

**PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL
HIDROGEOLÓGICO**

**PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA
OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA**

“Informe N° 6: Informe de Monitoreo Semestral

Actualizado a diciembre de 2009”



Santiago, 30 de junio de 2010.

DICTUC es una filial de la Pontificia Universidad Católica de Chile

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	26
2. ANTECEDENTES GENERALES	27
3. ESTADO DEL PLAN DE CONTINGENCIAS	30
4. MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO	31
5. RECOMENDACIONES RESPECTO AL MONITOREO DEL PSAH	¡ERROR!
MARCADOR NO DEFINIDO.	
6. GLOSARIO Y ABREVIACIONES	5-29
7. ANEXOS.....	6-30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Ubicación de todos los puntos de monitoreo del PSAH.	29
Figura 4.1. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Soncor. Perfil L11 se presenta en Figura 4.2.	33
Figura 4.2. Distribución geográfica del perfil L11 del sistema Soncor.	34
Figura 4.3. Nivel mensual observado en el pozo L1-1.	38
Figura 4.4. Nivel mensual observado en el pozo L1-2.	38
Figura 4.5. Nivel mensual observado en el pozo L1-3.	39
Figura 4.6. Nivel mensual observado en el pozo L2-2.	39
Figura 4.7. Nivel mensual observado en el pozo L2-3.	40
Figura 4.8. Nivel mensual observado en el pozo L2-7.	40
Figura 4.9. Nivel mensual observado en el pozo L7-1.	41
Figura 4.10. Nivel mensual observado en el pozo L7-2.	41
Figura 4.11. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Mullay 1.	42
Figura 4.12. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Allana.	43
Figura 4.13. Nivel mensual observado en el pozo 1027.	44
Figura 4.14. Nivel mensual observado en la calicata C1.	45
Figura 4.15. Nivel mensual observado en la calicata C2.	45
Figura 4.16. Nivel mensual observado en la calicata C3.	46
Figura 4.17. Nivel mensual observado en la calicata C4.	46

Figura 4.18. Nivel mensual observado en la calicata C5.	47
Figura 4.19. Nivel mensual observado en la calicata C6.	47
Figura 4.20. Nivel mensual observado en la calicata C7.	48
Figura 4.21. Nivel mensual observado en el pozo GD-01.	48
Figura 4.22. Nivel mensual observado en el pozo L1-4.	49
Figura 4.23. Nivel mensual observado en el pozo L1-5.	49
Figura 4.24. Nivel mensual observado en el pozo L1-6.	50
Figura 4.25. Nivel mensual observado en el pozo L1-7.	50
Figura 4.26. Nivel mensual observado en el pozo L1-8.	51
Figura 4.27. Nivel mensual observado en el pozo L1-9.	51
Figura 4.28. Nivel mensual observado en el pozo L1-10.	52
Figura 4.29. Nivel mensual observado en el pozo L1-11.	52
Figura 4.30. Nivel mensual observado en el pozo L1-12.	53
Figura 4.31. Nivel mensual observado en el pozo L1-13.	53
Figura 4.32. Nivel mensual observado en el pozo L1-14.	54
Figura 4.33. Nivel mensual observado en el pozo L1-15.	54
Figura 4.34. Nivel mensual observado en el pozo L1-16.	55
Figura 4.35. Nivel mensual observado en el pozo L2-4.	55
Figura 4.36. Nivel mensual observado en el pozo L2-5.	56

Figura 4.37. Nivel mensual observado en el pozo L2-8.	56
Figura 4.38. Nivel mensual observado en el pozo L2-10.	57
Figura 4.39. Nivel mensual observado en el pozo L2-11.	57
Figura 4.40. Nivel mensual observado en el pozo L2-12.	58
Figura 4.41. Nivel mensual observado en el pozo L2-13.	58
Figura 4.42. Nivel mensual observado en el pozo L2-15.	59
Figura 4.43. Nivel mensual observado en el pozo L2-17.	59
Figura 4.44. Nivel mensual observado en el pozo L2-18.	60
Figura 4.45. Nivel mensual observado en el pozo L2-19.	60
Figura 4.46. Nivel mensual observado en el pozo L2-21.	61
Figura 4.47. Nivel mensual observado en el pozo L2-22.	61
Figura 4.48. Nivel mensual observado en el pozo L2-24.	62
Figura 4.49. Nivel mensual observado en el pozo L7-3.	62
Figura 4.50. Nivel mensual observado en el pozo L7-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	63
Figura 4.51. Nivel mensual observado en el pozo L7-4 desde el 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	63
Figura 4.52. Nivel mensual observado en el pozo L7-5.	64
Figura 4.53. Nivel mensual observado en el pozo L7-6.	64

Figura 4.54. Nivel mensual observado en el pozo L7-7.	65
Figura 4.55. Nivel mensual observado en el pozo L7-10.	65
Figura 4.56. Nivel mensual observado en el pozo L7-11.	66
Figura 4.57. Nivel mensual observado en el pozo L7-12.	66
Figura 4.58. Nivel mensual observado en el pozo L11-1.	67
Figura 4.59. Nivel mensual observado en el pozo L11-2.	67
Figura 4.60. Nivel observado en la reglilla L1-G4. (Línea lila: medición continua; línea azul: medición manual en antigua reglilla; puntos celestes: medición manual en reglilla nueva con medición continua).	68
Figura 4.61. Nivel observado en la reglilla L1-G4 desde el 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea lila: medición continua; Línea azul: medición manual en antigua reglilla; Puntos celestes: medición manual en reglilla nueva con medición continua).	69
Figura 4.62. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G1.	70
Figura 4.63. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G2. (Línea magenta: Medición continua; Línea azul: Medición manual en antigua reglilla; Puntos celeste: Medición manual en reglilla nueva con medición continua).	71
Figura 4.64. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G2 desde el 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea burdeo: Medición continua; Línea azul: Medición manual en antigua reglilla; Puntos celeste: Medición manual en reglilla nueva con medición continua).	71

Figura 4.65. Representación gráfica de las reglillas instaladas en torno al Puente San Luis.	73
Figura 4.66. Nivel mensual observado en la reglilla Puente San Luis (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual).	73
Figura 4.67. Nivel mensual observado en la reglilla Puente San Luis desde el 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual).	74
Figura 4.68. Nivel mensual observado en la reglilla Burro Muerto “C.” medición continua, “M.C.” medición manual).	75
Figura 4.69. Nivel mensual observado en la reglilla Burro Muerto desde el 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual).	75
Figura 4.70. Nivel mensual observado en la reglilla L11-G1.	76
Figura 4.71. Nivel observado en el pozo P1-1, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	77
Figura 4.72. Nivel observado en el pozo P1-2, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	78
Figura 4.73. Nivel observado en el pozo P1-3, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	78
Figura 4.74. Nivel observado en el pozo P1-4, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	79

Figura 4.75. Nivel observado en el pozo P1-5, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	79
Figura 4.76. Nivel observado en el pozo P1-6, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	80
Figura 4.77. Nivel observado en el pozo P1-7, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	80
Figura 4.78. Nivel observado en el pozo L2-9, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	81
Figura 4.79. Nivel observado en el pozo P2-1, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	81
Figura 4.80. Nivel observado en el pozo P2-2, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	82
Figura 4.81. Nivel observado en el pozo L2-16, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	82
Figura 4.82. Nivel observado en el pozo P2-3, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	83
Figura 4.83. Nivel observado en el pozo P2-4, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	83
Figura 4.84. Nivel observado en el pozo P2-5, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	84
Figura 4.85. Nivel observado en el pozo L2-23, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	84

Figura 4.86. Nivel mensual observado en el pozo 2021 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	85
Figura 4.87. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-07.....	86
Figura 4.88. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-13.....	86
Figura 4.89. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-14.....	87
Figura 4.90. Nivel mensual observado en el pozo L2-14.	87
Figura 4.91. Nivel mensual observado en el pozo L2-20.	88
Figura 4.92. Nivel mensual observado en la reglilla Barros Negros.	89
Figura 4.93. Nivel mensual observado en la reglilla Barros Negros desde el 13 de mayo del 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).	89
Figura 4.94. Nivel mensual observado en la reglilla Puilar.....	90
Figura 4.95. Nivel mensual observado en la reglilla Puilar desde 13 de mayo del 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).....	90
Figura 4.96. Nivel mensual observado en la reglilla Chaxas.....	91
Figura 4.97. Nivel mensual observado en la reglilla Chaxa desde 13 de mayo del 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).	91
Figura 4.98. Precipitación diaria registrada en la estación Chaxa.....	92
Figura 4.99. Evaporación diaria registrada en la estación Chaxa.	93
Figura 4.100. Velocidad del viento diaria registrada en la estación Chaxa.	93
Figura 4.101. Temperatura media diaria registrada en la estación Chaxa.	94

Figura 4.102. Volumen mensual bombeado desde el pozo Mullay.	95
Figura 4.103. Volumen mensual bombeado desde el pozo Allana.....	95
Figura 4.104. Altura y velocidad de escurrimiento en la estación de aforo Chaxa (Barros Negros).	123
Figura 4.105. Aforo Barros Negros. En Barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m2)	125
Figura 4.106. Caudal promedio diario en puente San Luis.	126
Figura 4.107. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana.....	129
Figura 4.108. Nivel mensual observado en el pozo L3-2.	132
Figura 4.109. Nivel mensual observado en el pozo L4-3.	132
Figura 4.110. Nivel mensual observado en el pozo L4-4.	133
Figura 4.111. Nivel mensual observado en el pozo L5-1.	133
Figura 4.112. Nivel mensual observado en el pozo L5-2.	134
Figura 4.113. Nivel mensual observado en el pozo GD-02.....	135
Figura 4.114. Nivel mensual observado en el pozo L3-3.	135
Figura 4.115. Nivel mensual observado en el pozo L3-8.	136
Figura 4.116. Nivel mensual observado en el pozo L3-11.	136
Figura 4.117. Nivel mensual observado en el pozo L3-12.	137
Figura 4.118. Nivel mensual observado en el pozo L3-14.	137

Figura 4.119. Nivel mensual observado en el pozo L4-5.	138
Figura 4.120. Nivel mensual observado en el pozo L4-11.	138
Figura 4.121. Nivel mensual observado en el pozo L4-14.	139
Figura 4.122. Nivel mensual observado en el pozo L4-15.	139
Figura 4.123. Nivel mensual observado en el pozo L5-9.	140
Figura 4.124. Nivel mensual observado en el pozo L5-11.	140
Figura 4.125. Nivel mensual observado en el pozo L5-12.	141
Figura 4.126. Nivel mensual observado en el pozo L5-13.	141
Figura 4.127. Nivel mensual observado en el pozo L5-15.	142
Figura 4.128. Nivel mensual observado en el pozo L13-5.	142
Figura 4.129. Nivel mensual observado en el pozo L13-6.	143
Figura 4.130. Nivel mensual observado en el pozo L13-7.	143
Figura 4.131. Nivel mensual observado en el pozo L14-1.	144
Figura 4.132. Nivel mensual observado en el pozo L14-2.	144
Figura 4.133. Nivel mensual observado en el pozo L14-3.	145
Figura 4.134. Nivel mensual observado en el pozo L14-5.	145
Figura 4.135. Nivel mensual observado en el pozo L14-6.	146
Figura 4.136. Nivel mensual observado en el pozo L14-7.	146

Figura 4.137. Nivel mensual observado en la reglilla L5-G3. (Línea azul: datos históricos; Puntos rojos: Medición manual en reglilla con registros de datos continuos – M.C.; Línea magenta: Datos continuos).....	147
Figura 4.138. Nivel mensual observado en la reglilla L5-G3 desde 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea azul: Datos históricos; Puntos rojos: Medición manual en reglilla con registros de datos continuos – M.C.; Línea magenta: Datos continuos).....	147
Figura 4.139. Nivel mensual observado en la reglilla L4-10.....	148
Figura 4.140. Nivel observado en el pozo L3-5 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	149
Figura 4.141. Nivel mensual observado en el pozo L3-6 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	149
Figura 4.142. Nivel mensual observado en el pozo L3-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	150
Figura 4.143. Nivel observado en el pozo L3-9 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	150
Figura 4.144. Nivel observado en el pozo L3-10 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	151
Figura 4.145. Nivel observado en el pozo L3-13 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	151
Figura 4.146. Nivel mensual observado en el pozo L4-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	152

Figura 4.147. Nivel observado en el pozo L4-8 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	152
Figura 4.148. Nivel observado en el pozo L4-9 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	153
Figura 4.149. Nivel observado en el pozo L4-12 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	153
Figura 4.150. Nivel observado en el pozo L4-13 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	154
Figura 4.151. Nivel mensual observado en el pozo L5-3.	154
Figura 4.152. Nivel observado en el pozo L5-3 desde 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	155
Figura 4.153. Nivel observado en el pozo L5-6 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	155
Figura 4.154. Nivel mensual observado en el pozo L5-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	156
Figura 4.155. Nivel observado en el pozo L5-8 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	156
Figura 4.156. Nivel observado en el pozo L5-10 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	157
Figura 4.157. Nivel mensual observado en el pozo L5-14 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	157

Figura 4.158. Nivel mensual observado en el pozo L13-1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	158
Figura 4.159. Nivel mensual observado en el pozo L13-2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	158
Figura 4.160. Nivel mensual observado en el pozo L13-3 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	159
Figura 4.161. Nivel mensual observado en el pozo L13-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	159
Figura 4.162. Nivel mensual observado en el pozo L14-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	160
Figura 4.163. Nivel mensual observado en el pozo D2.....	161
Figura 4.164. Nivel mensual observado en el pozo L3-4 (SOPM-8).	161
Figura 4.165. Nivel mensual observado en el pozo L4-6.	162
Figura 4.166. Nivel mensual observado en el pozo L4-16.	162
Figura 4.167. Nivel mensual observado en el pozo L5-4.	163
Figura 4.168. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-9.....	163
Figura 4.169. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Camar-2.....	164
Figura 4.170. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Socaire 5B.	164
Figura 4.171. Volumen mensual bombeado desde el pozo Camar 2.....	165
Figura 4.172. Volumen mensual bombeado desde el pozo Socaire 5B.	166

Figura 4.173. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Peine.	178
Figura 4.174. Nivel mensual observado en el pozo GD-04.	180
Figura 4.175. Nivel mensual observado en el pozo L10-1.	181
Figura 4.176. Nivel mensual observado en el pozo L10-2.	182
Figura 4.177. Nivel mensual observado en el pozo L10-3.	182
Figura 4.178. Nivel mensual observado en el pozo L10-4.	183
Figura 4.179. Nivel mensual observado en el pozo L10-5.	183
Figura 4.180. Nivel mensual observado en el pozo L10-6.	184
Figura 4.181. Nivel mensual observado en el pozo L10-7.	184
Figura 4.182. Nivel mensual observado en el pozo L10-8.	185
Figura 4.183. Nivel mensual observado en el pozo L10-9.	185
Figura 4.184. Nivel mensual observado en el pozo L10-10.	186
Figura 4.185. Nivel mensual observado en el pozo L10-15.	186
Figura 4.186. Nivel mensual observado en el pozo 1024.	187
Figura 4.187. Nivel mensual observado en el pozo 1028.	187
Figura 4.188. Nivel mensual observado en el pozo 2018.	188
Figura 4.189. Nivel mensual observado en el pozo 2037.	188
Figura 4.190. Nivel mensual observado en el pozo GD-03.	189
Figura 4.191. Nivel mensual observado en el pozo L10-11.	189

Figura 4.192. Nivel mensual observado en el pozo L10-12.	190
Figura 4.193. Nivel mensual observado en el pozo L10-13.	190
Figura 4.194. Nivel mensual observado en el pozo L10-14.	191
Figura 4.195. Nivel mensual observado en el pozo L10-16.	191
Figura 4.196. Nivel mensual observado en el pozo L10-17.	192
Figura 4.197. Nivel mensual observado en Salada.	193
Figura 4.198. Nivel mensual observado en Saladita.	193
Figura 4.199. Nivel mensual observado en Interna.	194
Figura 4.200. Nivel y velocidad instantánea en la estación de aforo Salada.	206
Figura 4.201. Aforo Salada. En Barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m ²).	208
Figura 4.202. Altura y velocidad. Estación de aforo Saladita.	209
Figura 4.203. Aforo Saladita. En Barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m ²).	211
Figura 4.204. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Borde Este.	213
Figura 4.205. Nivel mensual estático (línea magenta) y dinámico (línea azul) observado en el pozo de bombeo P2.	214
Figura 4.206. Nivel mensual observado en el pozo L1-17.	216
Figura 4.207. Nivel mensual observado en el pozo L2-25.	216
Figura 4.208. Nivel mensual observado en el pozo L2-26.	217

Figura 4.209. Nivel mensual observado en el pozo L2-27.	217
Figura 4.210. Nivel mensual observado en el pozo L2-28.	218
Figura 4.211. Nivel mensual observado en el pozo L3-15.	218
Figura 4.212. Nivel mensual observado en el pozo L3-16.	219
Figura 4.213. Nivel mensual observado en el pozo L4-17.	219
Figura 4.214. Nivel mensual observado en el pozo L7-13.	220
Figura 4.215. Nivel mensual observado en el pozo L7-14.	220
Figura 4.216. Nivel mensual observado en el pozo L7-15.	221
Figura 4.217. Nivel mensual observado en el pozo L9-1.	221
Figura 4.218. Nivel mensual observado en el pozo L9-2.	222
Figura 4.219. Volumen mensual bombeado desde el pozo P2.	223
Figura 4.220. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Vegas de Tilopozo.	226
Figura 4.221. Nivel mensual observado en la reglilla de Tilopozo.	227
Figura 4.222. Nivel mensual observado en el pozo L12-1.	227
Figura 4.223. Nivel mensual observado en el pozo L12-2.	228
Figura 4.224. Nivel mensual observado en el pozo L12-3.	228
Figura 4.225. Nivel mensual observado en el pozo L12-4.	229
Figura 4.226. Distribución geográfica de puntos de monitoreo en el Núcleo del Salar de Atacama.	4-1

Figura 4.227. Nivel mensual observado en el pozo 1001.	4-2
Figura 4.228. Nivel mensual observado en el pozo 1906.	4-3
Figura 4.229. Nivel mensual observado en el pozo 2028.	4-3
Figura 4.230. Nivel mensual observado en el pozo 2040.	4-4
Figura 4.231. Nivel mensual observado en el pozo C4-B.	4-4
Figura 4.232. Nivel mensual observado en el pozo M1-C.	4-5
Figura 4.233. Nivel mensual observado en el pozo M2-C.	4-5
Figura 4.234. Nivel mensual observado en el pozo M7.	4-6
Figura 4.235. Nivel mensual observado en el pozo E-101.	4-6
Figura 4.236. Nivel mensual observado en el pozo E-324.	4-7
Figura 4.237. Nivel mensual observado en el pozo EIA-5.	4-7
Figura 4.238. Nivel mensual observado en el pozo Sample4.	4-8
Figura 4.239. Nivel mensual observado en el pozo SOPE-6.	4-8
Figura 4.240. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-2.	4-9
Figura 4.241. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-4.	4-9
Figura 4.242. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-5.	4-10
Figura 4.243. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-10.	4-10
Figura 4.244. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-11.	4-11
Figura 4.245. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-12C.	4-11

Figura 4.246. Nivel mensual observado en el pozo Zar-C-S.....	4-12
Figura 4.247. Precipitación diaria registrada en la estación Salar.....	4-12
Figura 4.248. Evaporación diaria registrada en la estación Salar.	4-13
Figura 4.249. Velocidad del viento diaria registrada en la estación Salar.	4-13
Figura 4.250. Temperatura media diaria registrada en la estación Salar.	4-14
Figura 4.251. Relación empírica entre la conductividad eléctrica del agua subterránea y la concentración de sólidos totales disueltos para el Salar de Atacama (línea negra: regresión lineal; línea roja: intervalos de confianza equivalentes a +/- 60% del valor estimado en la regresión).....	4-18
Figura 4.252. Distribución geográfica de puntos de monitoreo de la Cuña Salina.	4-20
Figura 4.253. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 1.....	4-21
Figura 4.254. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 2.....	4-22
Figura 4.255. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 3.....	4-22
Figura 4.256. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 1. Cuña 2 y Cuña 3 (Cyan: zona de salmuera; Celeste: zona de transición; Azul: agua fresca). Arriba Junio 2009, abajo Diciembre 2009.....	4-23
Figura 4.257. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 4 (Inicialmente reportaba afloramiento).....	4-24
Figura 4.258. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 5.....	4-24
Figura 4.259. Nivel mensual observado en el pozo L4-3.	4-25

Figura 4.260. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 5. Cuña 4 y L4-3. Cyan: zona de salmuera; Celeste: zona de transición; Azul: agua fresca. Arriba Junio 2009, abajo Diciembre 2009.....	4-26
Figura 4.261. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 6.....	4-27
Figura 4.262. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 7.....	4-27
Figura 4.263. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 7. L10-1 y Cuña 6. Cyan: zona de salmuera; Celeste: zona de transición; Azul: agua fresca. Arriba Junio 2009, abajo Diciembre 2009.....	4-28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Puntos de monitoreo del PC con su posición y cota de activación actualizadas.	30
Tabla 4.1. Puntos de monitoreo del Sistema Soncor.	34
Tabla 4.2. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L1-4	97
Tabla 4.3. Resultados de Análisis Monitoreo Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L1-4	97
Tabla 4.4. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L1-5	98
Tabla 4.5. Resultados de Análisis Monitoreo Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L1-5	98
Tabla 4.6. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L1-6	99
Tabla 4.7. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L1-6	99
Tabla 4.8. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Reglilla L1-G4	100
Tabla 4.9. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Reglilla L1-G4	100
Tabla 4.10. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L2-3	101
Tabla 4.11. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L2-3	101
Tabla 4.12. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L2-4	102
Tabla 4.13. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L2-4	102
Tabla 4.14. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L2-5	103
Tabla 4.15. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L2-5	103
Tabla 4.16. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L7-3	104
Tabla 4.17. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L7-3	104

Tabla 4.18. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Reglilla L7-G1	105
Tabla 4.19. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Reglilla L7-G1	105
Tabla 4.20. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo SOPM-7	106
Tabla 4.21. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-7	106
Tabla 4.22. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo SOPM-14	107
Tabla 4.23. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-14	107
Tabla 4.24. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo Mullay	108
Tabla 4.25. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Mullay	109
Tabla 4.26. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo Allana.....	110
Tabla 4.27. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Allana	111
Tabla 4.28. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Chaxa.....	112
Tabla 4.29. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Laguna Chaxa (SQM) ..	112
Tabla 4.30. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Lagunas Barros Negros	113
Tabla 4.31. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Laguna Barros Negros (SQM).....	113
Tabla 4.32. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Chaxa (CONAF)....	114
Tabla 4.33. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Chaxa (CONAF)	115

Tabla 4.34. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Canal Burro Muerto (CONAF)	116
Tabla 4.35. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Canal Burro Muerto (CONAF)	117
Tabla 4.36. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Barros Negros. (CONAF)	118
Tabla 4.37. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Barros Negros. (CONAF)	119
Tabla 4.38. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Puillar. (CONAF)	120
Tabla 4.39. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Puillar. (CONAF)	121
Tabla 4.40. Aforos manuales realizados por SQM	124
Tabla 4.41. Puntos de monitoreo del Sistema Aguas de Quelana	127
Tabla 4.42. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-3	167
Tabla 4.43. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-3	167
Tabla 4.44. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-6	168
Tabla 4.45. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-6	168
Tabla 4.46. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-8	169
Tabla 4.47. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-8	169
Tabla 4.48. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-9	170

Tabla 4.49. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-9.....	170
Tabla 4.50. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-12	171
Tabla 4.51. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-12.....	172
Tabla 4.52. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L5-3	173
Tabla 4.53. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L5-3.....	171
Tabla 4.54. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozos de bombeo Camar ..	172
Tabla 4.55. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Camar 2	173
Tabla 4.56. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozos de bombeo Socaire 5B	174
Tabla 4.57. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Socaire 5B.....	174
Tabla 4.58. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-10	175
Tabla 4.59. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-10.....	176
Tabla 4.60. Puntos de monitoreo del Sistema Peine.	179
Tabla 4.61. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo 1028	196
Tabla 4.62. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo 1028	196
Tabla 4.63. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L10-1	197
Tabla 4.64. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L10-1.....	197
Tabla 4.65. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L10-4	198

Tabla 4.66. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L10-4.....	198
Tabla 4.67. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Interna. (CONAF) ..	199
Tabla 4.68. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Interna. (CONAF)	200
Tabla 4.69. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Salada. (CONAF) ..	201
Tabla 4.70. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Salada. (CONAF)	202
Tabla 4.71. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Lagunas Saladita. (CONAF)	203
Tabla 4.72. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Lagunas Saladita. (CONAF).....	204
Tabla 4.73. Aforos manuales realizados por SQM. Salada.....	207
Tabla 4.74. Aforos manuales realizados por SQM. Saladita.....	210
Tabla 4.75. Puntos de monitoreo del Sistema Borde Este.....	212
Tabla 4.76. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo P2.....	224
Tabla 4.77. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo P2.....	224
Tabla 4.78. Puntos de monitoreo del Sistema Vegas de Tilopozo.	225
Tabla 4.79. Puntos de monitoreo del Sistema Núcleo del Salar de Atacama.....	229
Tabla 4.80. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo SOPM-12C.	4-14
Tabla 4.81. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-12C.....	4-15

Tabla 4.82. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo 1001.	4-15
Tabla 4.83. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo 1001.	4-16
Tabla 4.84. Puntos de monitoreo del Sistema Cuña Salina.	4-16
Tabla 4.85. Criterios para clasificación de aguas de acuerdo a salinidad en unidades de TDS.	4-18
Tabla 4.86. Criterios para clasificación de aguas de acuerdo a salinidad en unidades de conductividad.	4-19
Tabla 4.87. Profundidades de los pozos cuñas.	4-19

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe N° 6 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. El informe incluye registros de monitoreo actualizados hasta diciembre de 2009, incorporando como información nueva la generada durante el segundo semestre de 2009.

El PSAH considera la medición de todas las variables de monitoreo que reflejan el comportamiento hidrogeológico del sistema, es decir: 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.

El presente informe entrega la información ordenada para los siguientes sistemas o sectores ambientales:

- 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) Cuña salina.

Este informe ha sido confeccionado por DICTUC S.A. basado en la información proporcionada por SQM Salar, quienes son los responsables de obtener los datos en terreno. La empresa DICTUC realizó una campaña de terreno con el objetivo de confirmar de

manera aleatoria la información de monitoreo. En aquellos pozos monitoreados por DICTUC se incorporó un punto rojo indicando la medición.

2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DEL PSAH

El PSAH se encuentra constituido por 225 puntos de monitoreo, de los cuales 74 corresponden a puntos de monitoreo antiguos y 151 corresponden a puntos de monitoreo construidos como parte del PSAH del proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama, los cuales se habilitaron en su totalidad el 31 de octubre del 2007.

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

- 7 calicatas
- 105 pozos someros;
- 84 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 los puntos, 47 corresponden a puntos de medición continua exigidos en la RCA. Adicionalmente, se implementó medición continua en la reglilla L7-G2, ya que se ubica en una zona con alto potencial de nidificación de flamencos, lo que imposibilita realizar un monitoreo adecuado durante el período reproductivo de los flamencos.

Los puntos de monitoreo hidrogeológico que conforman el PSAH se encuentran distribuidos en el núcleo, en la zona marginal y en el borde este del Salar de Atacama (Figura 2.1). 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 son objeto de

protección y en zonas que requiere un adecuado seguimiento. 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,
- Sistema Cuña Salina.

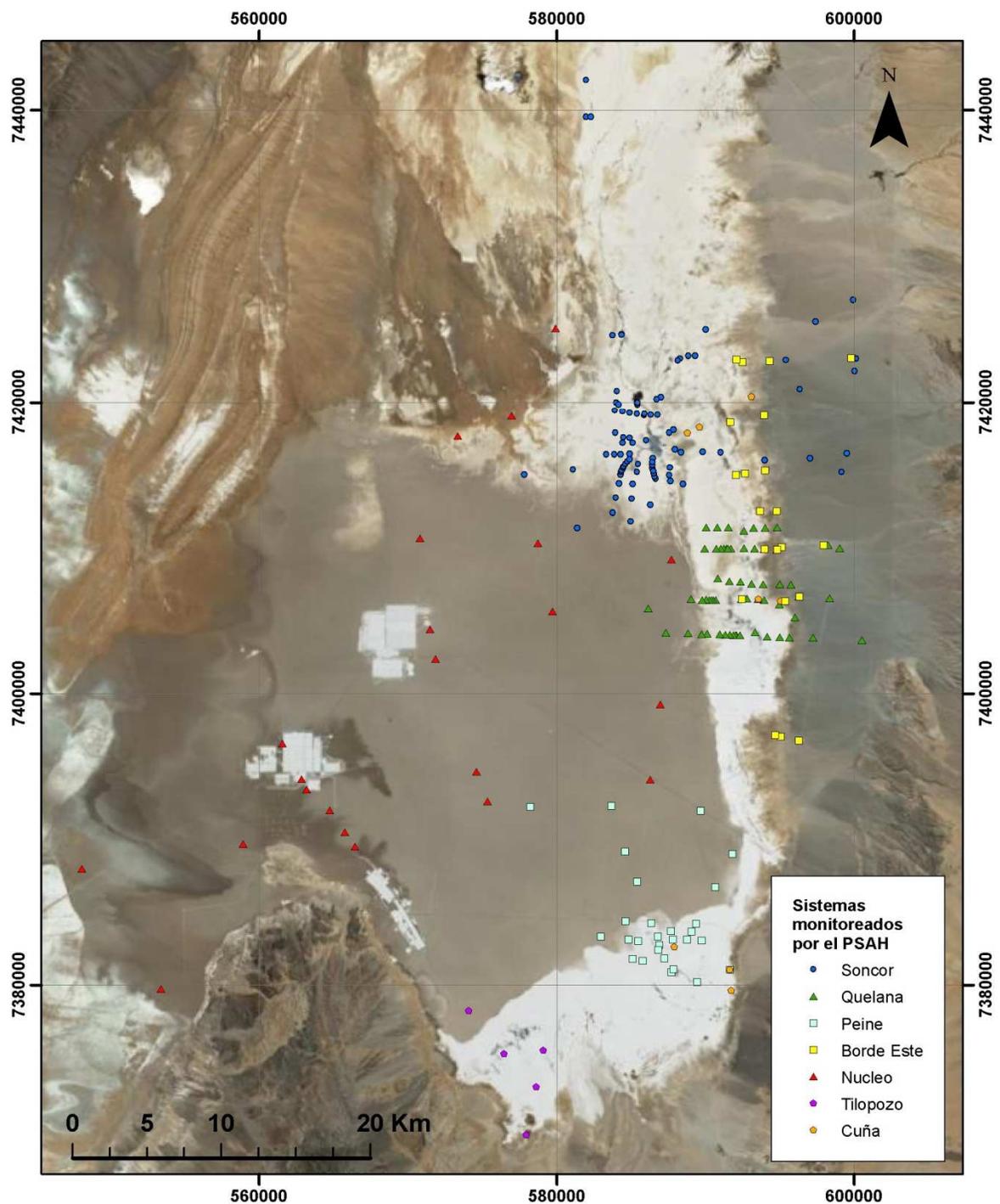


Figura 2.1. Ubicación de todos los puntos de monitoreo del PSAH.

3. ESTADO DEL PLAN DE CONTINGENCIAS

Desde el inicio de la operación del PSAH (agosto 2007) todos los niveles de agua en los puntos de control de Plan de Contingencias han permanecido sobre los umbrales de la Fase I, por lo que no se ha activado el Plan de Contingencias. En la Tabla 3.1 se presentan los umbrales de activación de las distintas fases en conjunto con las cotas de Alerta Temprana.

Tabla 3.1. Puntos de monitoreo del PC con su posición y cota de activación.

Sistema	Pozo	UTM Este	UTM Norte	Medición May/07	Descenso Fase I	Descenso Fase II	Cota Fase I	Cota Fase II
SONCOR	L7-4	588829,38	7423234,66	2301,40	0,05	0,07	2301,35	2301,33
	L1-4	588322,02	7416561,27	2298,89	0,00	0,08	2298,89	2298,81
	L1-5	584418,52	7415394,02	2298,53	0,02	0,18	2298,51	2298,35
	L1-G4 Pozo	585394,72	7415193,23	2298,62	0,10	0,26	2298,52	2298,36
	L1-G4 Reglilla	585393,96	7415193,49	2298,62	0,10	0,26	2298,52	2298,36
AGUAS DE QUELANA	L3-5	593960,27	7409923,92	2303,09	0,10	0,13	2302,99	2302,96
	L3-9	591498,23	7409949,96	2299,47	0,10	0,13	2299,37	2299,34
	L4-8	593544,67	7406504,18	2300,36	0,10	0,13	2300,26	2300,23
	L4-12	590518,13	7406433,03	2298,82	0,10	0,13	2298,72	2298,69
	L5-8	595011,39	7403879,59	2302,74	0,10	0,13	2302,64	2302,61
	L5-10	592095,10	7404005,62	2299,15	0,10	0,13	2299,05	2299,02
VEGETACION HIDROMORFA	L7-3	592042,47	7422959,95	2312,81	0,28	0,33	2312,53	2312,48
	L1-17	591637,37	7418615,57	2305,72	0,28	0,33	2305,44	2305,39
	L2-4	592034,94	7414985,57	2302,61	0,28	0,33	2302,33	2302,28
	L3-5	593960,27	7409923,92	2303,09	0,28	0,33	2302,81	2302,76
VEGETACION BREA ATRIPLEX	L7-14	592470,71	7422780,20	2314,88	0,50	1,00	2314,38	2313,88
	L1-3	593911,80	7419081,38	2319,56	0,50	1,00	2319,06	2318,56
	L2-25	592623,73	7415103,29	2307,90	0,50	1,00	2307,40	2306,90
	L3-3	594799,04	7409872,83	2310,31	0,50	1,00	2309,81	2309,31
	L4-17	595353,65	7406339,35	2305,52	0,50	1,00	2305,02	2304,52
	L9-2	594670,99	7397162,60	2307,99	0,50	1,00	2307,49	2306,99

Tabla 3.1. Puntos de monitoreo del PC con su posición y cota de activación.

Sistema	Pozo	UTM Este	UTM Norte	Medición May/07	Descenso Fase I	Descenso Fase II	Cota Fase I	Cota Fase II
ALERTA TEMPRANA	L7-13	594300,66	7422831,99	2322,82	-	1,42	-	2321,40
	L2-26	593970,78	7415294,76	2317,92	-	0,78	-	2317,14
	L3-15	595106,75	7410040,56	2315,31	-	0,85	-	2314,46
	L4-3	596306,13	7406650,55	2302,64 ¹	-	0,92	-	2301,72
	L9-1	595046,64	7397058,35	2308,81	-	0,87	-	2307,94

4. MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO

En este capítulo se presentan los registros de mediciones efectuadas hasta diciembre de 2009. La Figura 2.1 muestra la ubicación de estos puntos en el salar.

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

¹ Corresponde al nivel mínimo histórico registrado en este pozo.

- nivel del agua (subterránea y superficial),
 - meteorología,
 - volumen bombeado,
 - calidad química,
 - aforos de caudal y superficie lacustre.
-

4.1. SISTEMA SONCOR

El sistema Soncor, ubicado dentro de la Reserva Nacional Los Flamencos, se emplaza aproximadamente a 20 Km. del lugar más próximo a las actividades de extracción de salmuera del proyecto. Los puntos de control del sistema Soncor, se encuentran entre las coordenadas 7.440.000 a 7.410.000 Norte y 580.000 a 600.000 Este. En la Figura 4.1 se muestra la distribución geográfica de los puntos de monitoreo del Sistema Soncor.

En la Tabla 4.1 se indica los puntos de monitoreo del Sistema Soncor, clasificados de acuerdo a la zona donde están emplazados (zona marginal o aluvial y sector de salmuera) y a su tipología (pozo profundo, pozo somero, calicata, reglilla, medición continua y nivel lacustre). Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el gráfico de registro de nivel.

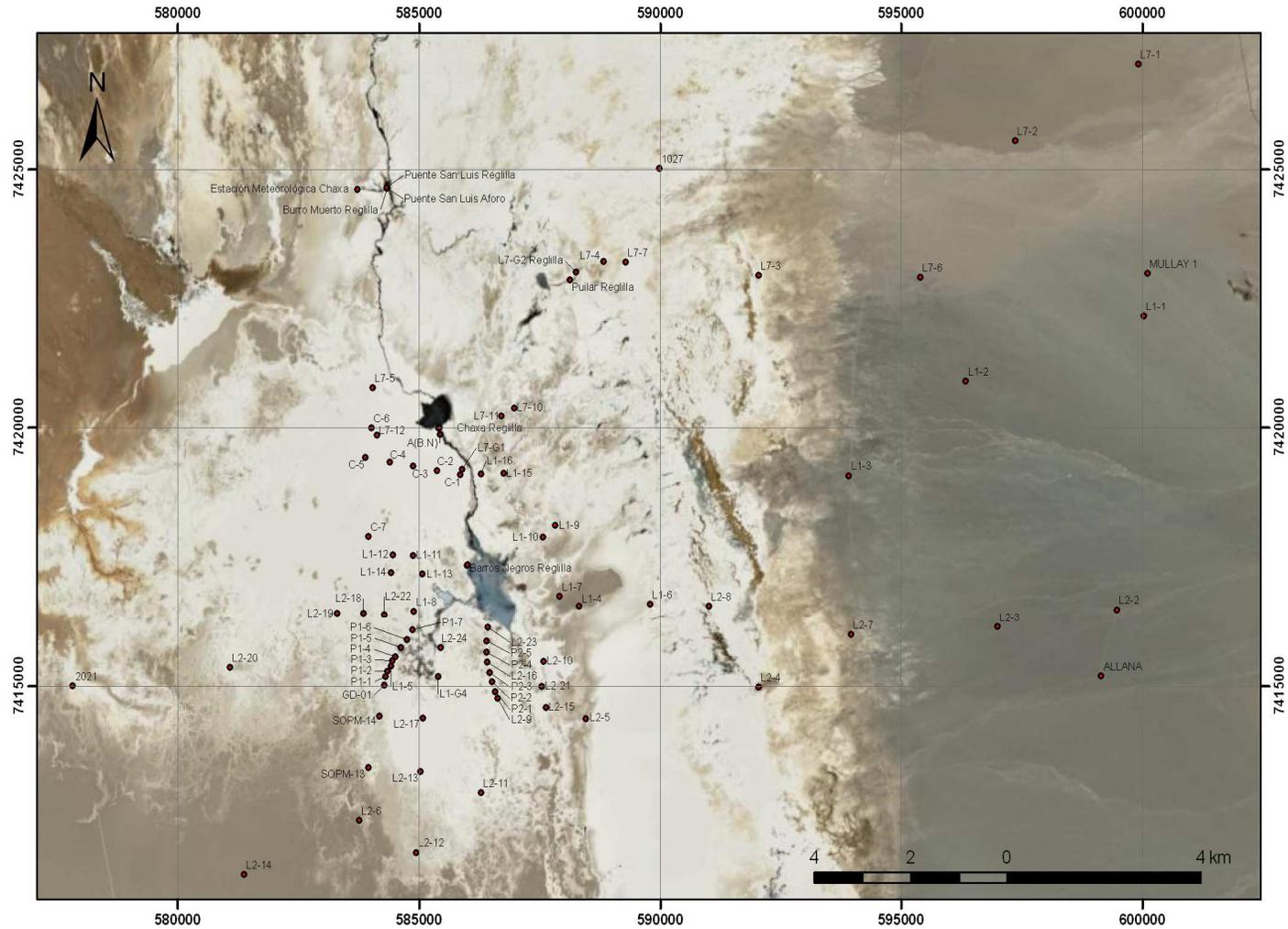


Figura 4.1. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Soncor. Perfil L11 se presenta en Figura 4.2.

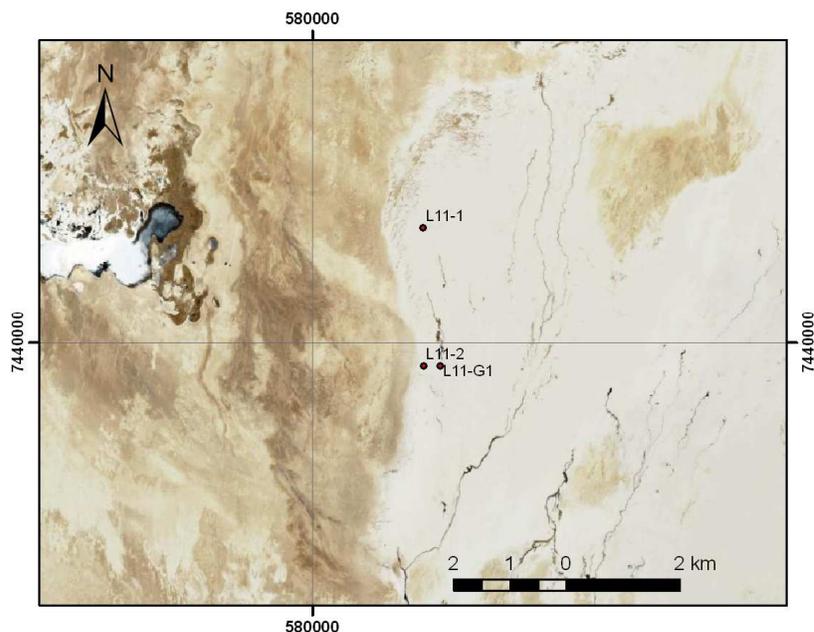


Figura 4.2. Distribución geográfica del perfil L11 del sistema Soncor.

