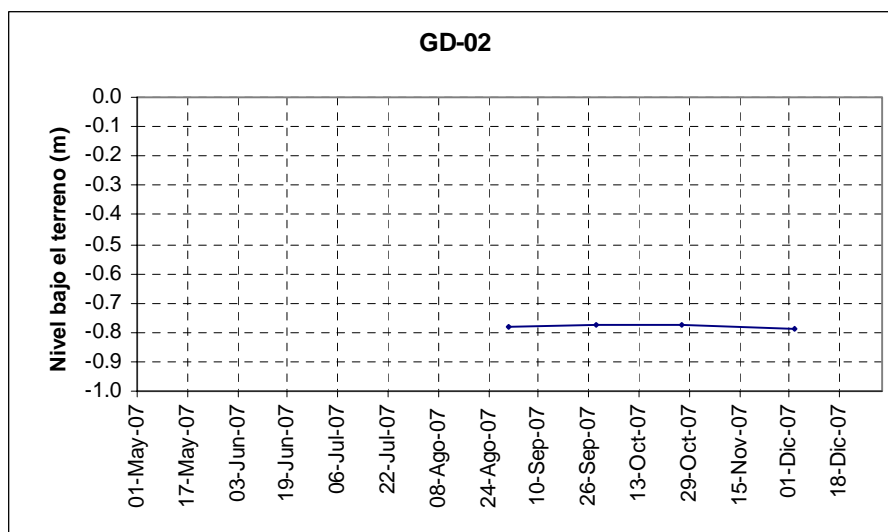


Figura 3-139. Nivel bajo el terreno, pozo GD-02.

3.2.1.3 Reglillas

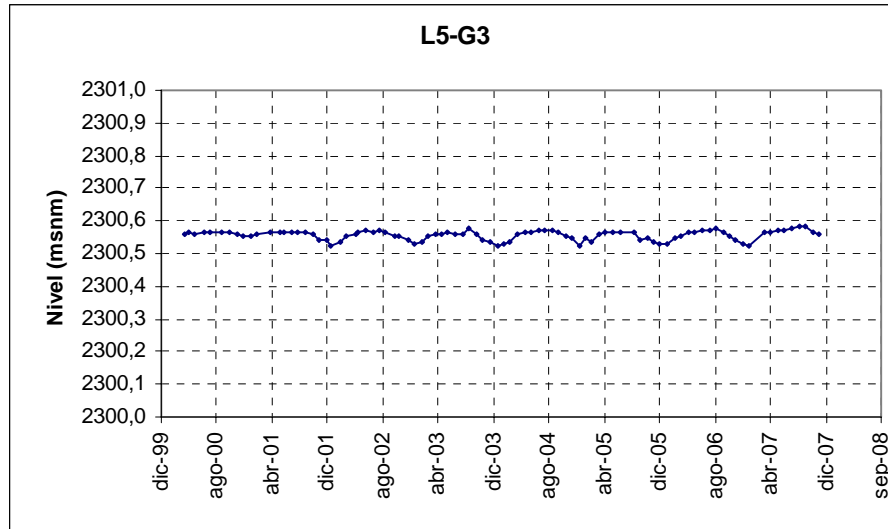


Figura 3-140. Nivel mensual observado en la reglilla L5-G3.

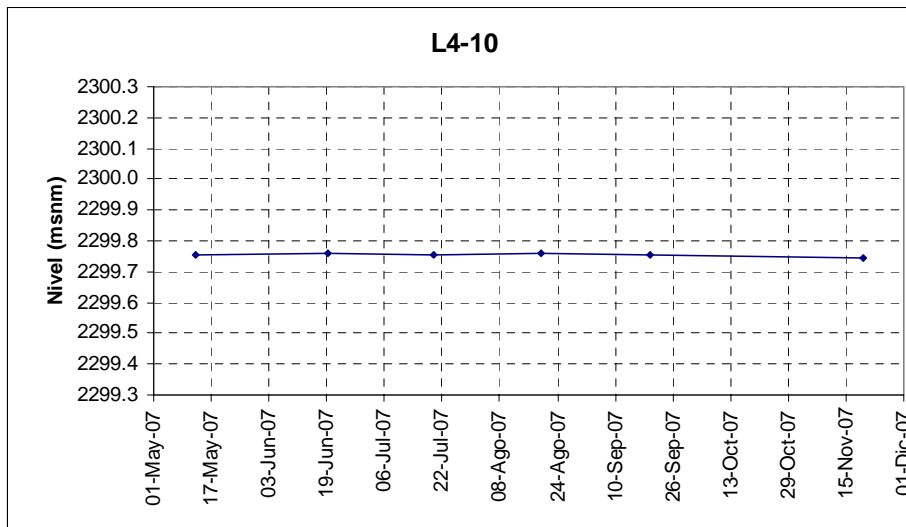


Figura 3-141. Nivel mensual observado en la reglilla L4-10.

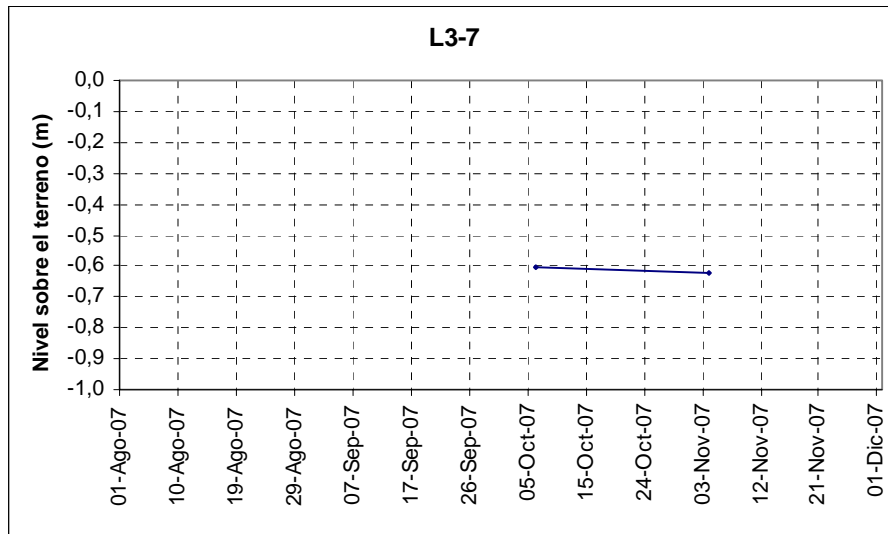


Figura 3-142. Nivel sobre el terreno, reglilla L3-7.

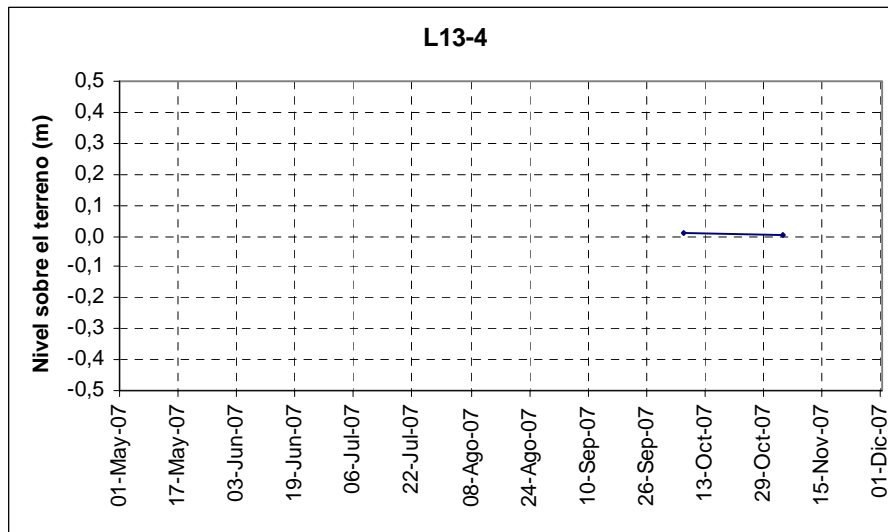


Figura 3-143. Nivel sobre el terreno, reglilla L13-4.

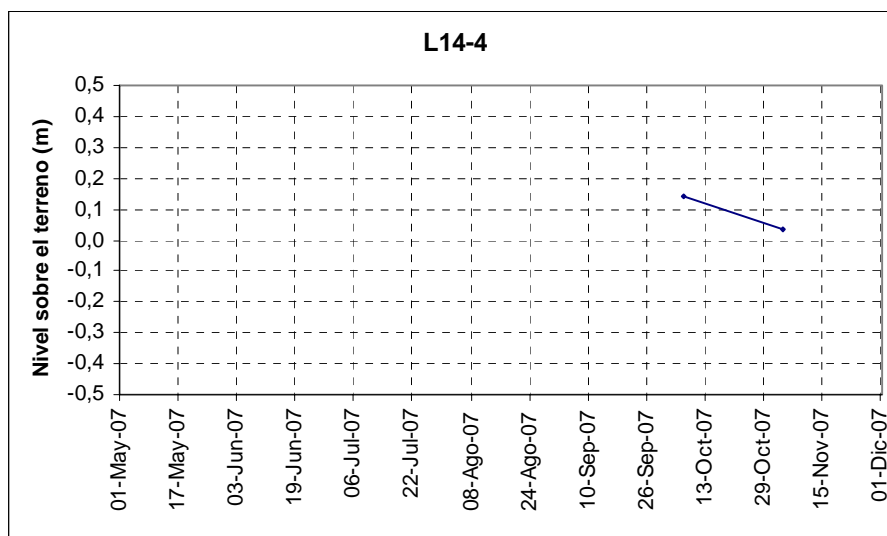


Figura 3-144. Nivel sobre el terreno, reglilla L14-4.

3.2.1.4 Pozos con medición continua de nivel

En Aguas de Quelana se han implementado 12 pozos con medición continua de nivel, los cuales se presentan desde la Figura 3-145 a la Figura 3-156. Nuevamente es necesario mencionar que en aquellos pozos cuya densidad es variable, esta metodología de medición requiere de una recalibración permanente. Los puntos mostrados en las figuras corresponden a mediciones manuales realizadas en esos pozos.

Al igual que para el caso del sistema Soncor hubo transductores de presión que presentaron problemas en su funcionamiento (L5-6, L5-8, L5-10) los que fueron debidamente reemplazados por transductores nuevos, de manera de asegurar una correcta medición de niveles.

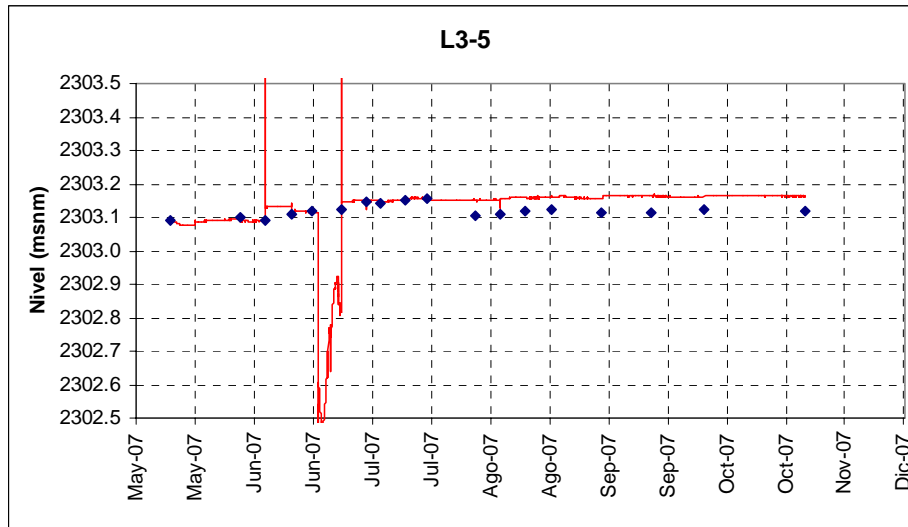


Figura 3-145. Nivel observado en el pozo L3-5. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

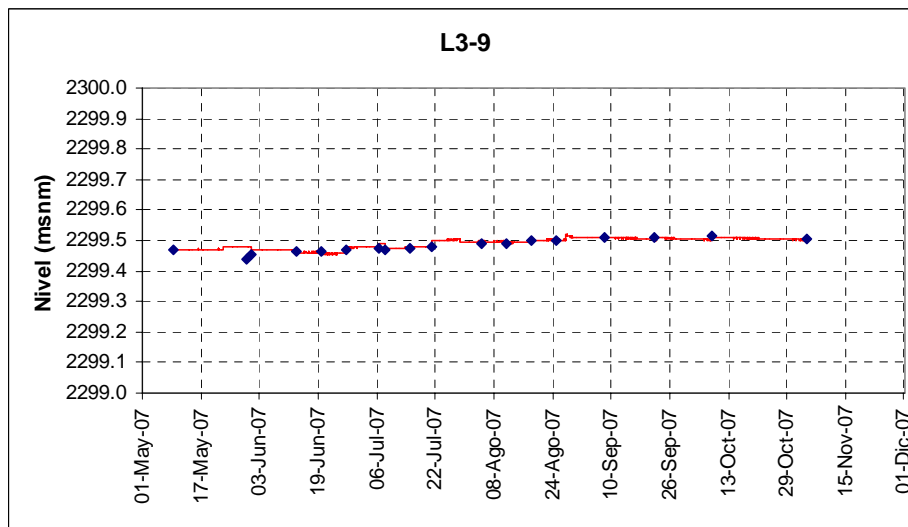


Figura 3-146. Nivel observado en el pozo L3-9. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

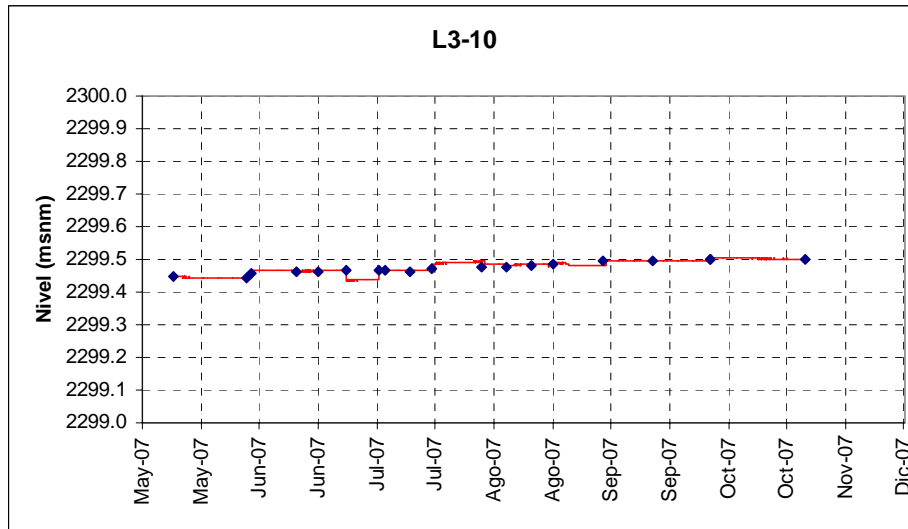


Figura 3-147. Nivel observado en el pozo L3-10. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

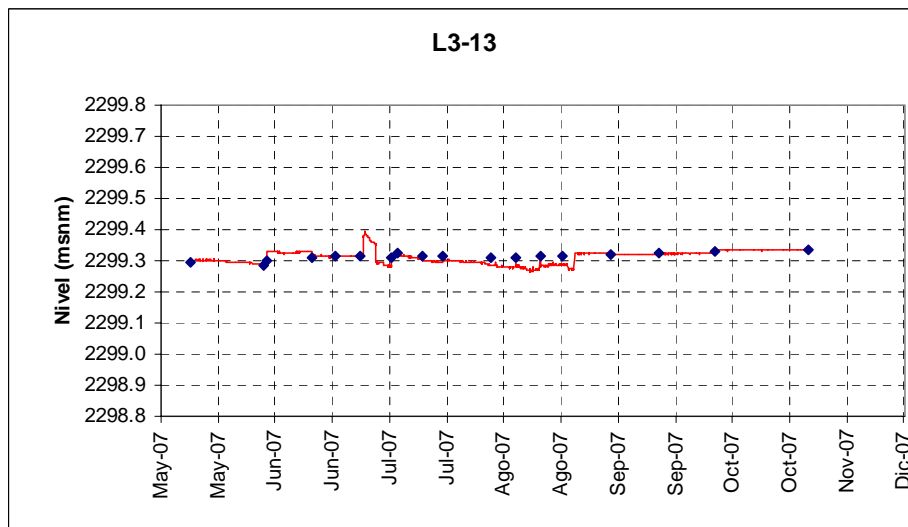


Figura 3-148. Nivel observado en el pozo L3-13. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

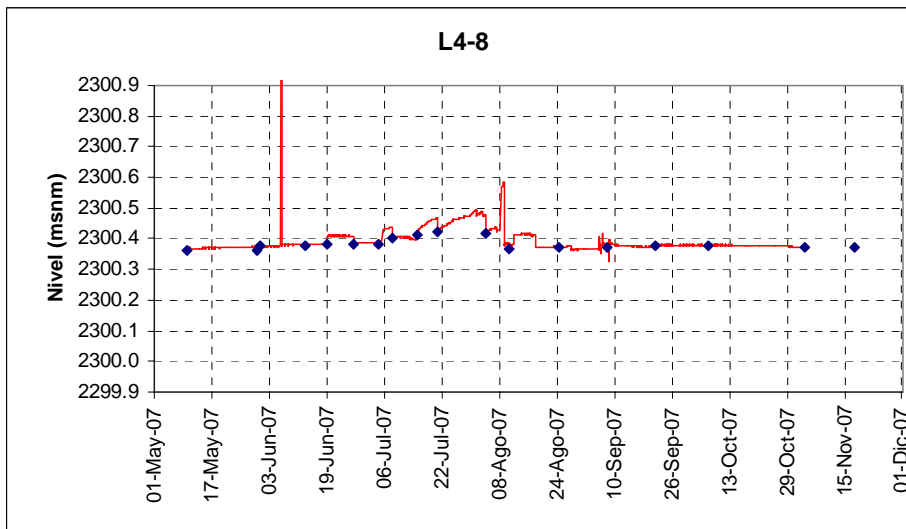


Figura 3-149. Nivel observado en el pozo L4-8. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

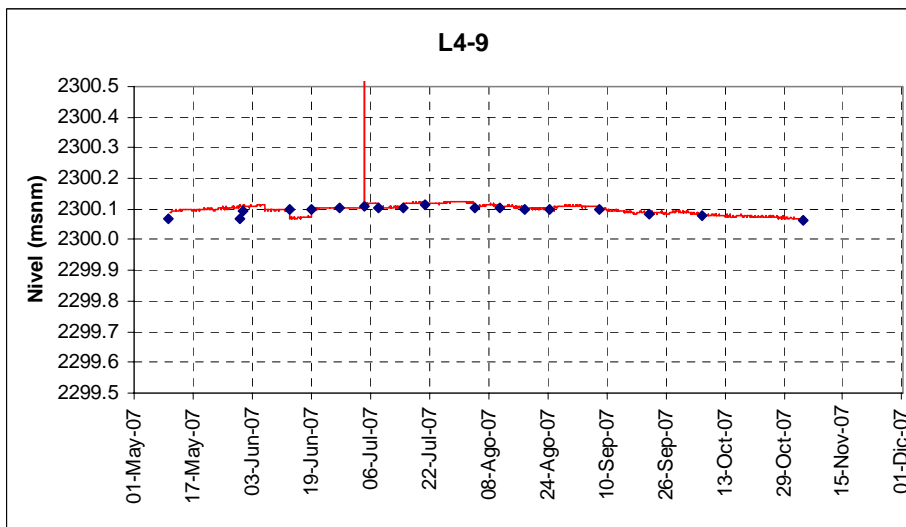


Figura 3-150. Nivel observado en el pozo L4-9. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

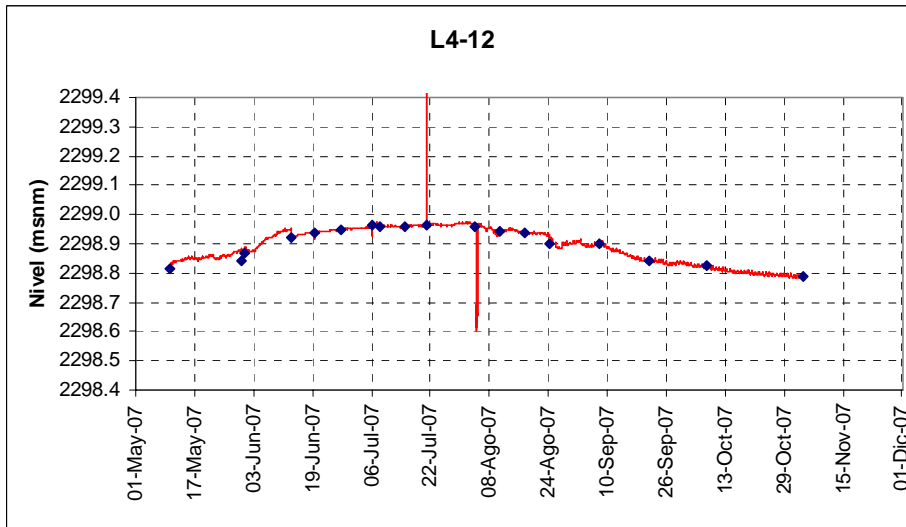


Figura 3-151. Nivel observado en el pozo L4-12. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

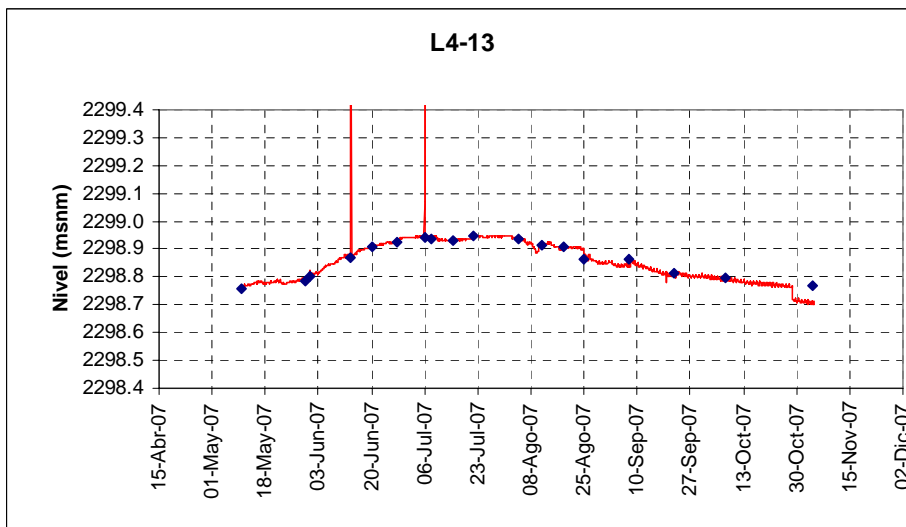


Figura 3-152. Nivel observado en el pozo L4-13. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

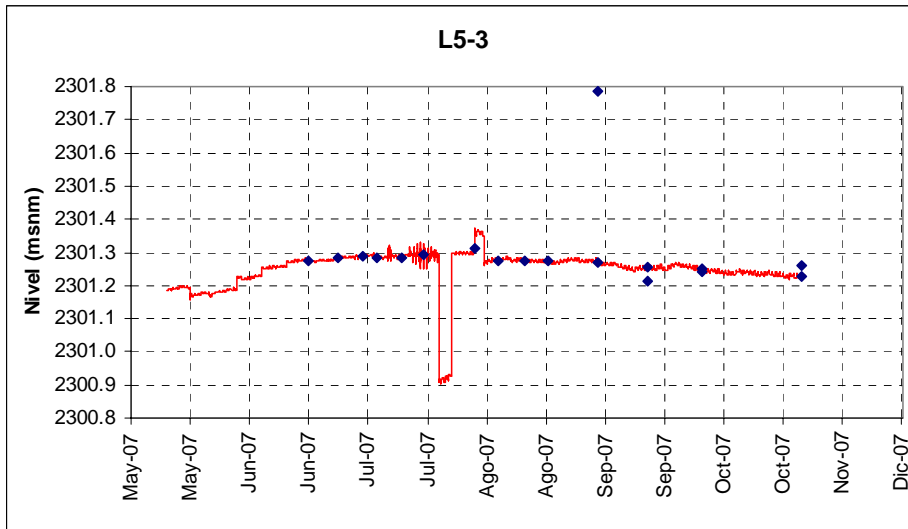


Figura 3-153. Nivel observado en el pozo L5-3. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

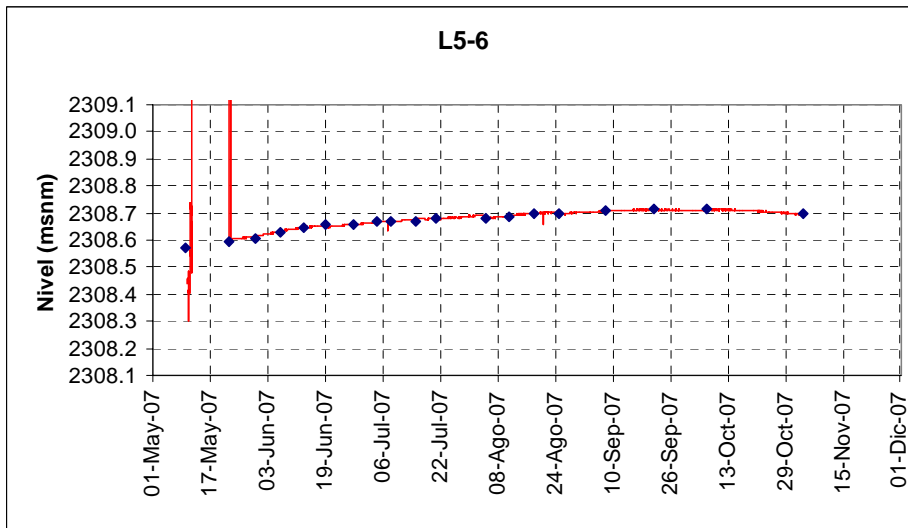


Figura 3-154. Nivel observado en el pozo L5-6. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

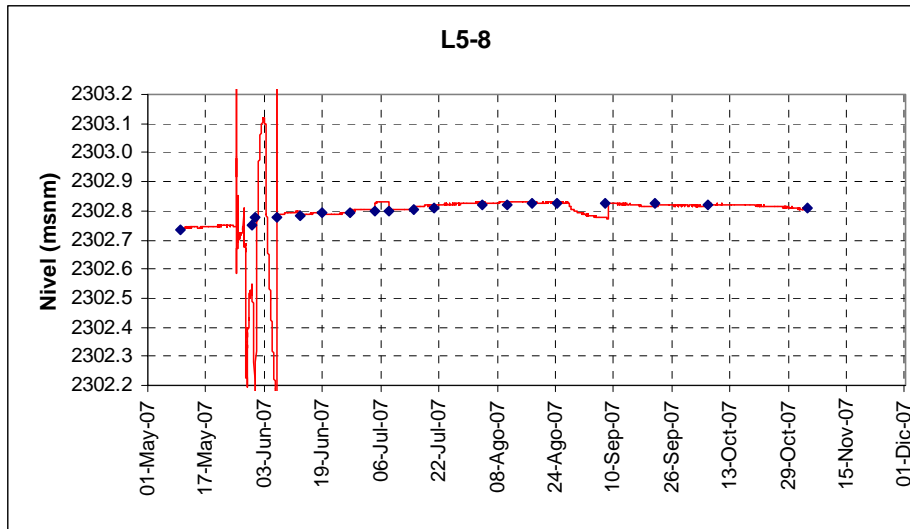


Figura 3-155. Nivel observado en el pozo L5-8. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

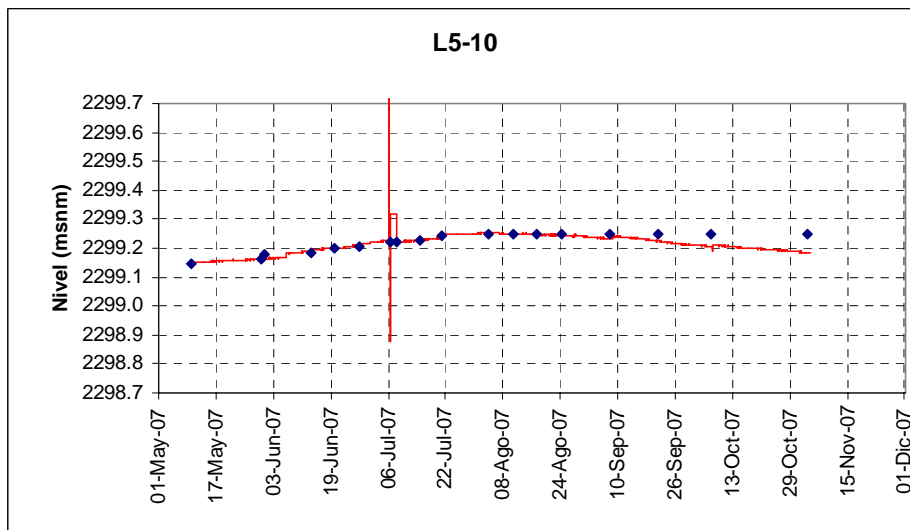


Figura 3-156. Nivel observado en el pozo L5-10. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

3.2.1.5 Pozos de salmuera

Desde la Figura 3-157 a la Figura 3-161 se presentan los pozos del PSAH del sistema Aguas de Quelana catalogados como salmuera.

