

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](http://www.dictuc.cl)

## CONTENIDOS

| <b>Ítem</b> | <b>Contenido</b>   | <b>Pág.</b> |
|-------------|--|-------------|
| <b>1</b>    | <b>INTRODUCCIÓN</b> .....  | <b>2</b>    |
| <b>2</b>    | <b>ANTECEDENTES GENERALES</b> .....  | <b>3</b>    |
|             | 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           |
| <b>3</b>    | <b>MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO</b> .....   | <b>11</b>   |
|             | 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         |
| <b>4</b>    | <b>ACTUALIZACIÓN UMBRALES DE ACTIVACIÓN DEL PLAN DE CONTINGENCIAS</b> ...  | <b>155</b>  |
|             | 4.1 SISTEMA SONCOR .....   | 155         |
|             | 4.2 SISTEMA AGUAS DE QUELANA .....   | 157         |
|             | 4.3 SISTEMA BORDE ESTE .....   | 158         |
| <b>5</b>    | <b>ANEXOS</b> .....  | <b>161</b>  |
|             | 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       |

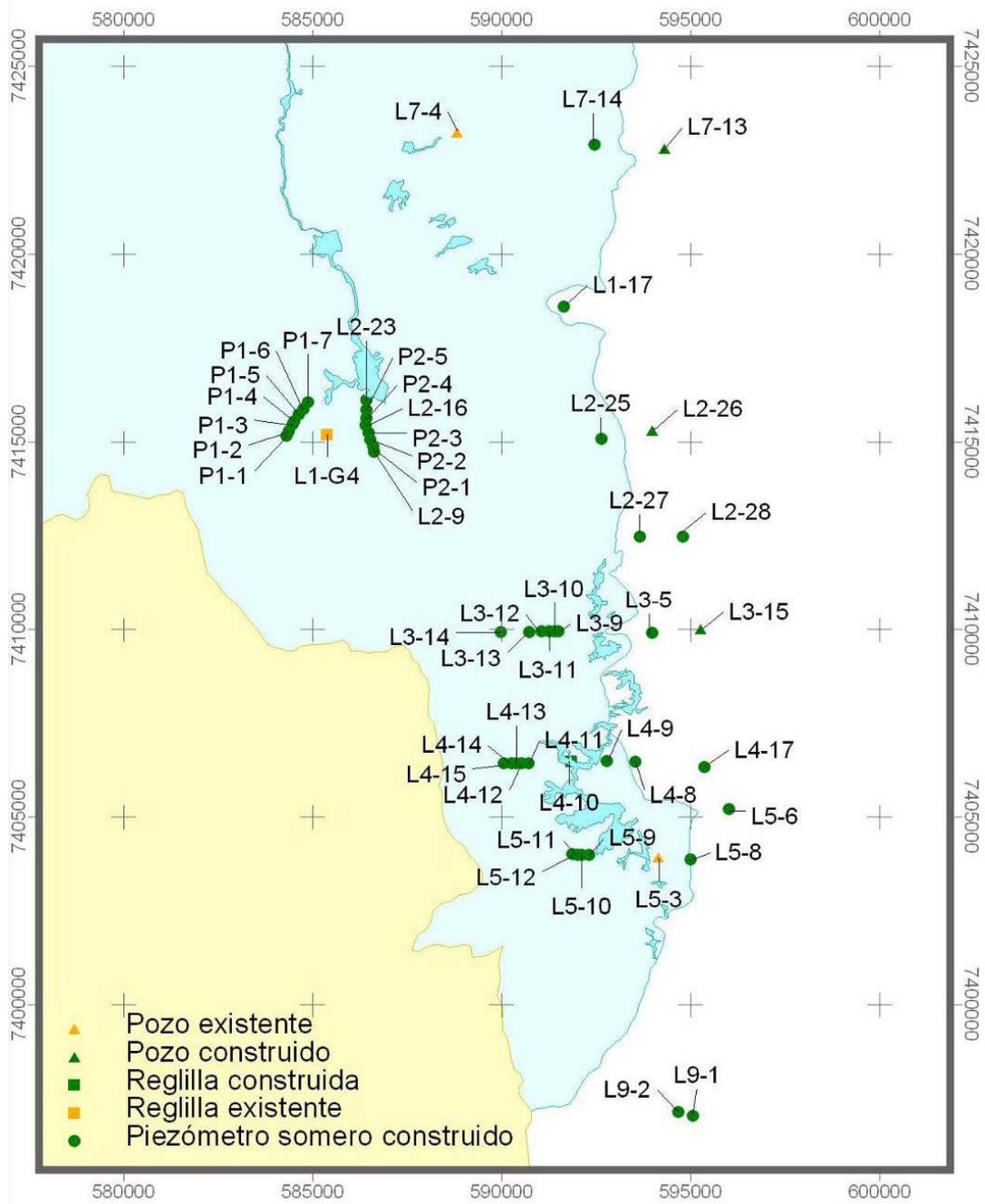


Figura 2-1. Mapa con la ubicación de los nuevos pozos construidos durante la implementación del Plan de Contingencias.

---

## 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.

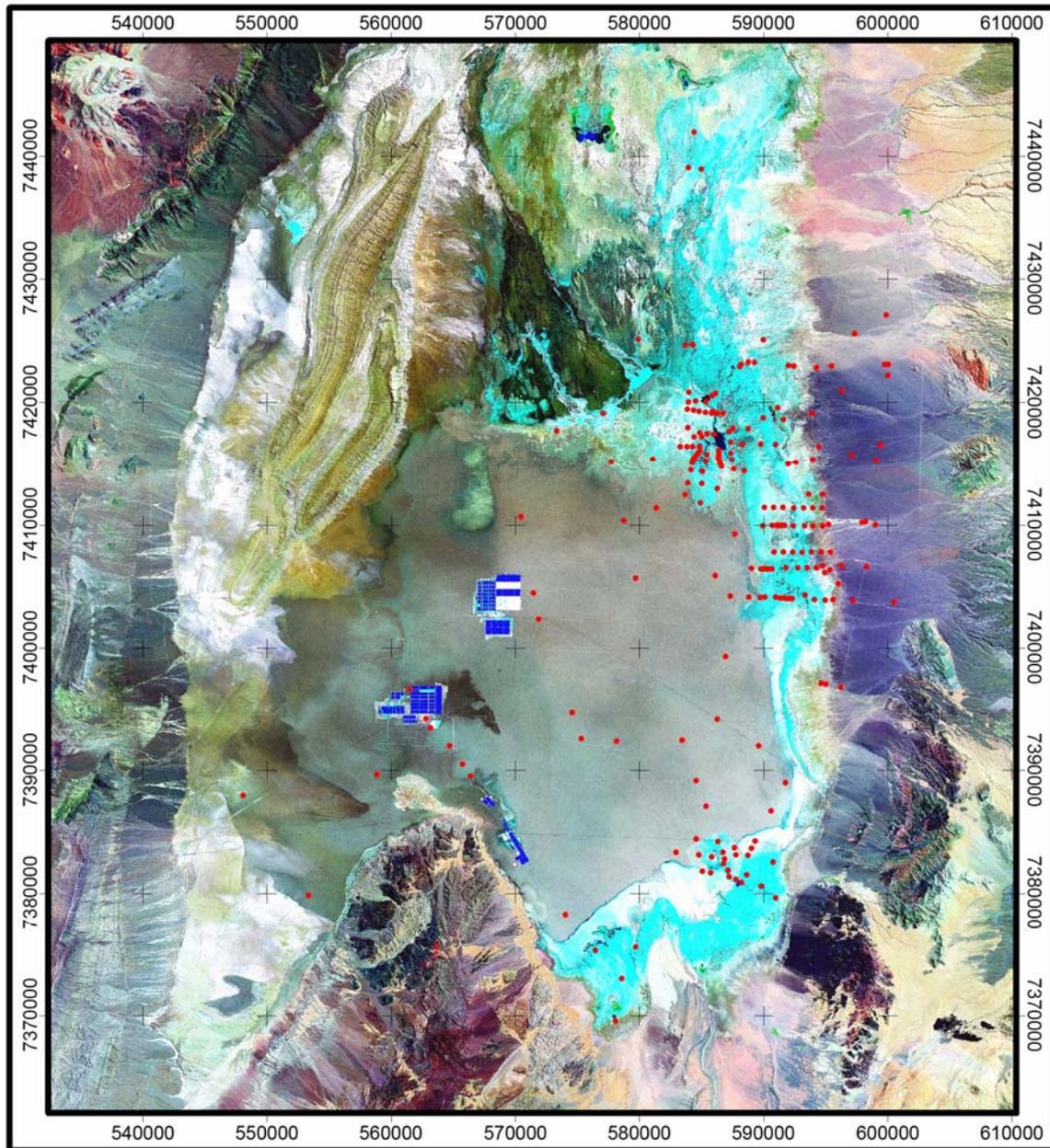


Figura 2-2. Ubicación de todos los puntos de monitoreo del PSAH (para más detalle ver plano adjunto).

### 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<br>(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.

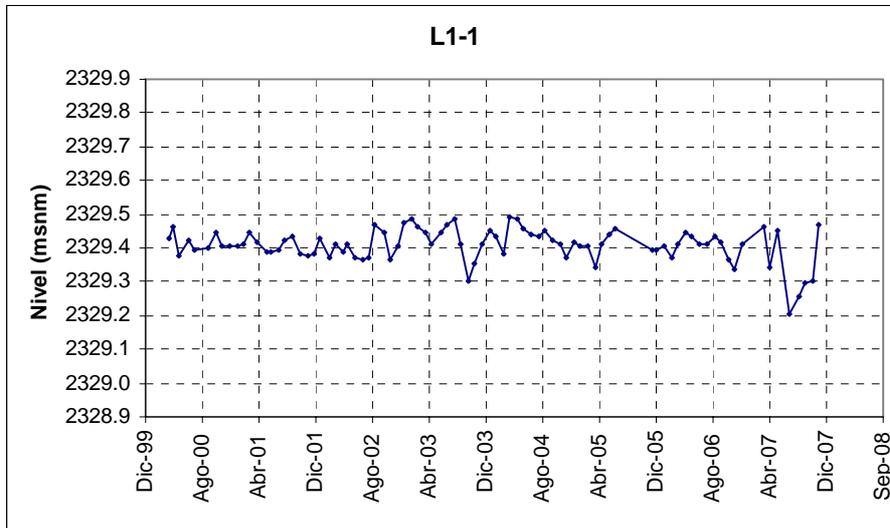


Figura 3-2. Nivel mensual observado en el pozo L1-1.

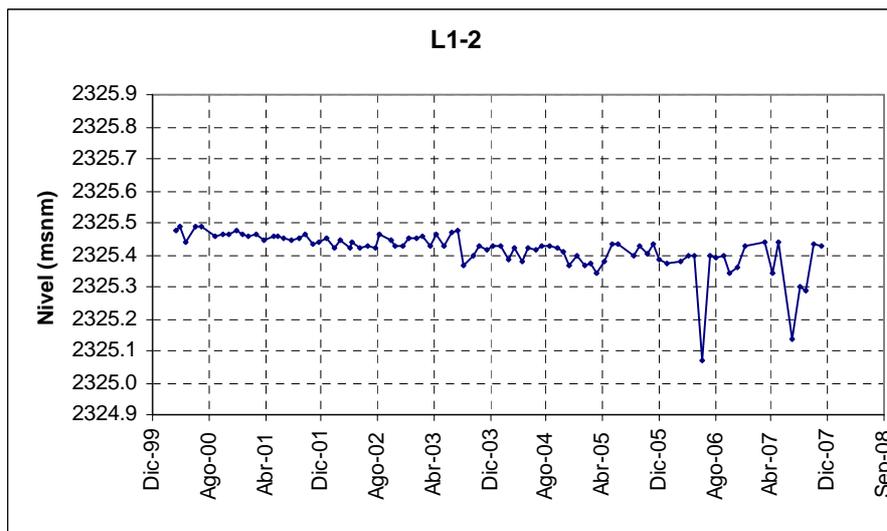


Figura 3-3. Nivel mensual observado en el pozo L1-2.

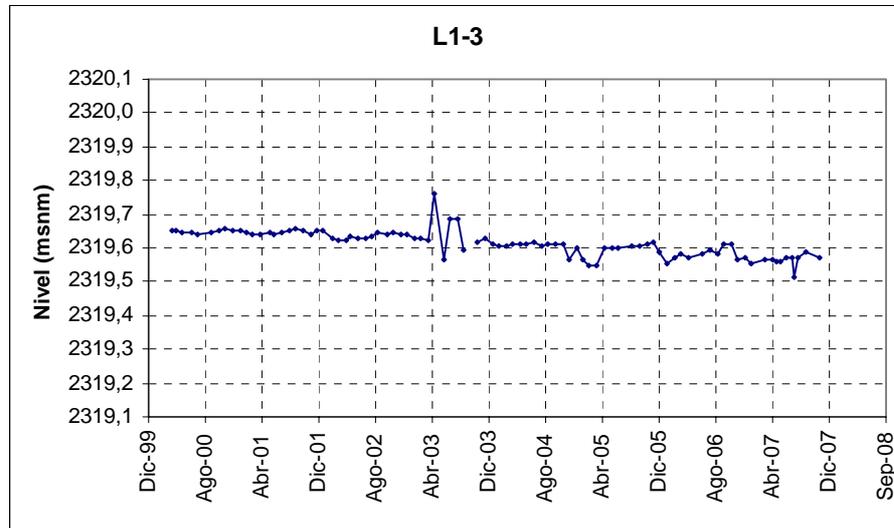


Figura 3-4. Nivel mensual observado en el pozo L1-3.

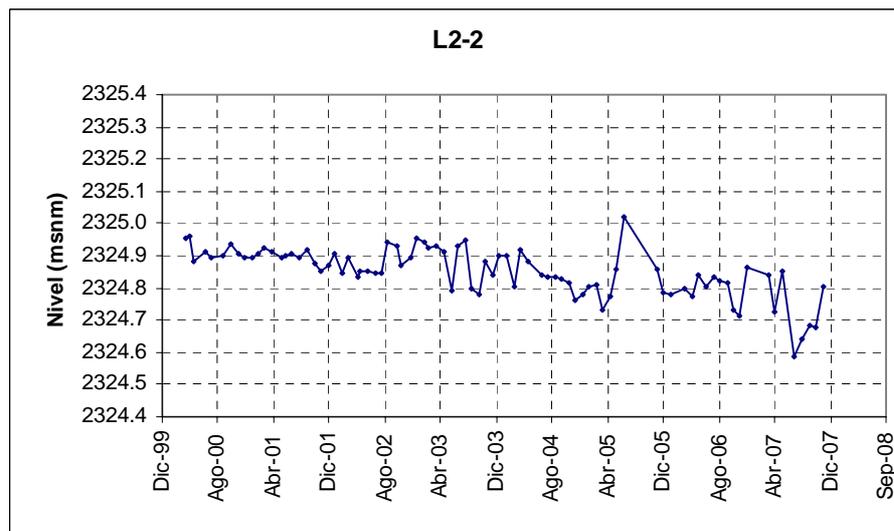


Figura 3-5. Nivel mensual observado en el pozo L2-2.

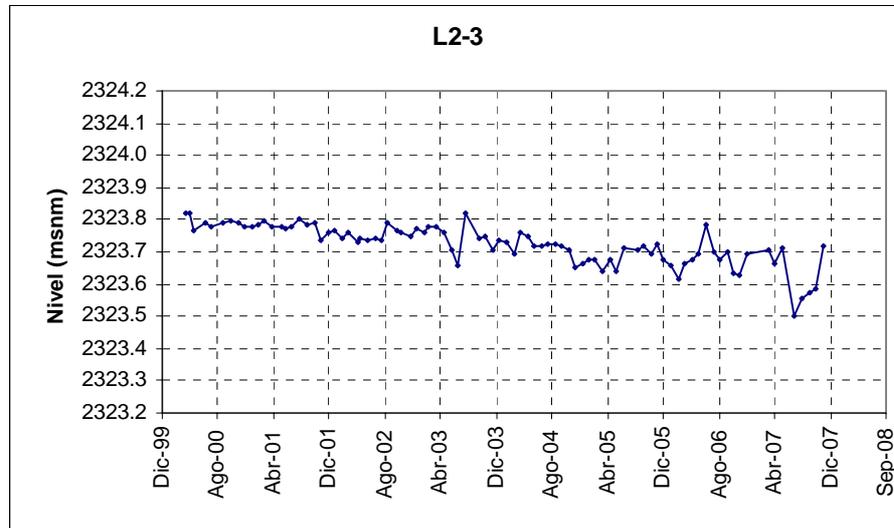


Figura 3-6. Nivel mensual observado en el pozo L2-3.

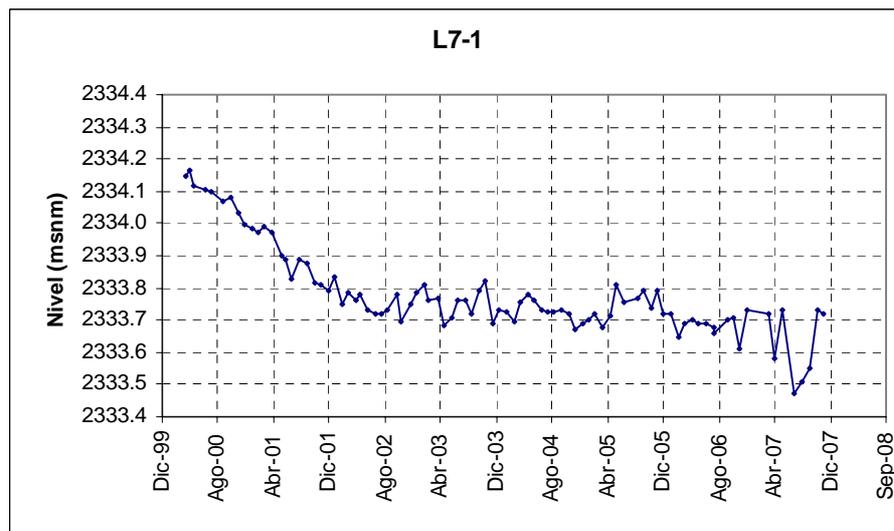


Figura 3-7. Nivel mensual observado en el pozo L7-1.

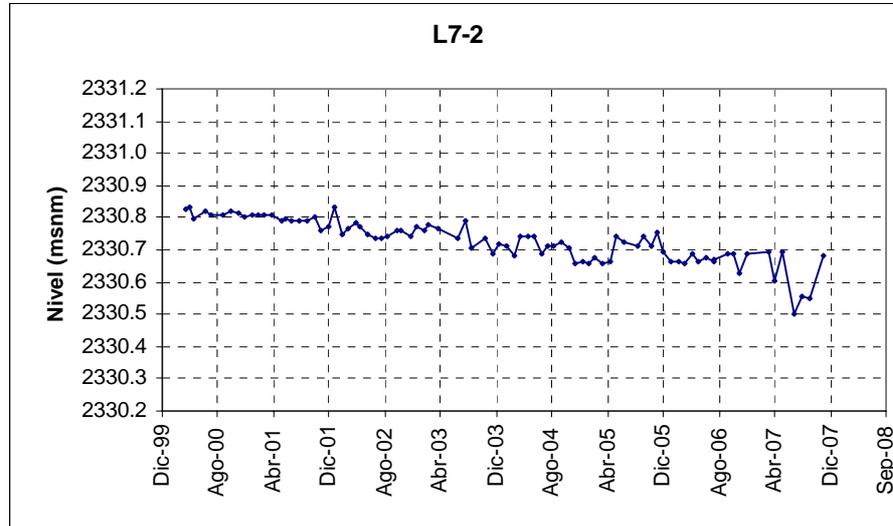


Figura 3-8. Nivel mensual observado en el pozo L7-2.

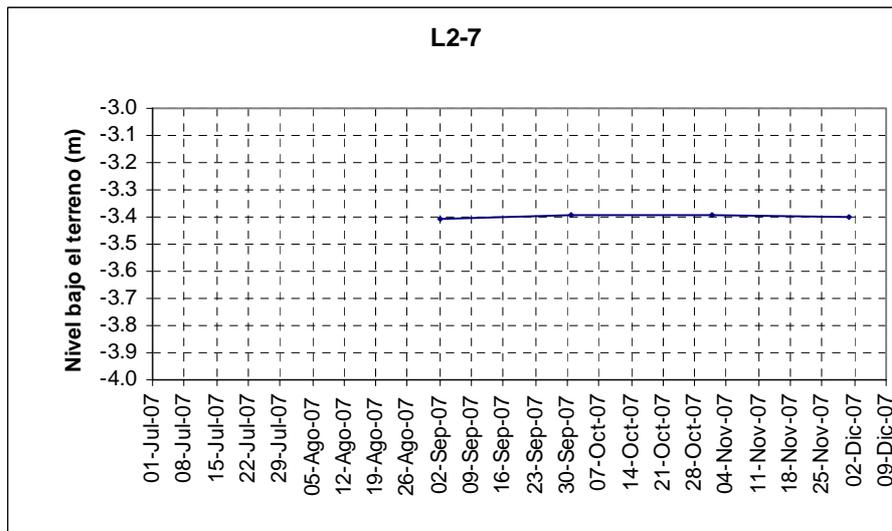


Figura 3-9. Nivel bajo el terreno (profundidad de la napa), pozo L2-7.

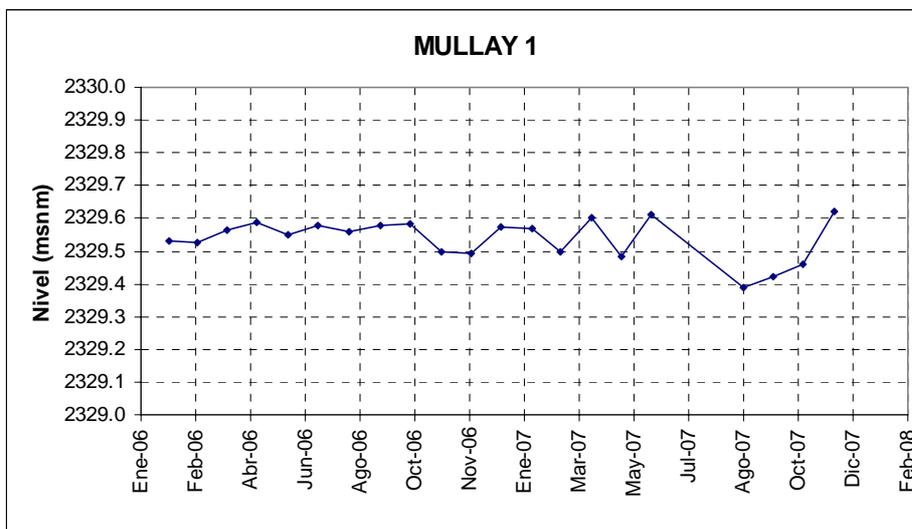


Figura 3-10. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo MULLAY 1.

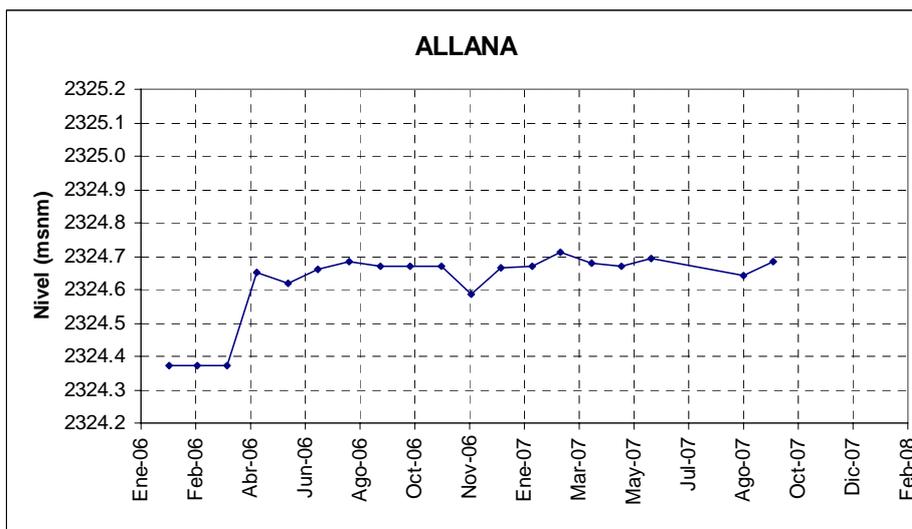


Figura 3-11. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo ALLANA.

### 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.

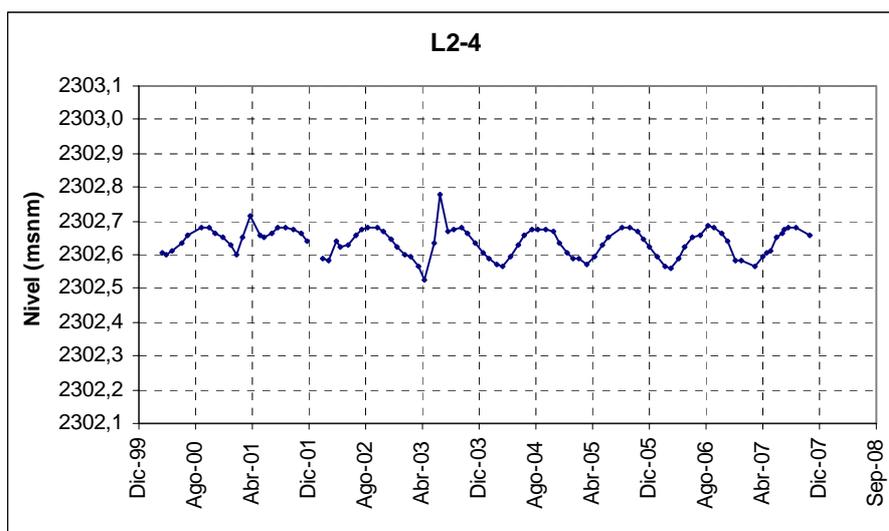


Figura 3-12. Nivel mensual observado en el pozo L2-4.

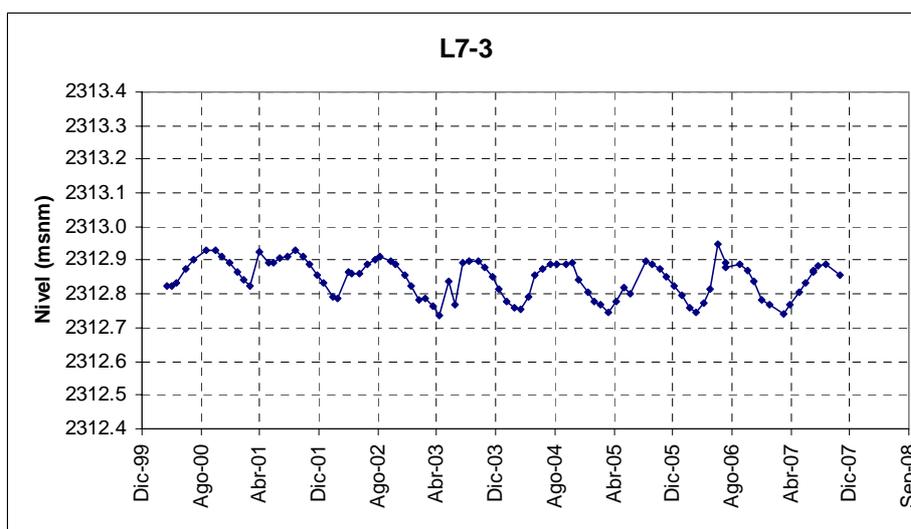


Figura 3-13. Nivel mensual observado en el pozo L7-3.

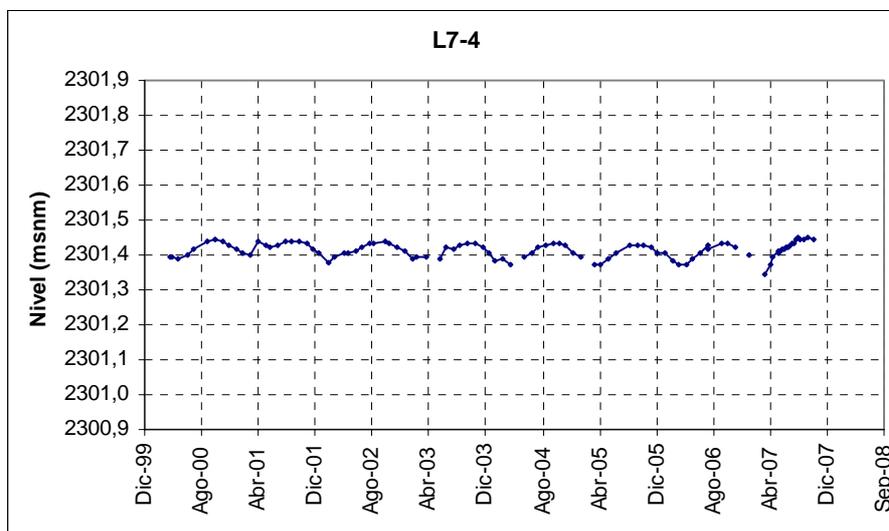


Figura 3-14. Nivel mensual observado en el pozo L7-4.

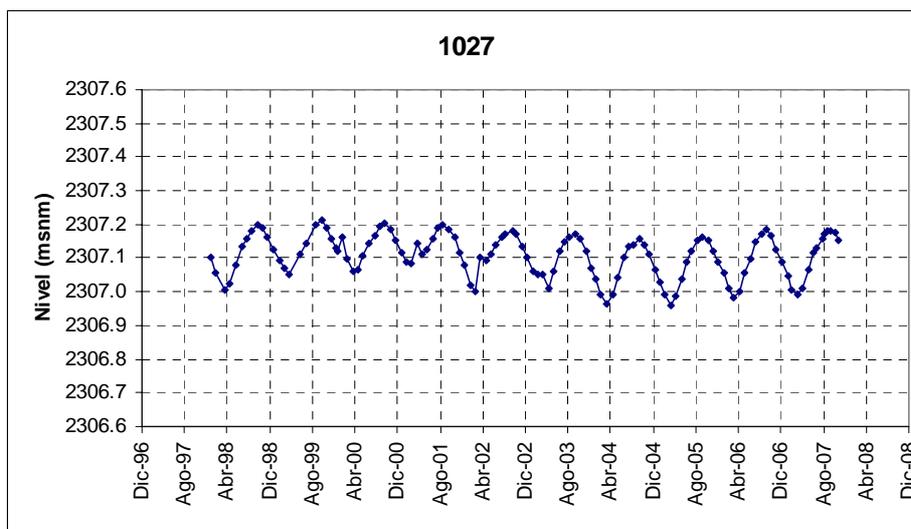


Figura 3-15. Nivel mensual observado en el pozo 1027.

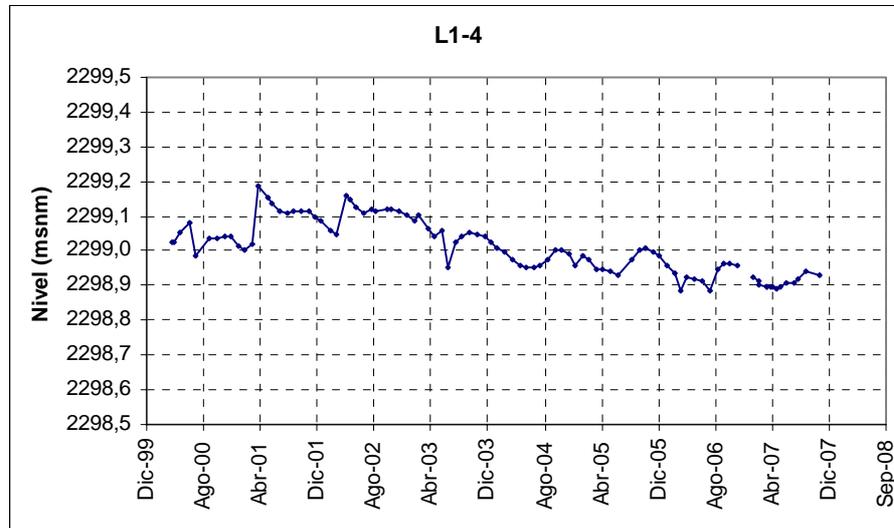


Figura 3-16. Nivel mensual observado en el pozo L1-4.

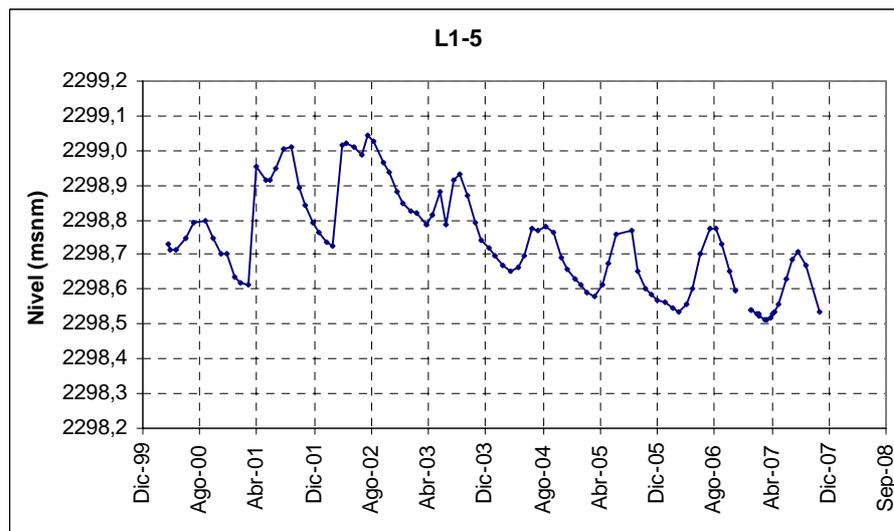


Figura 3-17. Nivel mensual observado en el pozo L1-5.

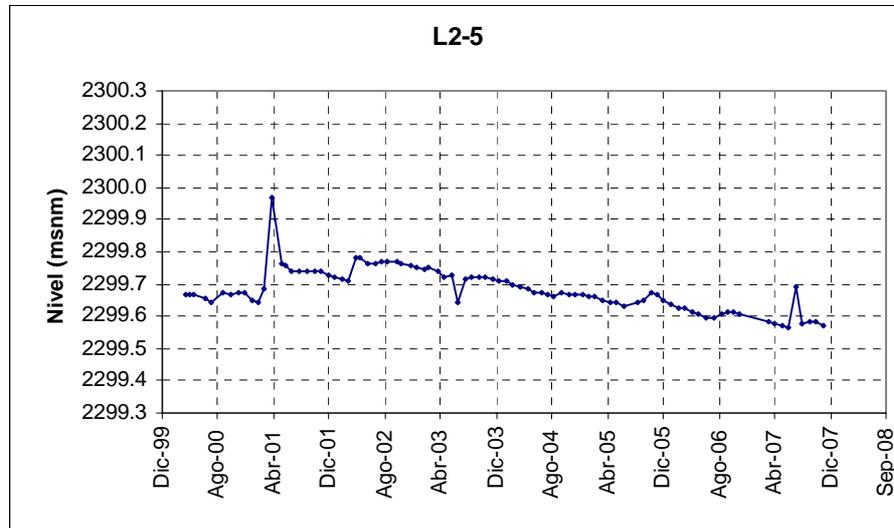


Figura 3-18. Nivel mensual observado en el pozo L2-5.

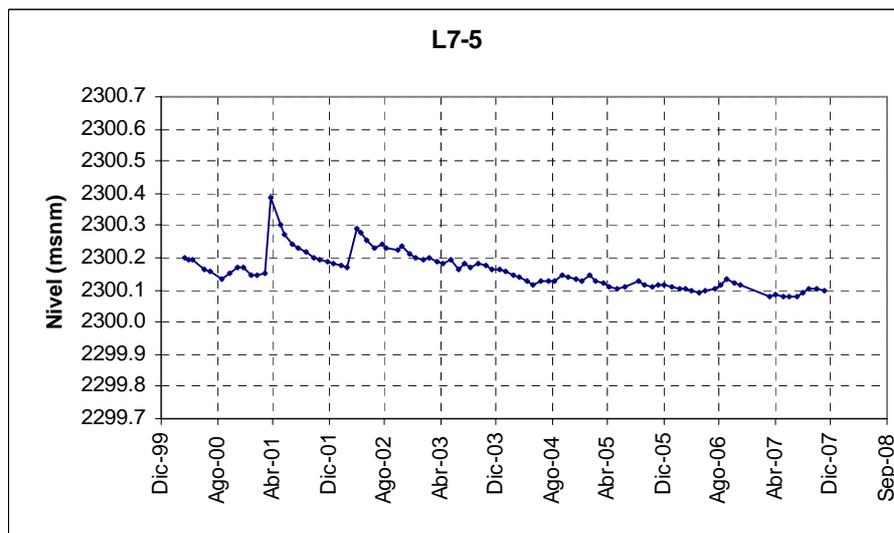


Figura 3-19. Nivel mensual observado en el pozo L7-5.

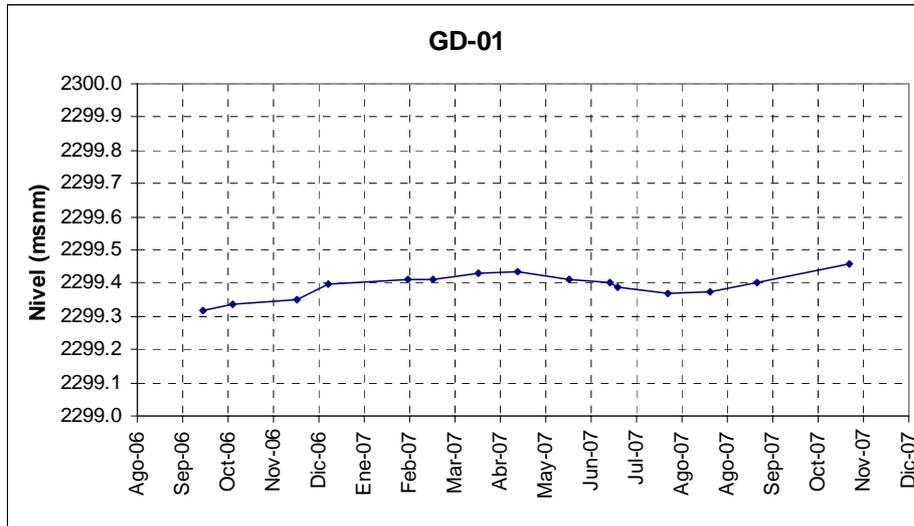


Figura 3-20. Nivel mensual observado en el pozo GD-01.

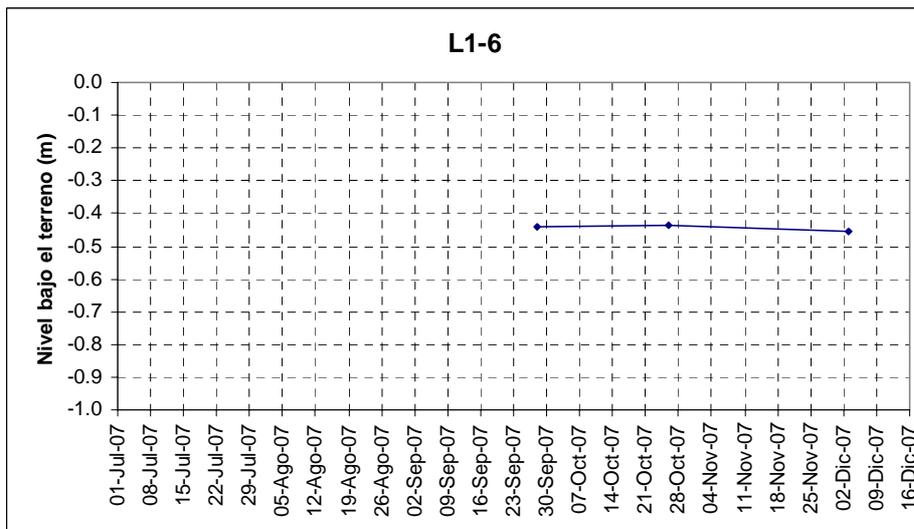


Figura 3-21. Nivel bajo el terreno, pozo L1-6.

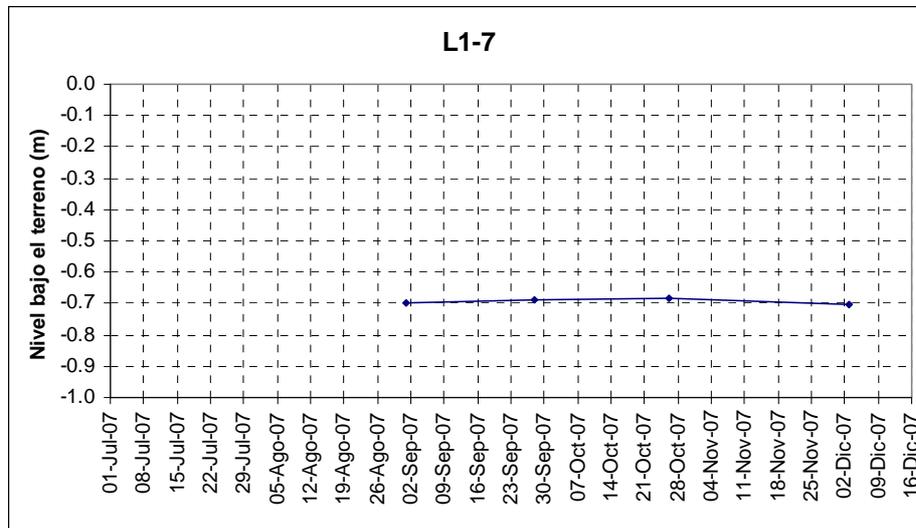


Figura 3-22. Nivel bajo el terreno, pozo L1-7.

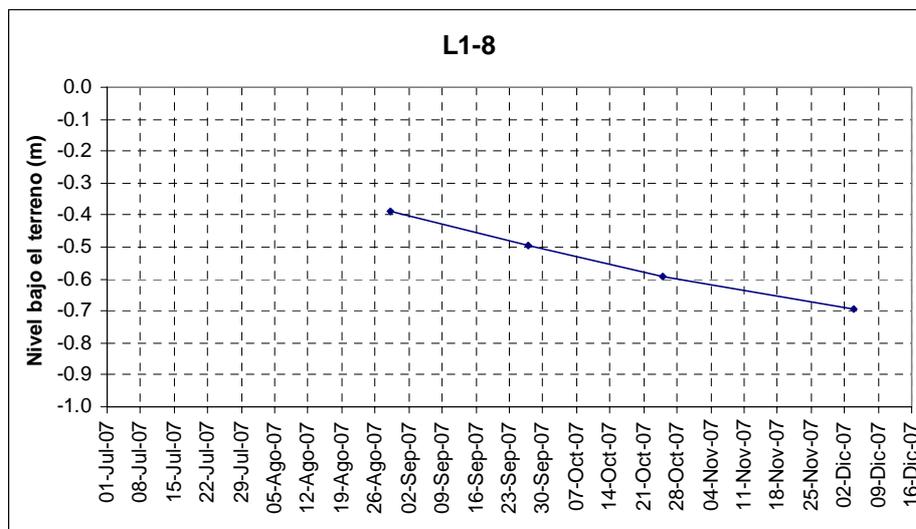


Figura 3-23. Nivel bajo el terreno, pozo L1-8.

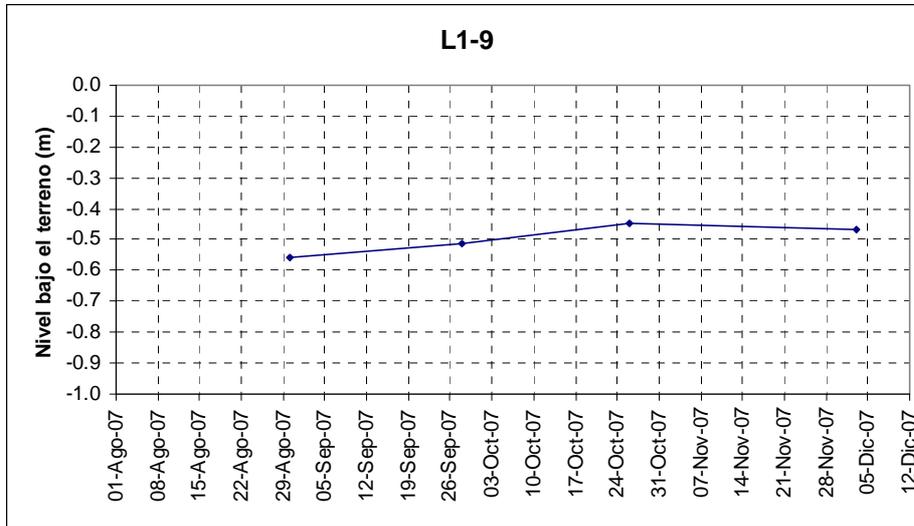


Figura 3-24. Nivel bajo el terreno, pozo L1-9.

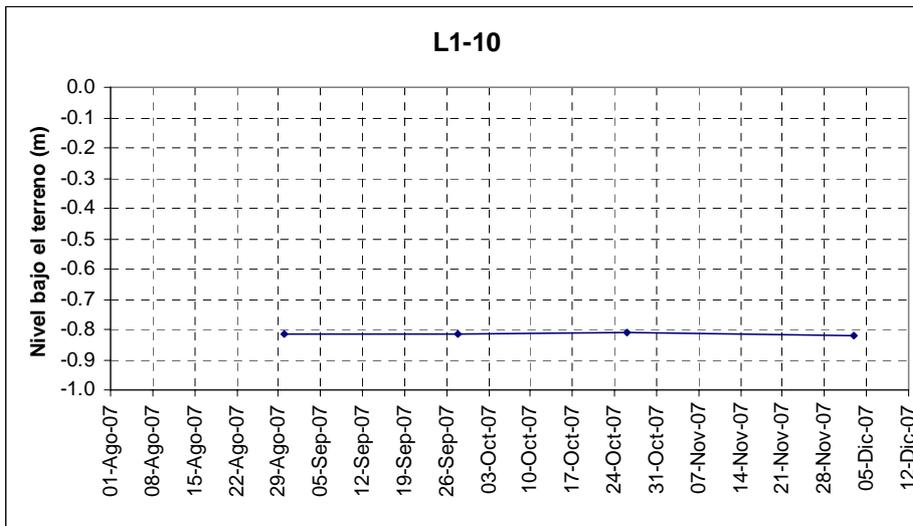


Figura 3-25. Nivel bajo el terreno, pozo L1-10.