Tabla 4.1. Puntos de monitoreo del Sistema Soncor.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
L1-1	Zona aluvial	Pozo profundo	38	1027	Zona marginal	Pozo somero	44
L1-2	Zona aluvial	Pozo profundo	38	Calicata C1	Zona marginal	Calicata	45
L1-3	Zona aluvial	Pozo somero	39	Calicata C2	Zona marginal	Calicata	45
L2-2	Zona aluvial	Pozo profundo	39	Calicata C3	Zona marginal	Calicata	46
L2-3	Zona aluvial	Pozo profundo	40	Calicata C4	Zona marginal	Calicata	46
L2-7	Zona aluvial	Pozo profundo	40	Calicata C5	Zona marginal	Calicata	47
L7-1	Zona aluvial	Pozo profundo	41	Calicata C6	Zona marginal	Calicata	47
L7-2	Zona aluvial	Pozo profundo	41	Calicata C7	Zona marginal	Calicata	48
Mullay-1	Zona aluvial	Pozo profundo	42	GD-01	Zona marginal	Pozo profundo	48
Allana	Zona aluvial	Pozo profundo	43	L1-4	Zona marginal	Pozo somero	49

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
L1-5	Zona marginal	Pozo profundo	49	L7-3	Zona marginal	Pozo somero	62
L1-6	Zona marginal	Pozo somero	50	L7-4	Zona marginal	Pozo somero	63
L1-7	Zona marginal	Pozo somero	50	L7-5	Zona marginal	Pozo somero	64
L1-8	Zona marginal	Pozo somero	51	L7-6	Zona marginal	Pozo profundo	64
L1-9	Zona marginal	Pozo somero	51	L7-7	Zona marginal	Pozo somero	65
L1-10	Zona marginal	Pozo somero	52	L7-10	Zona marginal	Pozo somero	65
L1-11	Zona marginal	Pozo somero	52	L7-11	Zona marginal	Pozo somero	66
L1-12	Zona marginal	Pozo somero	53	L7-12	Zona marginal	Pozo somero	66
L1-13	Zona marginal	Pozo somero	53	L11-1	Zona marginal	Pozo somero	67
L1-14	Zona marginal	Pozo somero	54	L11-2	Zona marginal	Pozo somero	67
L1-15	Zona marginal	Pozo somero	54	L1-G4	Zona marginal	Reglilla	68
L1-16	Zona marginal	Pozo somero	55	L7-G1	Zona marginal	Reglilla	70
L2-4	Zona marginal	Pozo somero	55	L7-G2	Zona marginal	Reglilla	71
L2-5	Zona marginal	Pozo profundo	56	Puente San Luis	Zona marginal	Reglilla	73
L2-8	Zona marginal	Pozo somero	56	Burro Muerto	Zona marginal	Reglilla	75
L2-10	Zona marginal	Pozo somero	57	L11-G1	Zona marginal	Reglilla	76
L2-11	Zona marginal	Pozo somero	57	P1-1	Zona marginal	Continuo	77
L2-12	Zona marginal	Pozo somero	58	P1-2	Zona marginal	Continuo	78
L2-13	Zona marginal	Pozo somero	58	P1-3	Zona marginal	Continuo	78
L2-15	Zona marginal	Pozo somero	59	P1-4	Zona marginal	Continuo	79
L2-17	Zona marginal	Pozo somero	59	P1-5	Zona marginal	Continuo	79
L2-18	Zona marginal	Pozo somero	60	P1-6	Zona marginal	Continuo	80
L2-19	Zona marginal	Pozo somero	60	P1-7	Zona marginal	Continuo	80
L2-21	Zona marginal	Pozo somero	61	P2-1	Zona marginal	Continuo	81
L2-22	Zona marginal	Pozo somero	61	L2-9	Zona marginal	Continuo	81
L2-24	Zona marginal	Pozo somero	62	L2-16	Zona marginal	Continuo	82

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
P2-2	Zona marginal	Continuo	82
P2-3	Zona marginal	Continuo	83
P2-4	Zona marginal	Continuo	83
P2-5	Zona marginal	Continuo	84
L2-23	Zona marginal	Continuo	84
2021	Zona marginal	Continuo	85
SOPM -07	Salmuera	Pozo profundo	86
SOPM -13	Salmuera	Pozo somero	86
SOPM -14	Salmuera	Pozo somero	87
L2-14	Salmuera	Pozo somero	87
L2-20	Salmuera	Pozo somero	88
Barros Negros	Zona marginal	Lacustre	89
Puilar	Zona marginal	Lacustre	90
Chaxa	Zona marginal	Lacustre	91
Estación meteorológica Chaxa	Zona marginal	Estación Meteorológica	92
Puente San Luis Aforo	Zona marginal	Aforo	73
Barros Negros Aforo	Zona marginal	Aforo	123

4.1.1. 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, niveles representados gráficamente desde la Figura 4.3 a la Figura 4.97. Los pozos L1-3, L2-4 y L7-3 (Figura 4.5, Figura 4.35 y Figura 4.49 respectivamente), forman parte del monitoreo de niveles de los sistemas Soncor y Vegetación Borde Este y serán presentados sólo en esta sección.

Adicionalmente, DICTUC realizó mediciones durante el mes de junio de 2009, en los pozos L1-1, L1-5, L2-2, L11-2 y SOPM-13 y en la reglilla L11-G1.

4.1.1.1. Pozos en zona aluvial

El acuífero en este sector está compuesto principalmente por material aluvial y depósitos salinos, de granulometría variable, provenientes de la parte alta de la cuenca. El agua subterránea corresponde principalmente a agua fresca (poco salina) que tiende a salinizarse a medida que se acerca a la zona marginal, debido a la concentración de sales producto principalmente de la evaporación y de la disolución de la matriz por donde circula el agua entre otros procesos formativos.

Como se indica más adelante los pozos Mullay 1 y Allana comenzaron a bombear el mes de septiembre de 2008. El inicio del bombeo produjo un cambio en el comportamiento histórico de algunos pozos de la zona aluvial. Los pozos L1-1, L1-2, L2-2, L2-3, L7-1, L7-2, L7-6 y L7-15 muestran un descenso que concuerda con el inicio del bombeo de los pozos de extracción de esta zona, sin embargo, durante el último semestre se puede apreciar que el sistema ha tendido a estabilizarse. Esta estabilización aparentemente corresponde a un nuevo nivel estático o que se retoma la tendencia histórica.

Cabe indicar que el Pozo L7-15 corresponde al Sistema Borde Este y es el más cercano al pozo Mullay 1.

Se puede observar que el efecto del bombeo de los pozos Mullay 1 y Allana es imperceptible en los pozos L2-7 y L7-13, los cuales se encuentran junto al camino Toconao-Peine en dirección aguas abajo de dichos pozos de bombeo.

Por otra parte las diferencias entre las mediciones realizadas por SQM y DICTUC en el pozo L2-2 se explican por las diferencias en las fechas de medición, ya que no son coincidentes, en un pozo que posee una gran variación por la cercanía al pozo de bombeo.

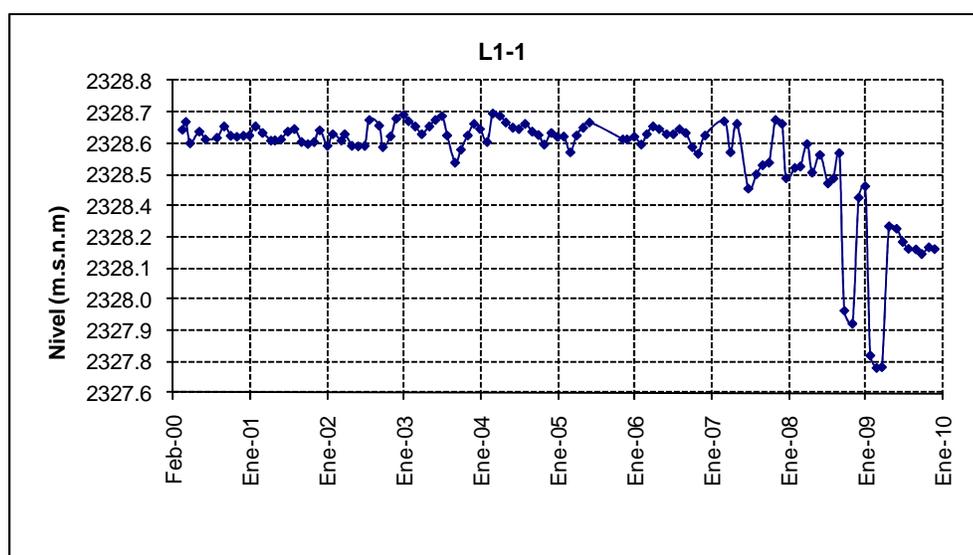


Figura 4.3. Nivel mensual observado en el pozo L1-1.

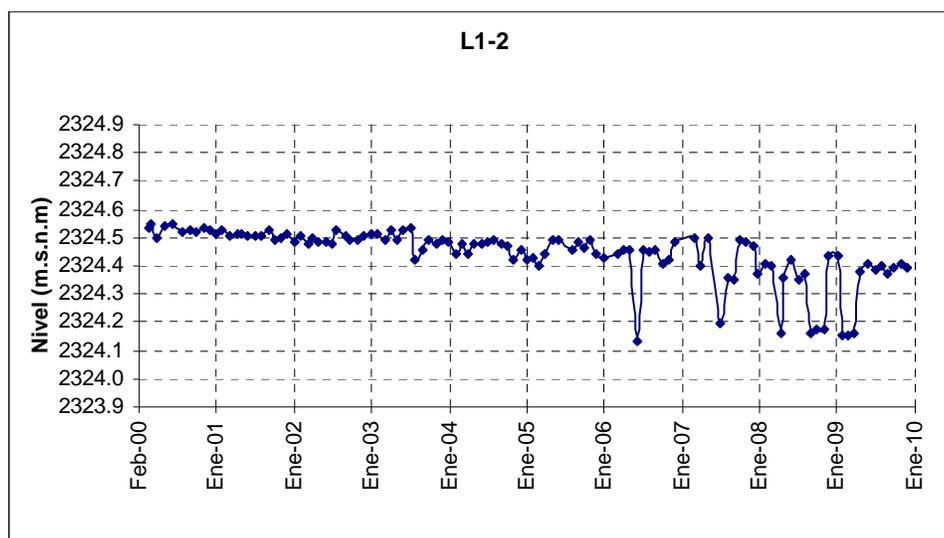


Figura 4.4. Nivel mensual observado en el pozo L1-2.

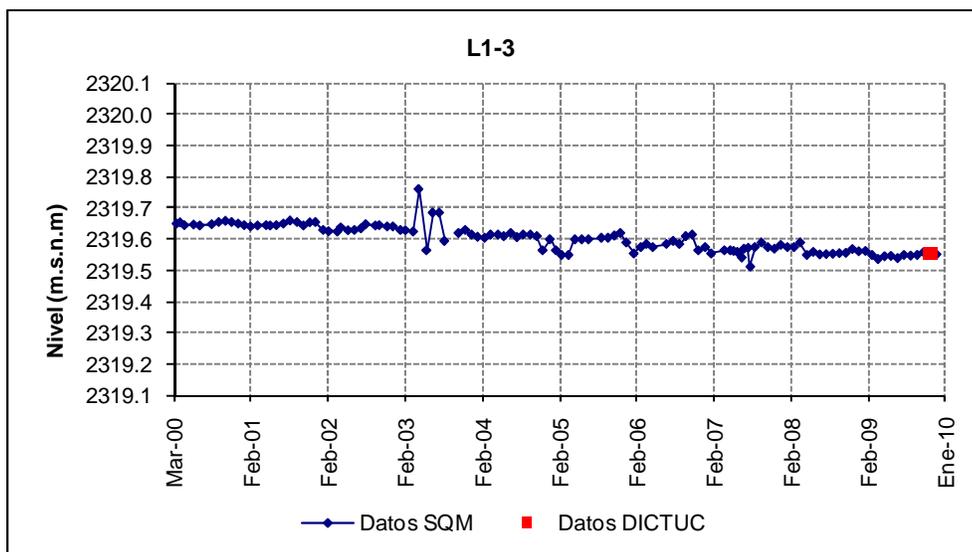


Figura 4.5. Nivel mensual observado en el pozo L1-3.

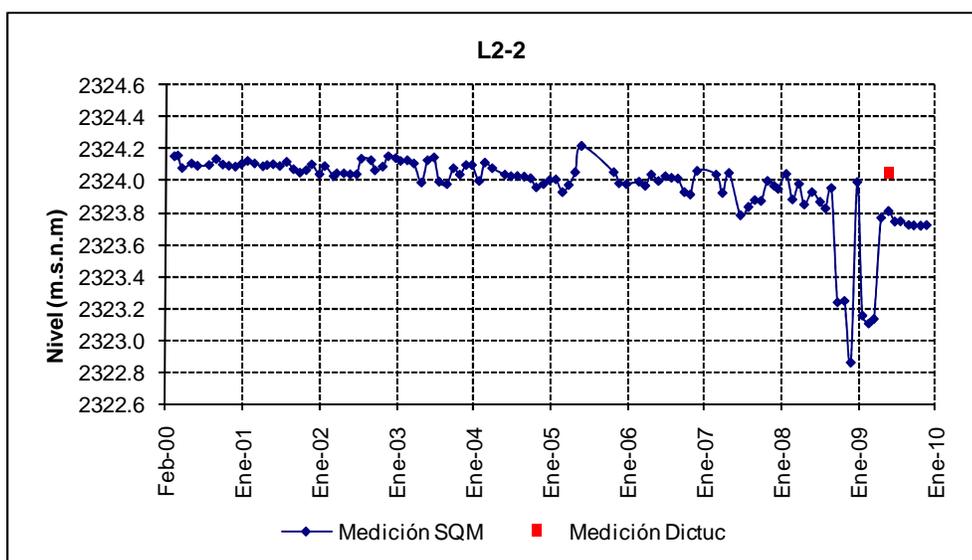


Figura 4.6. Nivel mensual observado en el pozo L2-2.²

² La diferencia entre la medición SQM y DICTUC, se explica porque las mediciones fueron realizadas en diferentes fechas.

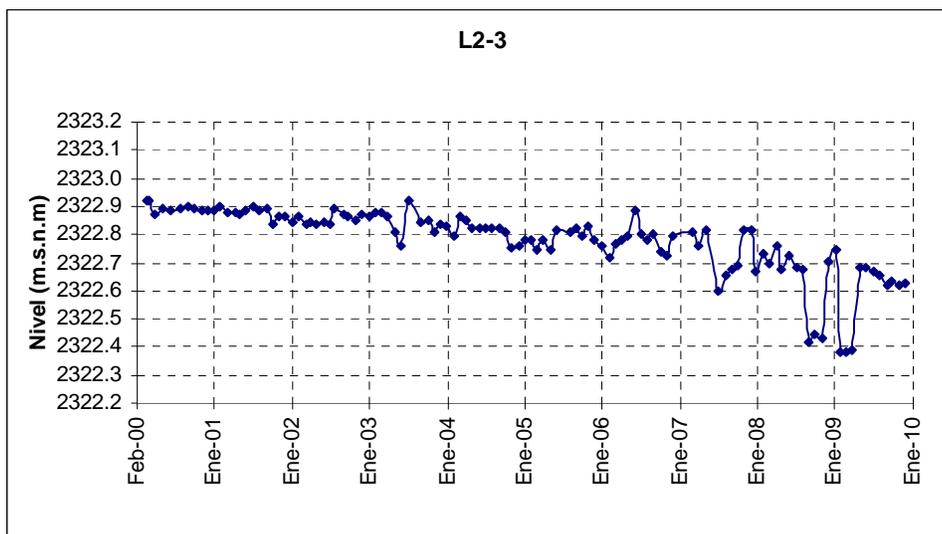


Figura 4.7. Nivel mensual observado en el pozo L2-3.

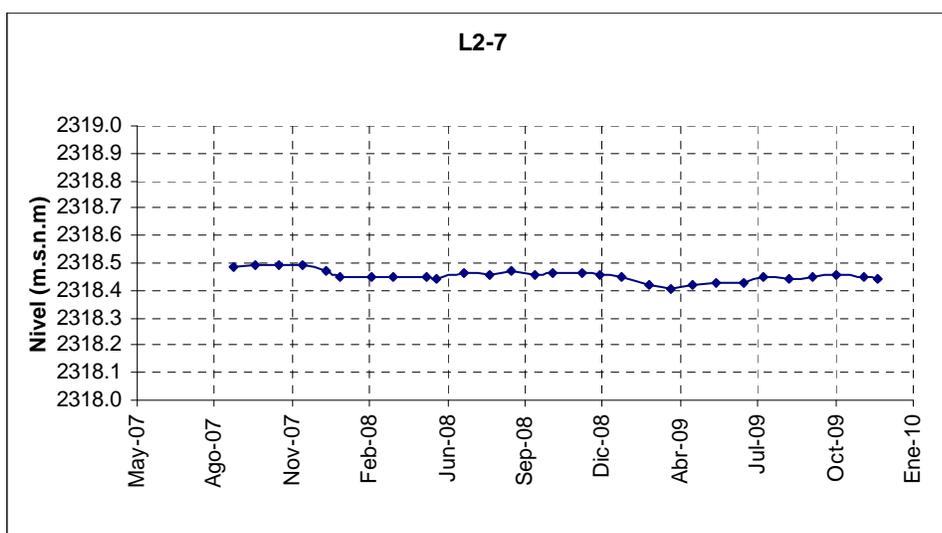


Figura 4.8. Nivel mensual observado en el pozo L2-7.

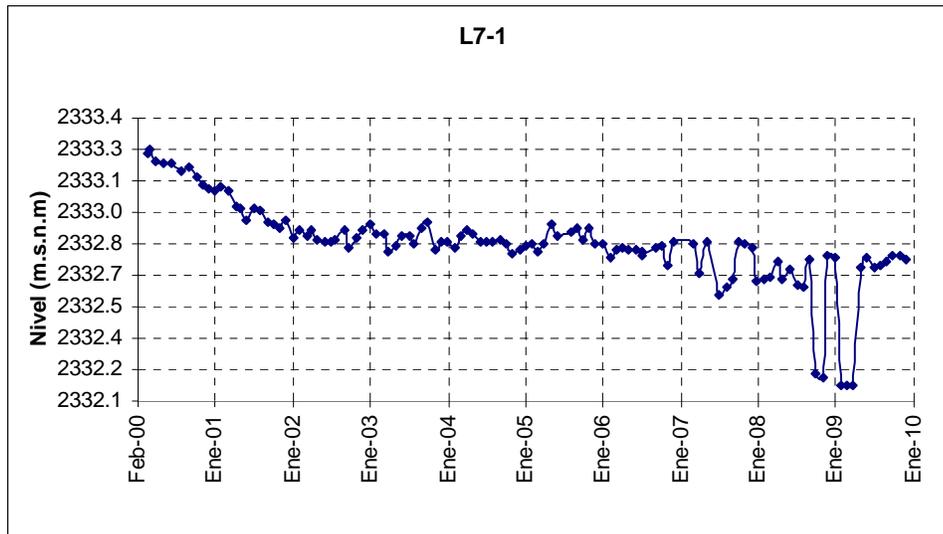


Figura 4.9. Nivel mensual observado en el pozo L7-1.

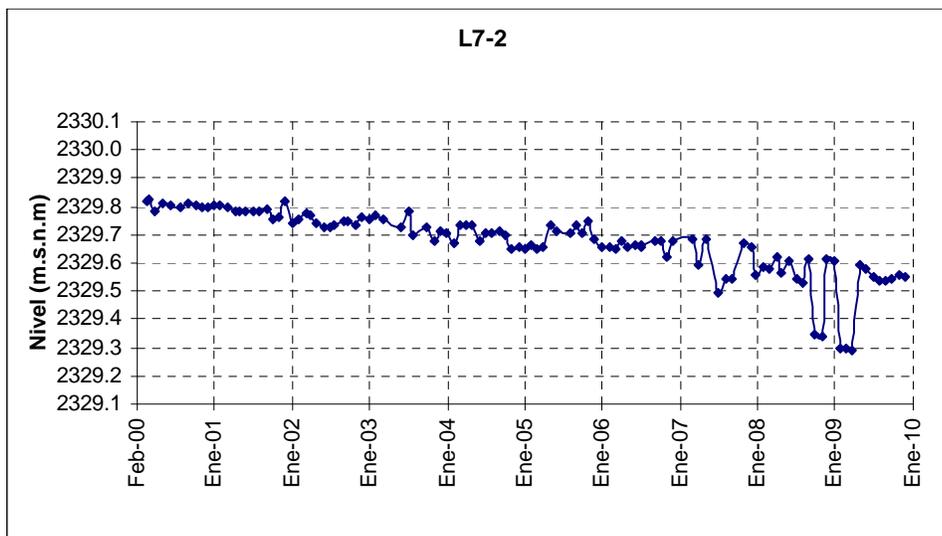


Figura 4.10. Nivel mensual observado en el pozo L7-2.

El pozo Mullay 1 (Figura 4.11) comenzó a operar como pozo de bombeo el día 15 de septiembre de 2008. Dado que fue necesario implementar un sistema de medición de niveles (línea de aire) se modificó el punto de referencia quedando la cota definitiva en 2404,129 m.s.n.m.

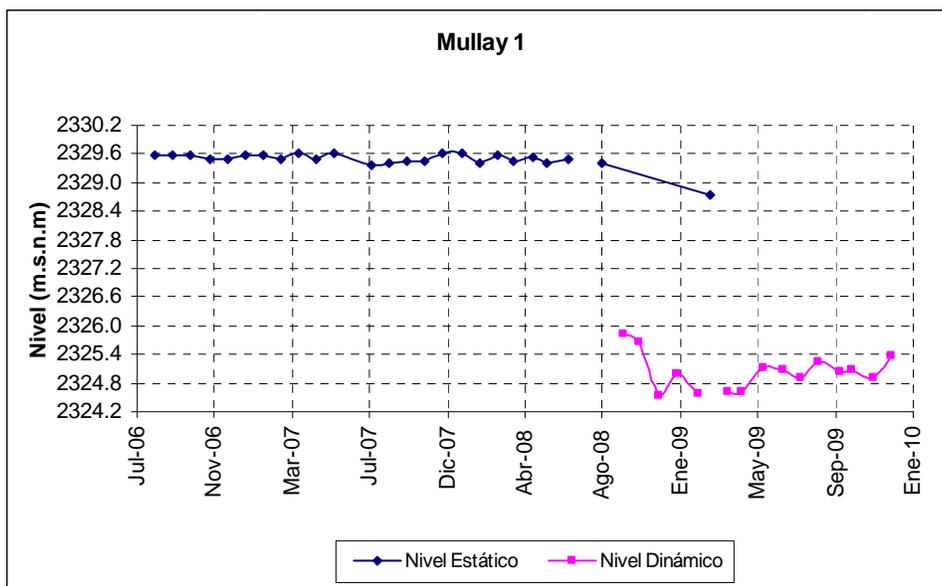


Figura 4.11. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Mullay 1.

El pozo Allana (Figura 4.12) muestra una falta de datos desde octubre de 2007 a enero de 2008, debido a que durante ese período se realizaron trabajos para su habilitación como pozo de bombeo, cuyo inicio de actividades como tal fue el día 15 de septiembre del 2008. Por este motivo, fue necesario cambiar el punto de referencia de medición de niveles, al igual que en el pozo Mullay, quedando finalmente en 2403,242 m.s.n.m.

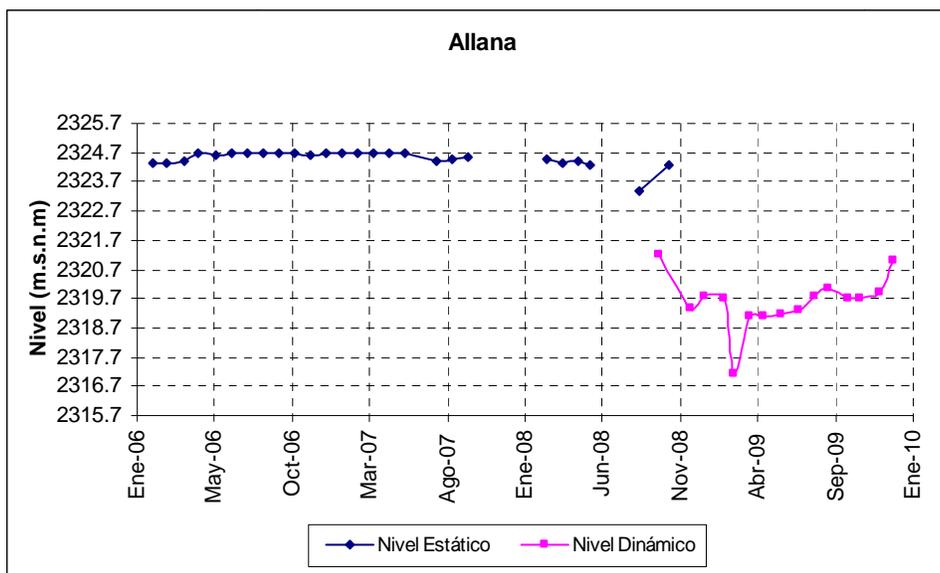


Figura 4.12. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Allana.

4.1.1.2. Pozos en zona marginal

Los pozos ubicados en la zona marginal se caracterizan por tener un comportamiento estacional dado principalmente por la evaporación y por el aumento de flujos subsuperficiales y subterráneos en época invernal.

De manera general, durante los últimos meses se puede observar un aumento de nivel en los pozos ubicados en los sectores Sur y Oeste de la Zona Marginal. Además, en varios de los pozos comienza a perfilarse un comportamiento estacional producto de la evaporación en el sector.

Se ha logrado observar que esta variación estacional de niveles puede llegar a ser de hasta 50 cm en aquellos pozos o reglillas más cercanos a la Laguna Barros Negros (por ejemplo L1-8, L1-13, L2-10, L2-21, L2-24, L1-G4, P1-7, entre otros).

En los pozos que tienen un registro de nivel histórico (L1-4 y L1-5), se logra observar que durante el último año los niveles han cambiando la tendencia al descenso que tenían anteriormente por un aumento gradual siempre regido por el comportamiento estacional. En términos generales se aprecia que la gran mayoría de los pozos se encuentran aumentando ligeramente sus niveles o bien se encuentran estabilizados. Comportamiento que puede

estar asociado a las precipitaciones ocurridas durante el año 2009, lo que también se ve reflejado con aumentos de nivel en varias de las reglillas asociadas al sistema Soncor como L1-G4 y L7-G1. En el sector este del sistema Soncor también se observan varios pozos con tendencias al aumento o a la estabilización. Esta tendencia también se aprecia durante el último año en los puntos de control ubicados al oeste de Soncor, incluyendo las calicatas C1 a C7.

Los pozos ubicados más al sur como el GD-01 muestran un comportamiento intermedio entre zona marginal (comportamiento estacional) y núcleo.

Los gráficos de tendencia de esta zona se presentan desde la Figura 4.13 a Figura 4.59.

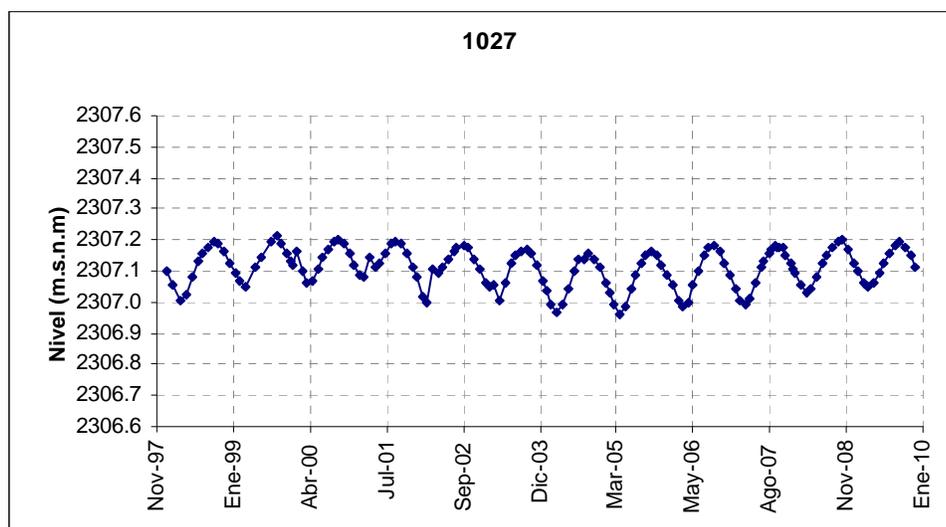


Figura 4.13. Nivel mensual observado en el pozo 1027.

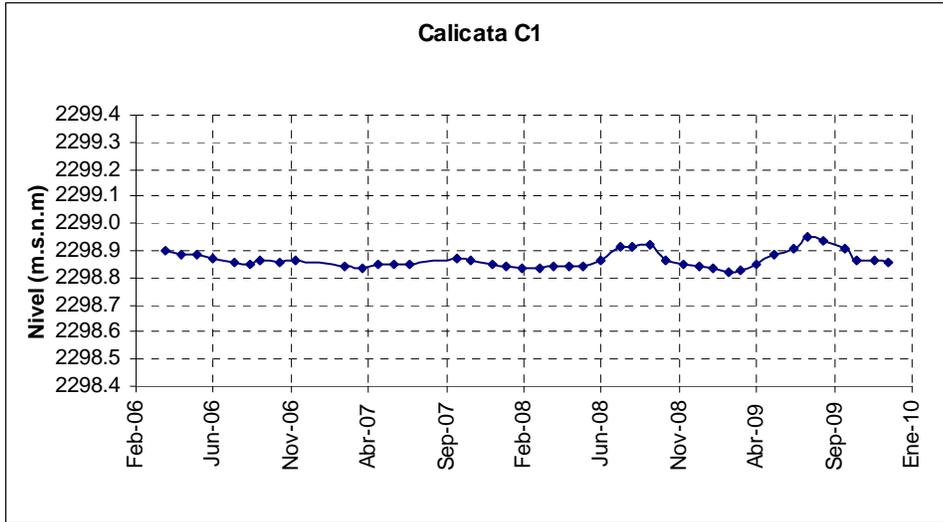


Figura 4.14. Nivel mensual observado en la calicata C1.

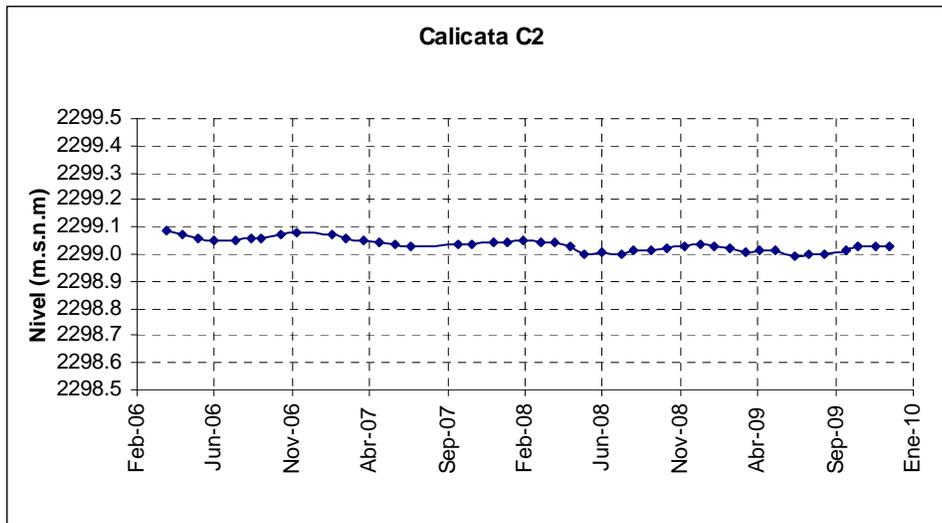


Figura 4.15. Nivel mensual observado en la calicata C2.

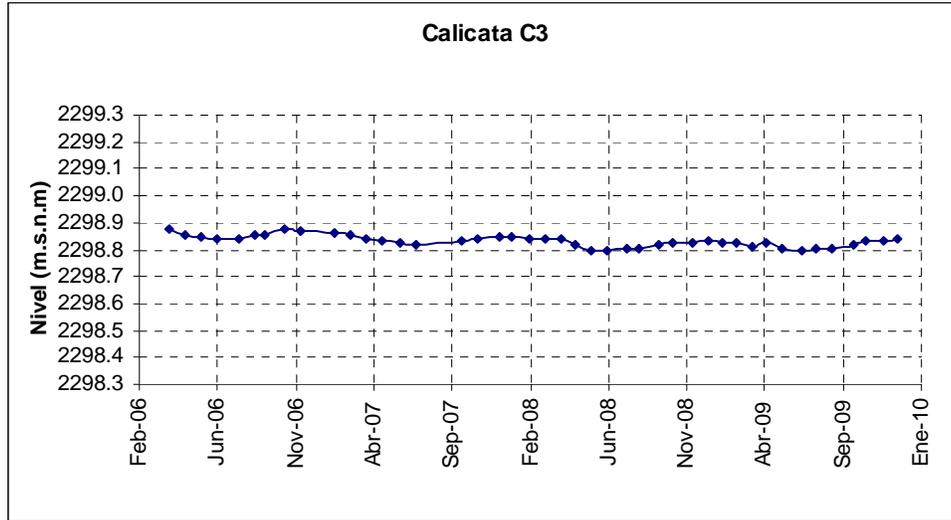


Figura 4.16. Nivel mensual observado en la calicata C3.

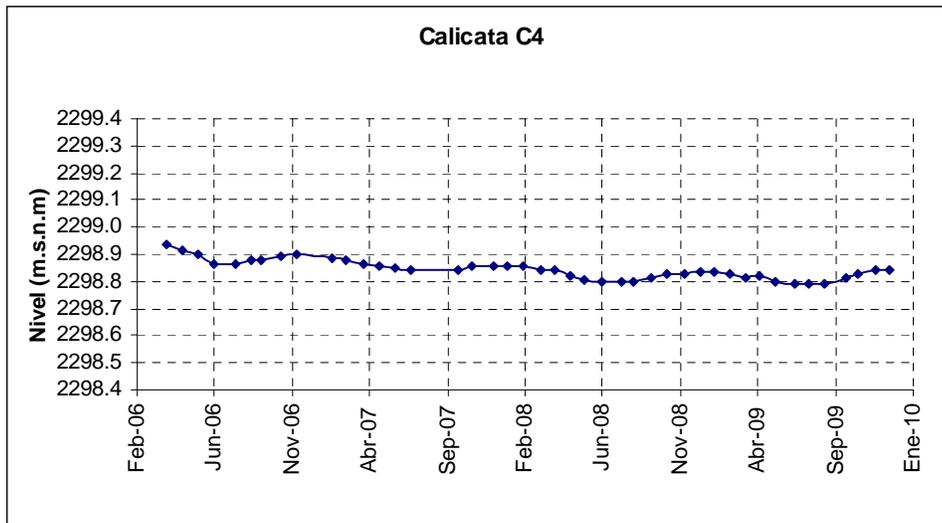


Figura 4.17. Nivel mensual observado en la calicata C4.

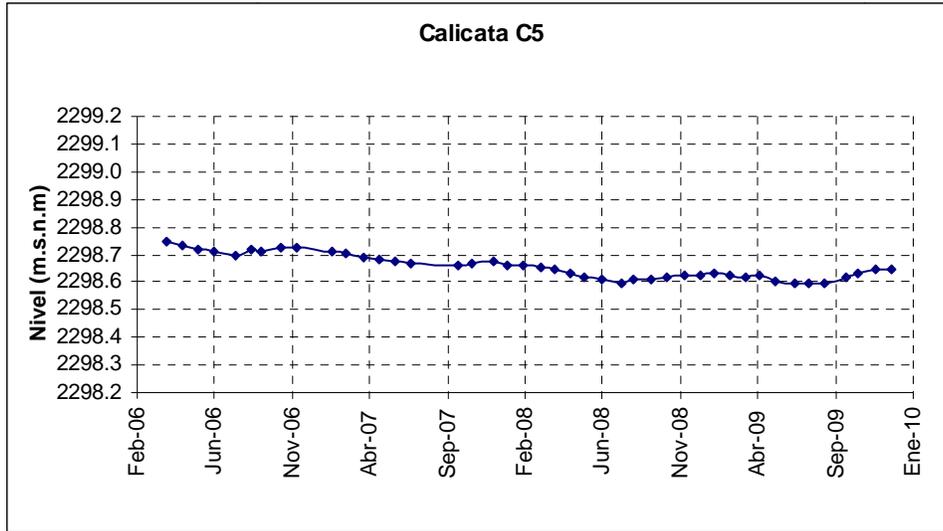


Figura 4.18. Nivel mensual observado en la calicata C5.

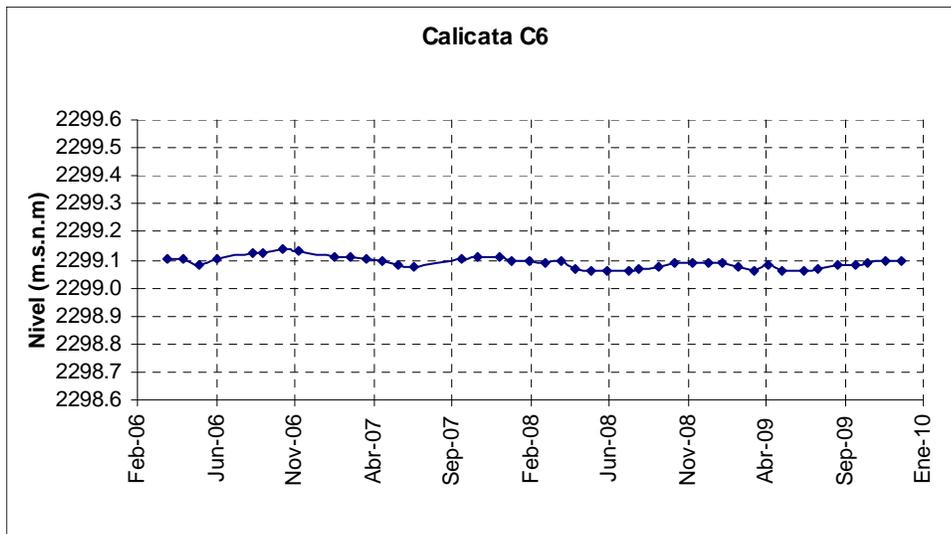


Figura 4.19. Nivel mensual observado en la calicata C6.

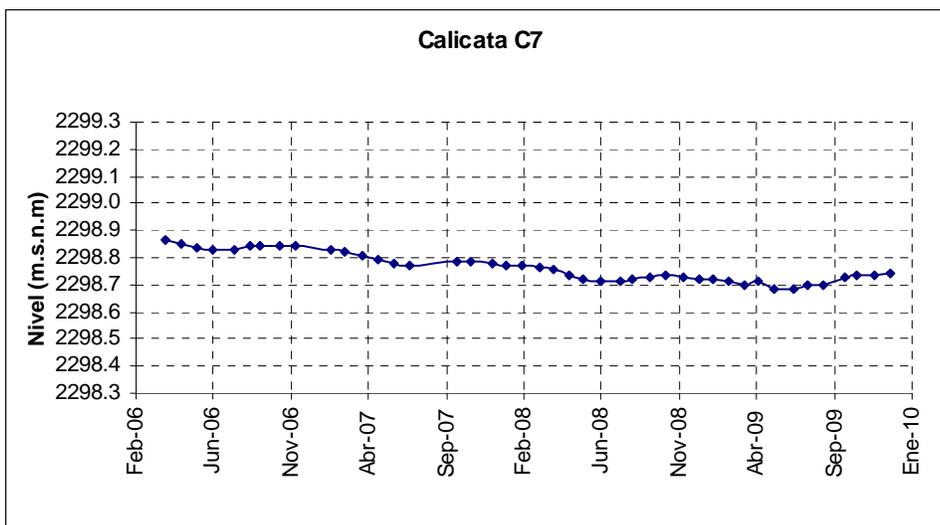


Figura 4.20. Nivel mensual observado en la calicata C7.

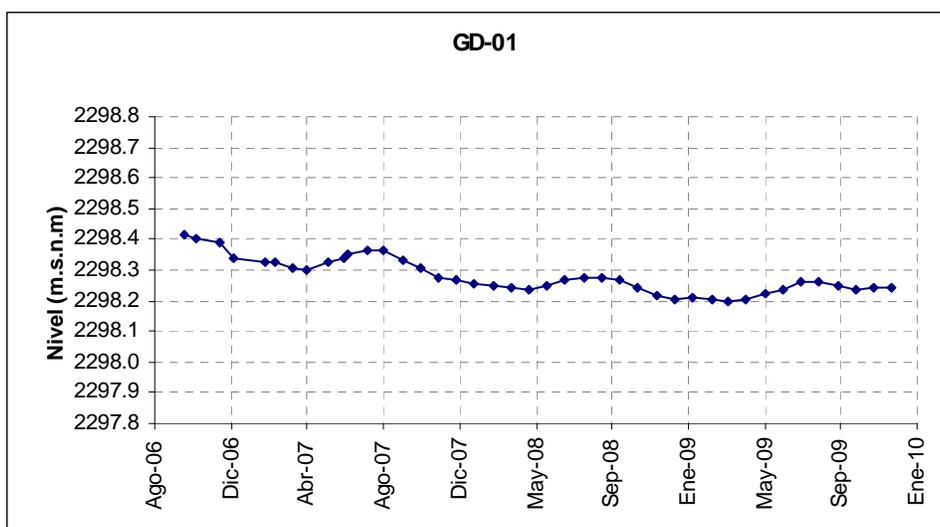


Figura 4.21. Nivel mensual observado en el pozo GD-01.

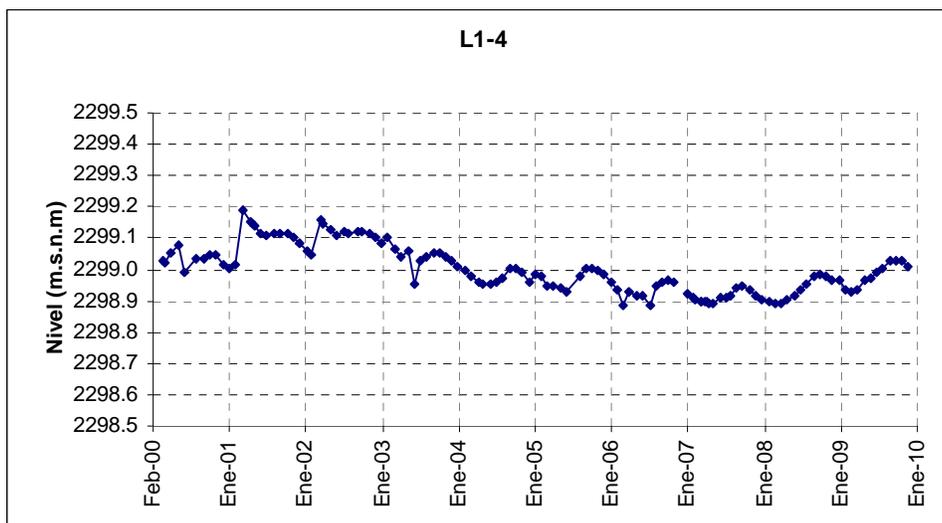


Figura 4.22. Nivel mensual observado en el pozo L1-4.

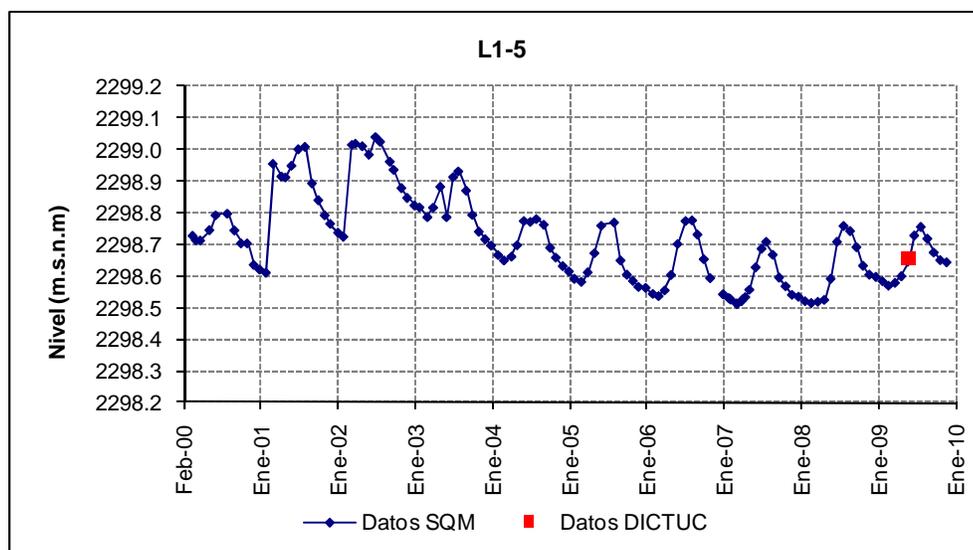


Figura 4.23. Nivel mensual observado en el pozo L1-5.