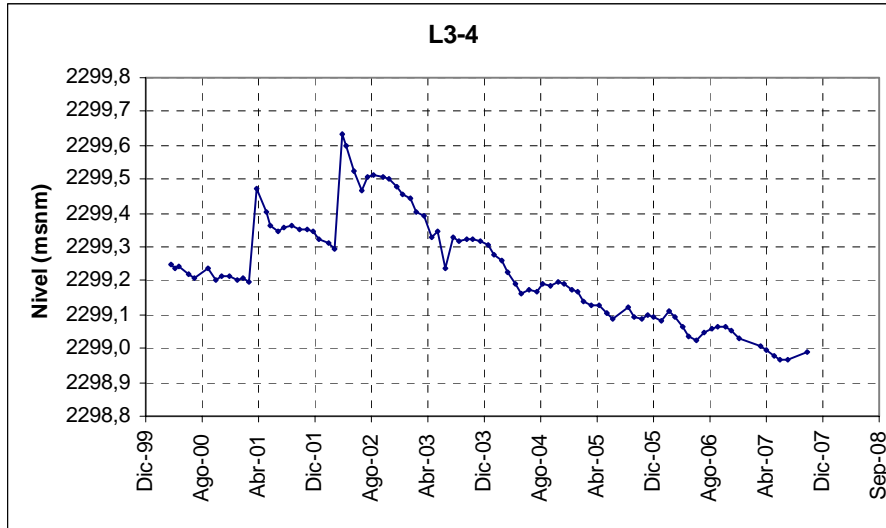


Figura 3-157. Nivel mensual observado en el pozo L3-4 (SOPM-8).

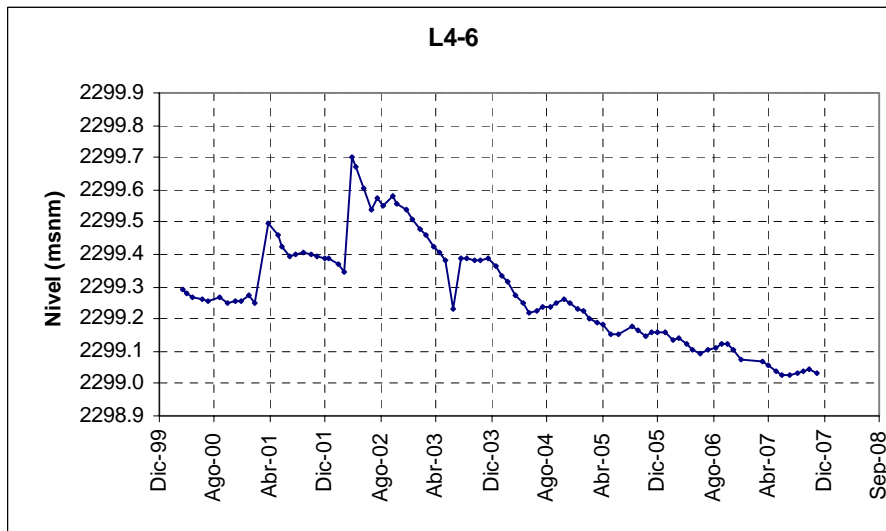


Figura 3-158. Nivel mensual observado en el pozo L4-6.

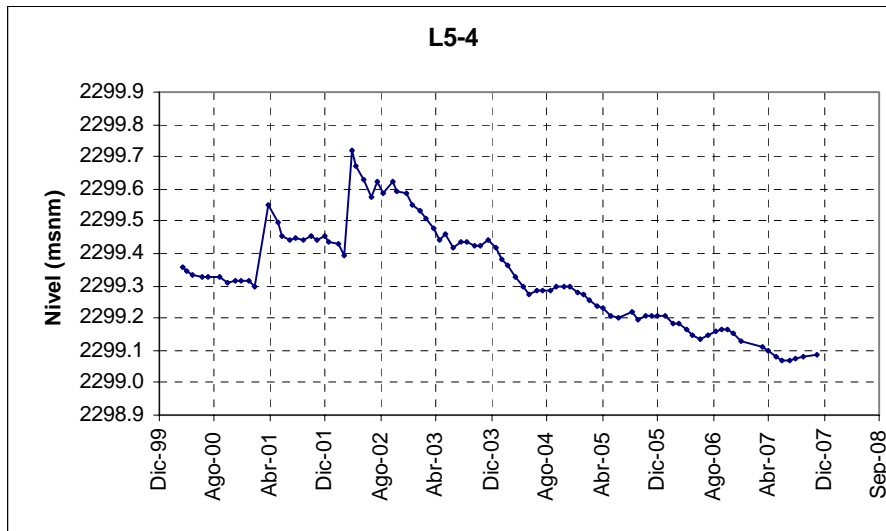


Figura 3-159. Nivel mensual observado en el pozo L5-4.

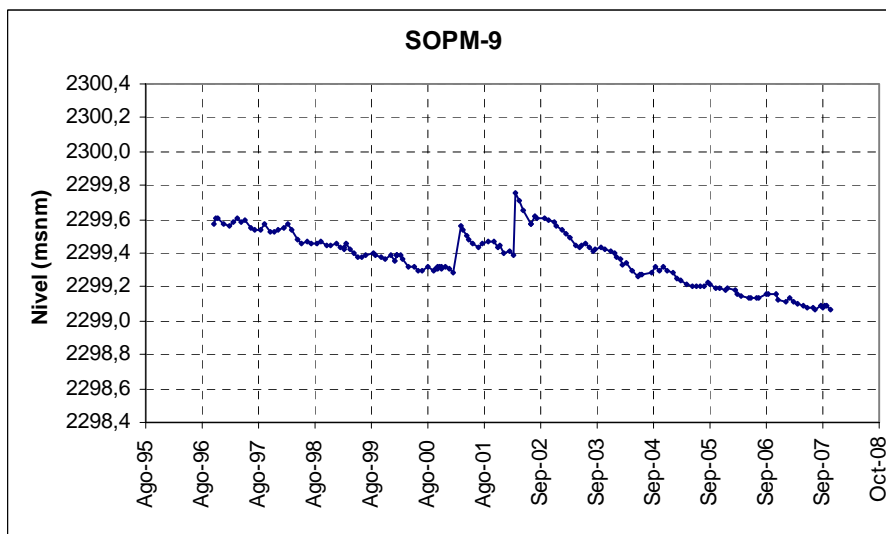


Figura 3-160. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-9.

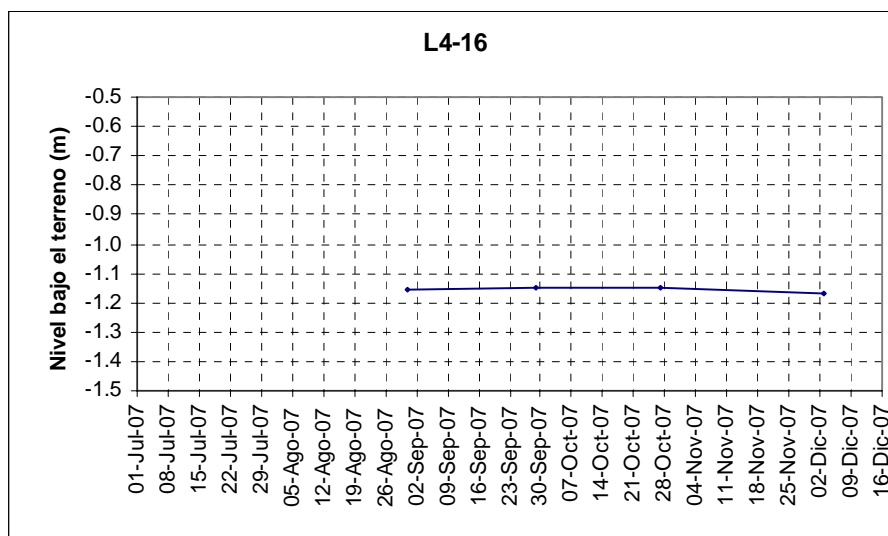


Figura 3-161. Nivel bajo el terreno, pozo L4-16.

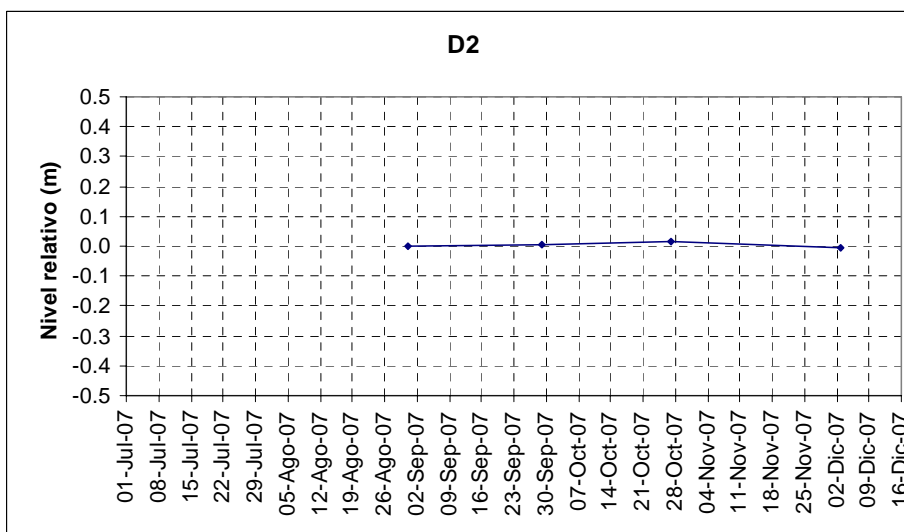


Figura 3-162. Nivel relativo con respecto a la primera medición, pozo D2.

3.2.1.6 Pozos de bombeo

En la Figura 3-163 y Figura 3-164 se presenta el nivel observado en el pozo de bombeo CAMAR-2 (no está funcionando) y SOCAIRE-5B respectivamente.

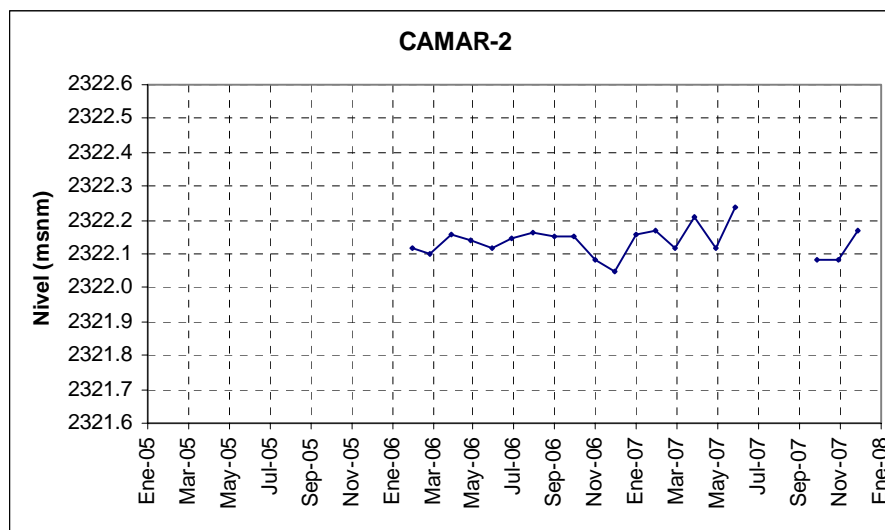


Figura 3-163. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo CAMAR-2.

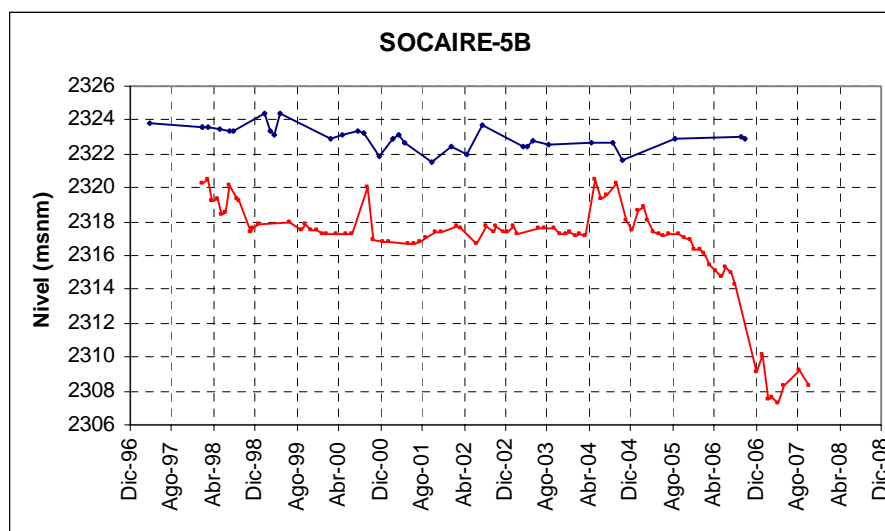


Figura 3-164. Nivel mensual estático (línea azul) y dinámico (línea roja) observado en el pozo de bombeo SOCAIRE-5B.

3.2.2 Volumen bombeado

En el sistema Aguas de Quelana se explota agua desde el pozo SOCAIRE-5B, cuyo volumen extraído se presenta en la Figura 3-165. El pozo CAMAR-2 no registra extracciones.

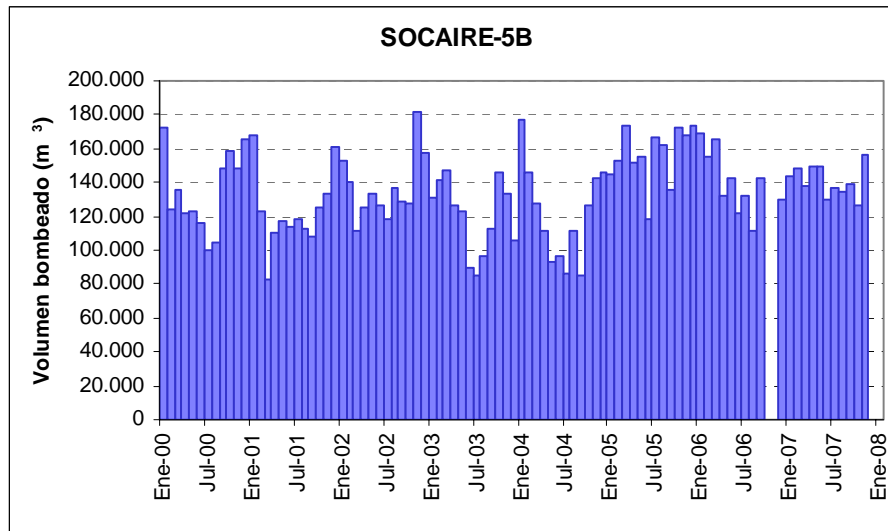


Figura 3-165. Volumen mensual bombeado desde el pozo SOCAIRE-5B.

3.2.3 Calidad química

Los pozos existentes que monitorean la calidad del agua subterránea en el sistema Aguas de Quelana son: L4-3, L4-6, L4-8, L4-9, L4-12, L5-3, CAMAR-2 y SOCAIRE-5B además de la reglilla L4-10. Los análisis los realizó ALS Environmental, cuyos informes se adjuntan en el Anexo 5.2. Los resultados de los análisis para los pozos de observación y para los pozos de bombeo se presentan entre la Tabla 3-13 y Tabla 3-16. Los resultados de los análisis de la muestra de la reglilla L4-10 se presentan en la Tabla 3-17.

El pozo L4-3 es parte del monitoreo de la calidad del agua de los sistemas Aguas de Quelana, Borde Este y Cuña Salina y será presentado sólo en esta sección.

Tabla 3-13. Resultados de los análisis químicos efectuados en los pozos de observación del sistema Aguas de Quelana. (fecha de muestreo 30 y 31 de julio de 2007).

Pozo	Conductividad (µs/cm)	Densidad (mg/L)	Sólidos totales (mg/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	pH
L4-3	82.200	1,07	46.210	15	46.000	9,10
L4-6	619.000	1,23	413.450	31	413.000	7,09
L4-8	125.000	1,06	76.000	1.060	74.000	7,88
L4-9	150.000	1,09	96.540	12	96.000	8,25
L4-12	415.000	1,16	254.300	56	254.000	7,82
L5-3	4.130	1,01	3.170	256	2.770	8,03

Tabla 3-14. Resultados de los análisis químicos efectuados en los pozos de observación del sistema Aguas de Quelana. (fecha de muestreo 31 de octubre de 2007).

Pozo	Conductividad (µs/cm)	Densidad (mg/L)	Sólidos totales (mg/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	pH
L4-3	94.200	1,03	44.600	34	43.800	9,11
L4-6	613.000	1,22	498.700	634	498.000	7,06
L4-8	97.000	1,03	60.500	43	59.400	7,75
L4-9	157.000	1,06	114.700	10	114.000	8,24
L4-12	414.000	1,15	321.900	379	321.000	7,77
L5-3	4.400	0,97	3.940	1355	2.470	7,96

Tabla 3-15. Resultados de los análisis químicos efectuados en los pozos CAMAR-2 y SOCAIRE-5B. (fecha de muestreo 24 de julio de 2007).

Parámetro	Unidades	CAMAR-2	SOCAIRE-5B
Alcalinidad bicarbonato	mg/L	31	527
Alcalinidad carbonato	mg/L	40	< 1
Alcalinidad total	mg/L	71	527
Arsénico total	mg/L	< 0,005	3,14
Calcio total	mg/L	85,0	38,0
Cloruro	mg/L	7.420	523
Hierro total	mg/L	0,29	< 0,05
Manganeso total	mg/L	0,43	< 0,01
Magnesio total	mg/L	377	50,9
Nitrógeno nitrato	mg/L	0,9	1,6
pH	pH	8,99	6,90
Sodio total	mg/L	3.530	450
Sólidos disueltos	mg/L	19.500	2.580
Sulfato	mg/L	330	858
Potasio total	mg/L	350	30,6
Zinc total	mg/L	< 0,01	< 0,01

Tabla 3-16. Resultados de los análisis químicos efectuados en los pozos CAMAR-2 y SOCAIRE-5B. (fecha de muestreo 24 de octubre de 2007).

Parámetro	Unidades	CAMAR-2	SOCAIRE-5B
Alcalinidad total	mg/L	71	495
Arsénico total	mg/L	0,015	8,25
Calcio total	mg/L	123	85
Cloruro	mg/L	6.570	485
Hierro total	mg/L	0,57	< 0,05
Manganeso total	mg/L	0,41	< 0,01
Magnesio total	mg/L	280	60
Nitrógeno nitrato	mg/L	1,8	1,6
pH	pH	8,64	7,13
Sodio total	mg/L	3.300	590
Sólidos disueltos	mg/L	15.600	2.360
Sulfato	mg/L	279	738
Potasio total	mg/L	420	37
Zinc total	mg/L	0,28	0,03

Tabla 3-17. Resultados de los análisis químicos efectuados en la reglilla L4-10 del sistema Aguas de Quelana.

Parámetro	Unidades	L4-10	
		31/07/2007	31/10/2007
Alcalinidad bicarbonato	mg/L	395	
Alcalinidad carbonato	mg/L	22	
Alcalinidad total	mg/L	417	355
Arsénico total	mg/L	1,75	2,6
Calcio total	mg/L	167	147
Cloruro	mg/L	12.920	17.600
Dureza total	mg/L	2.737	3.159
Fosfato	mg/L	1,06	2,37
Magnesio total	mg/L	669	805
Nitrógeno nitrato	mg/L	1,8	3,1
Oxígeno disuelto	mg/L	< 1	< 1
pH	pH	8,45	8,26
Potasio total	mg/L	1.100	3.680
Salinidad	%	28,8	55,9
Sodio total	mg/L	7.150	9.990
Sólidos totales	mg/L	30.900	42.800
Sólidos suspendidos	mg/L	12	13
Sólidos disueltos	mg/L	29.500	42.800
Sulfato	mg/L	1.990	2.310
Temperatura	°C	9	19

3.3 Peine

3.3.1 Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presentan los niveles de todos los pozos y reglillas construidos como parte de la red de monitoreo del PSAH para el sistema Peine.

El pozo L10-1 (Tabla 3-18) es parte del monitoreo de los sistemas Peine y Cuña Salina y será presentado sólo en esta sección.

3.3.1.1 Pozos de zona marginal

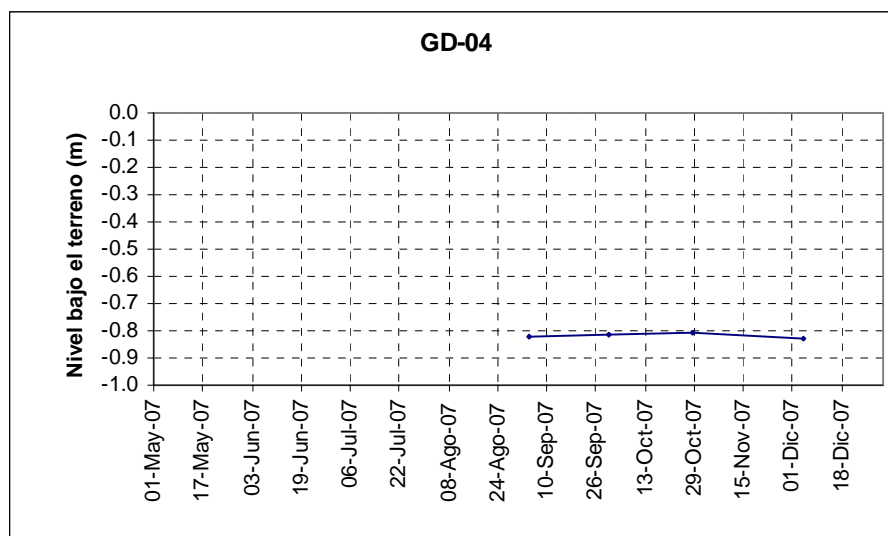


Figura 3-166. Nivel bajo el terreno, pozo GD-04.

Tabla 3-18. Nivel bajo el terreno, pozo L10-1.