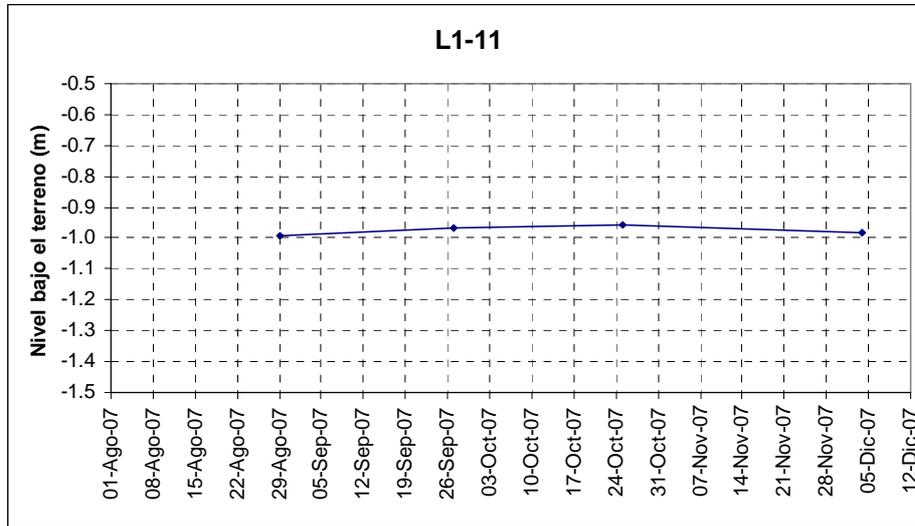


Figura 3-26. Nivel bajo el terreno, pozo L1-11.

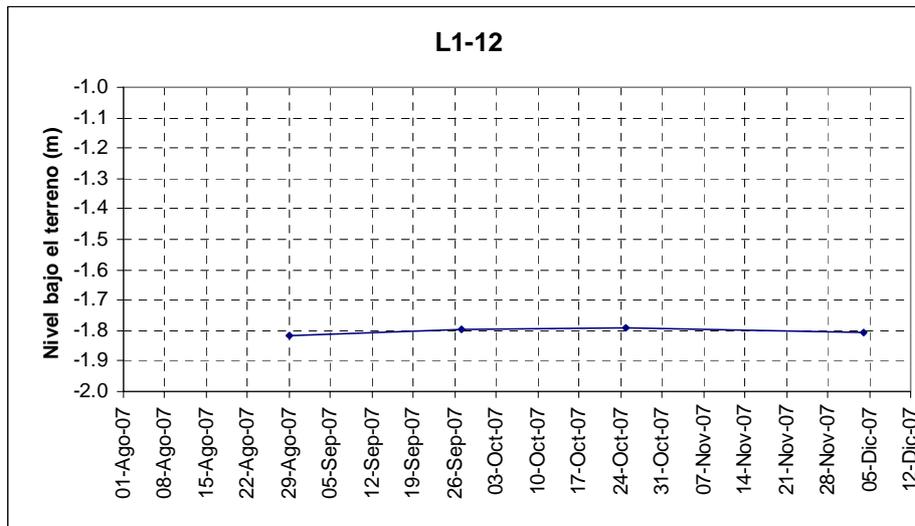


Figura 3-27. Nivel bajo el terreno, pozo L1-12.

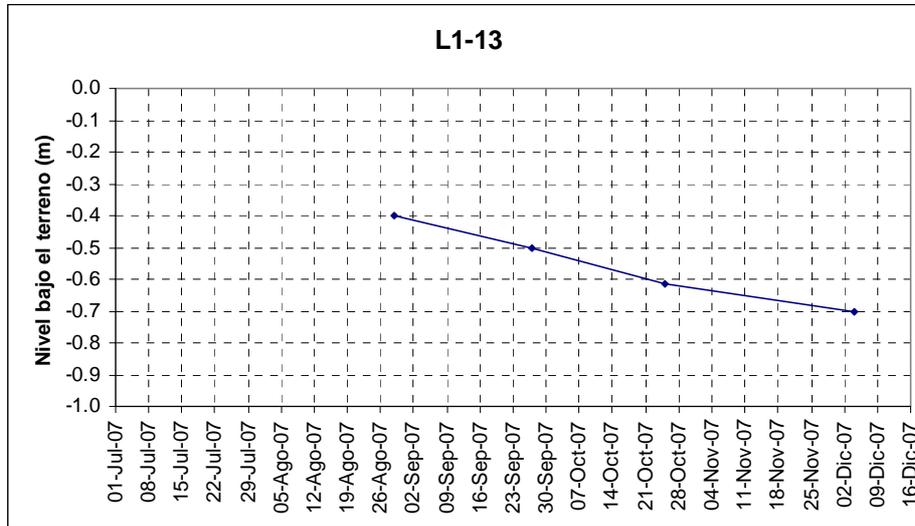


Figura 3-28. Nivel bajo el terreno, pozo L1-13.

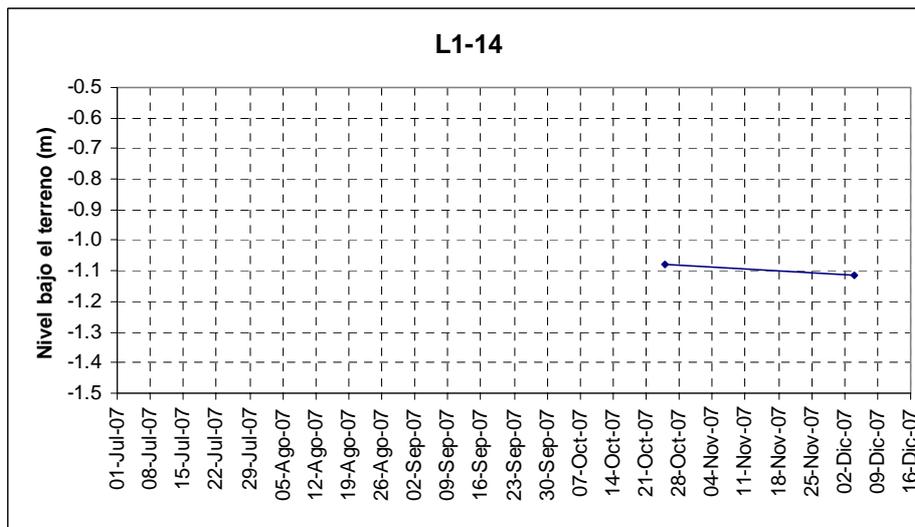


Figura 3-29. Nivel bajo el terreno, pozo L1-14.

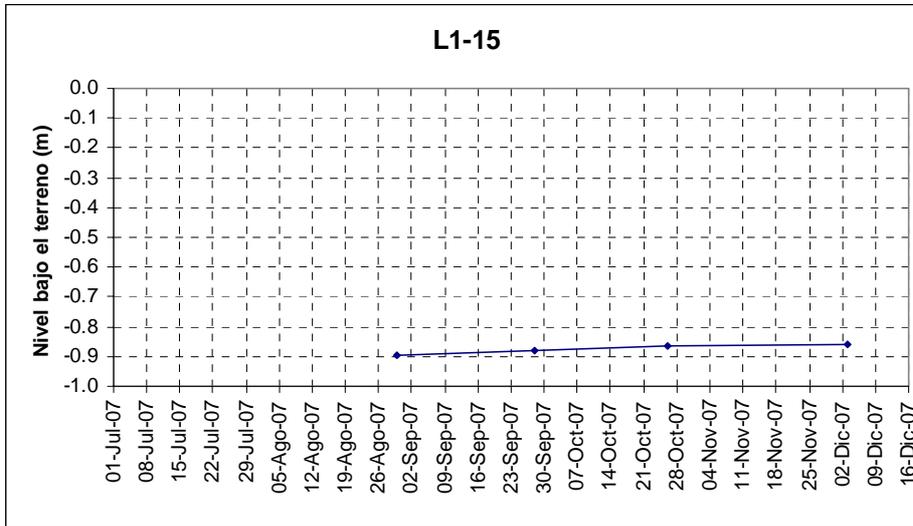


Figura 3-30. Nivel bajo el terreno, pozo L1-15.

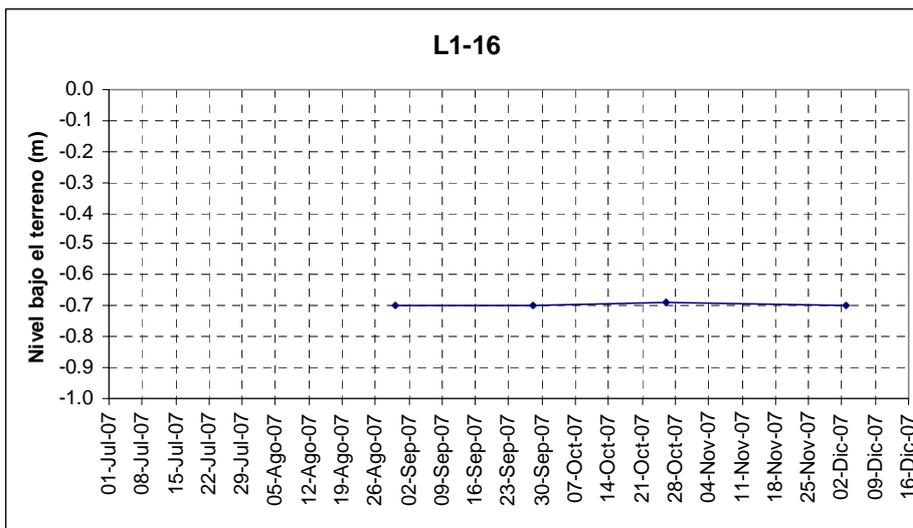


Figura 3-31. Nivel bajo el terreno, pozo L1-16.

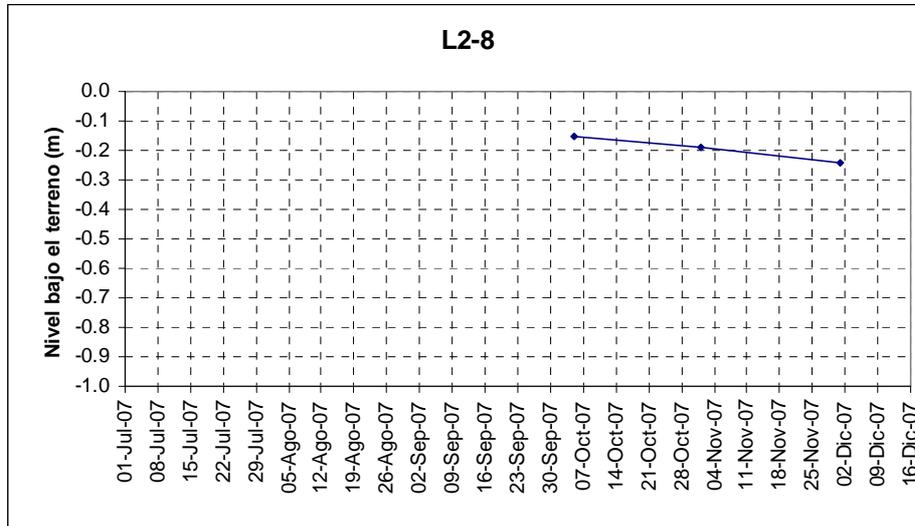


Figura 3-32. Nivel bajo el terreno, pozo L2-8.

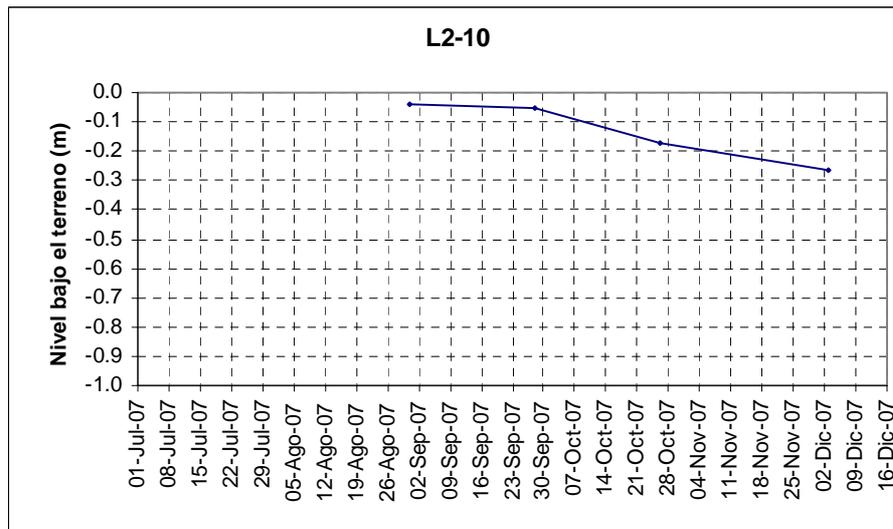


Figura 3-33. Nivel bajo el terreno, pozo L2-10.

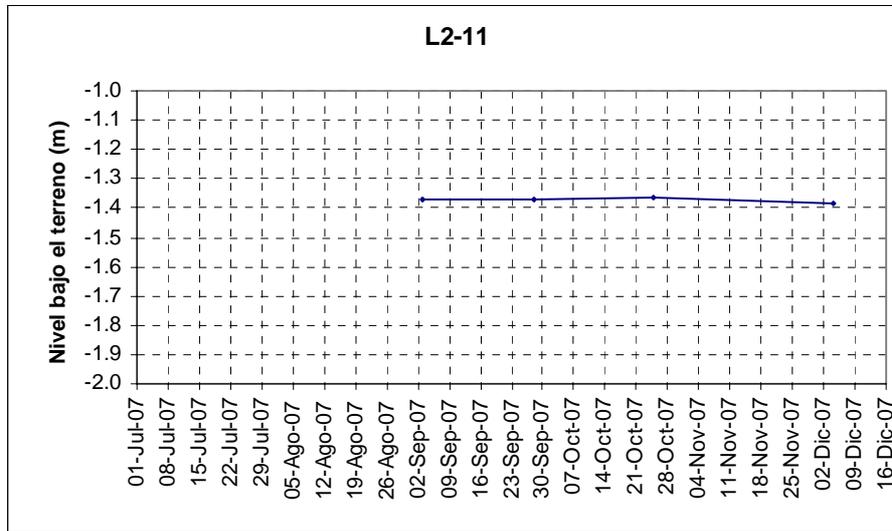


Figura 3-34. Nivel bajo el terreno, pozo L2-11.

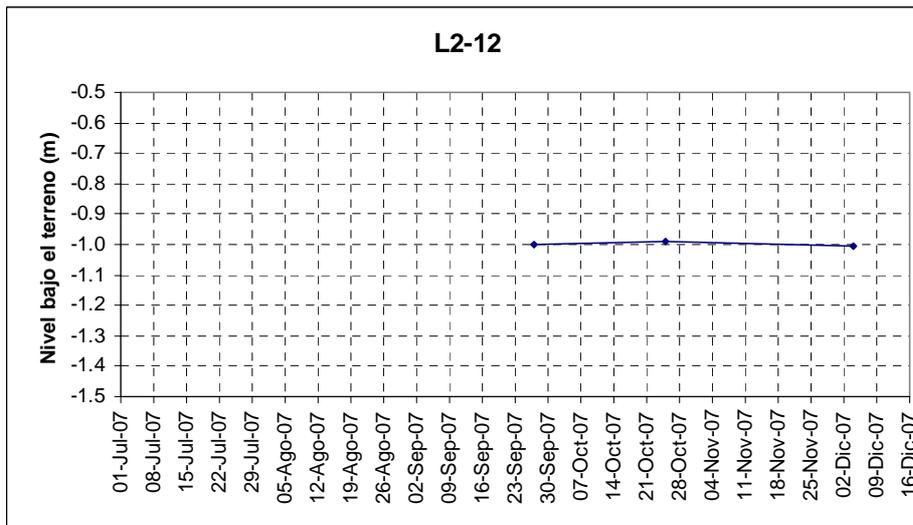


Figura 3-35. Nivel bajo el terreno, pozo L2-12.

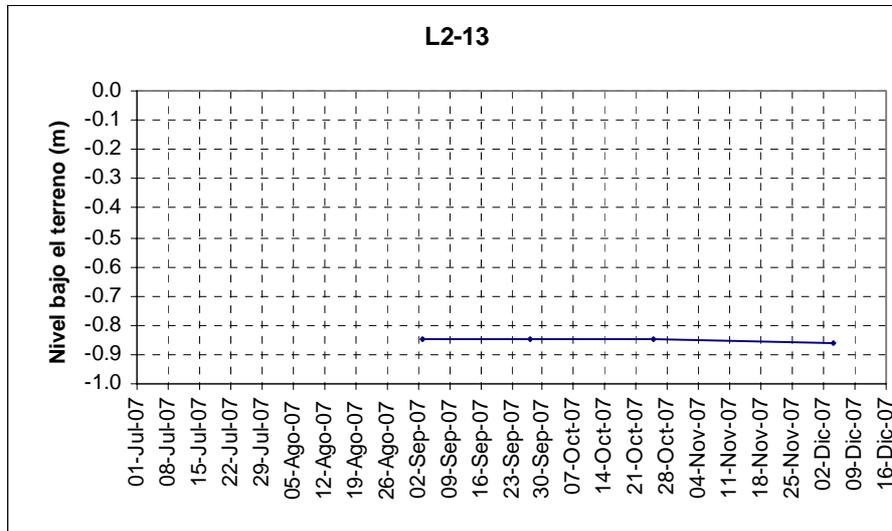


Figura 3-36. Nivel bajo el terreno, pozo L2-13.

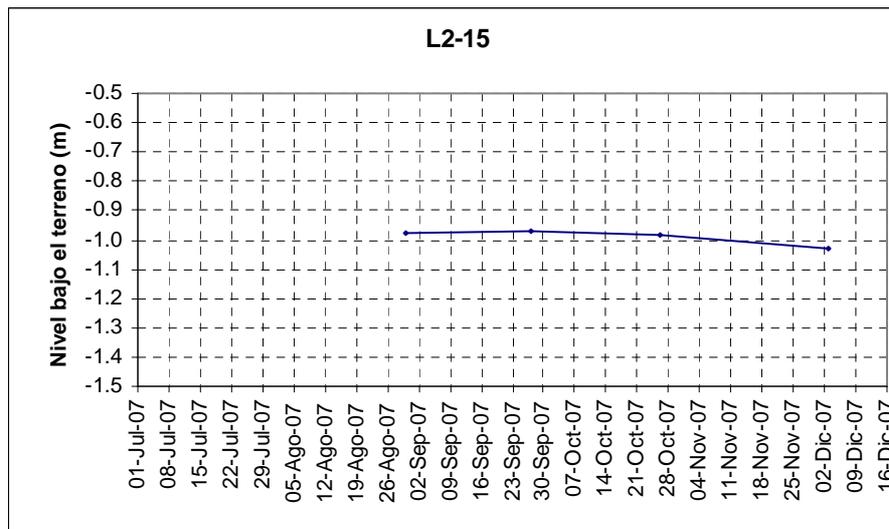


Figura 3-37. Nivel bajo el terreno, pozo L2-15.

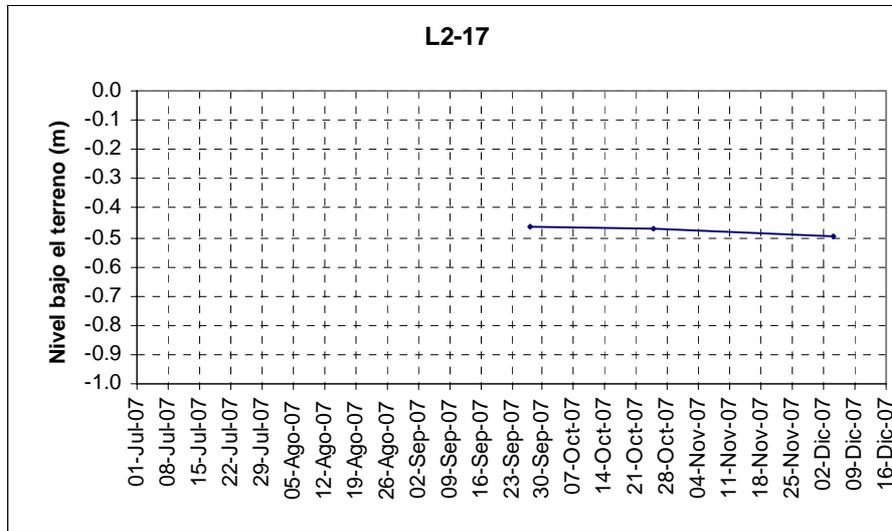


Figura 3-38. Nivel bajo el terreno, pozo L2-17.

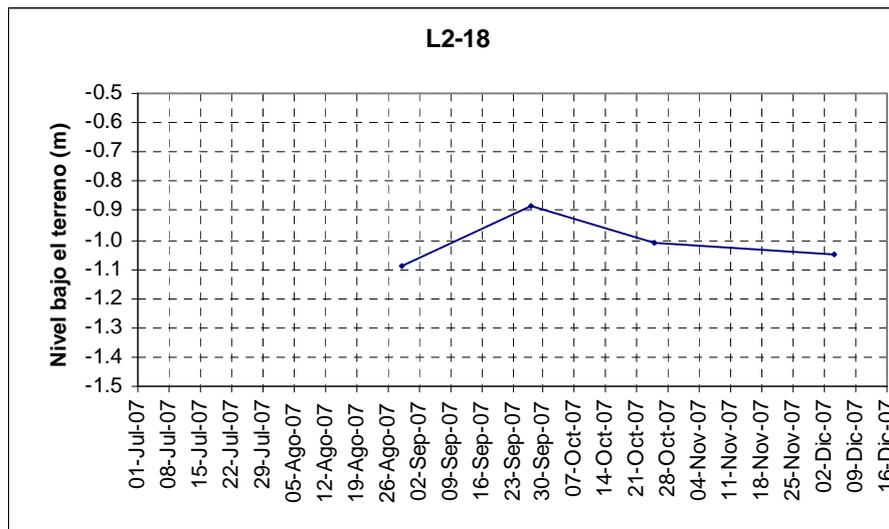


Figura 3-39. Nivel bajo el terreno, pozo L2-18.

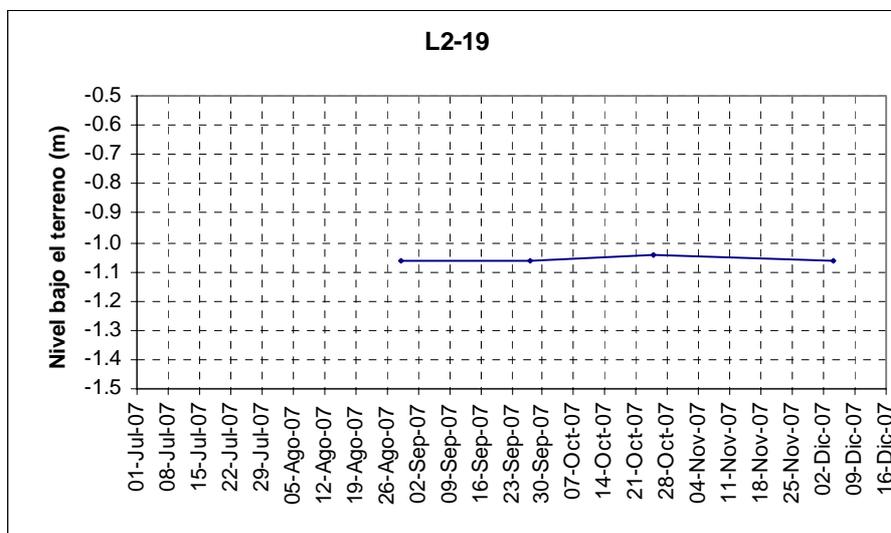


Figura 3-40. Nivel bajo el terreno, pozo L2-19.

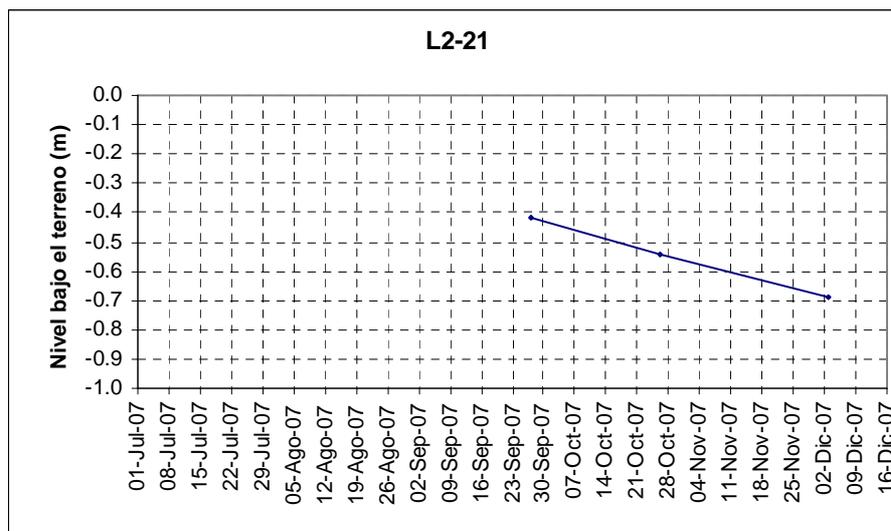


Figura 3-41. Nivel bajo el terreno, pozo L2-21.

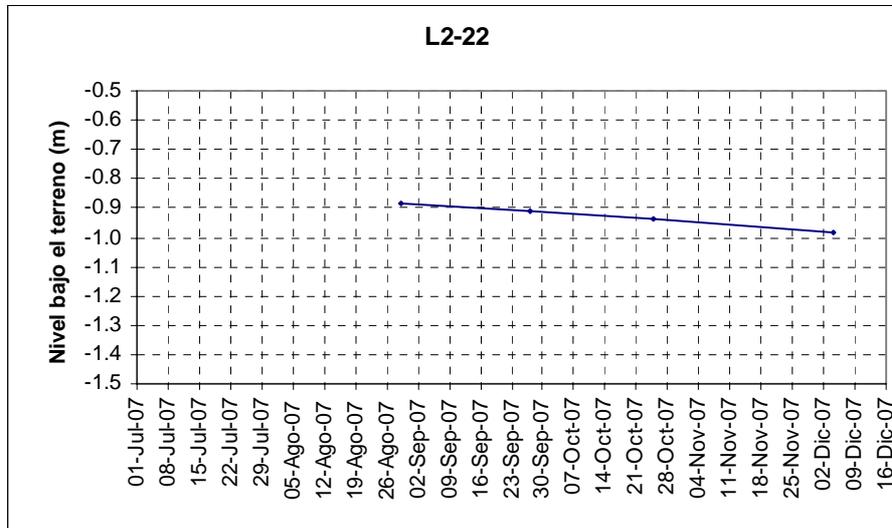


Figura 3-42. Nivel bajo el terreno, pozo L2-22.

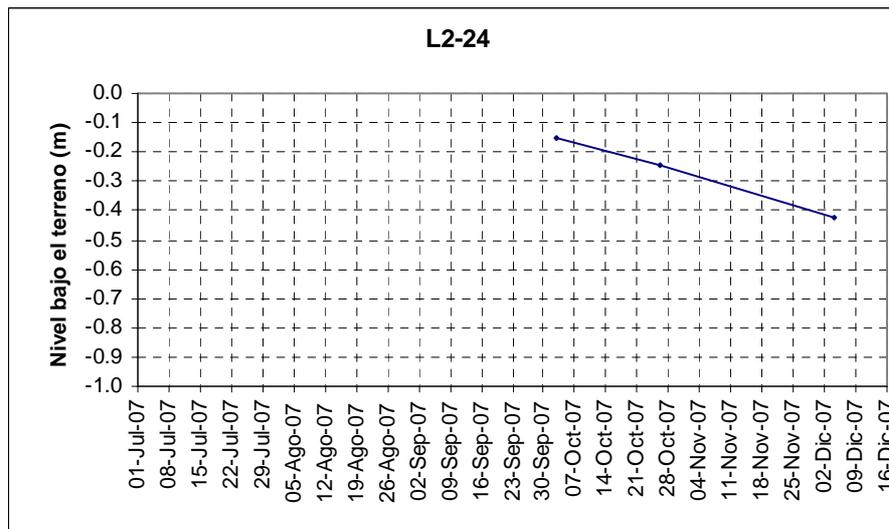


Figura 3-43. Nivel bajo el terreno, pozo L2-24.

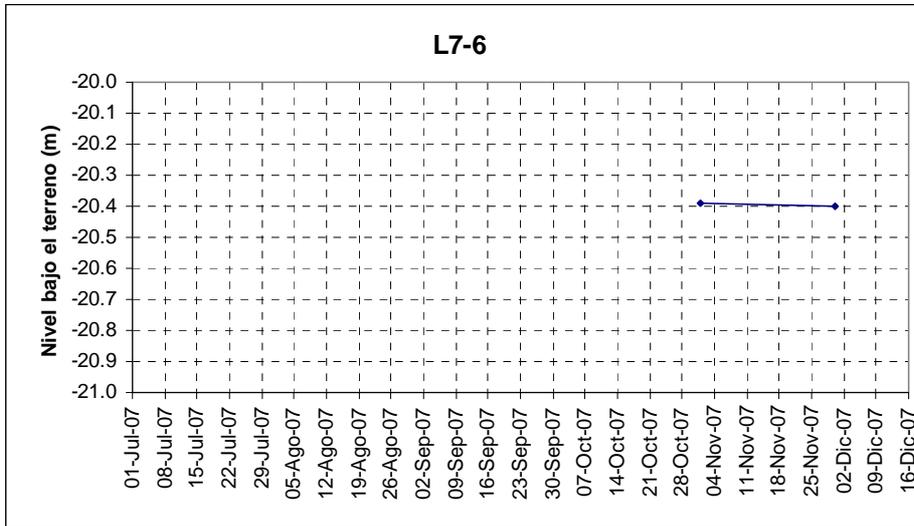


Figura 3-44. Nivel bajo el terreno, pozo L7-6

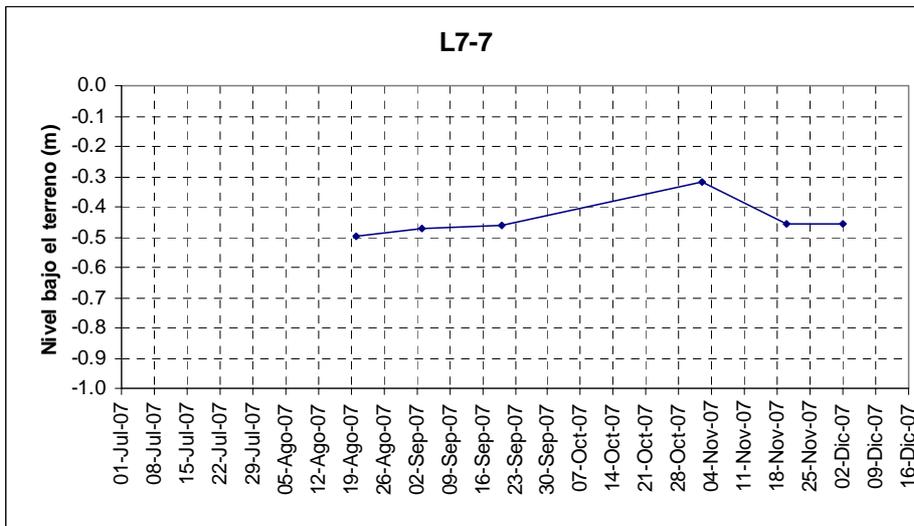


Figura 3-45. Nivel bajo el terreno, pozo L7-7.

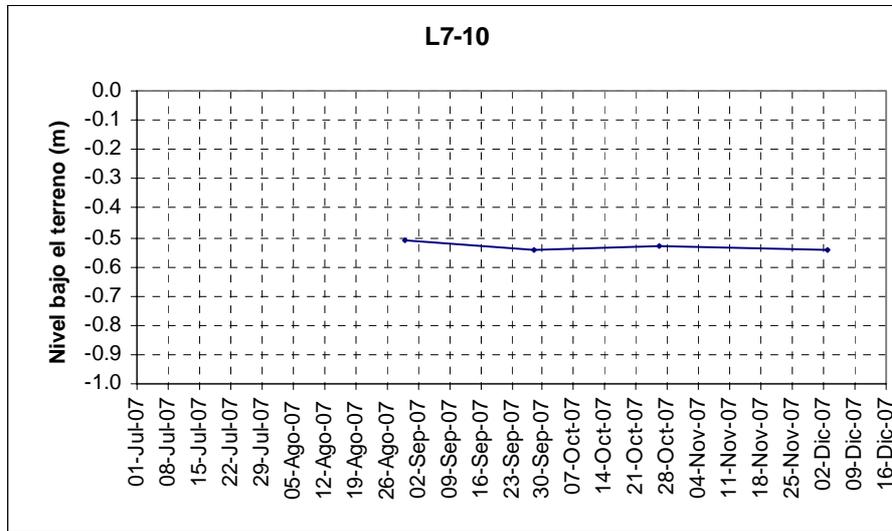


Figura 3-46. Nivel bajo el terreno, pozo L7-10.

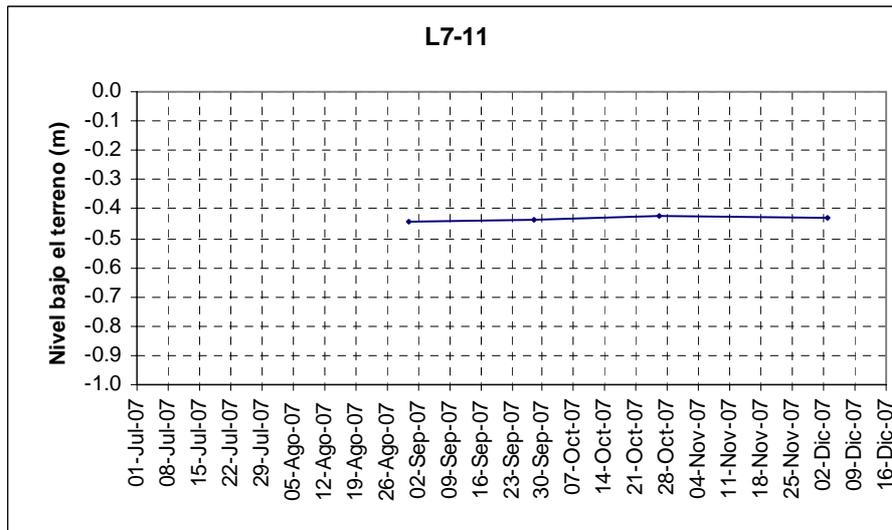


Figura 3-47. Nivel bajo el terreno, pozo L7-11.

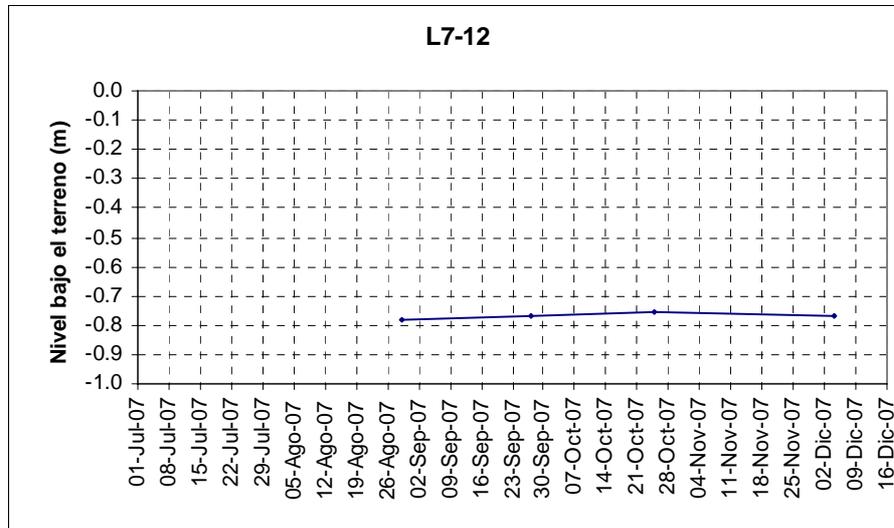


Figura 3-48. Nivel bajo el terreno, pozo L7-12.

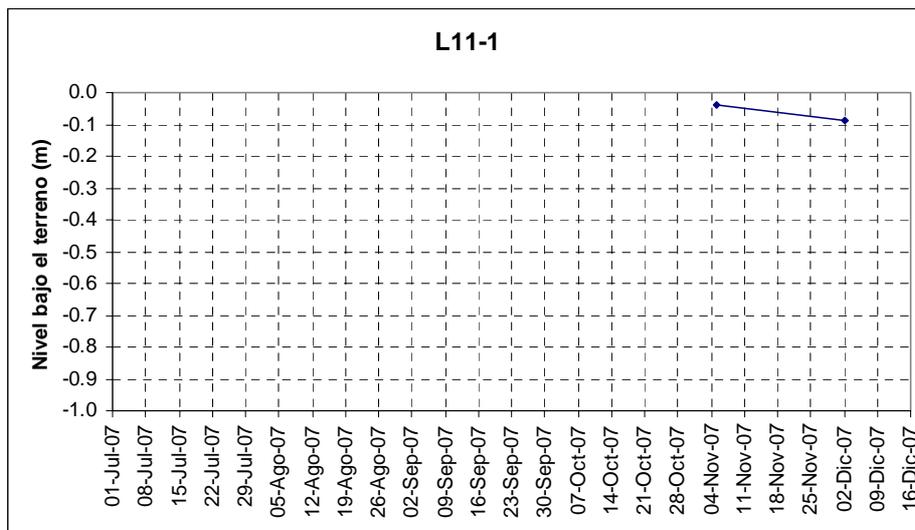


Figura 3-49. Nivel bajo el terreno, pozo L11-1.

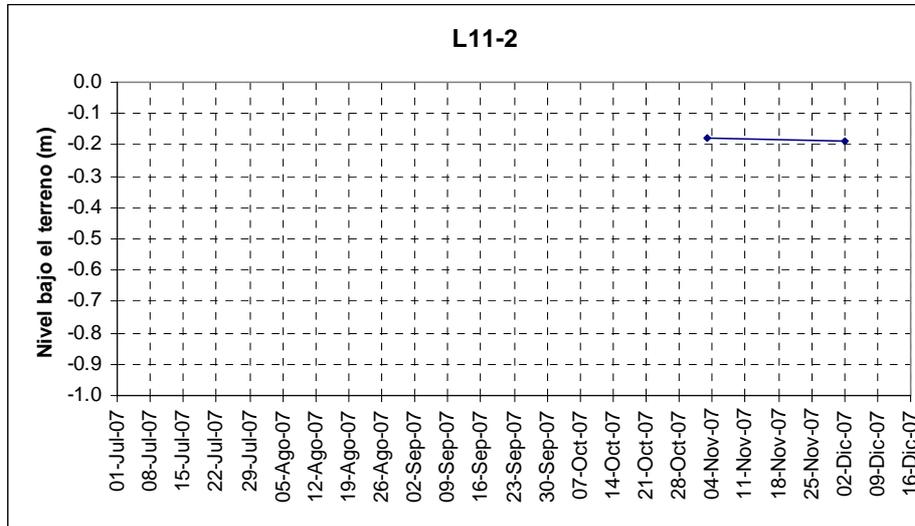


Figura 3-50. Nivel bajo el terreno, pozo L11-2.

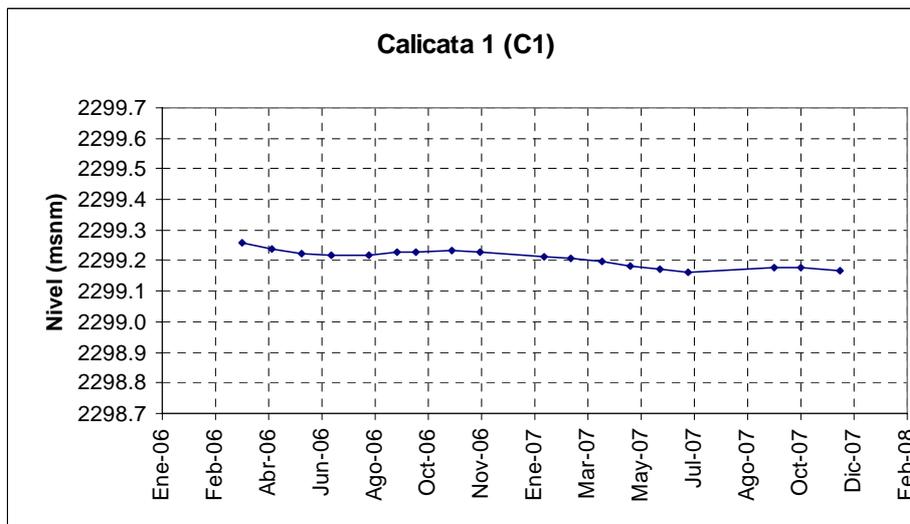


Figura 3-51. Nivel mensual observado en la calicata C1.

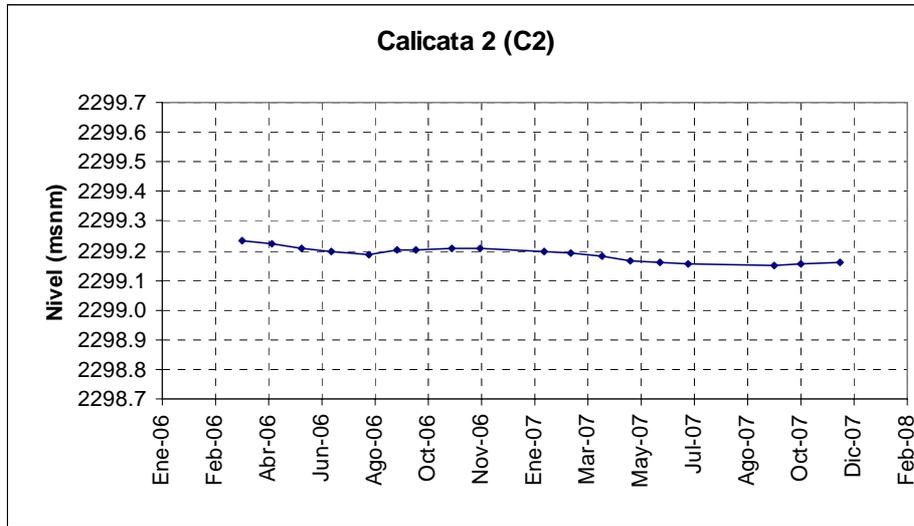


Figura 3-52. Nivel mensual observado en la calicata C2.

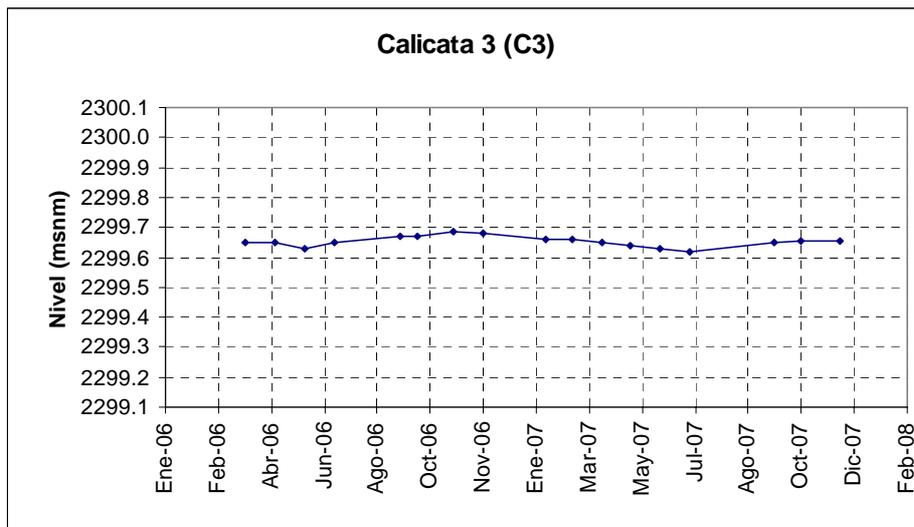


Figura 3-53. Nivel mensual observado en la calicata C3.

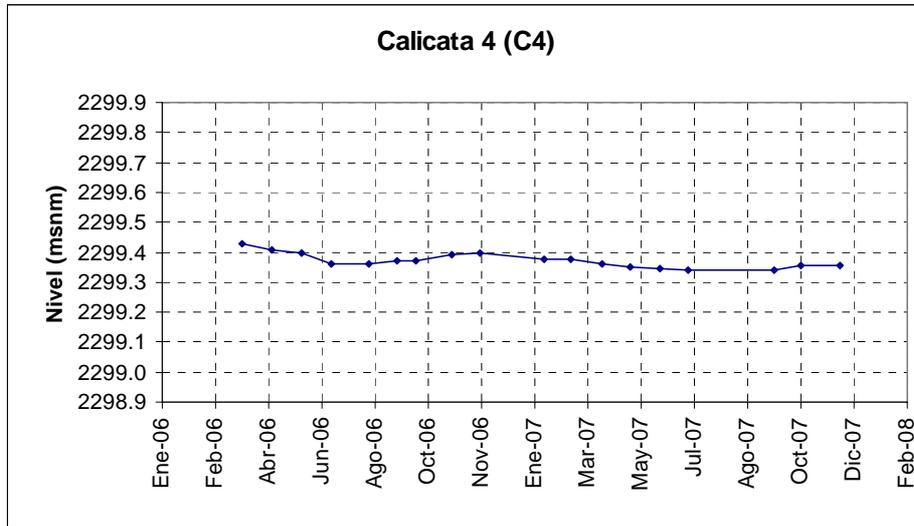


Figura 3-54. Nivel mensual observado en la calicata C4.