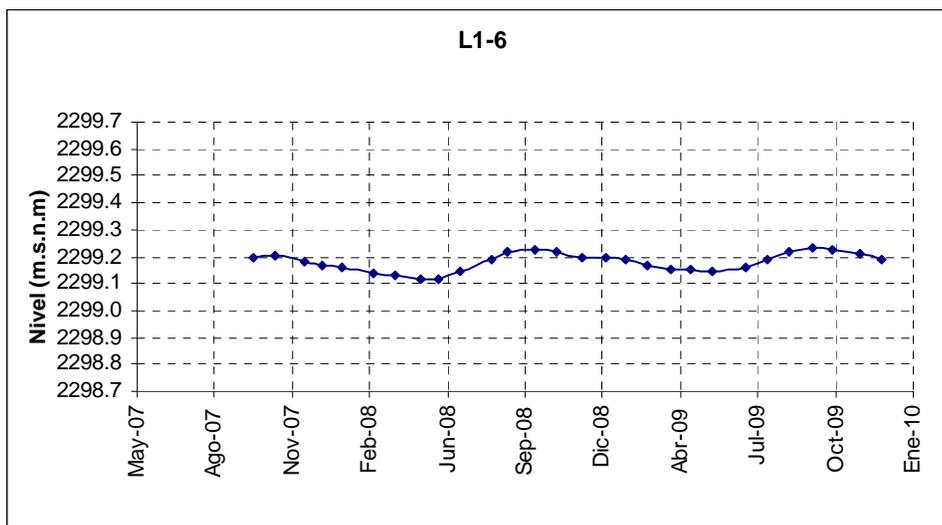


Figura 4.24. Nivel mensual observado en el pozo L1-6.

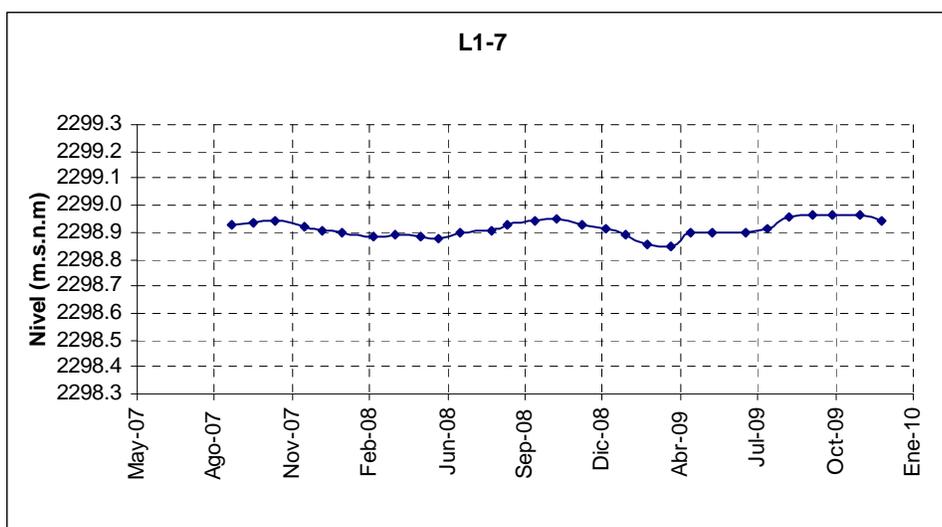


Figura 4.25. Nivel mensual observado en el pozo L1-7.

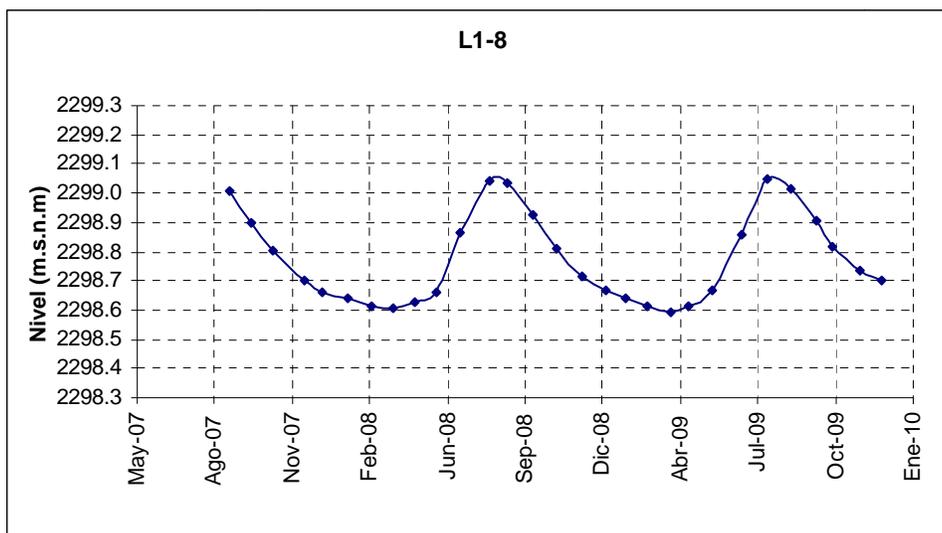


Figura 4.26. Nivel mensual observado en el pozo L1-8.

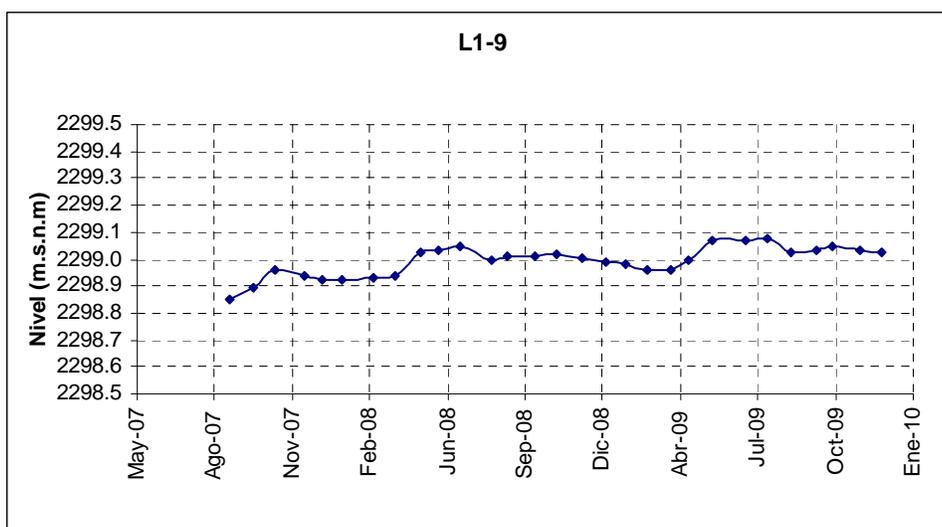


Figura 4.27. Nivel mensual observado en el pozo L1-9.

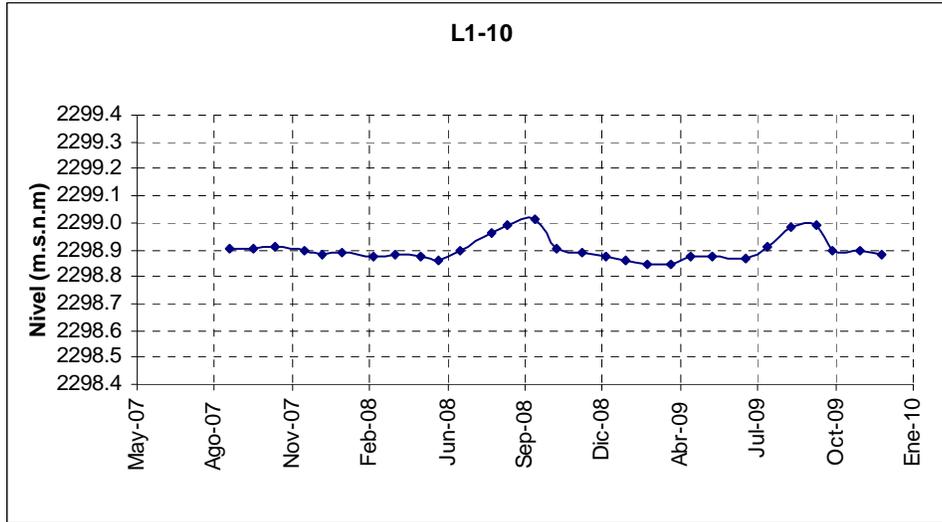


Figura 4.28. Nivel mensual observado en el pozo L1-10.

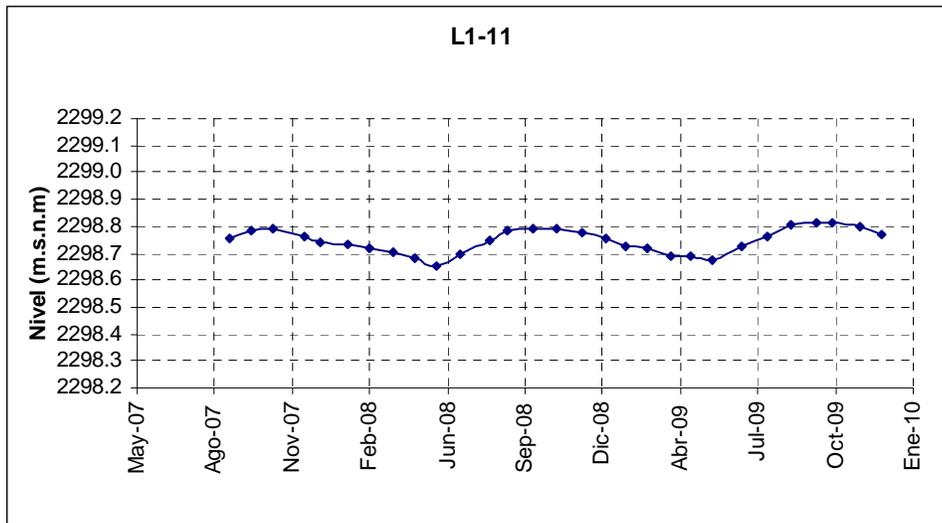


Figura 4.29. Nivel mensual observado en el pozo L1-11.

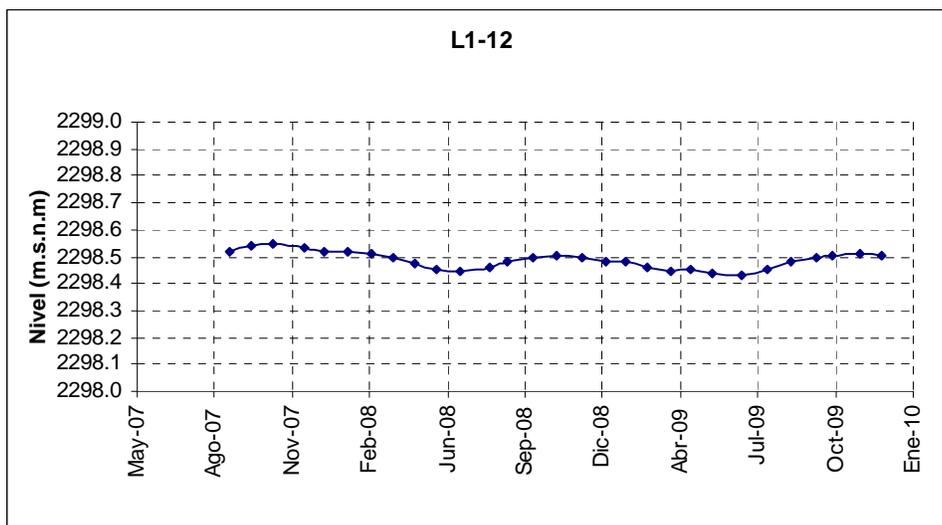


Figura 4.30. Nivel mensual observado en el pozo L1-12.

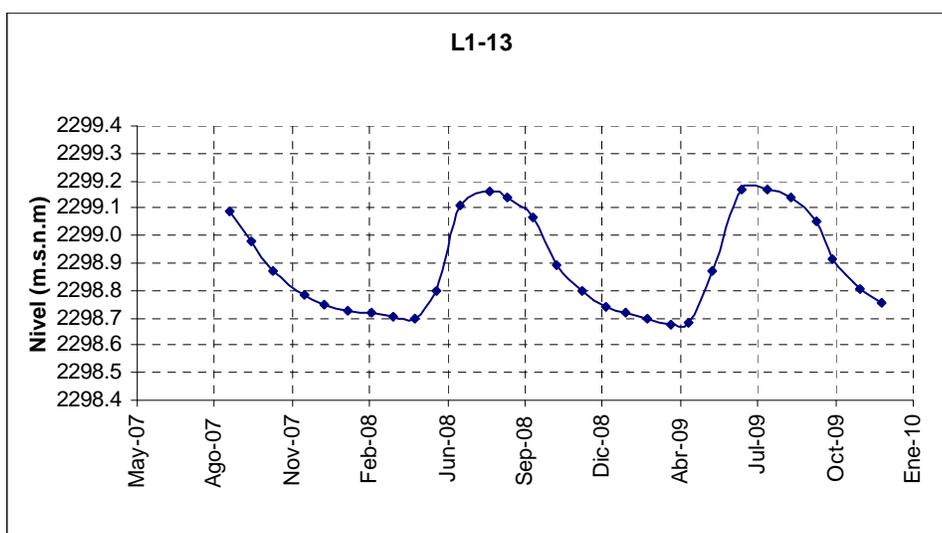


Figura 4.31. Nivel mensual observado en el pozo L1-13.

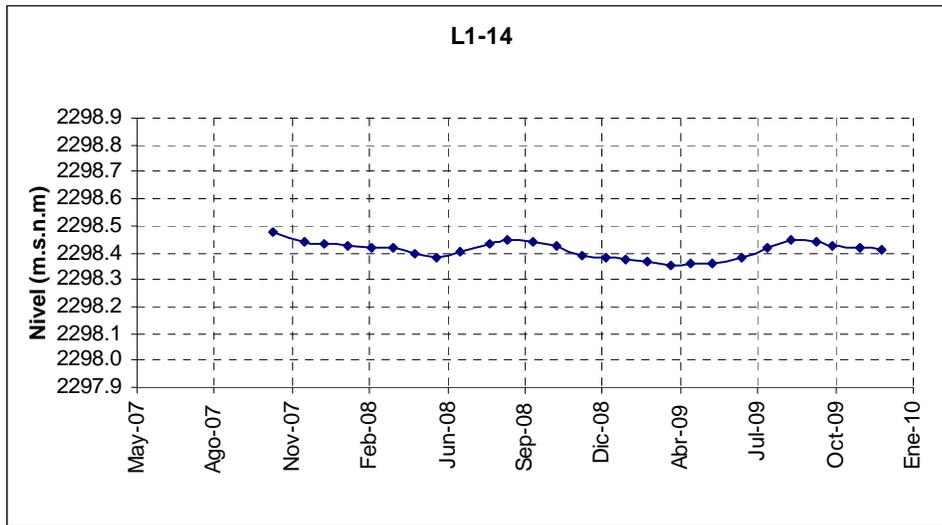


Figura 4.32. Nivel mensual observado en el pozo L1-14.

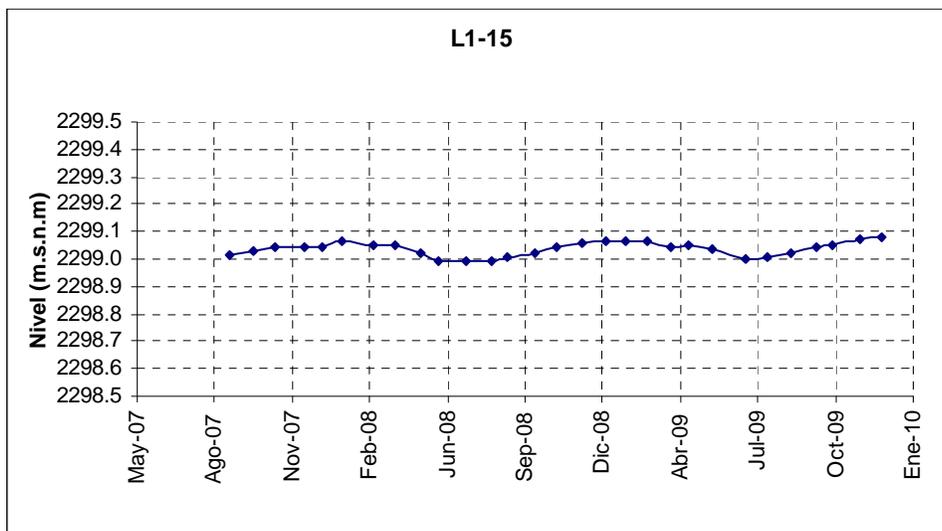


Figura 4.33. Nivel mensual observado en el pozo L1-15.

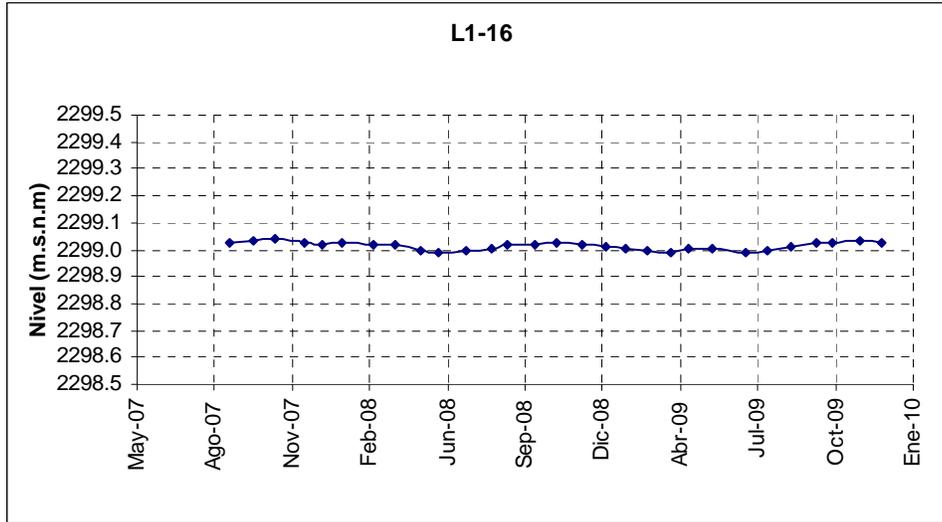


Figura 4.34. Nivel mensual observado en el pozo L1-16.

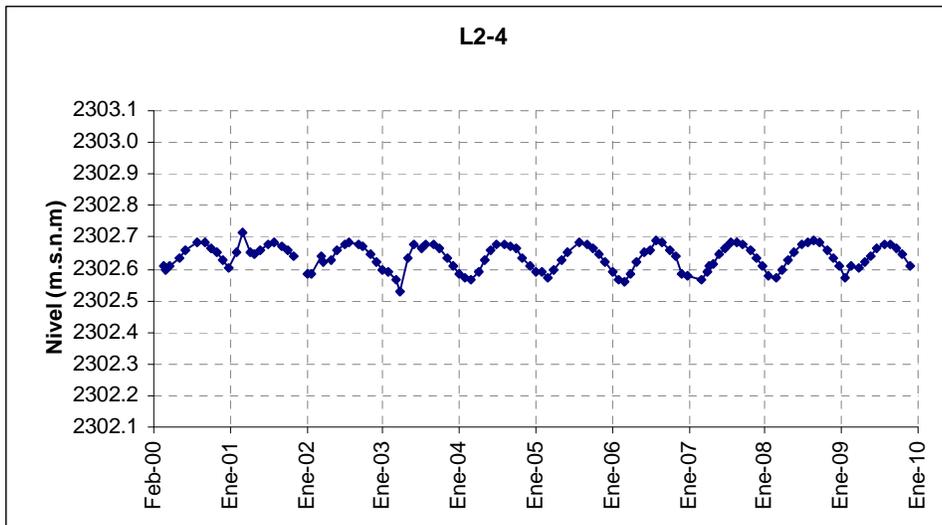


Figura 4.35. Nivel mensual observado en el pozo L2-4.

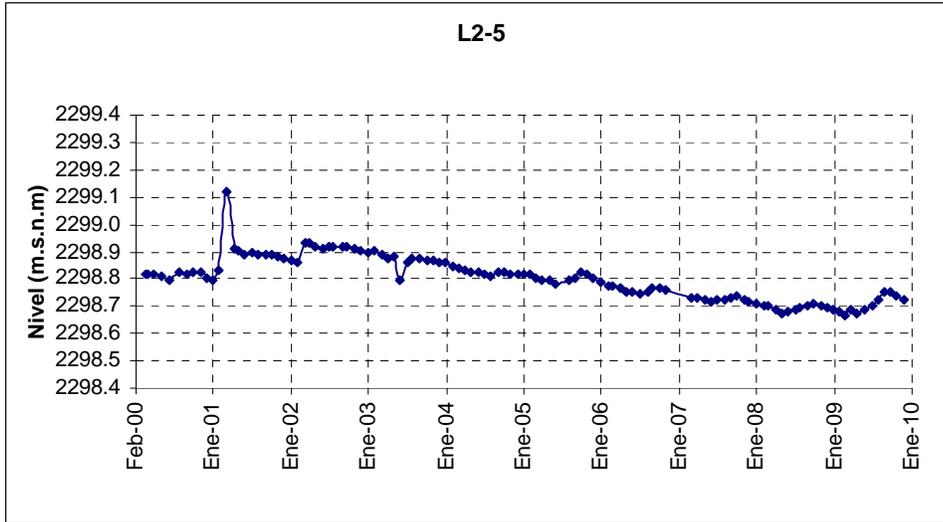


Figura 4.36. Nivel mensual observado en el pozo L2-5.

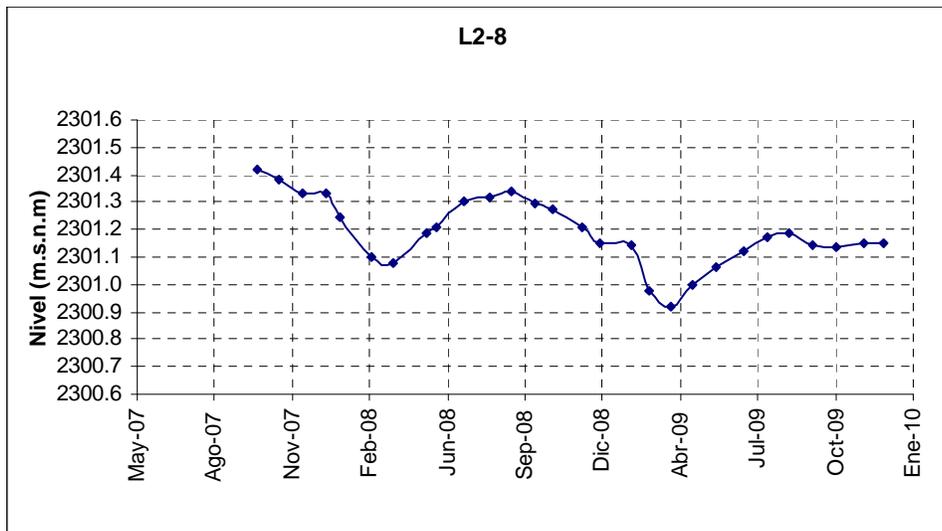


Figura 4.37. Nivel mensual observado en el pozo L2-8.

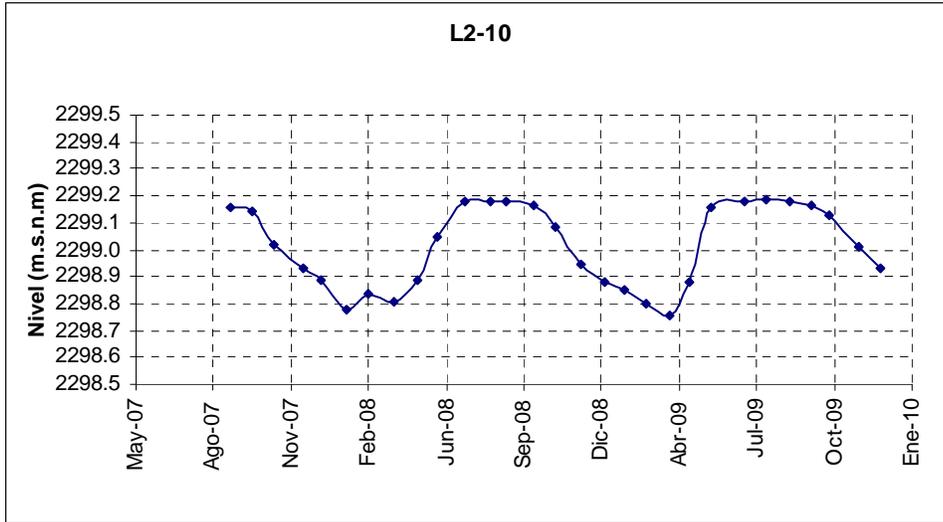


Figura 4.38. Nivel mensual observado en el pozo L2-10.

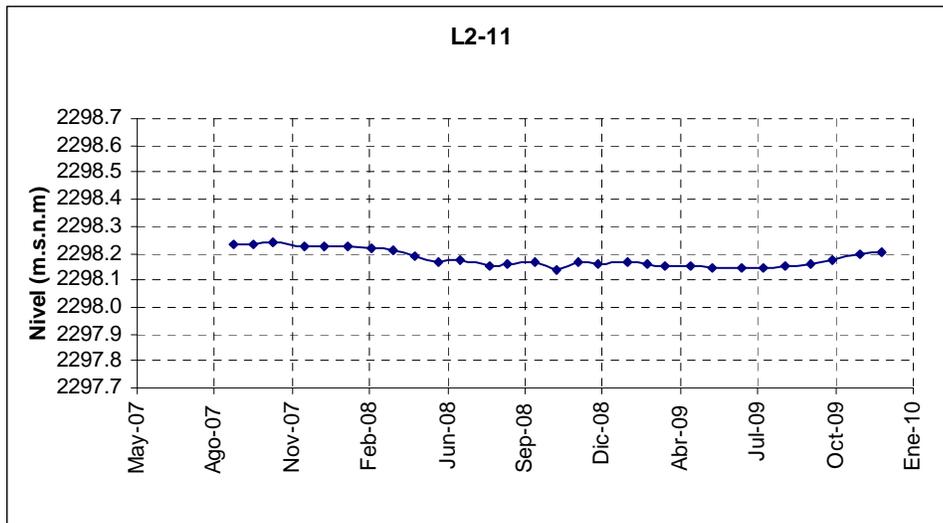


Figura 4.39. Nivel mensual observado en el pozo L2-11.

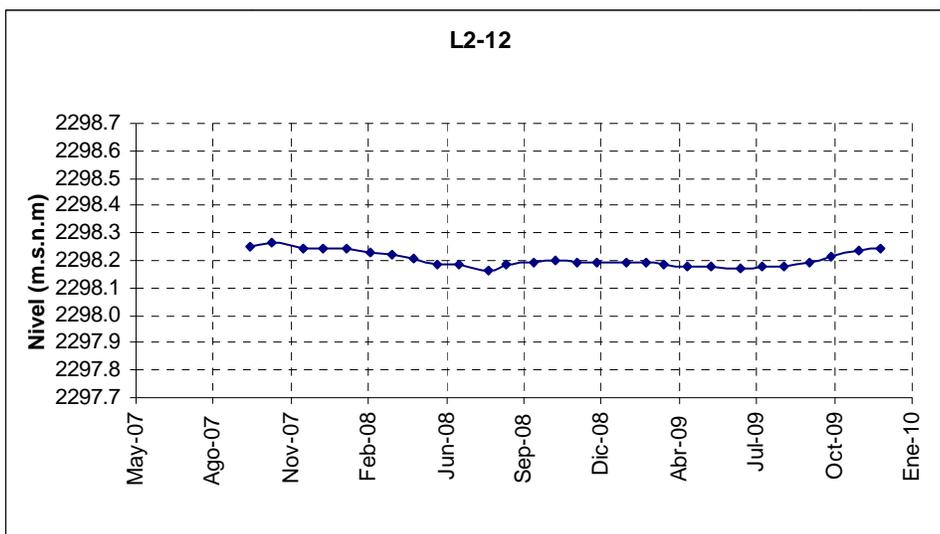


Figura 4.40. Nivel mensual observado en el pozo L2-12.

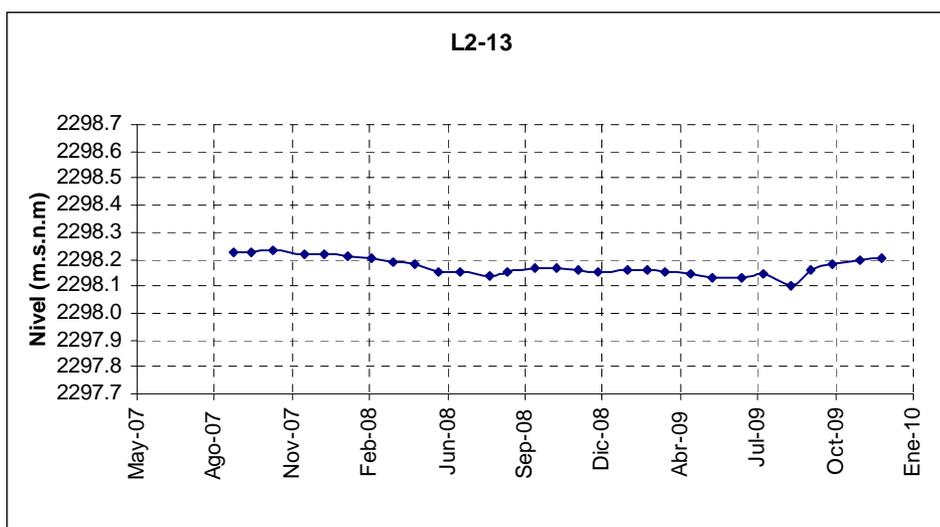


Figura 4.41. Nivel mensual observado en el pozo L2-13.

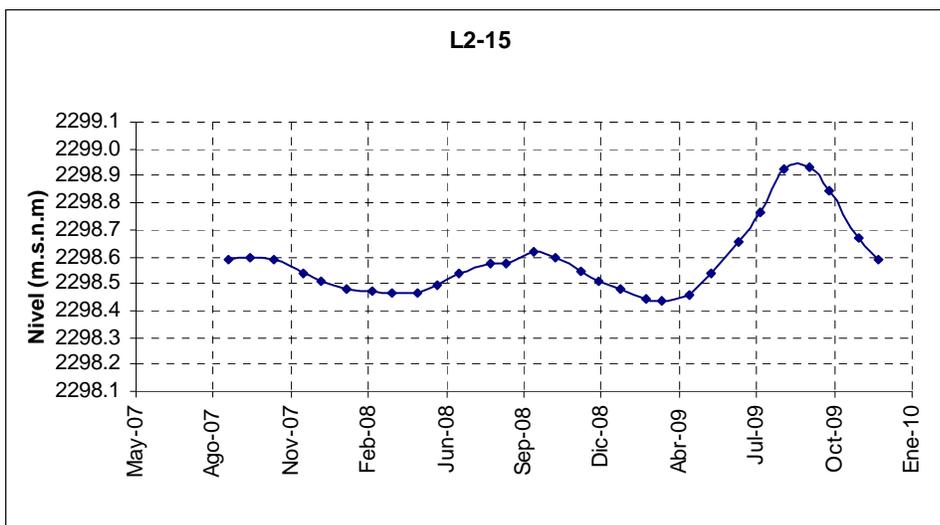


Figura 4.42. Nivel mensual observado en el pozo L2-15.

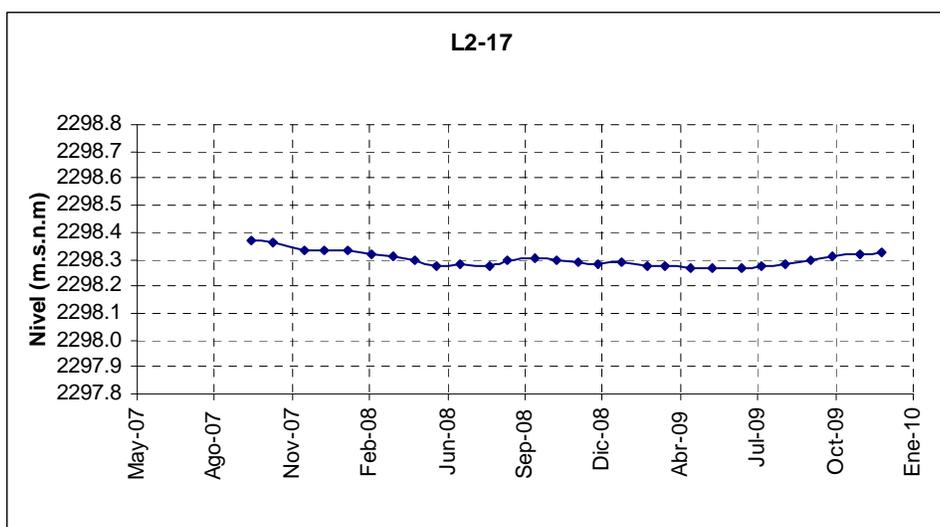


Figura 4.43. Nivel mensual observado en el pozo L2-17.

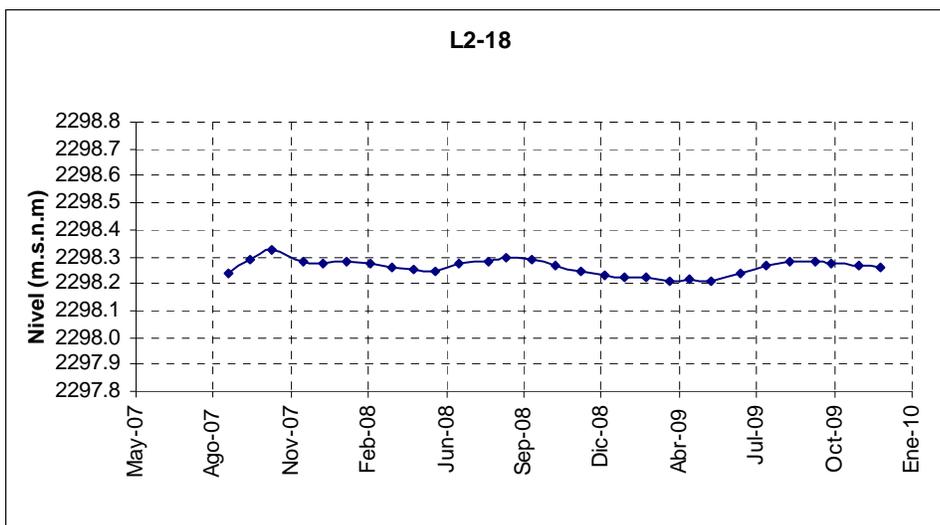


Figura 4.44. Nivel mensual observado en el pozo L2-18.

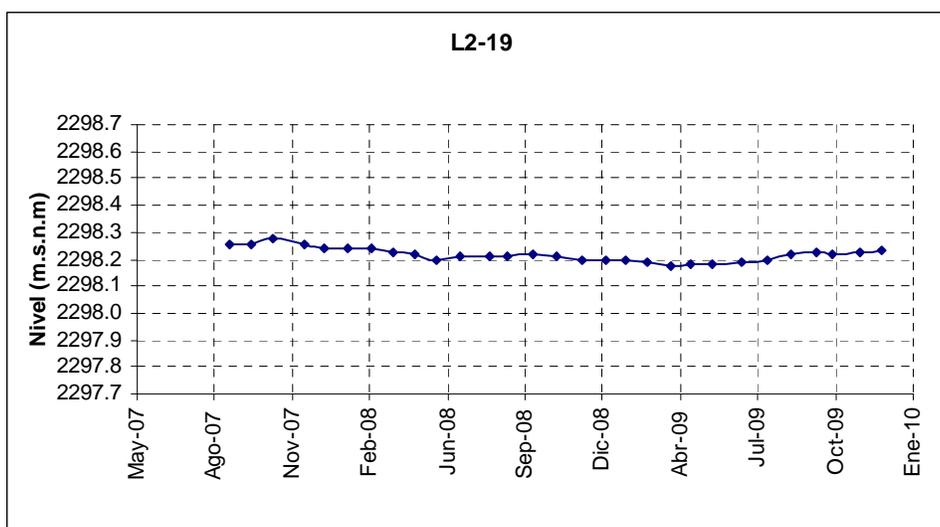


Figura 4.45. Nivel mensual observado en el pozo L2-19.

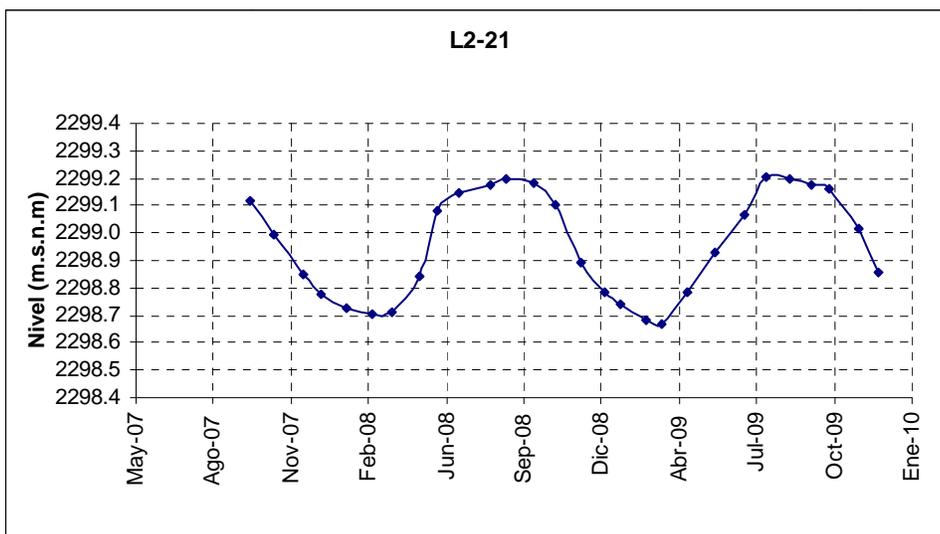


Figura 4.46. Nivel mensual observado en el pozo L2-21.

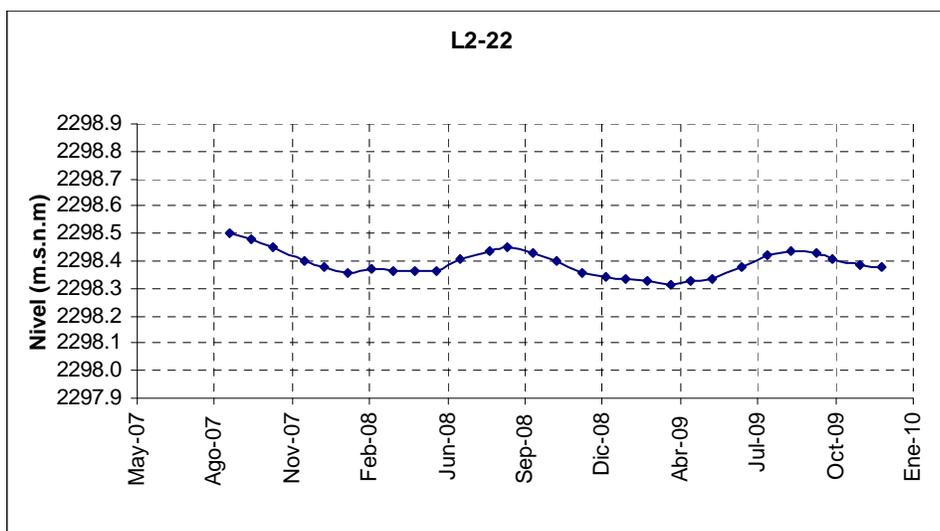


Figura 4.47. Nivel mensual observado en el pozo L2-22.

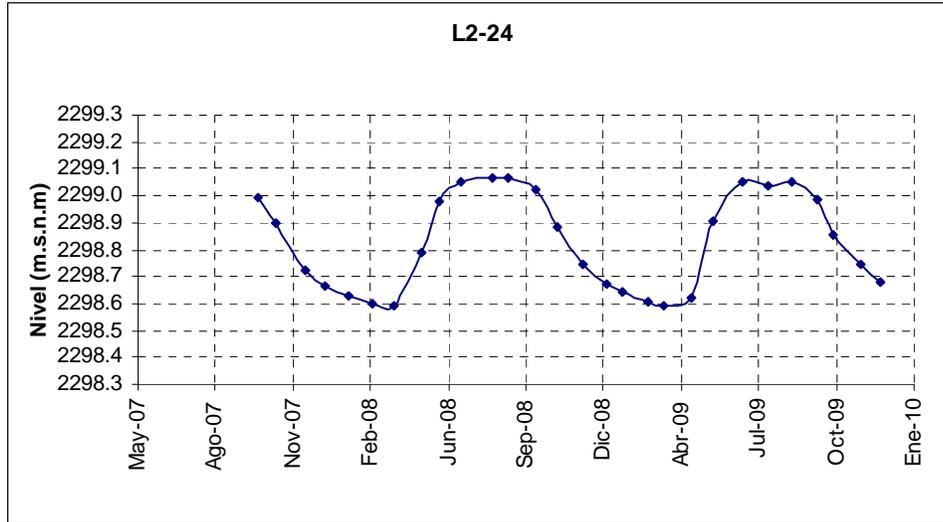


Figura 4.48. Nivel mensual observado en el pozo L2-24.

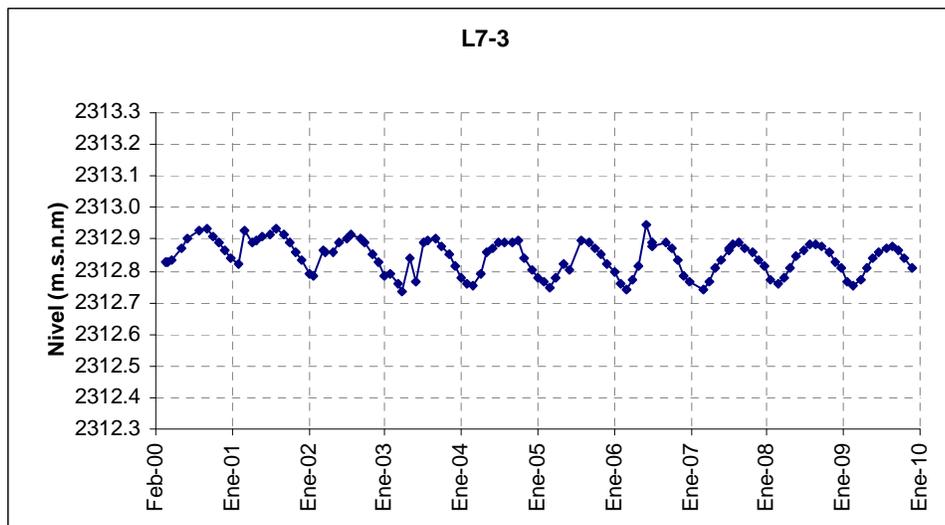


Figura 4.49. Nivel mensual observado en el pozo L7-3.