Pozo	Fecha	Nivel bajo el terreno [m]
L10-1	02-Nov-07	-8,71

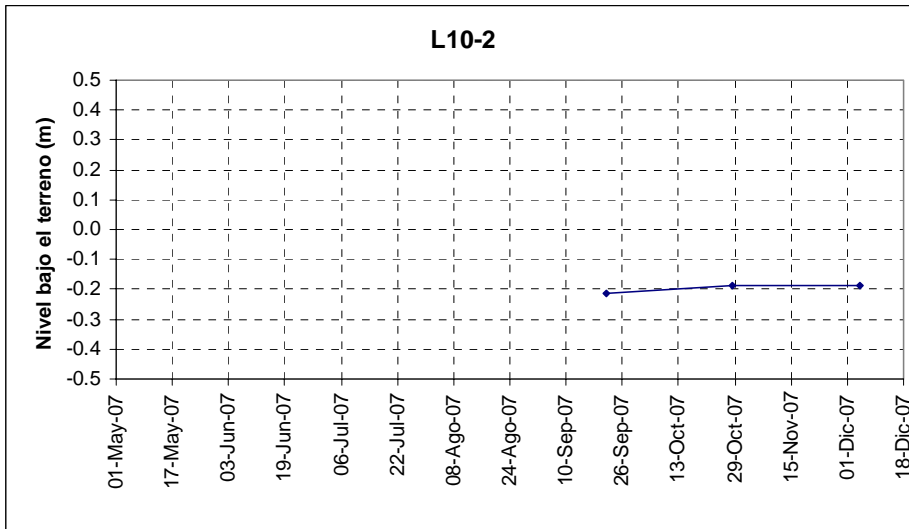


Figura 3-167. Nivel bajo el terreno, pozo L10-2.

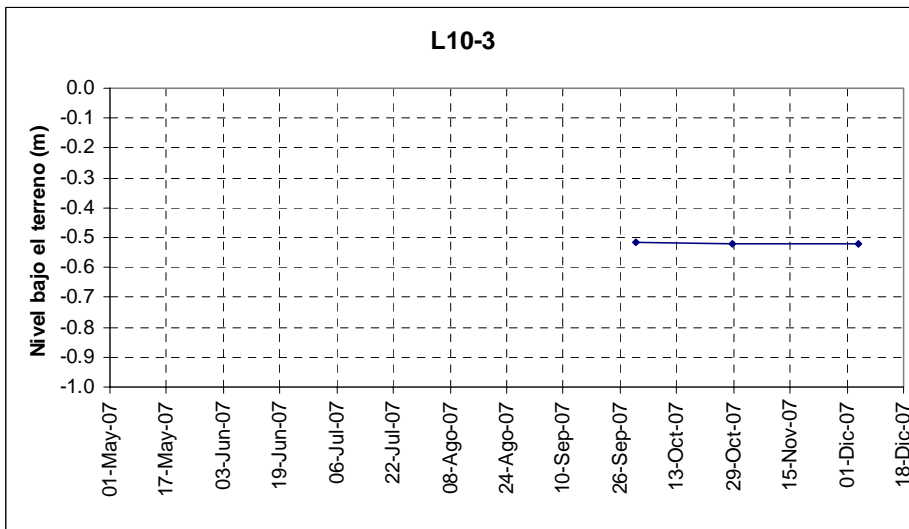


Figura 3-168. Nivel bajo el terreno, pozo L10-3.

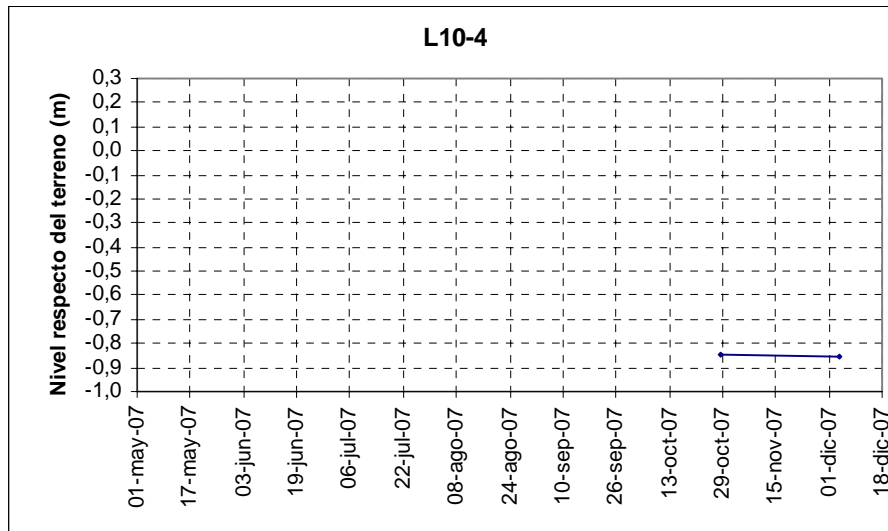


Figura 3-169. Nivel respecto del terreno, pozo L10-4.

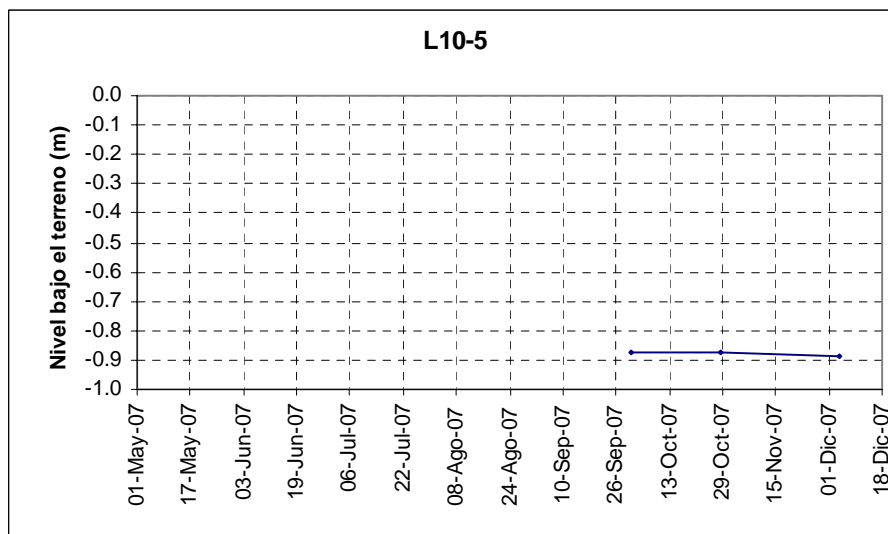


Figura 3-170. Nivel bajo el terreno, pozo L10-5.

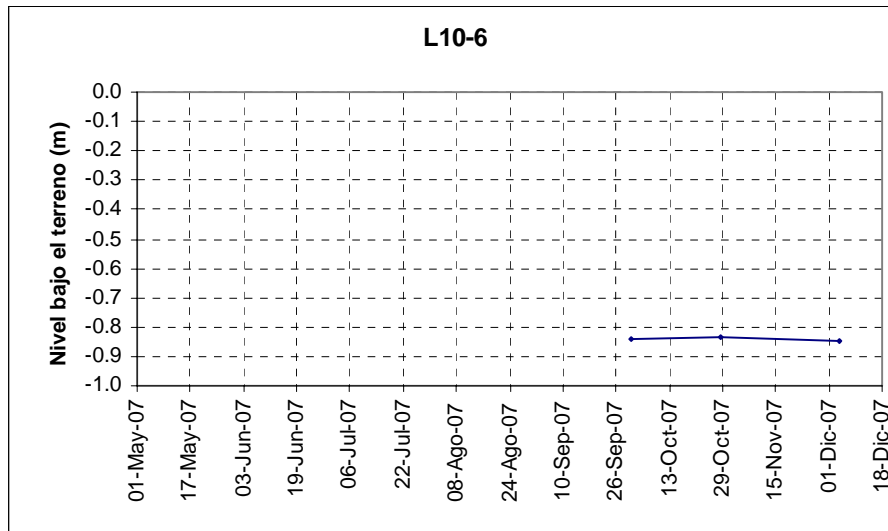


Figura 3-171. Nivel bajo el terreno, pozo L10-6.

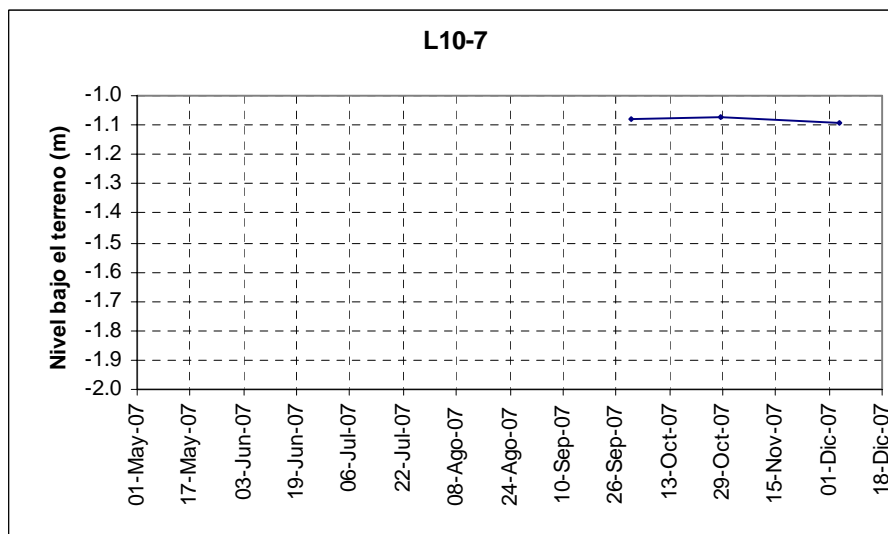


Figura 3-172. Nivel bajo el terreno, pozo L10-7.

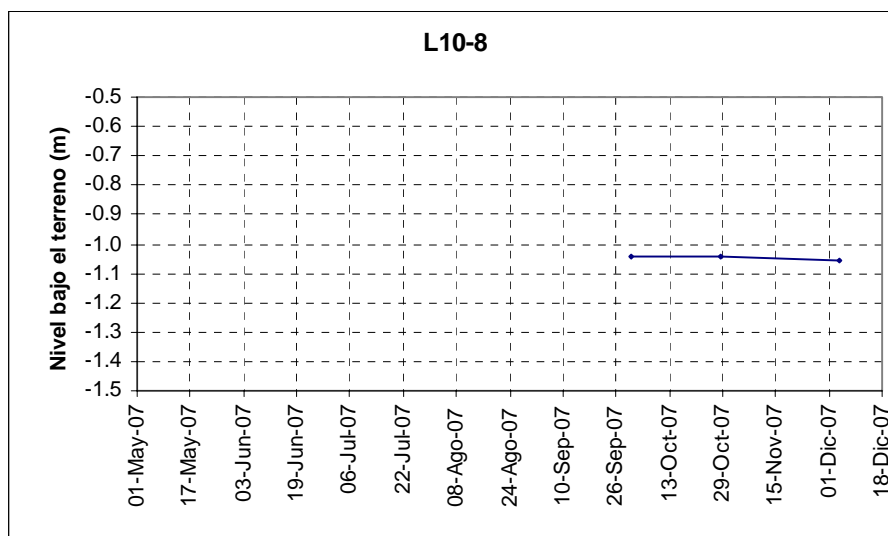


Figura 3-173. Nivel bajo el terreno, pozo L10-8.

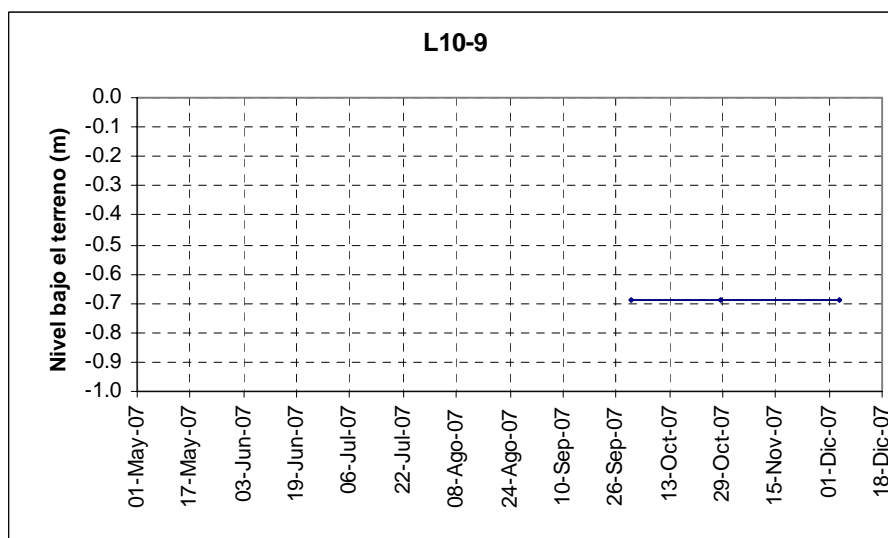


Figura 3-174. Nivel bajo el terreno, pozo L10-9.

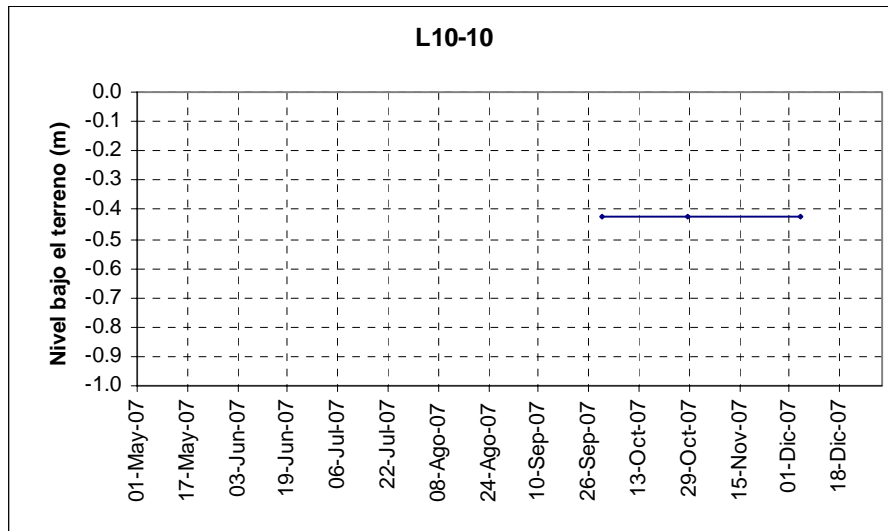


Figura 3-175. Nivel bajo el terreno, pozo L10-10.

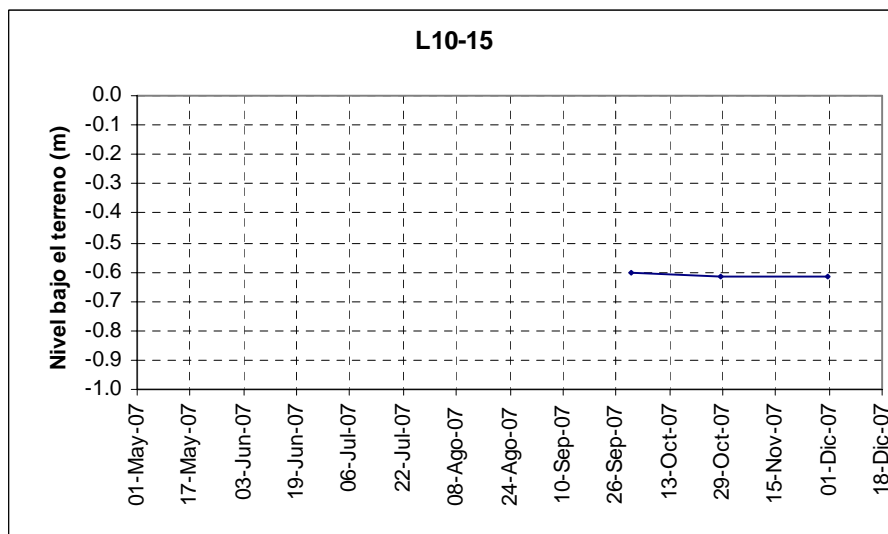


Figura 3-176. Nivel bajo el terreno, pozo L10-15.

3.3.1.2 Pozos de salmuera

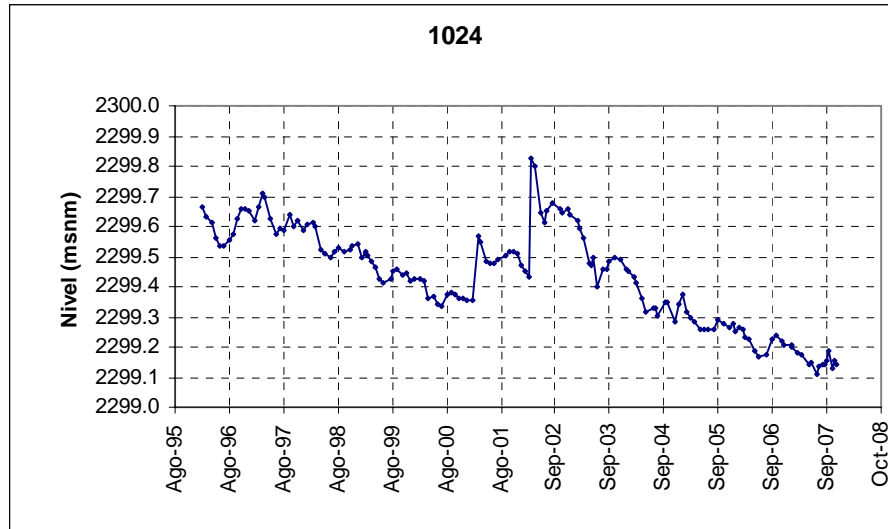


Figura 3-177. Nivel mensual observado en el pozo 1024.

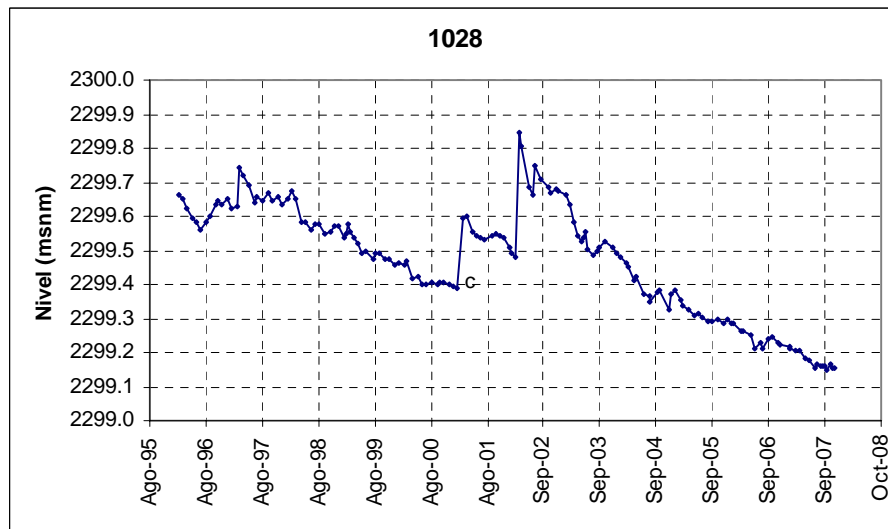


Figura 3-178. Nivel mensual observado en el pozo 1028.

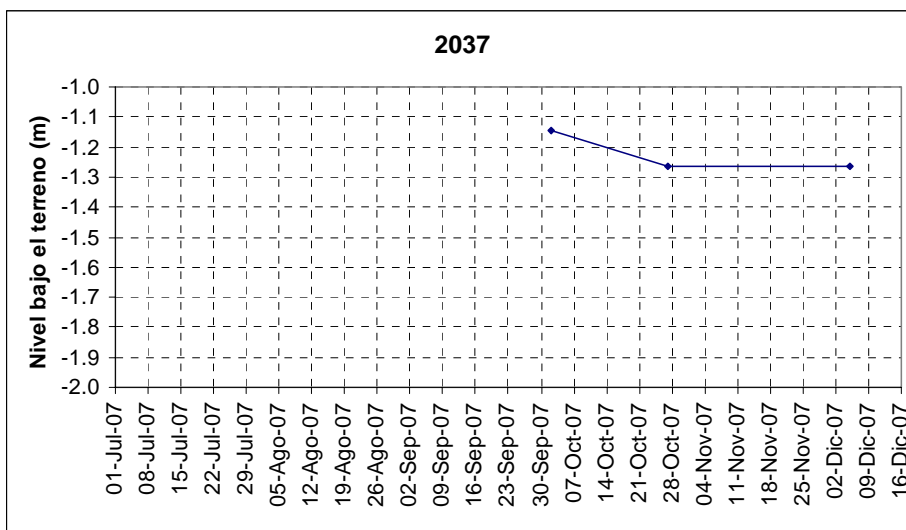


Figura 3-179. Nivel bajo el terreno, pozo 2037.

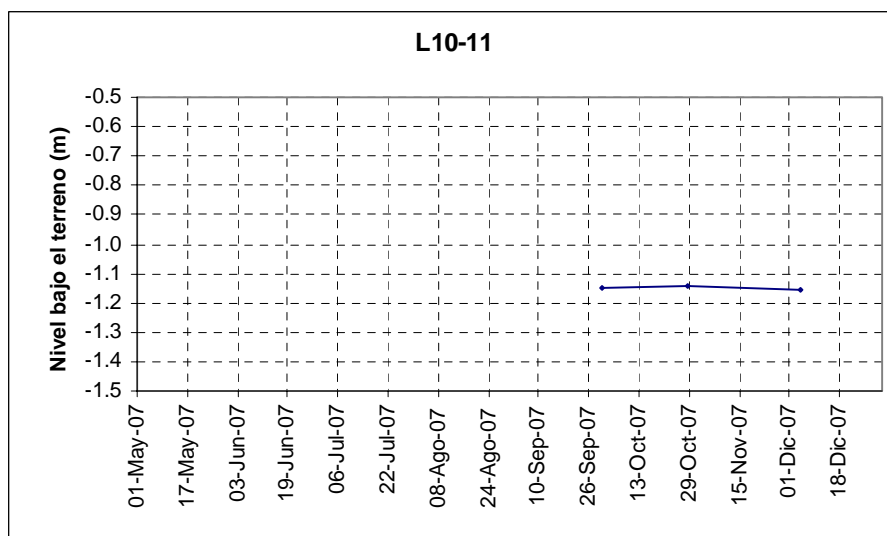


Figura 3-180. Nivel bajo el terreno, pozo L10-11.

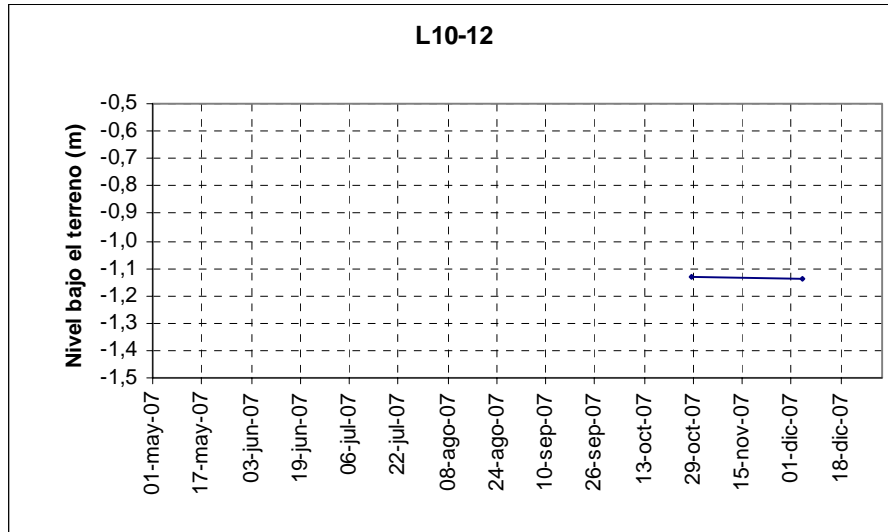


Figura 3-181. Nivel bajo el terreno, pozo L10-12.

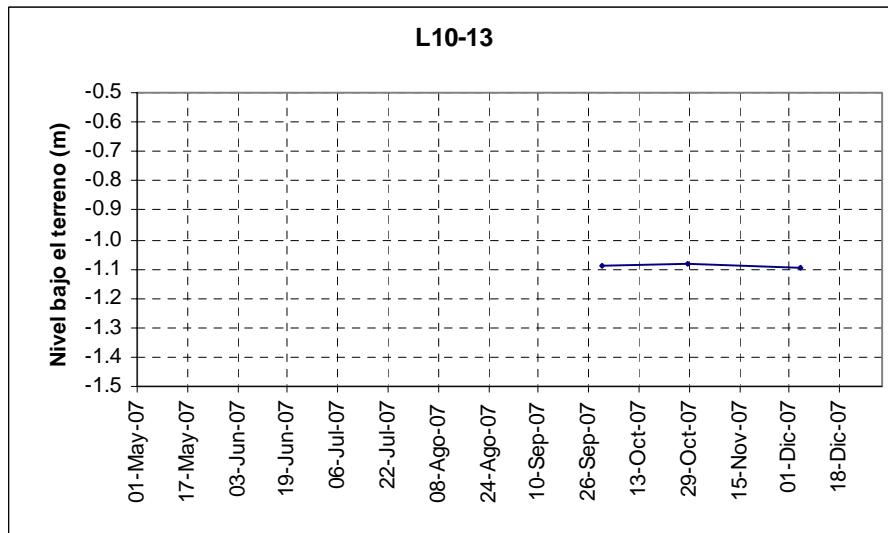


Figura 3-182. Nivel bajo el terreno, pozo L10-13.