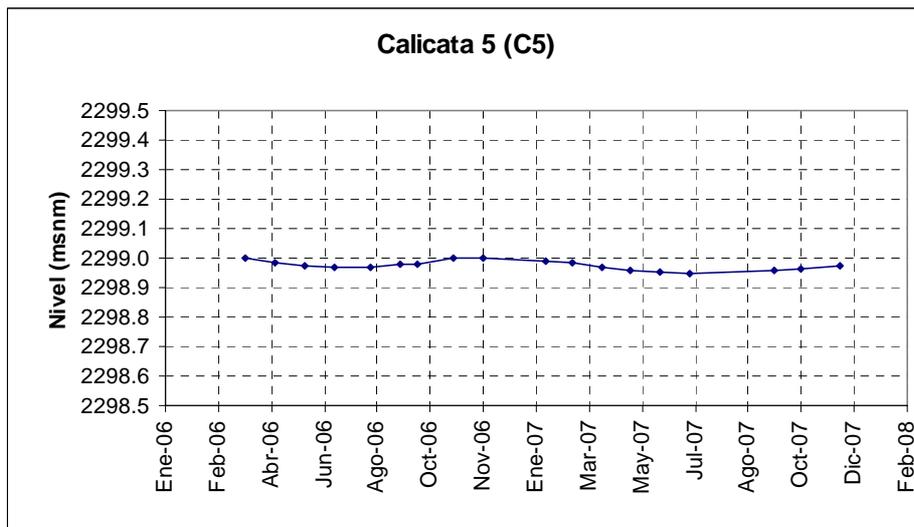


Figura 3-55. Nivel mensual observado en la calicata C5.

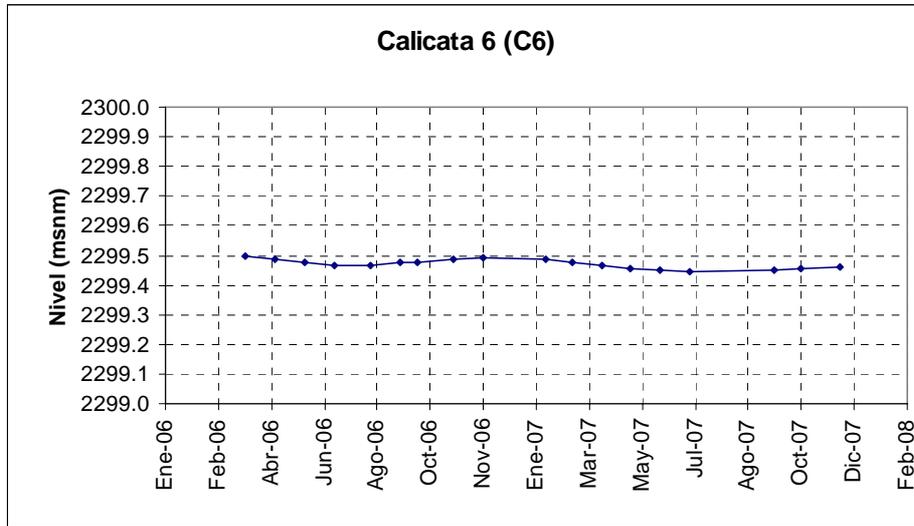


Figura 3-56. Nivel mensual observado en la calicata C6.

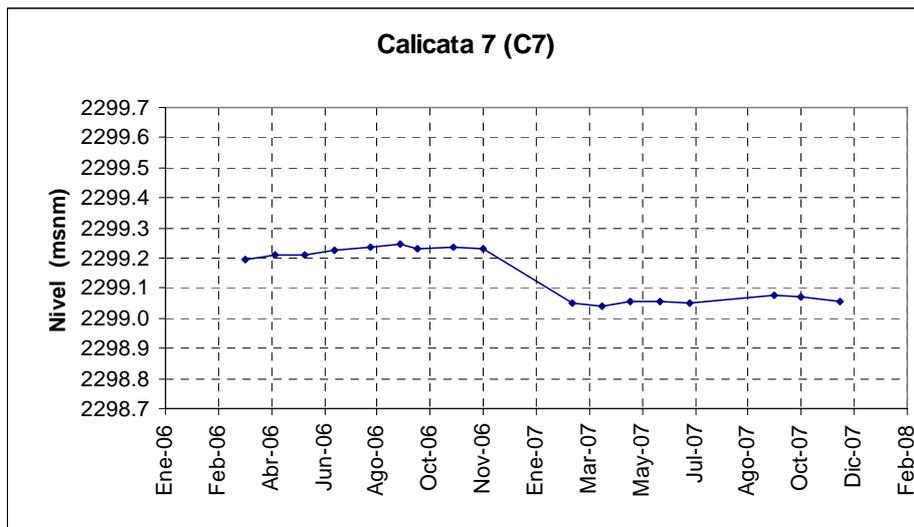


Figura 3-57. Nivel mensual observado en la calicata C7. La referencia de esta calicata fue removida en febrero de 2007.

### 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.

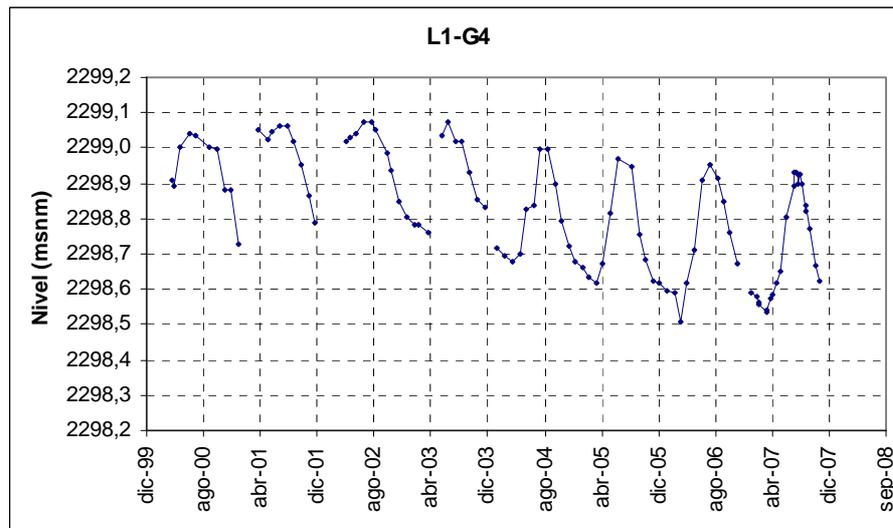


Figura 3-58. Nivel mensual observado en la reglilla L1-G4.

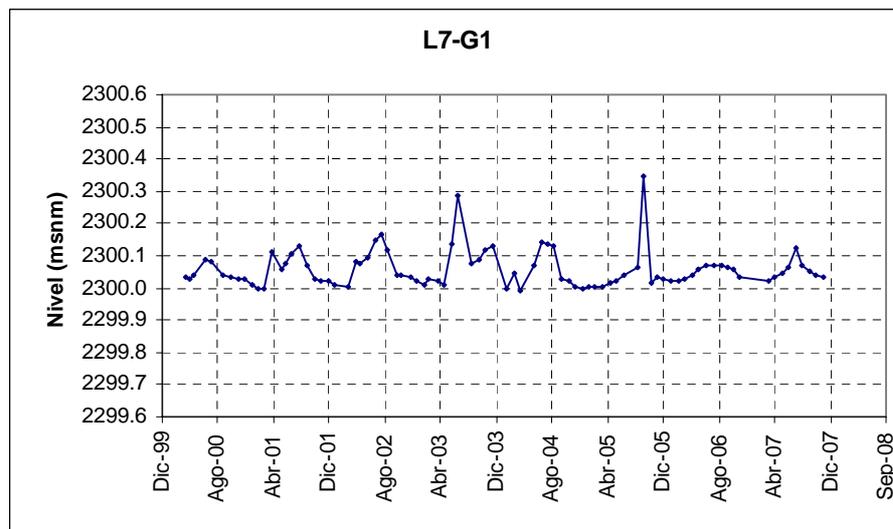


Figura 3-59. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G1.

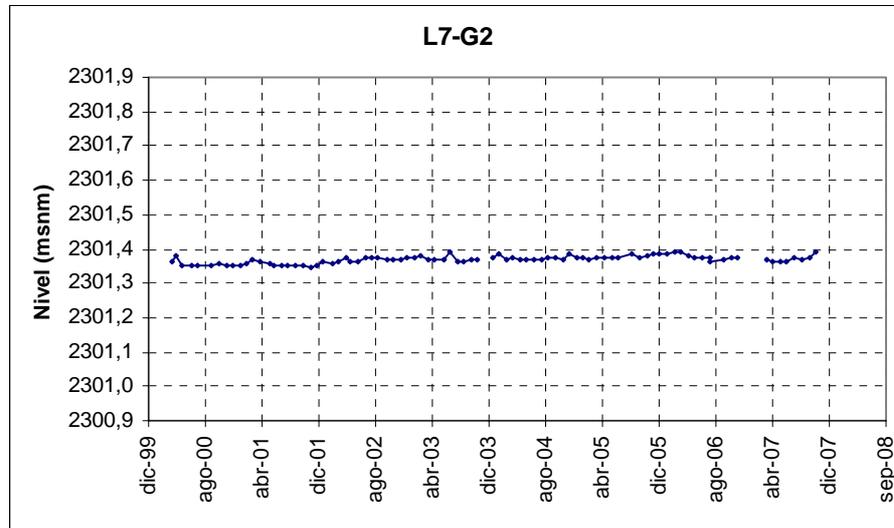


Figura 3-60. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G2.

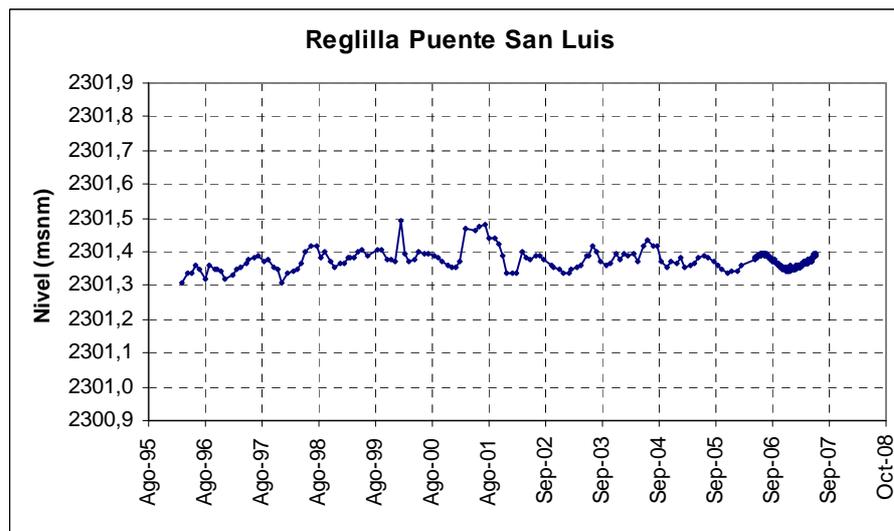


Figura 3-61. Nivel mensual observado en la reglilla del lado norte del Puente San Luis.

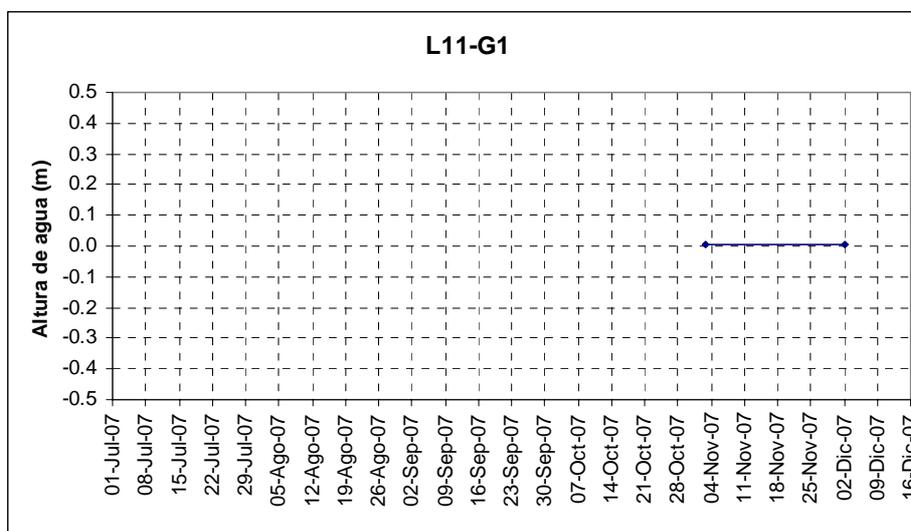


Figura 3-62. Nivel con respecto al terreno, reglilla L11-G1.

#### 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.

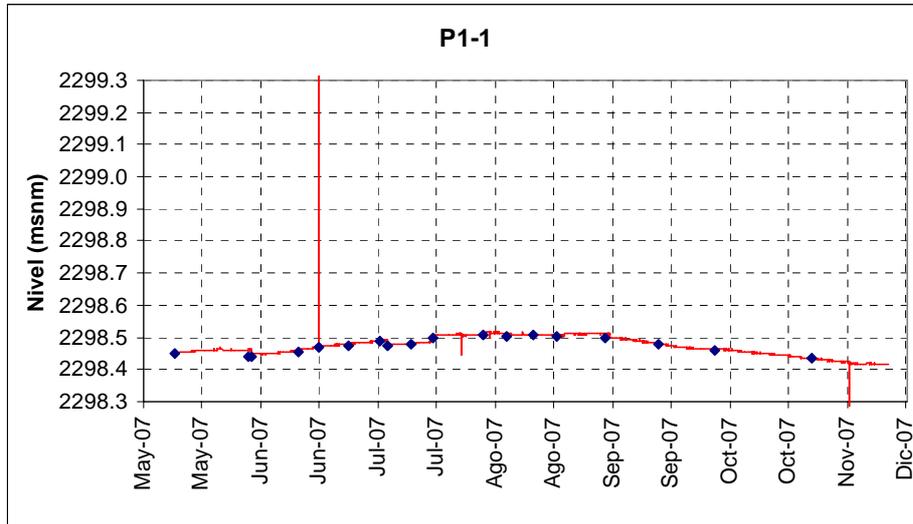


Figura 3-63. Nivel observado en el pozo P1-1 (perfil D1). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

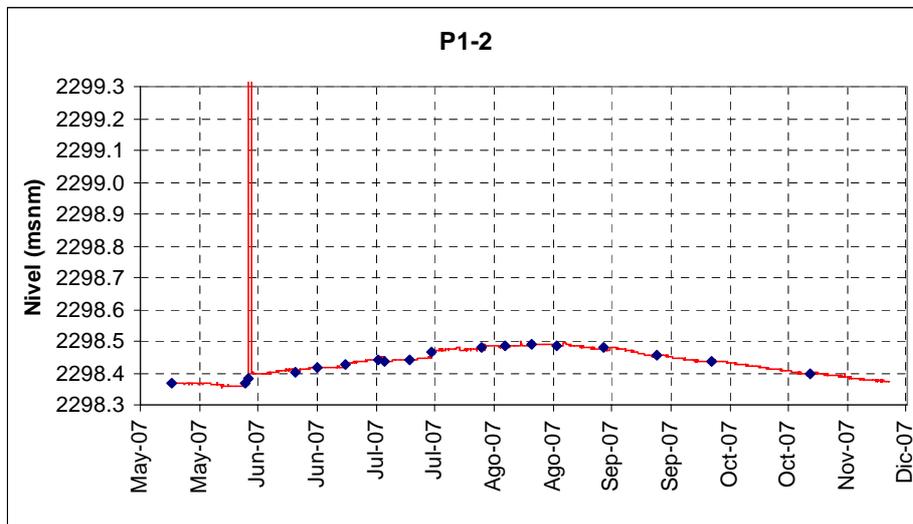


Figura 3-64. Nivel observado en el pozo P1-2 (perfil D1). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

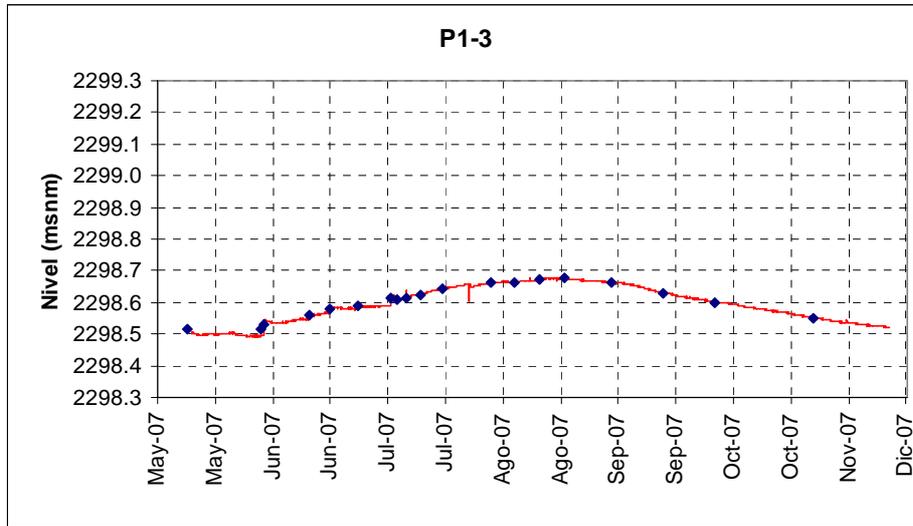


Figura 3-65. Nivel observado en el pozo P1-3 (perfil D1). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

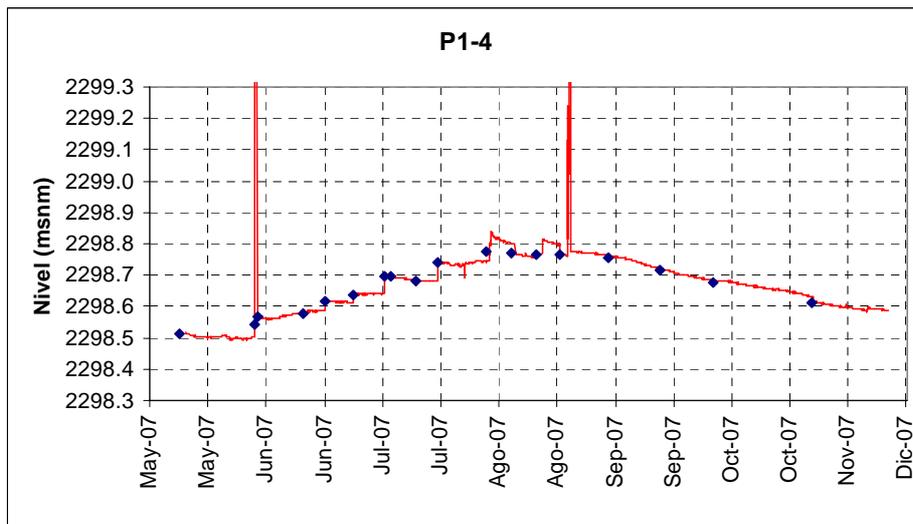


Figura 3-66. Nivel observado en el pozo P1-4 (perfil D1). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)





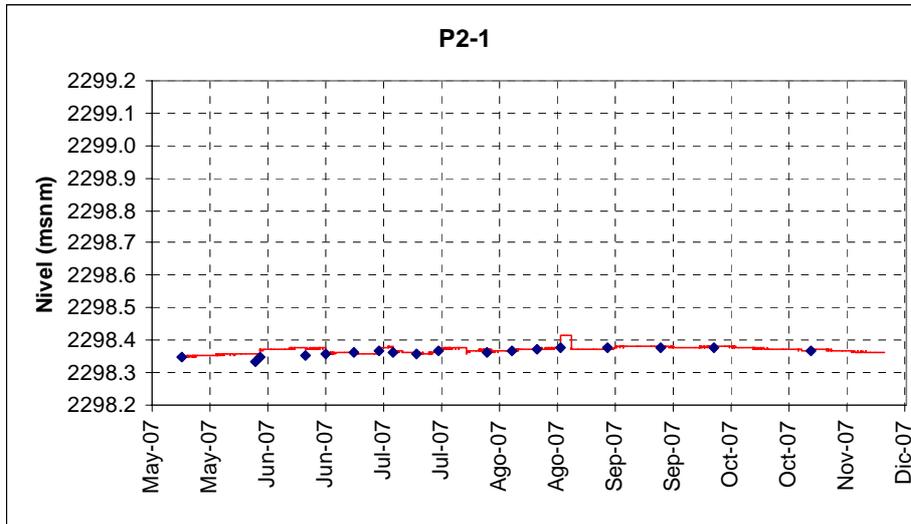


Figura 3-71. Nivel observado en el pozo P2-1 (perfil D2). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

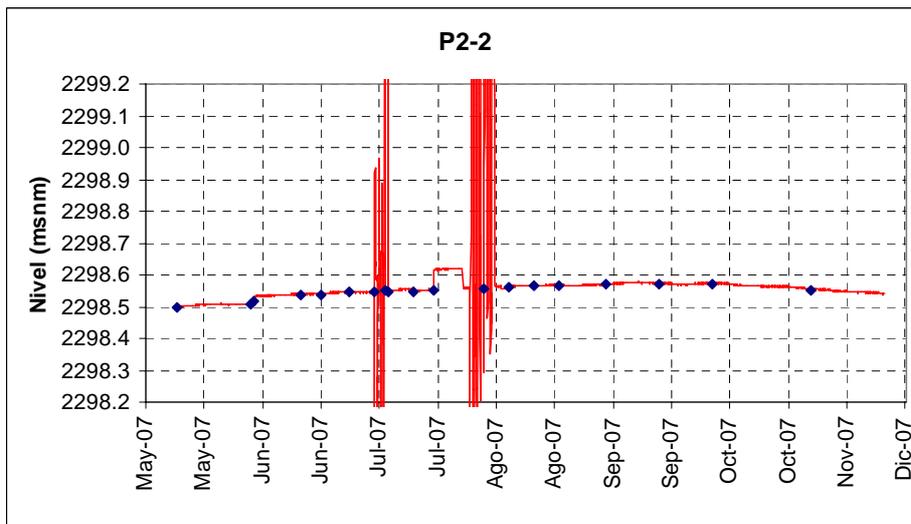


Figura 3-72. Nivel observado en el pozo P2-2 (perfil D2). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

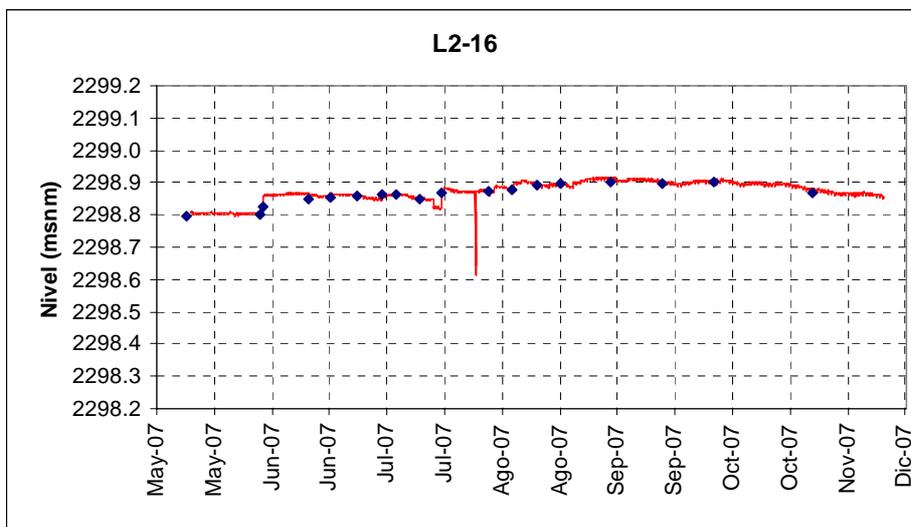


Figura 3-73. Nivel observado en el pozo L2-16 (perfil D2). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

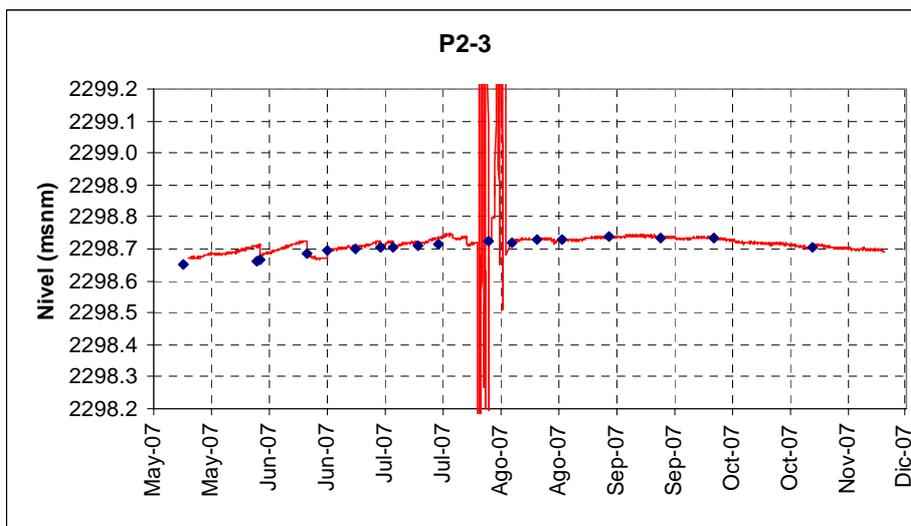


Figura 3-74. Nivel observado en el pozo P2-3 (perfil D2). (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)





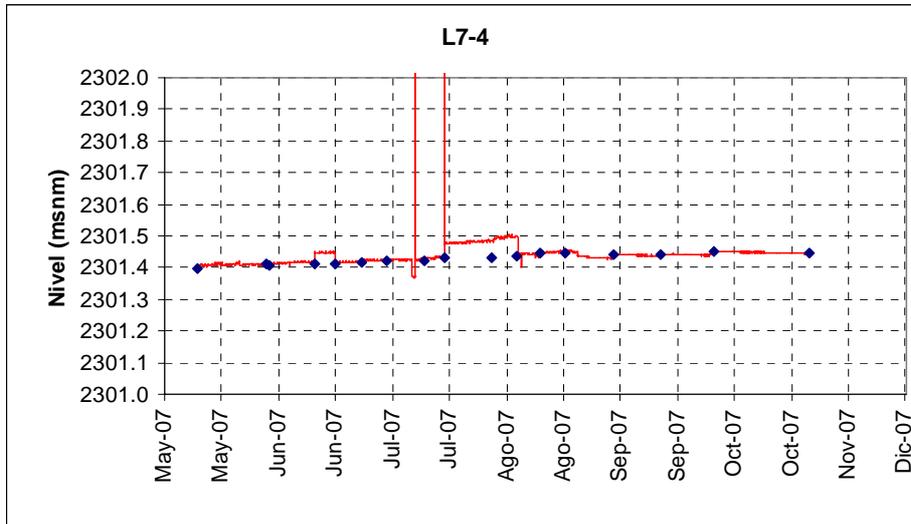


Figura 3-79. Nivel observado en el pozo L7-4. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

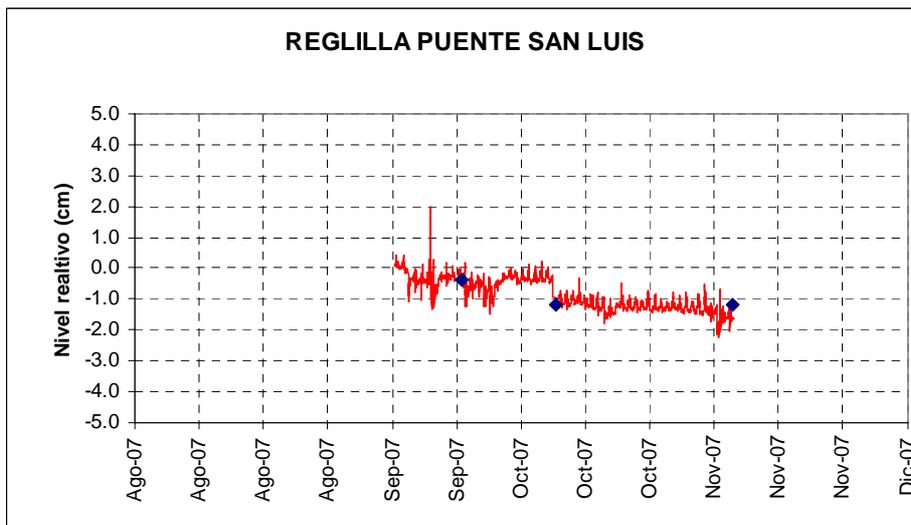


Figura 3-80. Nivel relativo respecto de la primera medición registrada, reglilla Puente San Luis. (líneas rojas: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

### 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.

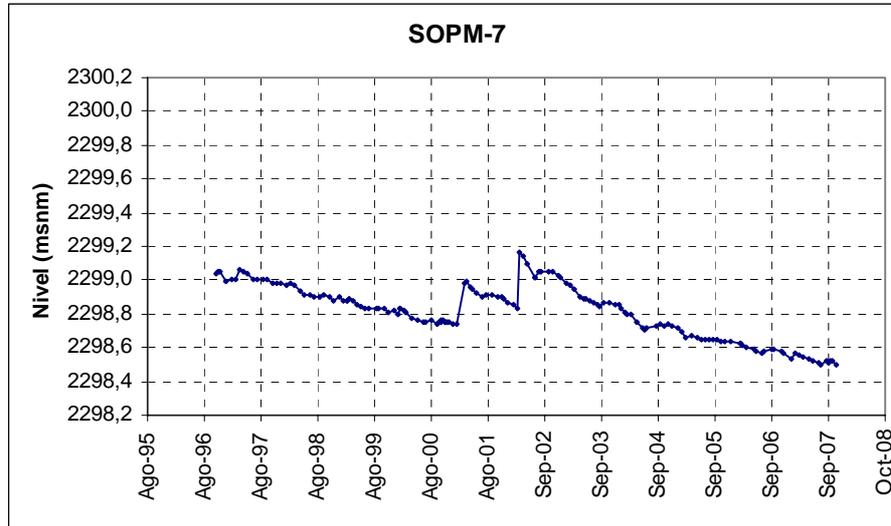


Figura 3-81. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-7.

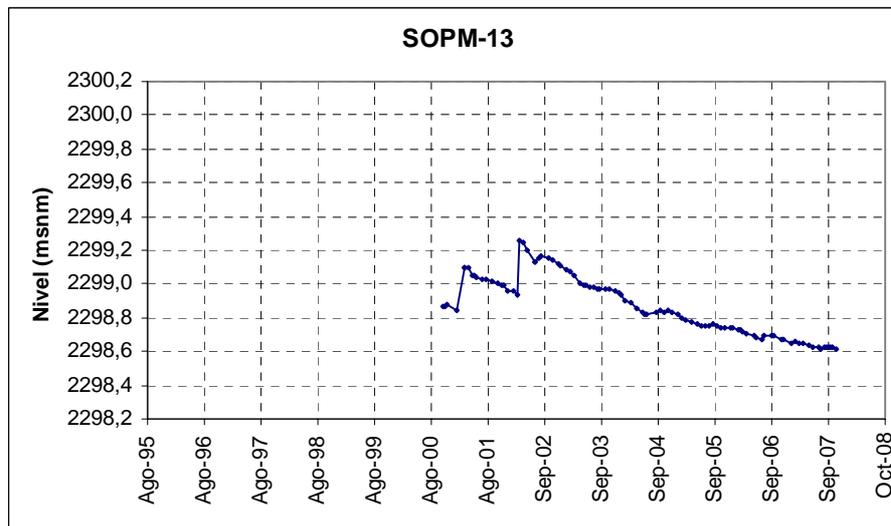


Figura 3-82. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-13.

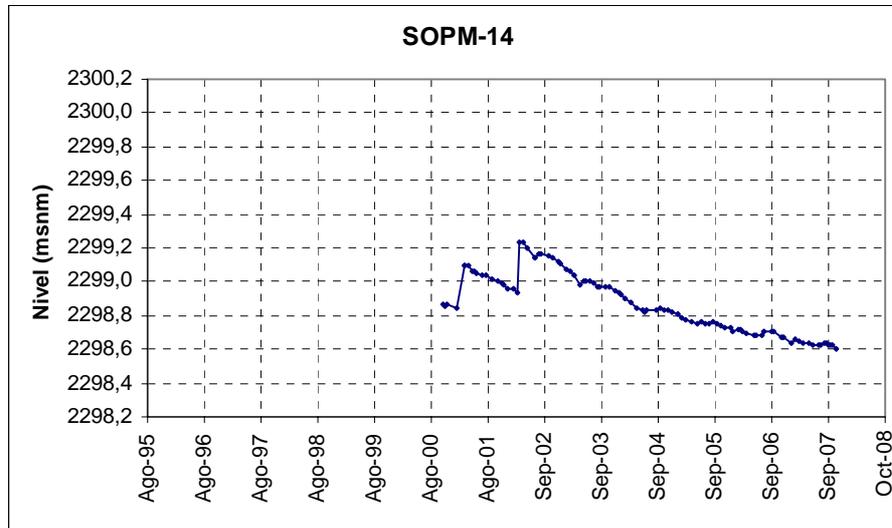


Figura 3-83. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-14.

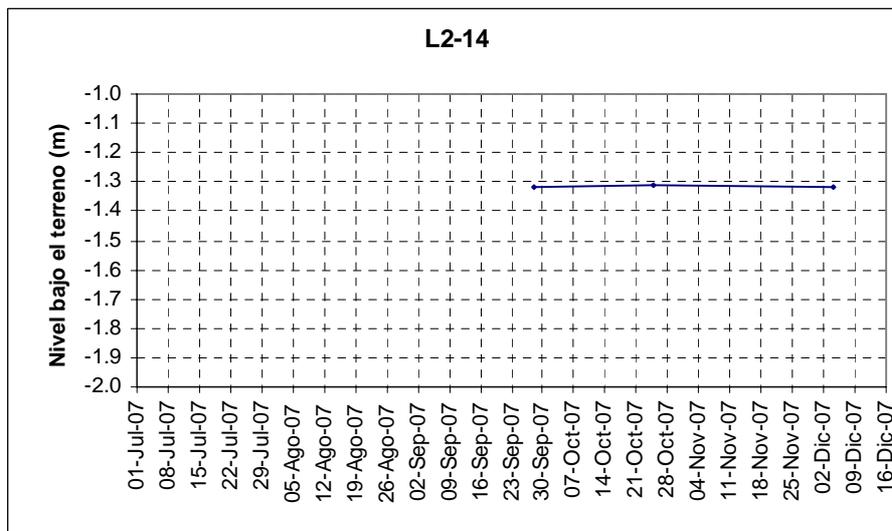


Figura 3-84. Nivel bajo el terreno, pozo L2-14.

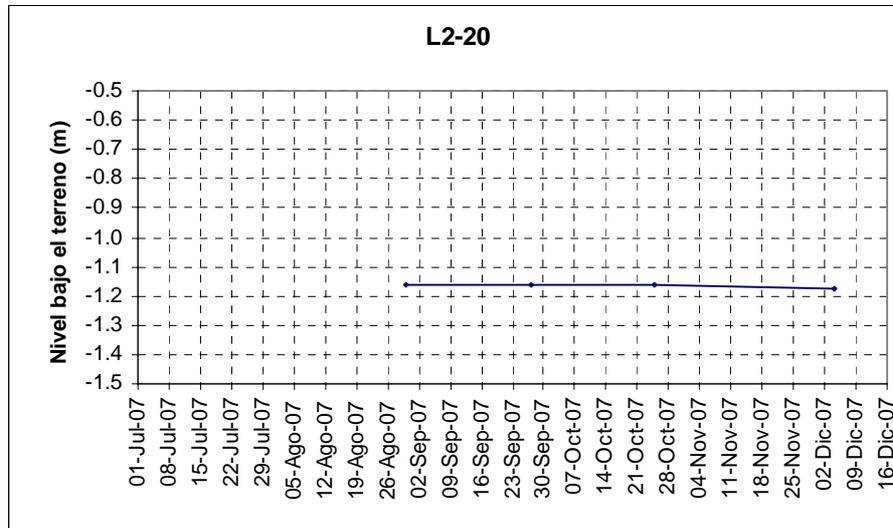


Figura 3-85. Nivel bajo el terreno, pozo L2-20.

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.

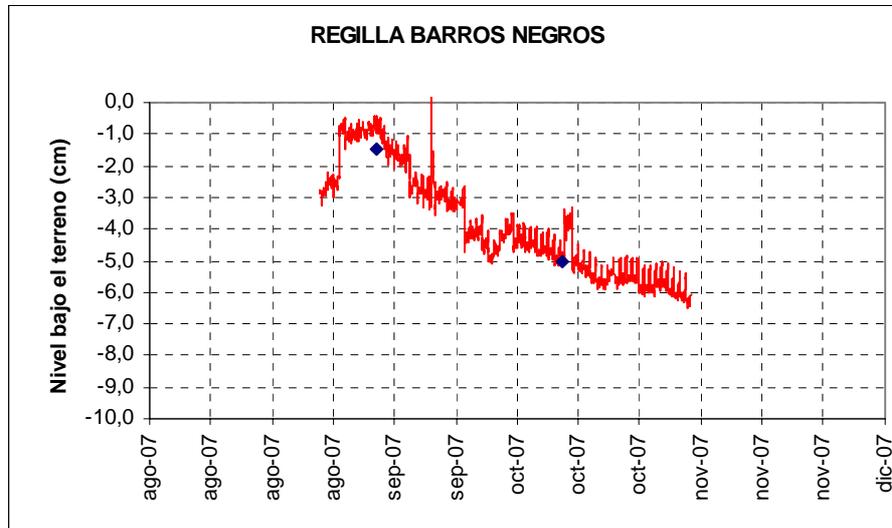


Figura 3-86. Nivel bajo el terreno, reglilla Barros Negros. (líneas rojas: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

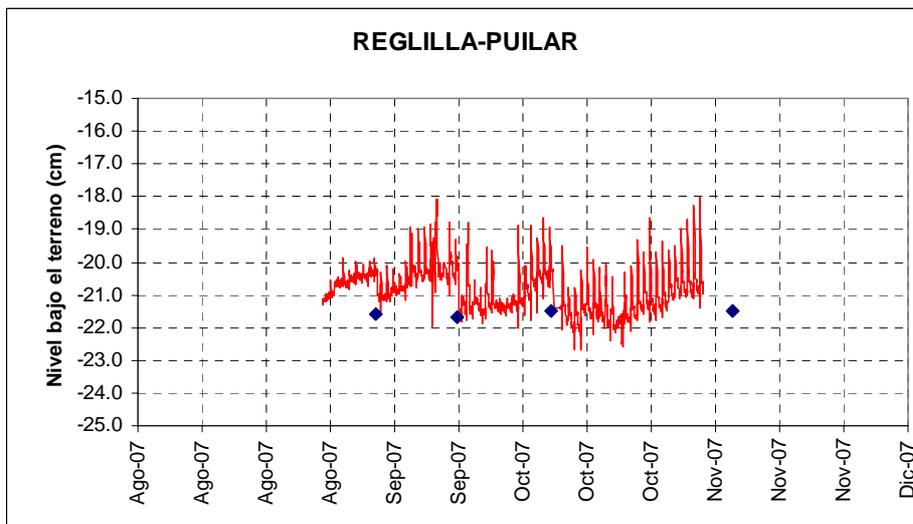


Figura 3-87. Nivel bajo el terreno, reglilla Puilar. (líneas rojas: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

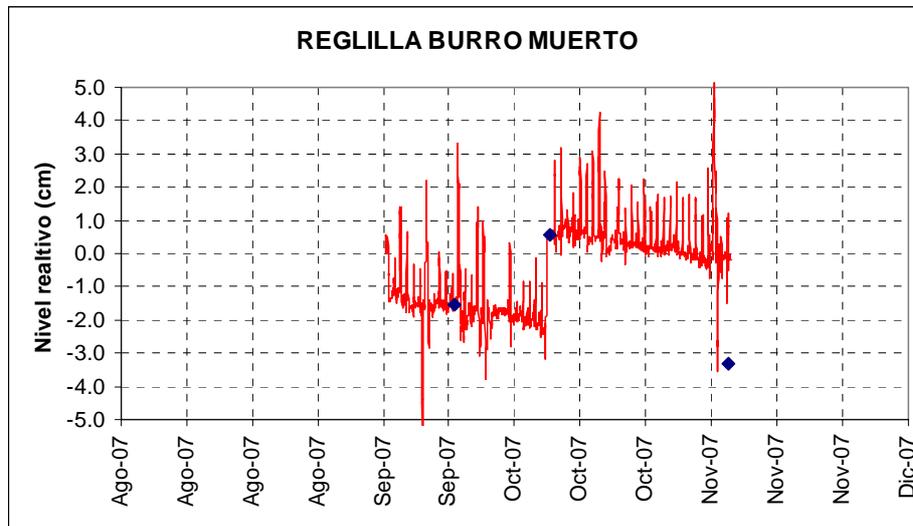


Figura 3-88. Nivel relativo respecto de la primera medición registrada, reglilla Burro Muerto. (líneas rojas: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

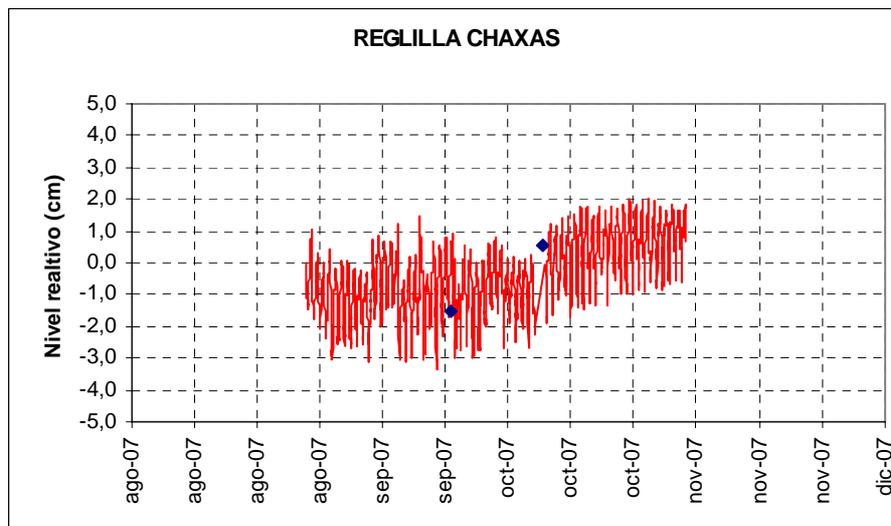


Figura 3-89. Nivel relativo respecto de la primera medición registrada, reglilla Chaxas. (líneas rojas: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

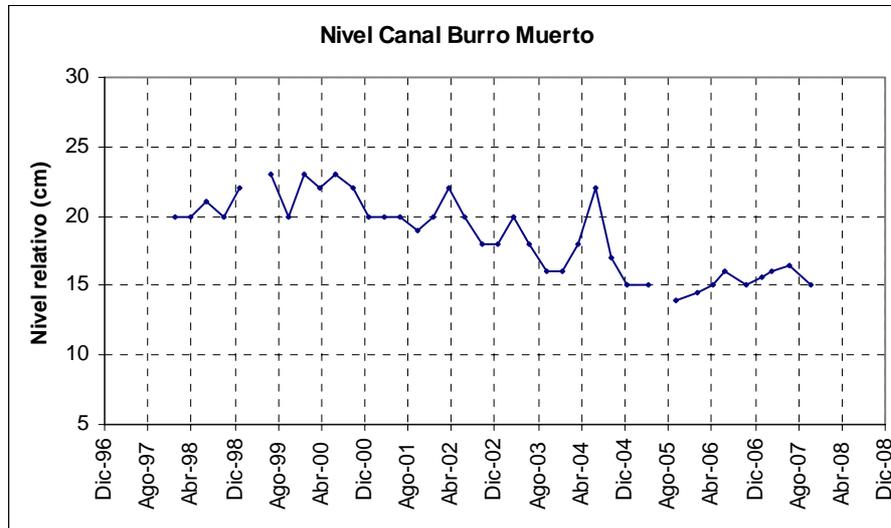


Figura 3-90. Nivel trimestral observado en limnómetro ubicado en el canal Burro Muerto.

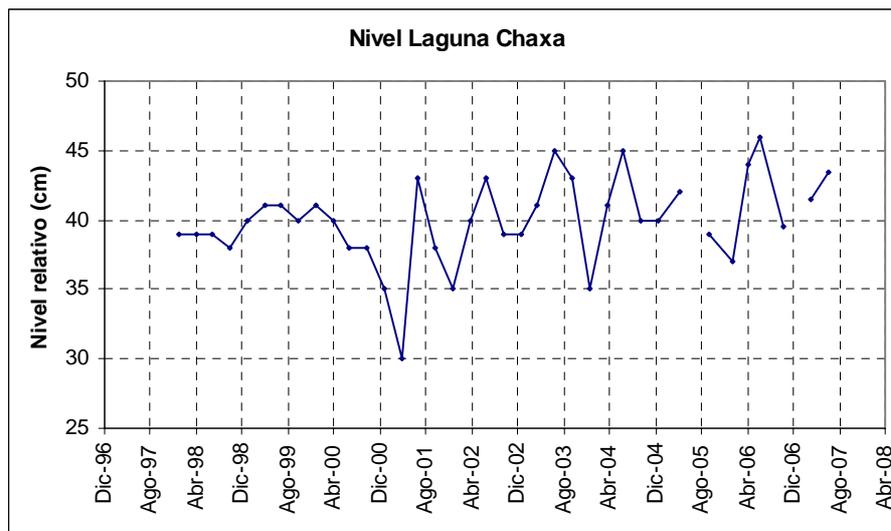


Figura 3-91. Nivel trimestral observado en limnómetro ubicado en la laguna Chaxa.