Dado que el pozo L7-4 tiene datos de medición continua desde mayo de 2007, es necesario presentar el seguimiento de este pozo en dos gráficos. El primero muestra la serie histórica (Figura 4.50) mientras que el segundo (Figura 4.51) muestra los datos a partir de mayo de 2007.

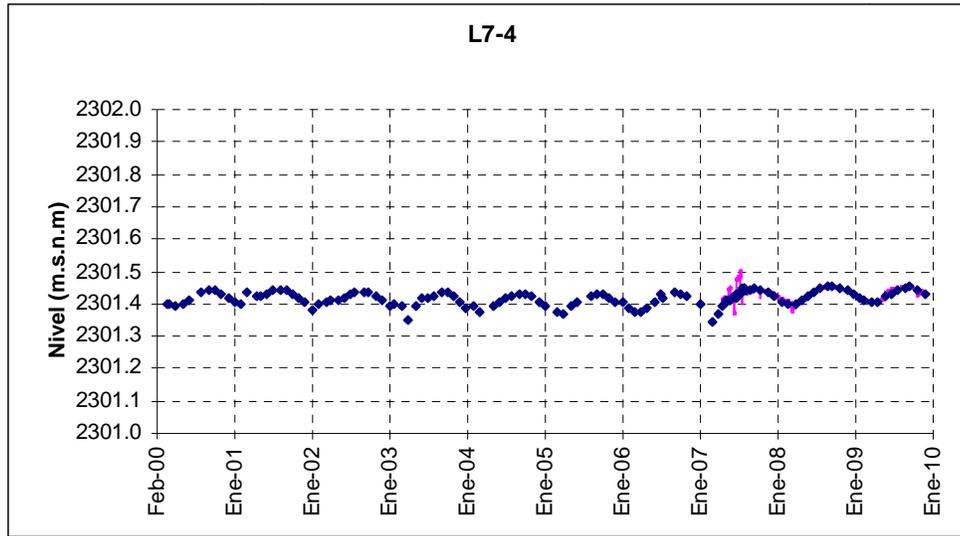


Figura 4.50. Nivel mensual observado en el pozo L7-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

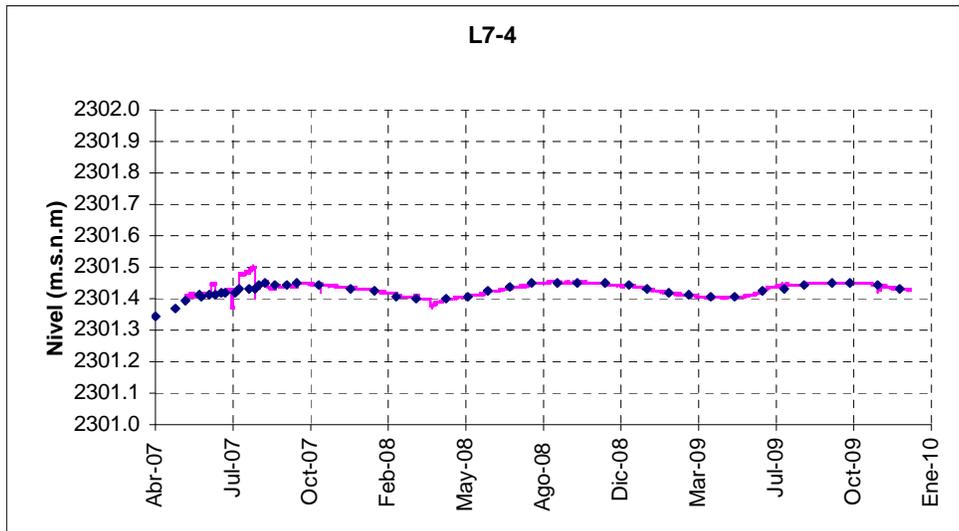


Figura 4.51. Nivel mensual observado en el pozo L7-4 desde el 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

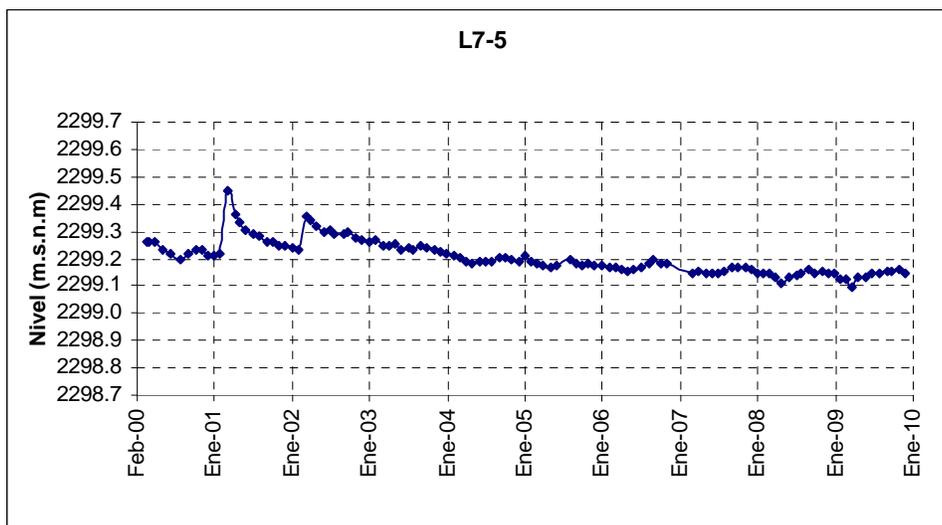


Figura 4.52. Nivel mensual observado en el pozo L7-5.

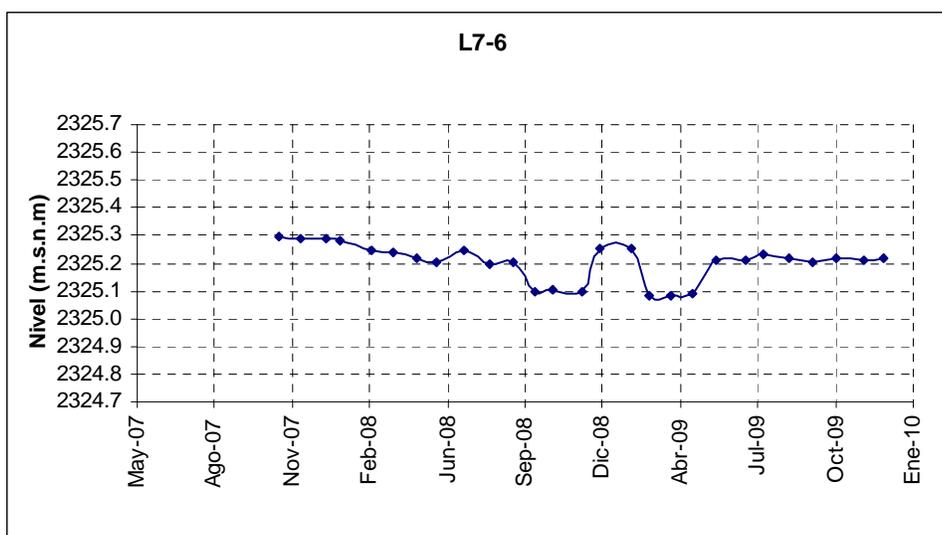


Figura 4.53. Nivel mensual observado en el pozo L7-6.

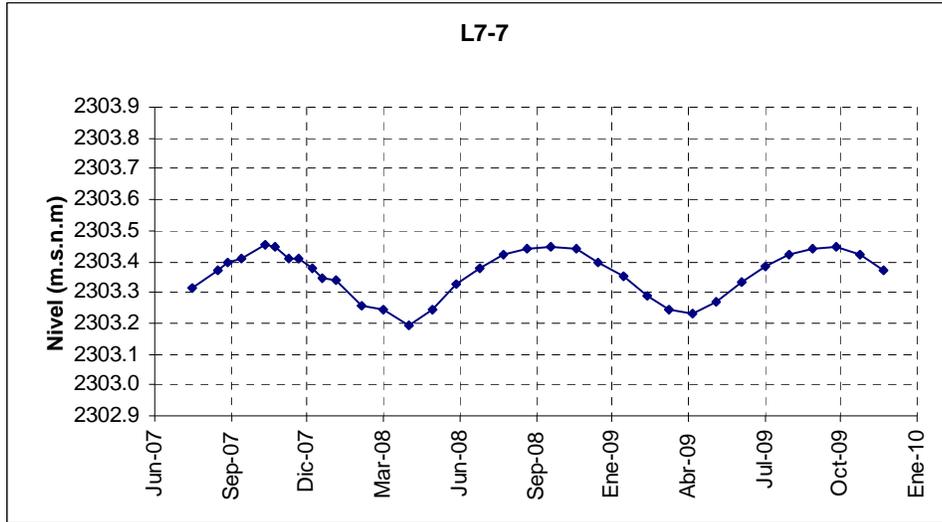


Figura 4.54. Nivel mensual observado en el pozo L7-7.

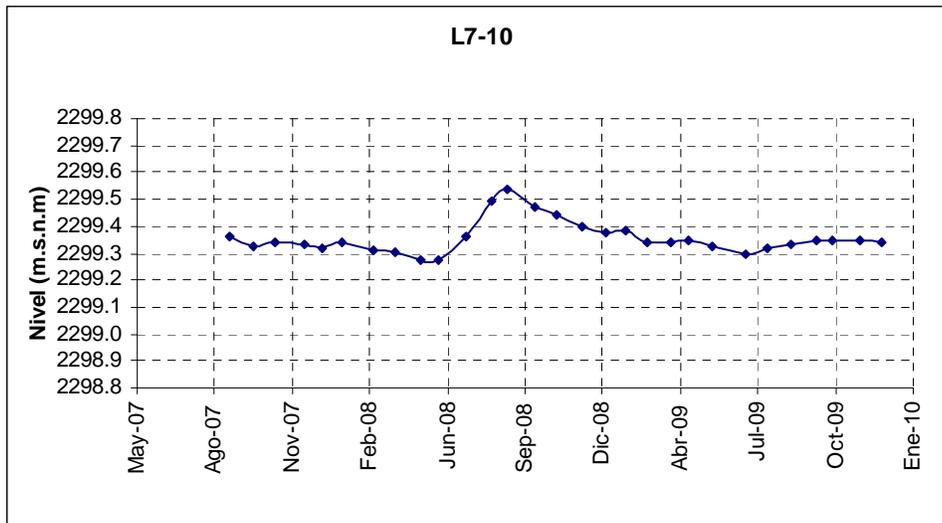


Figura 4.55. Nivel mensual observado en el pozo L7-10.

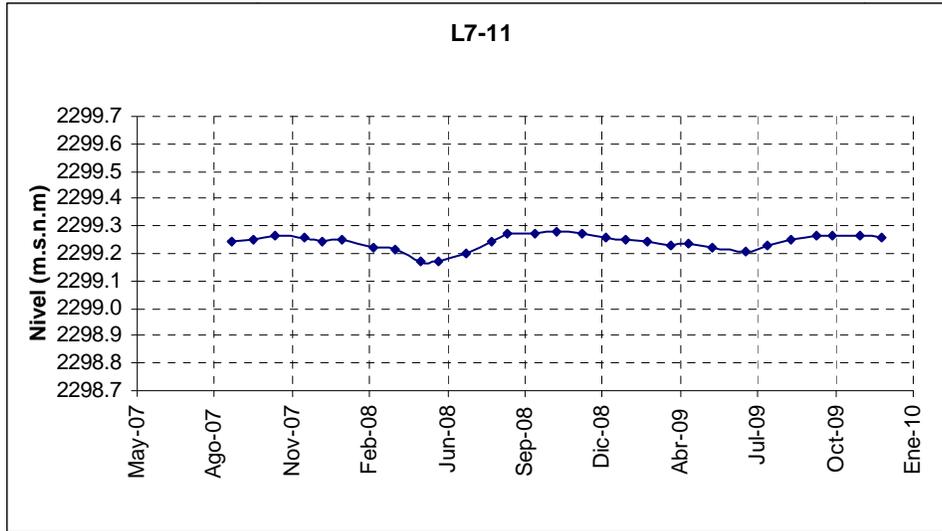


Figura 4.56. Nivel mensual observado en el pozo L7-11.

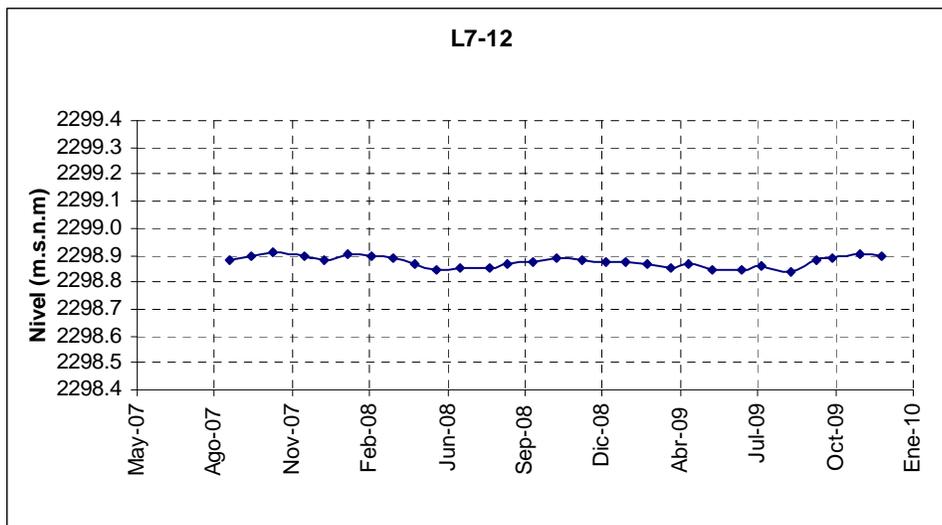


Figura 4.57. Nivel mensual observado en el pozo L7-12.

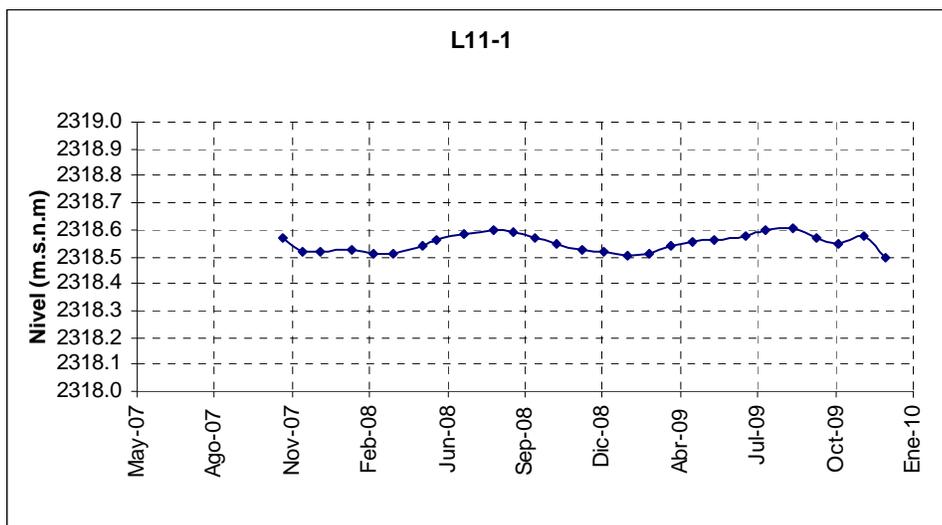


Figura 4.58. Nivel mensual observado en el pozo L11-1.

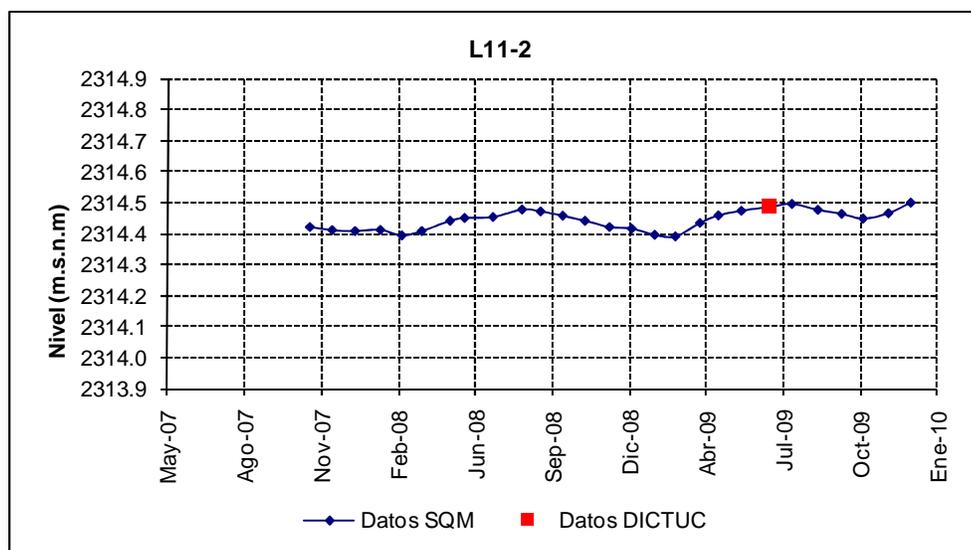


Figura 4.59. Nivel mensual observado en el pozo L11-2.

4.1.1.3. Reglillas

Desde la Figura 4.60 a la Figura 4.70 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 (ubicada al este de la laguna Puilar), Puente San Luis (ubicada

aguas arriba del puente homónimo) y la reglilla L11-G1 (que se ubica en el sector de las nacientes al norte del salar, que alimentan las lagunas de este sistema).

En el gráfico de la reglilla L1-G4 (Figura 4.60) se puede observar los datos históricos en color azul (L1-G4), adicionalmente se presentan en color celeste (L1-G4 M.C.) los niveles manuales medidos cada vez que se descargan datos desde el transductor de presión y en color lila (L1-G4 C.) los niveles registrados por el instrumento. Se debe indicar que dadas las características de este pozo, en este punto (L1-G4) se tuvo que construir manualmente una estructura que soportara el transductor de presión. Dicha estructura consiste en un tubo de PVC ranurado en su parte inferior, y que en su interior aloja el transductor de presión.

Las mediciones continuas de nivel de las reglillas L1-G4, L7-G2 y Puente San Luis se presentan en la Figura 4.61, Figura 4.64 y Figura 4.67 respectivamente.

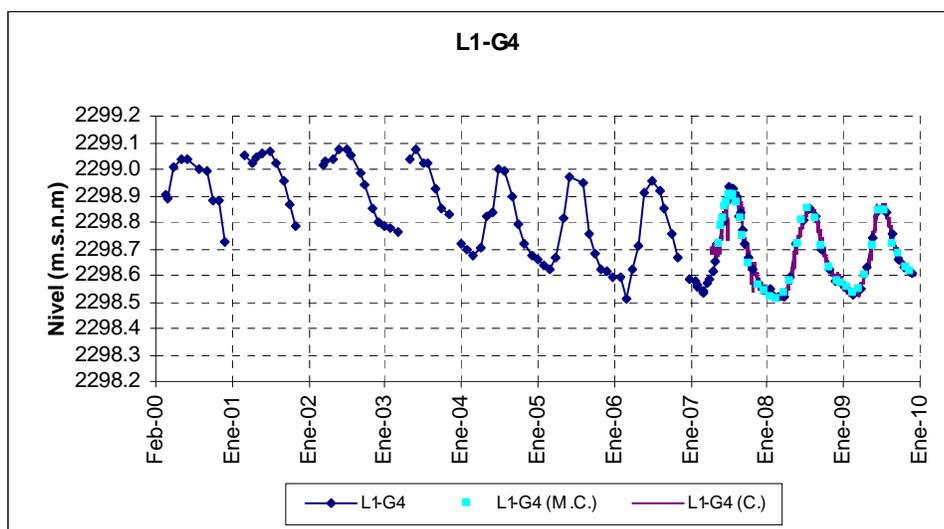


Figura 4.60. Nivel observado en la reglilla L1-G4. (Línea lila: medición continua; línea azul: medición manual en antigua reglilla; puntos celestes: medición manual en reglilla nueva con medición continua).

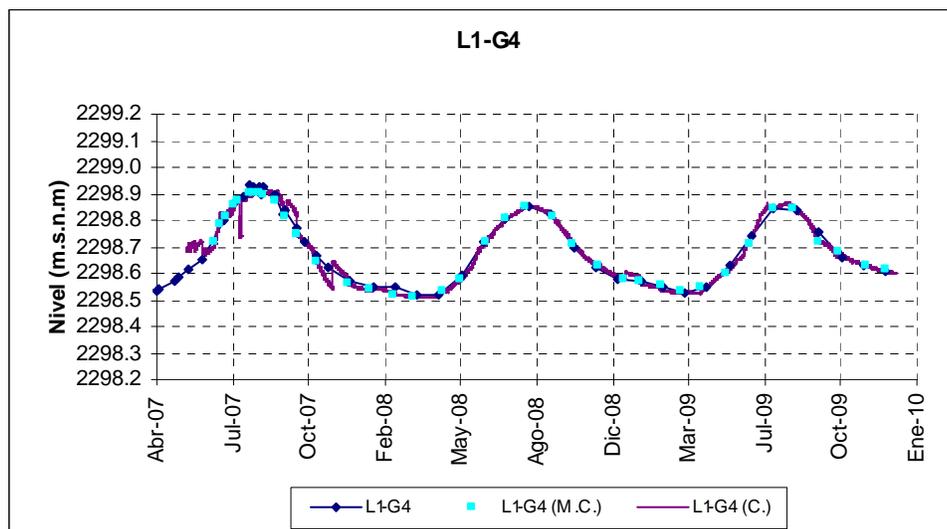


Figura 4.61. Nivel observado en la reglilla L1-G4 desde el 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea lila: medición continua; Línea azul: medición manual en antigua reglilla; Puntos celestes: medición manual en reglilla nueva con medición continua).

Se destaca el gran ascenso del nivel freático durante el invierno 2009 en la Reglilla L7-G1 (Figura 4.62). En esta, el nivel de la napa históricamente se encontraba unos centímetros por debajo de la superficie de la costra, sin embargo durante el último invierno se observó por encima de la costra (Véase Fotografía 4.1-1).

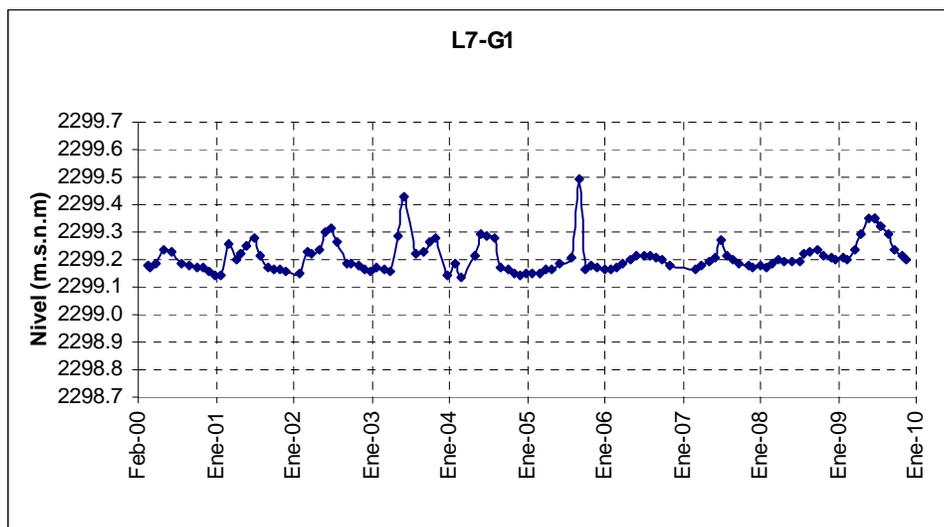


Figura 4.62. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G1.



Fotografía 4.1-1. Reglilla L7-G1. Aumento de nivel freático.

Por petición de CONAF se construyó manualmente un pozo de 80 cm de profundidad aledaño a la reglilla L7-G2 para poder registrar el nivel de agua de manera continua. Esto con la finalidad de registrar datos de nivel durante la época de nidificación de flamencos y así contar con información incluso cuando exista prohibición de ingreso al área.

En la Figura 4.64 se puede contrastar la continuidad de datos registrados en el transductor

de presión, en color burdeo (L7-G2 C.), con los datos históricos registrados manualmente, en color azul (L7-G2). En general, se puede observar que los niveles en esta reglilla han permanecido prácticamente constantes desde octubre de 2001.

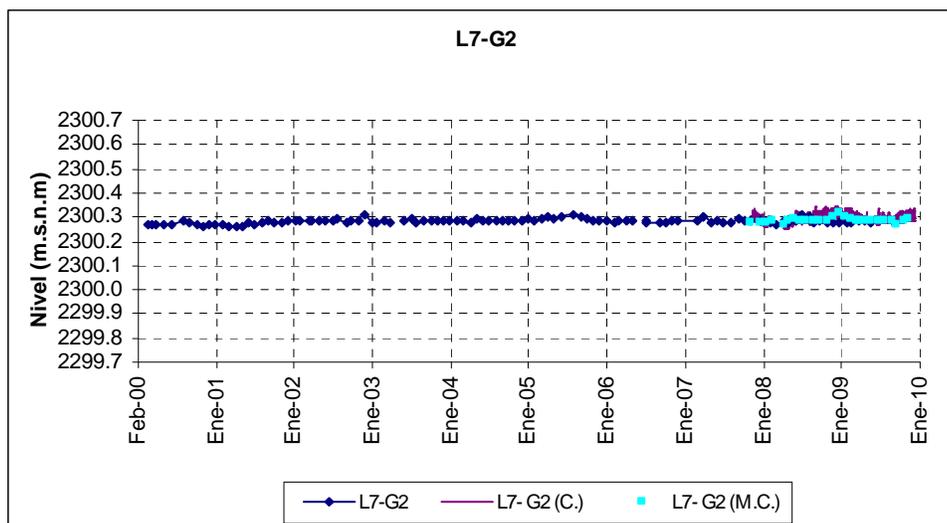


Figura 4.63. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G2. (Línea magenta: Medición continua; Línea azul: Medición manual en antigua reglilla; Puntos celeste: Medición manual en reglilla nueva con medición continua).

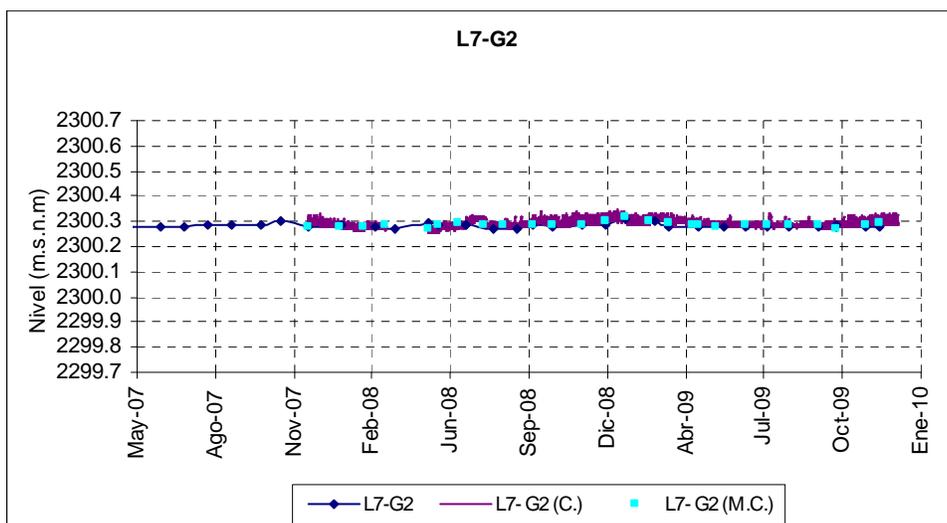


Figura 4.64. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G2 desde el 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea burdeo: Medición continua; Línea azul: Medición manual en antigua reglilla; Puntos celeste: Medición manual en reglilla nueva con medición continua).

Para efectos de comparación y unificación de los registros de niveles medidos tanto por CONAF como por SQM (previo al inicio del proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” y posterior al inicio del monitoreo de este proyecto), se procedió a georeferenciar todas las reglillas aledañas al puente San Luis (antiguas y nuevas), las cuales se aprecian en la Figura 4.65.

En este sector se presentan tres grupos de puntos de medición: a) aguas arriba del puente San Luis, donde existen dos reglillas que han sido monitoreadas históricamente por SQM (Reglilla puente San Luis nueva y antigua), la reglilla nueva es usada actualmente para soportar el transductor de presión que registra niveles de manera continua (se realizan además mediciones manuales en este punto), los cuales se registran desde septiembre de 2007 hasta la actualidad; b) aforo puente San Luis, que corresponde a la medición que se realiza en la estación de aforo (Estación de aforo Puente San Luis) y que presenta mediciones manuales y continuas; y, c) aguas abajo del puente San Luis, donde existen dos grupos de reglillas, unas medidas e instaladas por SQM (Reglilla Burro Muerto), monitoreada desde septiembre de 2007, y otras que corresponden a reglillas instaladas por CONAF (Limnómetro Conaf y Reglilla Conaf).

Cabe indicar que cuando se menciona un limnómetro se hace referencia a un instrumento de medición de la altura de la columna de agua, que consiste en una regla de madera u otro material que se encuentra graduado, lo que permite leer el nivel directamente de la instalación. La reglilla por su parte no se encuentra graduada, por lo que la lectura del nivel se realiza midiendo la distancia entre el tope de la reglilla y el espejo de agua, mediante un flexómetro o freatómetro.

Para apreciar de mejor manera los datos registrados en la reglilla Puente San Luis (aguas arriba del puente) se presentan dos gráficos, el primero (Figura 4.66) corresponde a la serie histórica, mientras que el segundo (Figura 4.67) corresponde a los datos registrados a partir de mayo de 2007, mes en el cual se iniciaron los monitoreos de los pozos del PC.

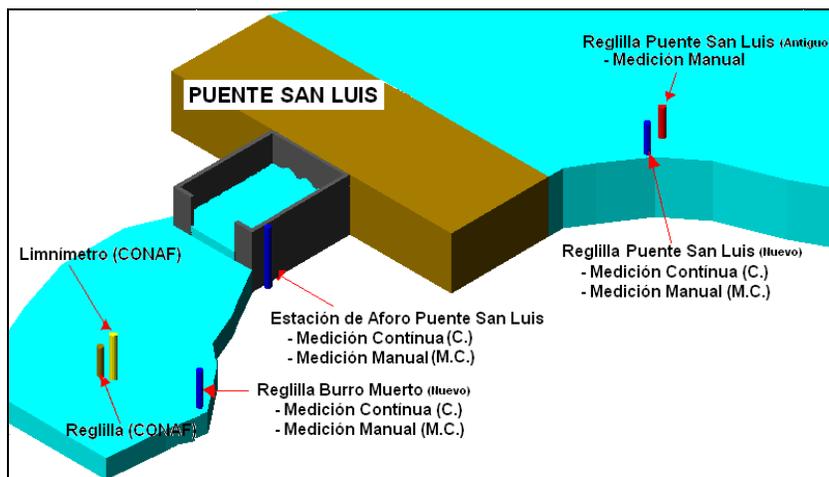


Figura 4.65. Representación gráfica de las reglillas instaladas en torno al Puente San Luis.

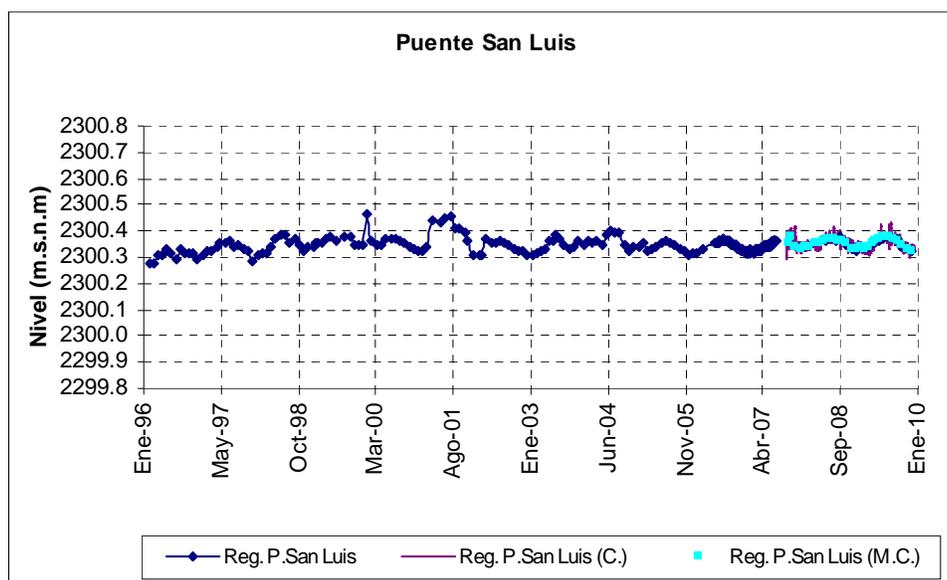


Figura 4.66. Nivel mensual observado en la reglilla Puente San Luis (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual).

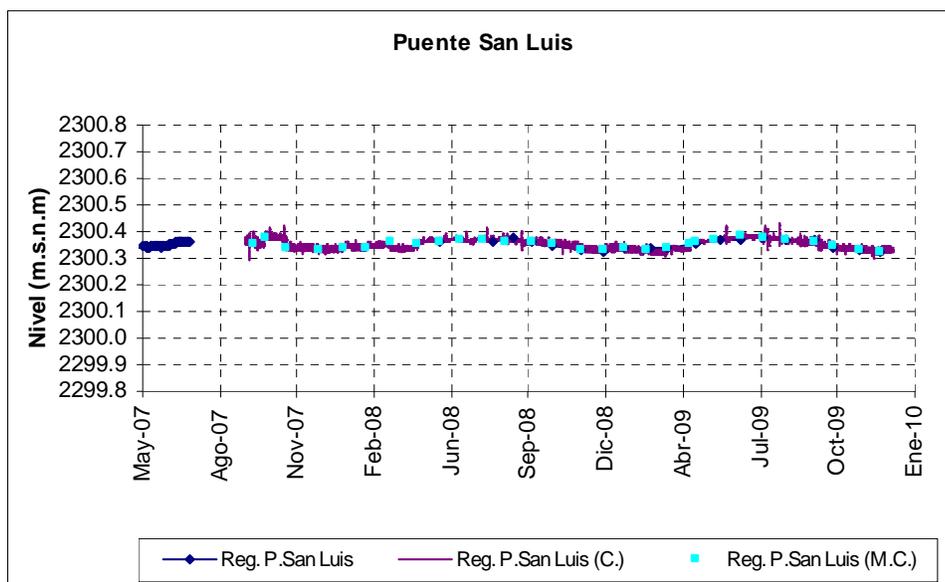


Figura 4.67. Nivel mensual observado en la reglilla Puente San Luis desde el 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual).

De igual modo que para las reglillas anteriores, para apreciar de mejor manera los datos registrados en la reglilla Burro Muerto se construyeron dos gráficos, el primero (Figura 4.68) corresponde a la serie histórica, mientras que el segundo (Figura 4.69) corresponde a los datos registrados a partir de mayo de 2007, mes de inicio del monitoreo de los pozos del PC.

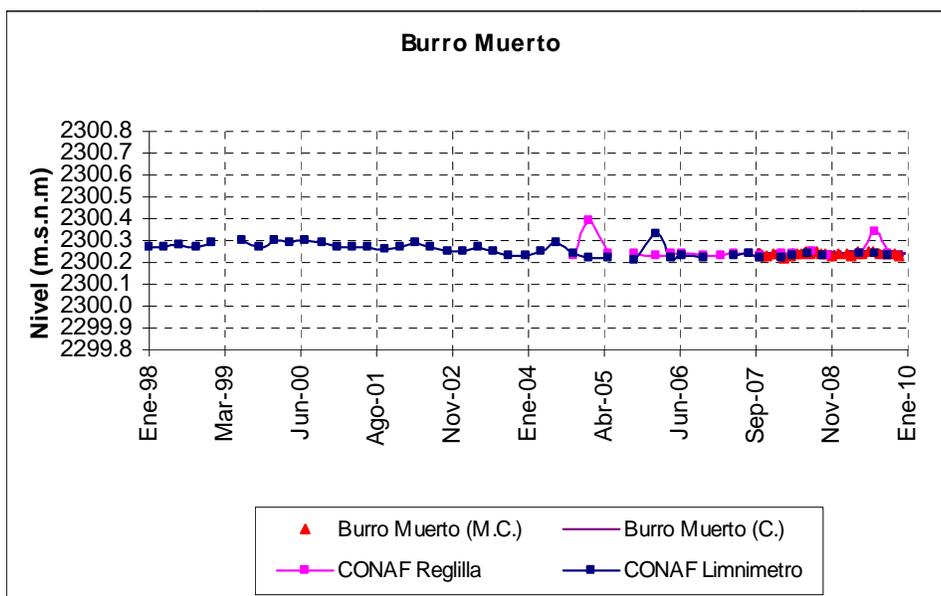


Figura 4.68. Nivel mensual observado en la reglilla Burro Muerto “C.” medición continua, “M.C.” medición manual).

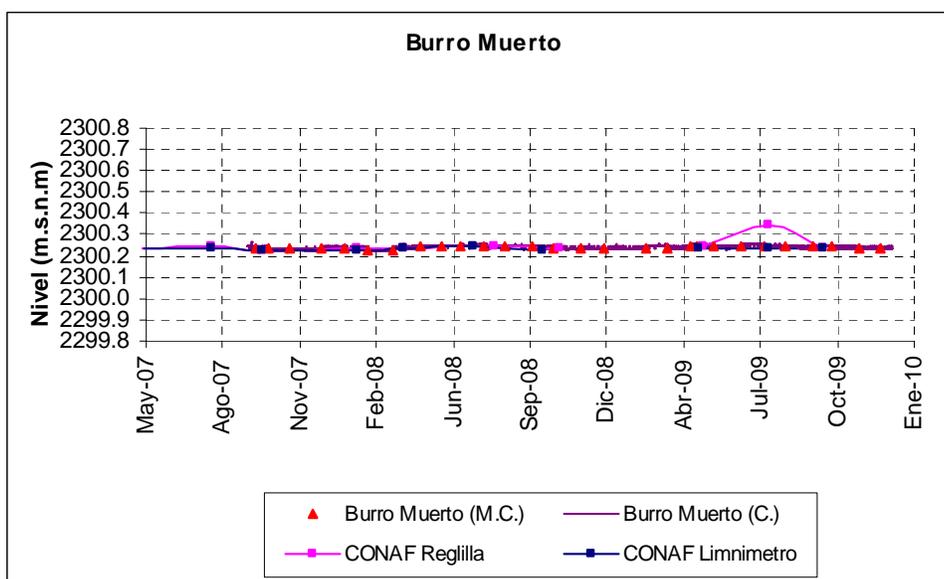


Figura 4.69. Nivel mensual observado en la reglilla Burro Muerto desde el 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual).

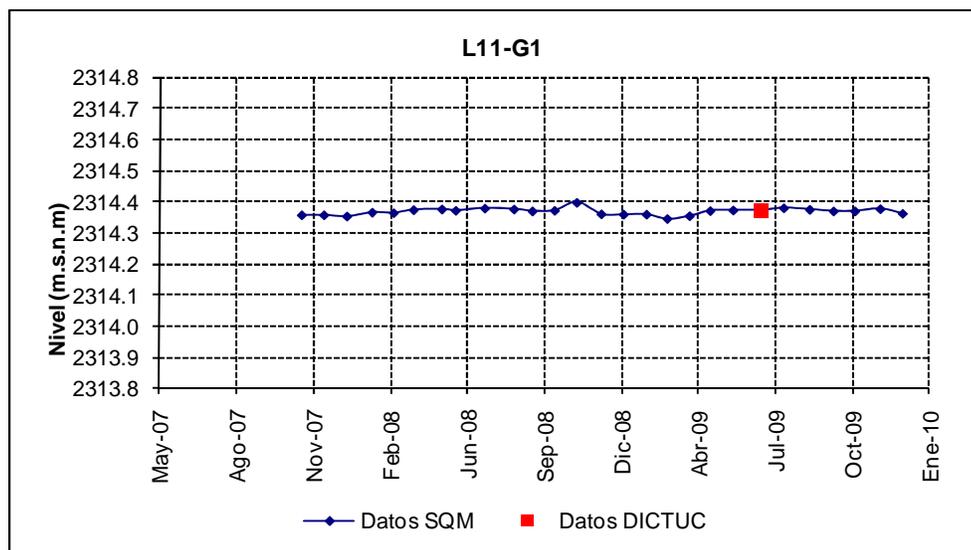


Figura 4.70. Nivel mensual observado en la reglilla L11-G1.

4.1.1.4. Pozos con medición continua de nivel

A continuación se muestran los niveles de 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 en aquellos pozos que poseen alta variabilidad en la densidad del agua subterránea, por lo que se deben ajustar los transductores de presión constantemente.

Simultáneamente a la medición continua se midió 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. En la actualidad, la medición manual se realiza mensualmente.

Los transductores de presión instalados en los pozos P1-6, L2-9, P2-2, P2-3 y L2-23, inicialmente 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. Cabe señalar que después de la reposición de todos los transductores de presión no se observaron valores anómalos.

De la Figura 4.71 a la Figura 4.77 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 tanto, desde la Figura 4.78 a la Figura 4.85 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. Finalmente, en la Figura 4.86 se aprecian los niveles del pozo 2021.