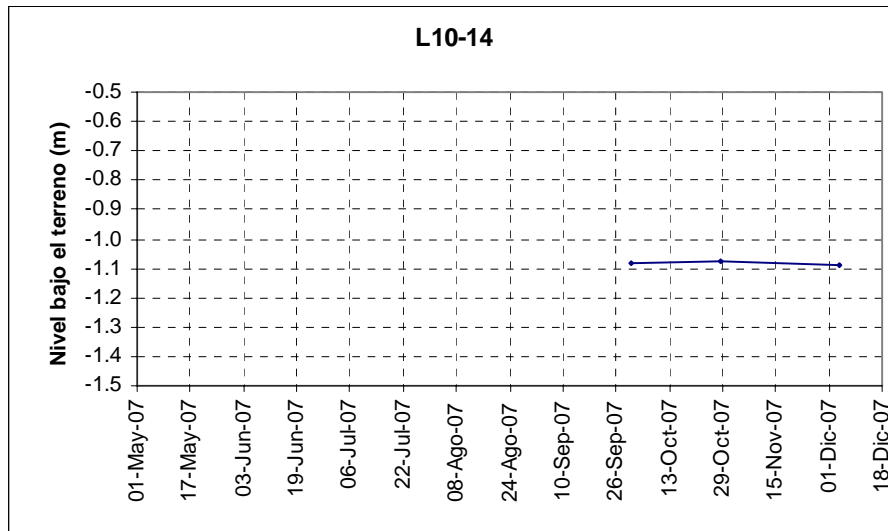


Figura 3-183. Nivel bajo el terreno, pozo L10-14.

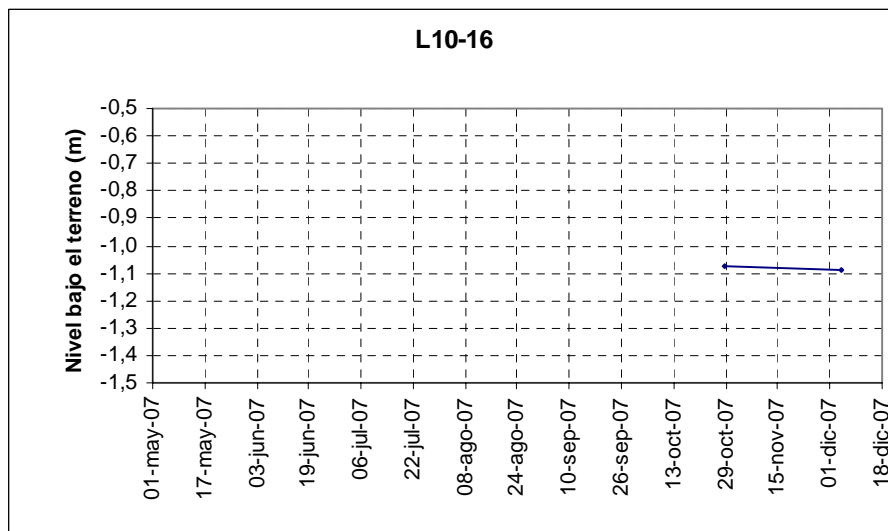


Figura 3-184. Nivel bajo el terreno, pozo L10-16.

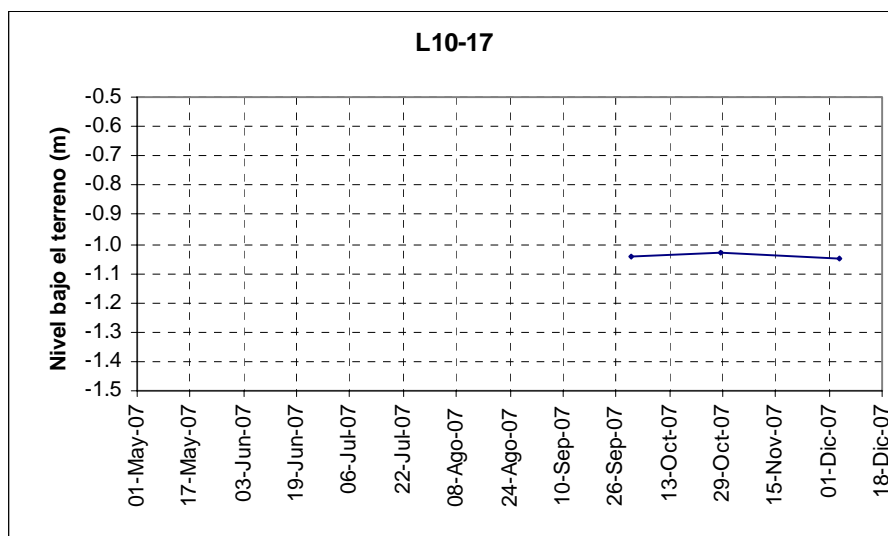


Figura 3-185. Nivel bajo el terreno, pozo L10-17.

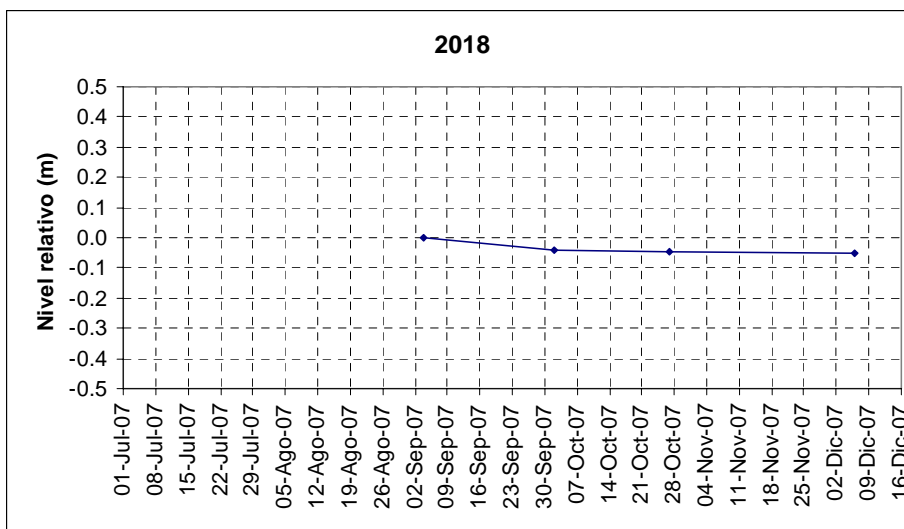


Figura 3-186. Nivel relativo con respecto a la primera medición, pozo 2018.

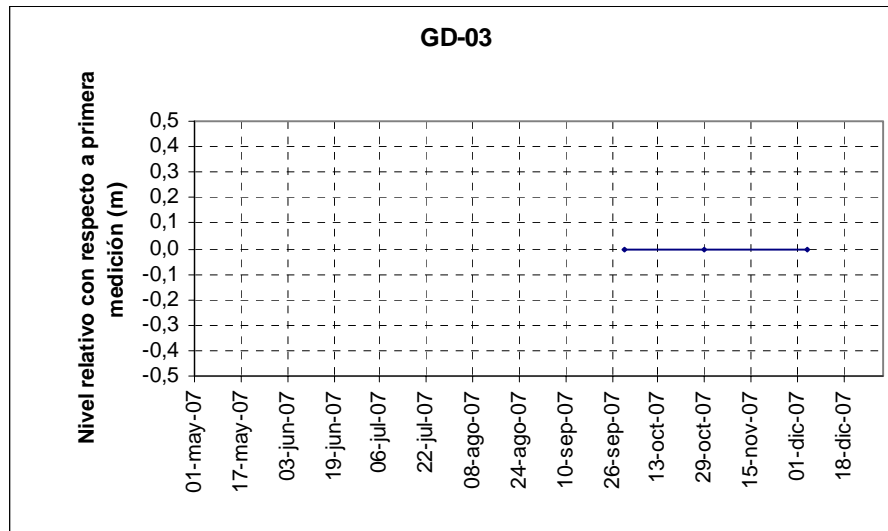


Figura 3-187. Nivel relativo con respecto a la primera medición, pozo GD-03.

3.3.1.3 Nivel lacustre

Las lagunas Salada (Figura 3-188) y Saladita (Figura 3-189) presentan un comportamiento bastante estable, en cambio la laguna Interna (Figura 3-190) es más dinámica. En abril de 2000 la reglilla de esta laguna quedó embancada (serie roja), siendo reemplazada en enero de 2003 por otra (serie azul).

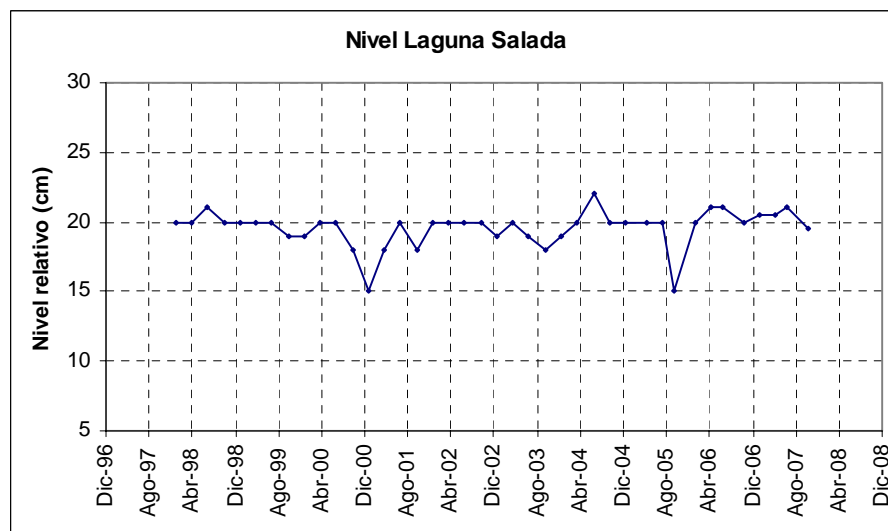


Figura 3-188. Nivel trimestral observado en limnómetro ubicado en la laguna Salada.

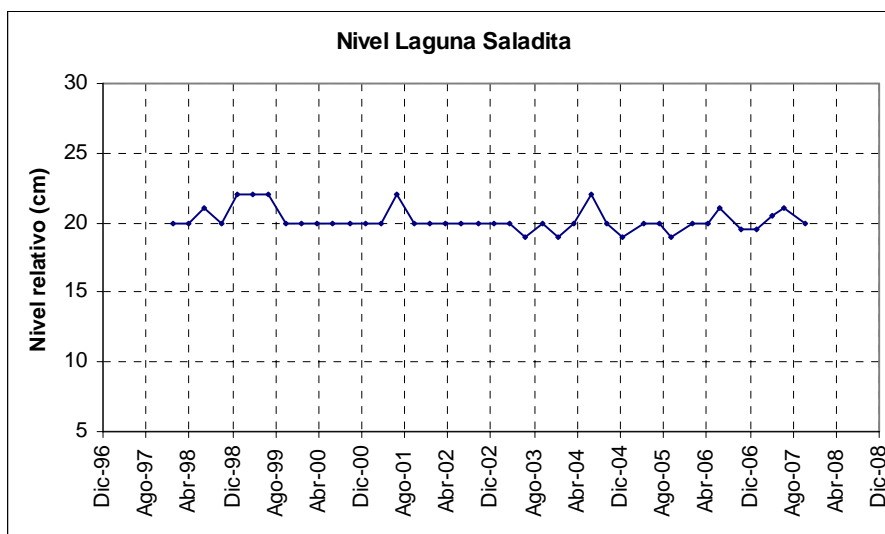


Figura 3-189. Nivel trimestral observado en limnómetro ubicado en la laguna Saladita.

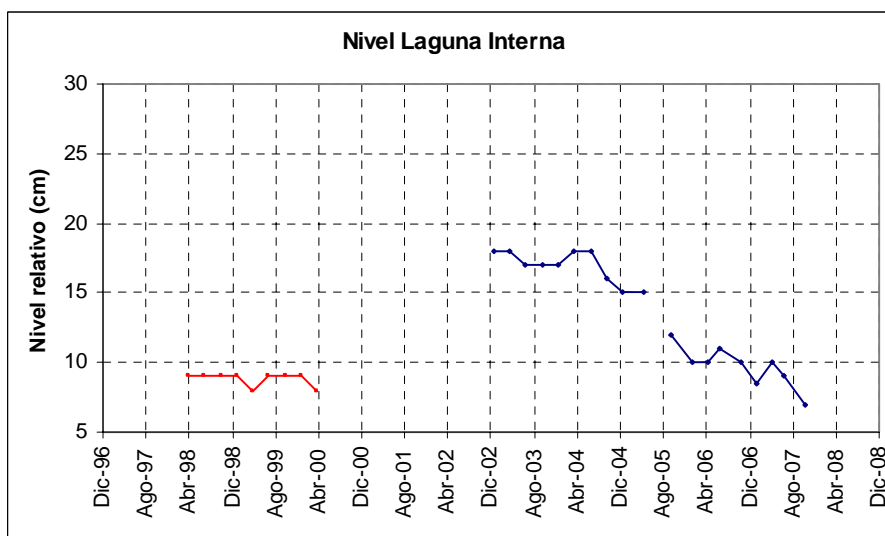


Figura 3-190. Nivel trimestral observado en limnómetro ubicado en la laguna Interna. (rojo: antes de embancamiento, azul: después de embancamiento).

3.3.2 Calidad química

Los pozos del sistema Peine que se muestrean para monitorear la calidad del agua subterránea son el 1028, L10-1 y L10-4. En la Tabla 3-19 y Tabla 3-20 se presentan los resultados del análisis químico realizado por ALS Environmental para estos pozos. En el Anexo 5.2 se presentan los informes de los análisis químicos realizados en estos pozos.

Respecto a los parámetros de calidad del agua de las lagunas del sistema Peine, CONAF realiza el muestreo y análisis para las lagunas del sistema Peine en el marco del convenio de monitoreo que actualmente posee con SQM. Los parámetros que se miden son sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, sodio, potasio, calcio, magnesio, dureza total, carbonato, bicarbonato, sulfato, cloruro, arsénico, nitrato, fosfato, pH, temperatura y oxígeno disuelto. En la Tabla 3-21, Tabla 3-22 y Tabla 3-23 se muestran los resultados para las lagunas Salada, Saladita e Interna respectivamente.

El pozo L10-1 es parte del monitoreo de la calidad del agua de los sistemas Peine y Cuña Salina y será presentado sólo en esta sección.

Tabla 3-19. Resultados del análisis químico efectuado en el pozo de observación 1028 del sistema Peine (fecha de muestreo 1 de agosto de 2007).

Parámetro	Unidades	Pozo 1028	
		01/08/2007	31/10/2007
Conductividad	($\mu\text{s}/\text{cm}$)	645.000	563.000
Densidad	mg/L	1,24	1,23
Sólidos totales	mg/L	442.710	524.100
Sólidos suspendidos	mg/L	23	770
Sólidos disueltos	mg/L	442.000	523.000
pH	pH	6,82	6,83

Tabla 3-20. Resultados del análisis químico efectuado en los pozos L10-1 y L10-4 del sistema Peine (fecha de muestreo 31 de octubre de 2007).

Pozo	Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Densidad (mg/L)	Sólidos totales (mg/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	pH
L10-1	313.000	1,12	244.800	422	244.000	7,37
L10-4	323.000	1,12	236.500	109	236.000	7,42

Tabla 3-21. Resultados de los análisis químicos en la laguna Salada.

Parámetro	Unidades	Fecha del muestreo	
		08/02/2007	20/04/2007
Oxígeno disuelto	mg/L	3,45	5,9
pH	pH	8,08	8,14
Temperatura	°C	23,0	11,7
Cloruro	g/L	16	11,3
Magnesio	mg/L	870	619
Sulfato	g/L	2,35	1,74
Fosfato	mg/L	1,39	0,60
Nitrato	mg/L	0,40	1,00
Dureza	g/L	5,05	3,87
Carbonato	mg/L	26	22
Bicarbonato	mg/L	234	228
Sólidos disueltos totales	mg/L	31.000	22.296
Sólidos suspendidos	mg/L	26	144
Sólidos totales	mg/L	31.000	22.440
Calcio	mg/L	776	527
Potasio	mg/L	1.320	942
Sodio	g/L	7,21	5,62
Arsénico	mg/L	3,1	2,43

Tabla 3-22. Resultados de los análisis químicos en la laguna Saladita

Parámetro	Unidades	Fecha del muestreo	
		08/02/2007	20/04/2007
Oxígeno disuelto	mg/L	3,33	5,5
pH	pH	8,03	8,06
Temperatura	°C	22,1	11,8
Cloruro	g/L	21	15,3
Magnesio	mg/L	1.180	766
Sulfato	g/L	3,31	2,14
Fosfato	mg/L	1,43	0,96
Nitrato	mg/L	0,58	1,15
Dureza	g/L	7,41	4,61
Carbonato	mg/L	5,82	2,91
Bicarbonato	mg/L	251	248
Sólidos disueltos totales	mg/L	48.000	28.580
Sólidos suspendidos	mg/L	30	30
Sólidos totales	mg/L	48.000	28.610
Calcio	mg/L	885	635
Potasio	mg/L	1.960	1.211
Sodio	g/L	10,8	7,02
Arsénico	mg/L	5,0	2,47

Tabla 3-23. Resultados de los análisis químicos en la laguna Interna.

Parámetro	Unidades	Fecha del muestreo	
		08/02/2007	20/04/2007
Oxígeno disuelto	mg/L	3,71	5,70
pH	pH	8,04	8,10
Temperatura	°C	22,6	11,4
Cloruro	g/L	24	14,7
Magnesio	mg/L	1.340	836
Sulfato	g/L	3,76	2,24
Fosfato	mg/L	1,36	0,81
Nitrato	mg/L	0,65	0,91
Dureza	g/L	8,46	5,10
Carbonato	mg/L	11,6	5,82
Bicarbonato	mg/L	246	240
Sólidos disueltos totales	mg/L	54.000	29.731
Sólidos suspendidos	mg/L	36	59
Sólidos totales	mg/L	55.000	29.790
Calcio	mg/L	1.012	682
Potasio	mg/L	2.230	1.310
Sodio	g/L	12,1	7,46
Arsénico	mg/L	4,8	3,02

3.3.3 Aforos

A continuación se presentan los datos crudos de las estaciones de aforo del sistema Peine ubicadas a la salida de las lagunas Salada y Saladita. Para esta última, la medición de los caudales debió suspenderse debido a la cercanía de esta estación con la zona de nidificación de flamencos.

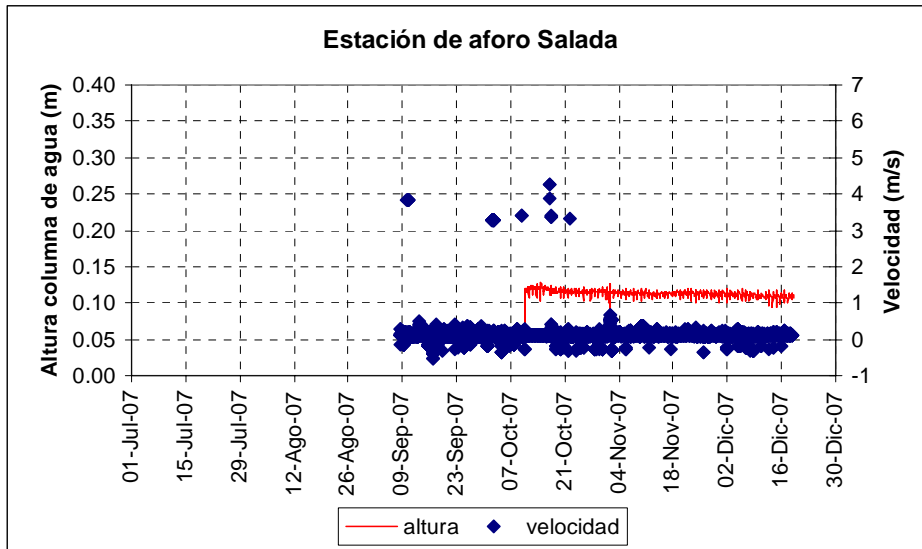


Figura 3-191. Altura y velocidad, estación de aforo Salada.

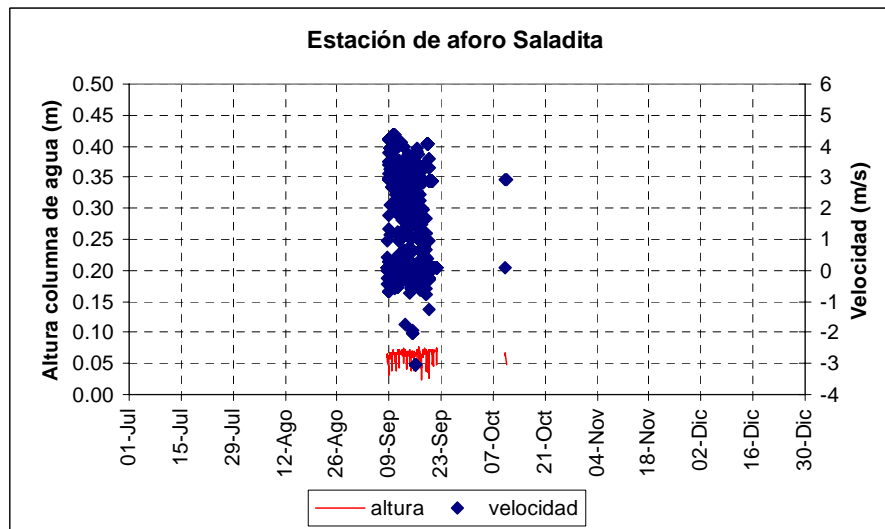


Figura 3-192. Altura y velocidad, estación de aforo Saladita.

3.3.4 Superficie lacustre

La superficie lacustre trimestral ha sido medida por CONAF desde 1995 en el marco del Convenio SQM-CONAF. Las superficies calculadas excluyen las denominadas zonas inestables de las lagunas, que se inundan en invierno y se secan en verano. No se cuenta con mediciones en la laguna Interna por la dificultad en definir su contorno ya que es muy variable

estacionalmente. Las superficies reportadas por CONAF se muestran en la Figura 3-193 y en la Figura 3-194.

El 26 de mayo de 2007 se midió la superficie de las lagunas del sistema Peine mediante levantamiento topográfico siguiendo todo el borde de las lagunas.

Previamente se calculó la superficie lacustre de la laguna Salada utilizando imágenes satelitales tomadas el 6 de abril de 2007. No se logró calcular la superficie para las lagunas Saladita e Interna debido a la imposibilidad de identificar el contorno de estas lagunas con la imagen satelital. Los resultados de ambas mediciones se presentan en la Tabla 3-24.

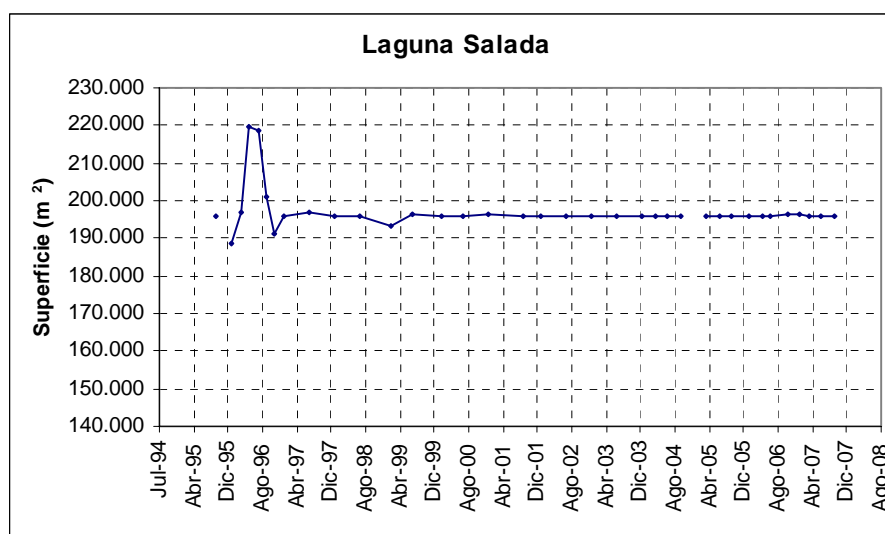


Figura 3-193. Superficie trimestral de la laguna Salada.

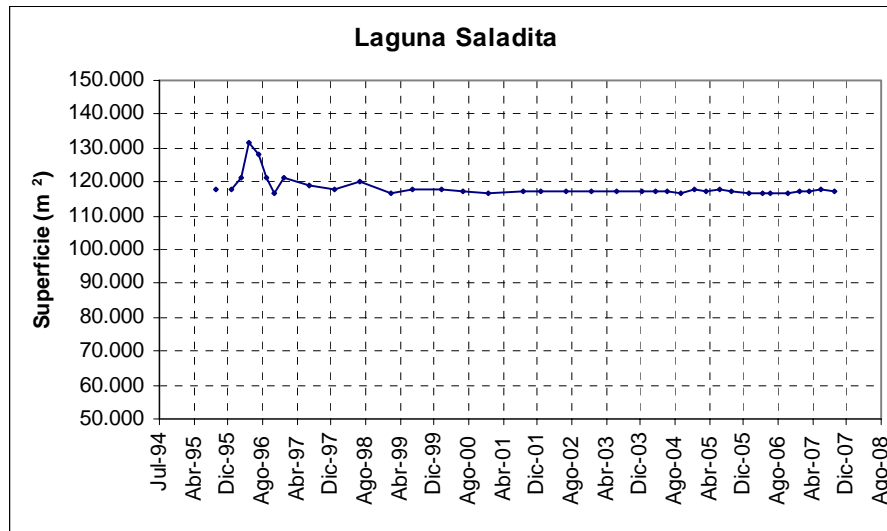


Figura 3-194. Superficie trimestral de la laguna Saladita.

Tabla 3-24. Superficies lacustres calculadas con levantamiento topográfico e imagen satelital correspondientes al año 2007.

Laguna	Superficie lacustre medida mediante levantamiento topográfico (m ²)	Superficie lacustre medida con imagen satelital (m ²)
Salada	172.786	170.000
Saladita	132.967	-
Interna	65.343	-

3.4 Vegetación Borde Este

3.4.1 Nivel del agua subterránea

En esta sección se presentan los niveles de los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Vegetación Borde Este.

Los pozos L1-3, L2-4 y L7-3 pertenecen a la red de monitoreo de los sistemas de Soncor y Vegetación Borde Este, por lo que no se presentarán en este subcapítulo. Sus gráficos pueden ser consultados en la sección 3.1 Sistema Soncor.