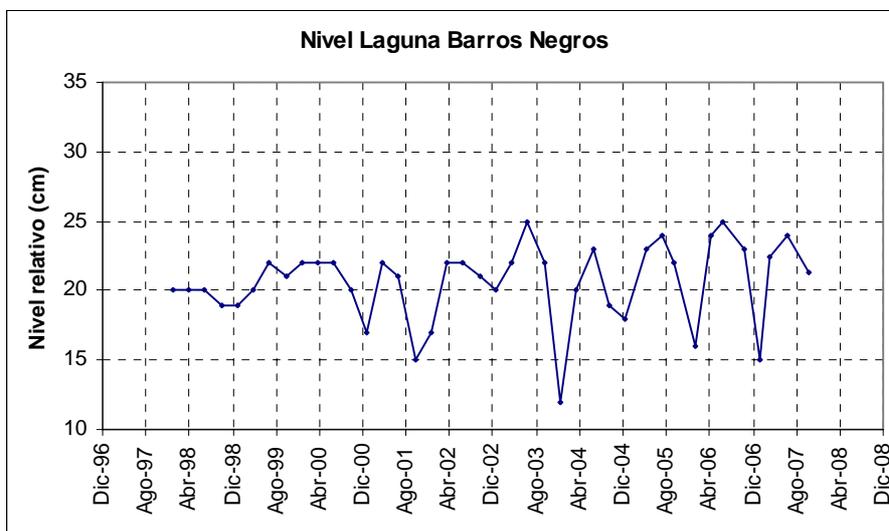


Figura 3-92. Nivel trimestral observado en limnómetro ubicado en la laguna Barros Negros.

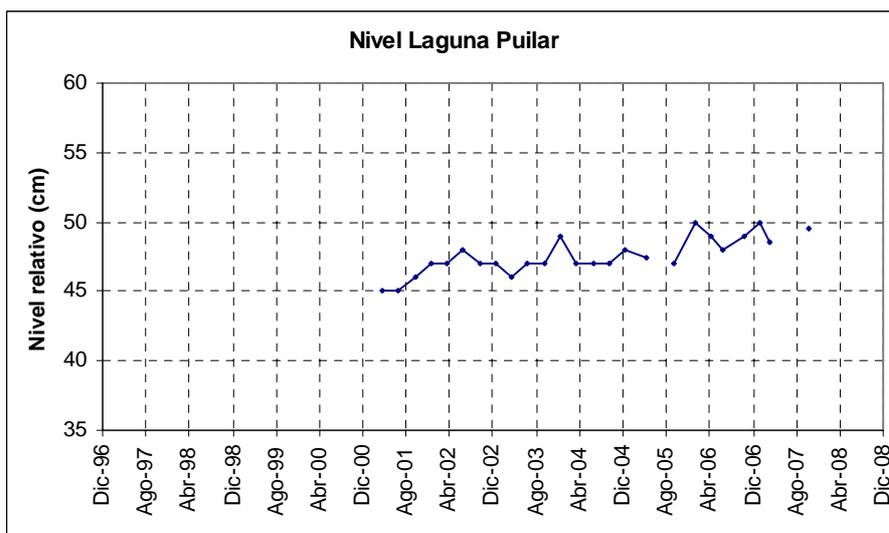


Figura 3-93. Nivel trimestral observado en limnómetro ubicado en la laguna Puilar.

### 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.

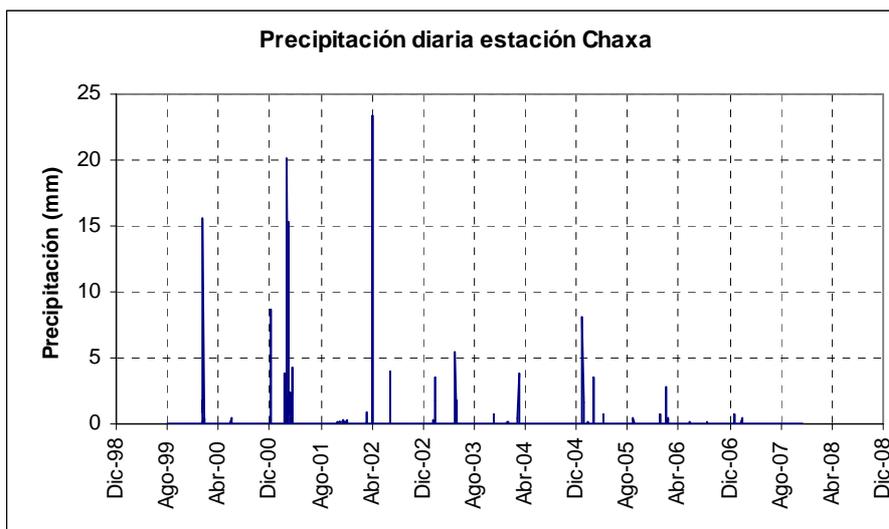


Figura 3-94. Precipitación diaria registrada en la estación Chaxa

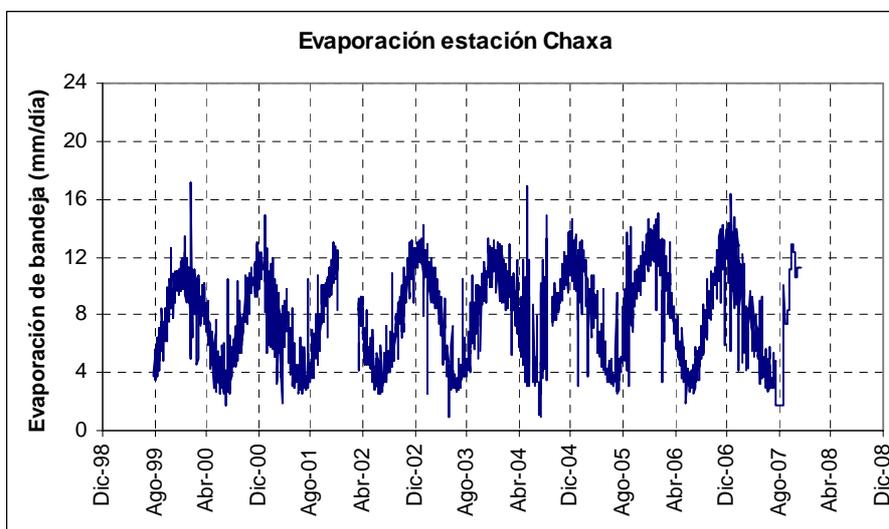


Figura 3-95. Evaporación diaria registrada en la estación Chaxa

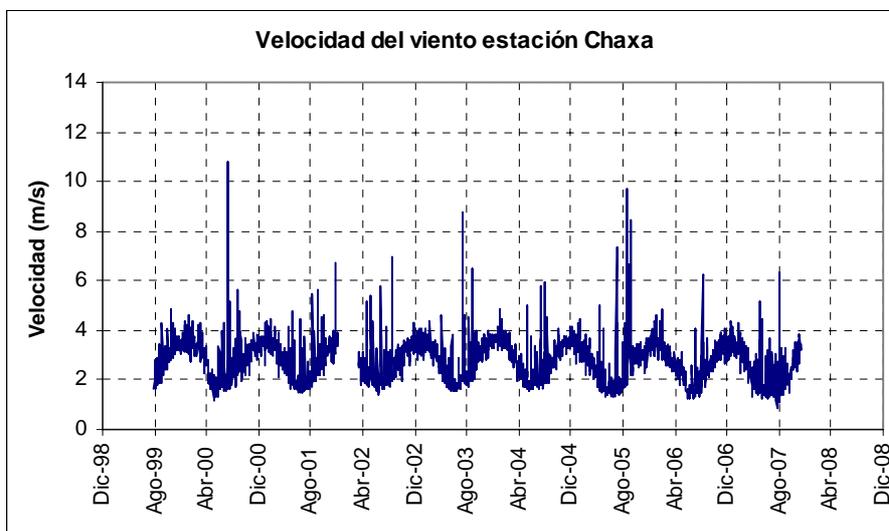


Figura 3-96. Velocidad del viento diaria registrada en la estación Chaxa

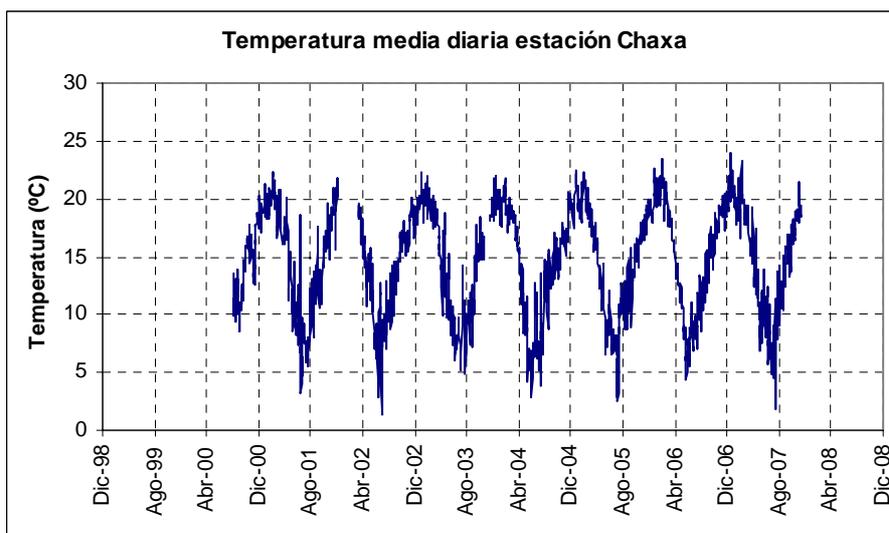


Figura 3-97. Temperatura media diaria registrada en la estación Chaxa.

### 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<br>( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) | Densidad<br>( $\text{mg}/\text{L}$ ) | Sólidos<br>totales<br>( $\text{mg}/\text{L}$ ) | Sólidos<br>suspendidos<br>( $\text{mg}/\text{L}$ ) | Sólidos<br>disueltos<br>( $\text{mg}/\text{L}$ ) | 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.

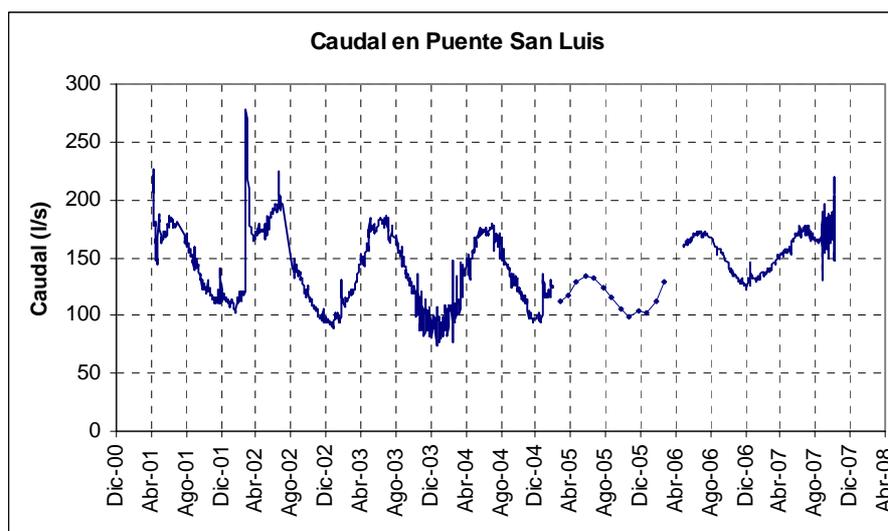


Figura 3-98. Caudal continuo medido en el Puente San Luis.

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.

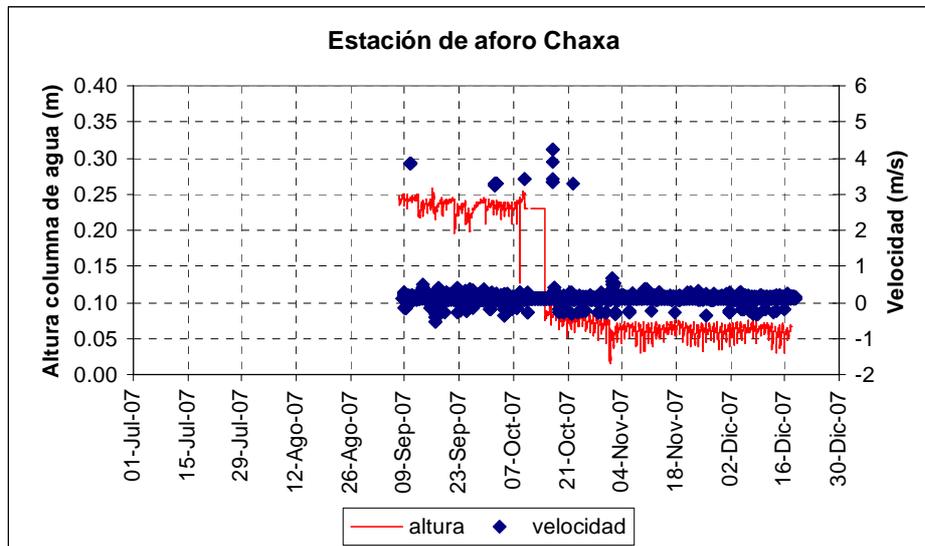


Figura 3-99. Altura y velocidad, estación de aforo Chaxa.

### 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)

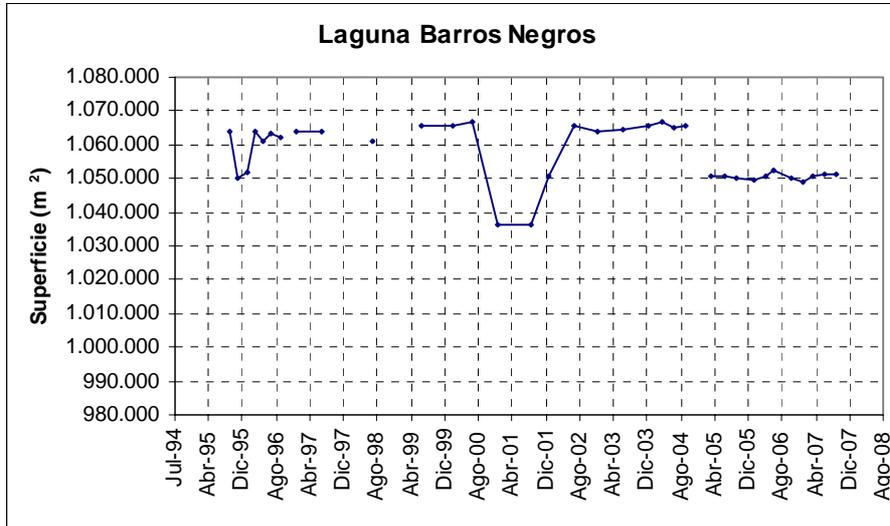


Figura 3-100. Superficie trimestral de la laguna Barros Negros.

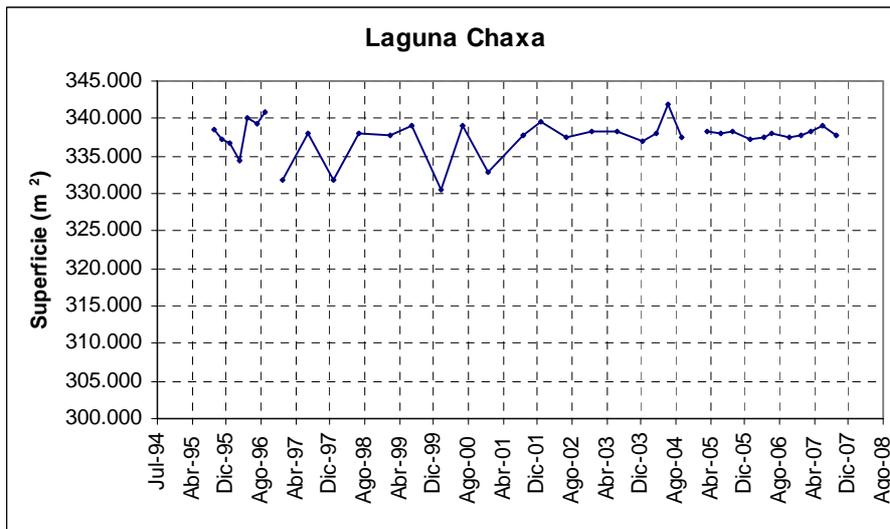


Figura 3-101. Superficie trimestral de la laguna Chaxa.

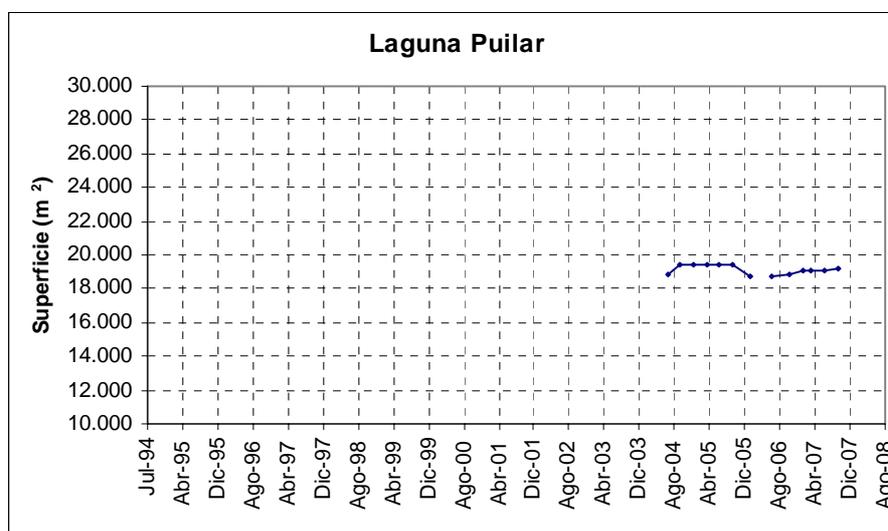


Figura 3-102. Superficie trimestral de la laguna Puilar.

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

| Laguna        | Superficie lacustre medida mediante levantamiento topográfico (m <sup>2</sup> ) | Superficie lacustre medida con imagen satelital (m <sup>2</sup> ) |
|---------------|---|---|
| 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).

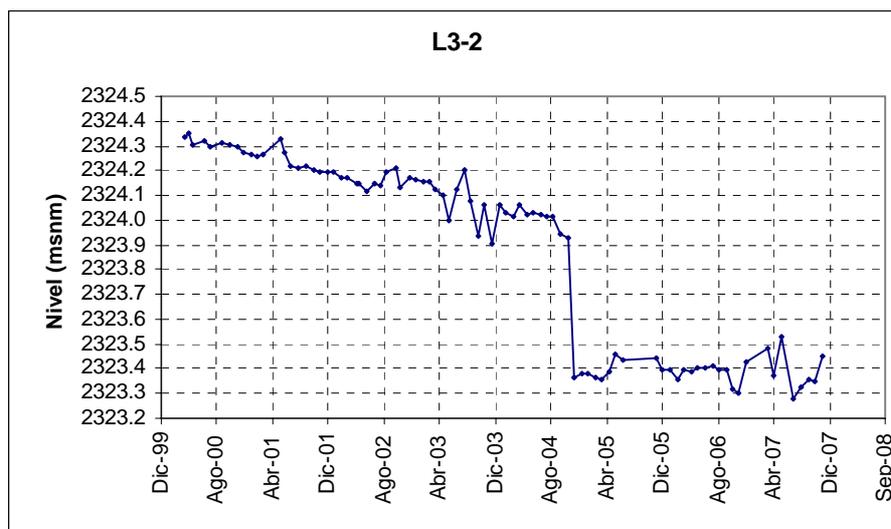


Figura 3-103. Nivel mensual observado en el pozo L3-2. (cambio fuerte de nivel se explica por prueba de bombeo realizada, posteriormente nivel no se recupera por problemas en el pozo debido a su antigüedad).





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

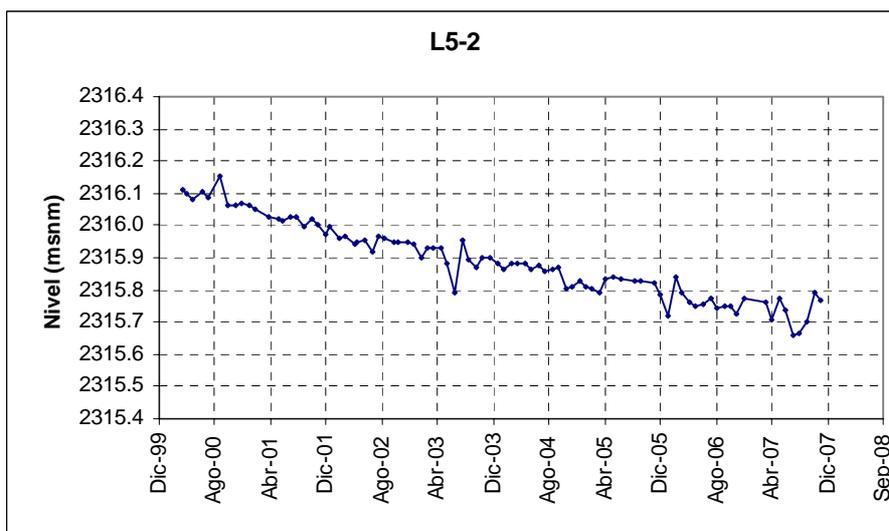


Figura 3-107. Nivel mensual observado en el pozo L5-2.

### 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.

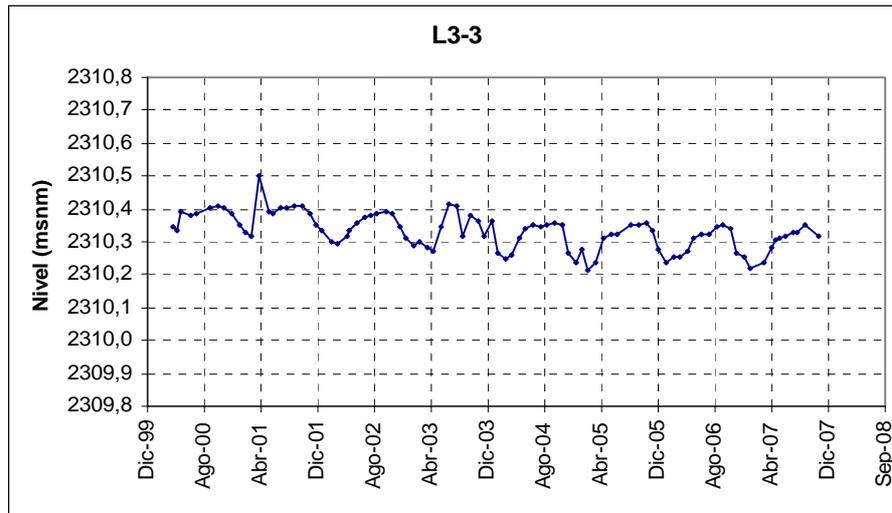


Figura 3-108. Nivel mensual observado en el pozo L3-3.

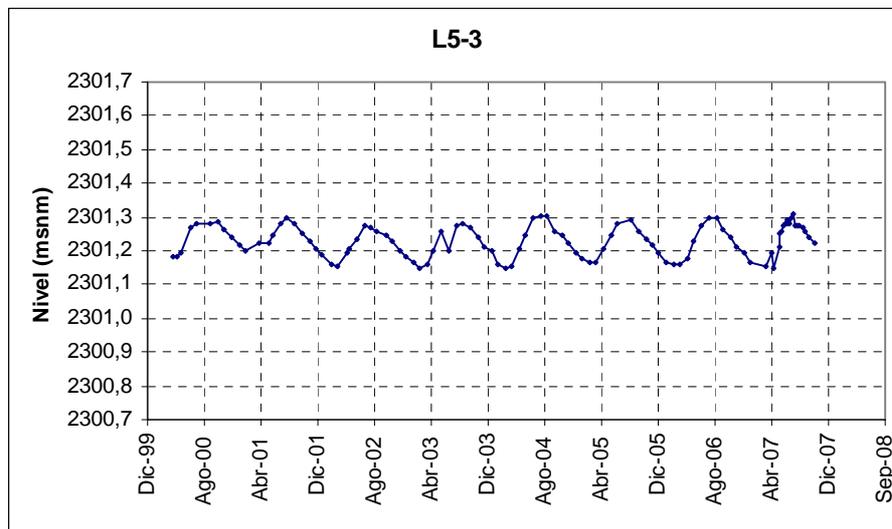


Figura 3-109. Nivel mensual observado en el pozo L5-3.

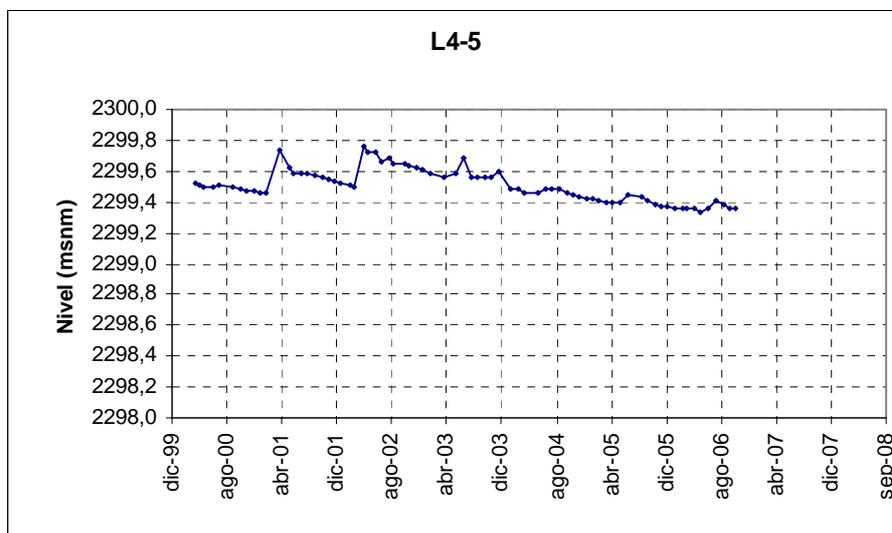


Figura 3-110. Nivel mensual observado en el pozo L4-5.

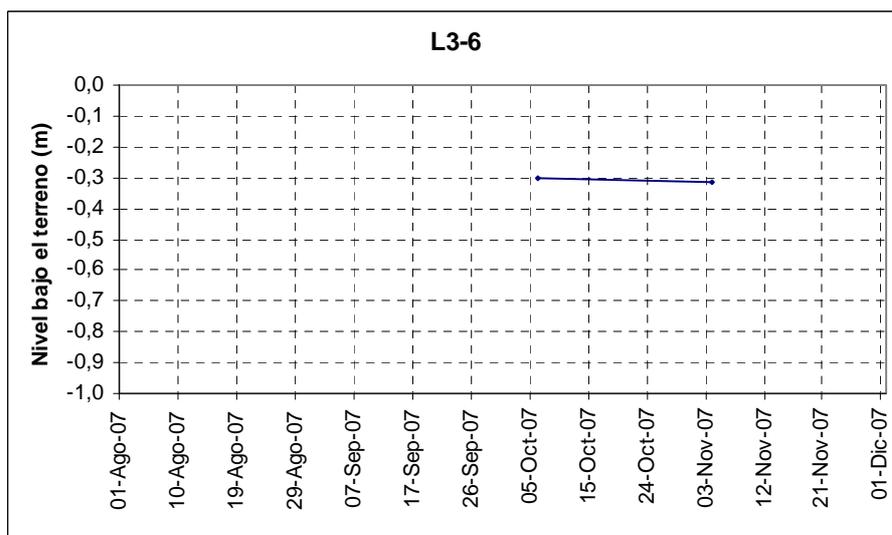


Figura 3-111. Nivel bajo el terreno, pozo L3-6.

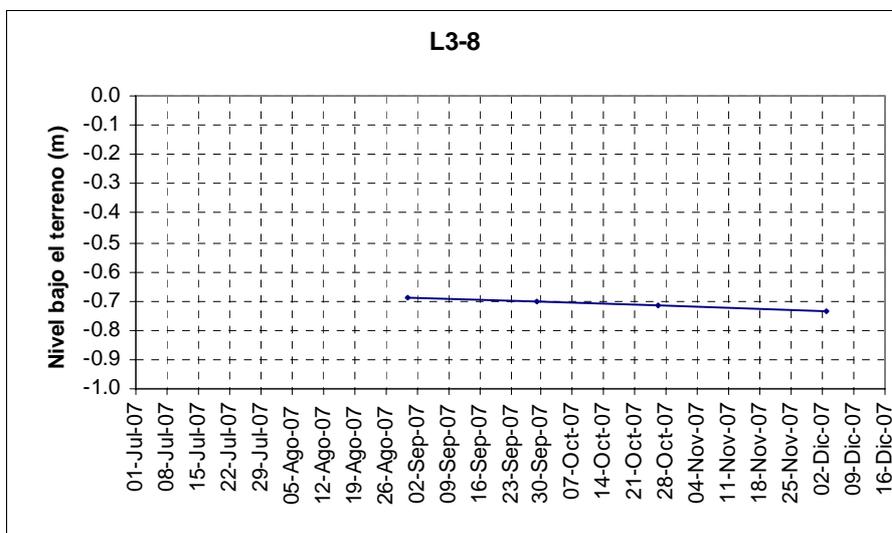


Figura 3-112. Nivel bajo el terreno, pozo L3-8.

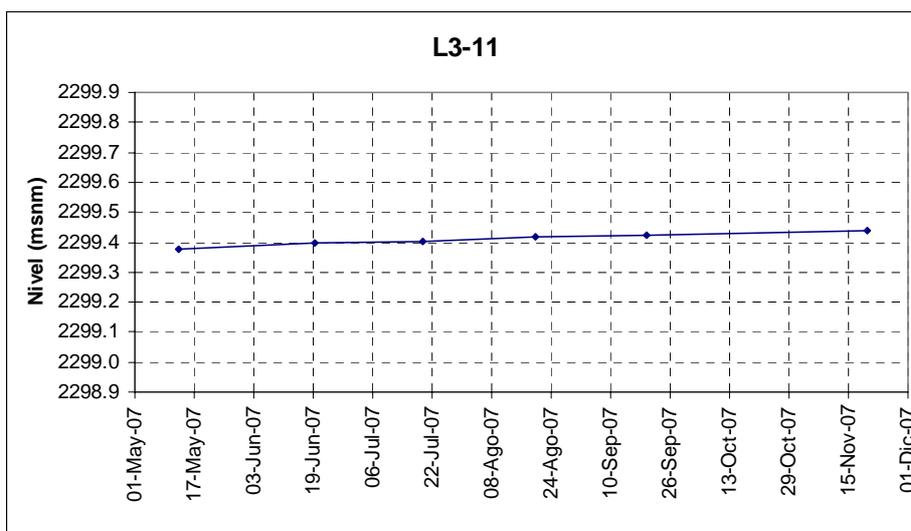


Figura 3-113. Nivel mensual observado en el pozo L3-11.

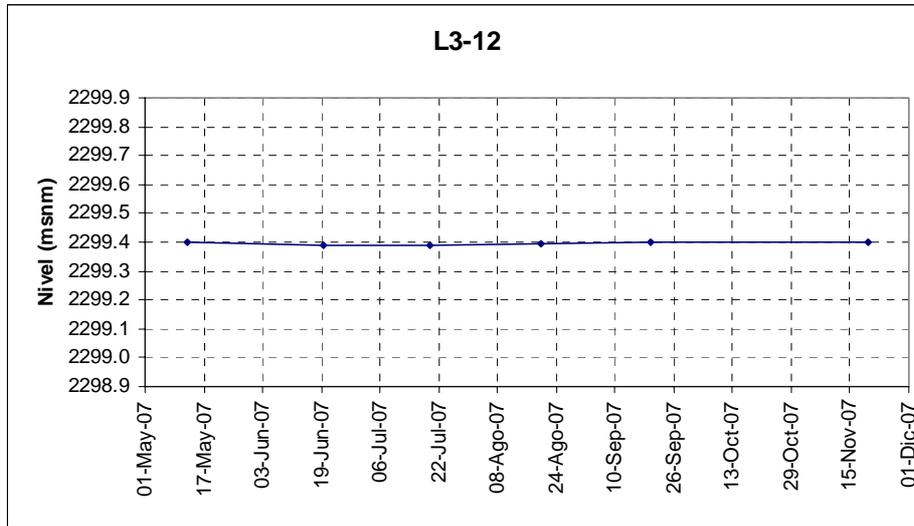


Figura 3-114. Nivel mensual observado en el pozo L3-12.

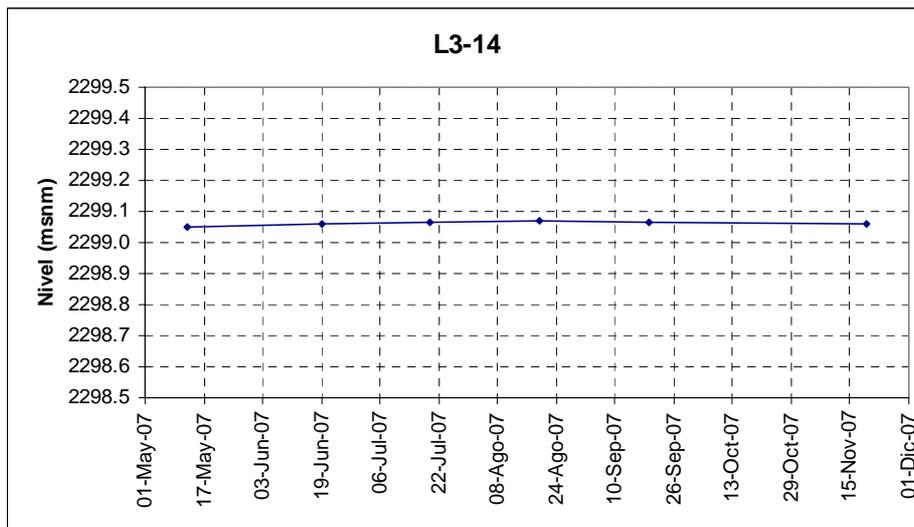


Figura 3-115. Nivel mensual observado en el pozo L3-14.

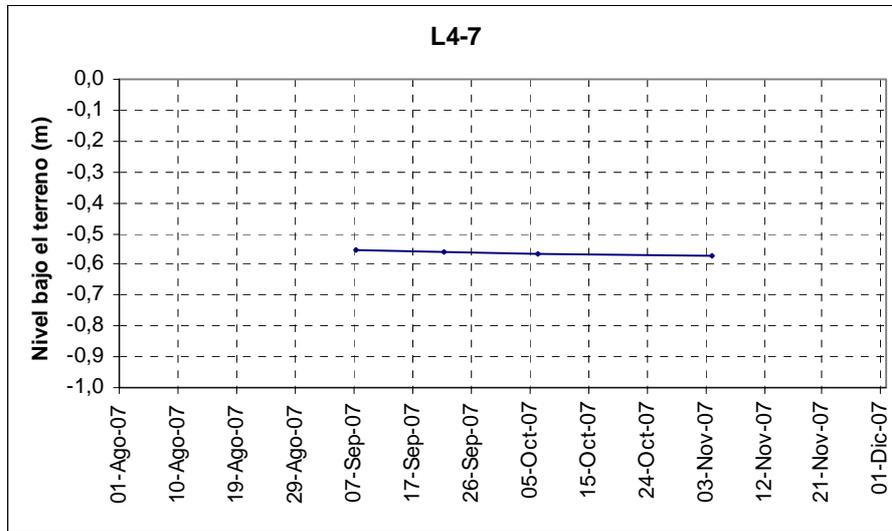


Figura 3-116. Nivel bajo el terreno, pozo L4-7.

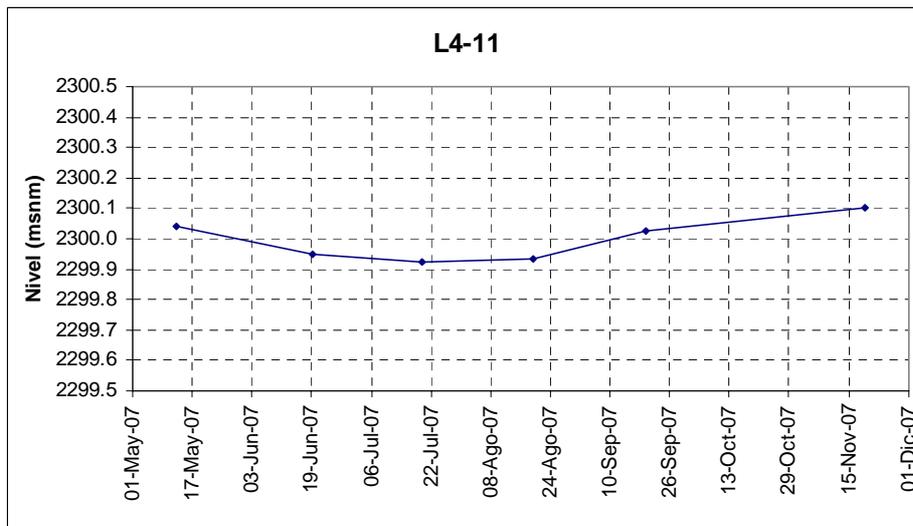


Figura 3-117. Nivel mensual observado en el pozo L4-11.

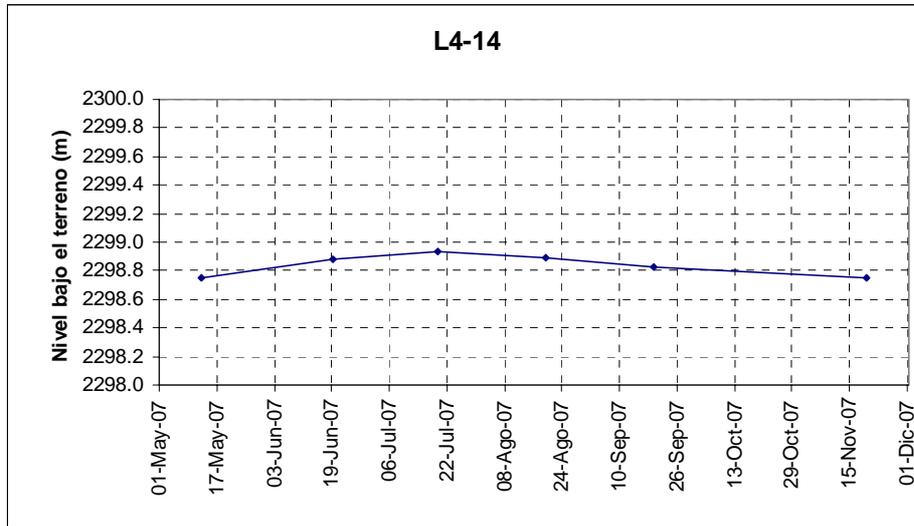


Figura 3-118. Nivel mensual observado en el pozo L4-14.

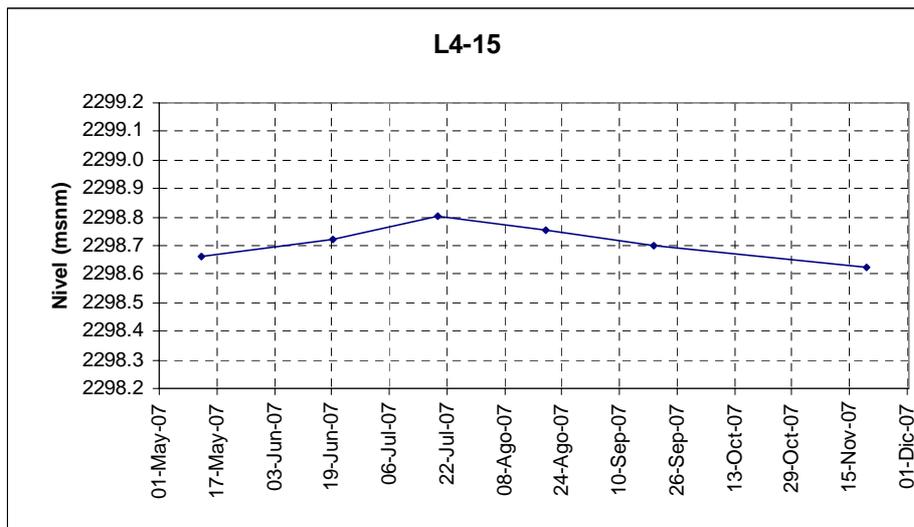


Figura 3-119. Nivel mensual observado en el pozo L4-15.

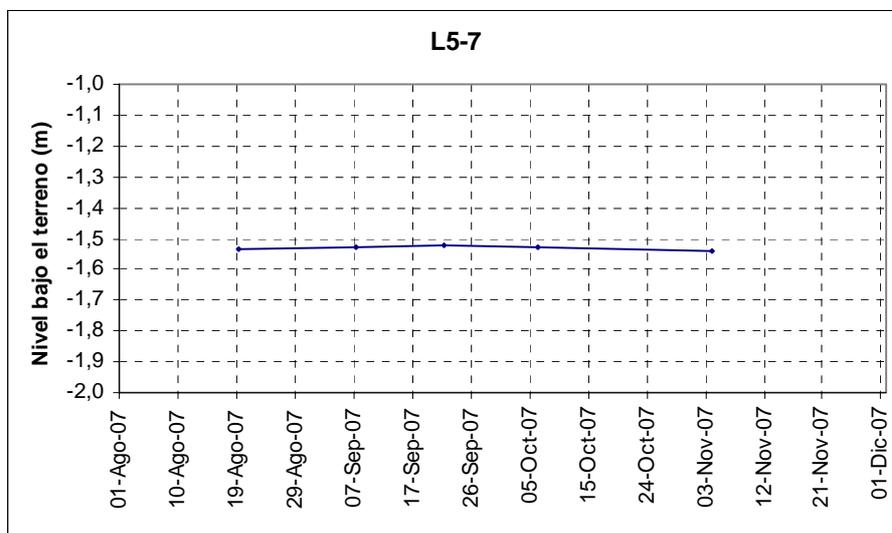


Figura 3-120. Nivel bajo el terreno, pozo L5-7.

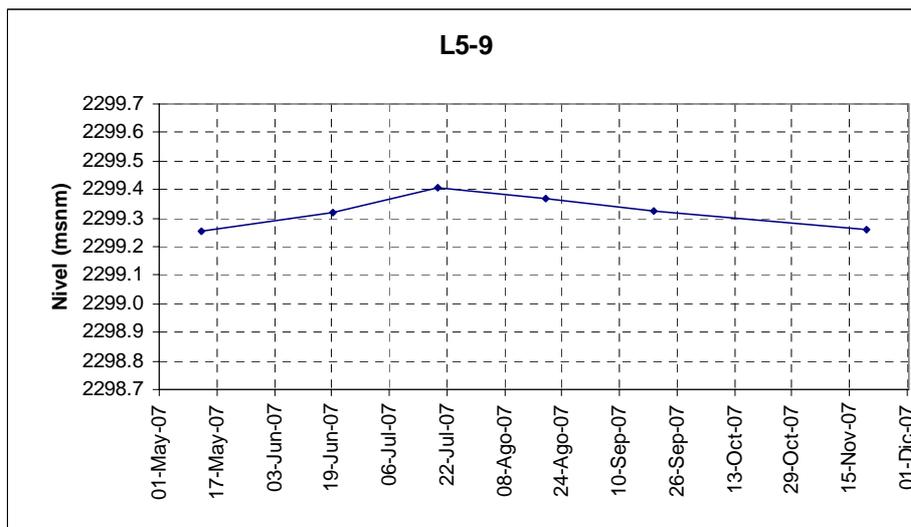


Figura 3-121. Nivel mensual observado en el pozo L5-9.

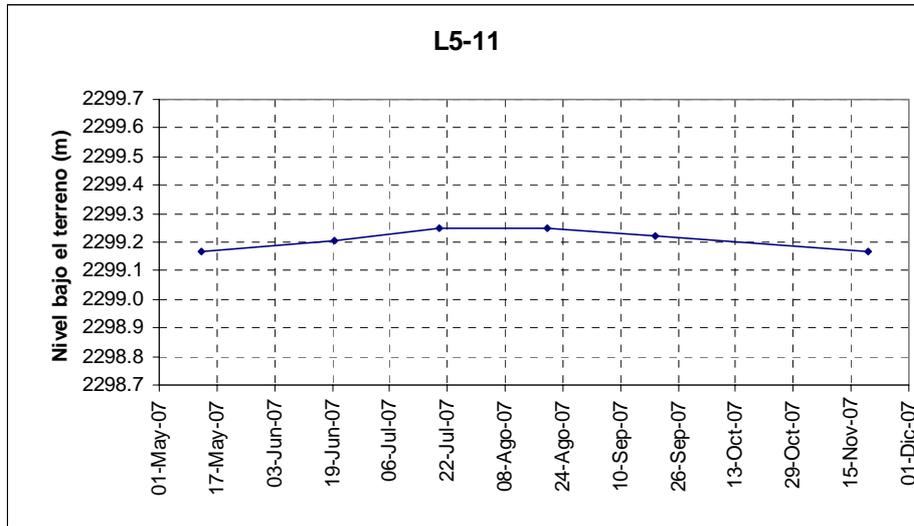


Figura 3-122. Nivel mensual observado en el pozo L5-11.