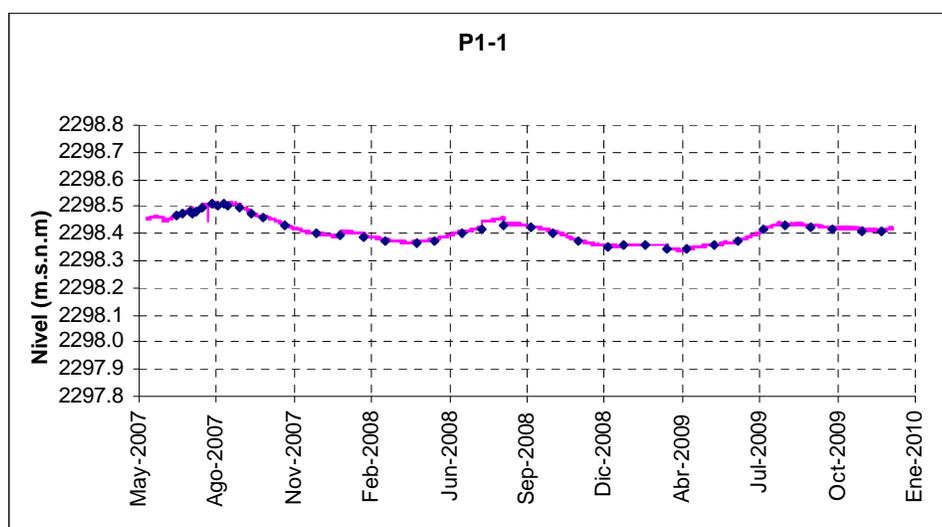


Figura 4.71. Nivel observado en el pozo P1-1, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

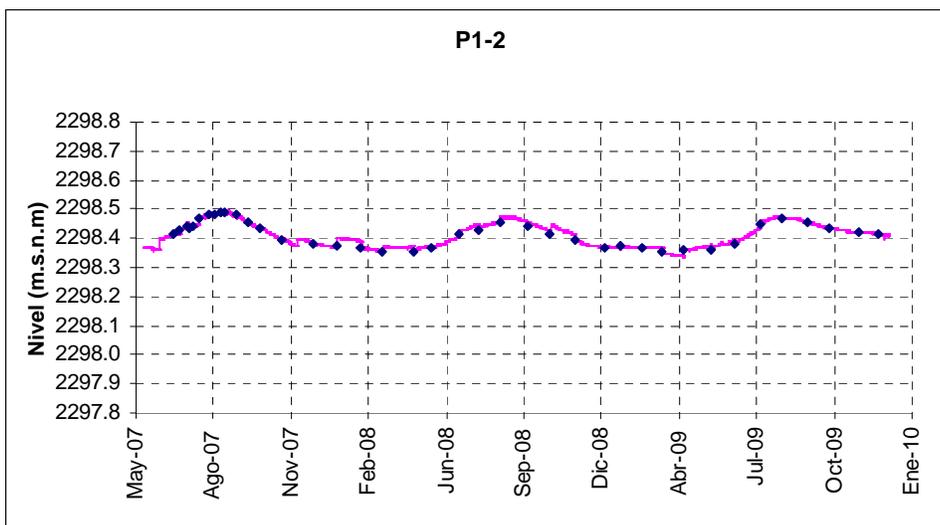


Figura 4.72. Nivel observado en el pozo P1-2, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

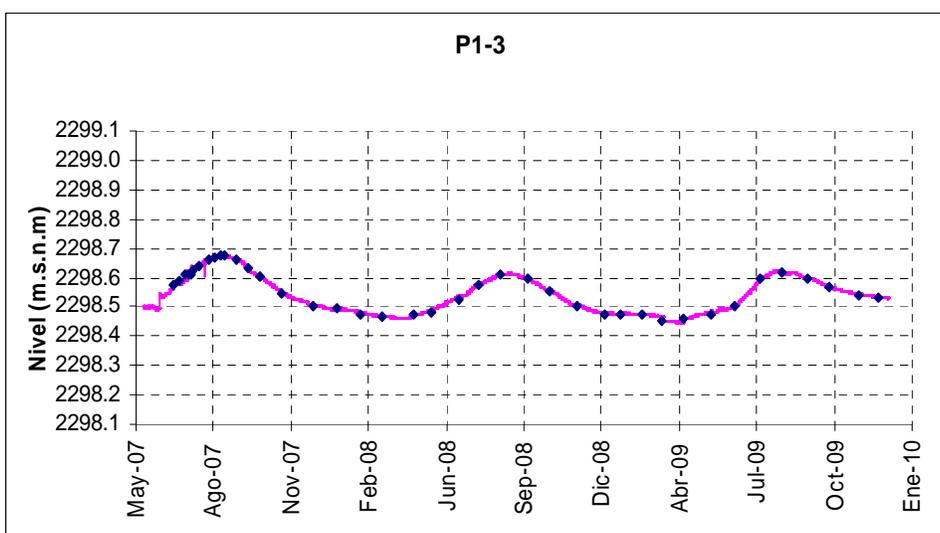


Figura 4.73. Nivel observado en el pozo P1-3, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

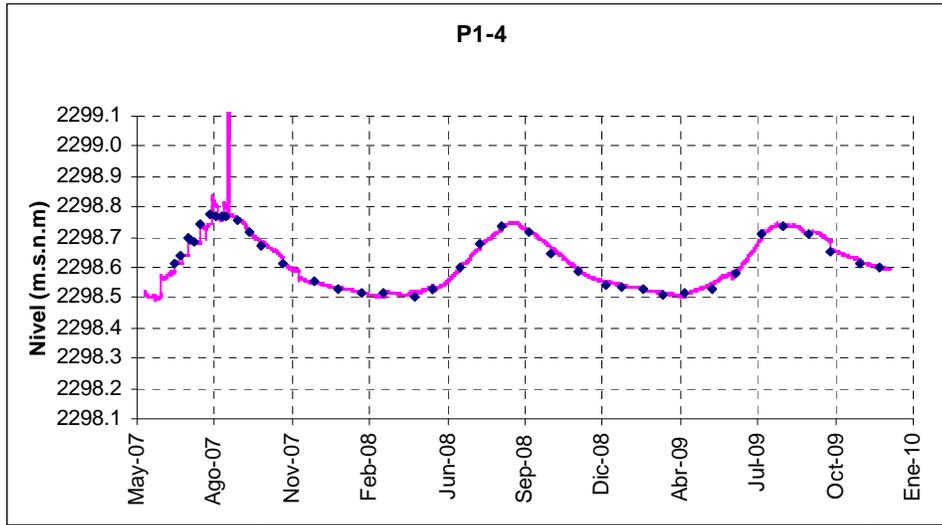


Figura 4.74. Nivel observado en el pozo P1-4, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

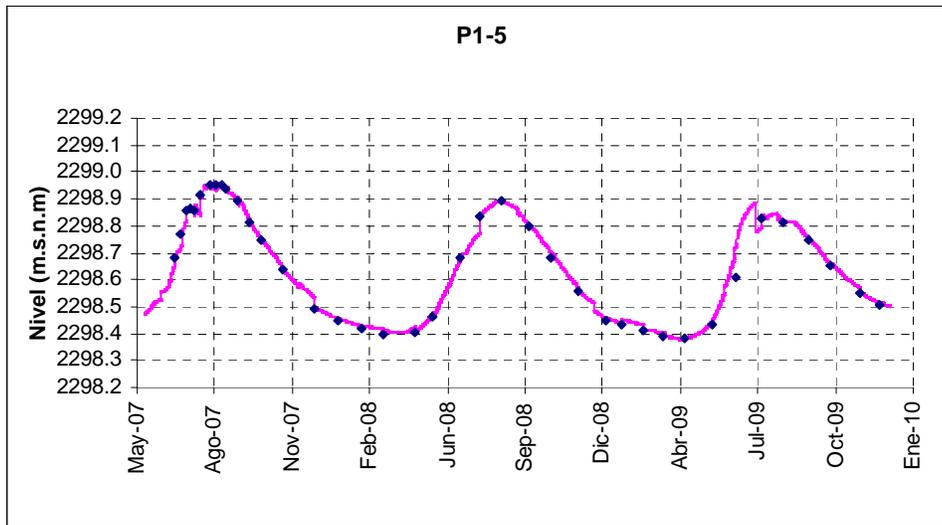


Figura 4.75. Nivel observado en el pozo P1-5, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

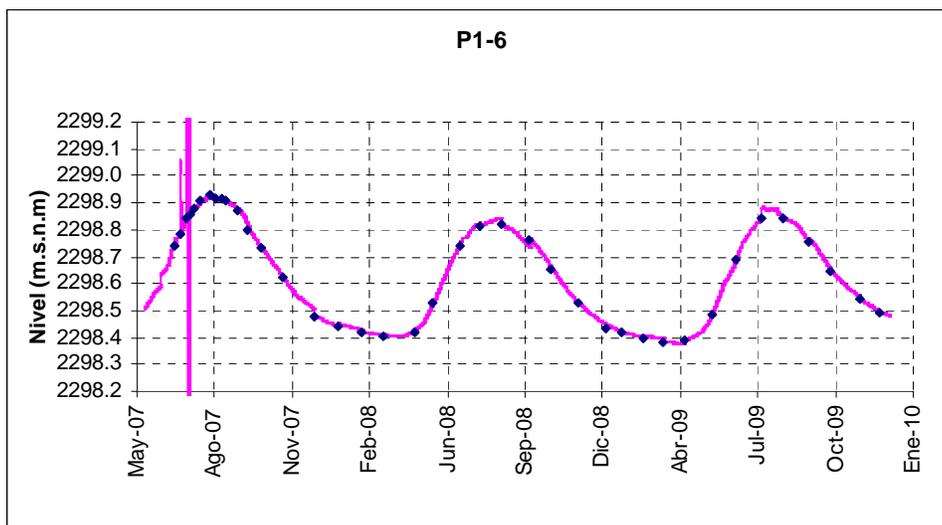


Figura 4.76. Nivel observado en el pozo P1-6, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

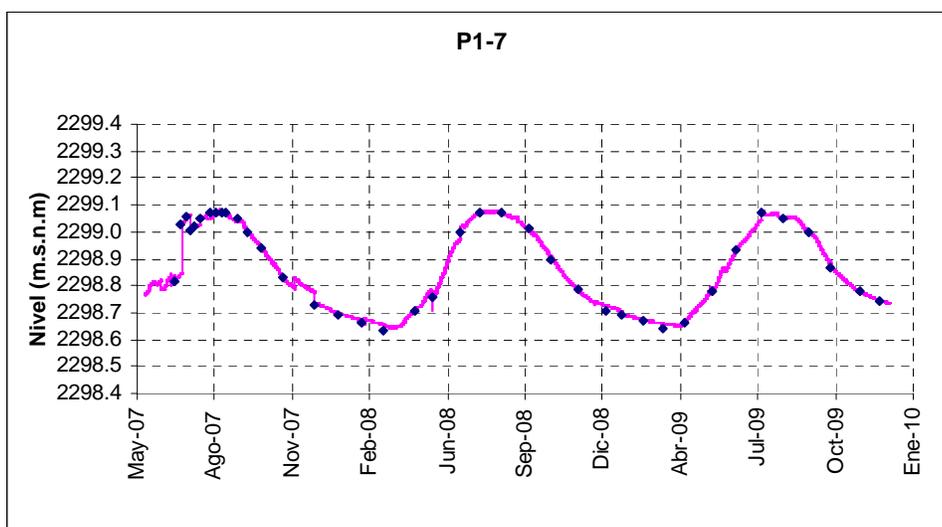


Figura 4.77. Nivel observado en el pozo P1-7, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

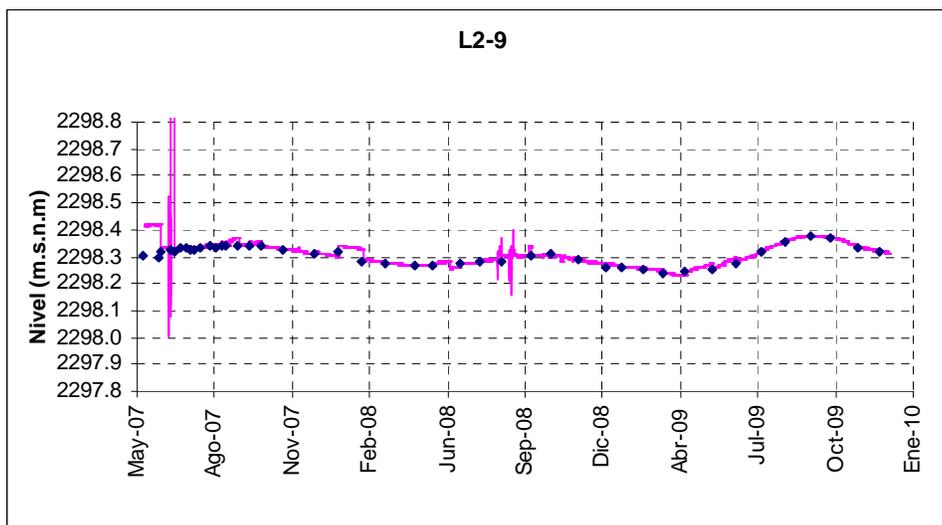


Figura 4.78. Nivel observado en el pozo L2-9, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

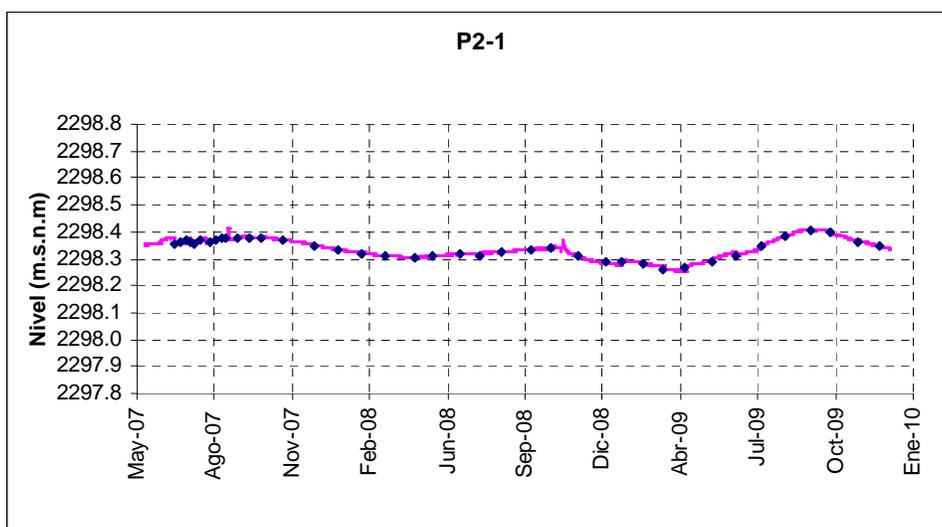


Figura 4.79. Nivel observado en el pozo P2-1, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

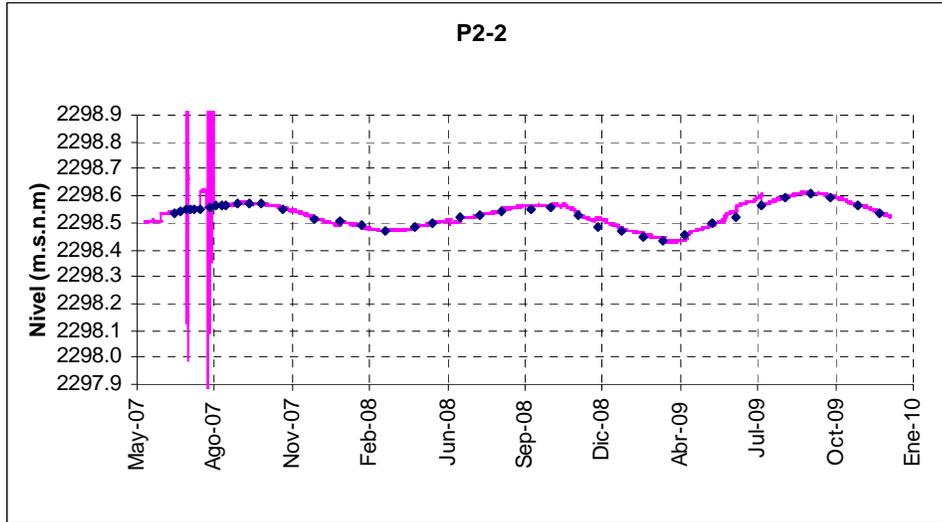


Figura 4.80. Nivel observado en el pozo P2-2, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

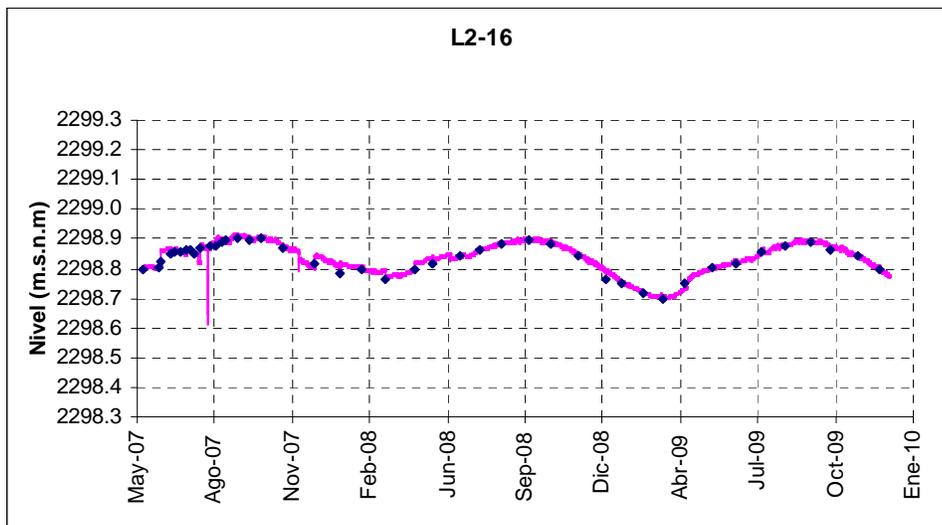


Figura 4.81. Nivel observado en el pozo L2-16, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

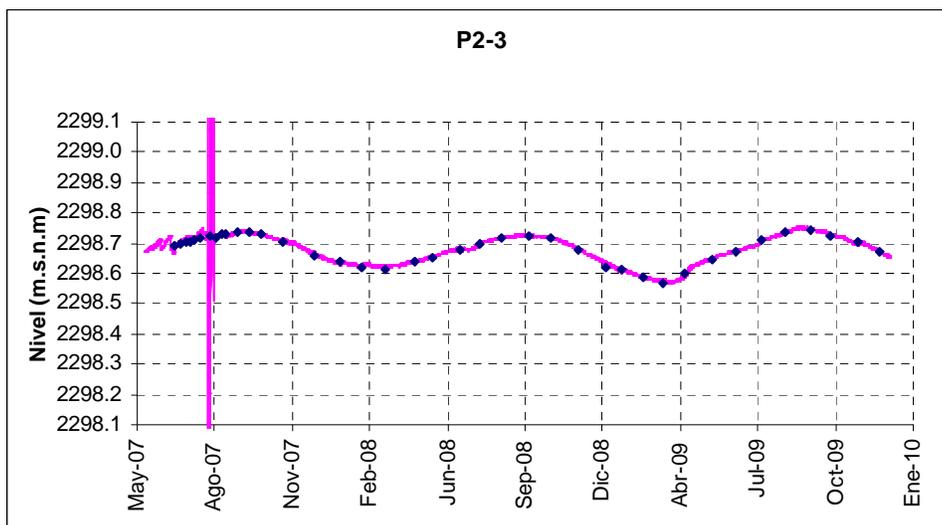


Figura 4.82. Nivel observado en el pozo P2-3, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

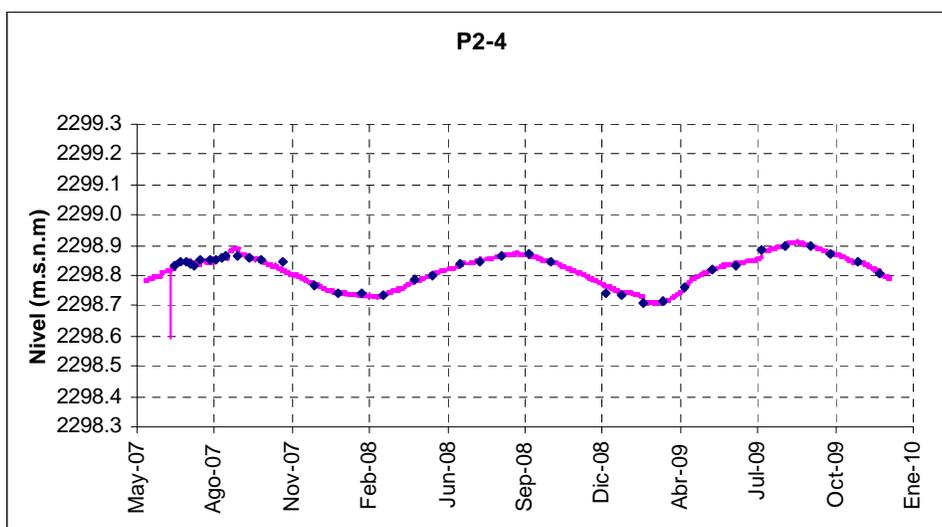


Figura 4.83. Nivel observado en el pozo P2-4, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

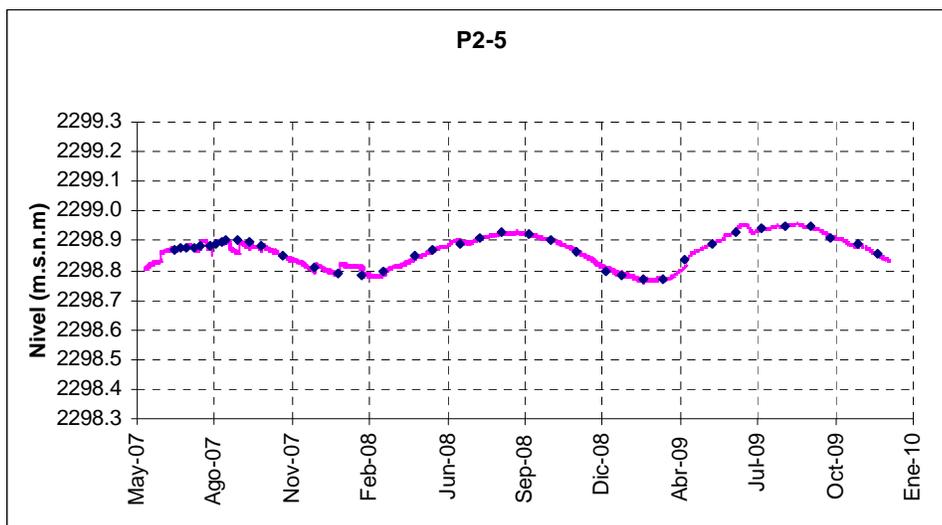


Figura 4.84. Nivel observado en el pozo P2-5, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

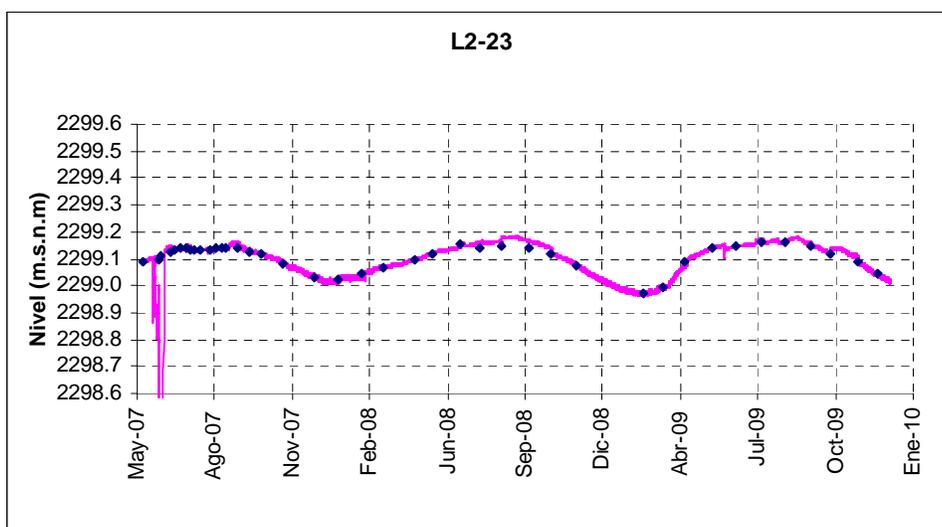


Figura 4.85. Nivel observado en el pozo L2-23, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

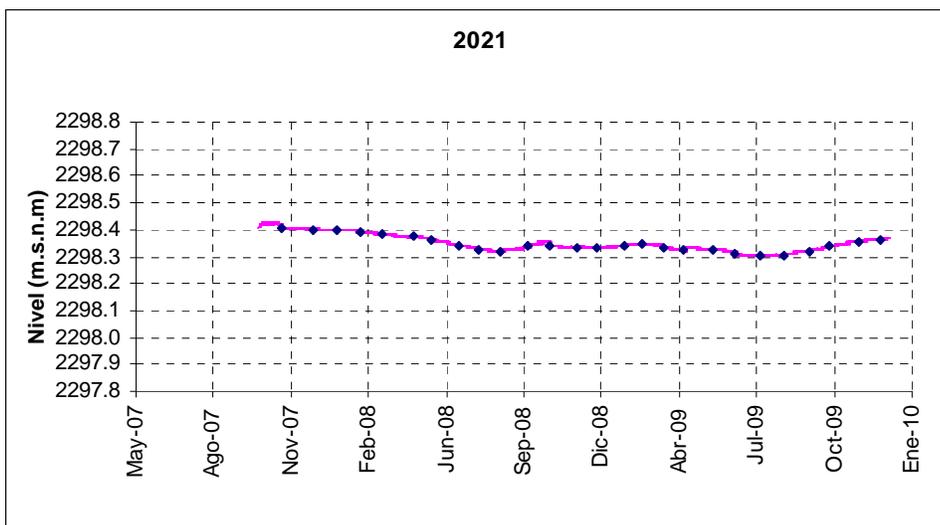


Figura 4.86. Nivel mensual observado en el pozo 2021 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

4.1.1.5. Pozos de salmuera

Durante los últimos meses del 2009 se observó un incremento en los niveles, que se podría deber al mayor ingreso de recarga y/o precipitaciones combinado con una disminución del volumen de bombeo desde la zona de producción más cercana a estos pozos.

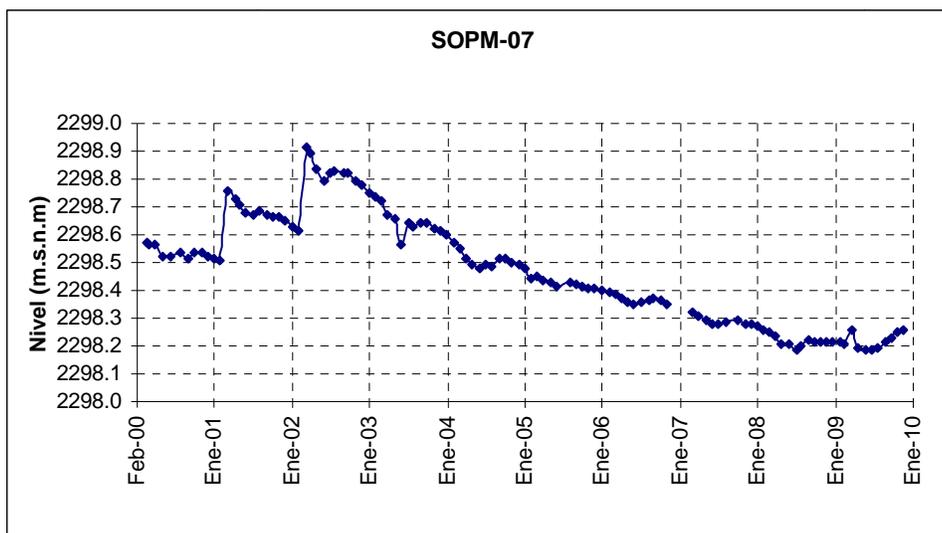


Figura 4.87. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-07.

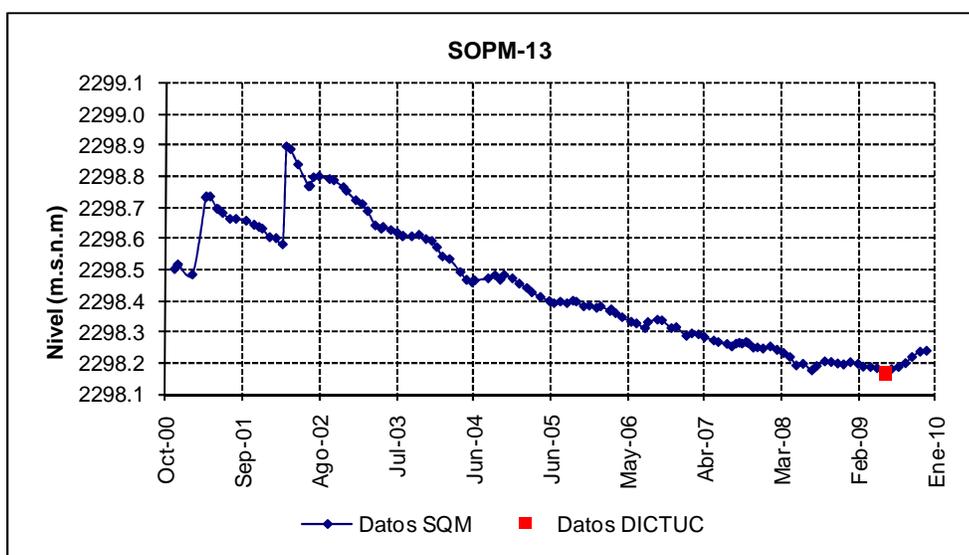


Figura 4.88. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-13.

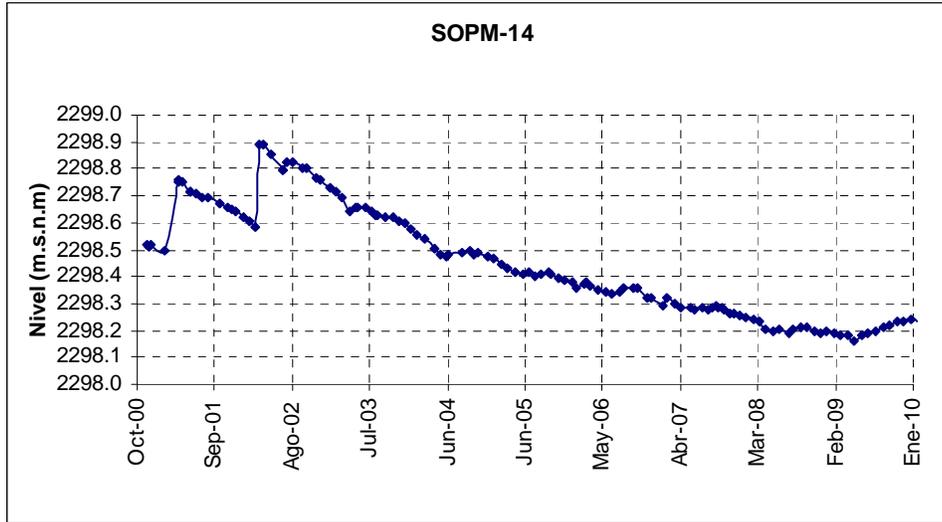


Figura 4.89. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-14.

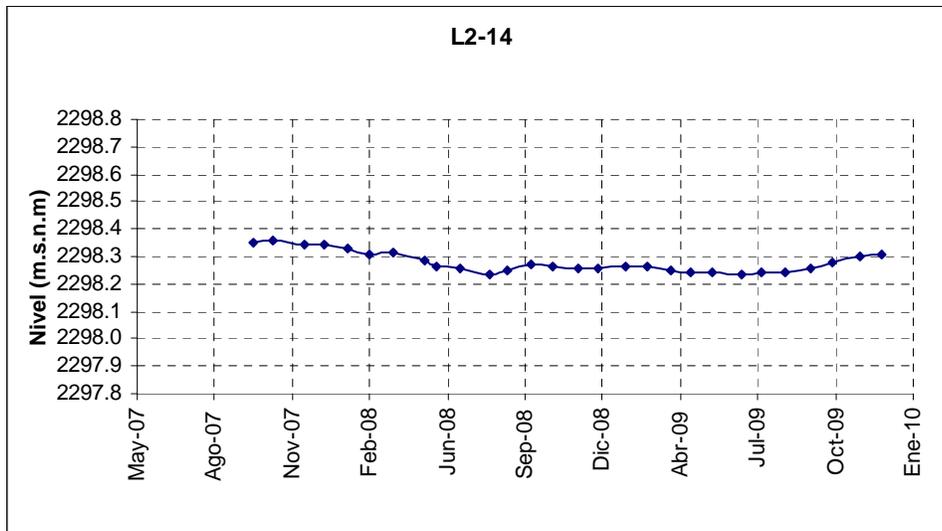


Figura 4.90. Nivel mensual observado en el pozo L2-14.

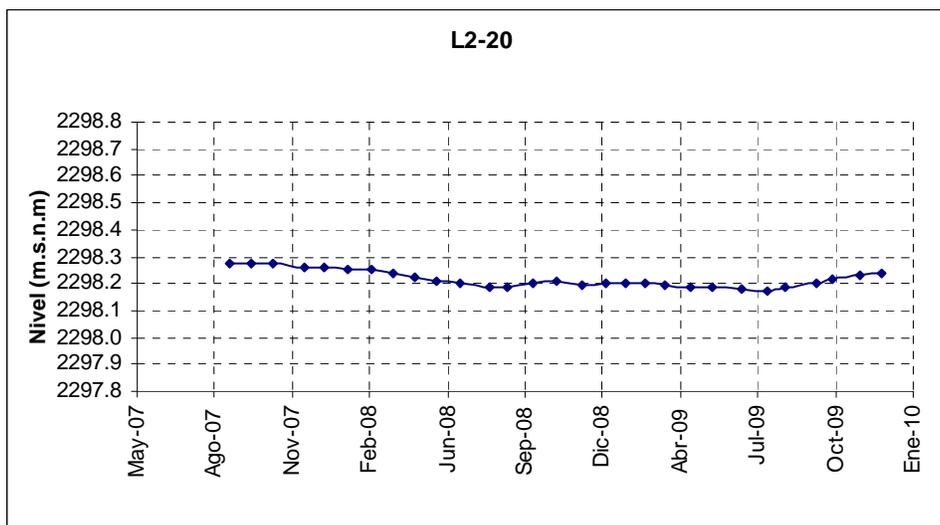


Figura 4.91. Nivel mensual observado en el pozo L2-20.

4.1.1.6. Nivel lacustre

A continuación se presentan los niveles continuos medidos en las lagunas del sistema Soncor: Barros Negros, Chaxa y Puilar. Además, se presentan las mediciones trimestrales que realizó CONAF en el marco del convenio que existe actualmente con SQM.

Cada una de las lagunas cuenta con cuatro mediciones de nivel:

- Mediciones continuas en las reglillas de SQM.
- Mediciones manuales en las reglillas de SQM.
- Mediciones manuales en las reglillas de CONAF.
- Mediciones manuales en los limnímetros de CONAF.

Los gráficos que se presentan a continuación muestran niveles estables a través del tiempo, con una leve tendencia al alza en la laguna Barros Negros.

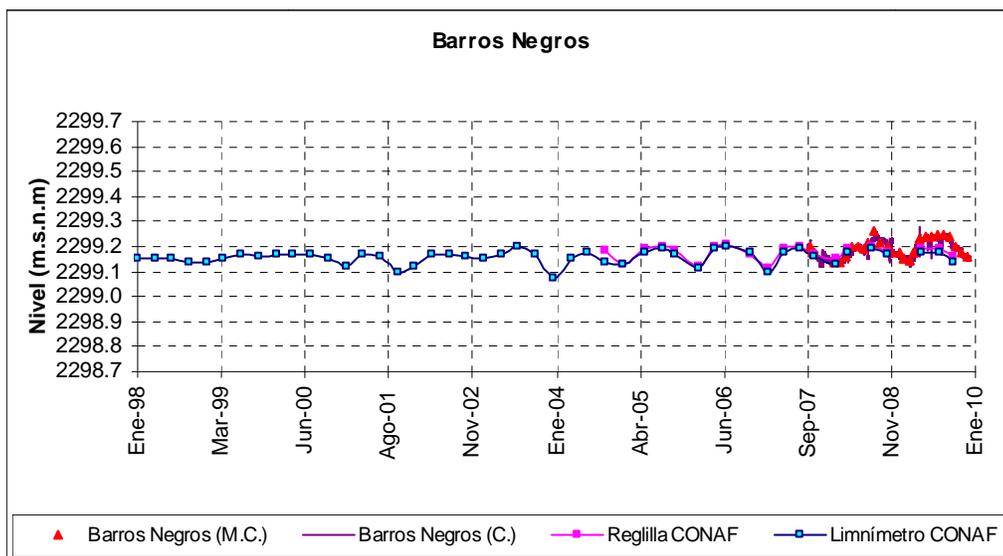


Figura 4.92. Nivel mensual observado en la reglilla Barros Negros.

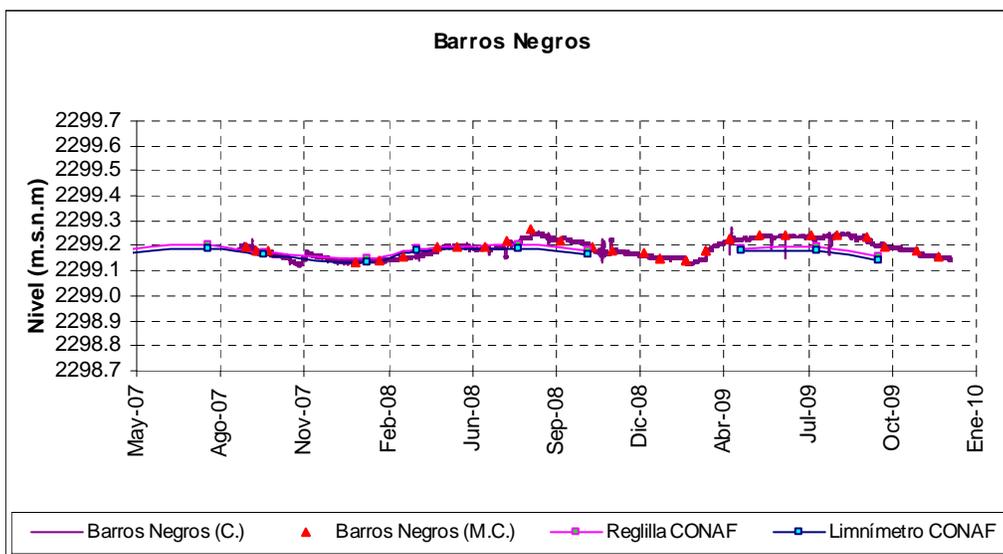


Figura 4.93. Nivel mensual observado en la reglilla Barros Negros desde el 13 de mayo del 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).

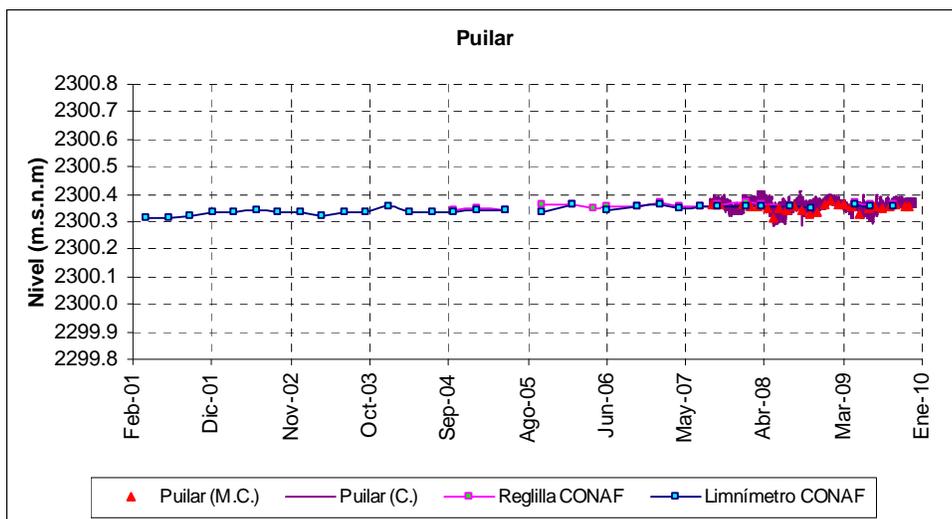


Figura 4.94. Nivel mensual observado en la reglilla Puilar.

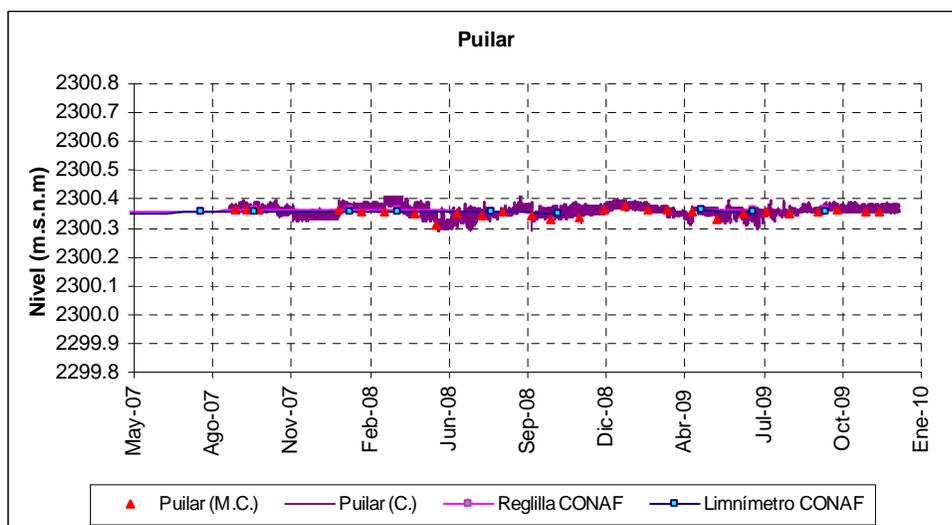


Figura 4.95. Nivel mensual observado en la reglilla Puilar desde 13 de mayo del 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).

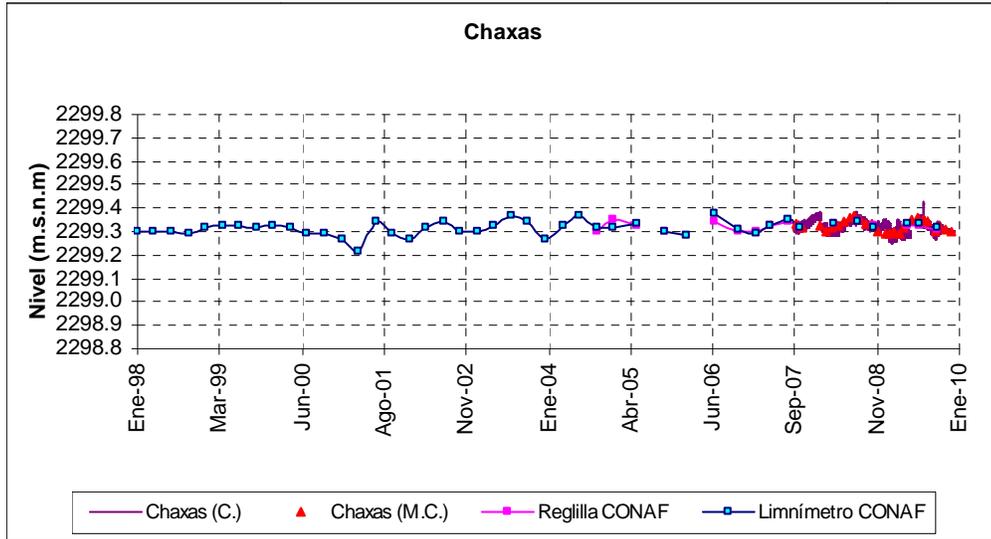


Figura 4.96. Nivel mensual observado en la reglilla Chaxas.