Los pozos L4-3, L3-3 y L3-5 junto a la reglilla L4-10 son parte del monitoreo de los sistemas Aguas de Quelana y Vegetación Borde Este, por lo que no se presentarán en este subcapítulo. Sus gráficos pueden ser consultados en la sección 3.2 Aguas de Quelana.

El pozo L3-4 (SOPM-8) es parte del monitoreo de los sistemas Vegetación Borde Este y Núcleo del Salar de Atacama y será presentado sólo en esta sección.

3.4.1.1 Pozos en zona aluvial

A continuación se presenta en nivel estático y dinámico observado en el pozo de bombeo P2.

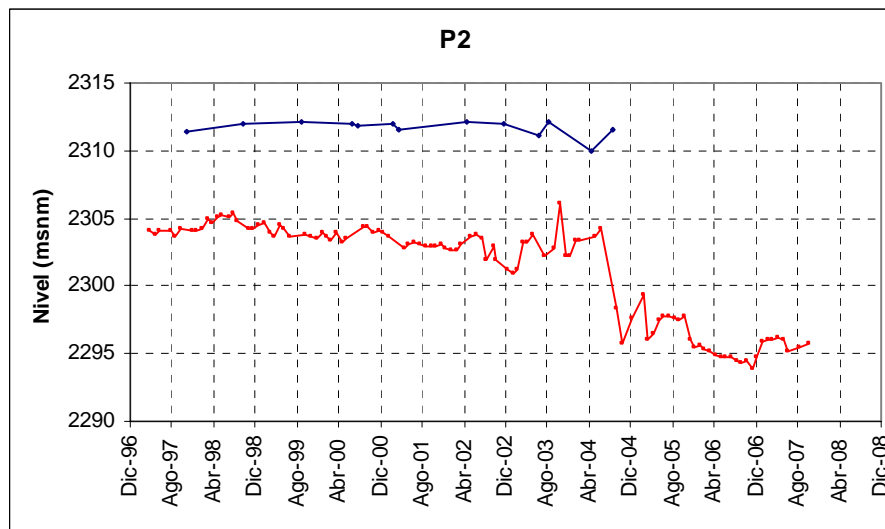


Figura 3-195. Nivel mensual estático (línea azul) y dinámico (línea roja) observado en el pozo de bombeo P2.

3.4.1.2 Pozos en zona marginal

Los pozos presentados a continuación no poseen registros suficientes para poder ser clasificados, sin embargo por su ubicación es probable que su comportamiento sea de transición o de zona marginal.

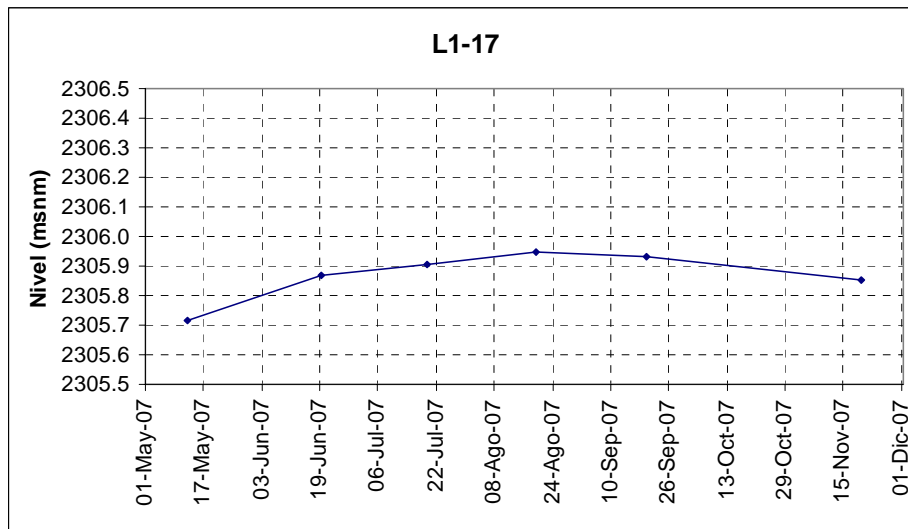


Figura 3-196. Nivel mensual observado en el pozo L1-17.

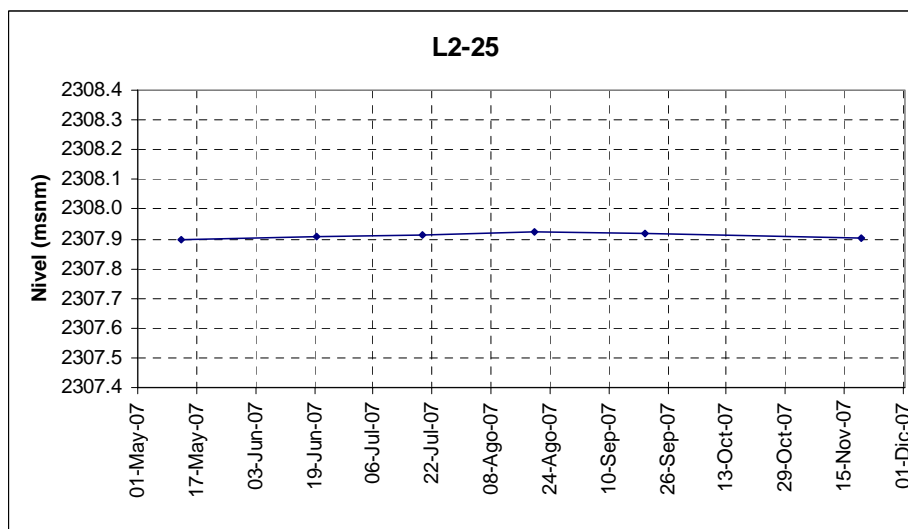


Figura 3-197. Nivel mensual observado en el pozo L2-25.

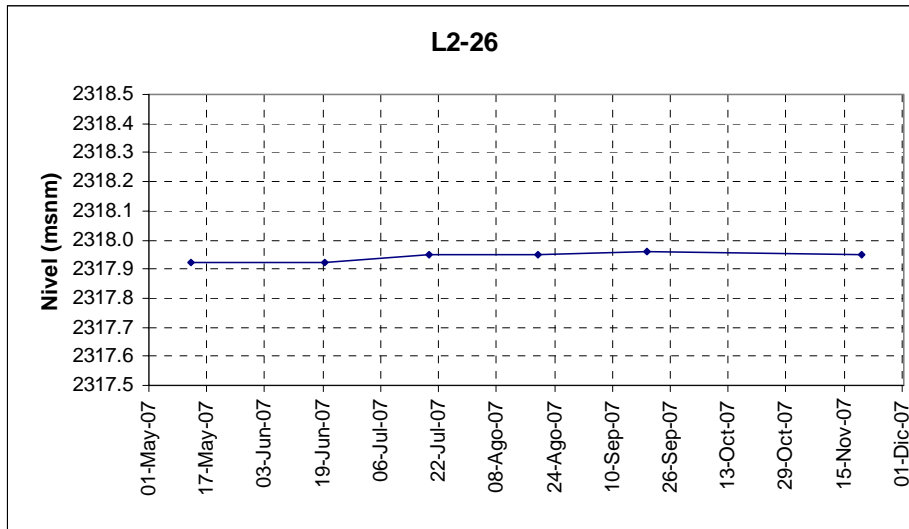


Figura 3-198. Nivel mensual observado en el pozo L2-26.

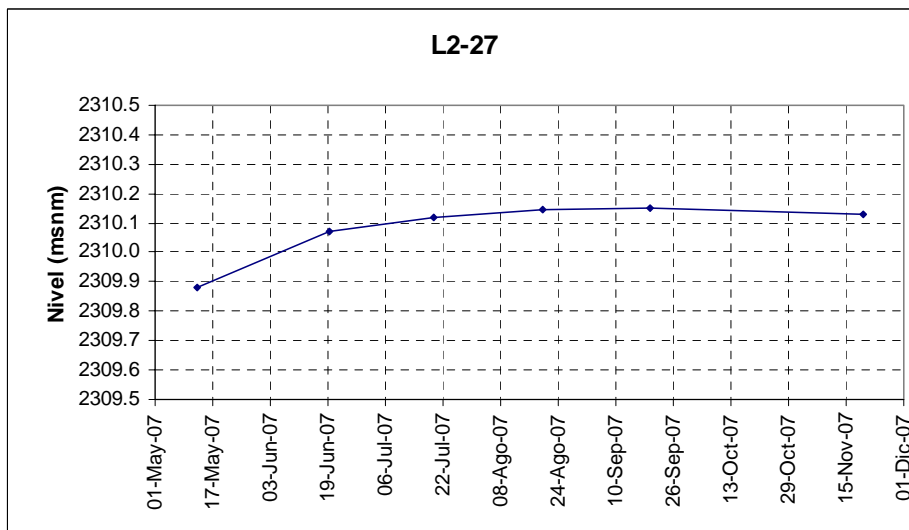


Figura 3-199. Nivel mensual observado en el pozo L2-27.

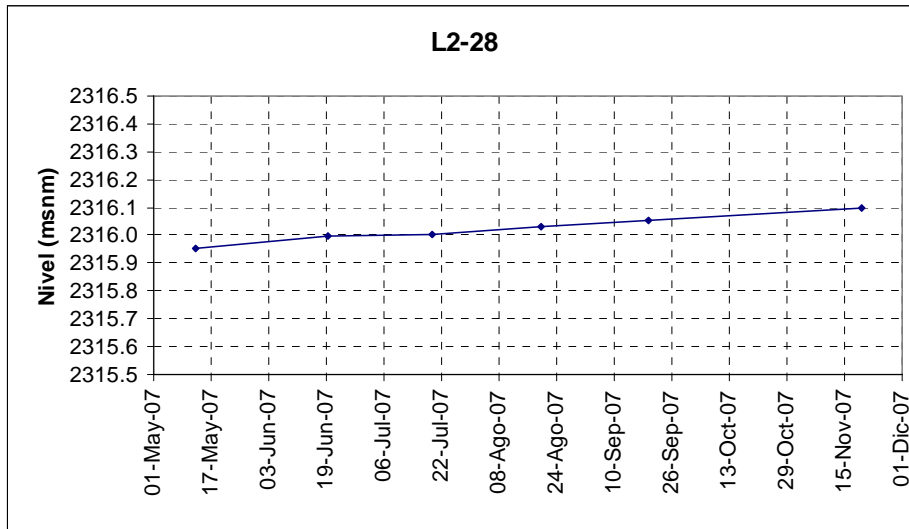


Figura 3-200. Nivel mensual observado en el pozo L2-28.

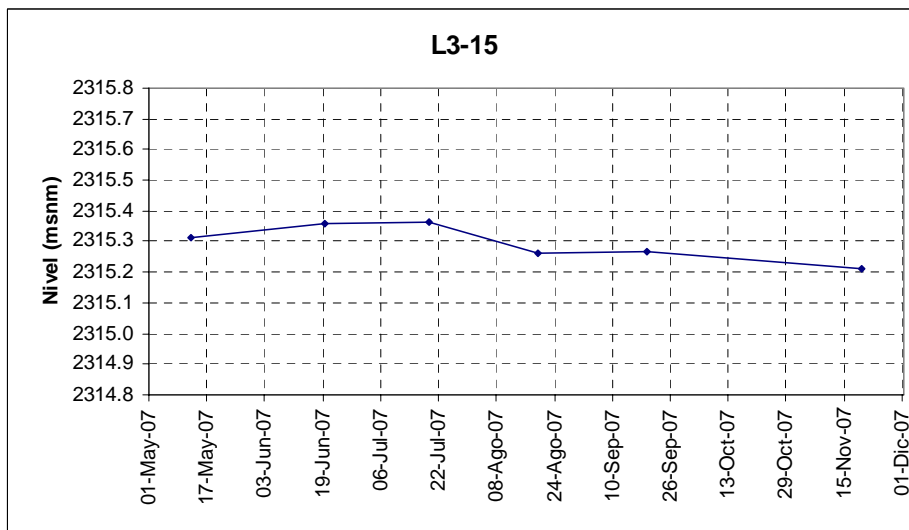


Figura 3-201. Nivel mensual observado en el pozo L3-15.

Tabla 3-25. Nivel bajo el terreno, pozo L3-16.

Pozo	Fecha	Nivel bajo el terreno [m]
L3-16	12-Dic-07	-48,16

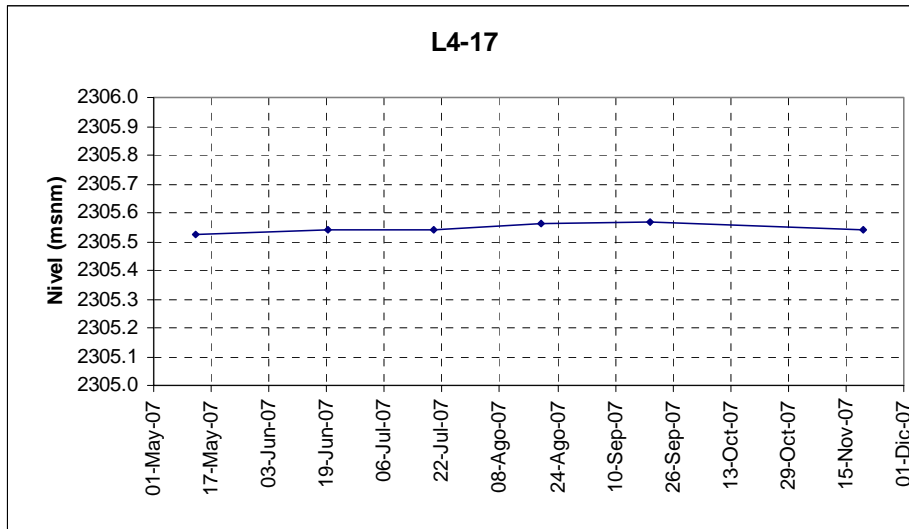


Figura 3-202. Nivel bajo el terreno, pozo L4-17.

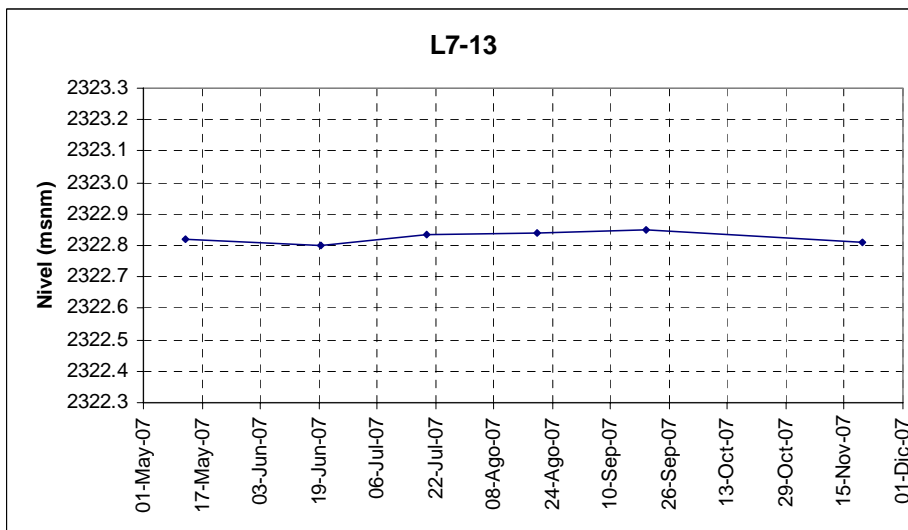


Figura 3-203. Nivel mensual observado en el pozo L7-13.

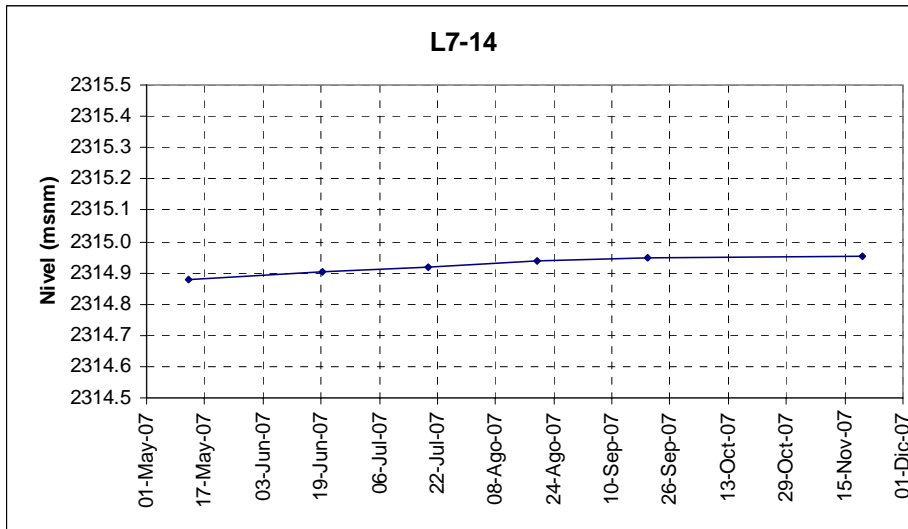


Figura 3-204. Nivel mensual observado en el pozo L7-14.

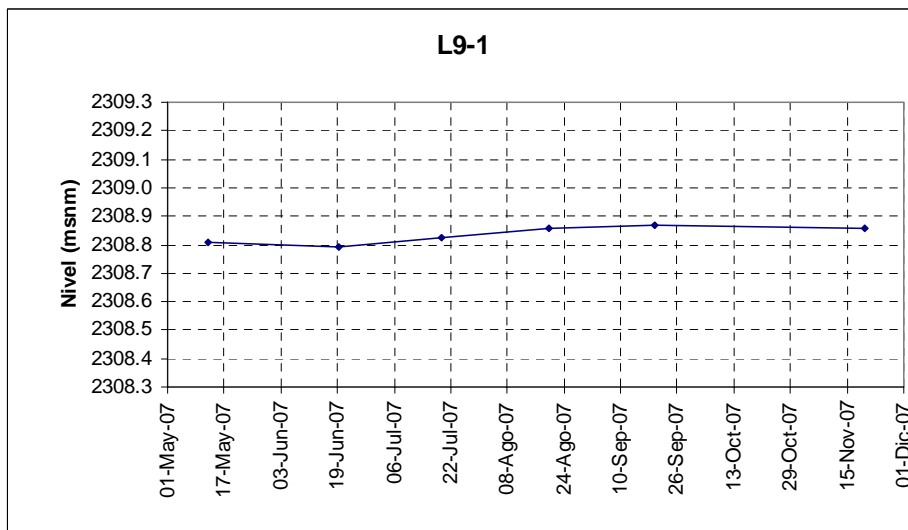


Figura 3-205. Nivel mensual observado en el pozo L9-1.

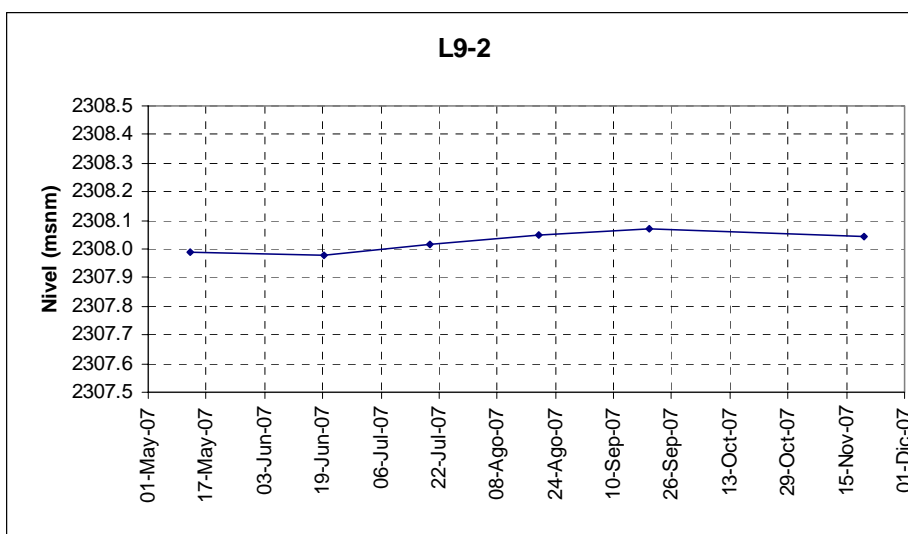


Figura 3-206. Nivel mensual observado en el pozo L9-2.

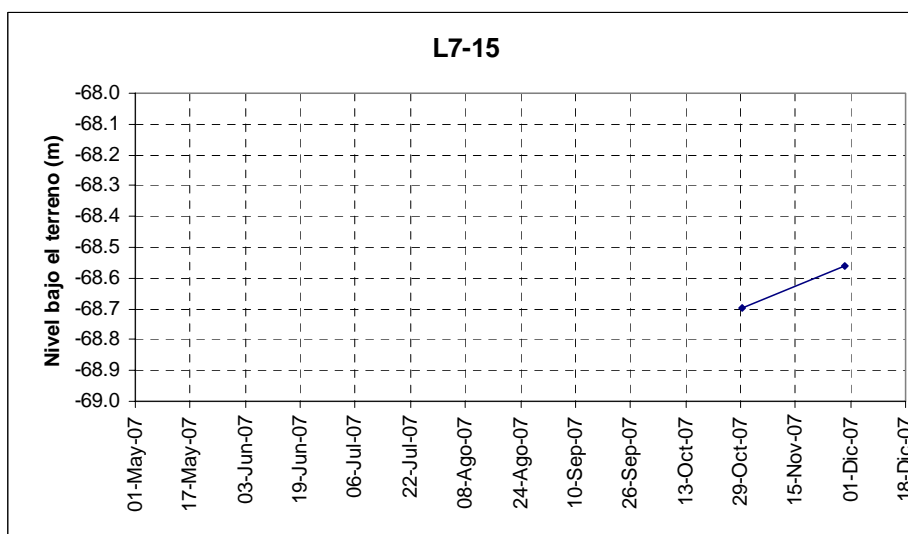


Figura 3-207. Nivel bajo el terreno, pozo L7-15.

3.4.2 Volumen bombeado

En el sistema Borde Este del PSAH, el único pozo que ha sido explotado es el P2, cuyo volumen extraído se presenta en la Figura 3-208.

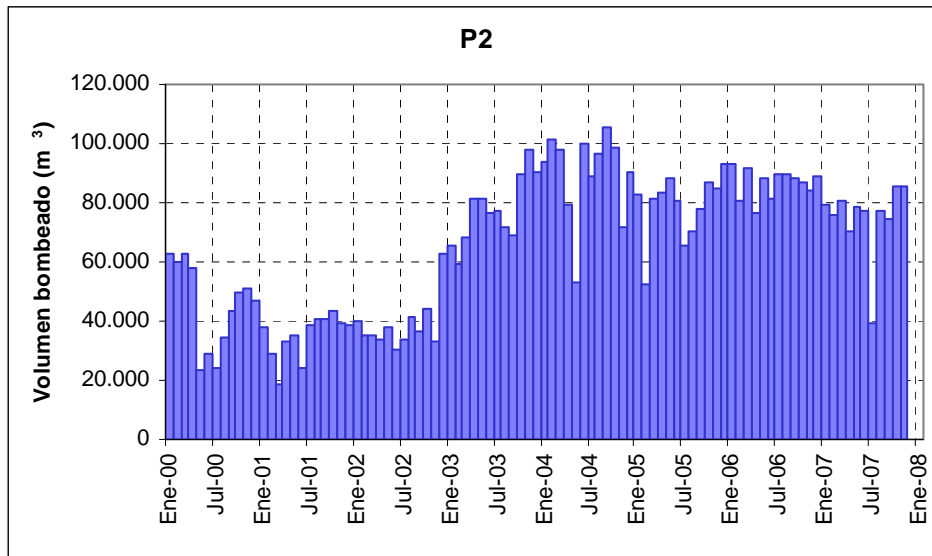


Figura 3-208. Volumen mensual bombeado desde el pozo P2.

3.4.3 Calidad química

Los pozos existentes que se muestrean para monitorear la calidad del agua subterránea en el sistema Vegetación Borde Este son: L2-4, L4-3, L7-3 y el pozo de bombeo P2. Los análisis los realizó ALS Environmental, cuyos informes se adjuntan en el Anexo 5.2.

Los resultados de los análisis químicos de los pozos L2-4 y L7-3 se presentan en la sección 3.1 Sistema Soncor, y los resultados del pozo L4-3 se presentan en la sección 3.2 Aguas de Quelana.

La Tabla 3-26 muestra los resultados de los análisis químicos realizados en el pozo de bombeo P2.

Tabla 3-26. Resultados de los análisis químicos efectuados en el pozo P2.

Parámetro	Unidades	P2	
		24/07/2007	24/10/2007
Alcalinidad bicarbonato	mg/L	198	
Alcalinidad carbonato	mg/L	< 1	
Alcalinidad total	mg/L	198	126
Arsénico total	mg/L	0,372	0,16
Calcio total	mg/L	80,0	150
Cloruro	mg/L	912	817
Hierro total	mg/L	0,17	< 0,05
Manganeso total	mg/L	< 0,01	< 0,01
Magnesio total	mg/L	49,4	50

Parámetro	Unidades	P2	
		24/07/2007	24/10/2007
Nitrógeno nitrato	mg/L	3,3	3,9
pH	pH	7,43	7,29
Sodio total	mg/L	404	560
Sólidos disueltos	mg/L	3.010	2.690
Sulfato	mg/L	454	388
Potasio total	mg/L	34,5	33
Zinc total	mg/L	< 0,01	< 0,01

3.5 Vegas de Tilopozo

3.5.1 Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presenta el nivel de los pozos construidos en la red de monitoreo del PSAH para el sistema Tilopozo.