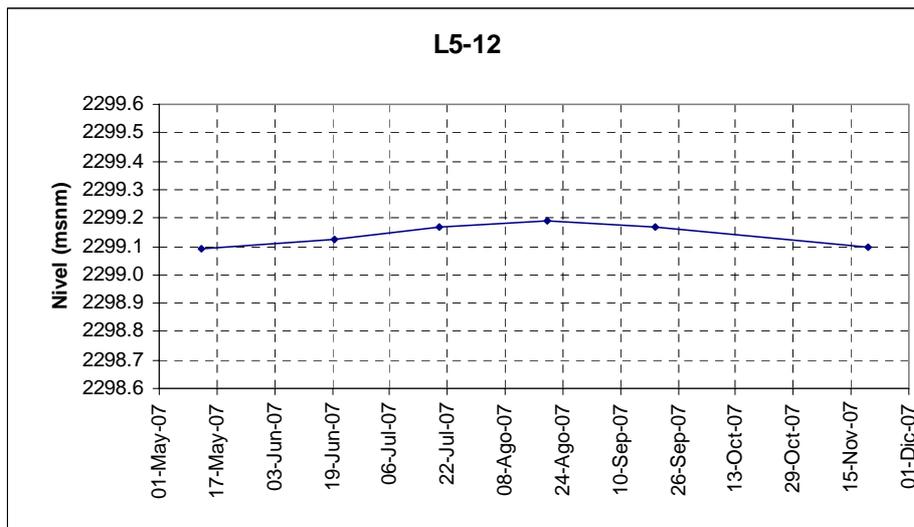


Figura 3-123. Nivel mensual observado en el pozo L5-12.

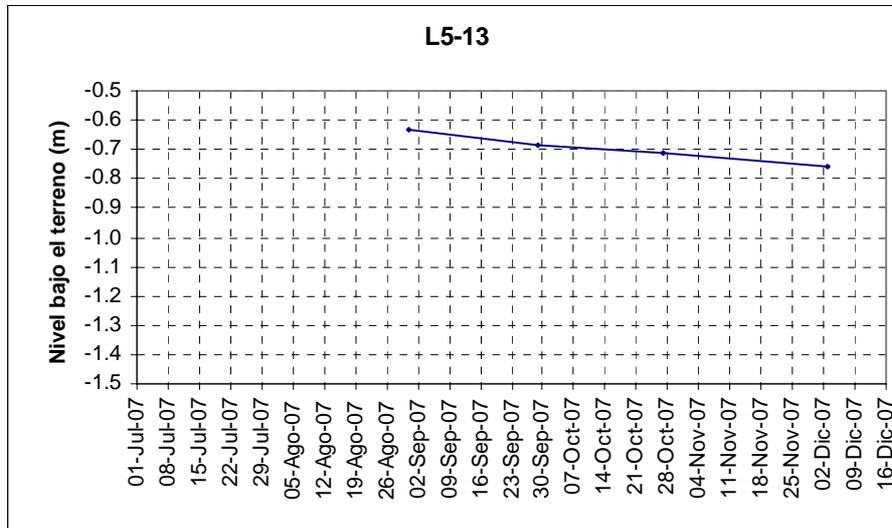


Figura 3-124. Nivel bajo el terreno, pozo L5-13.

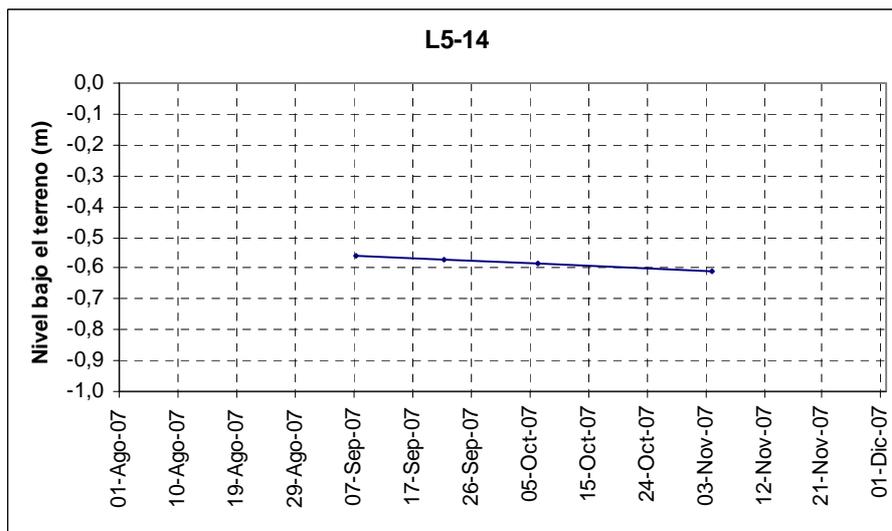


Figura 3-125. Nivel bajo el terreno, pozo L5-14.

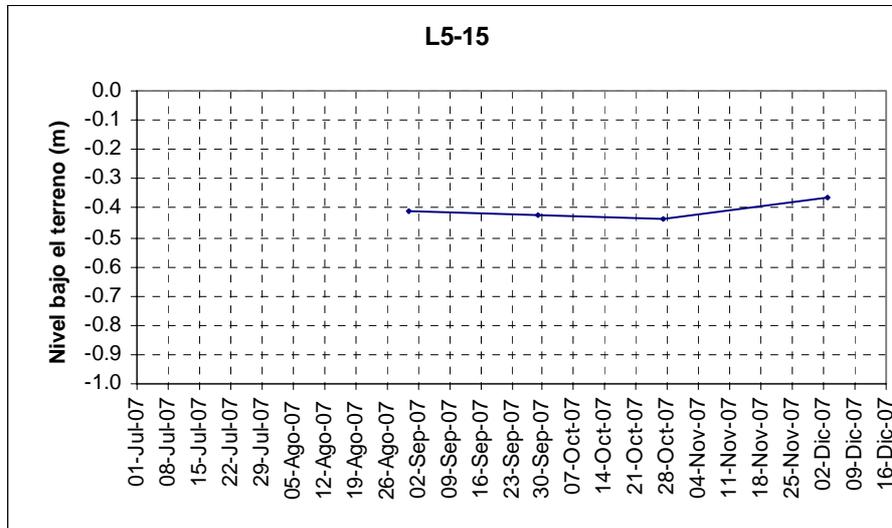


Figura 3-126. Nivel bajo el terreno, pozo L5-15.

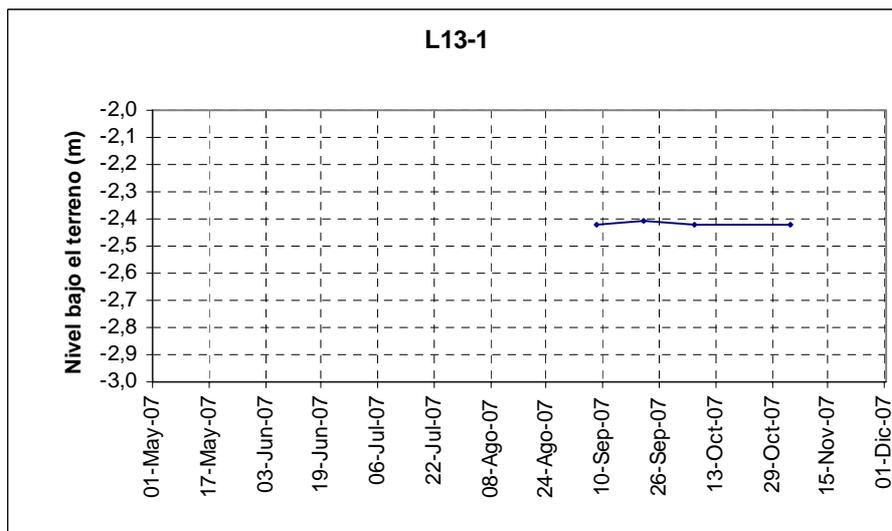


Figura 3-127. Nivel bajo el terreno, pozo L13-1.

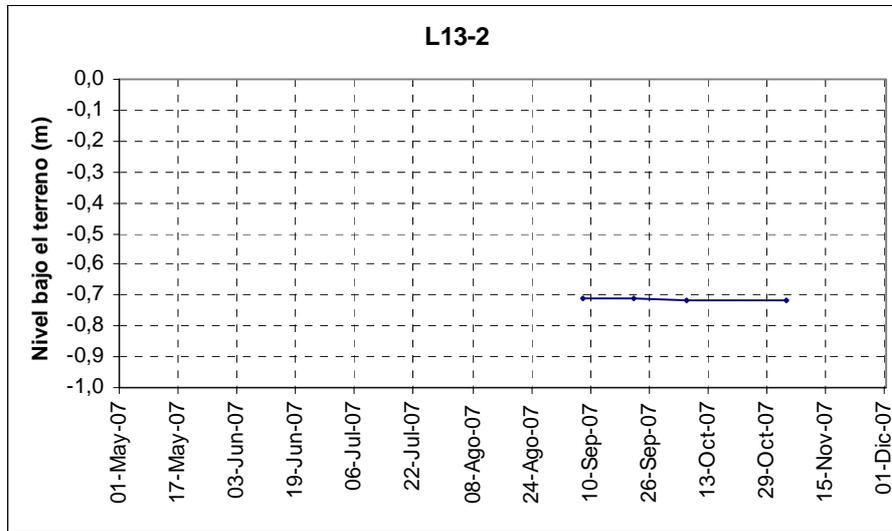


Figura 3-128. Nivel bajo el terreno, pozo L13-2.

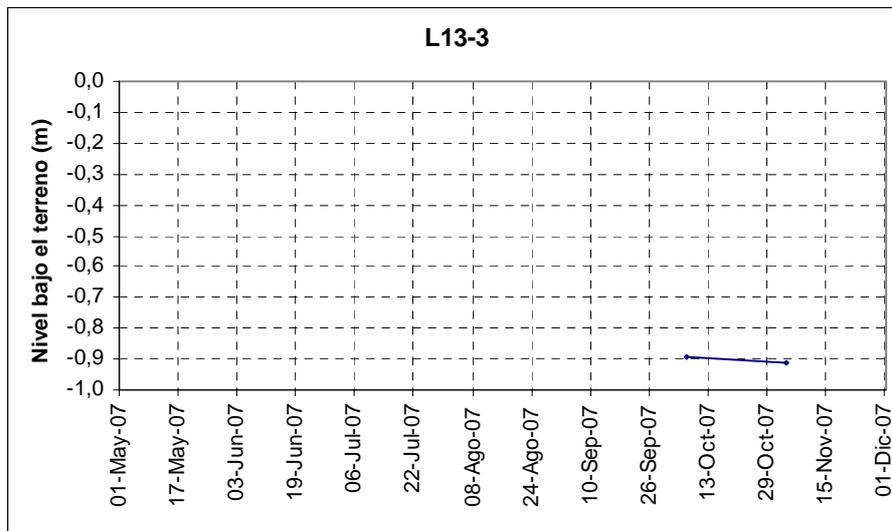


Figura 3-129. Nivel bajo el terreno, pozo L13-3.

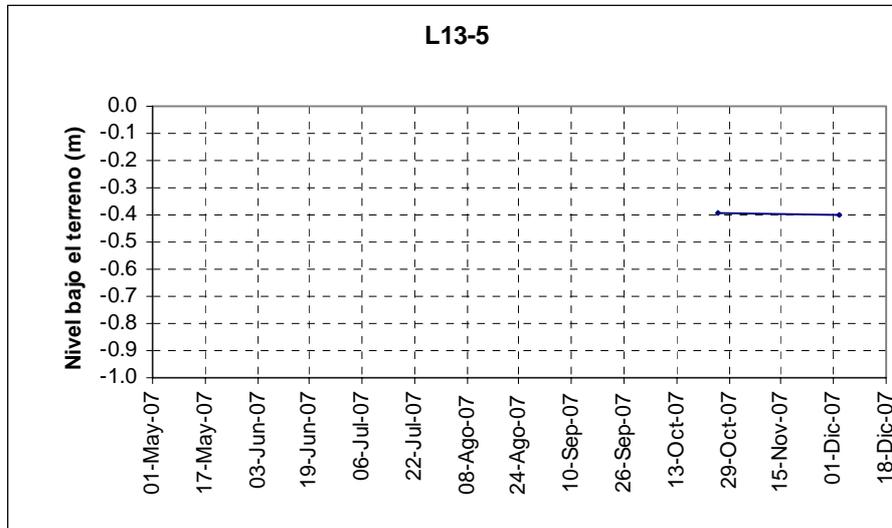


Figura 3-130. Nivel bajo el terreno, pozo L13-5.

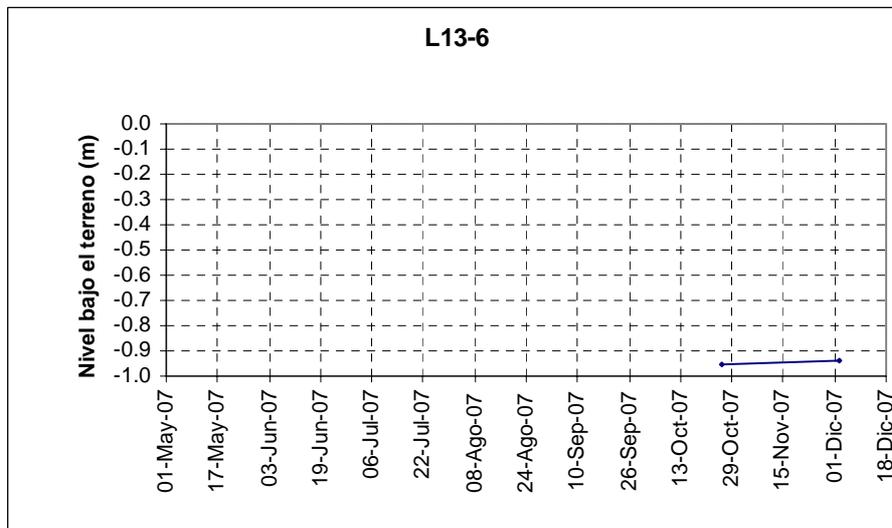


Figura 3-131. Nivel bajo el terreno, pozo L13-6.

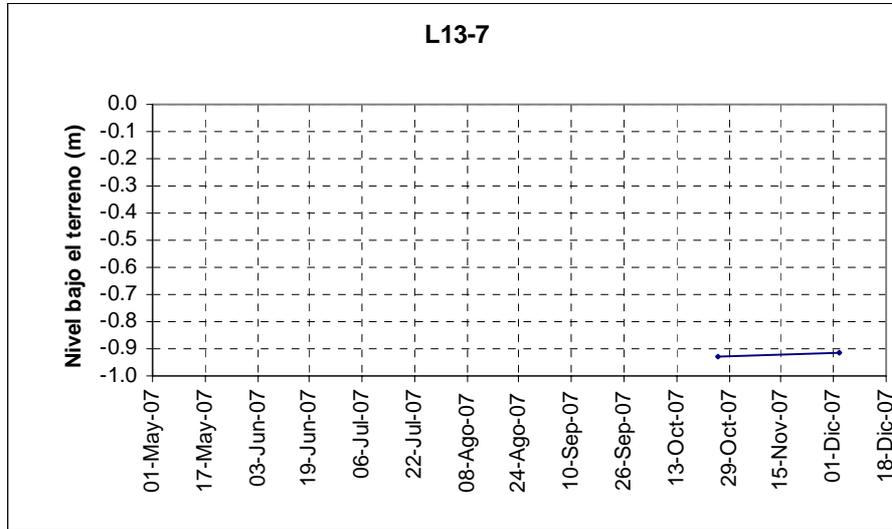


Figura 3-132. Nivel bajo el terreno, pozo L13-7.

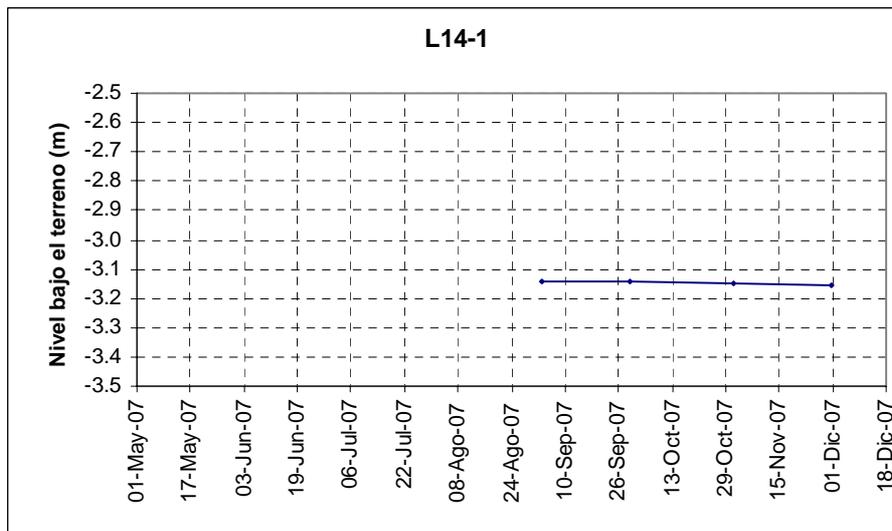


Figura 3-133. Nivel bajo el terreno, pozo L14-1.

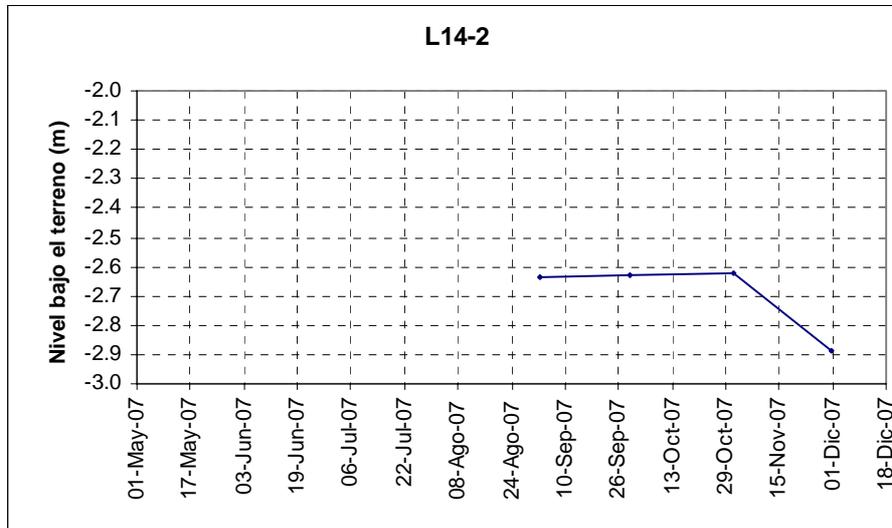


Figura 3-134. Nivel bajo el terreno, pozo L14-2.

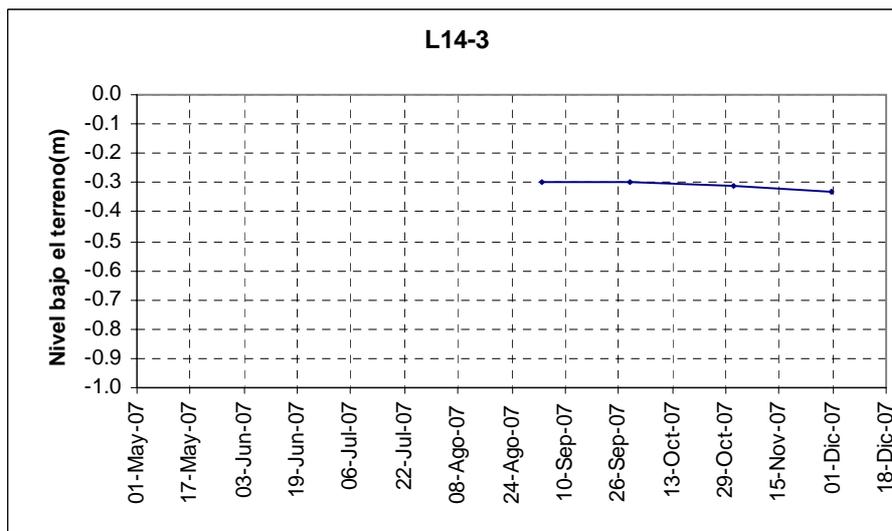


Figura 3-135. Nivel bajo el terreno, pozo L14-3.

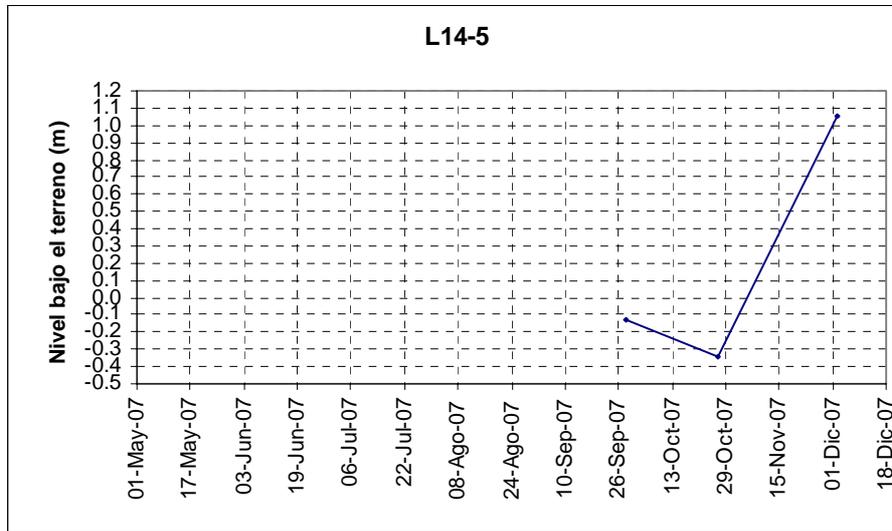


Figura 3-136. Nivel bajo el terreno, pozo L14-5.

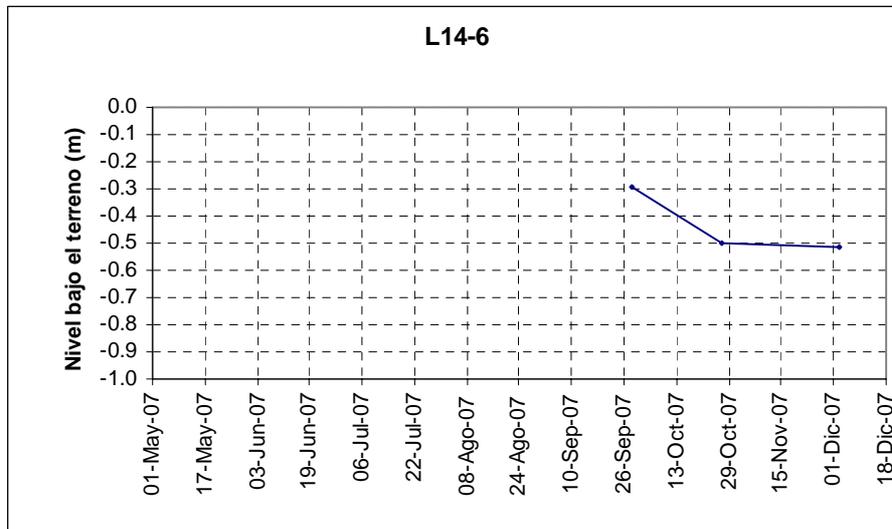


Figura 3-137. Nivel bajo el terreno, pozo L14-6.

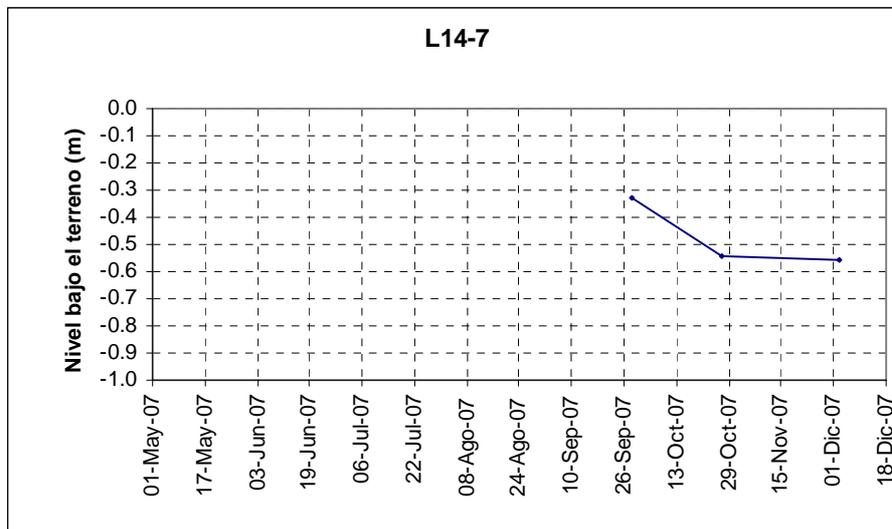


Figura 3-138. Nivel bajo el terreno, pozo L14-7.

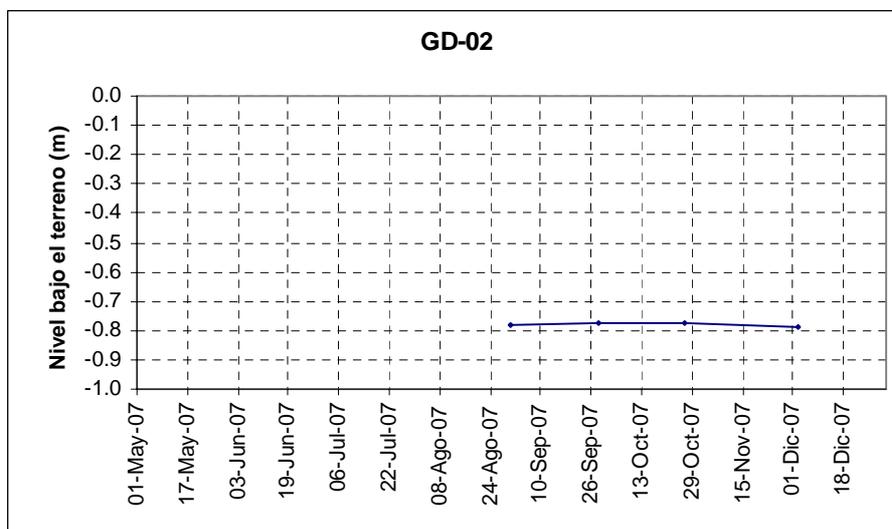


Figura 3-139. Nivel bajo el terreno, pozo GD-02.

3.2.1.3 Reglillas

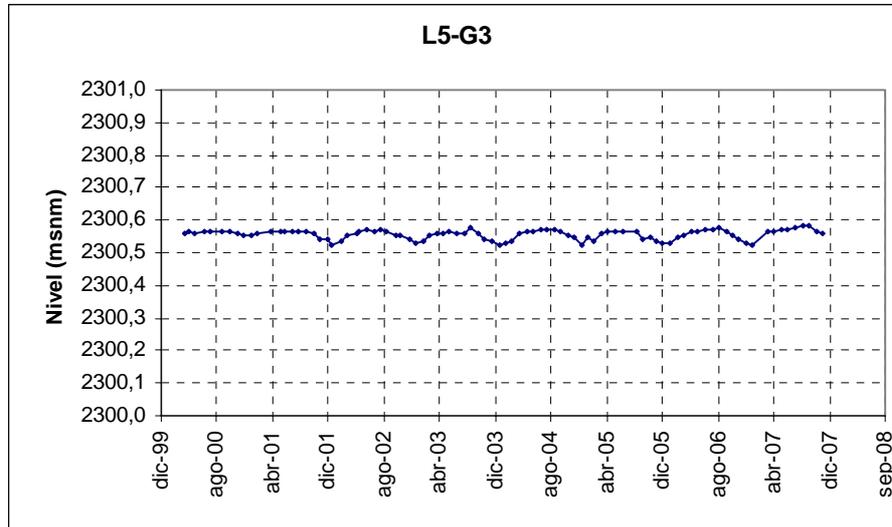


Figura 3-140. Nivel mensual observado en la reglilla L5-G3.

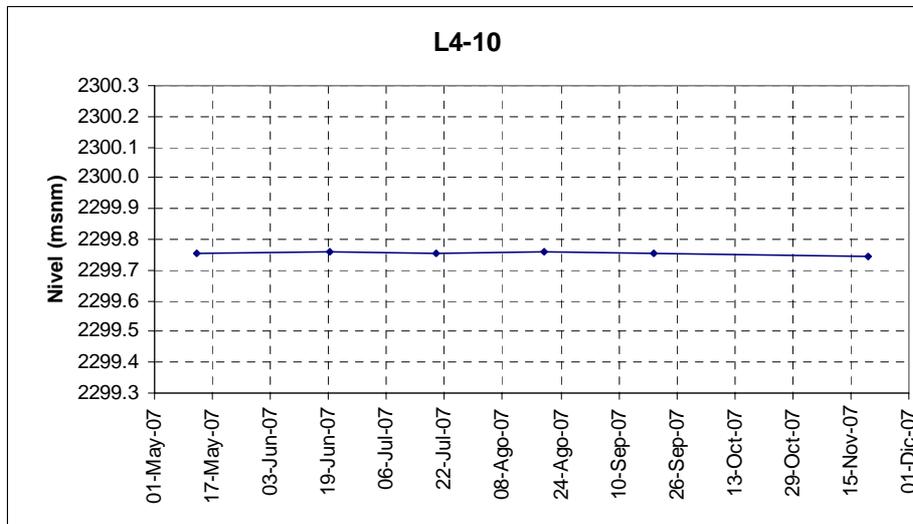


Figura 3-141. Nivel mensual observado en la reglilla L4-10.

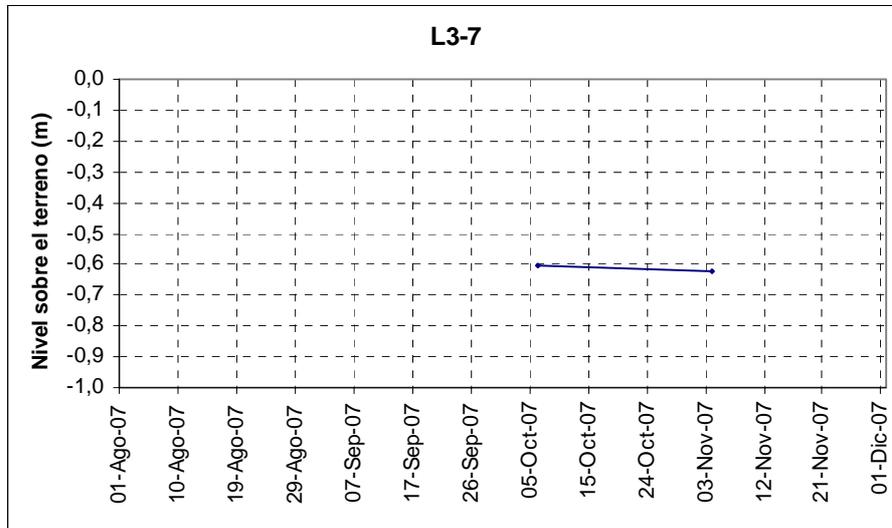


Figura 3-142. Nivel sobre el terreno, reglilla L3-7.

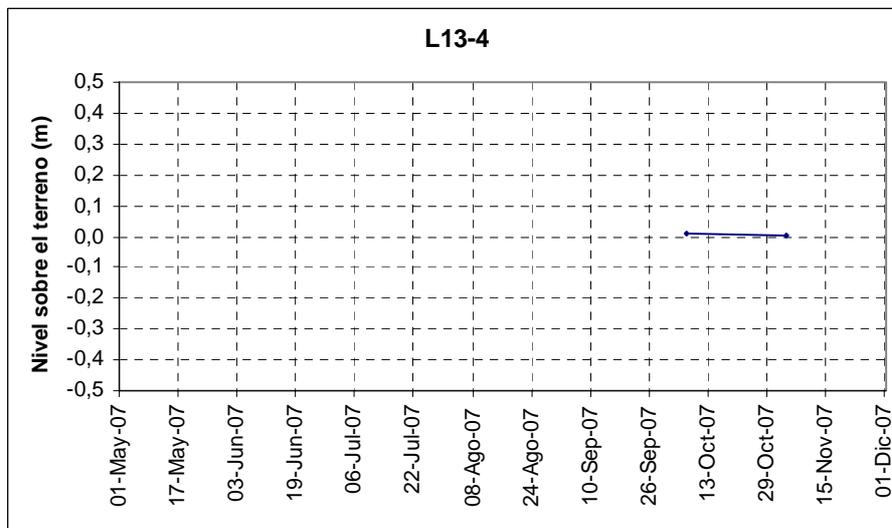


Figura 3-143. Nivel sobre el terreno, reglilla L13-4.

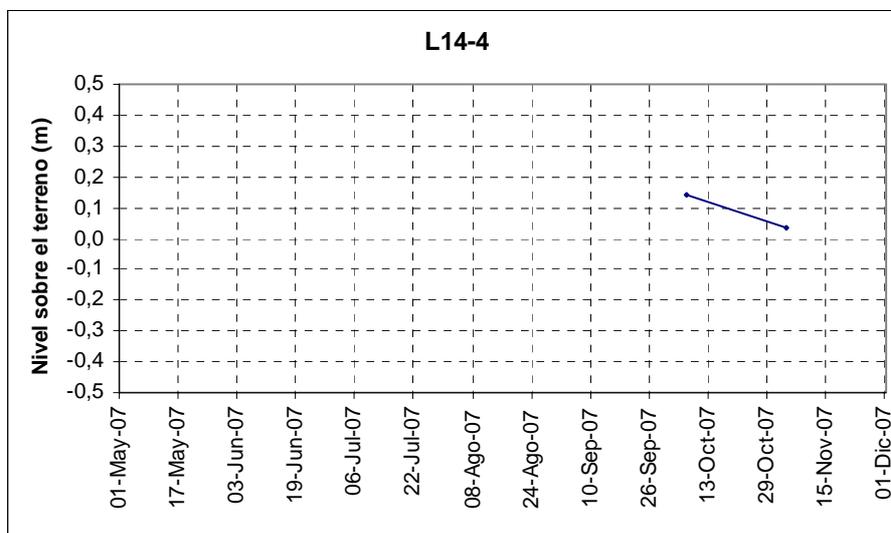


Figura 3-144. Nivel sobre el terreno, reglilla L14-4.

#### 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.



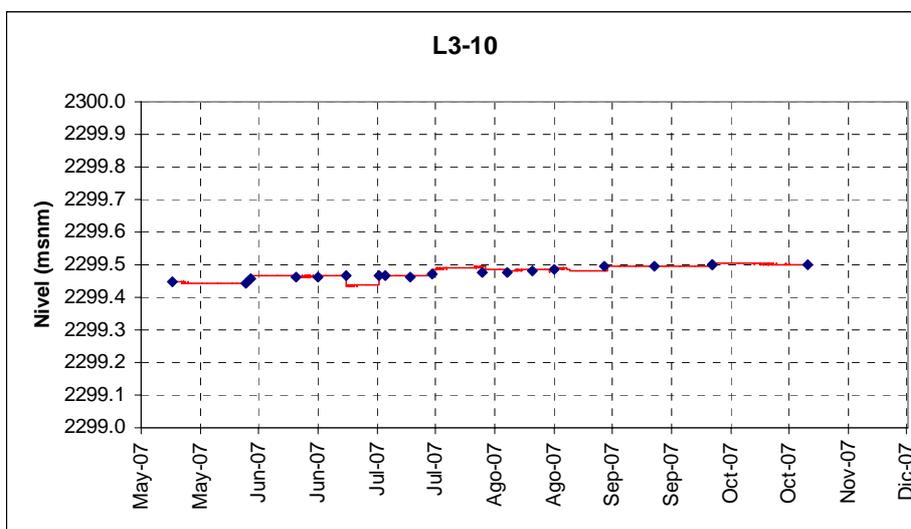


Figura 3-147. Nivel observado en el pozo L3-10. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

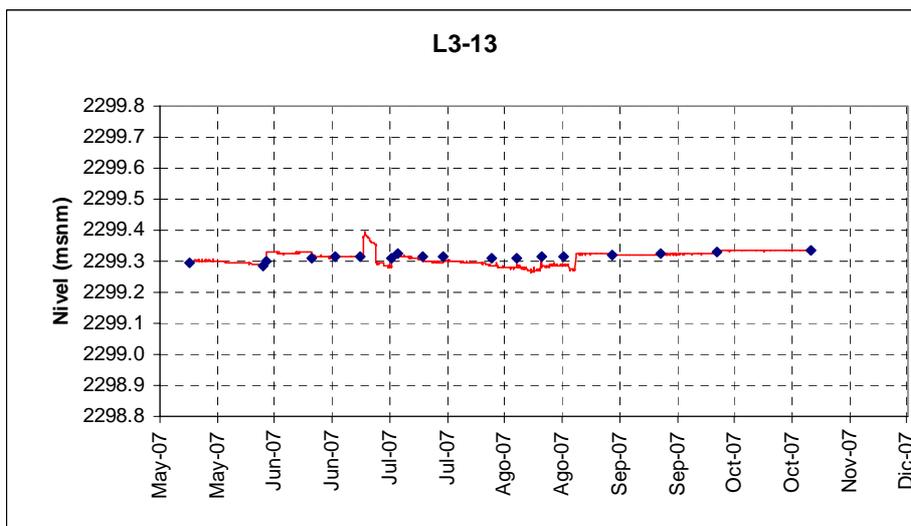


Figura 3-148. Nivel observado en el pozo L3-13. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

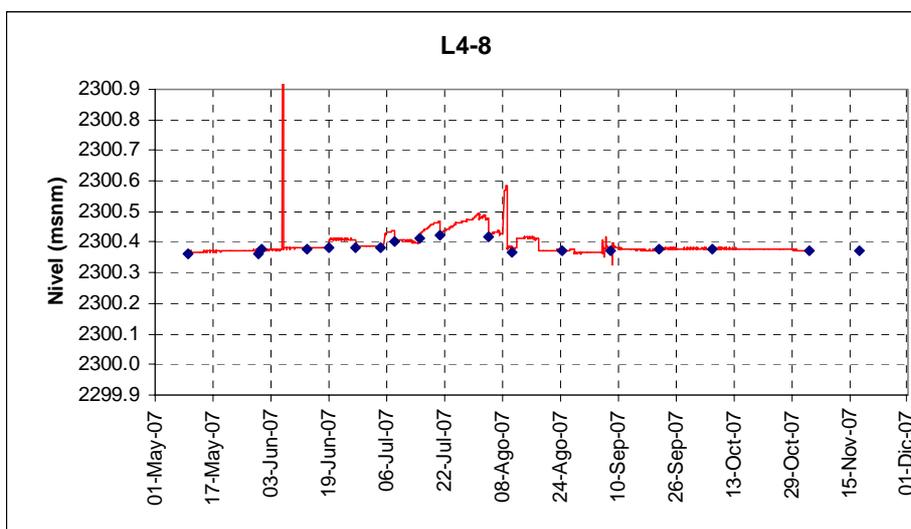


Figura 3-149. Nivel observado en el pozo L4-8. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

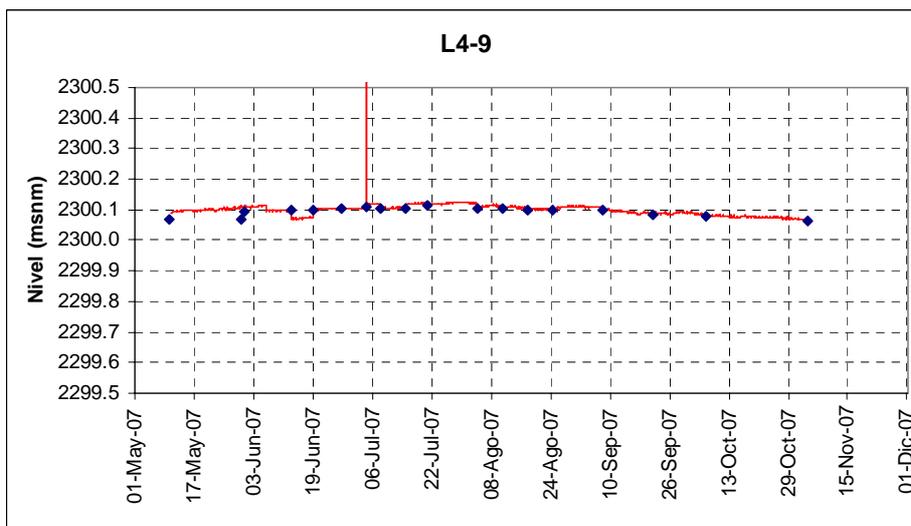


Figura 3-150. Nivel observado en el pozo L4-9. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

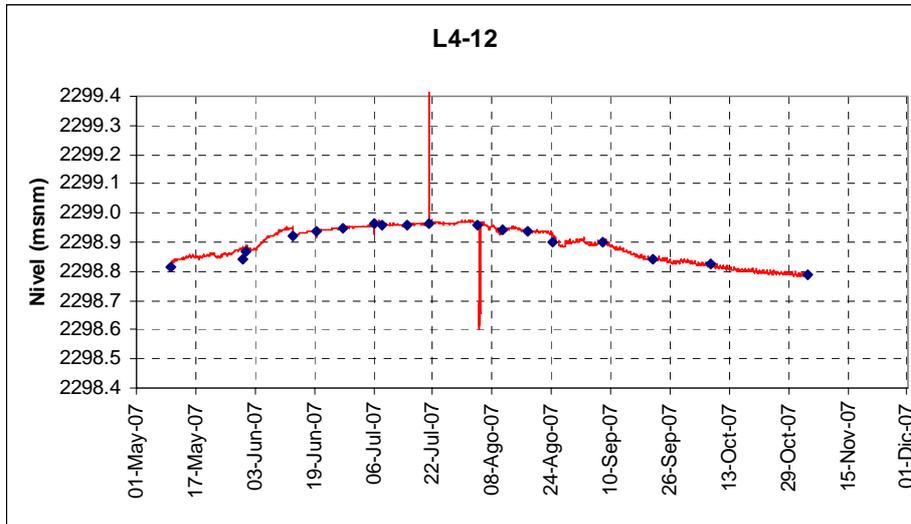


Figura 3-151. Nivel observado en el pozo L4-12. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

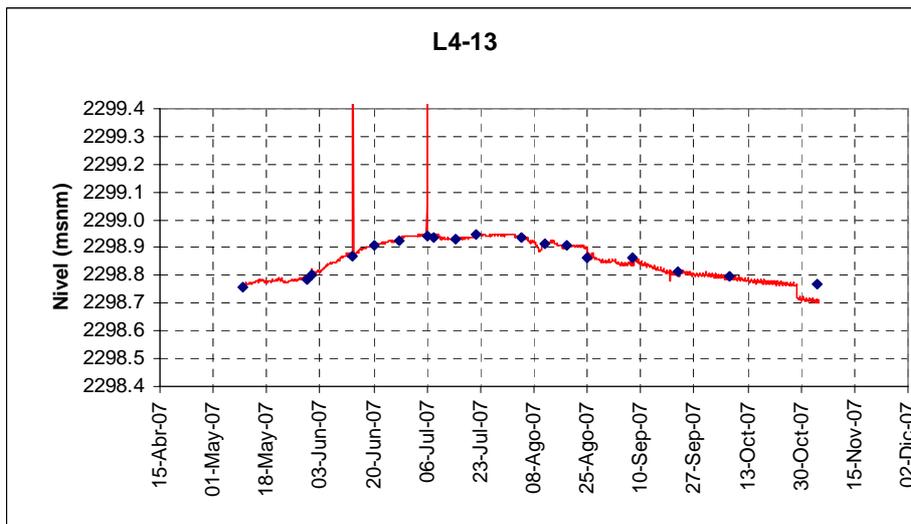


Figura 3-152. Nivel observado en el pozo L4-13. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)



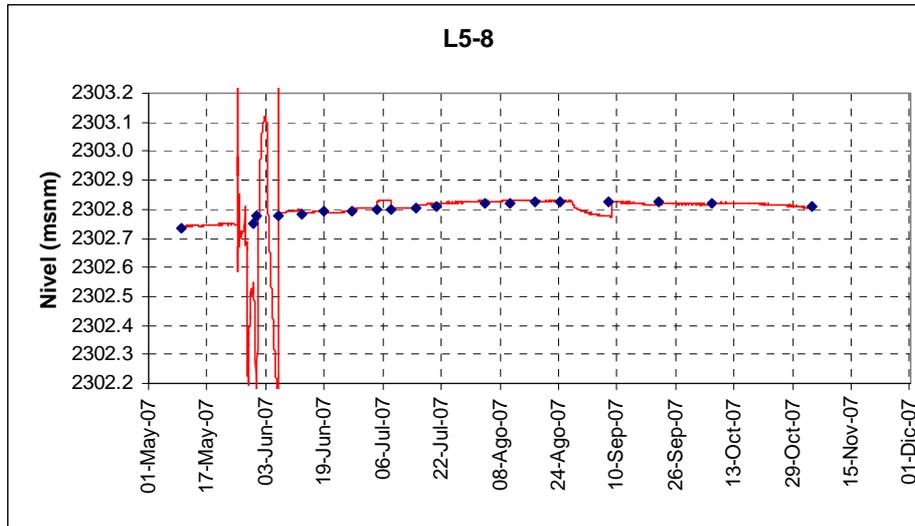


Figura 3-155. Nivel observado en el pozo L5-8. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

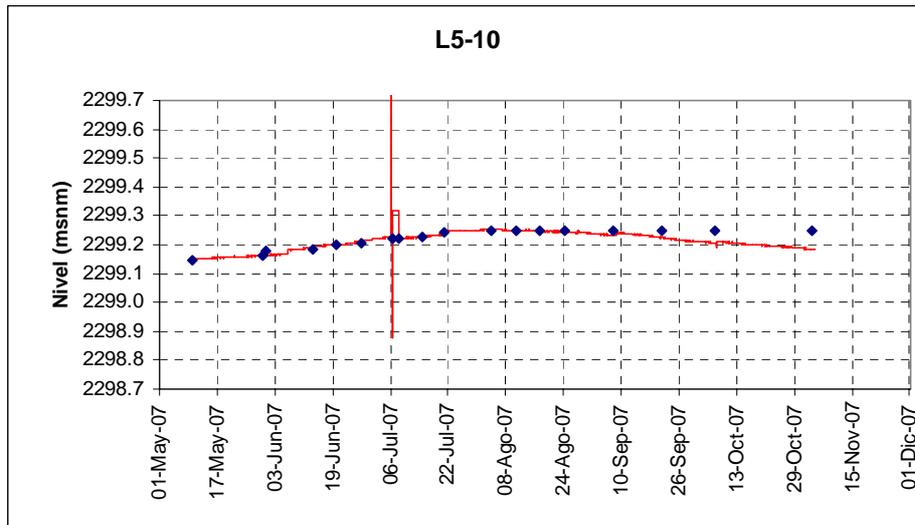


Figura 3-156. Nivel observado en el pozo L5-10. (línea roja: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

### 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).

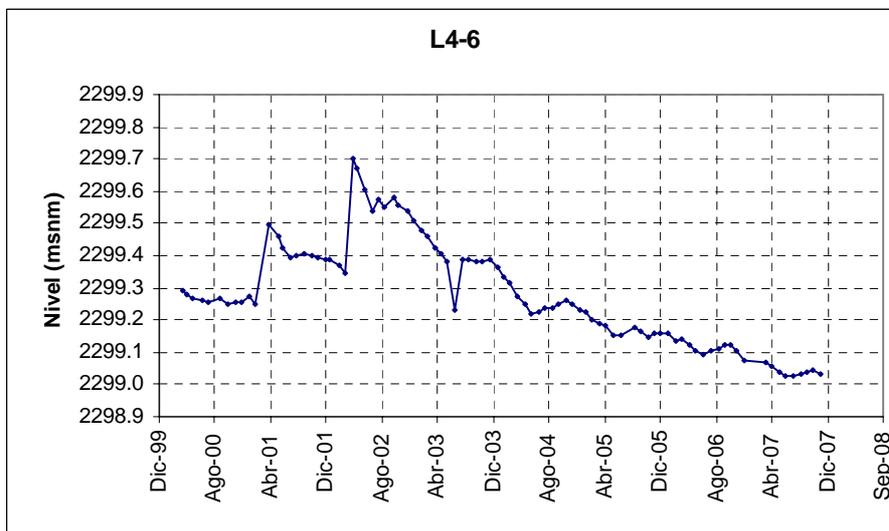


Figura 3-158. Nivel mensual observado en el pozo L4-6.