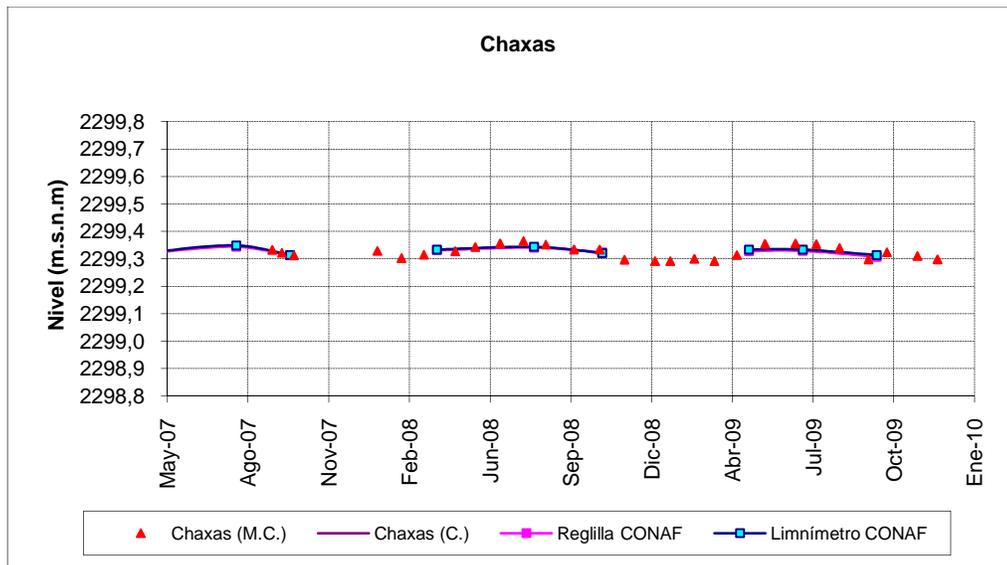


Figura 4.97. Nivel mensual observado en la reglilla Chaxa desde 13 de mayo del 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).

4.1.2. Meteorología

Desde la Figura 4.98 a la Figura 4.101 se presentan las variables registradas por la estación meteorológica Chaxa que forman parte del PSAH. Como se aprecia en la Figura 4.98, a partir de mediados de 2005 no se han registrado valores de precipitación diarios mayores a 5 mm, como ocurrió en los años anteriores en que se tiene registro. Durante el primer semestre solo se registro 1 evento: 1.27 mm.

Durante el segundo semestre se registraron 2 precipitaciones: el 3 de julio con 2.54 mm y el 29 de julio con 1.02 mm.

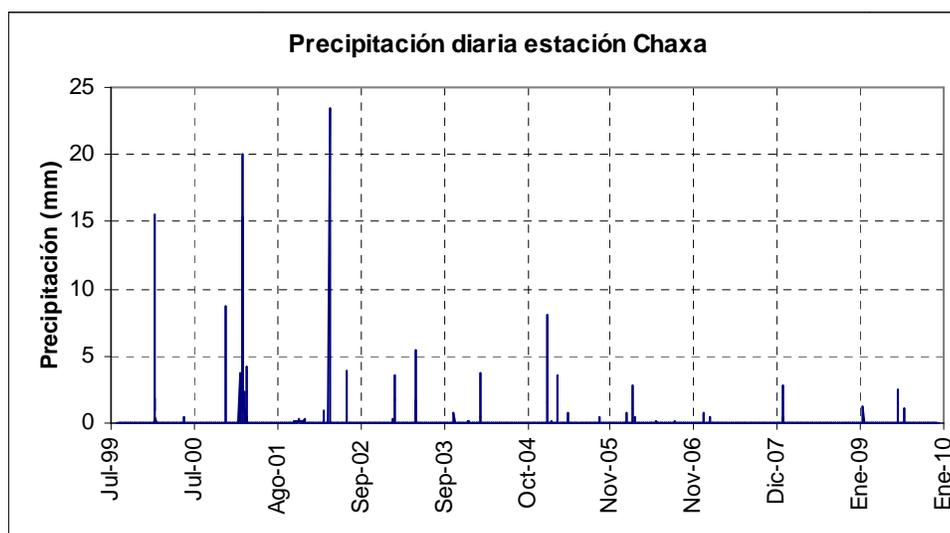


Figura 4.98. Precipitación diaria registrada en la estación Chaxa.

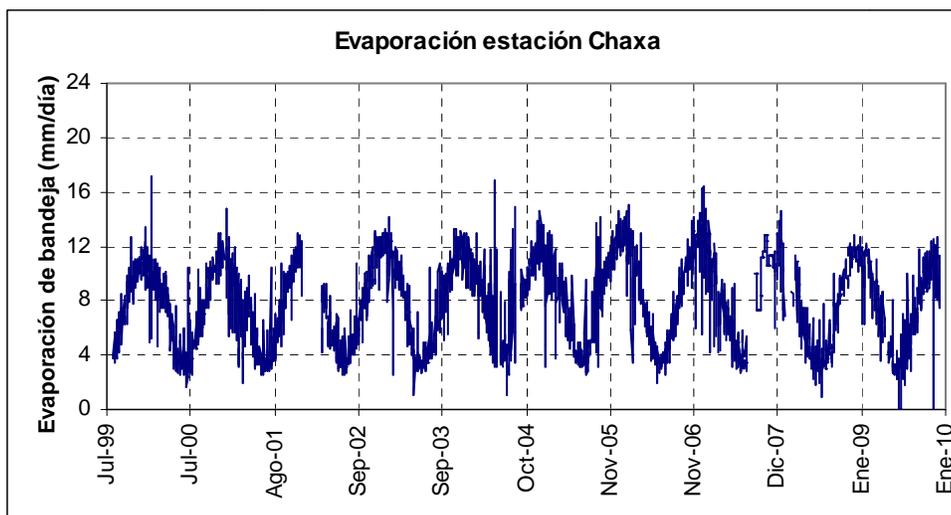


Figura 4.99. Evaporación diaria registrada en la estación Chaxa.

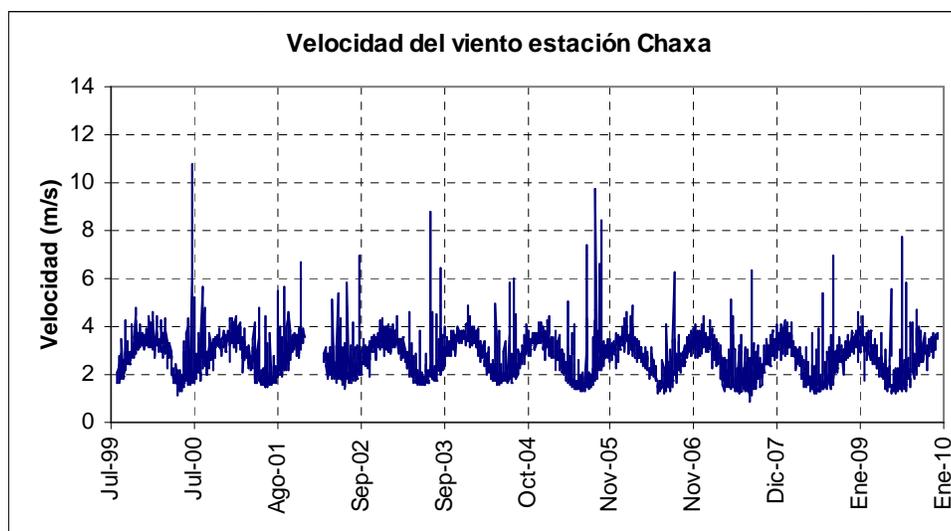


Figura 4.100. Velocidad del viento diaria registrada en la estación Chaxa.

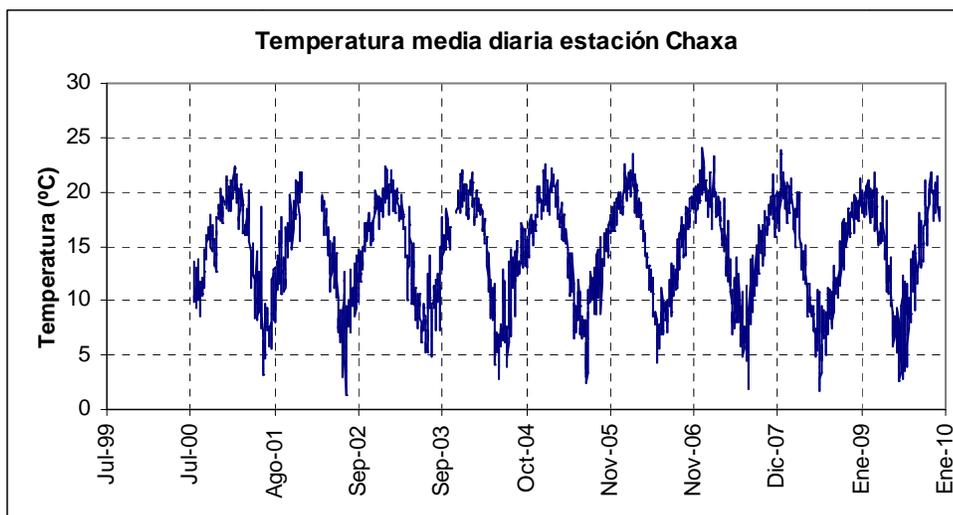


Figura 4.101. Temperatura media diaria registrada en la estación Chaxa.

4.1.3. Volumen bombeado

Los pozos de bombeo de agua industrial ubicados frente al Sistema Soncor (Mullay 1 y Allana) iniciaron sus operaciones el día 15 de septiembre de 2008. En la Figura 4.102 y Figura 4.103 se muestran los volúmenes bombeados de los pozos Mullay 1 y Allana respectivamente. Ambos pozos han bombeado caudales menores a los derechos otorgados (40 l/s en cada uno) desde el inicio de la operación.

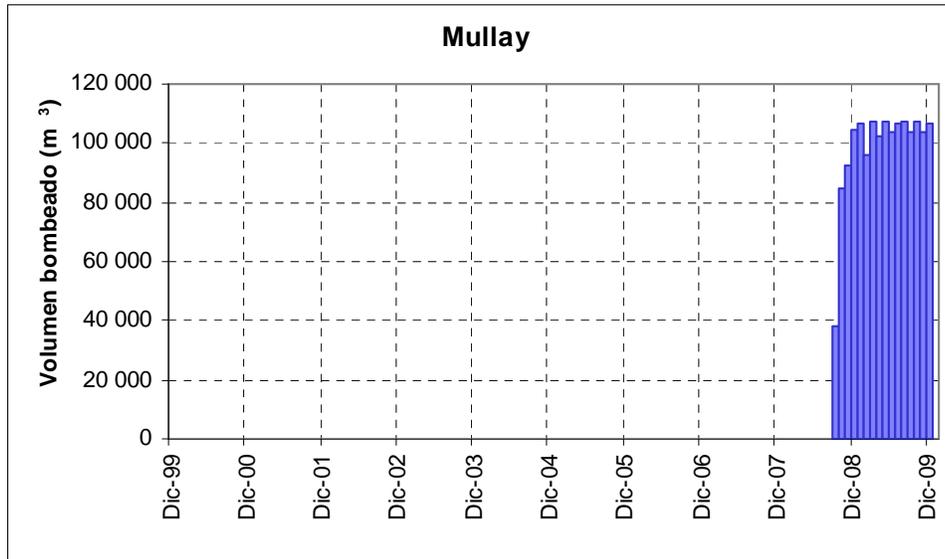


Figura 4.102. Volumen mensual bombeado desde el pozo Mullay.

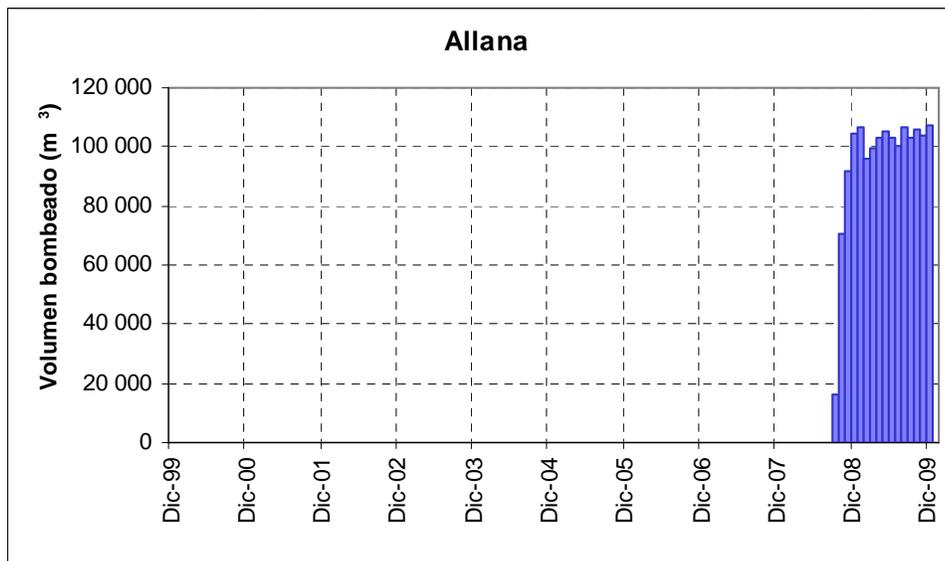


Figura 4.103. Volumen mensual bombeado desde el pozo Allana.

4.1.4. 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. Si bien los pozos L2-4 y L7-3 son parte del monitoreo de la calidad del agua tanto para el sistema Soncor como para el sector Vegetación Borde Este, los resultados serán presentados sólo en esta sección. Desde la Tabla 4.2 a la Tabla 4.27 se presentan los datos recogidos en terreno y los resultados de los análisis químicos realizados por el laboratorio ALS Environmental para cada uno de los pozos previamente señalados. En el Anexo 6.1 se presentan los informes de los análisis químicos reportados por ALS Environmental para dichas muestras.

Respecto del análisis químico de las lagunas, personal de SQM tomó muestras de agua desde las lagunas Chaxa y Barros Negros. En estas muestras se midieron coliformes fecales, nitrógeno amoniacal, hidrocarburos totales y detergentes en ambas lagunas. Los resultados entregados por ALS Environmental se presentan de la Tabla 4.28 a la Tabla 4.31. En el Anexo 6.1 se presentan los informes de los análisis químicos de estas muestras reportados por ALS Environmental.

Cabe señalar que se constataron algunos errores en las mediciones de la conductividad eléctrica (CE) de las muestras de aguas subterráneas reportadas por el Laboratorio ALS Environmental anteriores a julio de 2008. Esto se debía a que el laboratorio no tenía el equipo adecuado para hacer estas mediciones. Para resolver esta situación el laboratorio adquirió un equipo especial capaz de registrar los valores típicos de salmuera del salar. Desde la adquisición del equipo la tendencia de los valores reportados por ALS Environmental ha permanecido constante y los resultados se presentan desde la Tabla 4.2 a la Tabla 4.27.

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 cuatro cuerpos de agua del Sistema Soncor. Los resultados de estos análisis se presentan de la Tabla 4.32 a la Tabla 4.39.

4.1.4.1. Muestreo de aguas realizado por SQM

A continuación se presentan los resultados de análisis físico-químico de muestras de agua tomadas en terreno por SQM y analizadas por el Laboratorio ALS Environmental.

Tabla 4.2. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L1-4

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	215	7.11	1.226
28-04-2008	207	7.07	1.231
23-07-2008	222	7.18	1.235
14-10-2008	223	7.41	1.227
02-02-2009	242	6.53	1.223
27-04-2009	220	6.57	1.224
30-07-2009	192.4	7.18	1.227
21-10-2009	184.2	7.21	1.221

Tabla 4.3. Resultados de Análisis Monitoreo Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L1-4

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-07-2007	659	419000	3750	424000	7.08	1.240
31-10-2007	633	504000	735	505000	7.12	1.240
13-02-2008	687	601000	58	701000	7.10	1.250
28-04-2008	637	652000	1030	683000	7.29	1.206
31-07-2008	625	379500	22	380500	6.98	1.100
14-10-2008	227	170057	464	175099	7.27	1.100
02-02-2009	231	197000	1108	227500	7.17	1.200
27-04-2009	230	172500	726	184000	6.87	1.200
30-07-2009	230	161000	38	170066	6.86	1.151
21-10-2009	231	185048	63	186438	7.15	1.204

Tabla 4.4. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L1-5

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	182	7.74	1.144
28-04-2008	159	7.68	1.123
14-07-2008	184	7.66	1.126
14-10-2008	183	8.03	1.223
02-02-2009	177	7.18	1.129
28-04-2009	153	7.19	1.109
30-07-2009	138	7.76	1.119
21-10-2009	136	7.74	1.119

Tabla 4.5. Resultados de Análisis Monitoreo Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L1-5

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendedos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-07-2007	535	336000	51	337000	7.36	1.210
30-10-2007	391	200000	38	236000	6.85	1.120
13-02-2008	399	222000	27	244000	7.71	1.140
28-04-2008	354	324000	500	382000	7.87	1.120
14-07-2008	350	213000	14	427000	7.65	1.120
14-10-2008	181.5	127052	21	138000	7.79	1.300
02-02-2009	189.7	98000	130	117500	7.73	1.000
28-04-2009	173.3	120010	248	123450	7.46	1.000
30-07-2009	182.5	127750	14	131582	7.38	1.108
21-10-2009	182.7	147448	15	148830	7.68	1.107

Tabla 4.6. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L1-6

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	198.3	7.20	1.170
28-04-2008	202.0	7.12	1.170
14-07-2008	217	7.24	1.165
14-10-2008	214	7.64	1.161
02-02-2009	202	6.74	1.147
27-04-2009	193.7	6.76	1.149
30-07-2009	188.2	7.24	1.158
21-10-2009	166.5	7.32	1.157

Tabla 4.7. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L1-6

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-07-2007	nm	nm	nm	nm	nm	nm
30-10-2007	428	319000	163	319800	7.31	1.160
14-02-2008	470	382000	88	412000	7.18	1.160
28-04-2008	485	453000	810	484000	7.33	1.166
14-07-2008	473	251000	430	271000	7.19	1.160
14-10-2008	214.2	160065	6	181110	7.39	1.200
02-02-2009	208	118500	817	151500	7.40	1.100
27-04-2009	210	121210	288	146500	7.15	1.100
30-07-2009	215	118250	21	141900	7.02	1.093
21-10-2009	215	167098	12	168598	7.22	1.157

nm: no medido

Tabla 4.8. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Reglilla L1-G4

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	200	7.58	1.155
28-04-2008	175	7.65	1.138
14-07-2008	221	7.02	1.234
14-10-2008	224	7.46	1.228
02-02-2009	160.9	6.95	1.104
28-04-2009	145.7	7.13	1.106
30-07-2009	226	7.24	1.191
21-10-2009	166.9	7.48	1.175

Tabla 4.9. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Reglilla L1-G4

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendedos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-07-2007	530	320000	31	320730	7.38	1.210
30-10-2007	655	445000	2680	468000	7.01	1.240
13-02-2008	433	362000	1090	632000	7.56	1.150
28-04-2008	400	384000	4540	412000	7.85	1.132
14-07-2008	648	526000	230	560000	6.94	1.220
14-10-2008	227.8	175250	310	183000	7.16	1.300
02-02-2009	164.6	78000	160	86000	7.56	1.100
28-04-2009	170.9	100832	79	109730	7.35	1.100
30-07-2009	231	127050	40	138230	7.04	1.129
21-10-2009	219	175648	76	176158	7.36	1.156

Tabla 4.10. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L2-3

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	2.7	7.23	1.001
27-04-2008	3.3	7.31	1.001
12-07-2008	3.1	7.63	1.000
13-10-2008	3.9	7.33	1.000
01-02-2009	3.1	8.37	1.000
26-04-2009	2.9	8.78	1.000
31-07-2009	2.9	7.58	1.000
13-10-2009	2.8	7.66	1.000

Tabla 4.11. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L2-3

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	3.0	2820	10	2910	7.82	1.020
31-10-2007	3.2	3350	50	3640	7.55	0.970
14-02-2008	3.5	2540	163	3140	7.25	1.000
27-04-2008	3.3	3100	230	3970	7.55	1.000
12-07-2008	3.1	2360	420	2650	7.64	1.000
13-10-2008	3.7	2908	77	3112	7.56	1.200
01-02-2009	3.0	2604	14	2844	7.81	s.i.
26-04-2009	2.9	2081	6	2136	7.71	s.i.
31-07-2009	2.9	2093	12	2440	7.62	1.020
13-10-2009	3.3	2662	27	2695	7.61	1.000

s.i.: sin información

Tabla 4.12. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L2-4

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	9.9	8.08	1.003
27-04-2008	8.6	8.10	1.005
12-07-2008	8.9	7.85	1.002
13-10-2008	9.7	8.46	1.002
01-02-2009	9.4	9.13	1.002
26-04-2009	9.2	9.41	1.002
31-07-2009	8.5	8.36	1.003
13-10-2009	7.1	8.14	1.020

Tabla 4.13. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L2-4

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendedos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	12.1	10400	20110	30600	8.04	1.040
31-10-2007	9.4	6730	5840	13100	7.9	1.000
14-02-2008	10.6	8540	2005	9260	7.98	1.010
27-04-2008	10.4	9270	370	10560	8.26	1.002
12-07-2008	8.7	5040	472	5450	7.75	0.960
13-10-2008	9.7	6120	105	6380	8.21	1.000
01-02-2009	9.9	6260	308	7300	8.24	s.i.
26-04-2009	10.0	6928	605	7142	8.08	1.000
31-07-2009	10.7	6752	153	6955	7.93	1.030
13-10-2009	10.1	6548	231	6784	8.03	1.005

s.i.: sin información

Tabla 4.14. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L2-5

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	217	7.40	1.170
28-04-2008	200	7.36	1.173
14-07-2008	216	7.43	1.173
14-10-2008	214	7.73	1.166
02-02-2009	219	6.73	1.181
28-04-2009	195.6	6.86	1.163
30-07-2009	167	7.47	1.165
21-10-2009	166.7	7.40	1.162

Tabla 4.15. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L2-5

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-07-2007	523	401000	23	401950	7.3	1.119
31-10-2007	545	425000	780	426200	7.1	1.200
13-02-2008	472	402000	18	422000	7.4	1.160
28-04-2008	495	462000	1030	506000	7.59	1.170
14-07-2008	473	271000	60	314000	7.41	1.160
14-10-2008	215.5	108000	251	125000	7.44	1.000
02-02-2009	223	148000	131	163000	7.31	1.100
28-04-2009	216	142800	259	178025	7.15	1.100
30-07-2009	216	135000	36	167400	7.04	1.086
21-10-2009	216	190598	4	190902	7.39	1.150

Tabla 4.16. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L7-3

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	1.9	8.20	1.000
27-04-2008	1.8	8.18	1.001
12-07-2008	2.4	8.22	1.000
13-10-2008	2.0	8.49	1.000
01-02-2009	1.8	9.01	1.000
26-04-2009	2.0	9.37	1.000
31-07-2009	1.7	8.41	1.001
13-10-2009	1.3	8.06	1.000

Tabla 4.17. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L7-3

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	1.9	1400	1145	2570	8.11	1.010
31-10-2007	2.9	2060	1784	3910	7.9	1.000
14-02-2008	2.0	1900	83	1910	8.05	1.000
27-04-2008	2.1	1930	190	2170	8.12	0.990
12-07-2008	2.5	1610	10	1970	8.09	1.000
13-10-2008	2.1	1266	52	1330	8.39	1.000
01-02-2009	1.9	1272	89	1496	8.45	1.000
26-04-2009	2.0	1313	307	1700	8.13	s.i.
31-07-2009	2.5	1508	194	1748	7.98	1.001
13-10-2009	2.0	1228	47	1310	8.04	1.003

s.i.: sin información

Tabla 4.18. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Reglilla L7-G1

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
02-02-2008	242	7.07	1.221
26-04-2008	226	6.99	1.225
14-07-2008	189.9	7.97	1.047
21-10-2008	193.8	7.44	1.184
01-02-2009	139.9	8.06	1.077
28-04-2009	190.6	7.28	1.097
30-07-2009	68.5	8.15	1.056
21-10-2009	169.8	7.48	1.129

Tabla 4.19. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Reglilla L7-G1

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	258	145000	30	145630	7.96	1.110
30-10-2007	567	361000	1000	371000	7.3	1.210
02-02-2008	399	204000	1470	404000	6.99	1.210
26-04-2008	655	634000	2330	661000	7.18	1.222
14-07-2008	143	71500	70	76000	7.88	1.046
21-10-2008	224.6	127000	1975	129200	7.33	1.200
01-02-2009	138.4	56500	132	63000	7.83	1.100
28-04-2009	161.2	107198	83	112000	7.67	1.100
30-07-2009	102.1	49266	12	67012	7.89	1.000
21-10-2009	195.1	148748	297	149710	7.46	1.115

Tabla 4.20. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo SOPM-7

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	218	7.22	1.220
26-04-2008	224	6.18	1.221
14-07-2008	231	7.21	1.222
14-10-2008	228	7.50	1.220
01-02-2009	230	7.07	1.218
28-04-2009	226	6.26	1.216
30-07-2009	204	7.19	1.222
21-10-2009	185.1	7.22	1.219

Tabla 4.21. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-7

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-07-2007	619	434000	29	435000	7.17	1.220
31-10-2007	611	527000	232	528000	7.15	1.220
13-02-2008	635	561000	15	582000	7.23	1.260
26-04-2008	632	593000	760	635000	7.42	1.220
14-07-2008	622	353000	41	478000	7.17	1.220
14-10-2008	234	187200	207	191500	7.19	1.000
01-02-2009	234	138000	51	224500	7.2	1.100
28-04-2009	234	143520	160	169000	6.98	1.200
21-10-2009	234	181548	17	182638	7.13	1.209
19-01-2010	233	170800	10	170900	6.63	1.205

Tabla 4.22. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo SOPM-14

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	225	7.31	1.218
26-04-2008	225	7.28	1.222
14-07-2008	240	7.37	1.220
14-10-2008	231	7.56	1.220
01-02-2009	232	6.70	1.220
28-04-2009	221	6.84	1.226
30-07-2009	197.3	7.27	1.222
21-10-2009	182.8	7.29	1.220

Tabla 4.23. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-14

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-07-2007	620	388000	43	388960	7.21	1.220
30-10-2007	608	398000	33	453000	7.32	1.220
13-02-2008	625	531000	36	561000	7.32	1.240
26-04-2008	660	635000	1020	662000	7.51	1.218
14-07-2008	626	321000	36	379000	7.29	1.218
13-10-2008	233.8	163000	<3	188000	7.28	1.200
01-02-2009	234	182000	341	213500	7.28	1.200
26-04-2009	234	150930	12	183200	7.06	1.200
30-07-2009	233	155061	24	187624	6.93	1.155
21-10-2009	234	186748	25	187473	7.20	1.209

Tabla 4.24. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo Mullay

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
11-02-2008	1.6	8.65	1.002
28-04-2008	1.5	8.49	1.000
14-07-2008	2.3	9.41	1.000
13-10-2008	1.9	8.00	1.000
03-02-2009	1.6	7.34	1.000
26-04-2009	1.7	8.18	1.000
31-07-2009	1.7	7.59	1.000
13-10-2009	1.4	7.43	1.000

Tabla 4.25. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Mullay.

Fecha de muestreo	Alcalinidad bicarbonato (mg/l)	Alcalinidad carbonato (mg/L)	Alcalinidad total (mg/L)	Arsénico total (mg/L)	Calcio total (mg/L)	Cloruro (mg/L)	Hierro total (mg/L)	Manganeso total (mg/L)	Magnesio total (mg/L)	Nitrógeno nitrato (mg/L)	pH	Sodio total (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Potasio total (mg/L)	Zinc total (mg/L)	Conductividad (mS/cm)	Densidad (Kg/L)
24-07-2007	273	<1	273	5.18	19	314	0.34	0.06	21.3	134	7.23	250	1430	408	24.5	<0.01	2.1	1.000
24-10-2007	283	<1	283	6.15	31	270	<0.05	0.02	23	1.4	7.25	350	1340	383	31	0.16	2.2	1.000
11-02-2008	190	<1	190	0.028	31	345	88.2	0.11	95	0.21	8.16	310	1720	380	26	0.06	1.9	0.985
28-04-2008	148	<1	148	0.008	20.9	325	0.17	0.26	14.5	0.01	8.46	316	1540	260	25.4	0.06	1.8	0.997
14-07-2008	<1	34	91	0.201	35	600	0.73	0.03	22	0.02	9.42	400	1620	325	37	0.62	2.8	1.000
13-10-2008	333	<1	333	6.077	45.9	315.4	<0.03	<0.005	26.59	0.9	7.82	359	1230	357	27.65	0.021	1.9	1.000
12-03-2009	258	<1	258	0.056	60.2	324.9	<0.03	<0.005	25.63	1.3	7.48	328.38	1218	378	27.25	<0.005	2.0	s.i.
26-04-2009	302	<1	302	1.595	57.0	316.9	<0.03	<0.005	25.47	1.0	7.75	271.24	1224	206	28.12	0.035	2.0	1.000
31-07-2009	289	<1	289	2.856	58.2	323.7	<0.03	<0.005	24.73	1.1	7.86	311.34	1160	203	26.93	<0.005	1.8	1.003
13-10-2009	289	<1	289	0.043	59.6	330.8	<0.03	<0.005	26.56	1.2	7.74	287.96	1192	239	24.09	<0.005	2.1	1.003

s.i.: sin información

Tabla 4.26. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo Allana

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
11-02-2008	4.0	7.78	1.003
28-04-2008	4.1	7.57	1.001
12-07-2008	4.1	7.45	1.001
13-10-2008	4.1	7.62	1.000
03-02-2009	4.1	7.41	1.000
26-04-2009	4.2	8.57	1.000
31-07-2009	4.2	7.33	1.000
13-10-2009	3.6	7.34	1.000

Tabla 4.27. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Allana

Fecha de muestreo	Alcalinidad bicarbonato (mg/l)	Alcalinidad carbonato (mg/L)	Alcalinidad total (mg/L)	Arsénico total (mg/L)	Calcio total (mg/L)	Cloruro (mg/L)	Hierro total (mg/L)	Manganeso total (mg/L)	Magnesio total (mg/L)	Nitrógeno nitrato (mg/L)	pH	Sodio total (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Potasio total (mg/L)	Zinc total (mg/L)	Conductividad (mS/cm)	Densidad (Kg/L)
24-07-2007	95	8	103	0.007	66	328	1.29	0.51	207	0.4	9.01	375	1790	1570	23	<0.01	3.8	1.030
24-10-2007	77	7	84	0.006	142	356	4	0.84	177	0.5	8.73	480	3480	1690	26	0.12	4.3	1.000
11-02-2008	156	<1	156	<0.005	278	308	24.5	0.65	225	0.18	7.62	450	3960	1780	29	6.96	4.1	1.002
27-04-2008	160	<1	160	0.006	314	350	1.03	0.44	157	<0.01	7.78	403	3880	1770	26.7	4.4	4.2	1.001
12-07-2008	207	<1	207	<0.005	270	355	4.4	0.34	220	<0.01	7.42	430	3580	1725	25.5	11.3	4.2	1.000
13-10-2008	185	<1	185	0.0896	254.8	373	<0.03	<0.005	266.9	1.7	7.55	383.8	3492	1805	26.64	0.022	4.2	1.000
12-03-2009	194	<1	194	0.0515	260.44	360.8	<0.03	<0.005	241.19	1.7	7.51	469.2	3776	1801	25.11	<0.005	4.1	1.000
26-04-2009	181	<1	181	0.0258	285	355.2	0.11	<0.005	246.98	1.8	7.49	341.58	3500	1778	27.54	0.034	4.1	1.000
31-07-2009	178	<1	178	0.0363	225.2	342.3	<0.03	<0.005	232.6	2.9	7.52	352	2680	1400	28.37	<0.005	3.7	1.006
13-10-2009	172	<1	172	0.0635	281.34	317.5	<0.03	<0.005	206	1.7	7.59	356.65	2920	1477	23.98	<0.005	4.1	1.000

Tabla 4.28. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Chaxa

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
02-02-2008	142.3	8.05	1.070
24-04-2008	106.5	7.97	1.058
14-07-2008	88.1	7.83	1.046
21-10-2008	114.3	8.18	1.060
03-02-2009	165	7.69	1.111
28-04-2009	122.1	7.64	1.056
30-07-2009	64.3	8.012	1.048
14-10-2009	90.4	7.939	1.060

Tabla 4.29. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Laguna Chaxa (SQM)

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Coliformes Fecales (NMP/100mL)	Coliformes Totales (NMP/100mL)	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Hidrocarburos totales (mg/L)	Detergente (mg/L)
09-02-2007	s.i.	<2	<2	0.10	<10	0.07
27-07-2007	141	<2	<2	0.15	<10	<0.05
30-10-2007	171	<1.8	<1.8	0.13	<2	0.10
06-02-2008	131	<2	<1.8	5.36	<2	<0.05
24-04-2008	153	<1.8	<1.8	0.07	<10	<0.05
14-07-2008	133	<1.8	<1.8	0.07	<10	<0.05
21-10-2008	115.6	<1.8	<1.8	0.81	<2	0.09
03-02-2009	165.6	<1.8	<1.8	1.70	<2	0.11
28-04-2009	107.9	<1.8	<1.8	0.36	<10	0.05
30-07-2009	90.3	<1.8	<1.8	0.10	<10	0.1
14-10-2009	114.9	<1.8	<1.8	<0.01	<2	0.29

s.i.: sin información

Tabla 4.30. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Lagunas Barros Negros

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
02-02-2008	-	-	-
24-04-2008	159.4	7.69	1.165
14-07-2008	123.5	7.99	1.071
21-10-2008	146.5	8.12	1.085
03-02-2009	238	6.77	1.218
28-04-2009	165.9	7.33	1.123
30-07-2009	81.6	8.04	1.069
14-10-2009	127.4	7.80	1.085

Tabla 4.31. Resultados Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Laguna Barros Negros (SQM).

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Coliformes Fecales (NMP/100mL)	Coliformes Totales (NMP/100mL)	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Hidrocarburos totales (mg/L)	Detergente (mg/L)
09-02-2007	-	<2	<2	0.23	<10	0.23
27-07-2007	205	<2	<2	0.16	<10	<0.05
30-10-2007	252	<1.8	4.50	0.26	<2	0.12
06-02-2008	370	<2	<1.8	1.22	<2	<0.05
24-04-2008	442	<1.8	<1.8	0.04	<10	0.08
14-07-2008	191	<1.8	<1.8	0.01	<10	0.06
21-10-2008	149.3	<1.8	<1.8	1.62	<2	0.11
03-02-2009	228	<1.8	<1.8	3.03	<2	0.12
28-04-2009	189.7	<1.8	<1.8	1.65	<10	0.12
30-07-2009	119.1	<1.8	<1.8	0.22	<10	0.11
14-10-2009	148.8	<1.8	<1.8	<0.01	<2	0.07

4.1.4.2. Muestreo de agua realizado por CONAF

A continuación se presentan los resultados de análisis físico-químico de muestras de agua tomadas en terreno por CONAF.

Tabla 4.32. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Chaxa (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
09-02-2007	2.17	7.87	26.70
19-04-2007	5.60	7.81	12.50
24-07-2007	3.94	7.69	16.70
24-10-2007	2.29	nm	22.70
28-02-2008	3.23	7.77	24.90
23-04-2008	4.17	7.77	22.90
31-07-2008	2.10	nm	14.5
24-10-2008	nm	nm	nm
31-01-2009	1.05	7.70	28.40
25-04-2009	5.00	7.94	26.80
24-07-2009	4.60	7.85	9.10
05-11-2009	4.7	8.1	22.1

nm: no medido

Tabla 4.33. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Chaxa (CONAF)

Fecha de Muestreo	Sólidos totales (g/L)	Sólidos disueltos totales (g/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Dureza (g/L)	Sodio (g/L)	Arsénico (mg/L)	Potasio (g/L)	Calcio (mg/L)	Magnesio (g/L)	Cloruro (g/L)	Sulfato (g/L)	Bicarbonatos (mg/L)	Carbonatos (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Sílice (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)
09-02-2007	151.00	150.00	44	14.80	28.00	9.60	4.73	946	3.18	54.00	7.58	766	5.82	0.81	1.15	60	s.i.
19-04-2007	79.94	79.92	20	10.90	22.00	7.74	3.38	724	2.18	40.00	23.00	669	5.82	1.04	0.56	56	s.i.
24-07-2007	70.84	70.82	18	9.36	18.00	3.69	2.92	552	1.92	33.70	1.81	644	1.50	0.54	1.06	46	s.i.
24-10-2007	92.92	92.08	848	12.36	26.35	8.39	4.43	622	2.56	56.49	7.86	708	14.10	2.38	0.54	54	s.i.
28-02-2008	99.74	99.72	19	14.80	26.10	10.90	4.33	573	2.91	41.00	19.10	685	45.00	1.50	0.43	57	627
23-04-2008	84.25	84.10	153	10.80	21.00	4.15	3.37	466	2.18	40.00	8.87	577	51.00	0.94	1.08	47	559
31-07-2008	69.77	69.75	19	9.35	21.00	5.01	3.07	477	2.11	39.00	6.30	585	47.00	0.11	0.50	41	541
24-10-2008	91.33	91.28	50	12.20	24.00	6.14	4.01	775	2.72	46.00	7.89	606	69.00	0.98	0.38	56	612
31-01-2009	171.41	171.00	409	16.20	47.00	16.50	7.89	586	5.31	74.00	12.56	657	59.00	7.75	1.58	65	437
25-04-2009	82.47	82.40	67	9.36	20.30	6.83	3.66	698	2.30	41.10	6.26	588	<1	1.12	1.79	45	483
24-07-2009	74.29	73.80	488	12.20	22.60	1.01	3.38	775	2.85	66.60	3.81	625	6.00	0.68	0.44	61	523
05-11-2009	74.55	74.38	162	12.5	27	0.73	2.43	767	2.77	53.5	4.33	709	3.00	0.90	0.44	59	587

nm: no medido

s.i.: sin información

Tabla 4.34. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Canal Burro Muerto (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
09-02-2007	3.71	7.90	29.60
19-04-2007	5.90	7.88	11.00
24-07-2007	5.20	7.78	16.60
24-10-2007	3.31	nm	17.80
28-02-2008	3.15	7.91	29.20
23-04-2008	3.39	7.87	21.10
31-07-2008	2.17	nm	14.9
24-10-2008	nm	nm	nm
31-01-2009	2.98	7.90	23.20
25-04-2009	2.58	7.84	5.70
24-07-2009	6.00	7.76	16.70
05-11-2009	5.90	7.87	21.7

Tabla 4.35. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Canal Burro Muerto (CONAF)

Fecha de Muestreo	Sólidos totales (g/L)	Sólidos disueltos totales (g/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Dureza (g/L)	Sodio (g/L)	Arsénico (mg/L)	Potasio (g/L)	Calcio (mg/L)	Magnesio (g/L)	Cloruro (g/L)	Sulfato (g/L)	Bicarbonatos (mg/L)	Carbonatos (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Silice (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)
09-02-2007	152.00	151.00	20	12.90	22.00	10.00	3.68	833	2.53	41.00	7.66	538	23.00	0.62	0.82	60	s.i.
19-04-2007	75.58	75.56	24	10.50	21.00	7.32	3.08	686	1.95	37.00	6.73	476	20.40	1.94	0.62	53	s.i.
24-07-2007	63.96	63.89	68	9.21	17.50	3.04	2.48	640	1.74	33.00	5.84	491	<1	0.41	0.78	48	s.i.
24-10-2007	84.49	83.27	1.224	11.96	22.82	5.86	3.49	686	2.20	47.81	7.96	430	78.00	1.05	0.60	53	s.i.
28-02-2008	86.07	86.00	78	13.50	23.00	11.00	3.78	608	2.52	37.00	6.22	593	25.00	1.27	0.46	54	528
23-04-2008	79.09	79.00	93	10.40	19.00	6.72	3.09	585	2.03	37.00	13.60	447	49.00	0.85	1.05	52	448
31-07-2008	70.26	70.15	0.11	9.20	20.00	5.82	2.74	643	1.88	39.00	6.81	400	61.00	0.64	0.66	40	429
24-10-2008	81.69	81.64	52	11.40	22.00	6.94	3.19	880	2.50	6.88	8.25	416	86.00	0.73	0.69	57	404
31-01-2009	103.66	103.60	55	12.30	25.00	6.74	4.07	758	2.81	48.00	9.00	450	82.00	3.98	2.58	57	500
25-04-2009	70.82	70.80	15	8.61	18.20	6.40	2.98	763	2.07	43.50	3.86	530	3.03	0.87	0.89	52	440
24-07-2009	72.23	71.92	311	10.00	26.10	0.36	2.89	191	0.62	51.50	3.88	515	3.00	0.61	0.41	57	428
05-11-2009	87.36	87.0	274	12.5	24.90	0.68	1.74	862	5.13	48.2	3.39	582	1.53	0.94	0.42	52	480

Tabla 4.36. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Barros Negros. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
09-02-2007	0.94	7.16	26.50
19-04-2007	4.30	7.43	14.00
24-07-2007	4.56	7.69	17.00
24-10-2007	2.40	nm	22.50
28-02-2008	3.45	7.26	26.20
23-04-2008	2.58	7.35	23.40
31-07-2008	1.99	nm	14.6
24-10-2008	nm	nm	nm
31-01-2009	1.43	7.75	29.30
25-04-2009	1.51	7.68	22.50
24-07-2009	4.60	7.98	6.90
05-11-2009	4.2	7.96	22.7

nm: no medido

Tabla 4.37. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Barros Negros. (CONAF)

Fecha de Muestreo	Sólidos totales (g/L)	Sólidos disueltos totales (g/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Dureza (g/L)	Sodio (g/L)	Arsénico (mg/L)	Potasio (g/L)	Calcio (mg/L)	Magnesio (g/L)	Cloruro (g/L)	Sulfato (g/L)	Bicarbonatos (mg/L)	Carbonatos (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Silíce (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)
09-02-2007	374.00	374.00	192	48.00	88.00	10.00	19.30	317	13.40	170.00	15.40	1970	<1	2.33	0.90	66	s.i.
19-04-2007	310.92	310.85	72	34.70	82.00	15.30	13.98	634	8.65	141.00	15.20	1598	<1	4.67	0.10	41	s.i.
24-07-2007	110.08	110.06	24	14.50	29.00	5.09	4.02	926	2.88	56.00	8.84	635	28.00	2.06	0.43	48	s.i.
24-10-2007	121.87	120.24	1.630	15.86	34.18	10.30	5.52	771	3.33	63.53	10.15	608	79.00	2.66	0.42	50	s.i.
28-02-2008	314.50	314.21	297	43.00	91.00	13.00	15.40	406	9.75	126.00	6.83	1821	1.56	3.76	0.44	69	1491
23-04-2008	269.28	269.10	178	33.00	70.00	13.10	11.60	563	7.44	136.00	20.30	1488	14.00	2.92	0.59	47	1244
31-07-2008	89.33	89.30	28	12.10	28.00	7.78	3.98	759	2.67	47.00	8.46	470	54.00	1.01	0.44	40	541
24-10-2008	138.44	138.40	44	18.30	36.00	10.40	5.16	1264	4.23	68.00	12.70	527	94.00	1.66	0.35	57	588
31-01-2009	189.90	189.72	182	15.10	54.00	14.00	9.40	1118	5.37	88.00	12.39	696	88.00	7.93	1.00	62	718
25-04-2009	147.13	147.10	30	16.70	36.90	10.90	7.08	864	3.87	43.50	12.96	850	1.52	1.91	1.22	55	700
24-07-2009	105.18	104.68	499	13.80	27.40	1.15	6.20	849	2.99	67.40	3.89	668	21.00	1.20	0.33	40	583
05-11-2009	91.42	91.18	243	23.00	55.00	1.12	6.27	1192	2.59	64.6	4.25	905	<1	2.02	0.22	50	743

s.i.: sin información

Tabla 4.38. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Puilar. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
09-02-2007	3.61	8.09	29.80
19-04-2007	7.60	8.17	12.30
24-07-2007	6.21	8.08	16.60
24-10-2007	5.85	nm	14.60
28-02-2008	5.30	8.34	29.10
23-04-2008	3.91	8.35	20.90
31-07-2008	1.93	nm	14.7
24-10-2008	nm	nm	nm
31-01-2009	5.34	8.21	11.50
25-04-2009	4.99	8.15	10.20
24-07-2009	5.90	8.25	17.90
05-11-2009	5.60	7.97	23.70

nm: no medido

Tabla 4.39. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Puilar. (CONAF)

Fecha de Muestreo	Sólidos totales (g/L)	Sólidos disueltos totales (g/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Dureza (g/L)	Sodio (g/L)	Arsénico (mg/L)	Potasio (g/L)	Calcio (mg/L)	Magnesio (g/L)	Cloruro (g/L)	Sulfato (g/L)	Bicarbonatos (mg/L)	Carbonatos (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Sílice (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)
09-02-2007	19.00	19.00	20	2.50	4.58	3.60	0.98	115	0.51	8.93	1.18	396	32.00	0.13	1.19	89	s.i.
19-04-2007	18.31	18.30	12	2.65	4.84	3.87	0.99	119	0.53	9.52	1.19	423	11.60	0.61	1.02	84	s.i.
24-07-2007	17.26	17.24	16	2.40	4.26	2.85	0.75	161	0.45	9.09	1.14	434	10.50	0.14	1.22	75	s.i.
24-10-2007	15.00	14.98	12	2.00	4.05	3.17	0.82	106	0.44	7.32	0.98	419	27.00	0.35	0.90	84	s.i.
28-02-2008	18.20	18.19	13	2.70	4.37	5.00	0.89	77	0.52	6.78	1.58	419	39.00	0.35	0.92	86	411
23-04-2008	17.32	17.30	20	2.22	4.04	2.34	0.77	78	0.46	8.15	2.04	425	26.00	0.14	1.42	83	393
31-07-2008	12.06	12.06	13	2.27	4.16	1.61	0.70	90	4.27	7.18	1.13	374	37.00	0.36	0.84	64	370
24-10-2008	15.03	15.00	31	2.12	3.73	2.73	0.71	112	0.49	6.77	2.06	381	31.00	0.21	0.67	40	380
31-01-2009	15.06	15.04	17	2.00	3.68	2.27	0.77	84	0.44	10.50	1.84	385	39.00	0.26	2.54	84	382
25-04-2009	18.32	18.30	23	2.20	3.73	3.86	0.82	87	0.46	7.95	1.93	471	<1	0.59	1.92	81	387
24-07-2009	42.13	42.05	78	2.44	5.39	1.46	1.19	115	0.60	23.70	1.11	400	20.00	0.18	0.63	88	360
05-11-2009	33.94	33.92	26	1.77	3.26	0.75	0.41	88	0.33	21.4	827	436	3.06	0.32	0.88	74	362

s.i.: sin información

4.1.5. Aforos

La Figura 4.104 muestra los datos de altura y velocidad en el canal que conecta las lagunas Chaxa y Barros Negros. Estos datos fueron obtenidos a través de un sensor, que mide altura y velocidad del cauce, ubicado a la salida de la laguna Chaxa y que registra mediciones cada treinta minutos. Se aprecia que, tanto para las alturas como para las velocidades registradas en el canal, existen numerosos valores que se encuentran fuera de los rangos esperados, definidos de acuerdo a la información histórica y a las características físicas del lugar. A partir de octubre de 2008 los errores han aumentado en la medición del nivel del agua (valores negativos y magnitudes hasta 80 m, mientras que para las velocidades se aprecia un error de medición a partir de mayo de 2009).