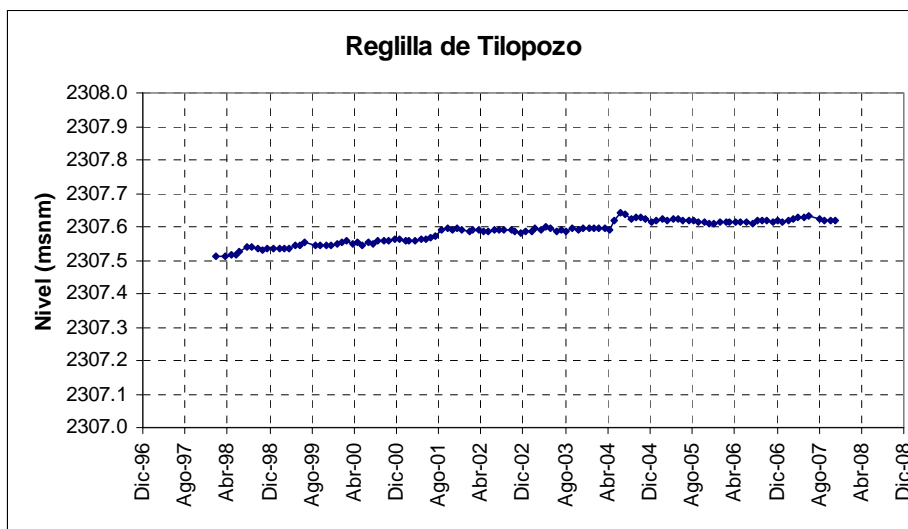


Figura 3-209. Nivel mensual observado en la reglilla de Tilopozo.

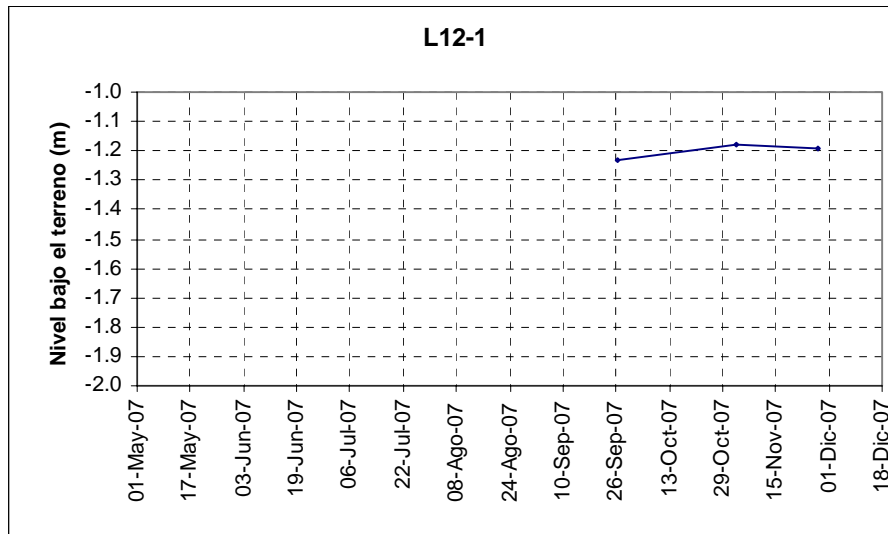


Figura 3-210. Nivel bajo el terreno, pozo L12-1

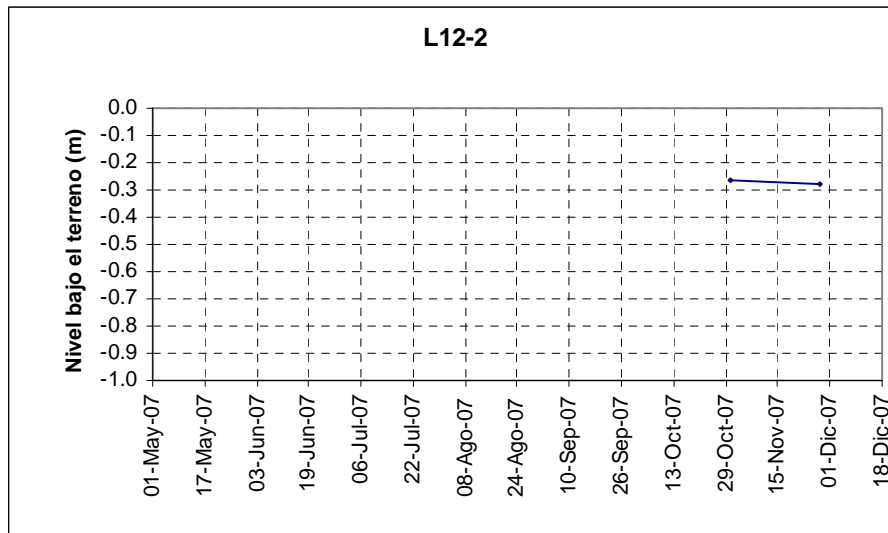


Figura 3-211. Nivel bajo el terreno, pozo L12-2

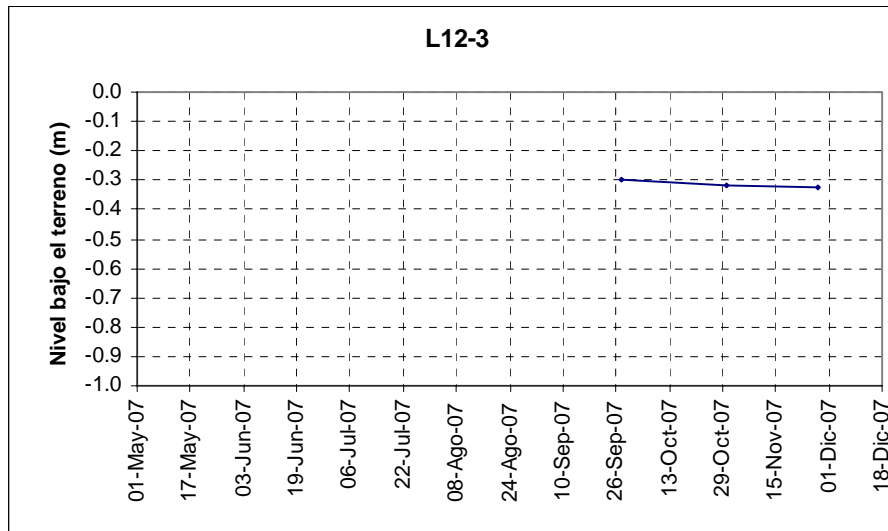


Figura 3-212. Nivel bajo el terreno, pozo L12-3

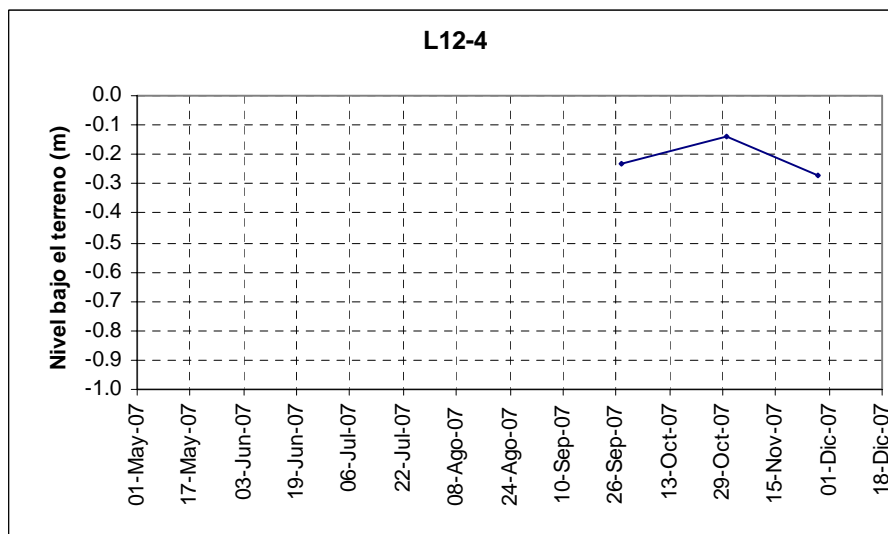


Figura 3-213. Nivel bajo el terreno, pozo L12-4.

3.6 Núcleo del Salar de Atacama

3.6.1 Nivel de la salmuera subterránea

En esta sección se presentan los niveles de todos los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sector Núcleo del Salar de Atacama. Se destaca la forma casi idéntica de los pozos SOPM entre sí, siendo diferentes solo en el nivel.

El pozo SOPM-8 (L3-4) pertenece a la red de monitoreo de los sistemas Aguas de Quelana y Núcleo del Salar de Atacama, por lo que no se presentará en este subcapítulo. Su gráfico puede ser consultado en la sección 3.2 Aguas de Quelana.

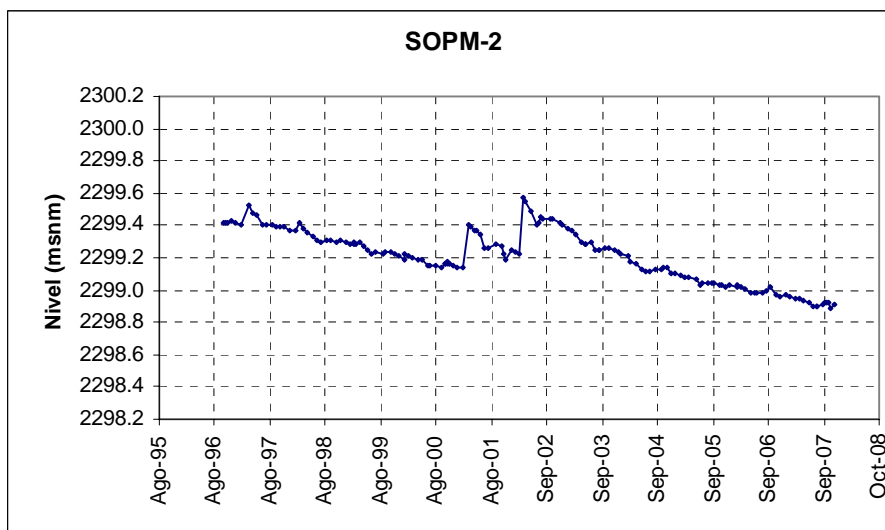


Figura 3-214. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-2.

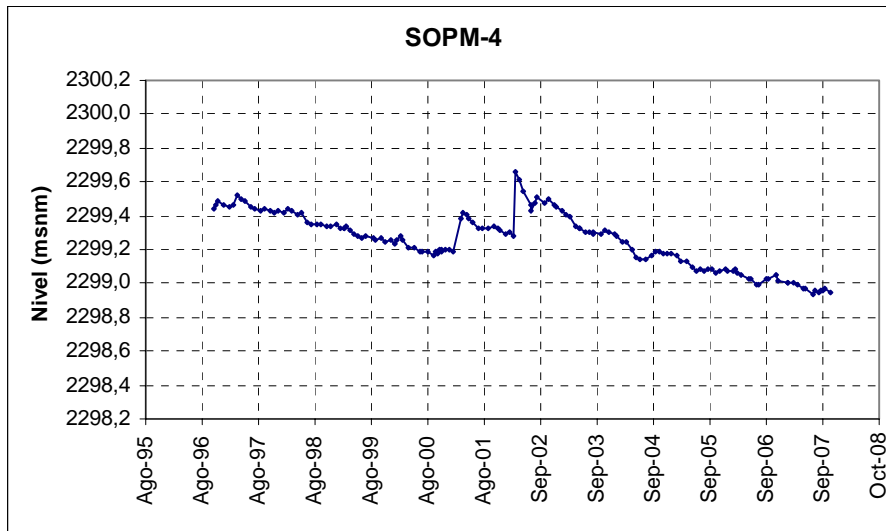


Figura 3-215. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-4.

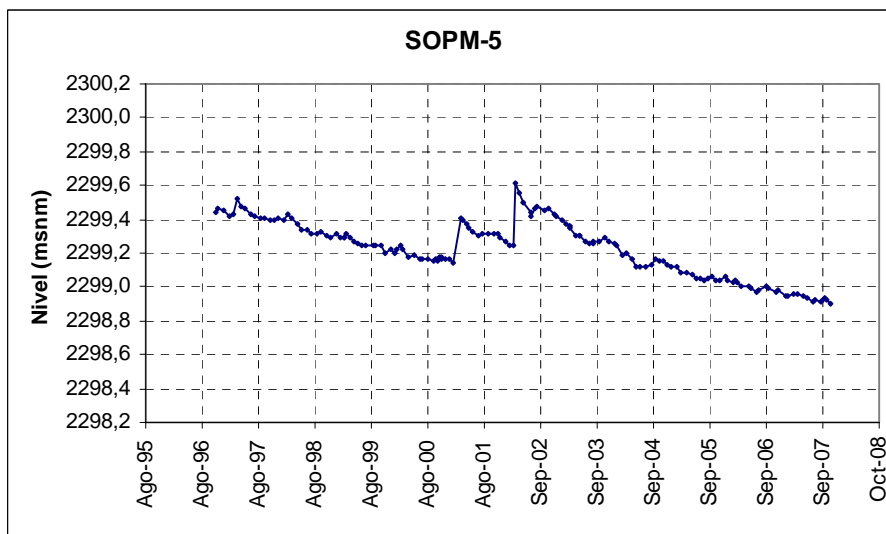


Figura 3-216. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-5.

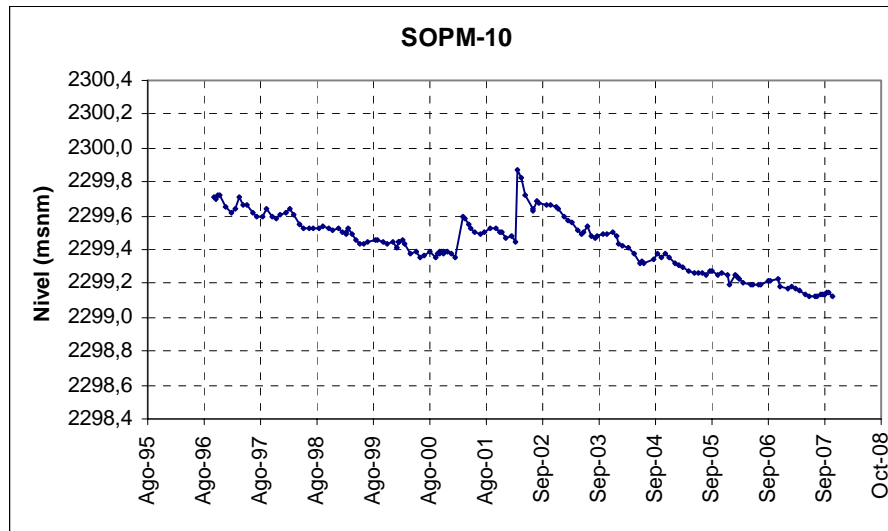


Figura 3-217. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-10.

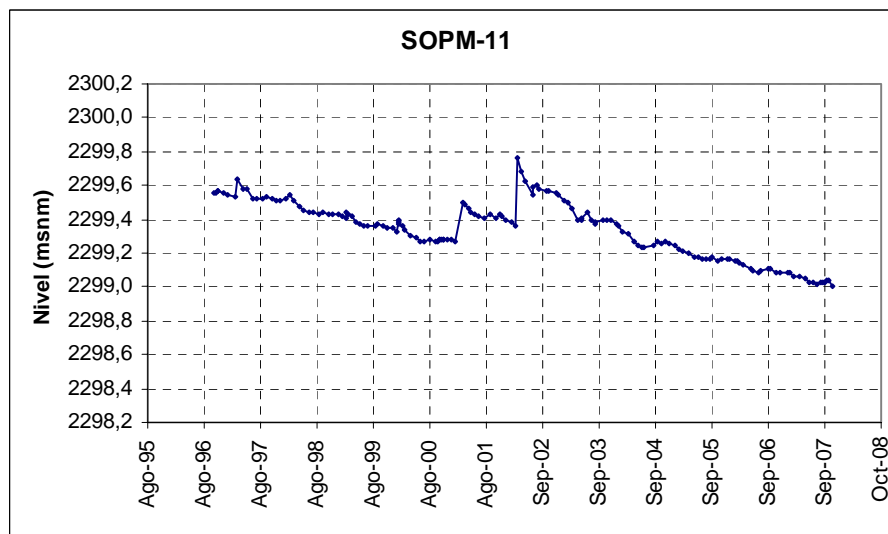


Figura 3-218. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-11.

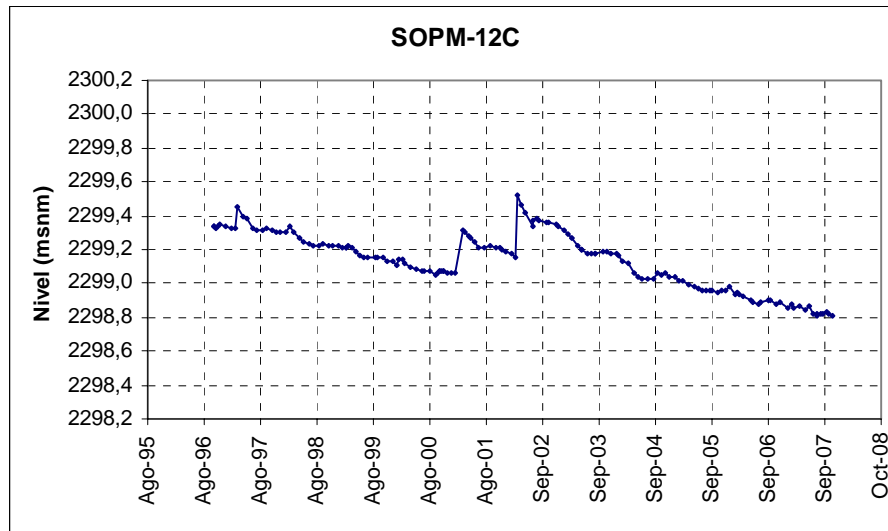


Figura 3-219. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-12C.

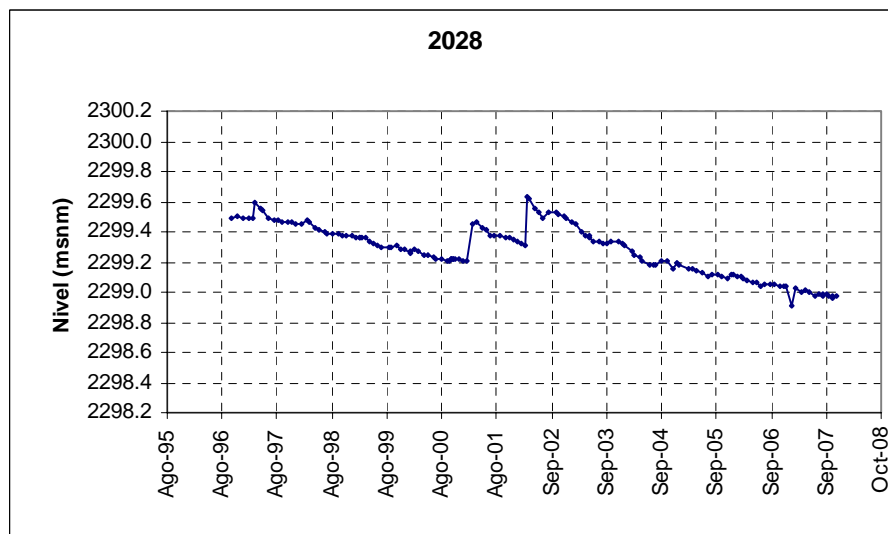


Figura 3-220. Nivel mensual observado en el pozo 2028.

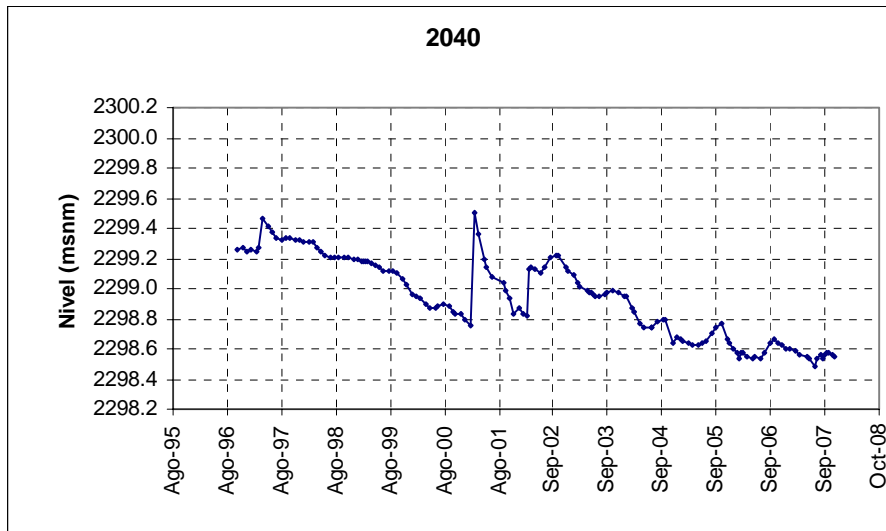


Figura 3-221. Nivel mensual observado en el pozo 2040.

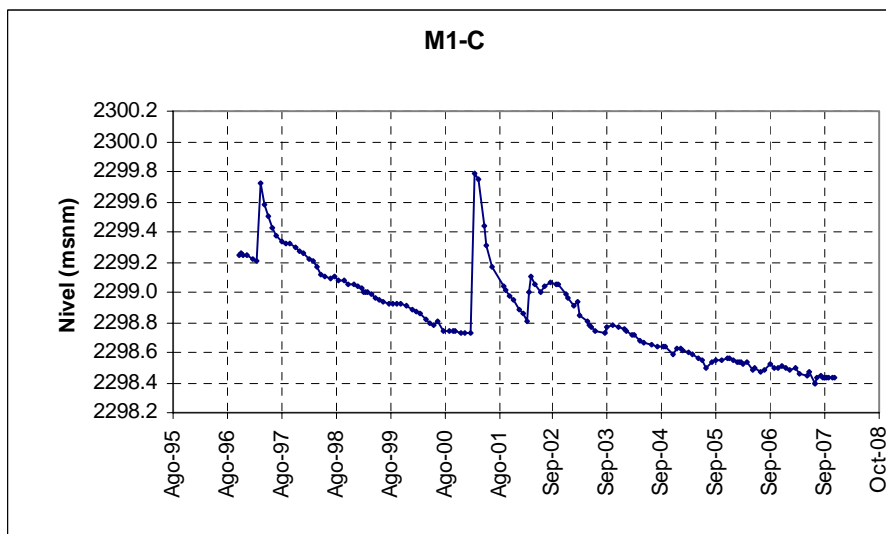


Figura 3-222. Nivel mensual observado en el pozo M1-C.

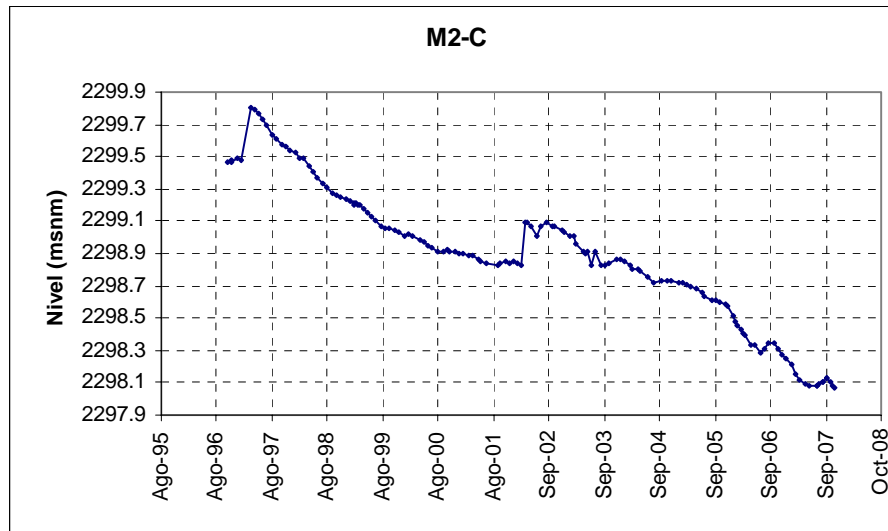


Figura 3-223. Nivel mensual observado en el pozo M2-C.

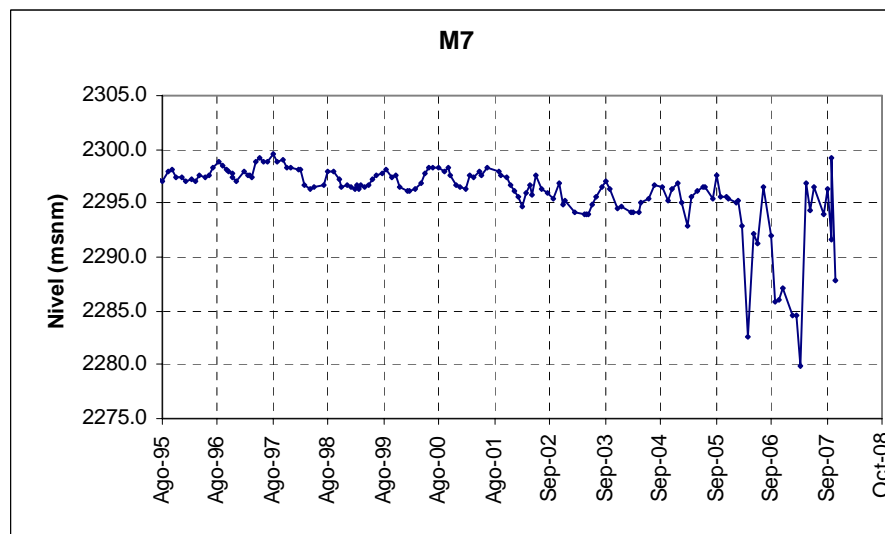


Figura 3-224. Nivel mensual observado en el pozo M7.