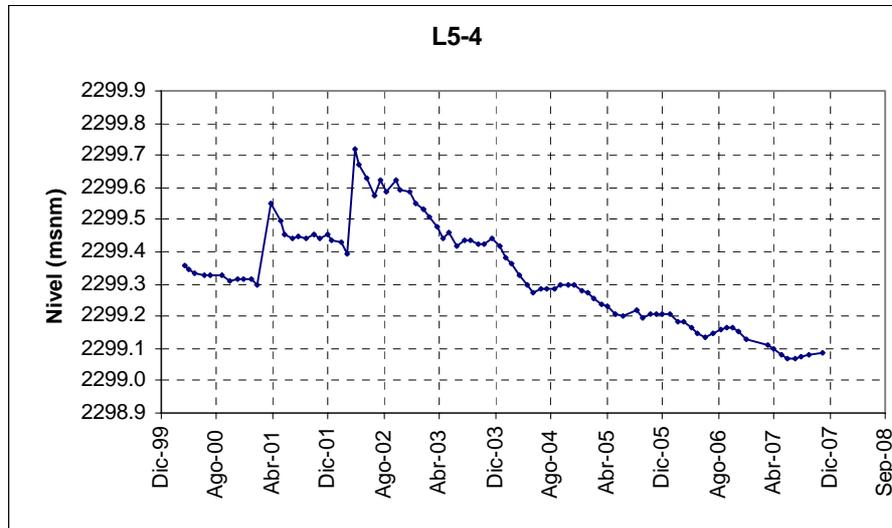


Figura 3-159. Nivel mensual observado en el pozo L5-4.

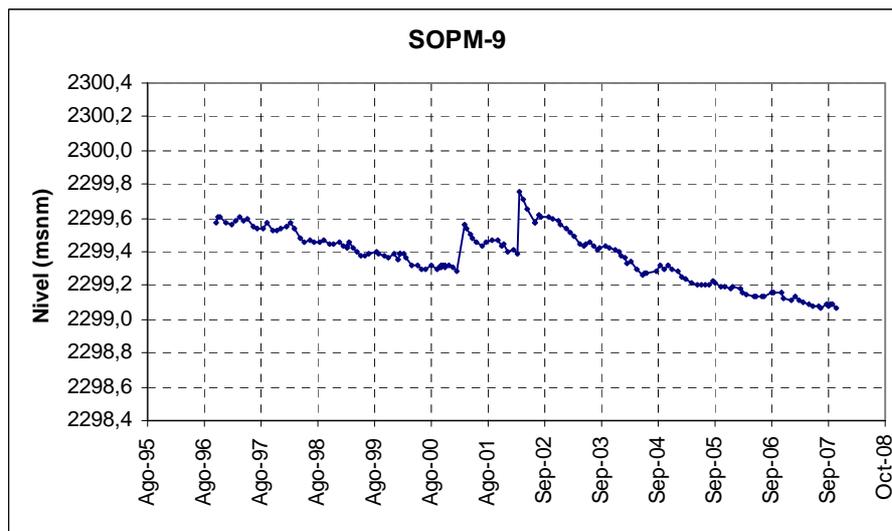


Figura 3-160. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-9.

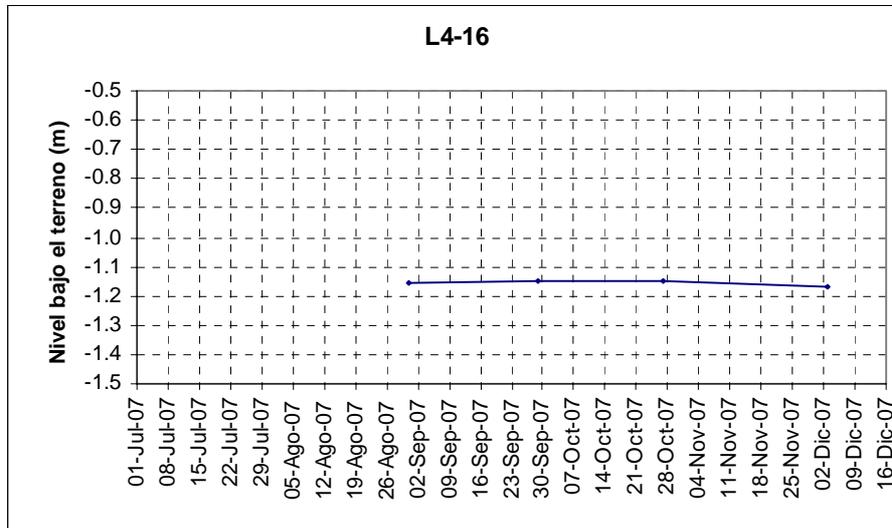


Figura 3-161. Nivel bajo el terreno, pozo L4-16.

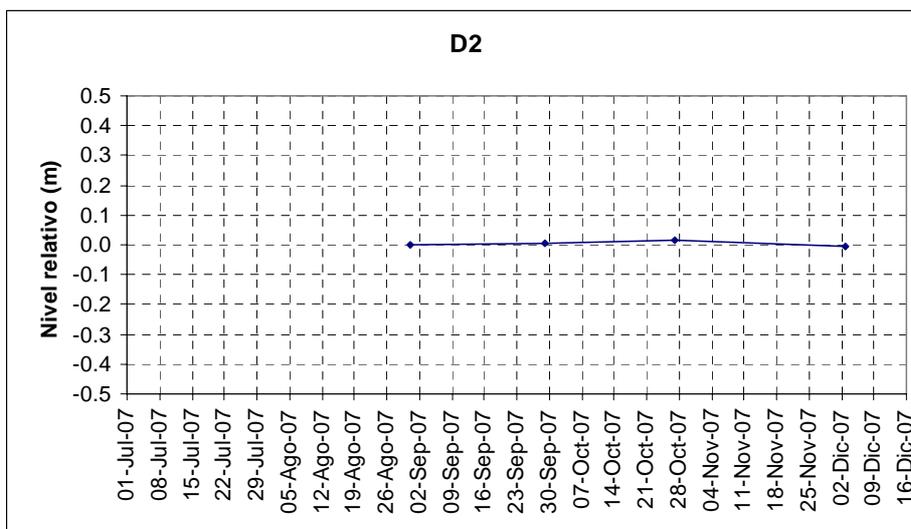


Figura 3-162. Nivel relativo con respecto a la primera medición, pozo D2.

### 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.

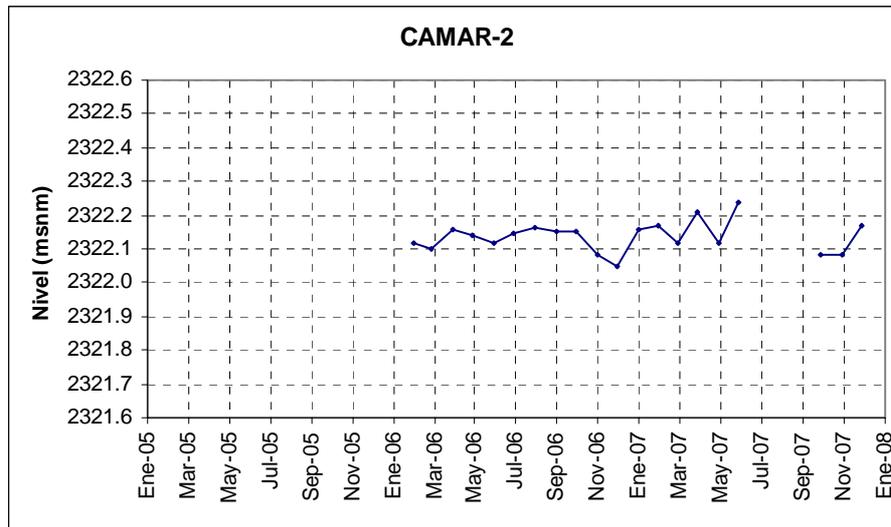


Figura 3-163. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo CAMAR-2.

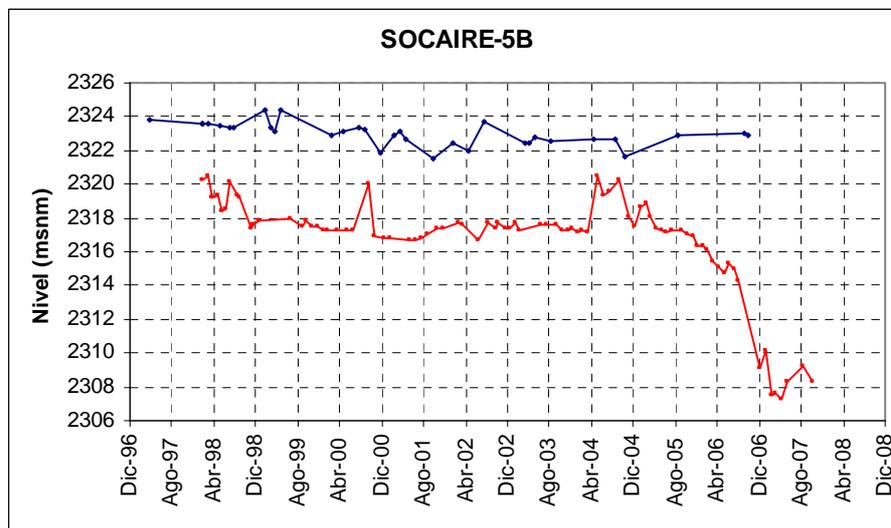


Figura 3-164. Nivel mensual estático (línea azul) y dinámico (línea roja) observado en el pozo de bombeo SOCAIRE-5B.

### 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.

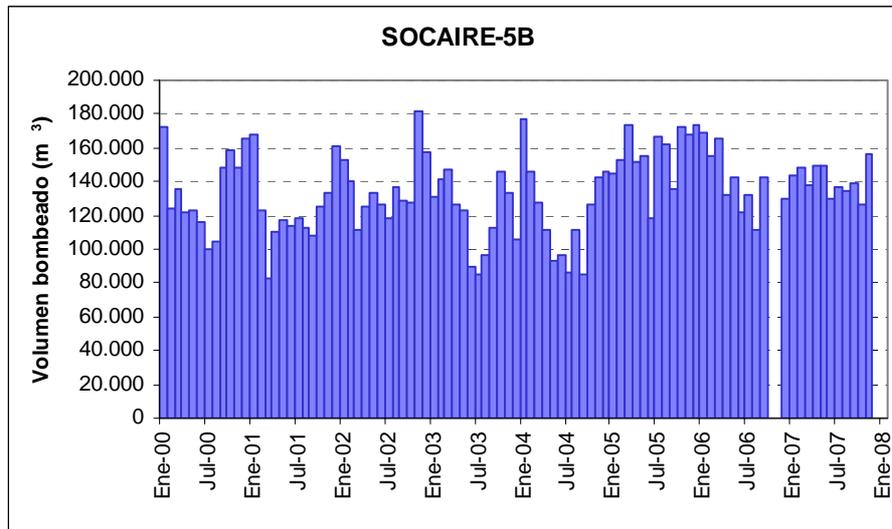


Figura 3-165. Volumen mensual bombeado desde el pozo SOCAIRE-5B.

### 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

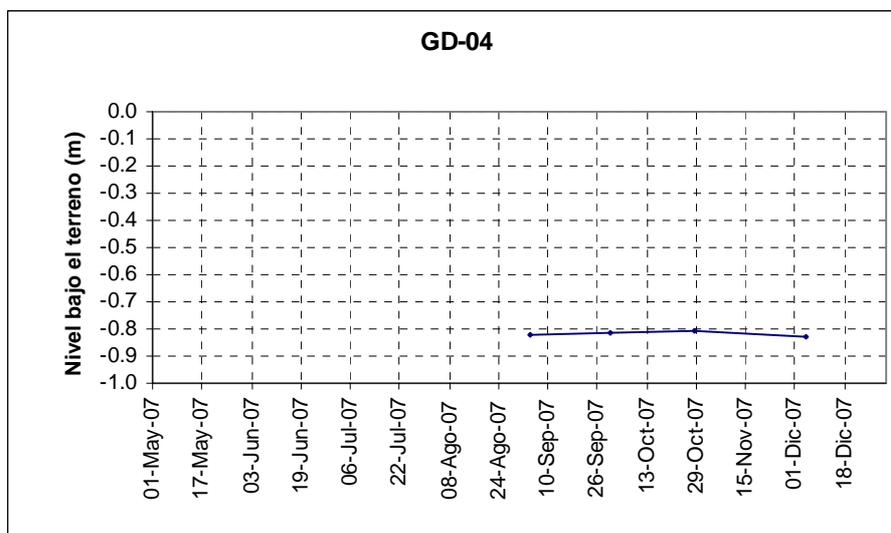


Figura 3-166. Nivel bajo el terreno, pozo GD-04.

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

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

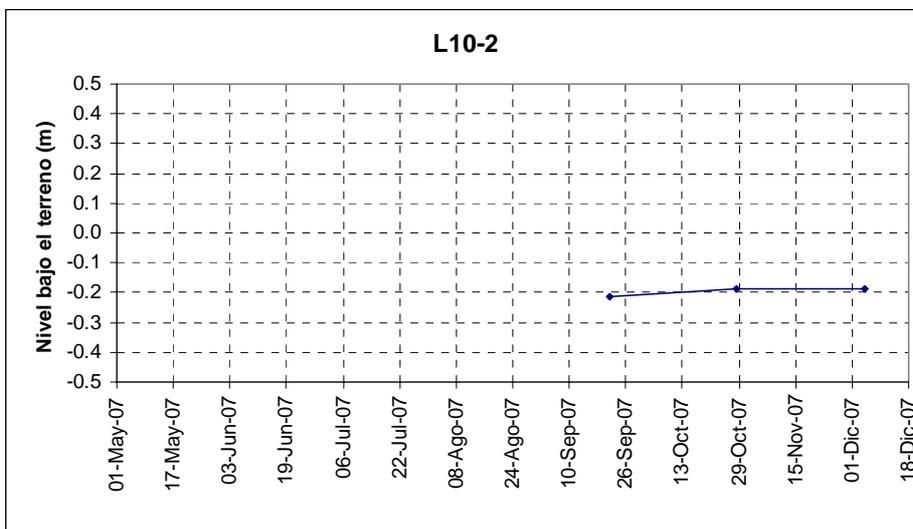


Figura 3-167. Nivel bajo el terreno, pozo L10-2.

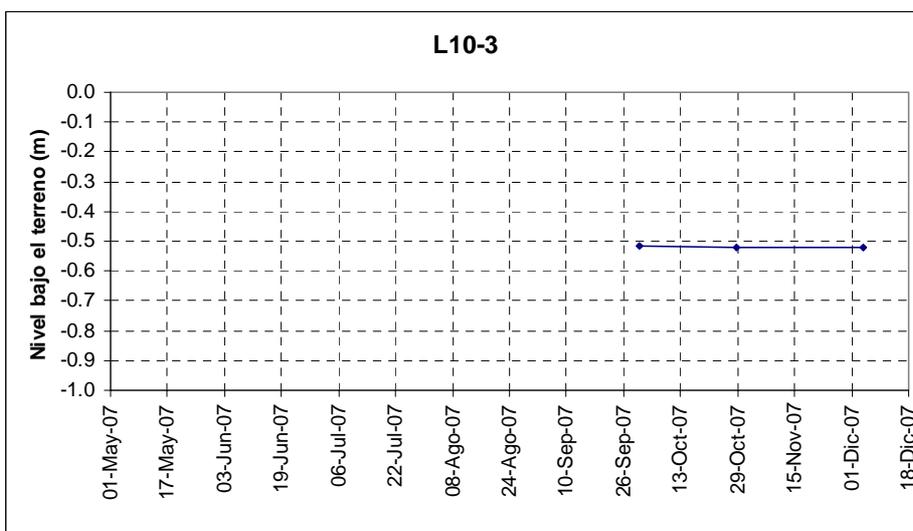


Figura 3-168. Nivel bajo el terreno, pozo L10-3.

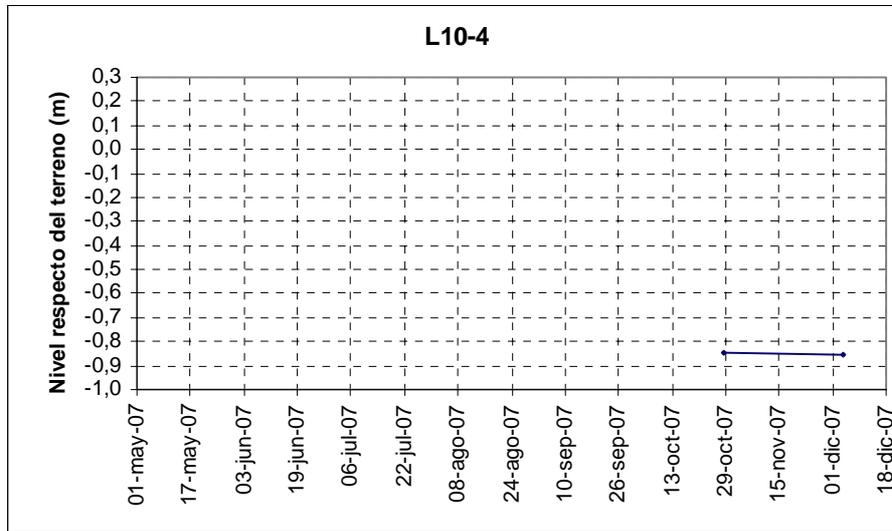


Figura 3-169. Nivel respecto del terreno, pozo L10-4.

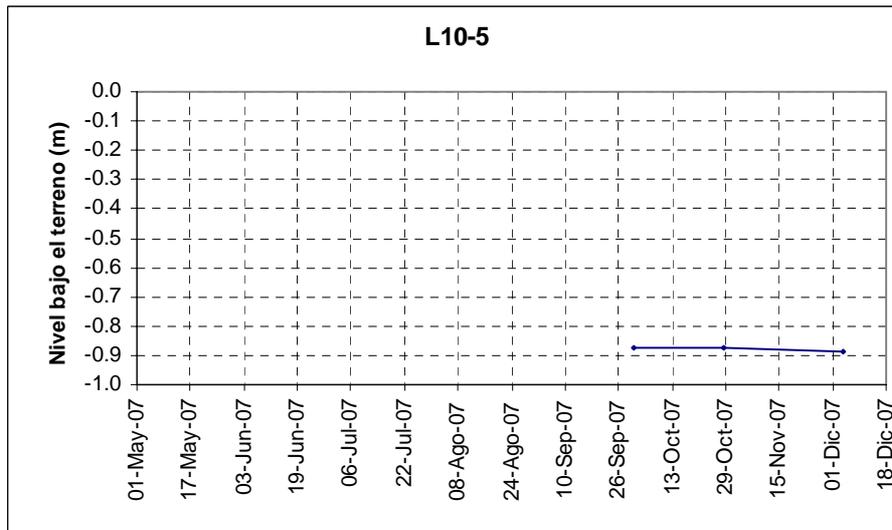


Figura 3-170. Nivel bajo el terreno, pozo L10-5.

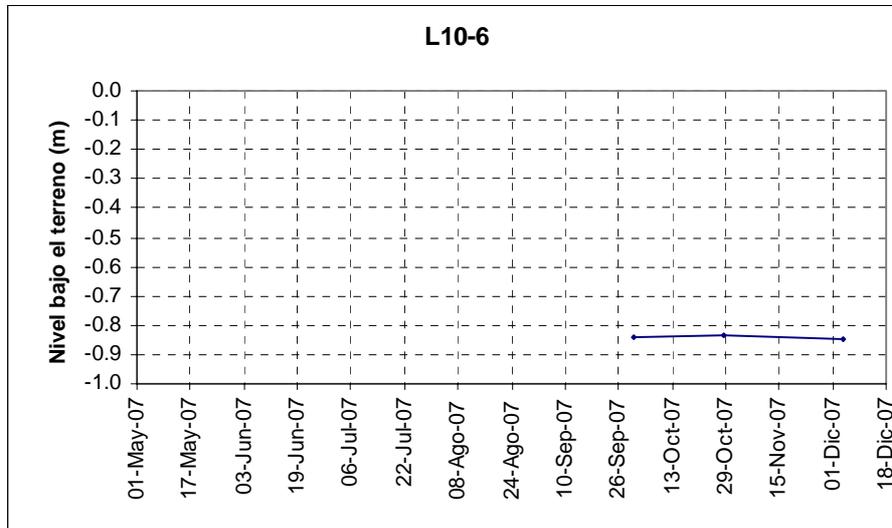


Figura 3-171. Nivel bajo el terreno, pozo L10-6.

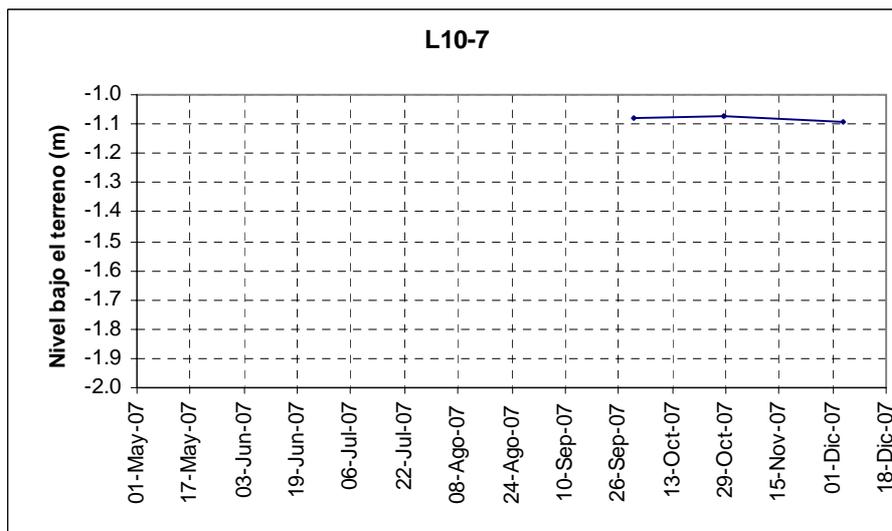


Figura 3-172. Nivel bajo el terreno, pozo L10-7.

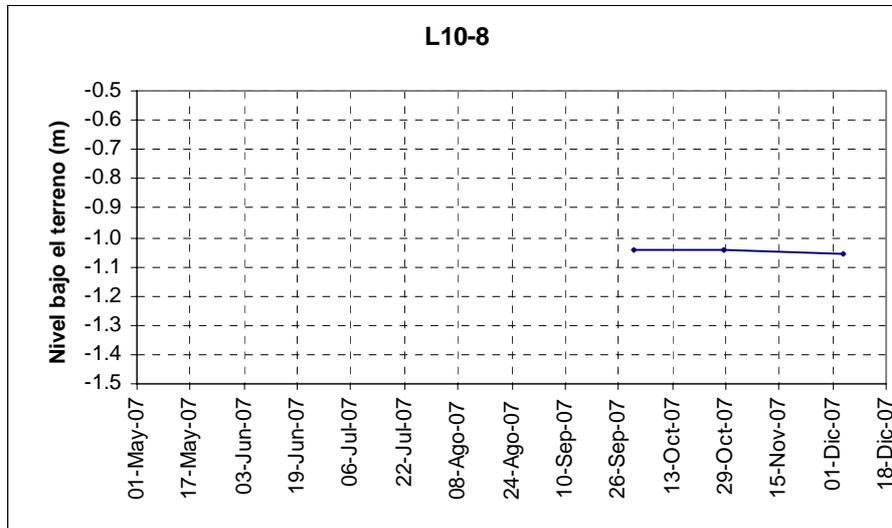


Figura 3-173. Nivel bajo el terreno, pozo L10-8.

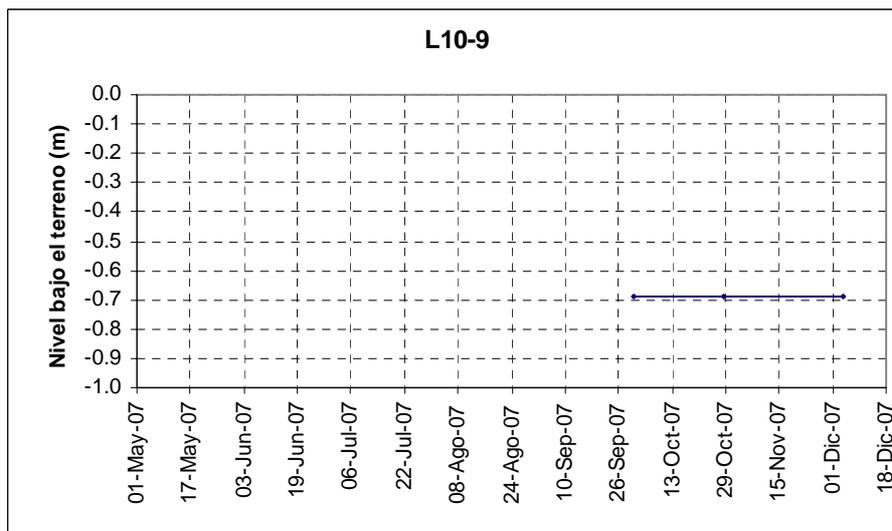


Figura 3-174. Nivel bajo el terreno, pozo L10-9.

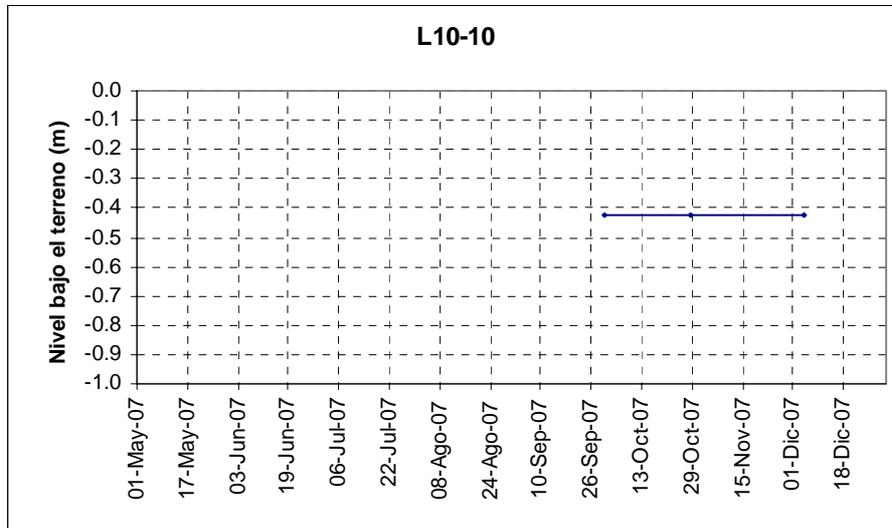


Figura 3-175. Nivel bajo el terreno, pozo L10-10.

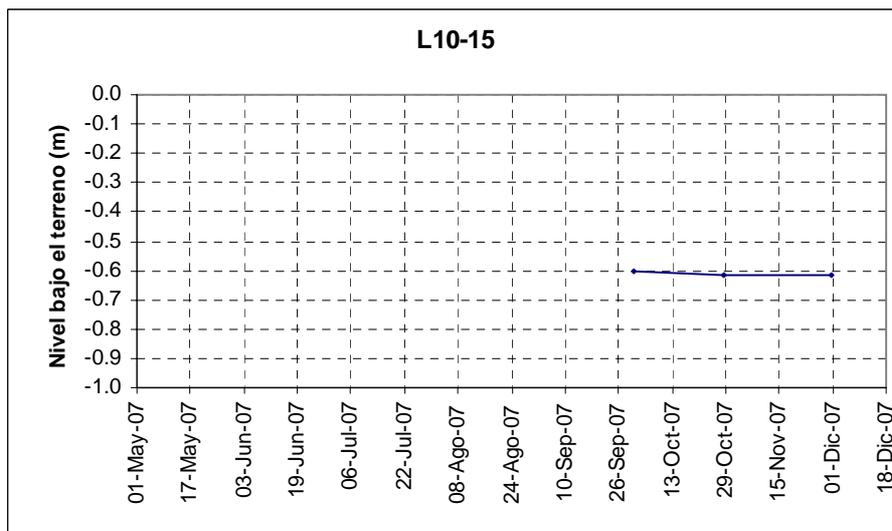


Figura 3-176. Nivel bajo el terreno, pozo L10-15.

3.3.1.2 Pozos de salmuera

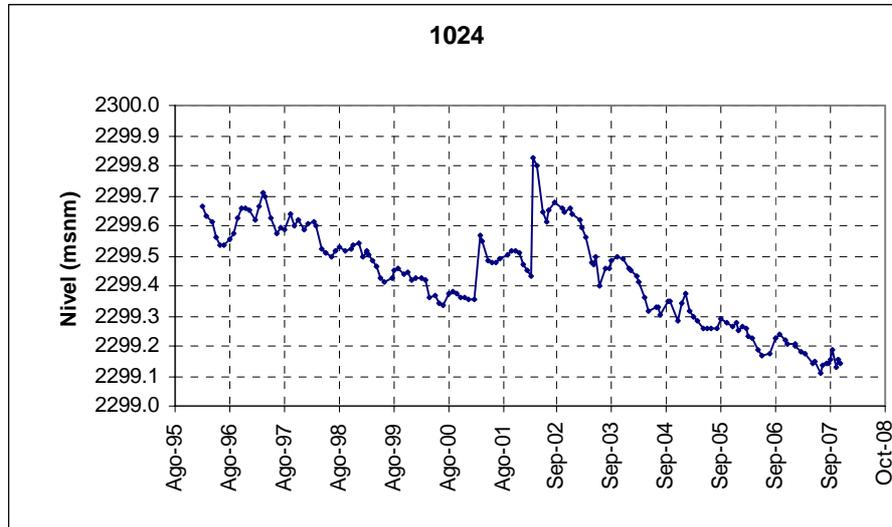


Figura 3-177. Nivel mensual observado en el pozo 1024.

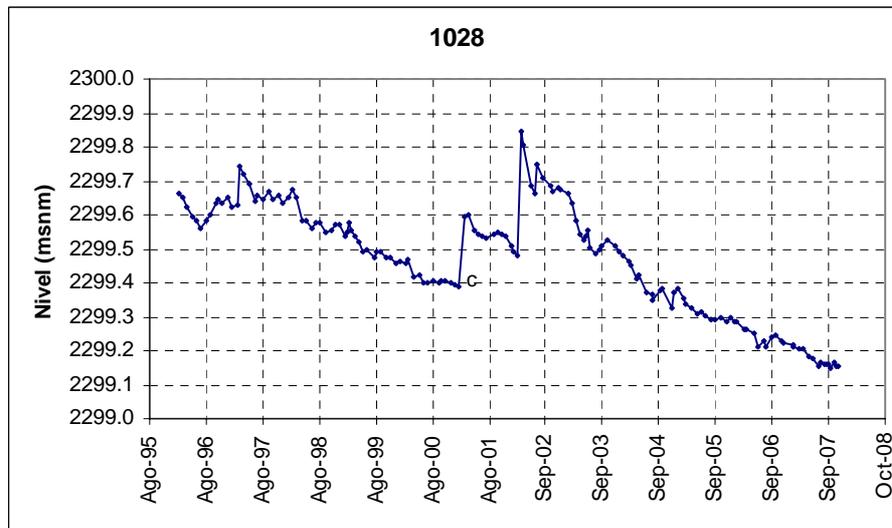


Figura 3-178. Nivel mensual observado en el pozo 1028.

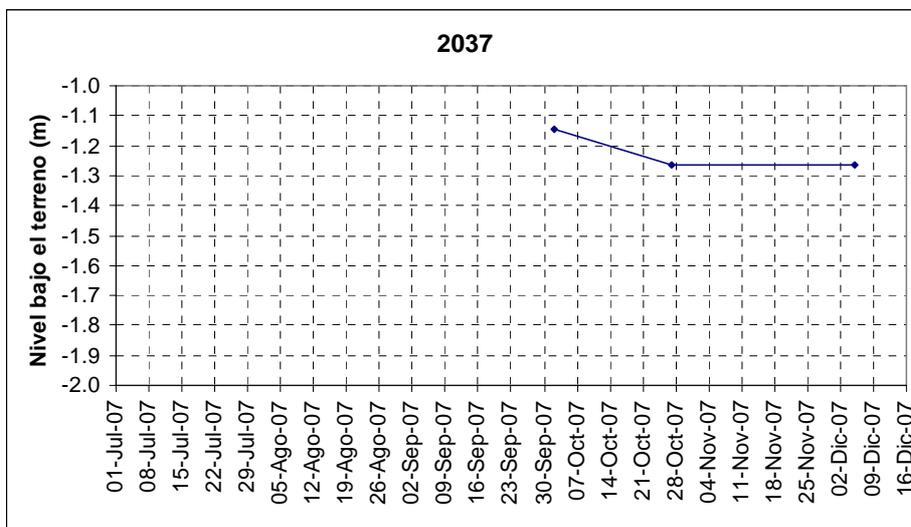


Figura 3-179. Nivel bajo el terreno, pozo 2037.

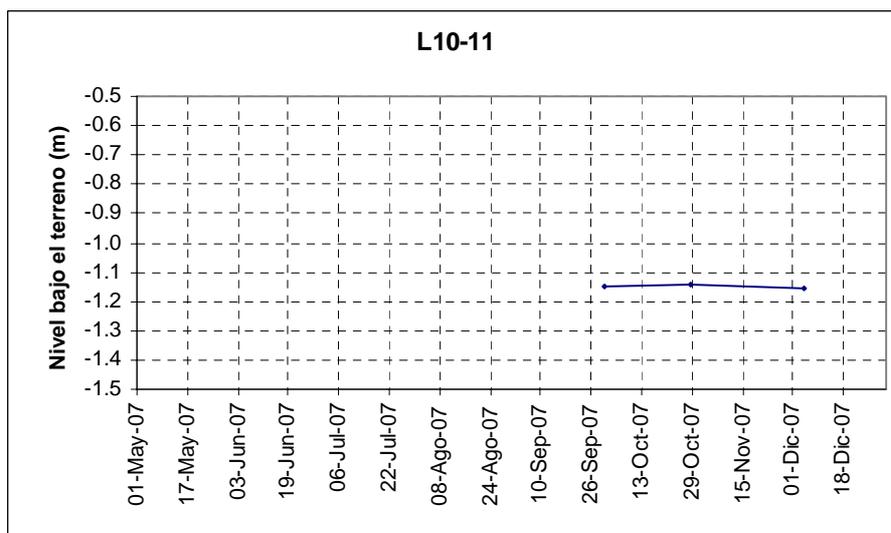


Figura 3-180. Nivel bajo el terreno, pozo L10-11.

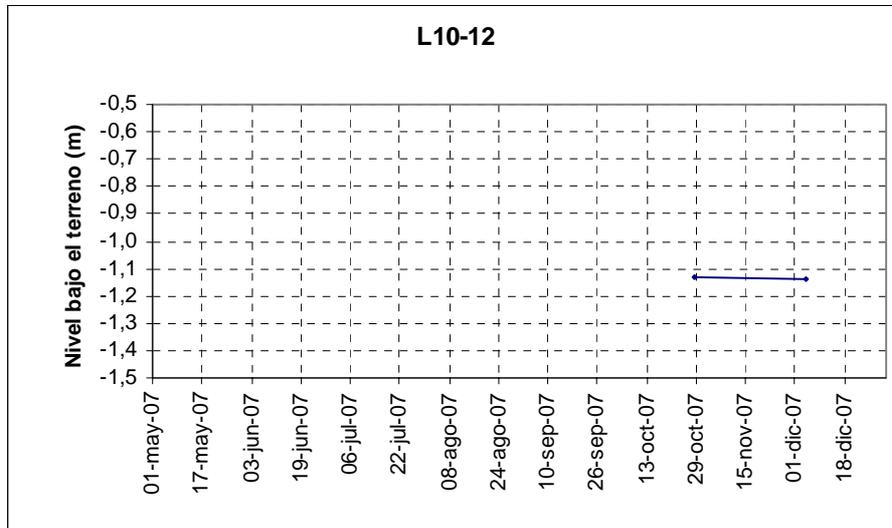


Figura 3-181. Nivel bajo el terreno, pozo L10-12.

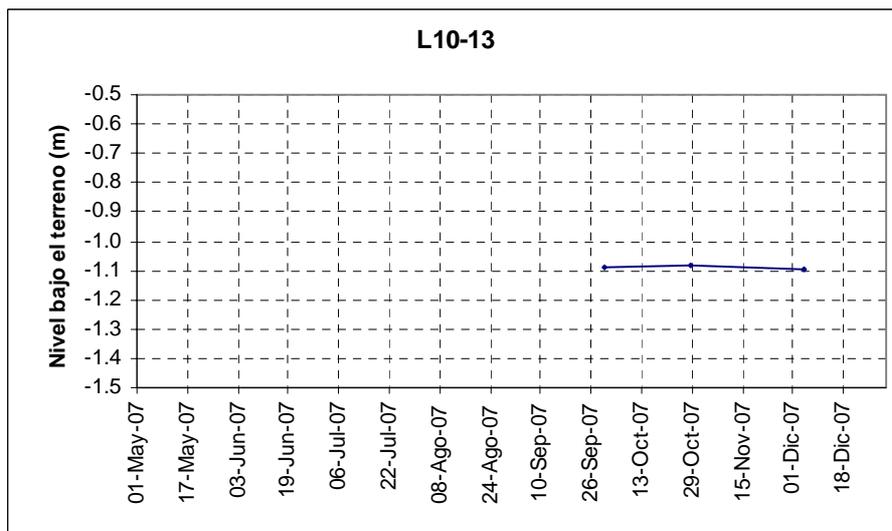


Figura 3-182. Nivel bajo el terreno, pozo L10-13.

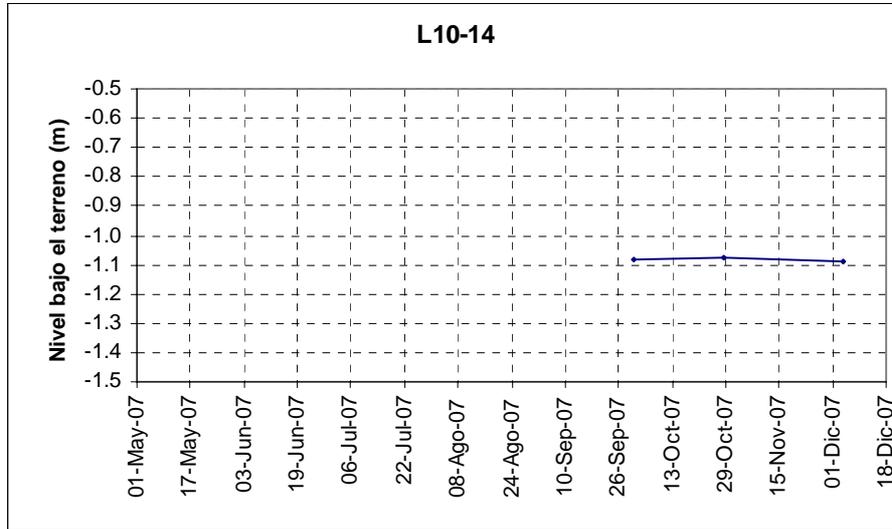


Figura 3-183. Nivel bajo el terreno, pozo L10-14.

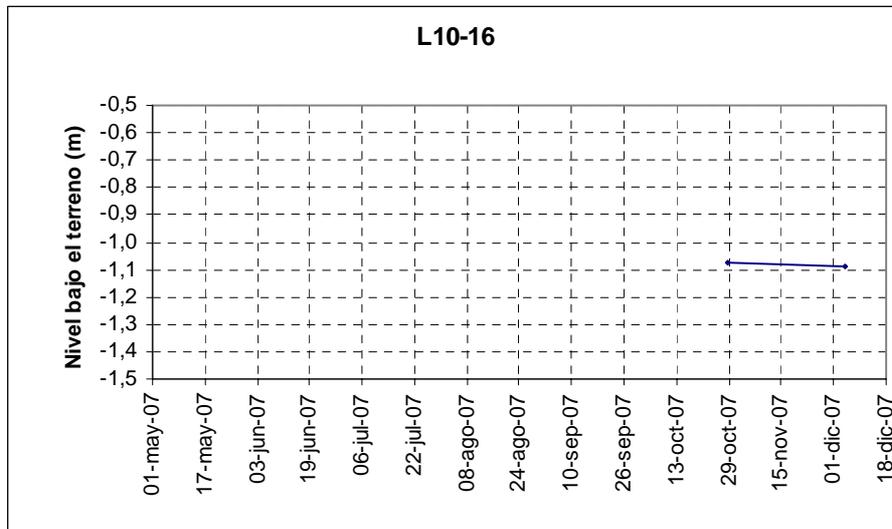


Figura 3-184. Nivel bajo el terreno, pozo L10-16.

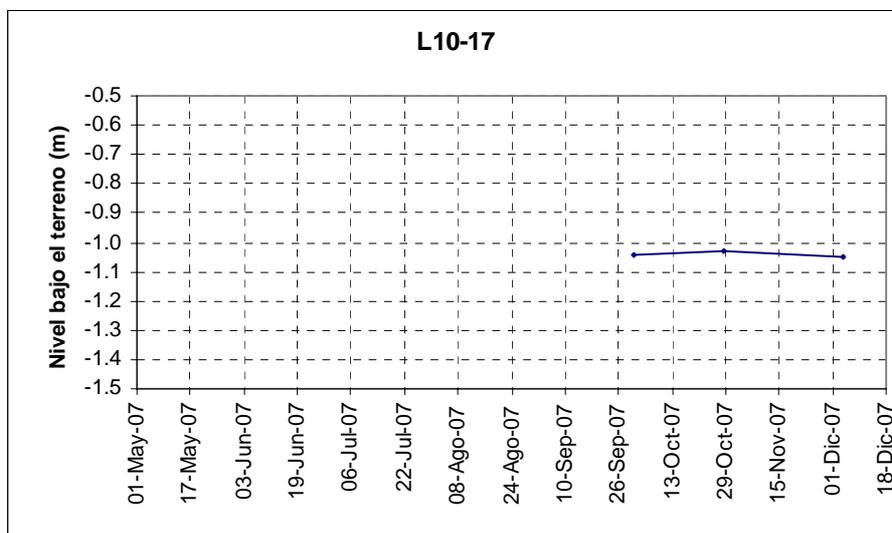


Figura 3-185. Nivel bajo el terreno, pozo L10-17.