Los errores en las mediciones pueden ser explicados por la influencia de factores naturales, puesto que no existe una sección regular que proteja los equipos de las condiciones climáticas (caídas o movimientos del sensor producto de los vientos, congelamiento del agua, hielo o sedimento en los transductores, etc.), por la presencia de animales (el canal es un corredor biológico, principalmente usado por los flamencos) y por la dinámica del sistema, la que provoca que la línea de flujo principal vaya cambiando su recorrido.

Por lo indicado anteriormente, a partir del 1 de enero de 2010 se eliminaron las mediciones continuas de las estaciones de aforo y se procederá a realizar aforos manuales con frecuencia mensual. De este modo se cumple con lo establecido en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 226/2006, que indica que la frecuencia de medición será mensual (Tabla 5, sección 10.2.2 de la RCA). Más detalle se presenta en la sección 5.1 del Informe N°5 del PSAH.

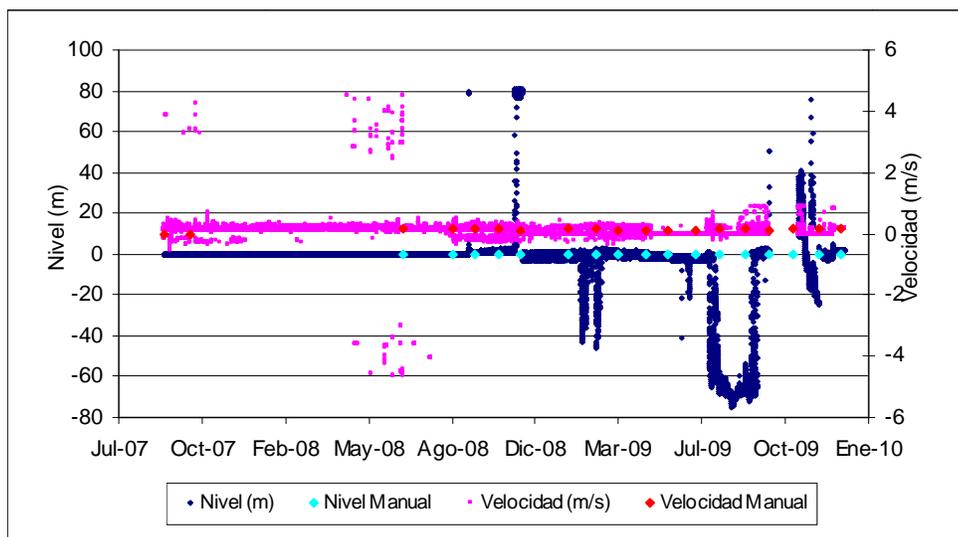


Figura 4.104. Altura y velocidad de escurrimiento en la estación de aforo Chaxa (Barros Negros).

SQM ha realizado aforos manuales en la misma sección donde se mide con el sensor. Dichas mediciones se realizan a través del método de estimación de caudal como el producto entre la velocidad y el área mojada (columna de agua), para lo cual el ancho total de la sección fue dividido en diez subsecciones donde se mide profundidad y velocidad para cada una de ellas. En estas campañas también se registra el nivel de agua en el sensor. En la Tabla 4.40 y Figura 4.105 aparecen los aforos manuales realizados.

Tabla 4.40. Aforos manuales realizados por SQM

Fecha	Hora	Área total sección (m ²)	Caudal (L/s)	Velocidad promedio sección (m/s)	Nivel en sensor (m)	Velocidad en sensor (m/s)
08-09-2007	s.i.	3.06	259.52	0.08	s.i.	0.12
11-10-2007	s.i.	2.98	206.51	0.07	s.i.	0.09
02-07-2008	11:30	3.33	193.19	0.06	s.i.	0.16
01-09-2008	18:00	2.98	267.15	0.09	0.11	0.115
29-09-2008	10:00	2.7	233.64	0.09	0.106	0.12
28-10-2008	16:00	2.1	175.26	0.08	0.094	0.12
25-11-2008	16:00	1.81	149.54	0.08	0.088	0.135
22-01-2009	17:00	1.6	158.7	0.1	0.077	0.17
26-02-2009	10:00	1.54	180.4	0.12	0.074	0.185
25-03-2009	10:00	1.3	144.2	0.11	0.066	0.17
29-04-2009	11:15	1.84	162	0.09	0.088	0.125
27-05-2009	9:50	2	168.9	0.08	0.093	0.13
30-06-2009	11:20	2.61	220.1	0.08	0.126	0.14
29-07-2009	16:00	2.69	239.1	0.09	0.119	0.155
31-08-2009	8:00	2.87	271.8	0.09	0.113	0.16
29-09-2009	8:10	2.21	149.1	0.07	0.085	0.125
29-10-2009	12:00	2.1	226.9	0.11	0.102	0.18
01-12-2009	12:00	1.9	181.9	0.1	0.059	0.13
28-12-2009	14:05	1.46	138.7	0.09	0.08	0.18

s.i.: sin información

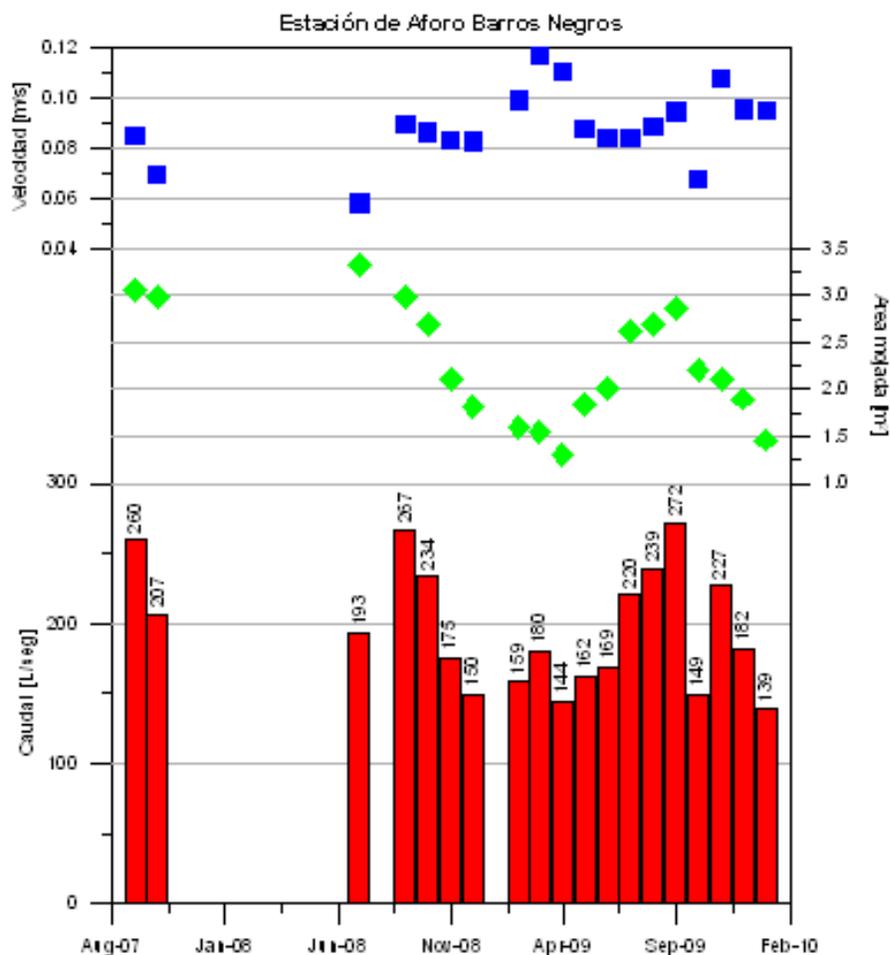


Figura 4.105. Aforo Barros Negros. En Barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m2)

La Figura 4.106 presenta el caudal monitoreado en el puente San Luis. En ella se observan los registros continuos (línea naranja), promedio diario de mediciones continuas (línea azul), mediciones manuales en punto continuo (punto celeste), mediciones manuales diarias (punto rojo) y cálculo de caudales según Reglilla Puente San Luis (punto magenta). Esta estación se encuentra ubicada aguas arriba de la laguna Chaxa.

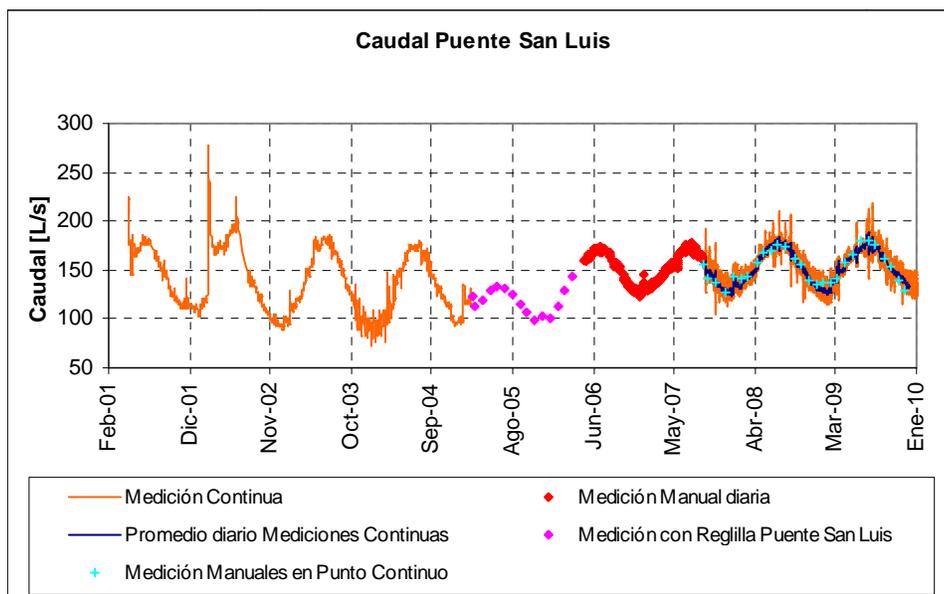


Figura 4.106. Caudal promedio diario en puente San Luis.

4.1.6. Superficie Lacustre

Las superficies lacustres a medir en el sistema Soncor y en todos los sistemas se realizan anualmente en el mes de abril y fueron presentadas en el Informe N°5 del PSA. En el presente informe no se presenta la caracterización de superficie lacustre debido a que no se realizan nuevas mediciones en el segundo semestre de 2009.

4.2. SISTEMA AGUAS DE QUELANA

Los puntos de monitoreo en el Sistema Aguas de Quelana se ubican al este del Salar de Atacama, entre las coordenadas 7.412.000 a 7.404.000 Norte y 586.000 a 601.000 Este.

En la Figura 4.107 se muestra la distribución geográfica de los puntos de monitoreo y en la Tabla 4.41 su clasificación de acuerdo a la zona donde se encuentran emplazados (zona marginal o aluvial y sector de salmuera), y a su tipología (pozo profundo, pozo somero, calicata, regilla, medición continua y nivel lacustre). Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el registro de nivel de manera gráfica.

Tabla 4.41. Puntos de monitoreo del Sistema Aguas de Quelana.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
L3-2	Zona aluvial	Pozo profundo	132	L13-7	Zona marginal	Pozo somero	143
L4-3	Zona aluvial	Pozo somero	132	L14-1	Zona marginal	Pozo somero	144
L4-4	Zona aluvial	Pozo somero	133	L14-2	Zona marginal	Pozo somero	144
L5-1	Zona aluvial	Pozo profundo	133	L14-3	Zona marginal	Pozo somero	145
L5-2	Zona aluvial	Pozo profundo	134	L14-5	Zona marginal	Pozo somero	145
GD-02	Zona marginal	Pozo profundo	135	L14-6	Zona marginal	Pozo somero	146
L3-3	Zona marginal	Pozo somero	135	L14-7	Zona marginal	Pozo somero	146
L3-8	Zona marginal	Pozo somero	136	L5-G3	Zona marginal	Reglilla	147
L3-11	Zona marginal	Pozo somero	136	L4-10	Zona marginal	Reglilla	148
L3-12	Zona marginal	Pozo somero	137	L3-5	Zona marginal	Continuo	149
L3-14	Zona marginal	Pozo somero	137	L3-6	Zona marginal	Continuo	149
L4-5	Zona marginal	Pozo somero	138	L3-7	Zona marginal	Continuo	150
L4-11	Zona marginal	Pozo somero	138	L3-9	Zona marginal	Continuo	150
L4-14	Zona marginal	Pozo somero	139	L3-10	Zona marginal	Continuo	151
L4-15	Zona marginal	Pozo somero	139	L3-13	Zona marginal	Continuo	151
L5-9	Zona marginal	Pozo somero	140	L4-7	Zona marginal	Continuo	152
L5-11	Zona marginal	Pozo somero	140	L4-8	Zona marginal	Continuo	152
L5-12	Zona marginal	Pozo somero	141	L4-9	Zona marginal	Continuo	153
L5-13	Zona marginal	Pozo somero	141	L4-12	Zona marginal	Continuo	153
L13-5	Zona marginal	Pozo somero	142	L4-13	Zona marginal	Continuo	154
L5-15	Zona marginal	Pozo somero	142	L5-3	Zona marginal	Continuo	154
L13-6	Zona marginal	Pozo somero	143	L5-6	Zona marginal	Continuo	155

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
L5-7	Zona marginal	Continuo	156	D-2	Salmuera	Pozo profundo	161
L5-8	Zona marginal	Continuo	156	L3-4 (SOPM -08)	Salmuera	Pozo profundo	161
L5-10	Zona marginal	Continuo	157	L4-6	Salmuera	Pozo profundo	162
L5-14	Zona marginal	Continuo	157	L4-16	Salmuera	Pozo somero	162
L13-1	Zona marginal	Continuo	158	L5-4	Salmuera	Pozo profundo	163
L13-2	Zona marginal	Continuo	158	SOPM -09	Salmuera	Pozo profundo	163
L13-3	Zona marginal	Continuo	159	Camar 2	Zona aluvial	Pozo de agua	164
L13-4	Zona marginal	Continuo	159	Socaire	Zona aluvial	Pozo de agua	164
L14-4	Zona marginal	Continuo	160				

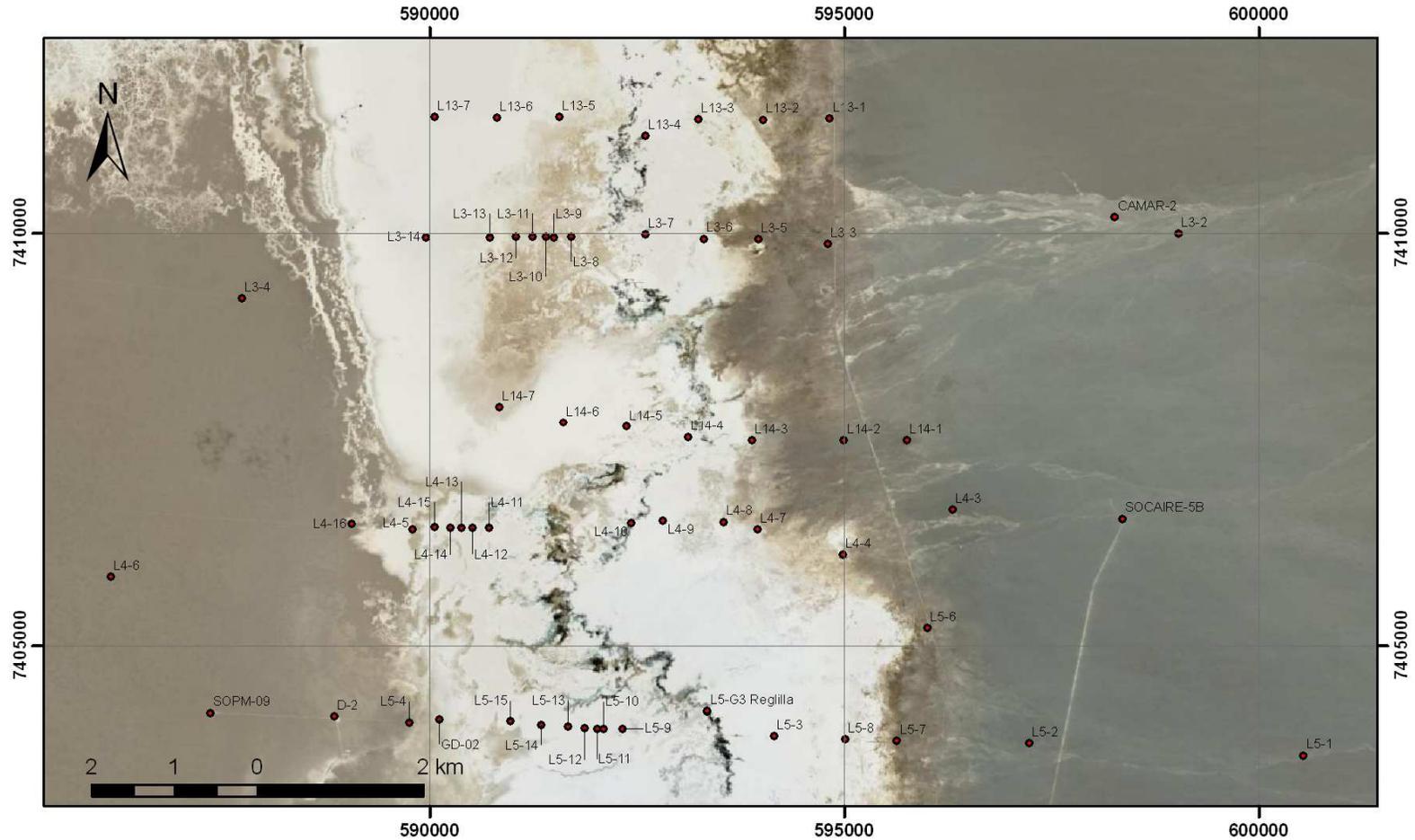


Figura 4.107. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana.

4.2.1. 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.

Los pozos L4-3, L3-3 y L3-5 junto a la reglilla L4-10 (Figura 4.109, Figura 4.114, Figura 4.140 y Figura 4.139 respectivamente) son parte del monitoreo de niveles de los sistemas Aguas de Quelana y Vegetación Borde Este, pero serán presentados sólo en esta sección.

El pozo L3-4, también denominado SOPM-8 (Figura 4.164), es parte del monitoreo de niveles de los sistemas Aguas de Quelana y Núcleo del Salar de Atacama y será presentado también sólo en esta sección.

Como se indica más adelante, el pozo Camar comenzó a bombear el mes de mayo del 2008. El inicio del bombeo produjo un cambio en el comportamiento histórico de algunos pozos de la zona aluvial. El pozo L3-2 muestra un descenso que concuerda con el inicio del bombeo de los pozos de extracción de esta zona, aunque de forma posterior se observa que continua con la tendencia que presentaba antes del inicio del bombeo. Se puede observar que el efecto combinado del bombeo de los pozos Camar y Socaire es imperceptible en los pozos L13-1, L14-1 y L5-6, los cuales se encuentran cercanos al camino Toconao-Peine en dirección aguas abajo de dichos pozos de bombeo.

Cabe destacar que algunas reglillas o pozos ubicados cerca de los afloramientos superficiales de Aguas de Quelana presentan un incremento puntual de nivel producto de dos precipitaciones registradas en el sector (12 de marzo de 2009 y 12 de abril de 2009), de las cuales solo se logró registrar la del 12 de abril en la estación Salar como se verá posteriormente. Las reglillas o pozos donde se registró este ascenso de nivel son: L3-6, L3-7, L4-9, L5-3 L13-4 y L14-4.

Adicionalmente, dentro del periodo del correspondiente al presente informe DICTUC realizó mediciones en este sistema en los pozos L5-6, L5-7, L5-8, L5-3, L4-8, L4-9, L3-2 y L3-3.

4.2.1.1. Pozos en zona aluvial

Los pozos L3-2 y L4-3 presentados en la Figura 4.108 y en la Figura 4.112 corresponden a pozos de la zona aluvial.

El pozo L3-2 (Figura 4.108) presenta un descenso importante de nivel observado durante noviembre de 2004, que se explica por la realización de una prueba de bombeo. El nivel medido en el pozo no se ha recuperado a los niveles anteriores a la realización de la prueba de bombeo. Luego de dicho descenso, el nivel se mantuvo constante hasta mediados de 2008, fecha en la cual se observa un nuevo descenso producto probablemente del inicio del bombeo en el pozo Camar 2 que se encuentra cercano a éste.

Se reconfirma la cota del punto de referencia del pozo L4-3, siendo esta igual a 2319,611 m.s.n.m., por lo cual, de acuerdo a lo indicado en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 226/2006, el descenso máximo permitido desde mayo de 2007 para este pozo es de 0,92 metros, quedando fijado el umbral de activación como la cota igual a 2301,72 m.s.n.m. Respecto a su comportamiento se observa que tuvo un periodo de descenso que duró hasta aproximadamente el año 2001, para posteriormente aumentar hasta el año 2007, donde nuevamente se observa una disminución de su nivel. Si bien este pozo se ubica aguas abajo del pozo Socaire 5, su comportamiento parece estar más relacionado con variaciones en la recarga que con el bombeo, ya que el caudal de extracción ha sido relativamente constante durante todo el periodo de monitoreo de este pozo.

En la Figura 4.110 se puede observar el nivel del acuífero medido en el pozo L4-4, que corresponde a un pozo artesiano. Cabe señalar que el aumento de nivel registrado en octubre de 2007, se explica precisamente porque este pozo monitorea la cota piezométrica de un acuífero confinado surgente. Antiguamente el pozo poseía un tubo que sobresalía aproximadamente 80 cm desde el nivel del suelo, altura que era insuficiente para registrar la cota piezométrica del acuífero. En efecto, la cota registrada desde noviembre de 2001 a octubre de 2007 corresponde a la cota superior del tubo. A partir de esta última fecha se aumentó la altura del tubo en 120 cm adicionales, permitiendo observar el real funcionamiento del acuífero en este punto.

El pozo L5-1 que se encuentra presenta un descenso en el periodo de registro, dado que este pozo se encuentra aguas arriba del bombeo, el descenso puede atribuirse a una disminución de la recarga producido por las escasas precipitaciones del último periodo. El pozo L5-2 que se encuentra cercano, presenta un comportamiento similar, sin embargo en este pozo tiende a estabilizarse a partir del último semestre.

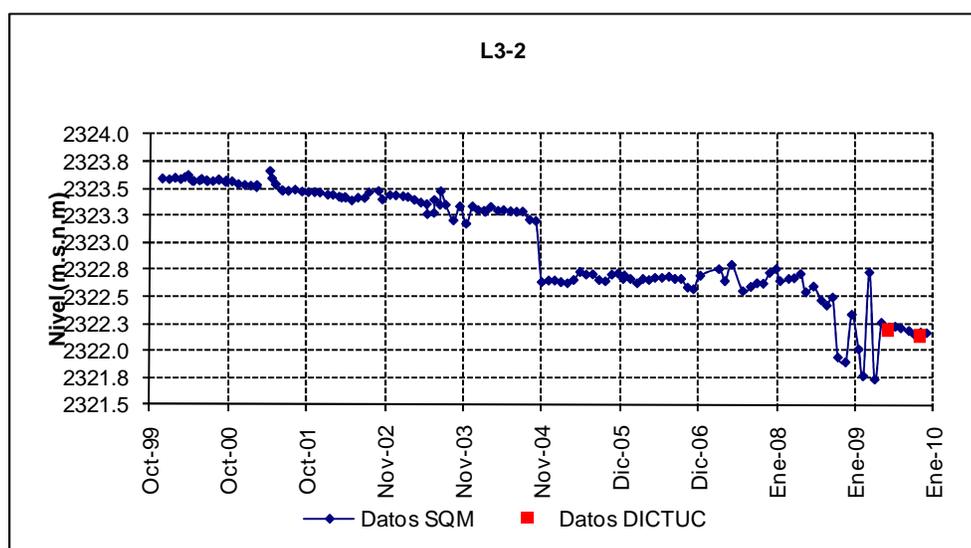


Figura 4.108. Nivel mensual observado en el pozo L3-2.

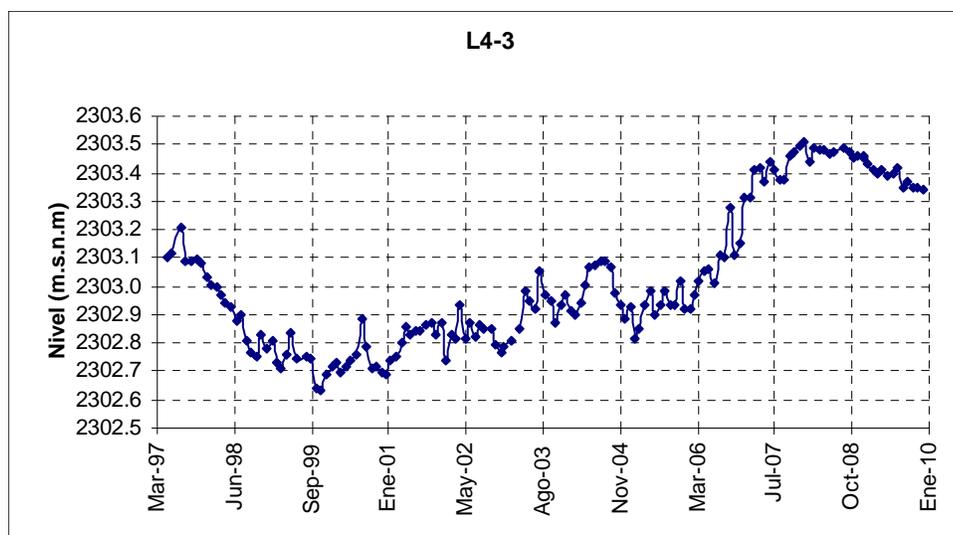


Figura 4.109. Nivel mensual observado en el pozo L4-3.

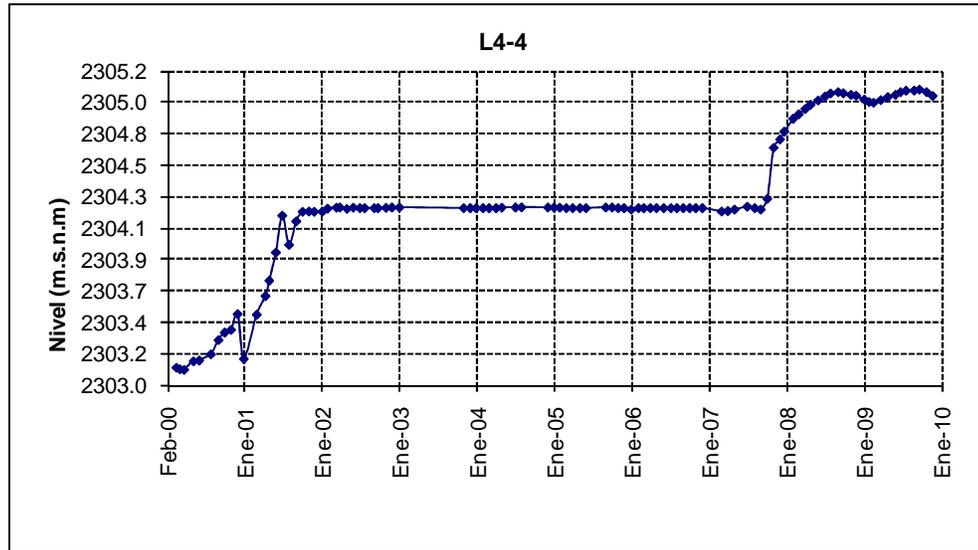


Figura 4.110. Nivel mensual observado en el pozo L4-4.

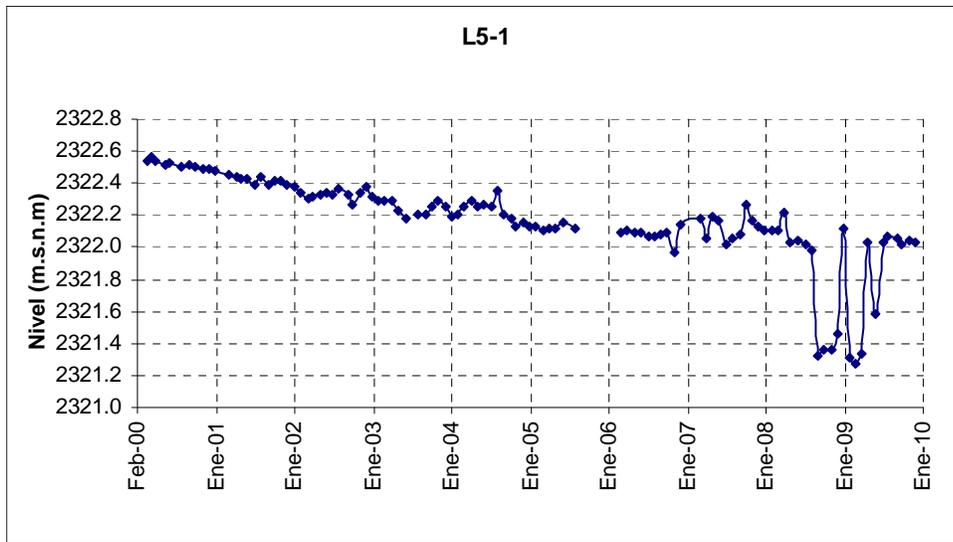


Figura 4.111. Nivel mensual observado en el pozo L5-1.

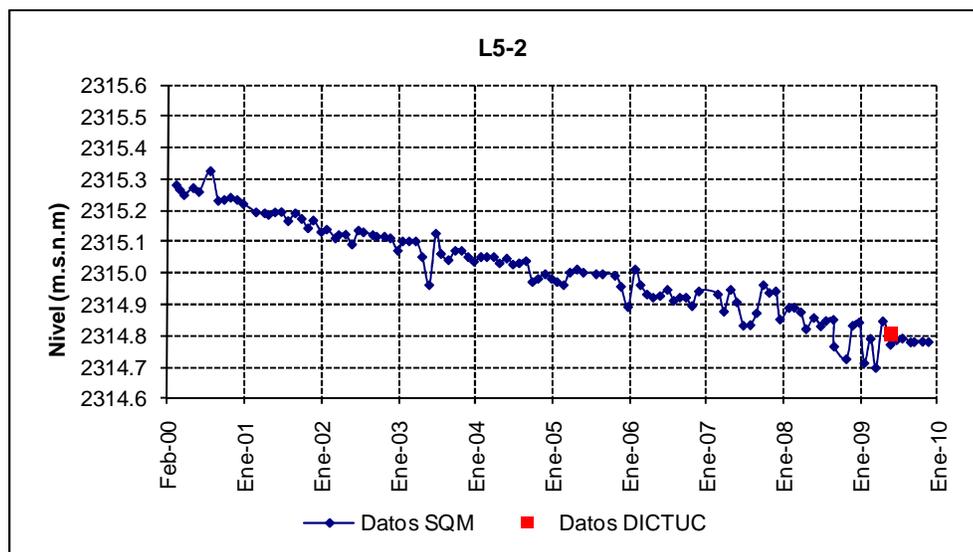


Figura 4.112. Nivel mensual observado en el pozo L5-2.

4.2.1.2. Pozos en zona marginal

En el sistema Aguas de Quelana a partir de la información disponible (en general, desde 2007), el nivel del acuífero presenta una oscilación estacional, que es más notoria en aquellos pozos donde la napa se ubica más somera. Los pozos L3-3 y L4-5 son los únicos en la zona marginal con datos anteriores a 2007. En la Figura 4.114 se aprecia que en el último año el pozo L3-3 presenta comportamiento claramente estacional, sin embargo se observa desde el inicio de los registros un leve descenso del nivel de aproximadamente 10 cm en 10 años, es decir, 1 cm/año. El resto de los pozos se muestran muy estables incluso algunos de ellos con una ligera tendencia al alza.

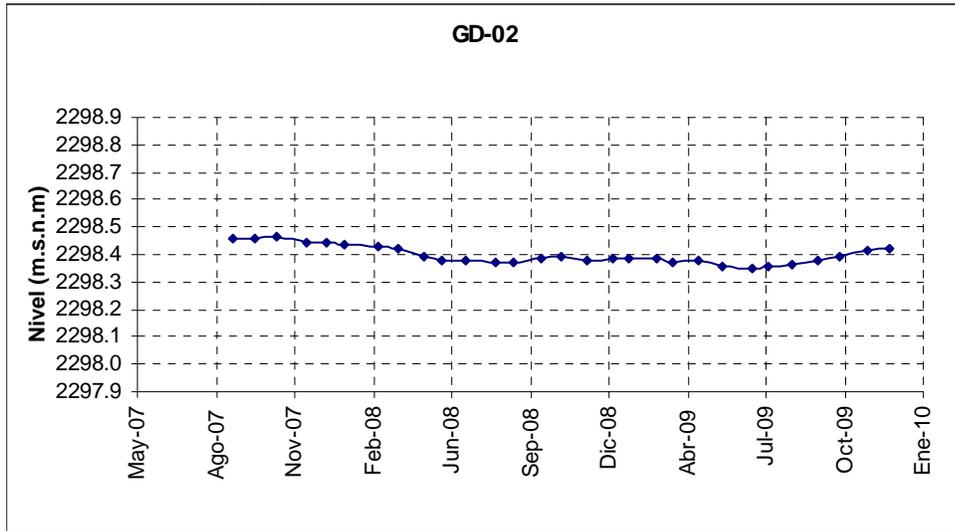


Figura 4.113. Nivel mensual observado en el pozo GD-02.

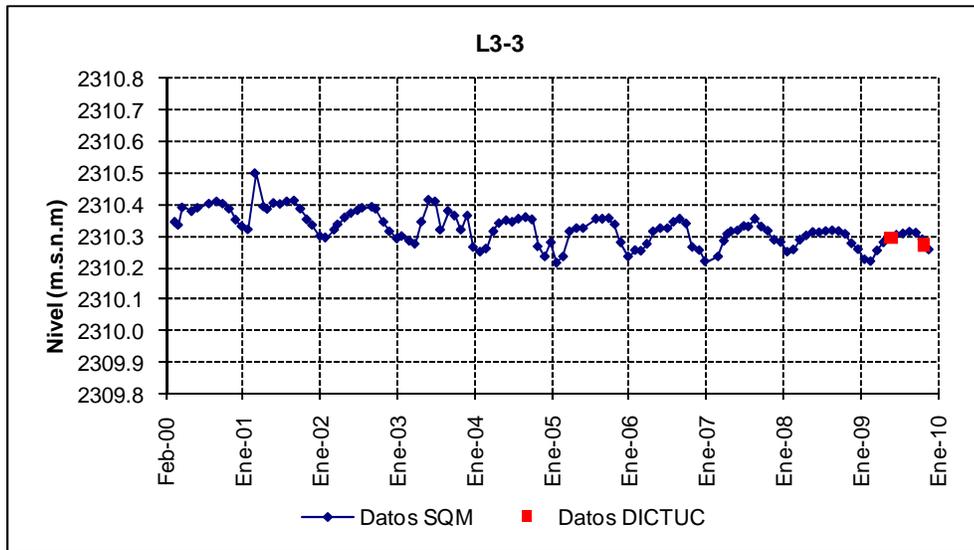


Figura 4.114. Nivel mensual observado en el pozo L3-3.

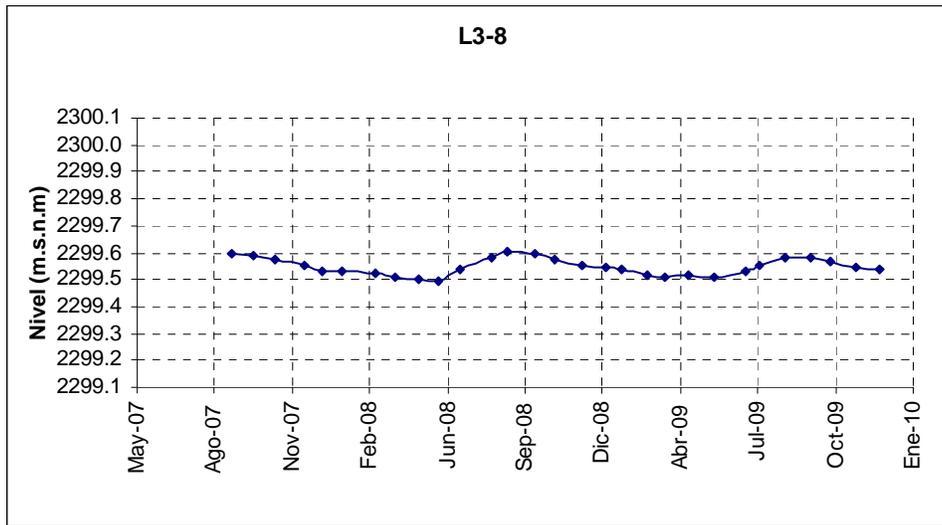


Figura 4.115. Nivel mensual observado en el pozo L3-8.

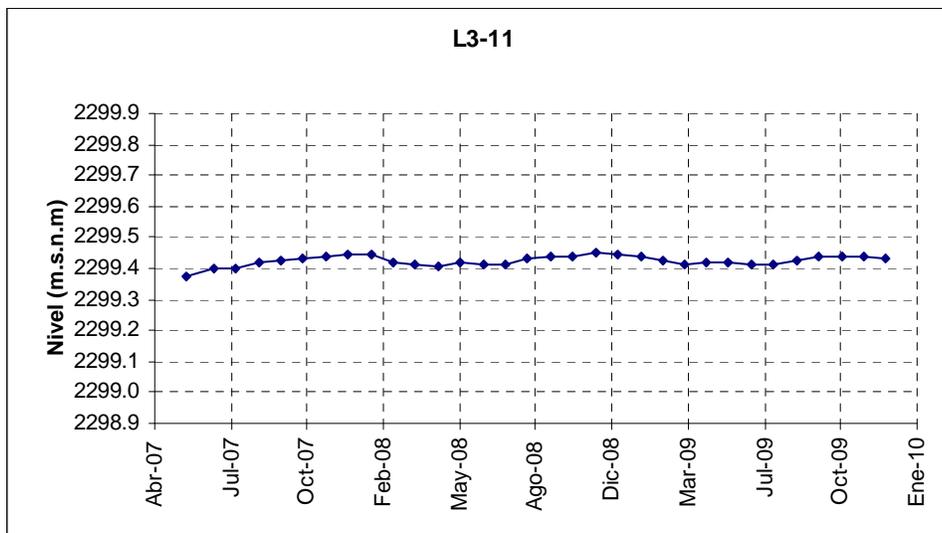


Figura 4.116. Nivel mensual observado en el pozo L3-11.