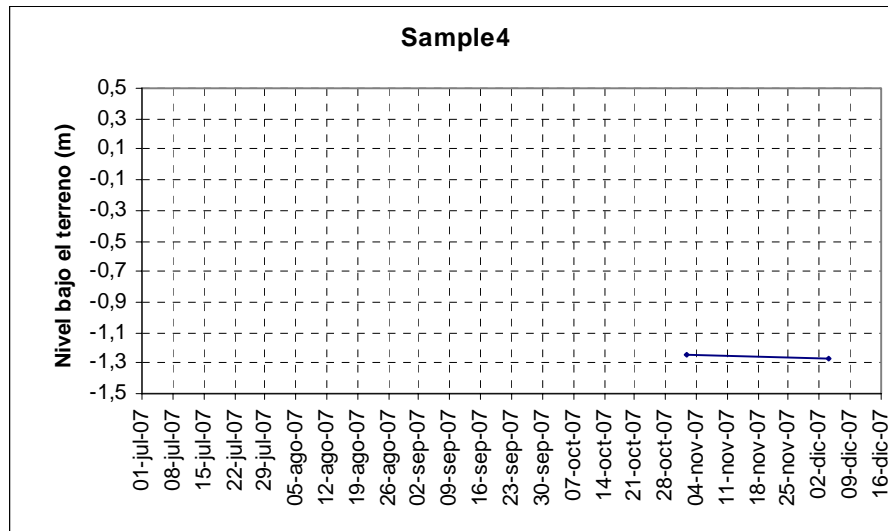


Figura 3-225. Nivel bajo el terreno, pozo Sample4.

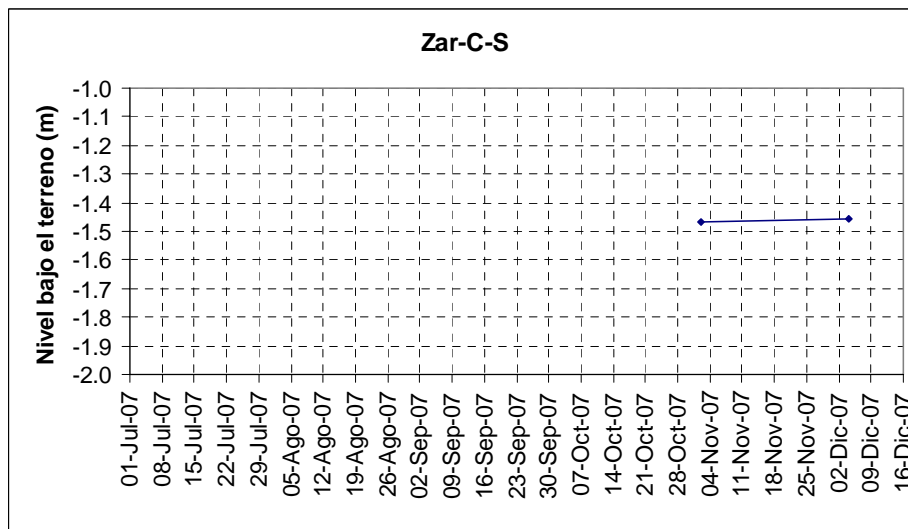


Figura 3-226. Nivel bajo el terreno, pozo Zar-C-S.

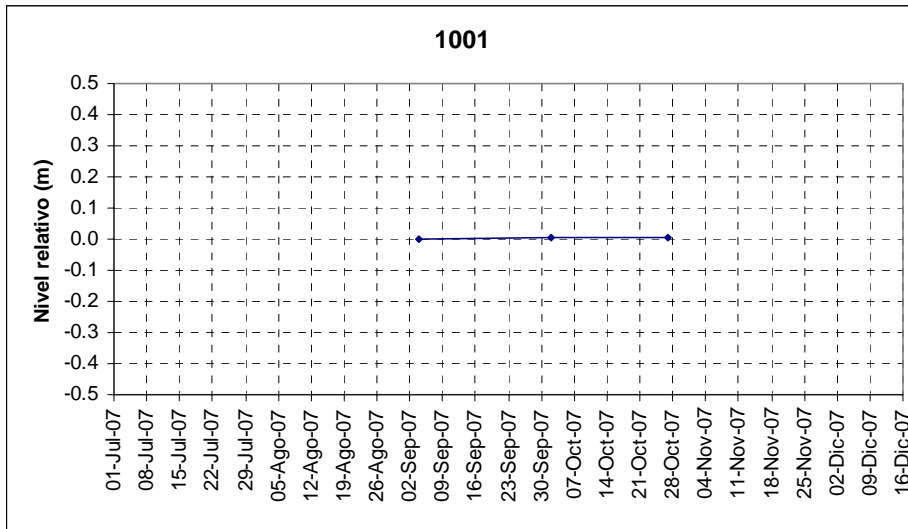


Figura 3-227. Nivel relativo con respecto a la primera medición, pozo 1001.

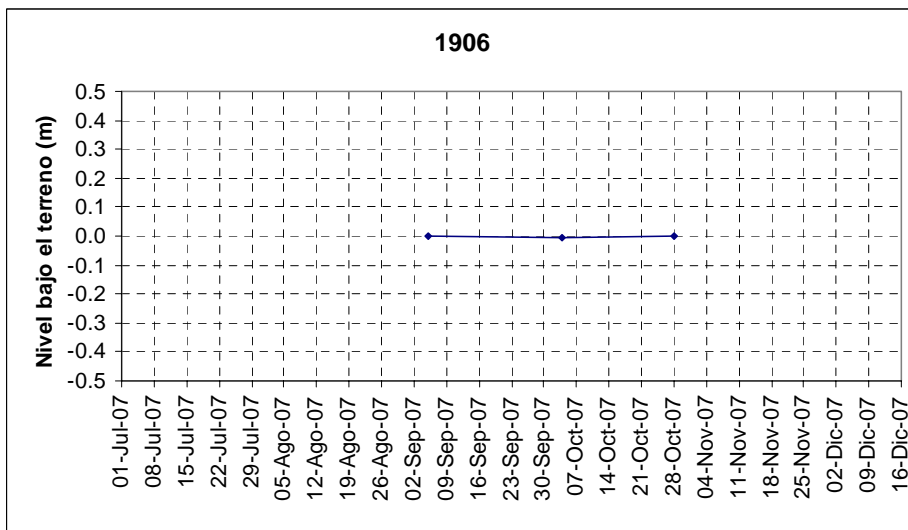


Figura 3-228. Nivel relativo con respecto a la primera medición, pozo 1906.

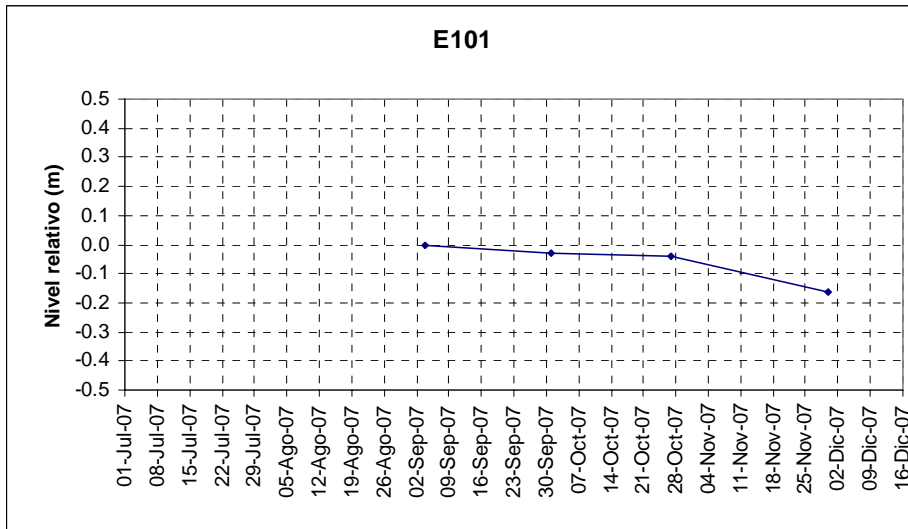


Figura 3-229. Nivel relativo con respecto a la primera medición, pozo E101.

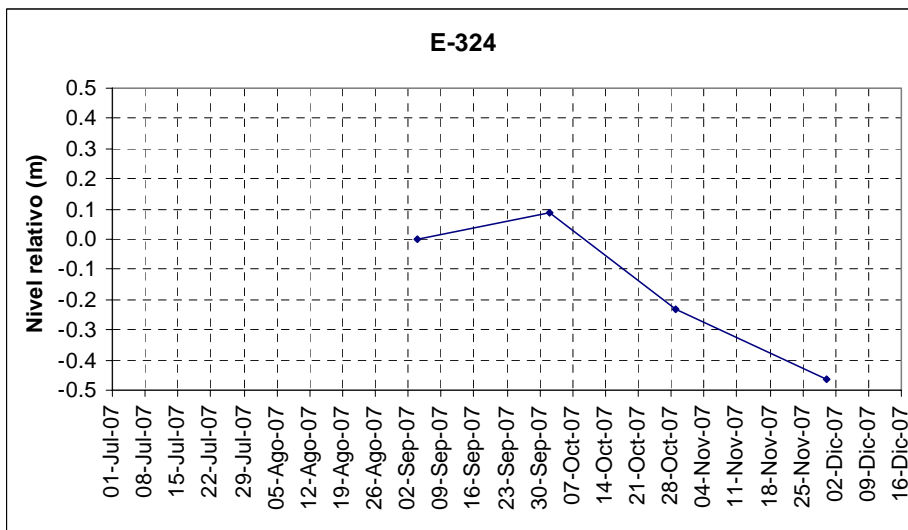


Figura 3-230. Nivel relativo con respecto a la primera medición, pozo E-324.

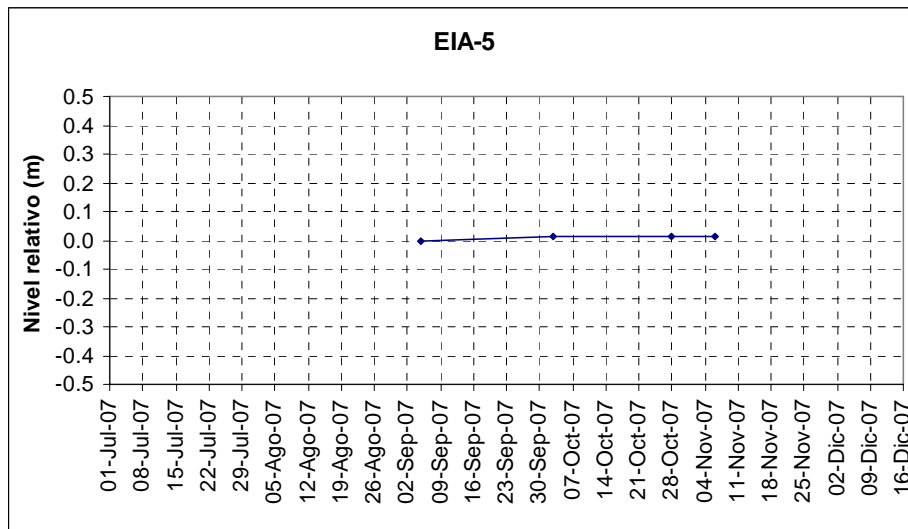


Figura 3-231. Nivel relativo con respecto a la primera medición, pozo EIA-5.

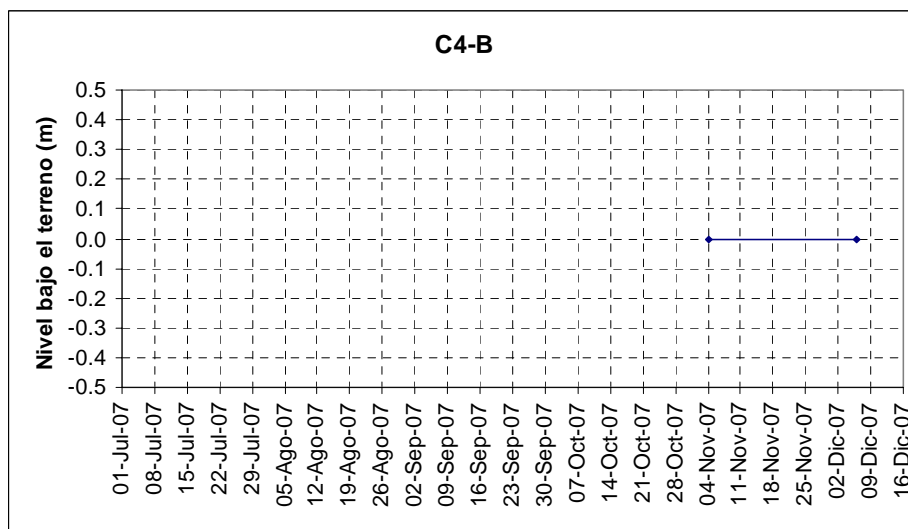


Figura 3-232. Nivel bajo el terreno, pozo C4-B.

Tabla 3-27. Nivel bajo el punto de referencia, pozo SOPE-6.

Pozo	Fecha	Nivel bajo el punto de referencia [m]
SOPE-6	03-Dic-07	1,74

3.6.2 Meteorología

En la Figura 3-233 a la Figura 3-236 se presentan las variables registradas por la estación meteorológica Salar que son parte del PSAH.

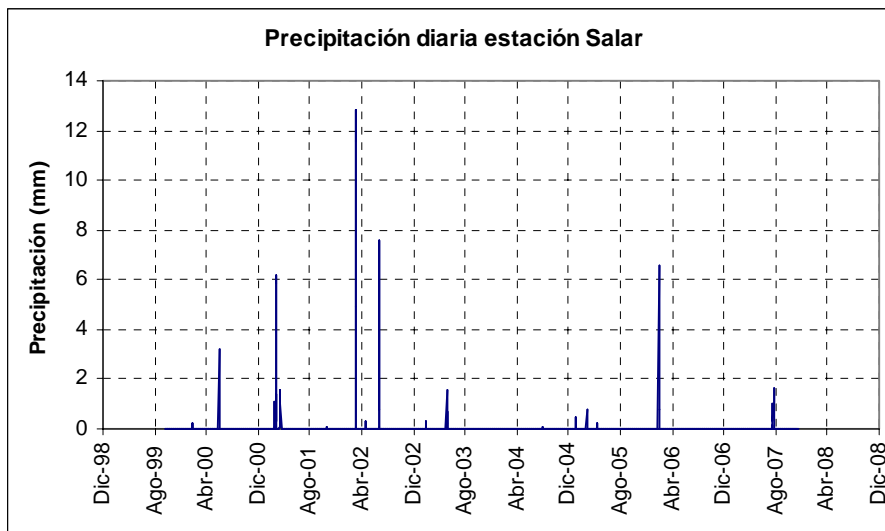


Figura 3-233. Precipitación diaria registrada en la estación Salar.

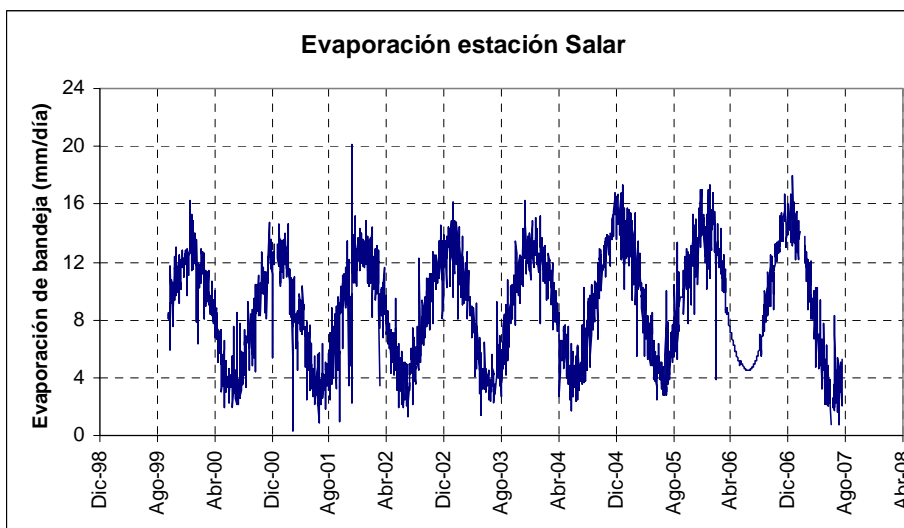


Figura 3-234. Evaporación diaria registrada en la estación Salar.

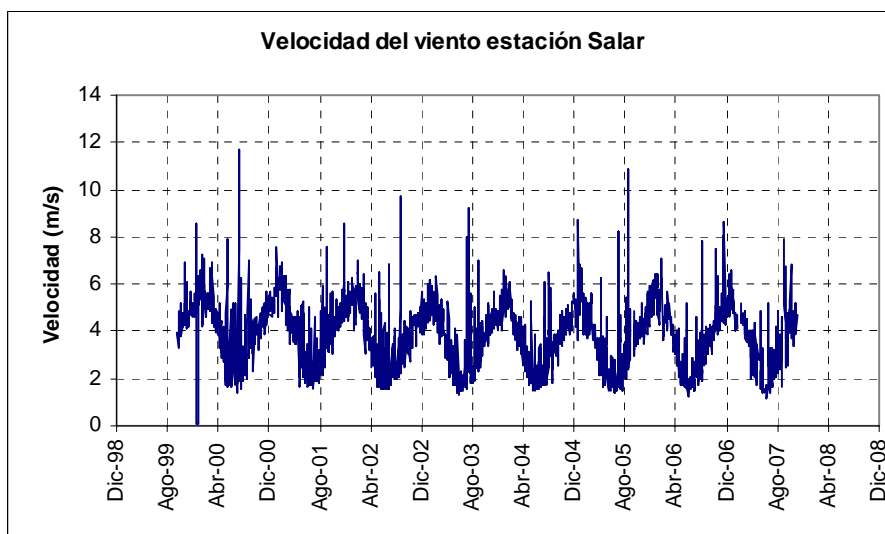


Figura 3-235. Velocidad del viento diaria registrada en la estación Salar.

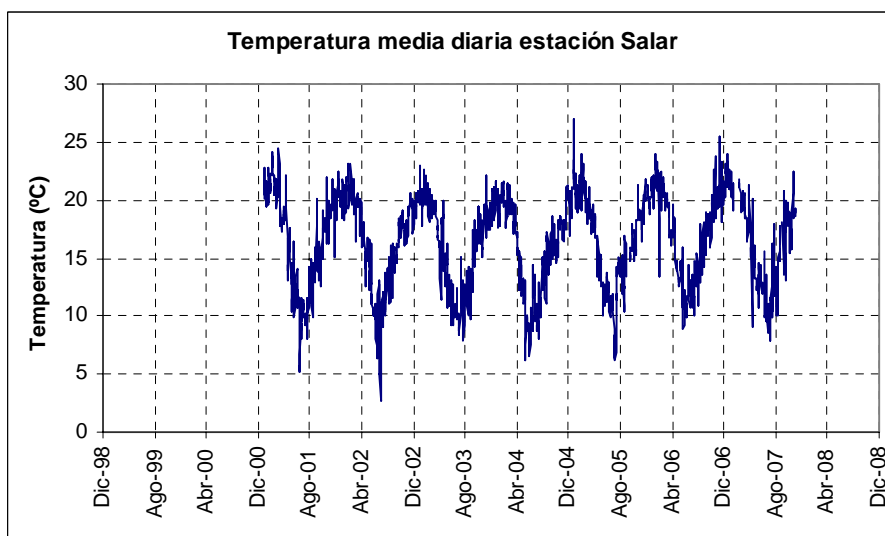


Figura 3-236. Temperatura media diaria registrada en la estación Salar.

3.6.3 Volumen bombeado y reinyectado

El volumen extraído y reinyectado de salmuera desde el núcleo del Salar de Atacama se divide en Sistema SOP y Sistema MOP.

En la Tabla 3-28 se presentan los volúmenes involucrados en el sector MOP y en la Tabla 3-29 los volúmenes en el sector SOP, actualizados a junio de 2007.

Tabla 3-28. Volúmenes de salmuera en el sector MOP

	Extracción Pozas	Extracción Planta KCl	Extracción Planta de Carnalita	Reinyección desde Pozas (infiltración directa Bitterns)	Reinyección por filtración en pozas o canaleta	Reinyección Planta KCl (indirecta en torta de sales)	Reinyección Planta Carnalita (infiltración directa Bitterns)	Reinyección Neta Planta KCl	Extracción Neta Total	
	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	
2004	Julio	456.168	143.712	42.826	36.024	38.524	230.464	61.885	86.752	275.810
	Agosto	500.162	118.842	40.865	65.826	21.672	229.574	53.018	110.732	289.780
	Septiembre	773.791	121.047	33.243	74.907	76.879	223.904	65.259	102.857	487.132
	Octubre	1.156.176	124.381	42.199	207.818	66.732	233.226	59.502	108.845	755.478
	Noviembre	1.485.336	126.827	47.343	179.376	118.983	209.852	73.272	83.025	1.078.023
	Diciembre	1.409.672	155.035	44.486	232.004	-185.141	228.800	78.475	73.765	1.255.056
2005	Enero	1.590.080	172.258	43.672	178.284	390.246	200.692	62.542	28.434	974.246
	Febrero	1.251.788	129.296	35.822	194.777	282.138	140.695	49.324	11.399	749.972
	Marzo	1.304.469	98.813	25.595	172.691	300.031	204.218	57.058	105.405	694.878
	Abril	1.541.784	162.362	47.257	103.349	369.758	207.549	73.527	45.187	997.221
	Mayo	697.165	130.580	45.022	107.749	96.772	216.219	87.953	85.639	364.075
	Junio	334.296	119.069	48.051	107.051	116.172	205.920	54.367	86.851	17.906
	Julio	572.288	143.424	42.392	91.988	81.363	198.123	55.732	54.699	330.899
	Agosto	760.853	153.637	19.198	65.479	62.494	210.466	0	56.829	595.248
	Septiembre	837.511	146.169	19.244	73.949	80.090	161.858	27.928	15.689	659.098
	Octubre	1.419.669	128.061	32.037	229.189	156.727	199.051	41.993	70.990	952.807
	Noviembre	1.919.089	136.293	59.003	225.147	382.093	197.831	58.980	61.538	1.250.334
	Diciembre	1.588.266	151.465	51.920	152.649	153.914	201.231	59.148	49.766	1.224.709
2006	Enero	1.473.971	185.977	58.080	168.668	369.397	222.178	57.908	36.201	899.877
	Febrero	1.240.087	170.475	35.346	116.501	128.686	196.508	46.490	26.033	957.724
	Marzo	1.507.139	90.238	48.462	199.109	240.417	118.489	22.899	28.251	1.064.926
	Abril	1.118.242	195.552	31.303	101.145	151.582	206.988	0	11.436	885.383
	Mayo	793.568	201.619	31.784	55.529	212.699	217.348	28.389	15.729	513.006
	Junio	597.278	200.051	23.455	-3.509	106.002	222.967	53.471	22.916	441.853
	Julio	828.609	153.631	40.635	24.878	136.425	234.962	57.604	81.332	569.007
	Agosto	694.428	152.081	26.010	26.458	118.194	225.461	51.164	73.380	451.243
	Septiembre	1.091.633	131.984	25.871	109.288	122.357	211.234	58.984	79.250	747.624
	Octubre	1.310.444	144.527	54.086	167.372	175.351	180.485	69.693	35.958	916.155
	Noviembre	1.469.463	97.000	33.633	202.844	141.582	126.791	38.681	29.791	1.090.199
	Diciembre	1.702.353	19.036	46.084	238.496	144.482	26.389	61.468	7.353	1.296.637
2007	Enero	1.796.233	28.262	38.055	238.865	182.956	44.794	45.771	16.532	1.350.165
	Febrero	1.466.866	127.884	14.231	239.790	129.527	161.175	0	33.292	1.078.489
	Marzo	1.451.544	308.943	35.416	124.300	164.779	323.831	36.295	14.888	1.146.698
	Abril	853.889	268.271	23.559	119.876	92.253	274.385	5.792	6.114	653.413
	Mayo	735.488	319.418	41.303	49.369	97.908	338.055	43.336	18.637	567.541
	Junio	476.927	314.296	38.170	80.412	116.219	330.214	41.095	15.918	261.453

Tabla 3-29. Volúmenes de salmuera en el sector SOP.

	Extracción Pozas	Reinyección desde Pozas (infiltración directa Bitterns)	Reinyección Planta SOP (indirecta en torta de sales)	Reinyección por infiltración pozas	Extracción neta total	
	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	
2004	Julio	138.568	83.420	44.400	10.748	
	Agosto	159.396	96.713	43.431	19.252	
	Septiembre	501.877	80.640	43.701	377.536	
	Octubre	601.156	73.810	39.284	488.062	
	Noviembre	1.256.107	41.901	38.962	1.175.244	
	Diciembre	1.539.527	46.886	37.091	1.455.550	
2005	Enero	1.651.443	18.062	42.035	28.980	1.562.366
	Febrero	1.540.973	39.750	36.980	26.176	1.438.067
	Marzo	1.312.212	66.382	42.377	28.980	1.174.472
	Abril	683.381	112.908	43.995	28.046	498.432
	Mayo	414.961	104.057	45.064	28.980	236.859
	Junio	460.376	70.783	38.182	28.046	323.365
	Julio	473.179	89.804	50.761	28.980	303.634
	Agosto	212.441	75.814	40.576	28.980	67.071
	Septiembre	871.747	88.288	34.813	28.046	720.601
	Octubre	1.458.517	103.723	43.787	28.980	1.282.027
	Noviembre	1.425.562	92.452	46.022	28.046	1.259.042
	Diciembre	710.869	83.146	36.217	28.980	562.526
2006	Enero	1.279.210	28.155	43.352	28.980	1.178.723
	Febrero	1.128.669	36.789	36.290	26.176	1.029.414
	Marzo	1.134.779	70.476	40.271	28.980	995.051
	Abril	914.217	112.884	50.931	28.046	722.356
	Mayo	789.143	103.267	56.046	60.164	569.665
	Junio	140.683	119.238	69.089	28.046	-75.690
	Julio	148.754	115.224	49.936	28.980	-45.386
	Agosto	386.041	73.944	50.586	28.980	232.531
	Septiembre	824.541	85.473	32.755	28.046	678.268
	Octubre	1.313.023	66.015	59.697	28.980	1.158.331
	Noviembre	1.573.765	70.468	10.887	28.046	1.464.364
	Diciembre	1.219.297	66.650	36.288	28.980	1.087.379
2007	Enero	1.023.707	43.254	41.965	28.980	909.508
	Febrero	1.278.956	49.193	36.719	26.176	1.166.868
	Marzo	920.665	66.543	36.958	28.980	788.183
	Abril	331.366	100.346	61.965	28.046	141.009
	Mayo	385.986	127.582	23.924	28.980	205.499
	Junio	399.383	111.743	20.166	28.046	239.428

Tabla 3-30. Resumen de extracciones de salmuera.