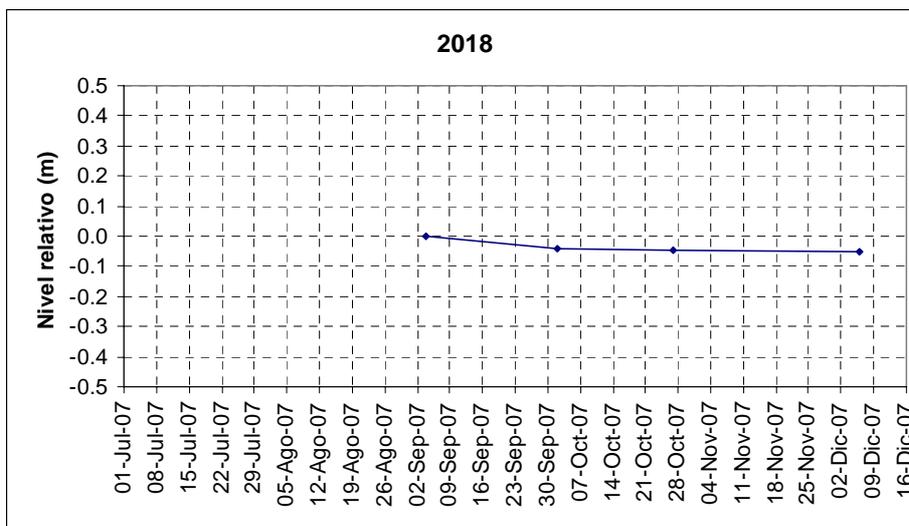


Figura 3-186. Nivel relativo con respecto a la primera medición, pozo 2018.

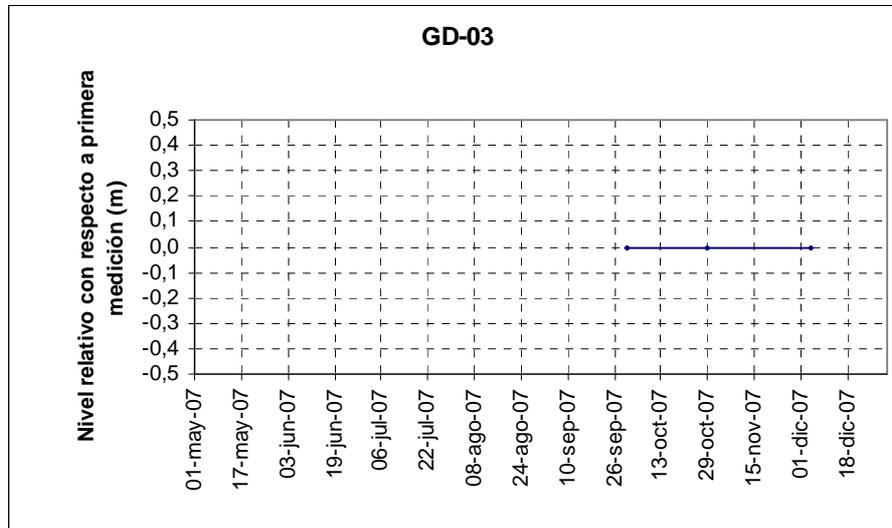


Figura 3-187. Nivel relativo con respecto a la primera medición, pozo GD-03.

### 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).

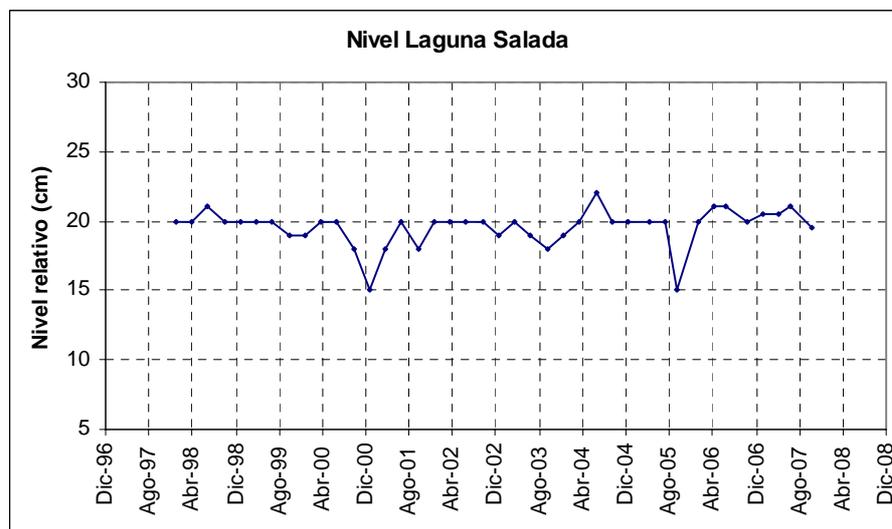


Figura 3-188. Nivel trimestral observado en limnómetro ubicado en la laguna Salada.

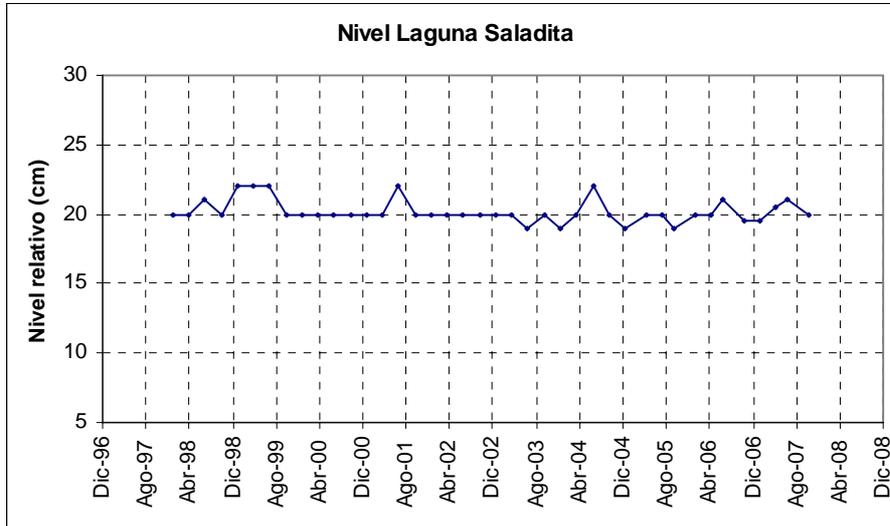


Figura 3-189. Nivel trimestral observado en limnómetro ubicado en la laguna Saladita.

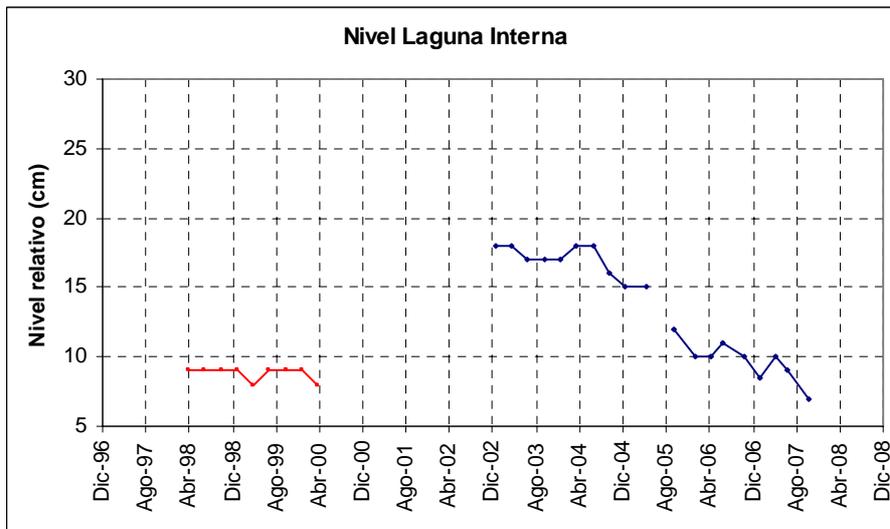


Figura 3-190. Nivel trimestral observado en limnómetro ubicado en la laguna Interna. (rojo: antes de embancamiento, azul: después de embancamiento).

### 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       | ( $\mu$ s/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 ( $\mu$ s/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.

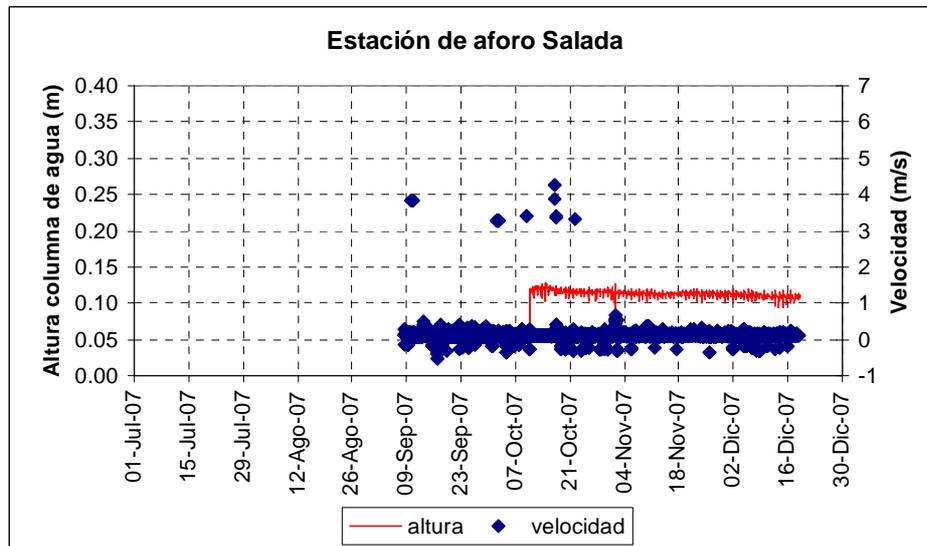


Figura 3-191. Altura y velocidad, estación de aforo Salada.

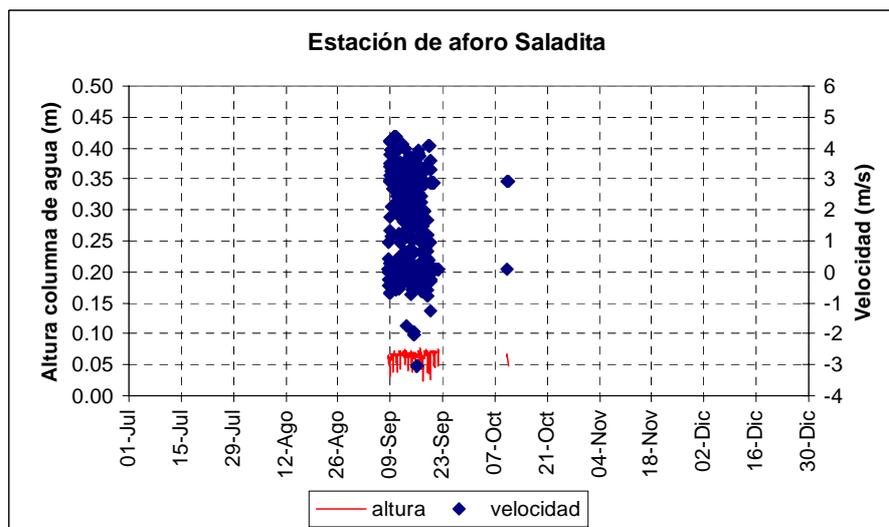


Figura 3-192. Altura y velocidad, estación de aforo Saladita.

### 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.

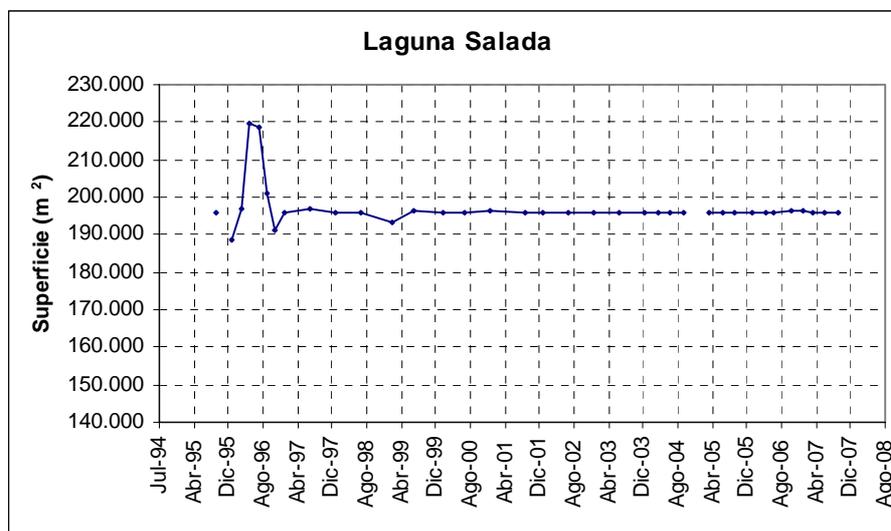


Figura 3-193. Superficie trimestral de la laguna Salada.

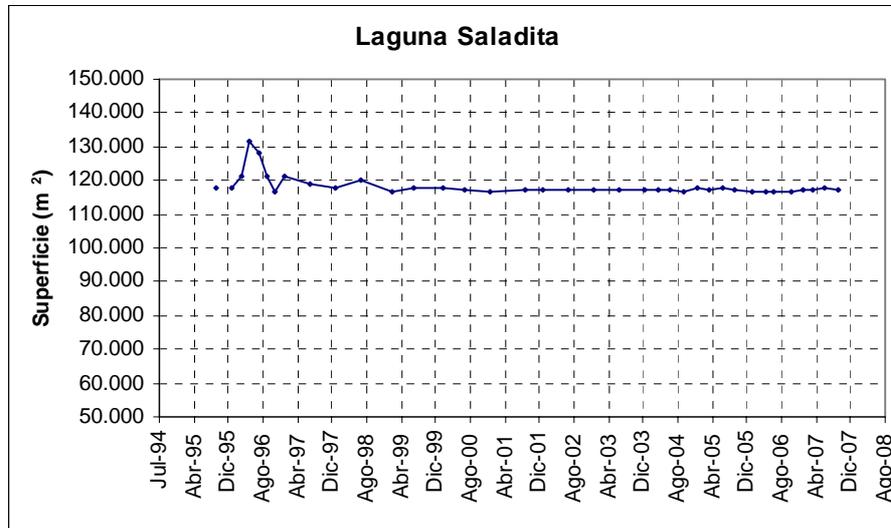


Figura 3-194. Superficie trimestral de la laguna Saladita.

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

| Laguna   | Superficie lacustre medida mediante levantamiento topográfico (m <sup>2</sup> ) | Superficie lacustre medida con imagen satelital (m <sup>2</sup> ) |
|----------|---|---|
| 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.

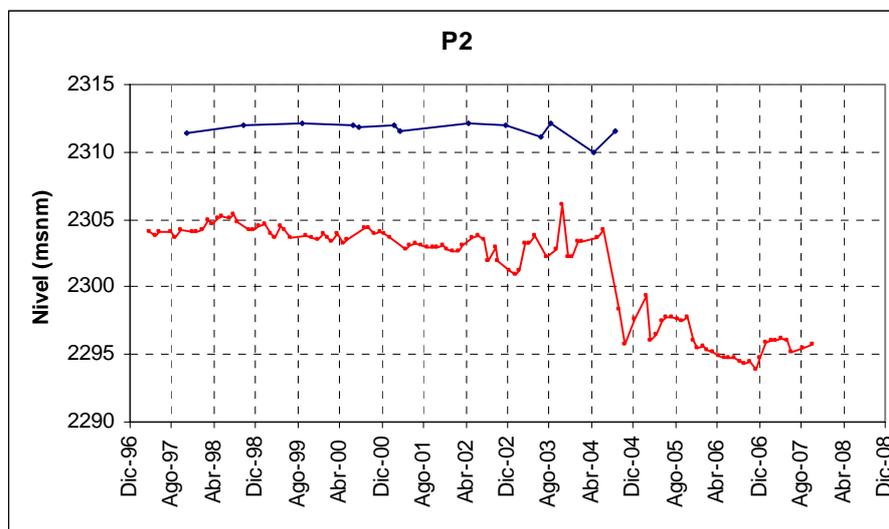


Figura 3-195. Nivel mensual estático (línea azul) y dinámico (línea roja) observado en el pozo de bombeo P2.

### 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.

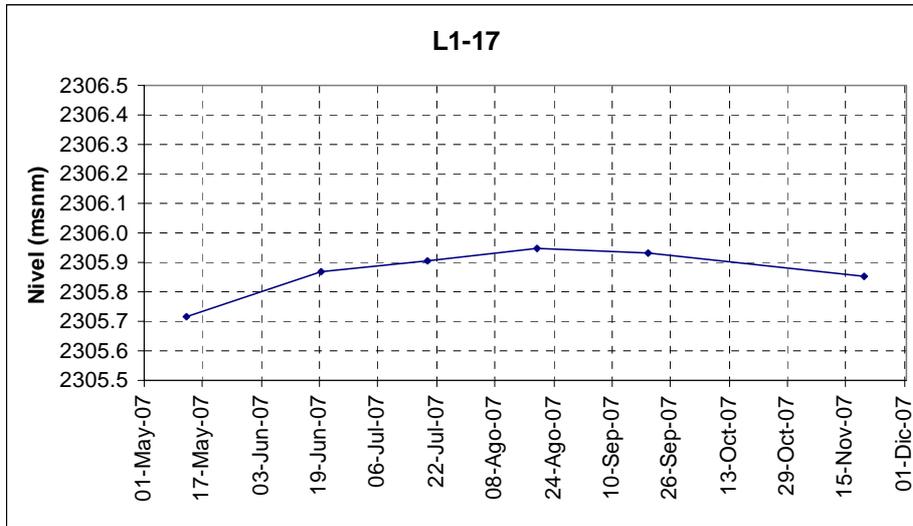


Figura 3-196. Nivel mensual observado en el pozo L1-17.

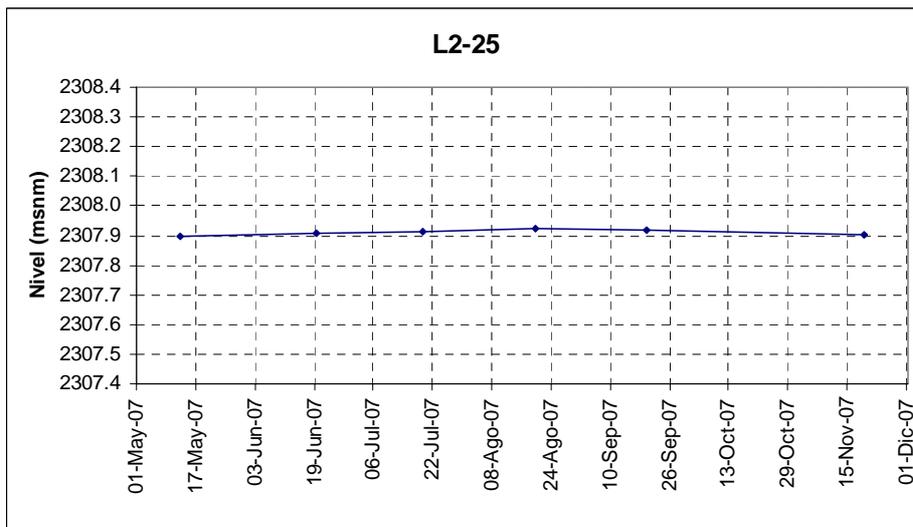


Figura 3-197. Nivel mensual observado en el pozo L2-25.

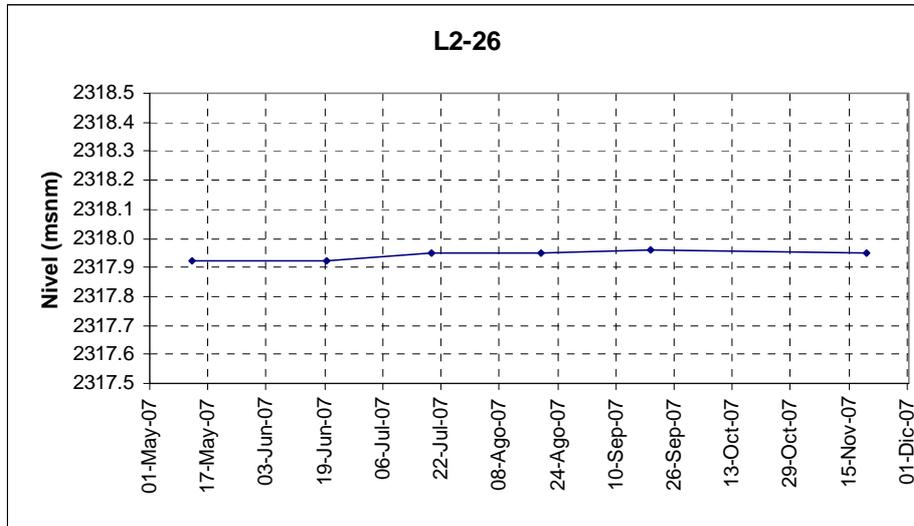


Figura 3-198. Nivel mensual observado en el pozo L2-26.

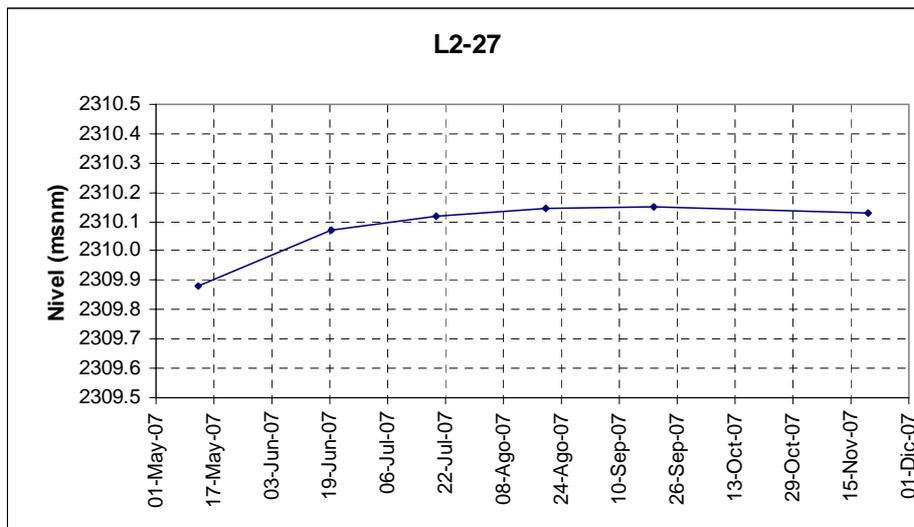


Figura 3-199. Nivel mensual observado en el pozo L2-27.

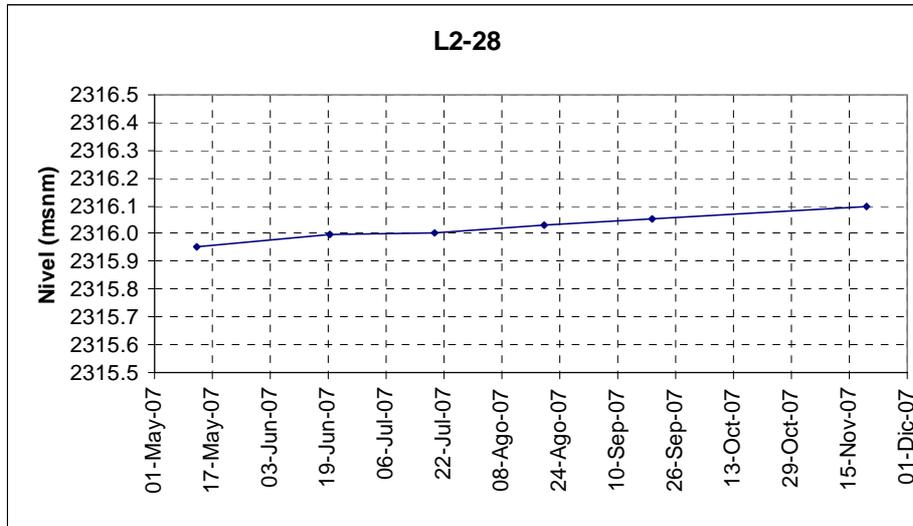


Figura 3-200. Nivel mensual observado en el pozo L2-28.

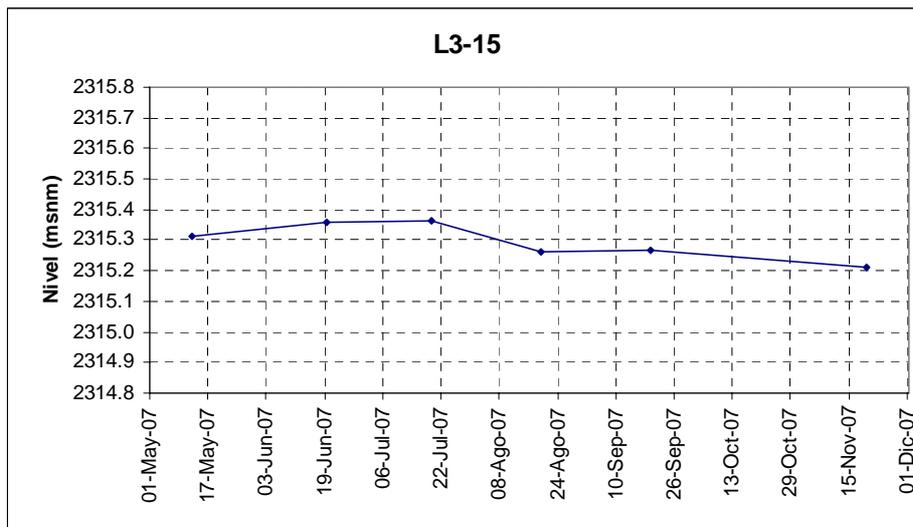


Figura 3-201. Nivel mensual observado en el pozo L3-15.

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

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

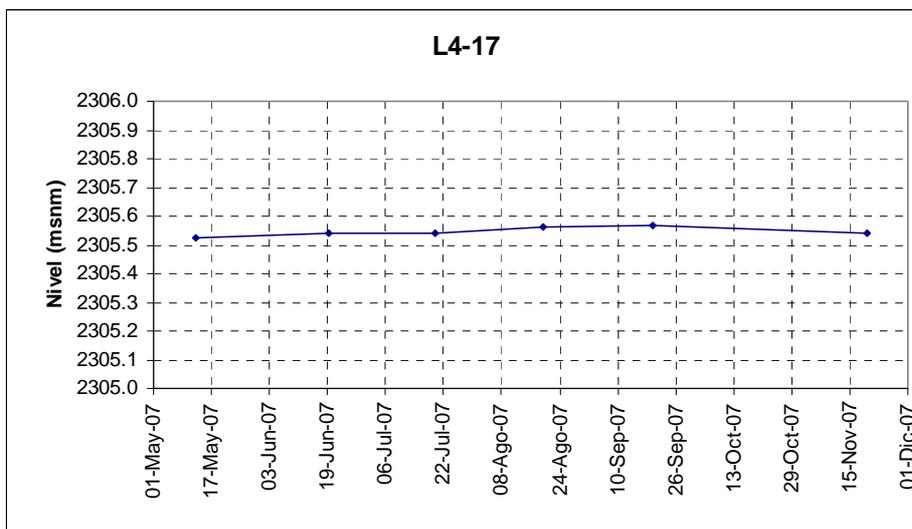


Figura 3-202. Nivel bajo el terreno, pozo L4-17.

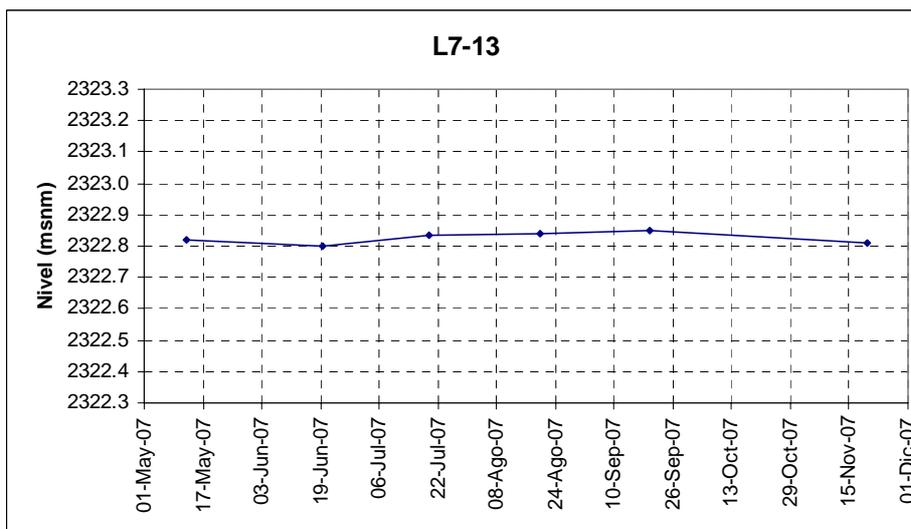


Figura 3-203. Nivel mensual observado en el pozo L7-13.

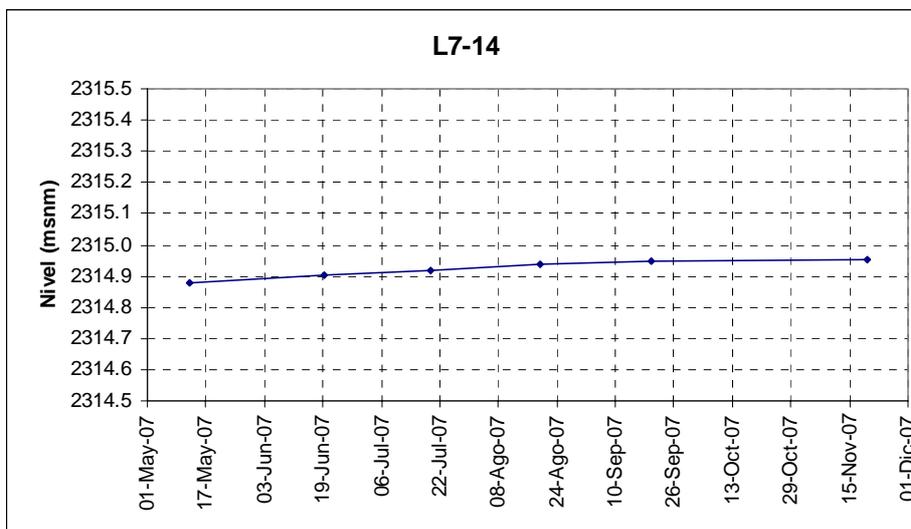


Figura 3-204. Nivel mensual observado en el pozo L7-14.

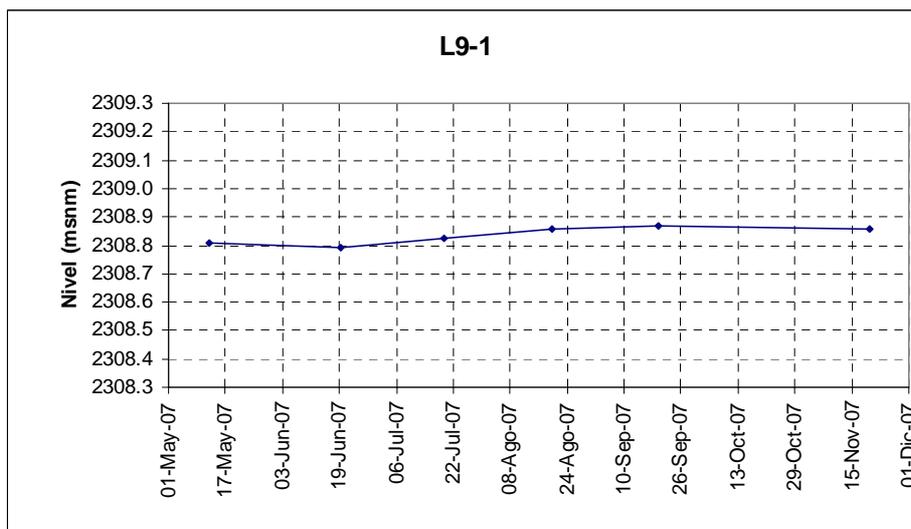


Figura 3-205. Nivel mensual observado en el pozo L9-1.

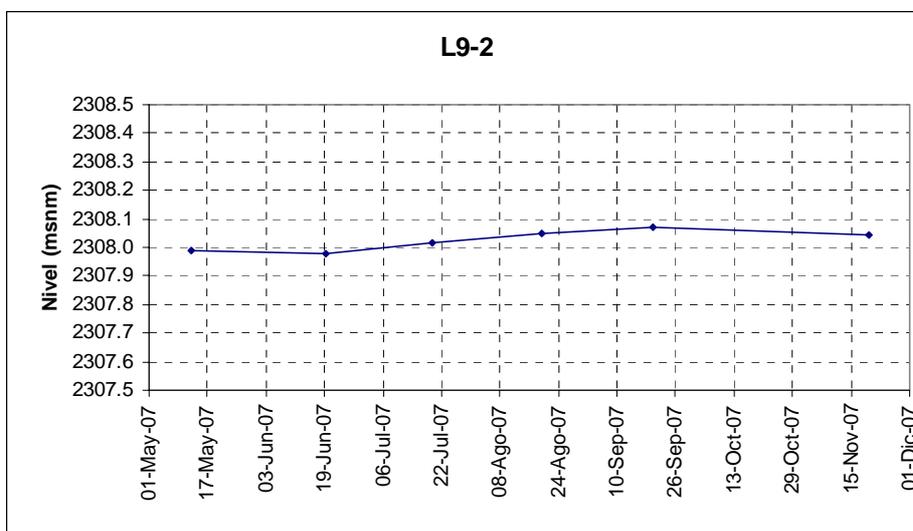


Figura 3-206. Nivel mensual observado en el pozo L9-2.

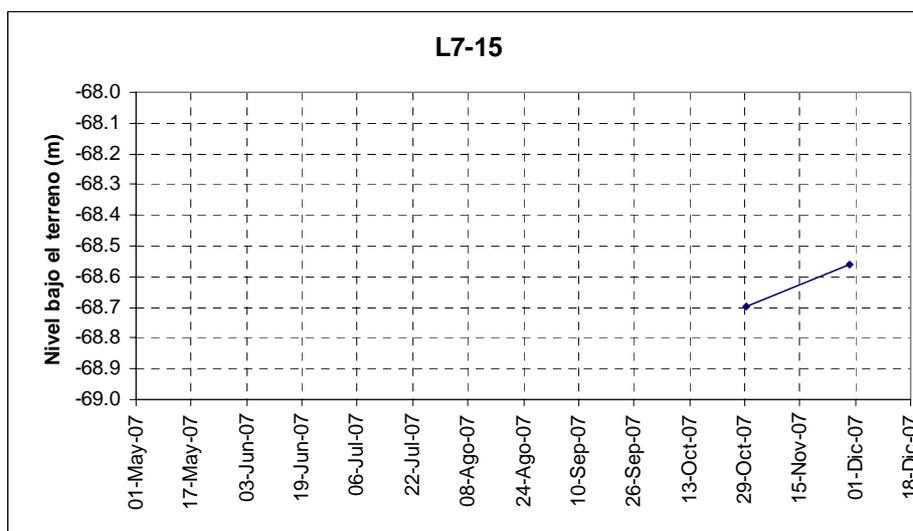


Figura 3-207. Nivel bajo el terreno, pozo L7-15.

### 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.

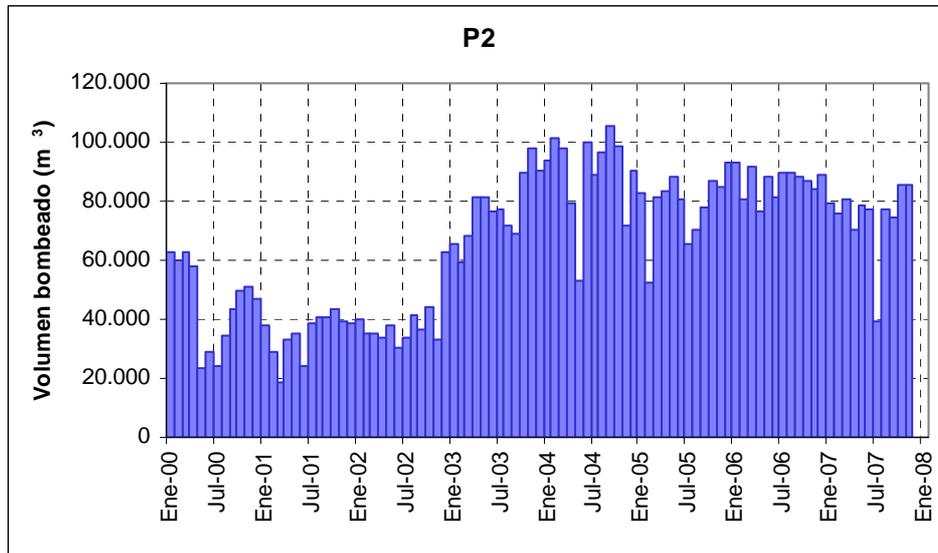


Figura 3-208. Volumen mensual bombeado desde el pozo P2.

### 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.

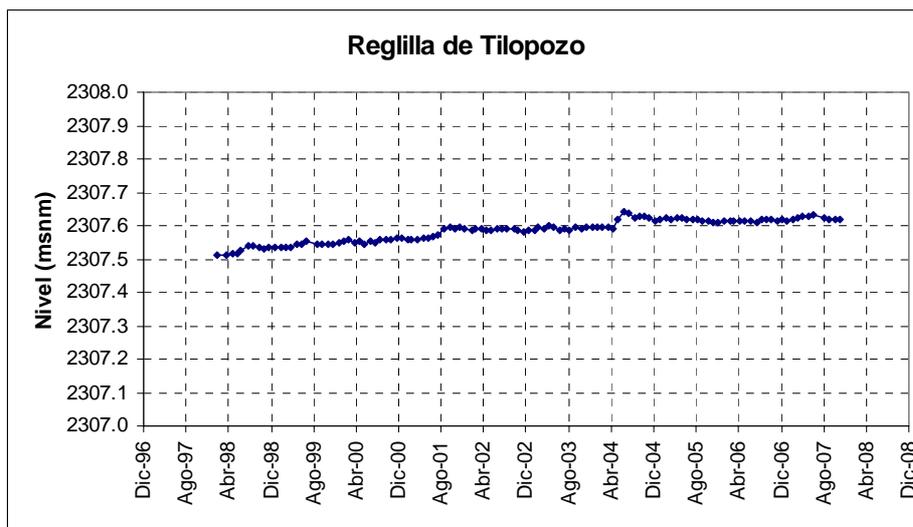


Figura 3-209. Nivel mensual observado en la reglilla de Tilopozo.

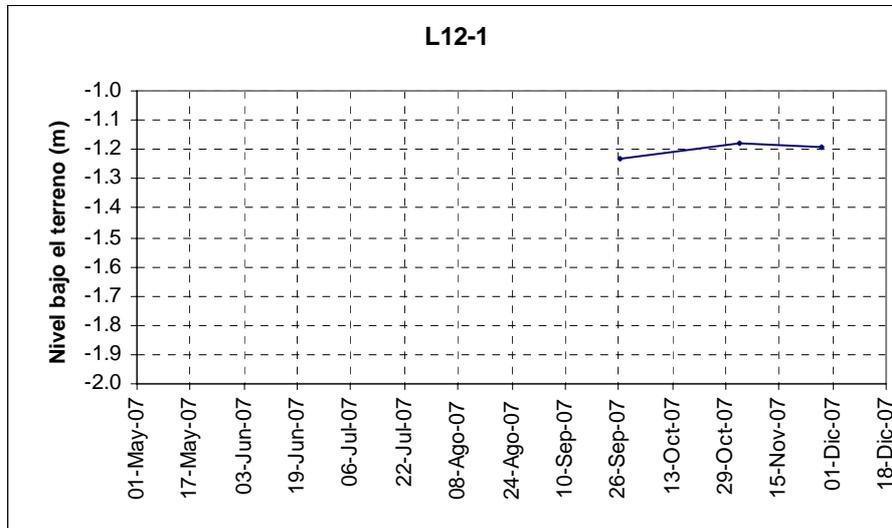


Figura 3-210. Nivel bajo el terreno, pozo L12-1

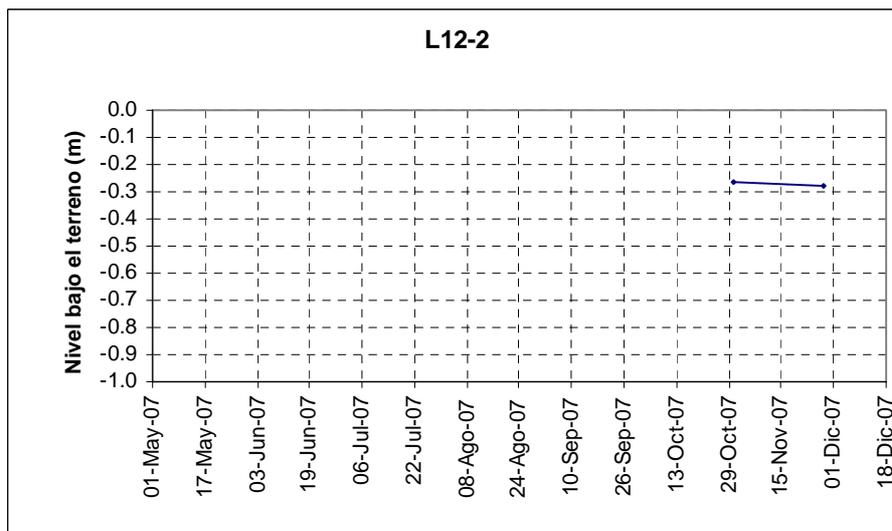


Figura 3-211. Nivel bajo el terreno, pozo L12-2

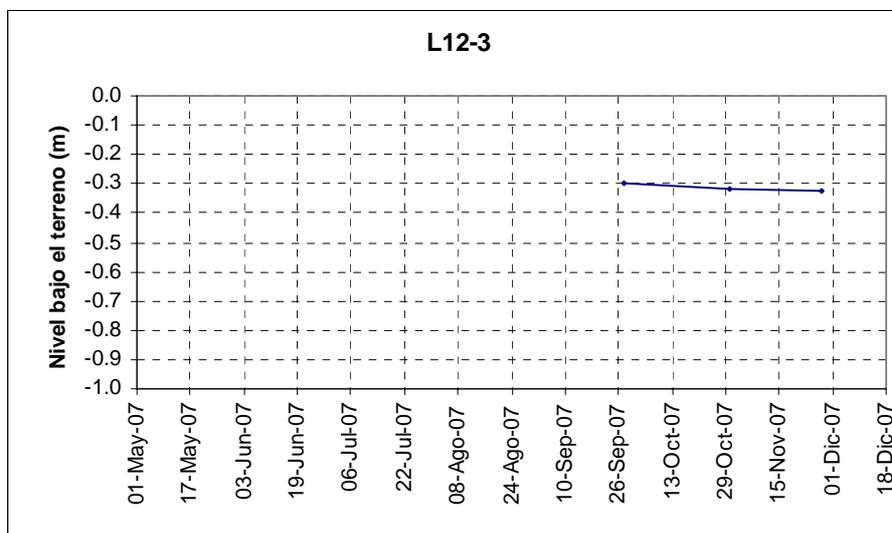


Figura 3-212. Nivel bajo el terreno, pozo L12-3

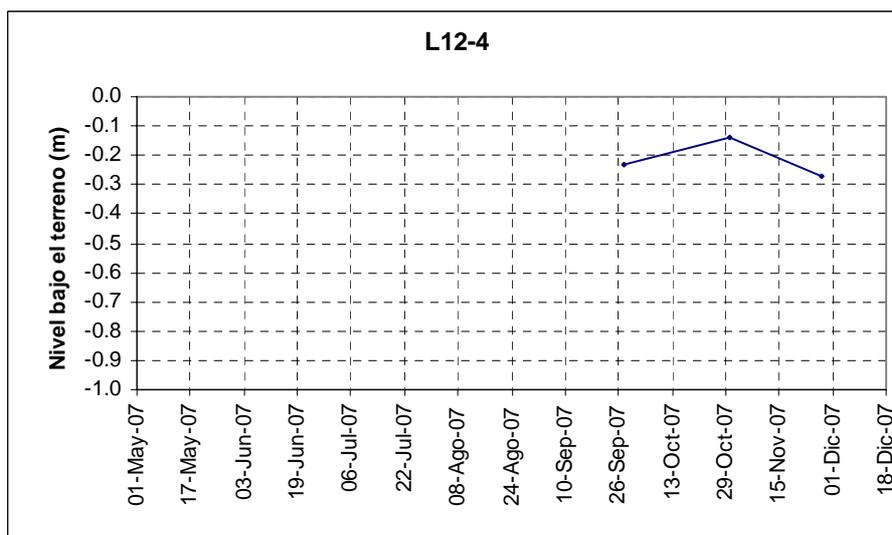


Figura 3-213. Nivel bajo el terreno, pozo L12-4.

### 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.

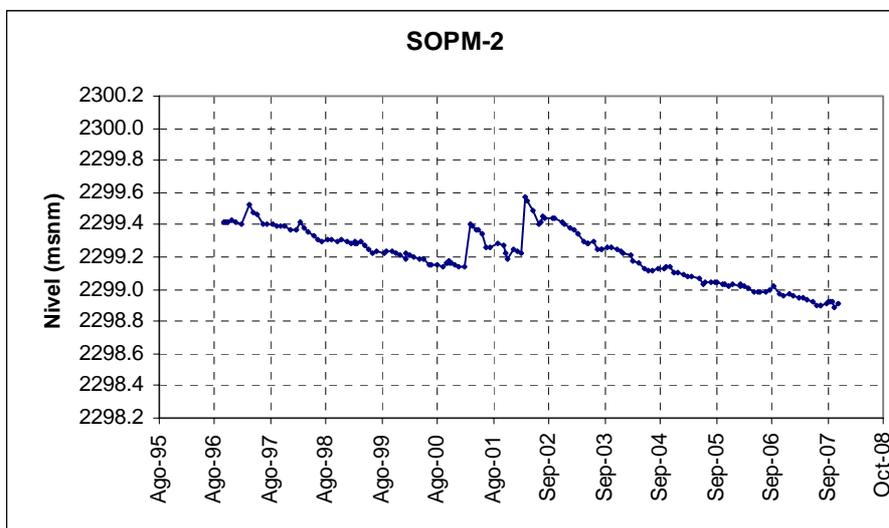


Figura 3-214. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-2.