	Extracción neta SOP	Extracción neta MOP	Extracción neta SOP + MOP	
	m ³	m ³	m ³	
2004	Julio	10.748	275.810	286.558
	Agosto	19.252	289.780	309.032
	Septiembre	377.536	487.132	864.668
	Octubre	488.062	755.478	1.243.541
	Noviembre	1.175.244	1.078.023	2.253.267
	Diciembre	1.455.550	1.255.056	2.710.606
2005	Enero	1.562.366	974.246	2.536.611
	Febrero	1.438.067	749.972	2.188.039
	Marzo	1.174.472	694.878	1.869.351
	Abril	498.432	997.221	1.495.653
	Mayo	236.859	364.075	600.935
	Junio	323.365	17.906	341.271
	Julio	303.634	330.899	634.533
	Agosto	67.071	595.248	662.319
	Septiembre	720.601	659.098	1.379.699
	Octubre	1.282.027	952.807	2.234.834
	Noviembre	1.259.042	1.250.334	2.509.376
	Diciembre	562.526	1.224.709	1.787.234
2006	Enero	1.178.723	899.877	2.078.600
	Febrero	1.029.414	957.724	1.987.137
	Marzo	995.051	1.064.926	2.059.977
	Abril	722.356	885.383	1.607.739
	Mayo	569.665	513.006	1.082.672
	Junio	-75.690	441.853	366.163
	Julio	-45.386	569.007	523.620
	Agosto	232.531	451.243	683.775
	Septiembre	678.268	747.624	1.425.892
	Octubre	1.158.331	916.155	2.074.486
	Noviembre	1.464.364	1.090.199	2.554.563
	Diciembre	1.087.379	1.296.637	2.384.016
2007	Enero	909.508	1.350.165	2.259.673
	Febrero	1.166.868	1.078.489	2.245.356
	Marzo	788.183	1.146.698	1.934.881
	Abril	141.009	653.413	794.422
	Mayo	205.499	567.541	773.040
	Junio	239.428	261.453	500.881

3.6.4 Calidad química

Los pozos existentes que monitorean la calidad del agua subterránea en el sector del núcleo del Salar de Atacama son: SOPM-12C y 1001. Las muestras de estos pozos se tomaron los días 1 de agosto y 30 de octubre de 2007, y fueron analizadas por ALS Environmental. En el Anexo 5.2 se adjuntan los informes de los análisis químicos de estos pozos. Los resultados se presentan en la Tabla 3-31 y en la Tabla 3-32.

Tabla 3-31. Resultados de los análisis químicos efectuados en los pozos de observación del sistema Núcleo del Salar de Atacama (fecha de muestreo 1 de agosto de 2007).

Pozo	Densidad (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)
1001	1,24	444.000
SOPM-12C	1,24	439.000

Tabla 3-32. Resultados de los análisis químicos efectuados en los pozos de observación del sistema Núcleo del Salar de Atacama (fecha de muestreo 30 de octubre de 2007).

Pozo	Densidad (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)
1001	1,24	601.000
SOPM-12C	1,24	578.000

3.7 Cuña Salina

Los pozos que monitorean la Cuña Salina son: L4-3, Cuña 1, Cuña 2, Cuña 3, Cuña 4, Cuña 5, Cuña 6, Cuña 7 y L10-1. El pozo L10-1 es parte del monitoreo de nivel del sistema Peine por lo que no se presentará en este subcapítulo. Su gráfico puede ser consultado en la sección 3.3 Peine. En el caso del pozos Cuña 3 , se presenta la información como nivel bajo la punta de referencia (desde donde se toma la medida), ya que este pozo presenta un comportamiento confinado. Lo anterior, implica que el nivel del agua subterránea se eleva sobre el terreno del suelo.

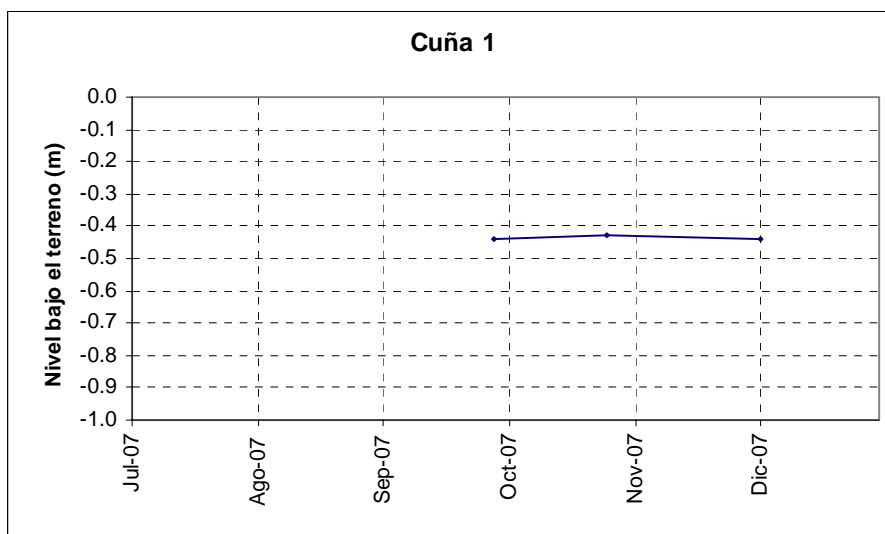


Figura 3-237. Nivel bajo el terreno, pozo Cuña 1.

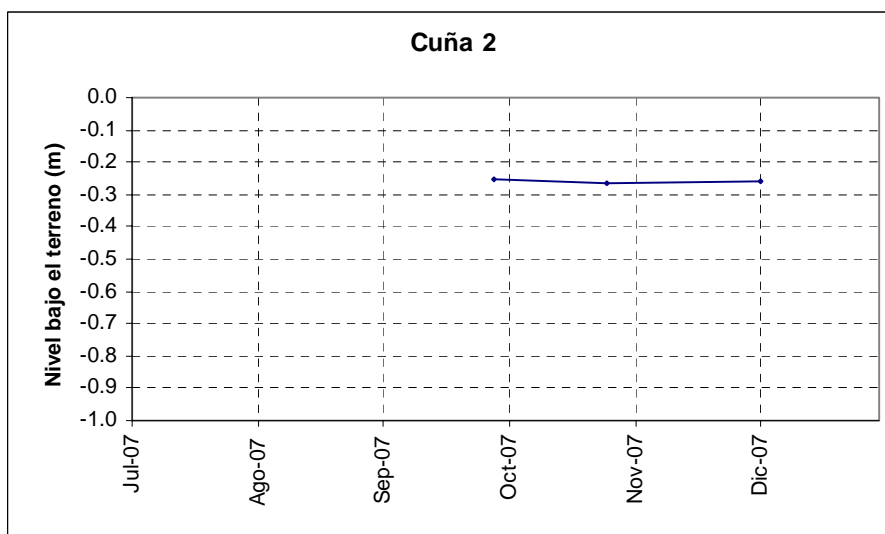


Figura 3-238. Nivel bajo el terreno, pozo Cuña 2.

Tabla 3-33. Nivel bajo punta de referencia, pozo Cuña 3.

Pozo	Fecha	Nivel sobre el terreno [m]
Cuña 3	01-Dic-07	2,28

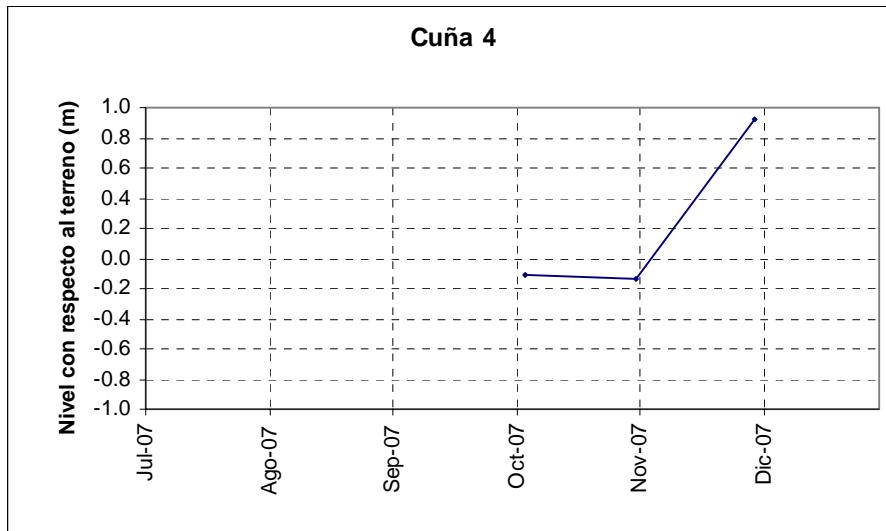


Figura 3-239. Nivel respecto del terreno, pozo Cuña 4. (reporta afloramiento)

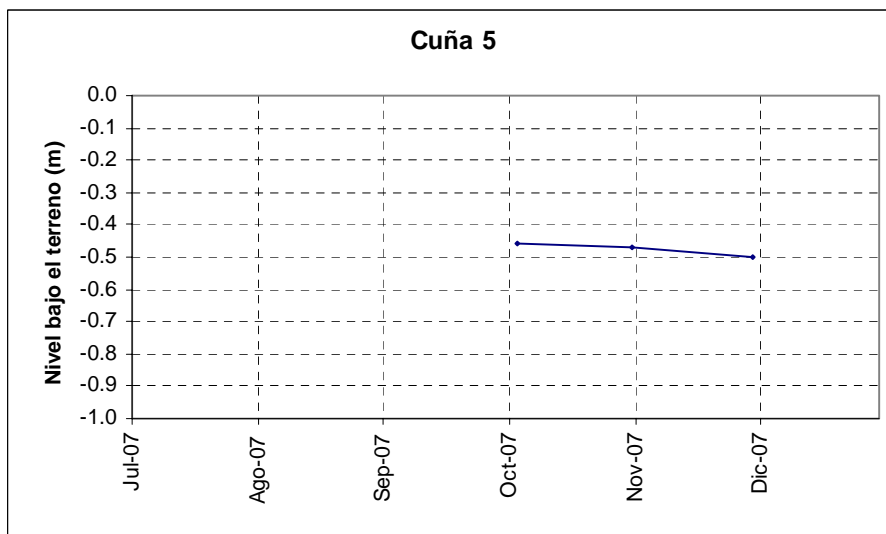


Figura 3-240. Nivel bajo el terreno, pozo Cuña 5.

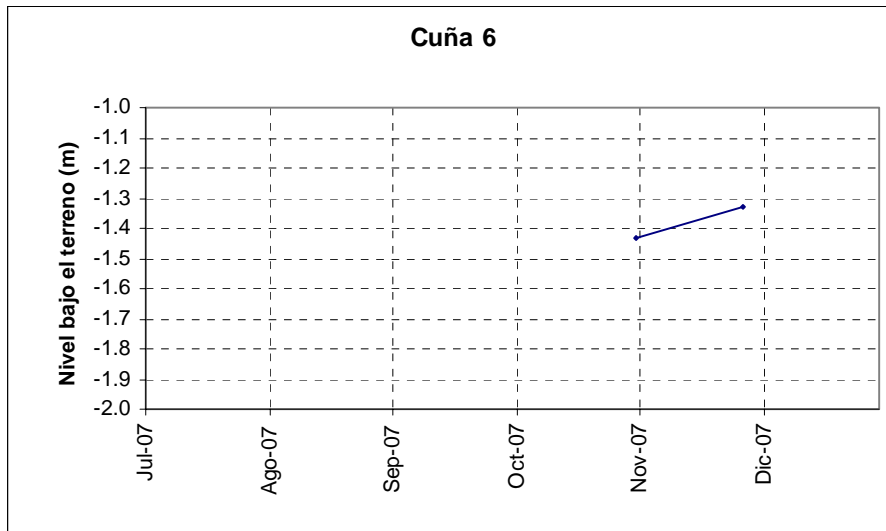


Figura 3-241. Nivel bajo el terreno, pozo Cuña 6.

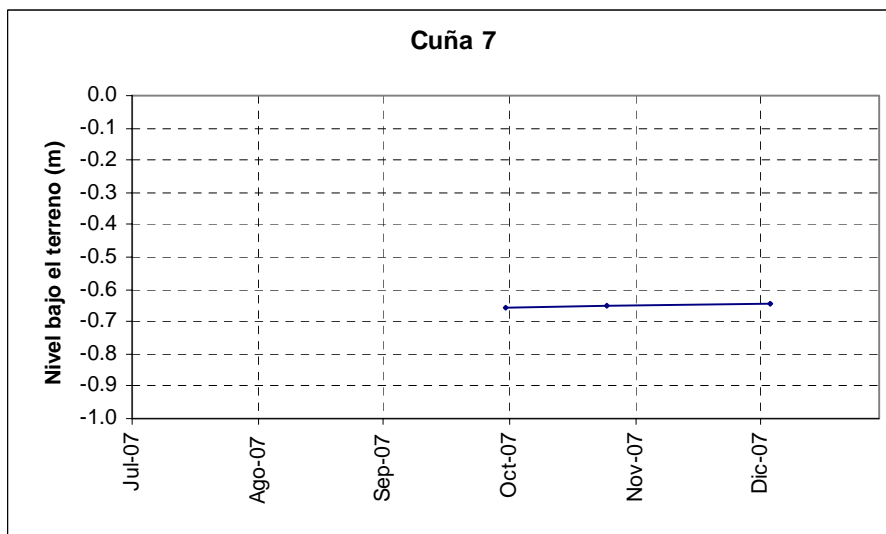


Figura 3-242. Nivel bajo el terreno, pozo Cuña 7.

4 ACTUALIZACIÓN UMBRALES DE ACTIVACIÓN DEL PLAN DE CONTINGENCIAS

Tal como se mencionó en la sección 2.3 (pág. 8) del presente informe, una de las principales obligaciones contenidas en la RCA 226/2006 que aprueba este proyecto desde el punto de vista, corresponde al levantamiento topográfico de precisión. Para el caso de los puntos de monitoreo correspondientes al Plan de Contingencias, dicho levantamiento se encuentra realizado y se informó con detalle en la sección 2.3.

El hecho de realizar un nuevo levantamiento topográfico lleva consigo necesariamente la redefinición de los umbrales de activación. Lo anterior se funda en las siguientes dos consideraciones:

- Cambio de cotas y coordenadas. El levantamiento topográfico entregó nuevas coordenadas para la ubicación de los puntos de monitoreo y nuevas cotas para el nivel del agua subterránea. En efecto, la cota del agua subterránea en alguno de los puntos varió en más de un metro;
- Cambio de ubicación de algunos pozos del PC. Una cantidad importante de puntos de monitoreo del Plan de Contingencias corresponden a pozos que no existían al momento de diseñar dicho plan. Por lo tanto, el diseño del PC consideró la construcción de pozos en coordenadas propuestas donde se esperó un cierto comportamiento hidrogeológico. Durante la etapa de perforación fue necesario adecuar la ubicación de algunos pozos, debido fundamentalmente a problemas de acceso. Los valores umbrales de activación fueron definidos en algunos de estos puntos en base a modelos de simulación hidrogeológicos (alerta temprana Sistema Borde Este), donde la distancia a los pozos de bombeo es determinante para la estimación de los umbrales de activación.

A continuación se presentan la redefinición de los valores de activación para cada uno los sistemas objetos de protección del Plan de Contingencias.

4.1 Sistema Soncor

Este sistema está compuesto por tres lagunas principales dos de las cuales (Chaxa y Barros Negros) se encuentra conectadas superficialmente a través de un canal natural. La tercera laguna es de menor tamaño, se ubica al este de las dos anteriores y es llamada Puilar.

El PC diseñado para este sistema busca proteger los tres cuerpos lacustres, tanto de potenciales efectos del bombeo de salmuera desde el núcleo, como de potenciales efectos del bombeo de agua dulce en el acuífero del Borde Este.

4.1.1 Indicadores de estado y valores de activación

Los indicadores de estado de este sistema están compuestos por los pozos L1-5, L1-4 y L7-4 y la reglilla (agua superficial) L1-G4. El Plan de Contingencias está diseñado en dos fases de

modo de proveer además de la alerta temprana espacial (ubicación de indicadores alejados de las laguna que se quiere proteger), una alerta temprana temporal. La Fase I fue definida como el valor mínimo histórico que no ha provocado efectos sobre los sistemas que se quiere proteger. Para el cálculo de la Fase II se determina el promedio de la cota del agua para el mes en que más frecuentemente se produce el mínimo del año hidrológico (abril a marzo), menos dos veces su desviación estándar.

Junto con actualizar los valores umbrales para cada pozo y cada fase debido al cambio en la cota de referencia, se actualizó la información de niveles, ya que la utilizada en el PC original cuenta con información sólo hasta el 2 de marzo de 2006, es decir, actualmente se cuenta con 16 meses más de información con la cual se puede complementar la información.

La Tabla 4-1 y la Tabla 4-2 presentan los valores de activación para las fases I y II respectivamente. Se observa que las diferencias por levantamiento topográfico son importantes, generando diferencias que varían entre 0,734 m y 1,111 m, dependiendo del pozo, siempre con valores negativos (napa más baja respecto el nivel del mar). La diferencia por actualización de los registros históricos es pequeña variando entre 0,03 m y 0,08 m para el pozo L1-5 y la reglilla L1-G4, respectivamente.

Tabla 4-1. Valores de activación para la Fase I.

Pozo o reglilla	Valor de Activación PC RCA (msnm)	Diferencia de cota por levantamiento topográfico (m)	Valor de activación por cambio de cota ¹ (msnm)	Valor de activación por actualización de registro ² (msnm)
L1-5	2299,27	-0,734	2298,536	2298,51
L1-G4	2299,40	-0,811	2298,589	2298,51
L1-4	2299,69	-0,800	2298,890	2298,89
L7-4	2302,46	-1,111	2301,349	2301,35

¹ Valor que sólo considera cambio en cota de referencia

² Valor que considera cambio de cota de referencia y extensión del registro de datos. Para ver detalle del comportamiento de estos pozos ver Figura 3-16 (L1-4), Figura 3-17 (L1-5), Figura 3-58 (L1-G4) y Figura 3-79 (L7-4).

Tabla 4-2. Valores de activación para la Fase II.

Pozo	Valor de Activación PC RCA (msnm)	Diferencia de cota por levantamiento topográfico (m)	Valor de activación por cambio de cota ¹ (msnm)	Valor de activación por actualización de registro ² (msnm)
L1-5	2299,16	-0,734	2298,43	2298,35
L1-G4	2299,24	-0,811	2298,43	2298,35
L1-4	2299,66	-0,800	2298,86	2298,81
L7-4	2302,44	-1,111	2301,33	2301,33

¹ Valor que sólo considera cambio en cota de referencia

² Valor que considera cambio de cota de referencia y extensión del registro de datos

4.2 Sistema Aguas de Quelana

Este sistema está compuesto por una serie de cuerpos lacustres desperdigados y sin continuidad ubicados al este del núcleo del Salar de Atacama.

4.2.1 Indicadores de estado y valores de activación

Este sistema se encuentra conformado por los siguientes indicadores ambientales: L5-8, L4-8, L3-5, L3-9, L5-10 y L4-12. Es importante señalar que todos estos pozos no habían sido construidos cuando se diseñó el PC. El diseño del PC consideró un descenso máximo para cada pozo de acuerdo al mes de inicio del monitoreo, que en este caso corresponde a mayo de 2007 (Tabla 4-3). En este caso en particular aumentar la serie histórica mantiene los mismos valores para los descensos máximos por lo que se mantienen los mismo valores que los incluidos en la RCA. El único cambio es que ahora se cuenta con el valor de la cota del agua subterránea para el mes de inicio del monitoreo, por lo que se puede referenciar los umbrales a un valor de cota, lo que permite facilitar la fiscalización.

La Tabla 4-4 presenta los valores de activación para las fases I y II del PC, expresados en términos de cota sobre el nivel del mar. Como se comentó anteriormente estos valores fueron calculados como la cota de la napa medida en mayo de 2007 menos los descensos máximos permitidos para dicho mes, es decir, menos 0,1 m para la fase I y menos 0,13 m para la fase II.

Tabla 4-3 Descensos máximos permitidos en el nivel de los indicadores de estado para Aguas de Quelana.

Mes	Descenso máximo (cm)	
	Fase I	Fase II
Enero	2	3
Febrero	2	3
Marzo	3	4
Abril	6	8
Mayo	10	13
Junio	14	17
Julio	16	19
Agosto	16	19
Septiembre	13	16
Octubre	11	13
Noviembre	8	10
Diciembre	5	7

Tabla 4-4. Valores de activación Fase I y II para Aguas de Quelana, presentados en metros sobre el nivel del mar.

Pozo	Cota napa may-07 (msnm)	Fase I	Fase II
L5-8	2302,736	2302,636	2302,606
L5-10	2299,145	2299,045	2299,015
L4-8	2300,361	2300,261	2300,231
L4-12	2298,819	2298,719	2298,689
L3-5	2303,091	2302,991	2302,961
L3-9	2299,469	2299,369	2299,339

Para más detalle del comportamiento del nivel de la napa ver Figura 3-155 (L5-8), Figura 3-156 (L5-10), Figura 3-149 (L4-8), Figura 3-151 (L4-12), Figura 3-145 (L3-5) y Figura 3-146 (L3-9).

4.3 Sistema Borde Este

El PC diseñado para este sistema busca proteger del bombeo de agua dulce, la vegetación presente en el Borde Este del Salar de Atacama, y especialmente la vegetación hidromorfa y la arbustiva que se encuentra realmente conectada con el acuífero (menos de 3 m de profundidad). Este sistema además considera la utilización de pozos de alerta temprana ubicados entre la zona de protección y los pozos de bombeo de agua dulce. La definición de los valores de activación de estos pozos fue realizada a través del uso de modelos numéricos hidrogeológicos (Modflow). El criterio para la definición del umbral de activación de alerta temprana fue determinar el valor mínimo que puede presentar la napa en el punto de alerta temprana, para que una vez activada la acción de contingencia (disminución de caudal de bombeo), el pozo ubicado en la zona de conexión vegetación-acuífero, nunca descienda más de 1 m (valor para la fase II).

Dado que algunos de estos pozos presentaron cambios en su ubicación definitiva fue necesario recalcular con el modelo numérico los nuevos valores de activación.

4.3.1 Indicadores de estado y valores de activación

Los indicadores considerados en este sistema son:

Zona de Vegetación Hidromorfa: L7-3, L2-4, L3-5, L1-17. Estos umbrales se mantienen igual a los presentados en la RCA (Tabla 4-5). La Tabla 4-6 presenta los valores de activación expresados en msnm. Dicho cálculo se realizó restando el descenso máximo permitido (Tabla 4-5), para cada fase a la medición de la cota de la napa realizada en mayo de 2007.

Tabla 4-5. Descensos máximos permitidos en el nivel de los indicadores de estado para Borde Este, sector de vegetación hidromorfa.

MES	DESCENSO MÁXIMO (CM)	
	FASE I	FASE II
Enero	21	26
Febrero	28	33
Marzo	24	29
Abril	21	26
Mayo	28	33
Junio	33	38
Julio	38	43
Agosto	39	44
Septiembre	38	43
Octubre	35	40
Noviembre	30	35
Diciembre	25	30

Tabla 4-6. Valores de activación para vegetación hidromorfa expresados en msnm.

Pozo	Coordenadas		COTA NAPA MAYO-07	Fase I	Fase II
	Este	Norte			
L7-3	592042,473	7422959,95	2312,81	2312,53	2312,48
L2-4	592034,943	7414985,57	2302,61	2302,33	2302,28
L3-5	593960,272	7409923,92	2303,09	2302,81	2302,76
L1-17	591637,366	7418615,57	2305,72	2305,44	2305,39

Zona de conexión vegetación Brea-Atriplex conectada con el acuífero: L7-14, L2-25, L3-3, L4-17, L9-1 y L1-3. Estos umbrales se mantienen igual a los presentados en la RCA, es decir 50 cm y 100 cm para fase I y fase II, respectivamente.

Zona de Alerta temprana: L7-13, L2-26, L3-15, L4-3 y L9-1. Los umbrales de estos pozos fueron modificados de acuerdo a lo presentado en Tabla 4-7.

Tabla 4-7. Valores de activación Fase II para Borde Este, presentados en metros.

Pozo	Coordenadas propuestas		Descenso para activación de la Fase II ¹	Coordenadas reales		Descenso para activación de la Fase II ²
	Este	Norte		Este	Norte	
L7-13	594070	7423000	1,25	594316	7422800	1,42
L2-26	594250	7415000	0,88	593999	7415308	0,78
L3-15	595270	7410000	0,86	595270	7410000	0,85
L4-3	596306	7406650	0,82	596306	7406650	0,92
L9-1	592965	7396685	0,86	595067	7397025	0,87

¹ Valor según coordenadas estimadas (antiguas)

² Valor según coordenadas definitivas (nuevas)

5 ANEXOS

5.1 Implementación de Planes de Contingencias y Seguimiento Ambiental en el Salar de Atacama

5.2 Informes de Análisis Químicos: Pozos

5.3 Informes de Análisis Químicos: Cuerpos de agua

5.4 Informe de Integrant: “Levantamiento Topográfico de Pozos en el Salar de Atacama – SQM Salar, Primera Etapa”, Octubre 2007

-
- 5.5 **Informe de Geoserge: “Proceso y Metodología Utilizada en la Vinculación de Vértices con GPS para el Control y Monitoreo de Pozos en el Salar de Atacama”, Diciembre 2007**