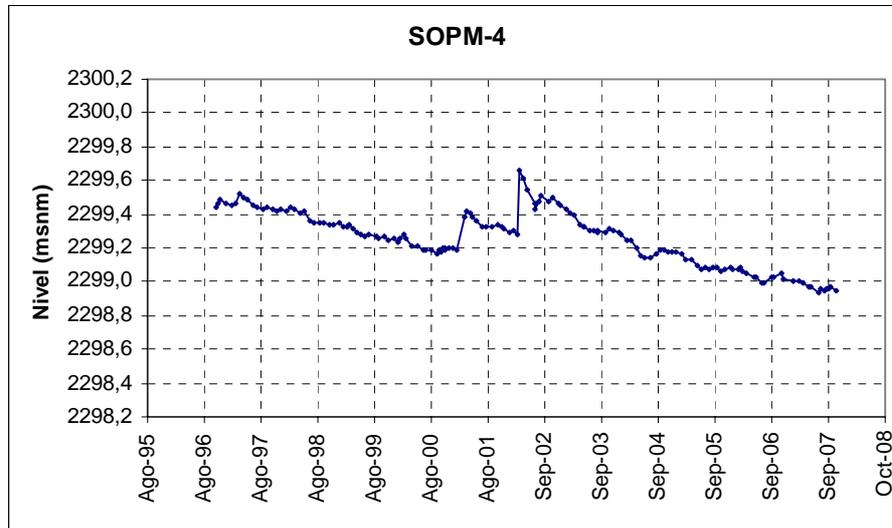


Figura 3-215. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-4.

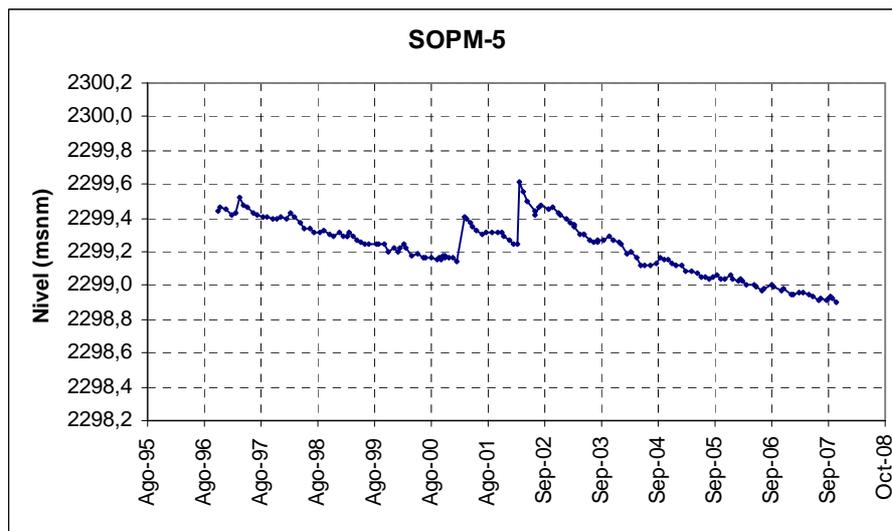


Figura 3-216. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-5.

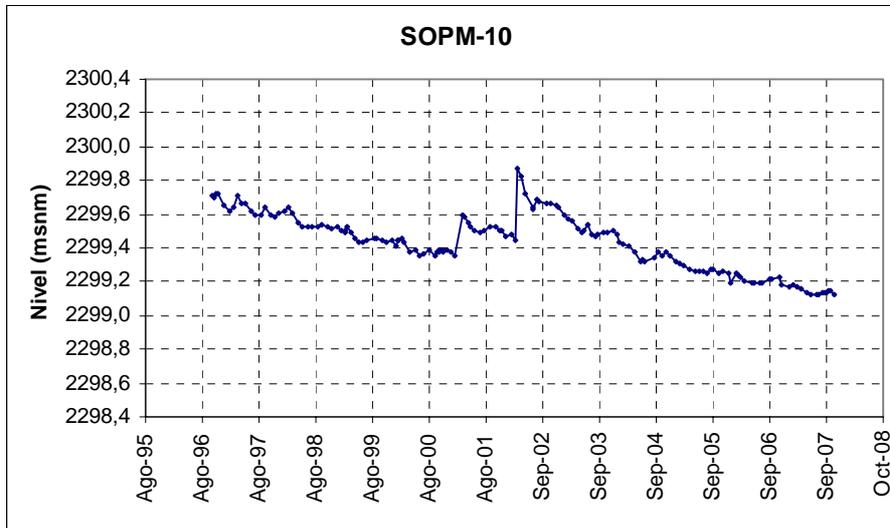


Figura 3-217. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-10.

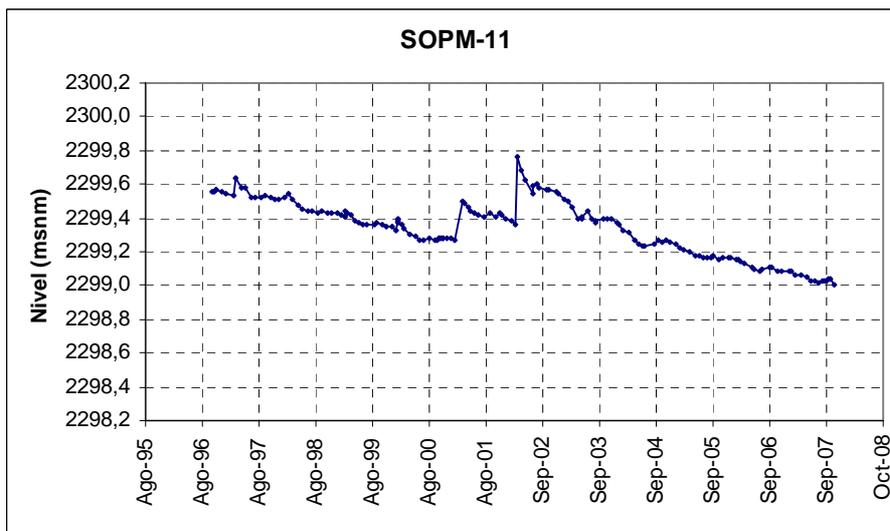


Figura 3-218. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-11.

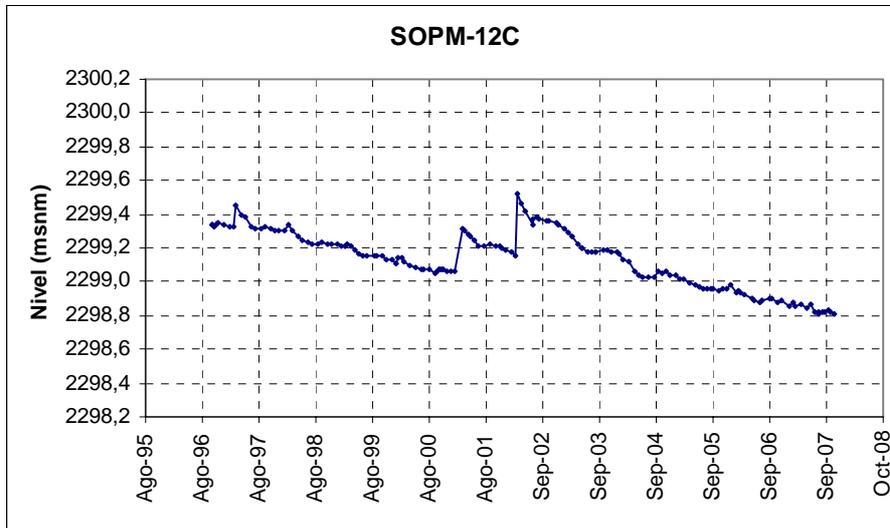


Figura 3-219. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-12C.

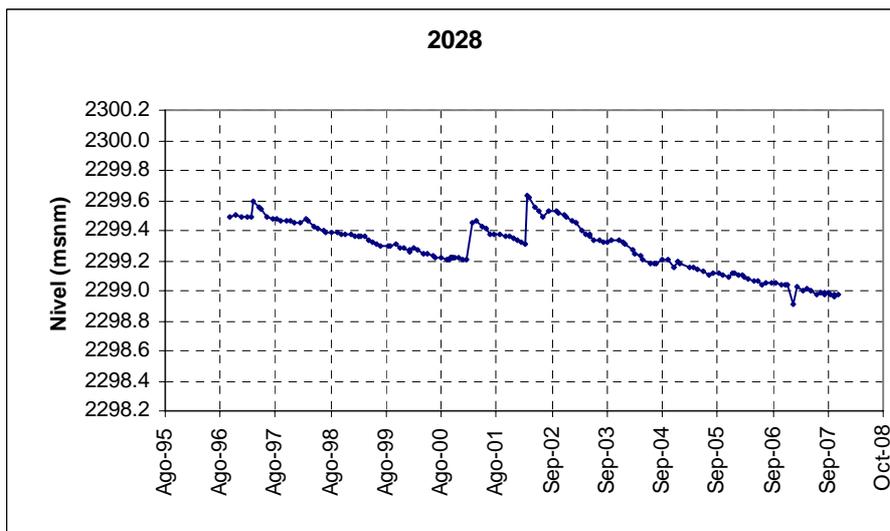


Figura 3-220. Nivel mensual observado en el pozo 2028.

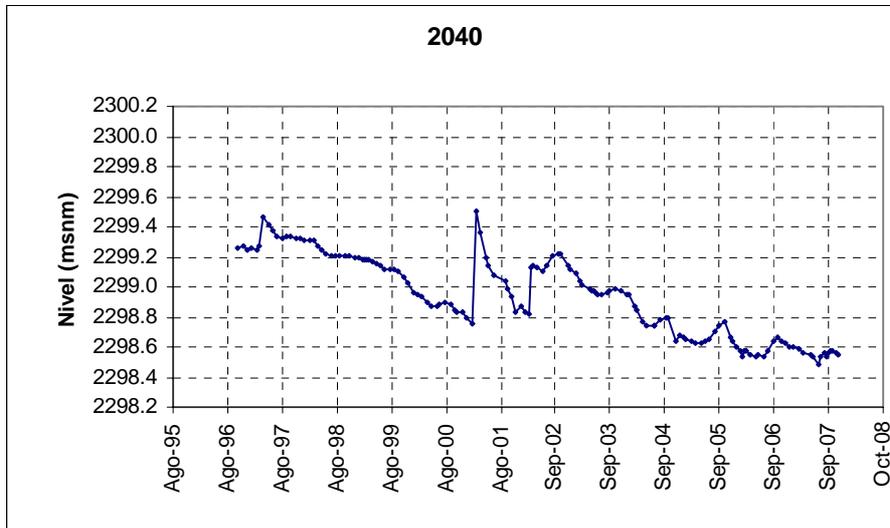


Figura 3-221. Nivel mensual observado en el pozo 2040.

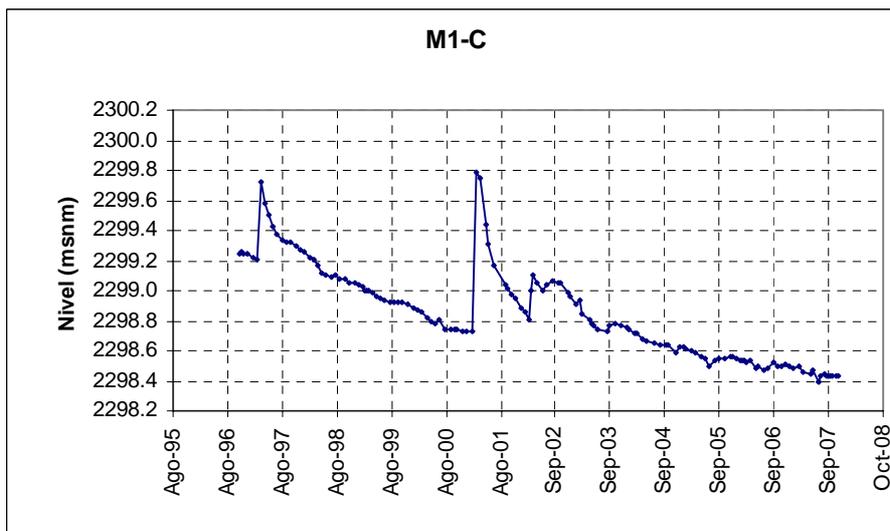


Figura 3-222. Nivel mensual observado en el pozo M1-C.

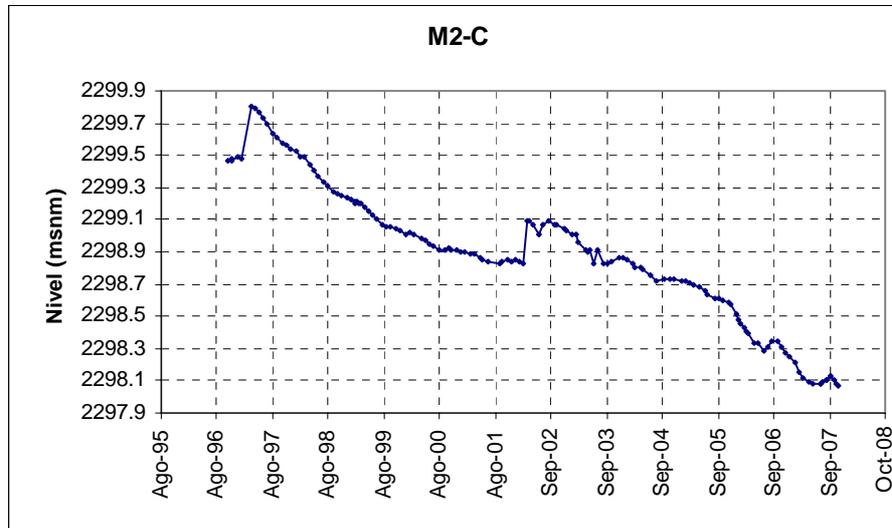


Figura 3-223. Nivel mensual observado en el pozo M2-C.

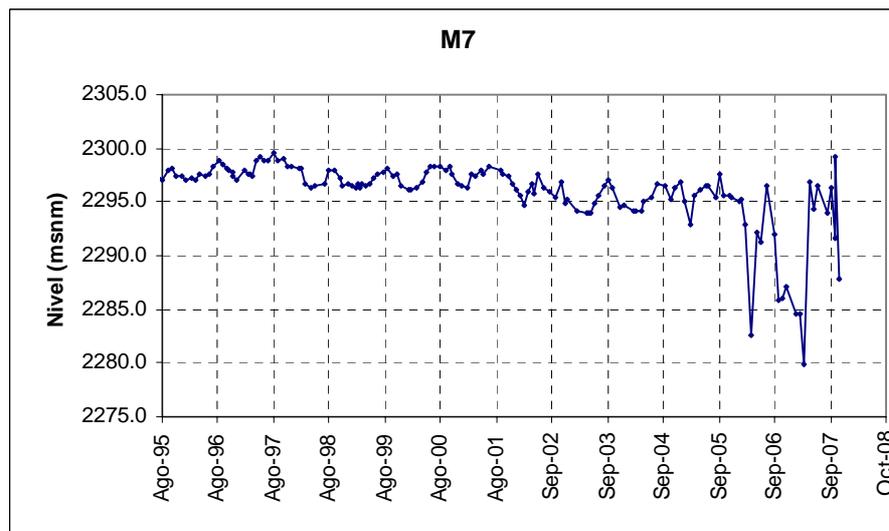


Figura 3-224. Nivel mensual observado en el pozo M7.

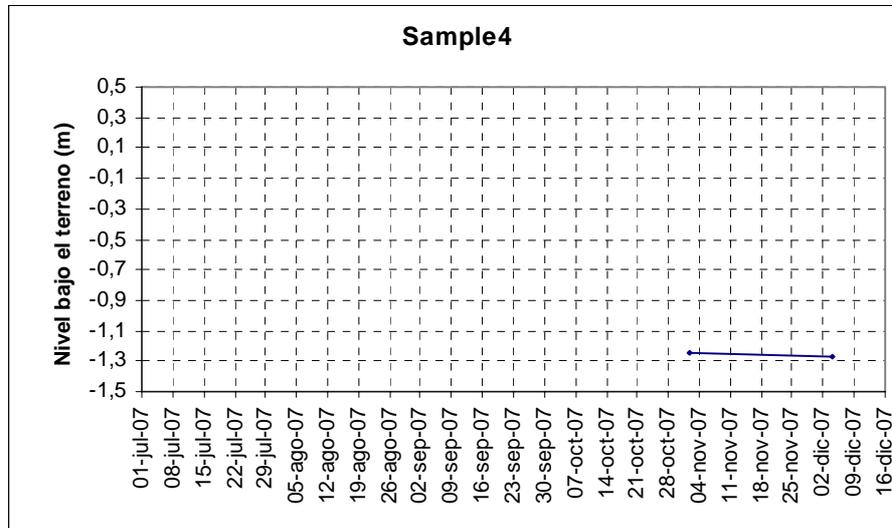


Figura 3-225. Nivel bajo el terreno, pozo Sample4.

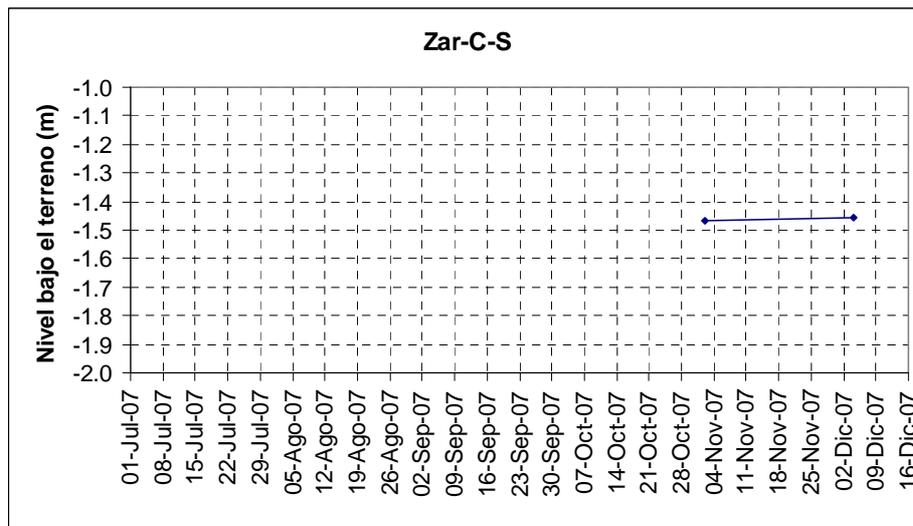


Figura 3-226. Nivel bajo el terreno, pozo Zar-C-S.

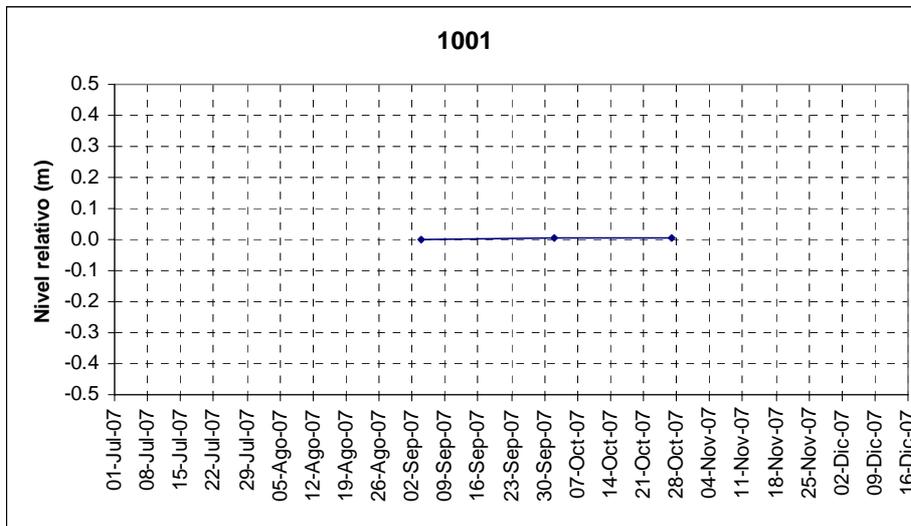


Figura 3-227. Nivel relativo con respecto a la primera medición, pozo 1001.

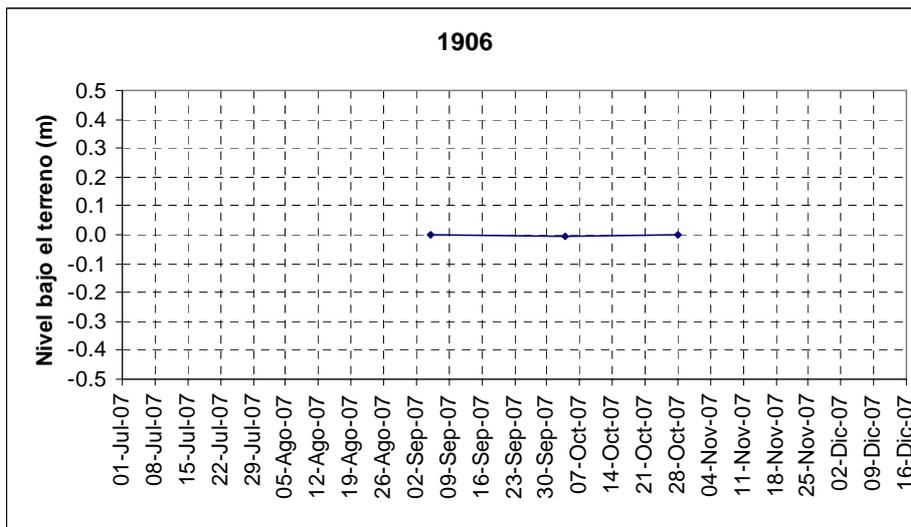


Figura 3-228. Nivel relativo con respecto a la primera medición, pozo 1906.

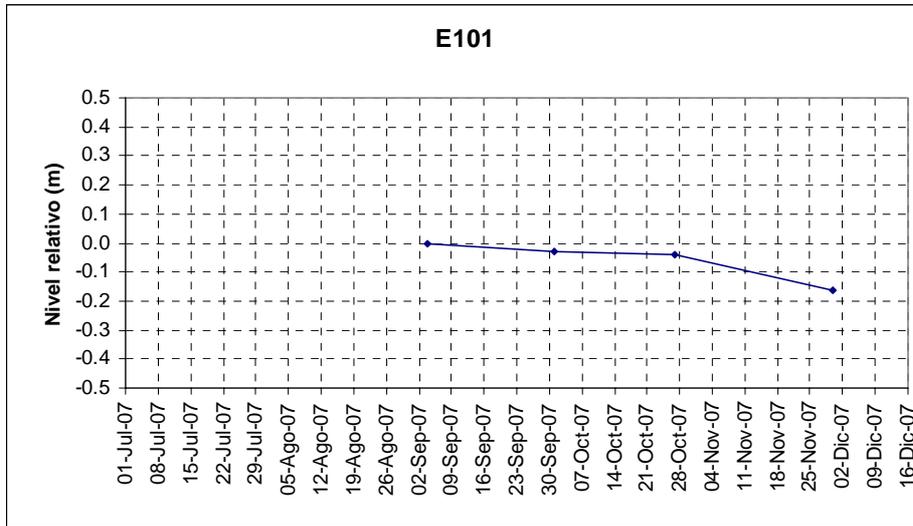


Figura 3-229. Nivel relativo con respecto a la primera medición, pozo E101.

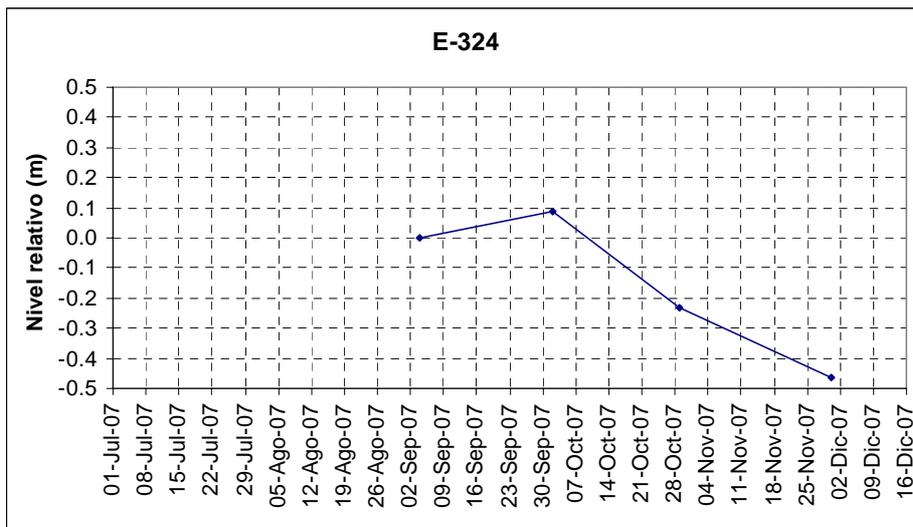


Figura 3-230. Nivel relativo con respecto a la primera medición, pozo E-324.

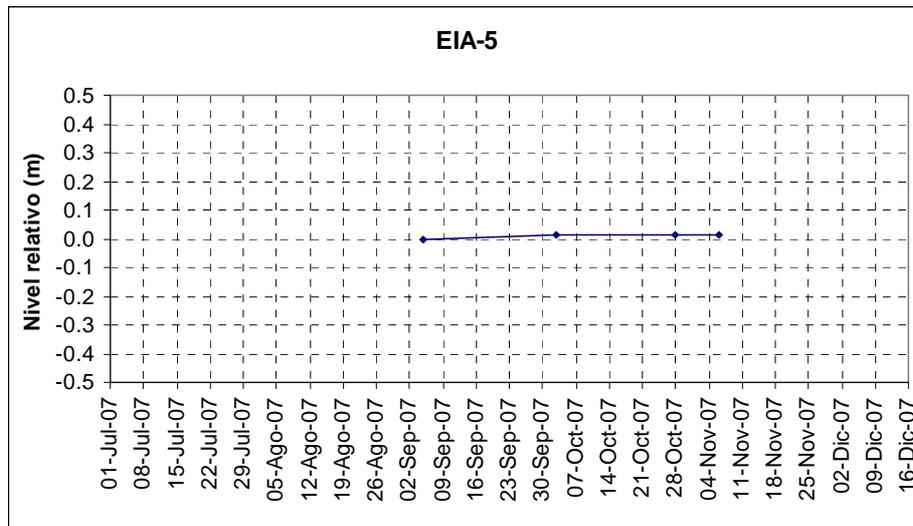


Figura 3-231. Nivel relativo con respecto a la primera medición, pozo EIA-5.

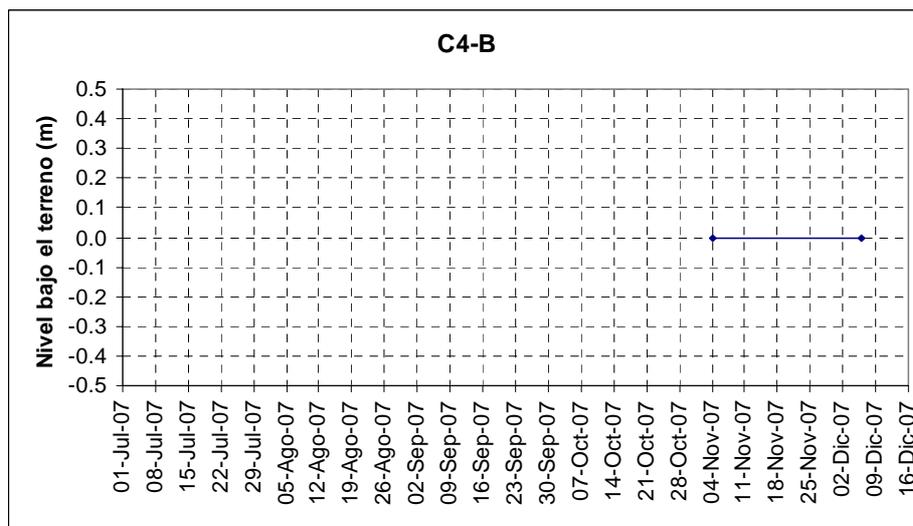


Figura 3-232. Nivel bajo el terreno, pozo C4-B.

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.

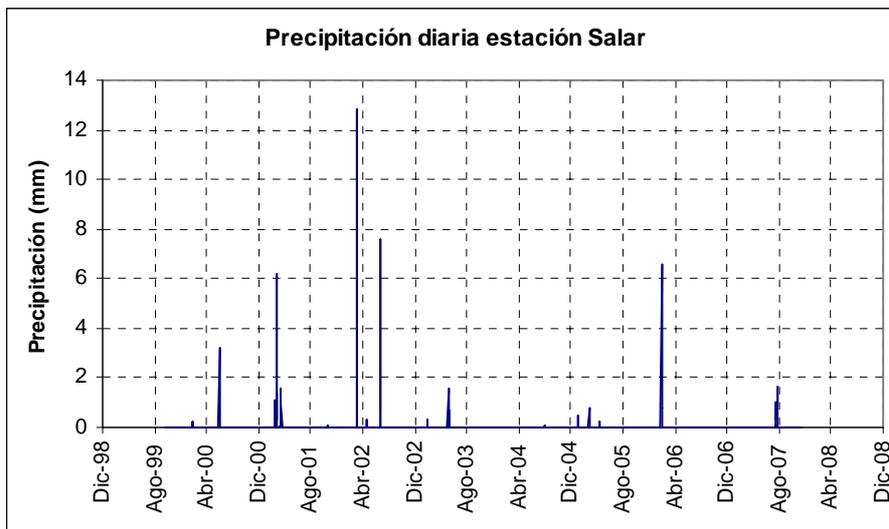


Figura 3-233. Precipitación diaria registrada en la estación Salar.

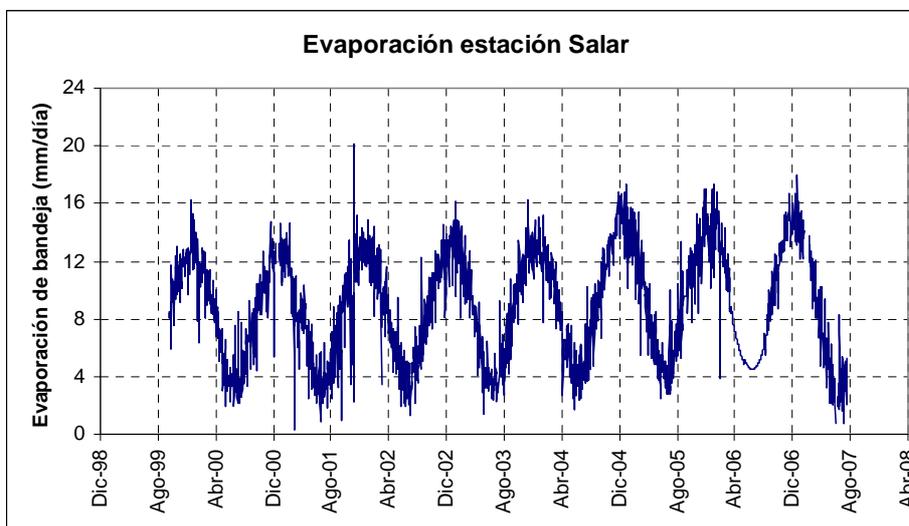


Figura 3-234. Evaporación diaria registrada en la estación Salar.

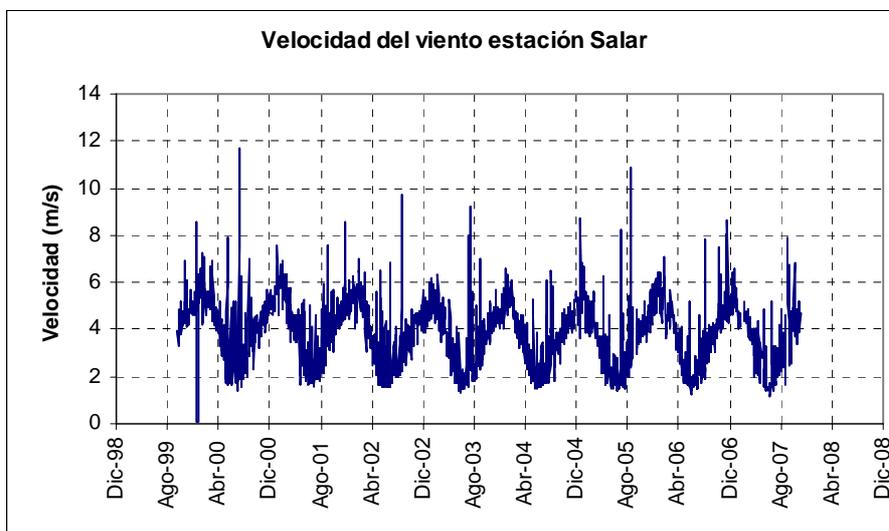


Figura 3-235. Velocidad del viento diaria registrada en la estación Salar.

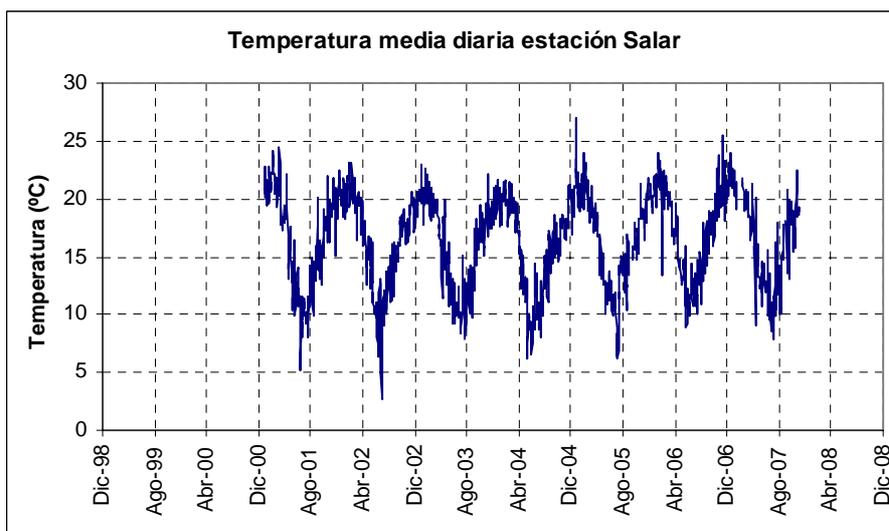


Figura 3-236. Temperatura media diaria registrada en la estación Salar.

### 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<br>Pozas | Extracción<br>Planta<br>KCl | Extracción<br>Planta de<br>Carnalita | Reinyección<br>desde Pozas<br>(infiltración<br>directa<br>Bitterns) | Reinyección<br>por<br>filtración en<br>pozas o<br>canaleta | Reinyección<br>Planta KCl<br>(indirecta en<br>torta de<br>sales) | Reinyección<br>Planta<br>Carnalita<br>(infiltración<br>directa<br>Bitterns) | Reinyección<br>Neta Planta<br>KCl | Extracción<br>Neta Total |           |
|------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------|---|--|--|---|-----------------------------------|--------------------------|-----------|
|      | m <sup>3</sup>      | m <sup>3</sup>              | m <sup>3</sup>                       | m <sup>3</sup>  | m <sup>3</sup>   | m <sup>3</sup>   | m <sup>3</sup>  | m <sup>3</sup>                    | m <sup>3</sup>           |           |
| 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 <sup>3</sup>   | m <sup>3</sup>  | m <sup>3</sup>                                       | m <sup>3</sup>                     | m <sup>3</sup>        |           |
| 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 <sup>3</sup>      | m <sup>3</sup>      | m <sup>3</sup>            |           |
| 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.

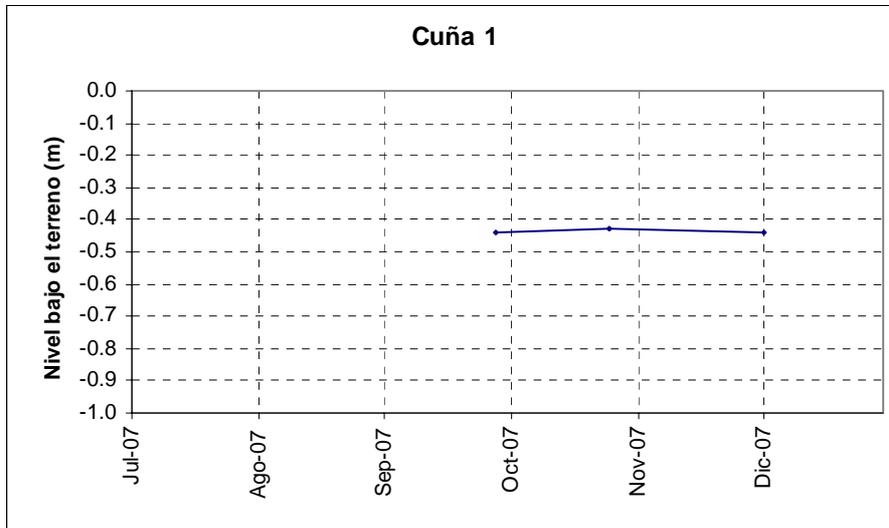


Figura 3-237. Nivel bajo el terreno, pozo Cuña 1.

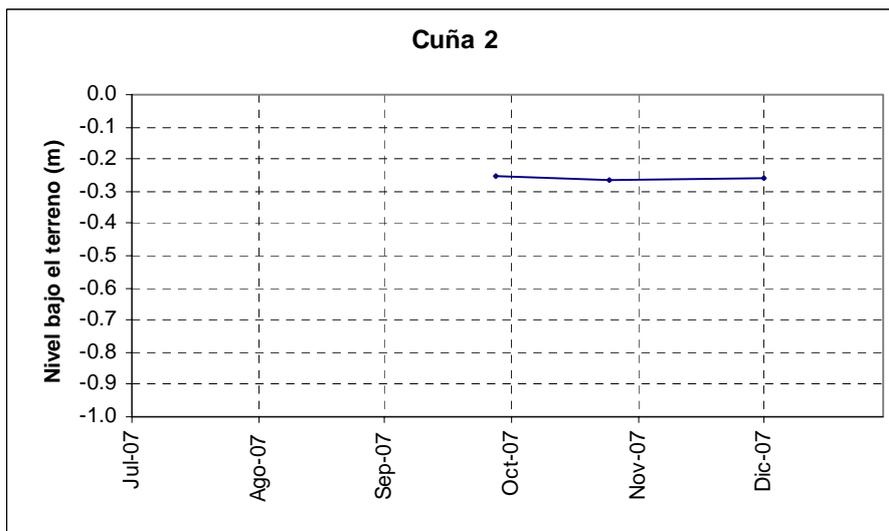


Figura 3-238. Nivel bajo el terreno, pozo Cuña 2.

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                       |

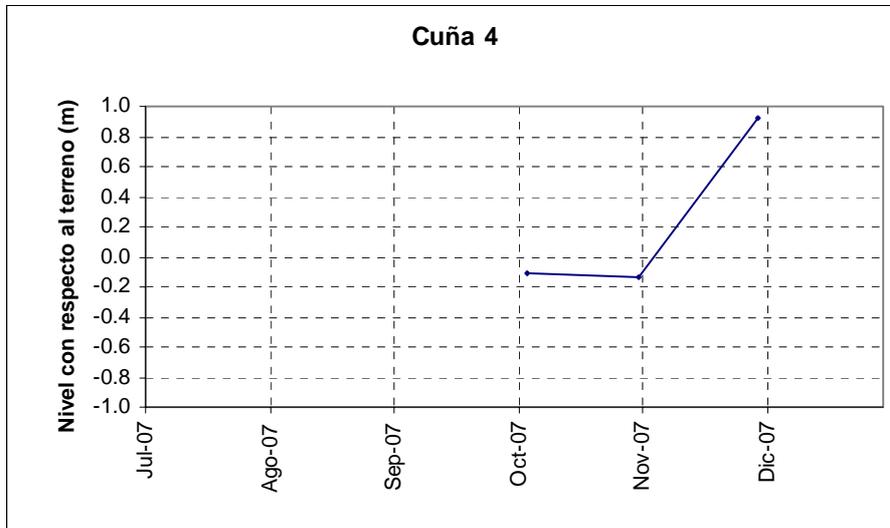


Figura 3-239. Nivel respecto del terreno, pozo Cuña 4. (reporta afloramiento)

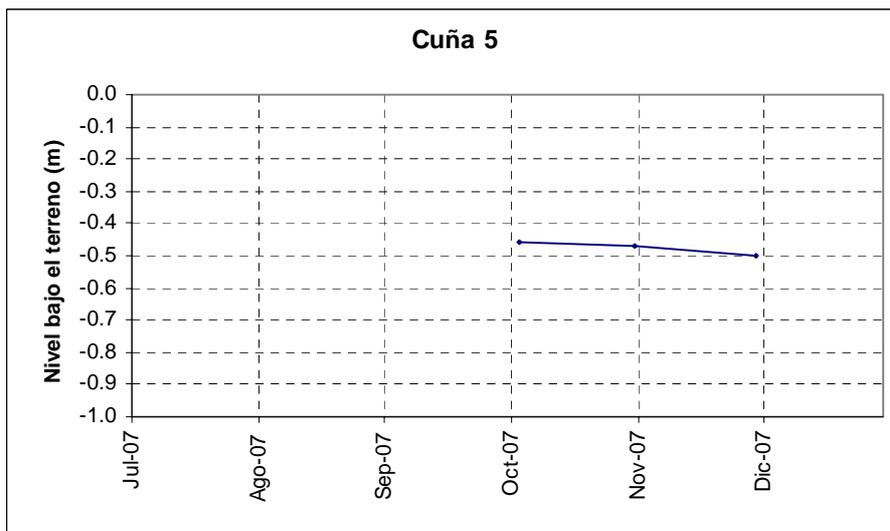


Figura 3-240. Nivel bajo el terreno, pozo Cuña 5.

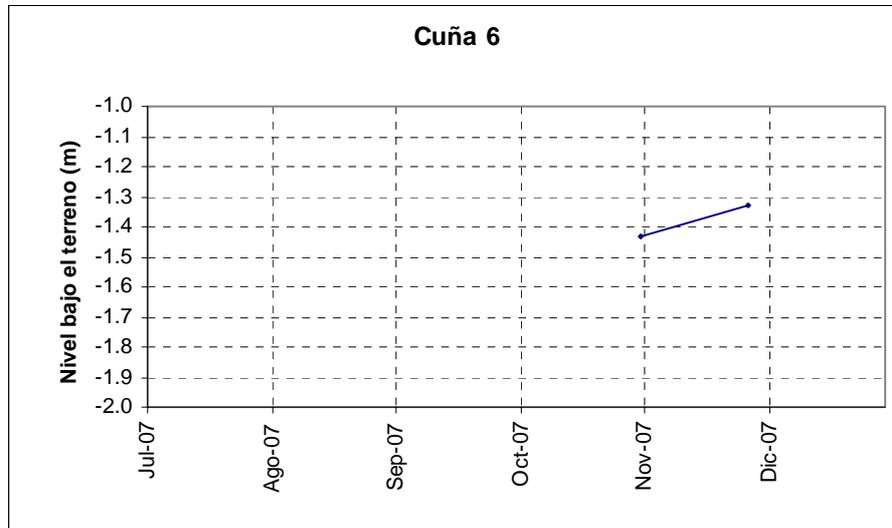


Figura 3-241. Nivel bajo el terreno, pozo Cuña 6.

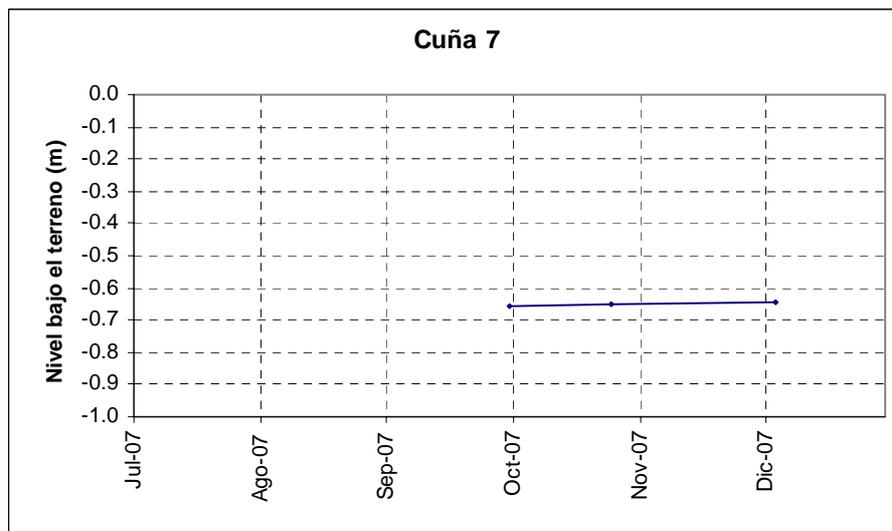


Figura 3-242. Nivel bajo el terreno, pozo Cuña 7.

## 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 <sup>1</sup> (msnm) | Valor de activación por actualización de registro <sup>2</sup> (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   |

<sup>1</sup> Valor que sólo considera cambio en cota de referencia

<sup>2</sup> 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 <sup>1</sup> (msnm) | Valor de activación por actualización de registro <sup>2</sup> (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   |

<sup>1</sup> Valor que sólo considera cambio en cota de referencia

<sup>2</sup> 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         |
| <b>Mayo</b> | <b>10</b>            | <b>13</b> |
| 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        |
| <b>Mayo</b> | <b>28</b>            | <b>33</b> |
| 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<br>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 <sup>1</sup> | Coordenadas reales |         | Descenso para activación de la Fase II <sup>2</sup> |
|-------|------------------------|---------|---|--------------------|---------|---|
|       | 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  |

<sup>1</sup> Valor según coordenadas estimadas (antiguas)

<sup>2</sup> 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**