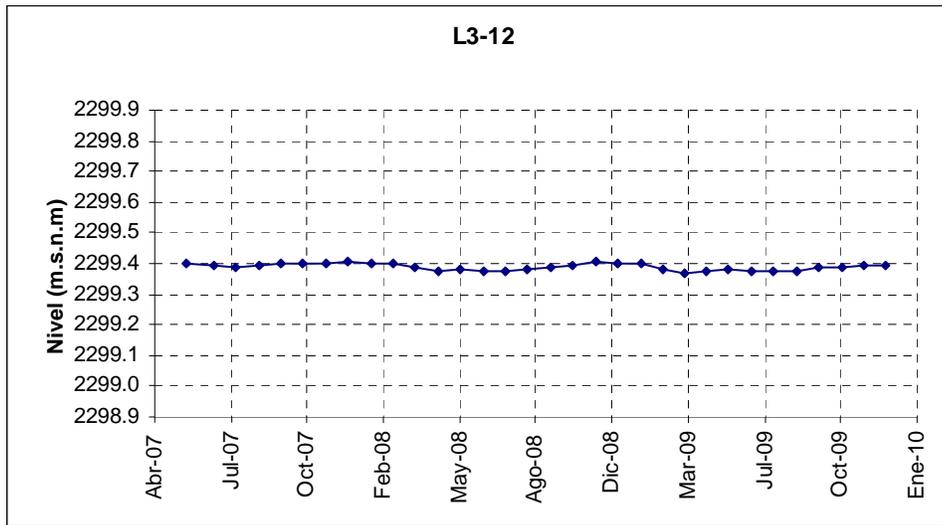


Figura 4.117. Nivel mensual observado en el pozo L3-12.

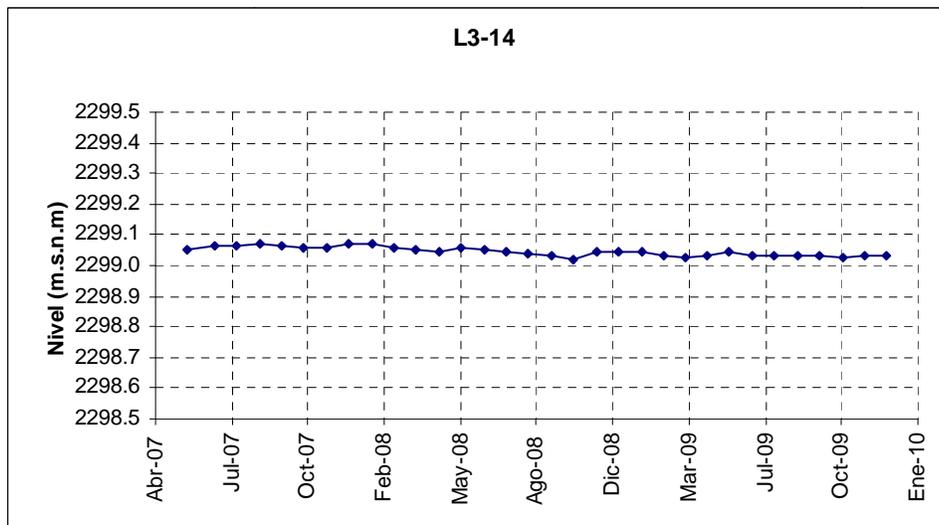


Figura 4.118. Nivel mensual observado en el pozo L3-14.

En la Figura 4.119 se aprecia el nivel mensual observado en el pozo L4-5. A partir de diciembre de 2006 la formación de cristales de sal en su interior impidió la correcta medición de los niveles durante los 3 primeros trimestres del año 2007. Por este motivo, el 26 de septiembre de 2007 se procedió a construir un nuevo pozo aledaño al pozo L4-5 antiguo y se georreferenciaron ambos pozos (nuevo y viejo) para poder realizar las comparaciones correspondientes. A partir de esta fecha todos los registros son del nuevo pozo L4-5.

Los pozos L14-1, L14-2 y L14-3 que se encuentran muy cercanos a los pozos de bombeo presentan efectos menores. El pozo L14-1 presenta un descenso de aproximadamente 20 cm en los 2,5 años de registro, en tanto que el L14-2 sólo se aprecia un descenso de 10 cm. Finalmente en el pozo L14-3 ya no se ven los efectos del bombeo.

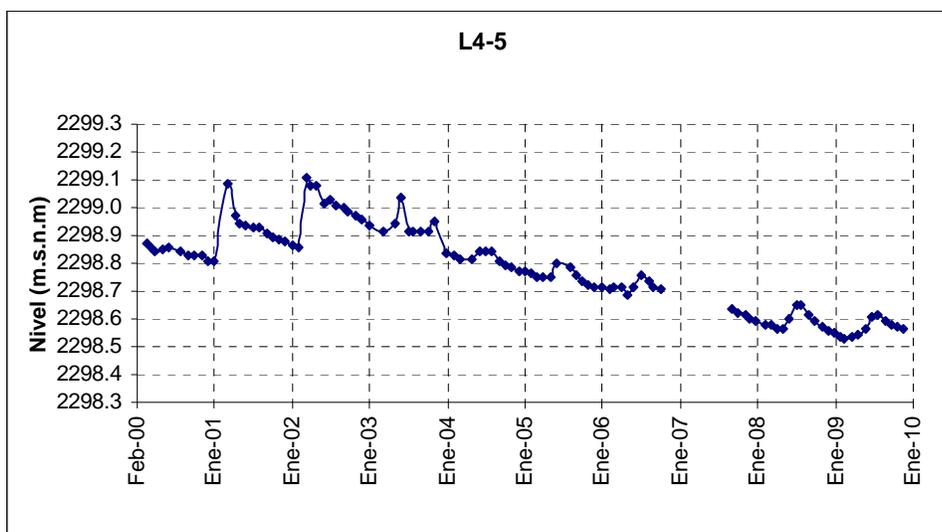


Figura 4.119. Nivel mensual observado en el pozo L4-5.

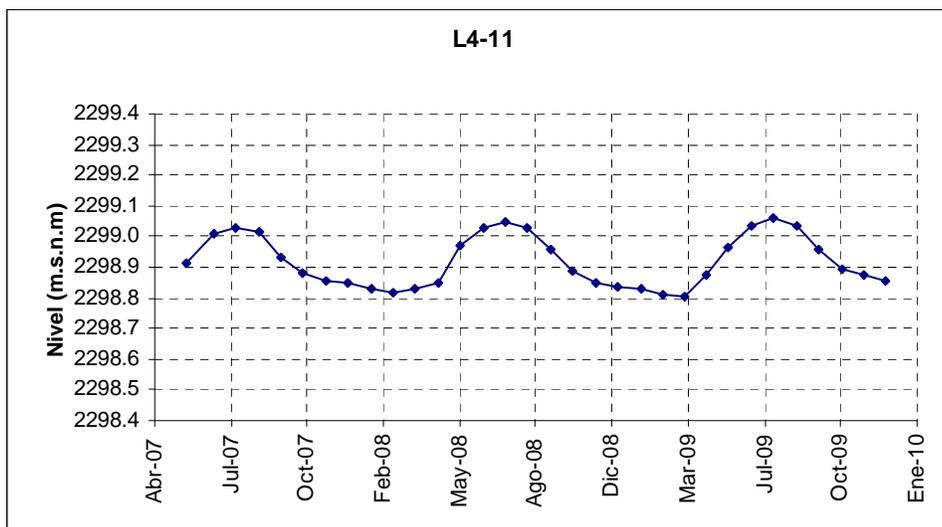


Figura 4.120. Nivel mensual observado en el pozo L4-11.

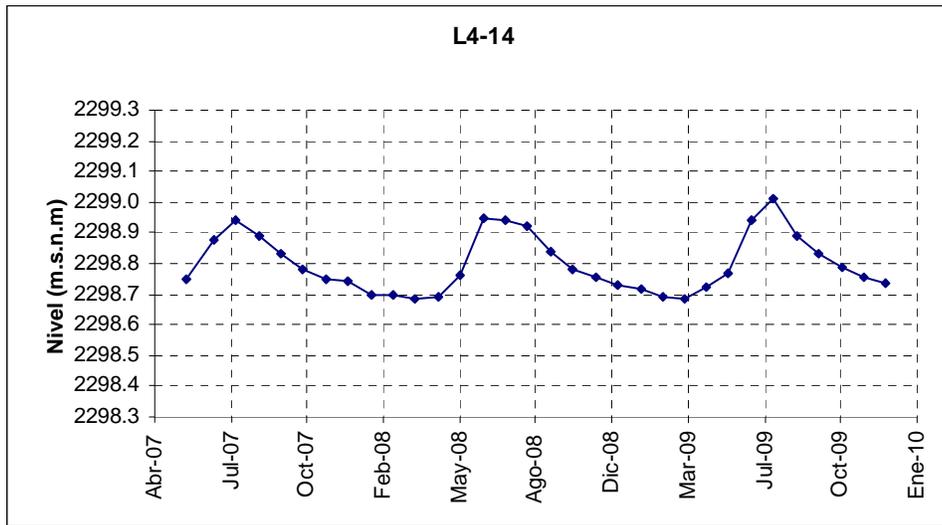


Figura 4.121. Nivel mensual observado en el pozo L4-14.

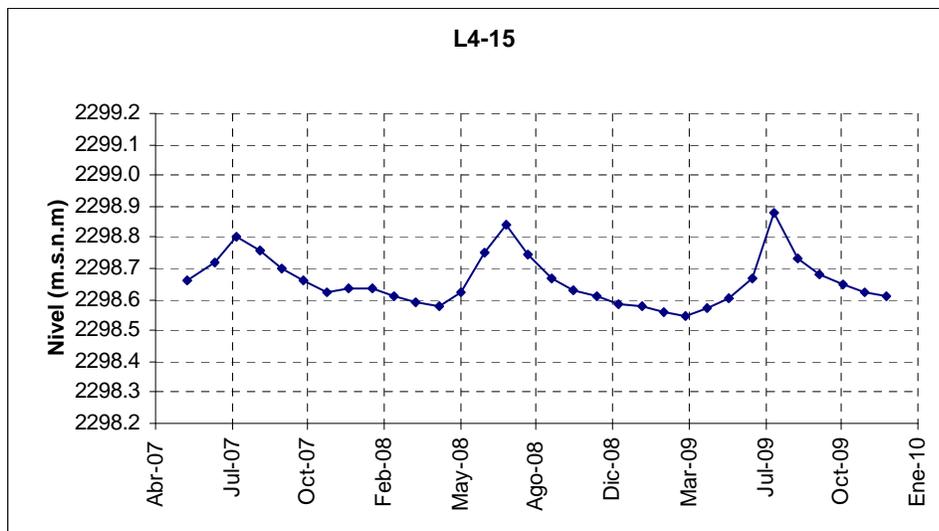


Figura 4.122. Nivel mensual observado en el pozo L4-15.

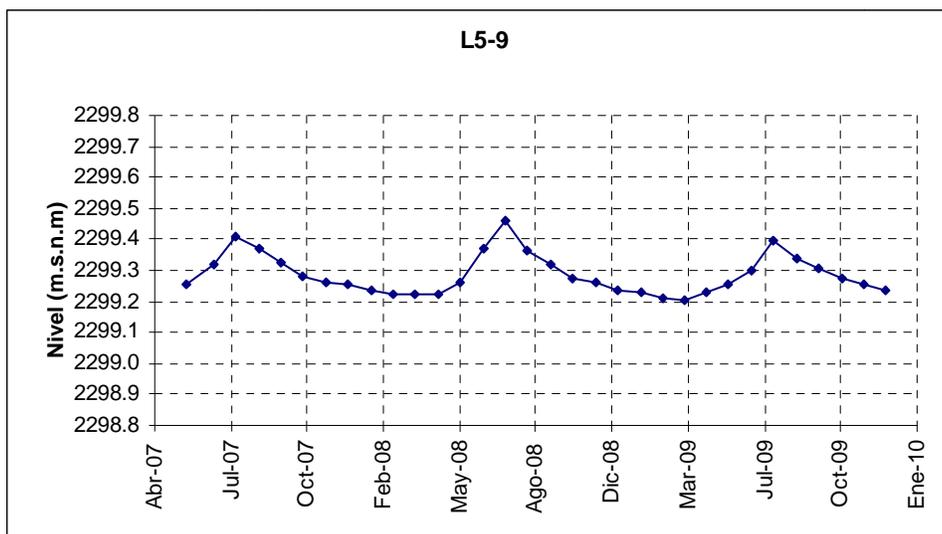


Figura 4.123. Nivel mensual observado en el pozo L5-9.

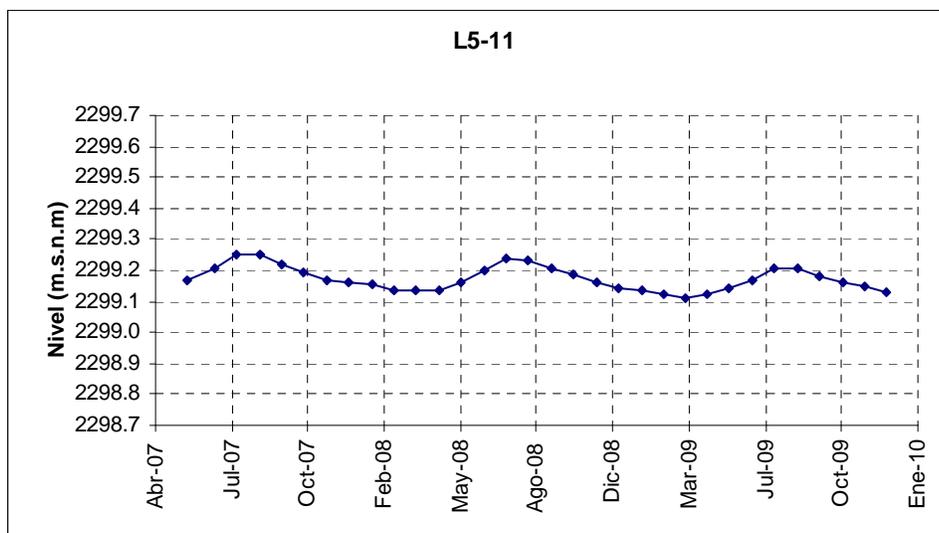


Figura 4.124. Nivel mensual observado en el pozo L5-11.

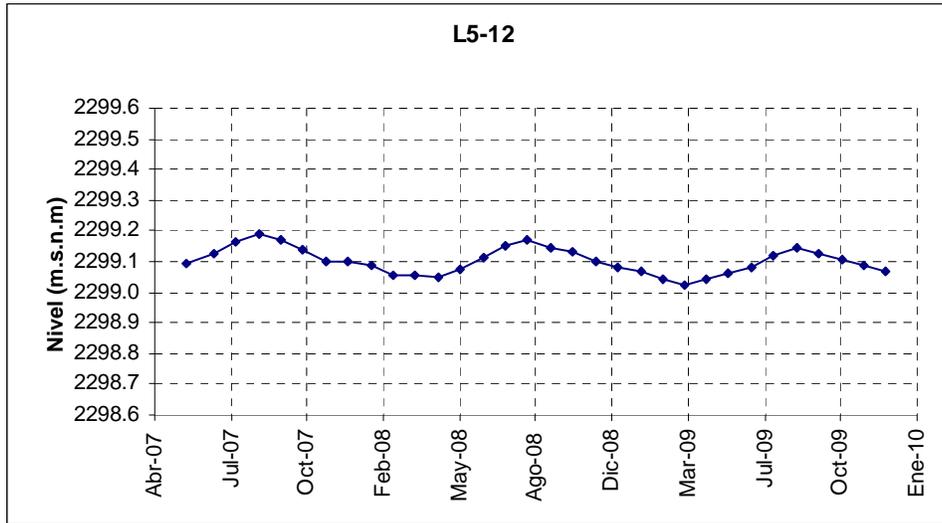


Figura 4.125. Nivel mensual observado en el pozo L5-12.

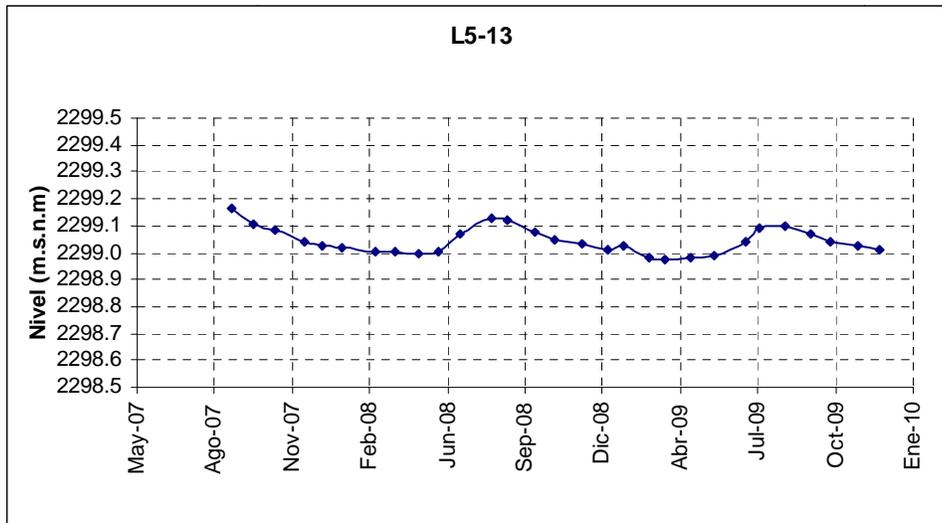


Figura 4.126. Nivel mensual observado en el pozo L5-13.

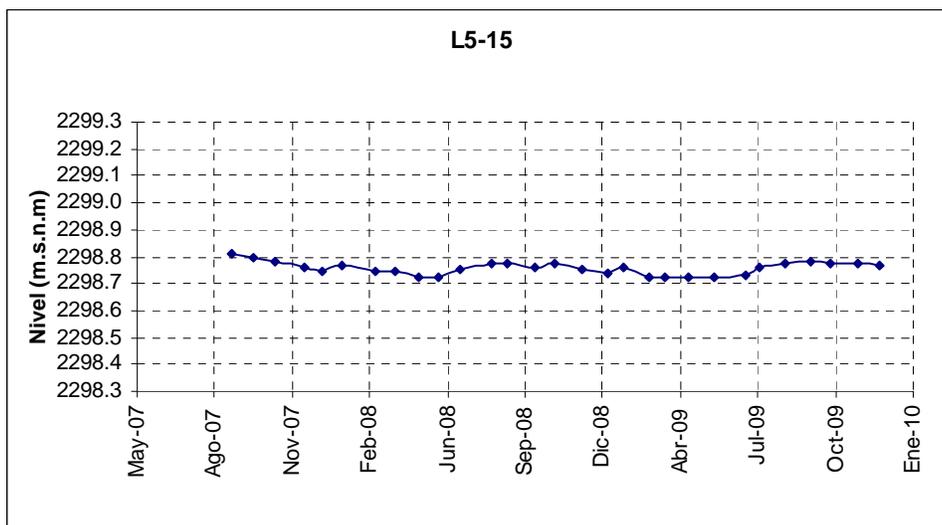


Figura 4.127. Nivel mensual observado en el pozo L5-15.

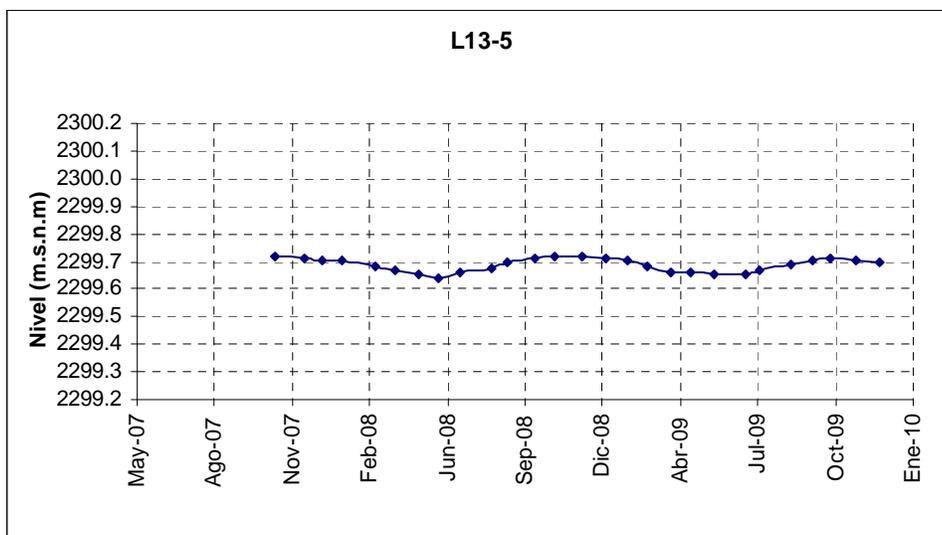


Figura 4.128. Nivel mensual observado en el pozo L13-5.

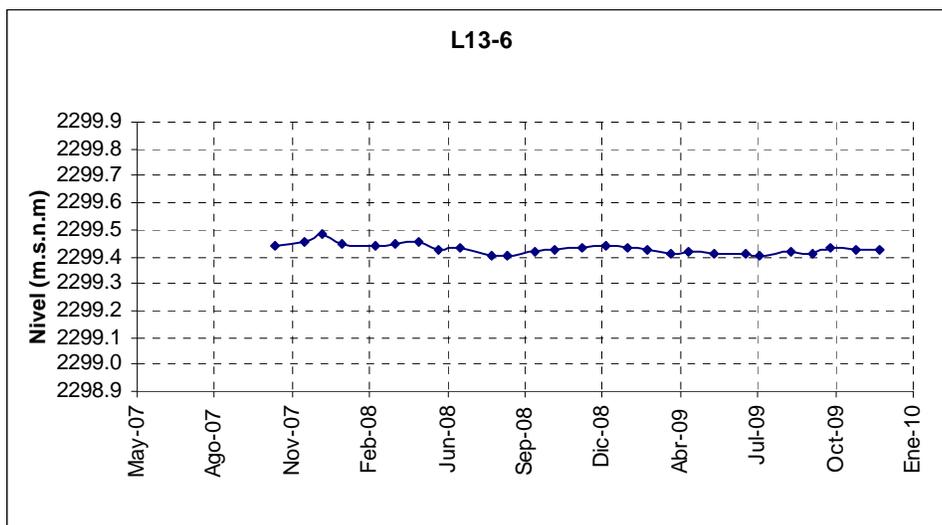


Figura 4.129. Nivel mensual observado en el pozo L13-6.

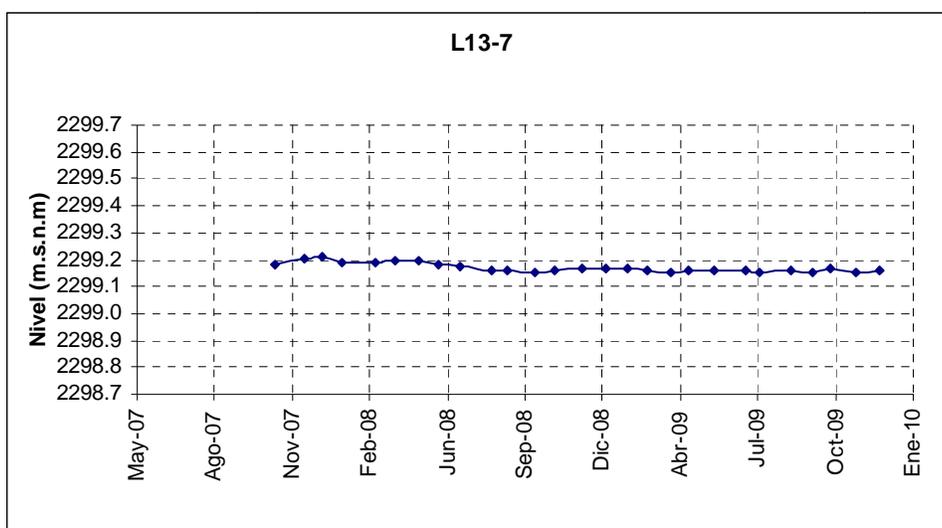


Figura 4.130. Nivel mensual observado en el pozo L13-7.

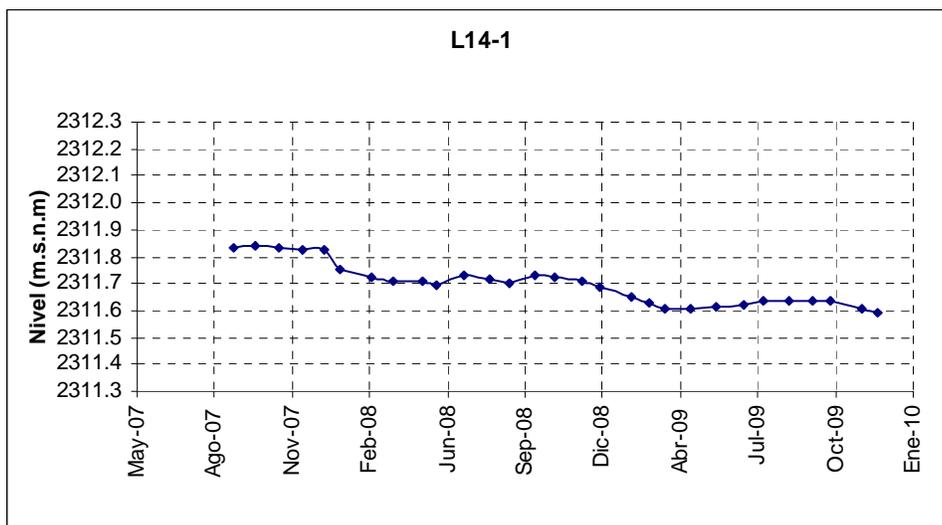


Figura 4.131. Nivel mensual observado en el pozo L14-1.

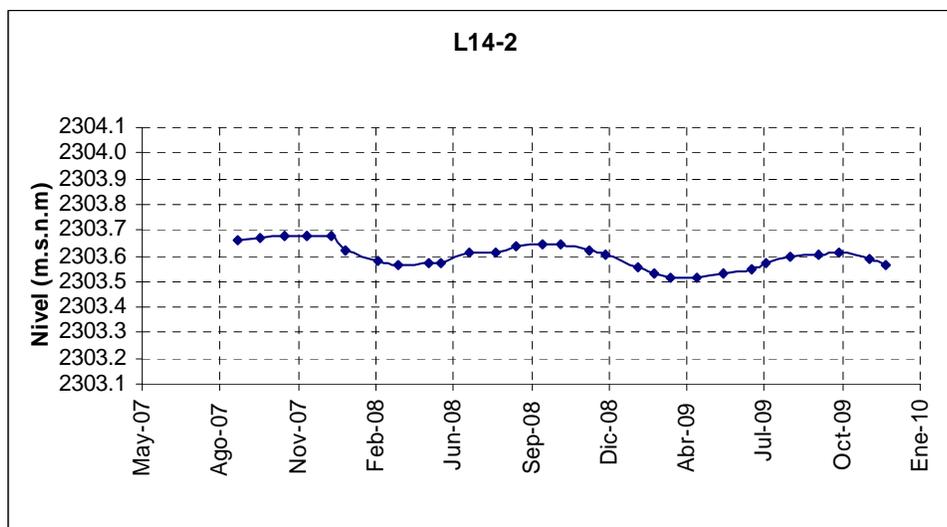


Figura 4.132. Nivel mensual observado en el pozo L14-2.

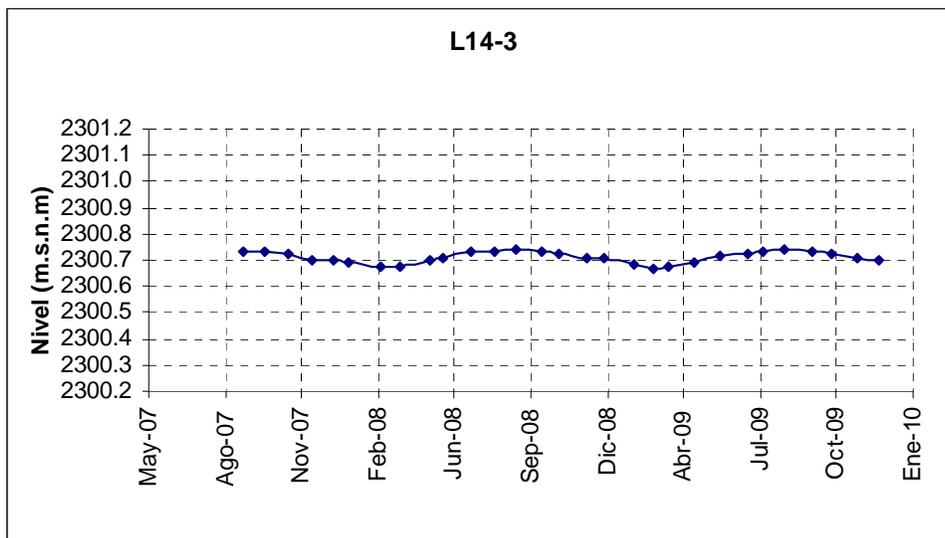


Figura 4.133. Nivel mensual observado en el pozo L14-3.

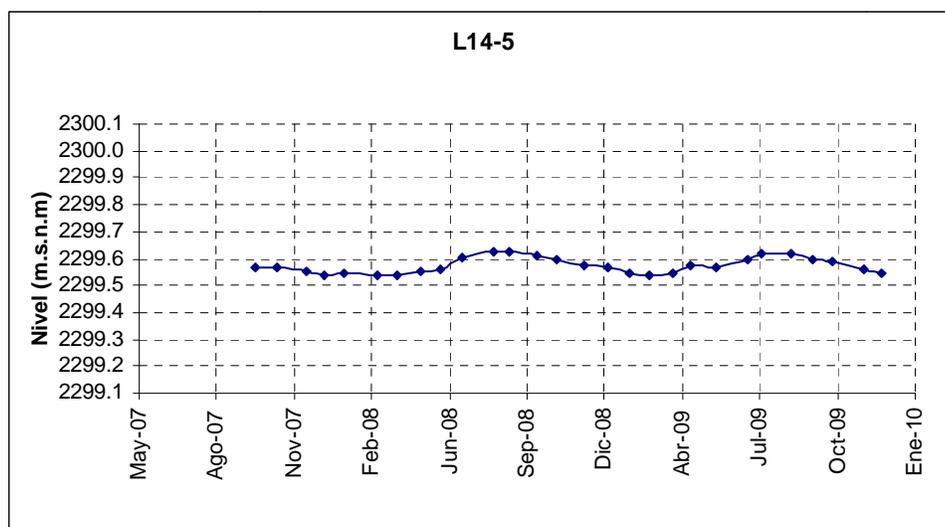


Figura 4.134. Nivel mensual observado en el pozo L14-5.

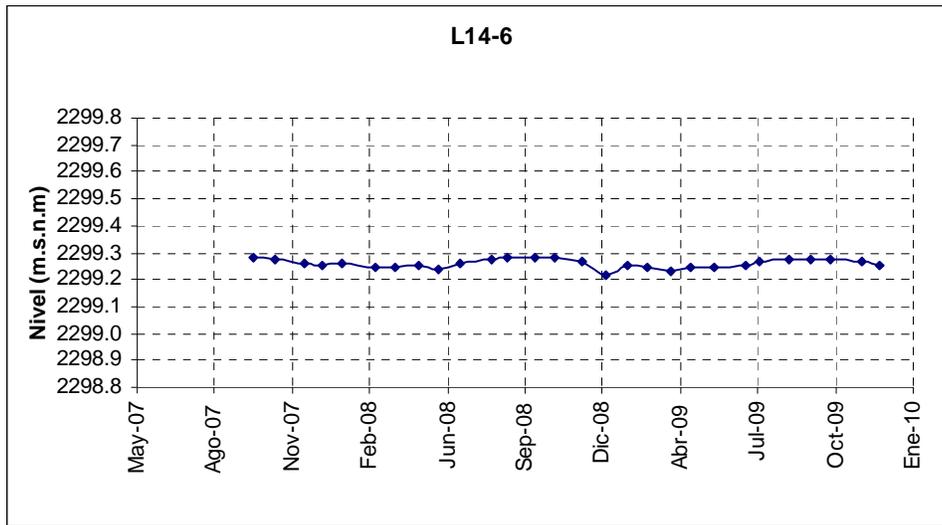


Figura 4.135. Nivel mensual observado en el pozo L14-6.

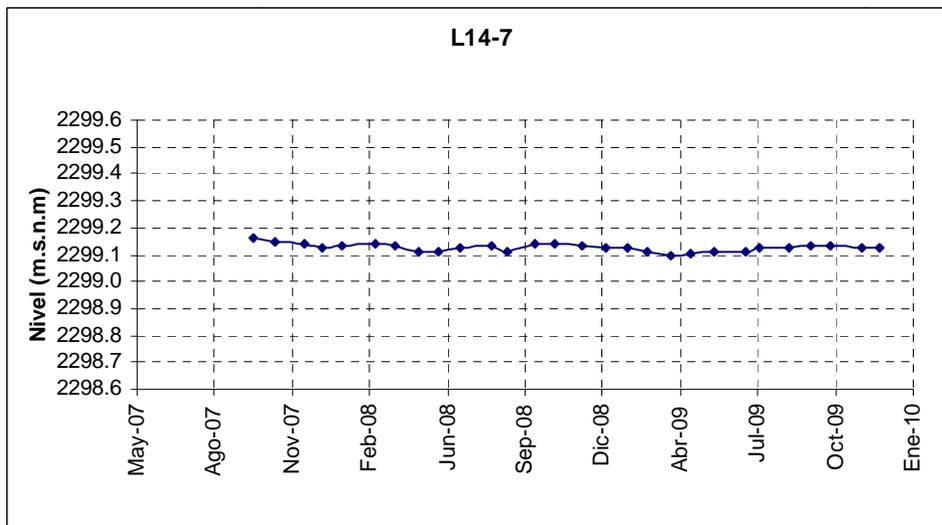


Figura 4.136. Nivel mensual observado en el pozo L14-7.

4.2.1.3. Reglillas

Desde la Figura 4.137 a la Figura 4.139 se muestran los niveles mensuales observados en las reglillas ubicadas en el sector Aguas de Quelana.

Dado que la reglilla L5-G3 tiene datos de medición continua desde septiembre de 2007, para una mejor visualización se presenta el seguimiento de esta reglilla en dos gráficos. El

primero muestra la serie histórica (Figura 4.137), mientras que el segundo (Figura 4.138) muestra los datos a partir de mayo del 2007. Los gráficos muestran un comportamiento estable desde el inicio de las mediciones a inicios del año 2000.

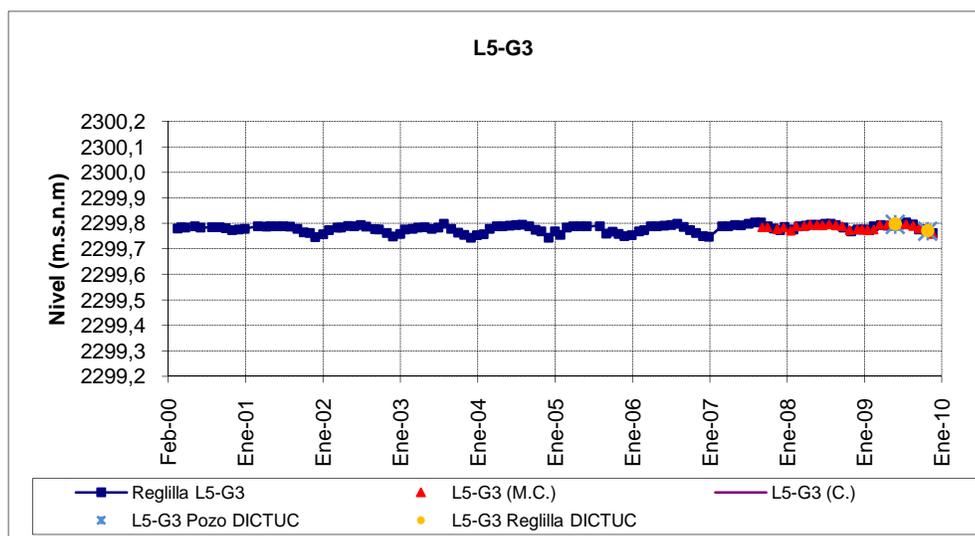


Figura 4.137. Nivel mensual observado en la reglilla L5-G3. (Línea azul: datos históricos; Puntos rojos: Medición manual en reglilla con registros de datos continuos – M.C.; Línea magenta: Datos continuos).

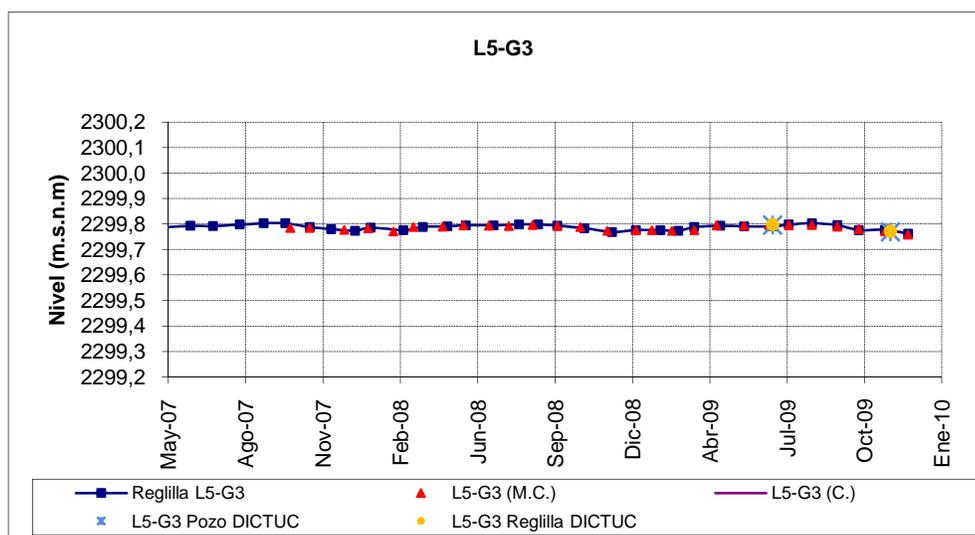


Figura 4.138. Nivel mensual observado en la reglilla L5-G3 desde 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea azul: Datos históricos; Puntos rojos: Medición manual en reglilla con registros de datos continuos – M.C.; Línea magenta: Datos continuos).

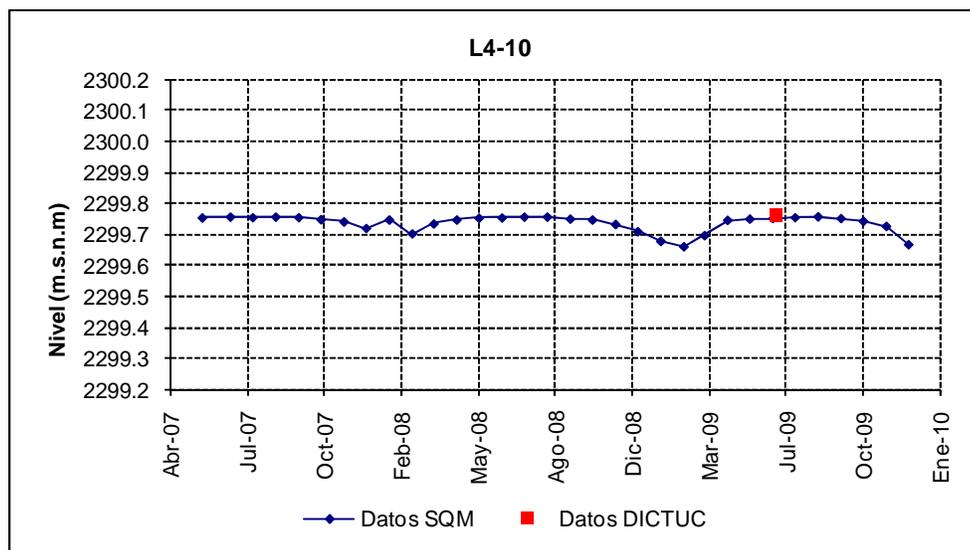


Figura 4.139. Nivel mensual observado en la reglilla L4-10.

4.2.1.4. Pozos con medición continua

En Aguas de Quelana se implementaron 22 pozos con medición continua de nivel, los cuales se presentan desde la Figura 4.140 a la Figura 4.162. Es importante recordar que aquellos pozos ubicados en sectores con densidad del agua variable deben ser recalibrados permanentemente. Los puntos mostrados en las figuras (color azul) corresponden a mediciones manuales realizadas en el pozo correspondiente.

Al igual que para el caso del sistema Soncor, hubo transductores de presión que presentaron problemas en su funcionamiento inicial (L3-5, L3-13, L4-8, L5-3, L5-6, L5-8) los que fueron debidamente reemplazados por transductores nuevos, de manera de asegurar una correcta medición de niveles. Cabe señalar que después de la reposición de todos los transductores de presión no se observaron valores anómalos, salvo las variaciones propias por cambio de densidad.

Se observa que estos pozos presentan un claro comportamiento estacional, siendo más marcado en aquellos pozos que presentan una menor profundidad de la napa, comportamiento que se ha mantenido estable dentro de estos dos años de monitoreo. En el pozo L13-1 se observa un leve descenso de 1 cm durante el periodo de registro, sin embargo el pozo L13-2 que se encuentra inmediatamente aguas abajo, no presenta este

descenso.

El pozo L5-6 presenta un comportamiento parecido al del pozo L14-2 en el que se aprecia un descenso de sólo 10 cm en los 2,5 años de registro. Este pozo se encuentra cerca del pozo de bombeo Socaire-5B.

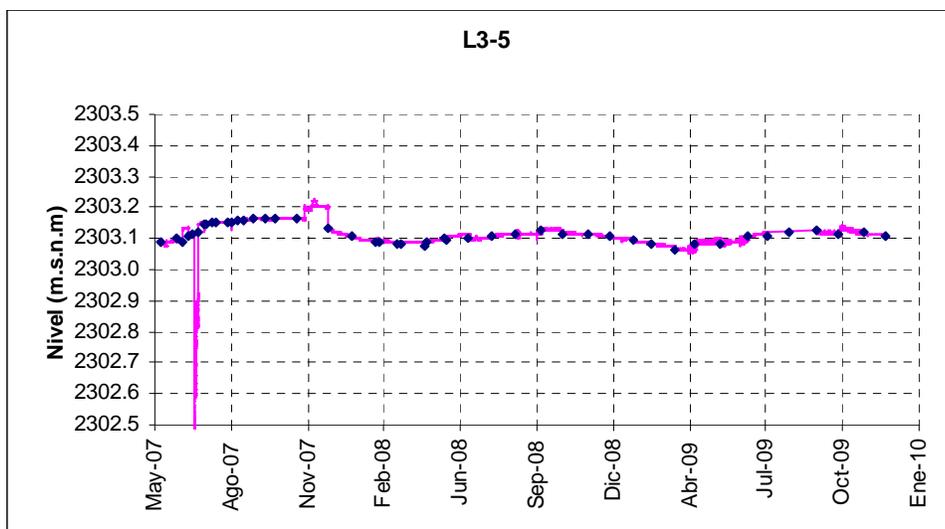


Figura 4.140. Nivel observado en el pozo L3-5 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

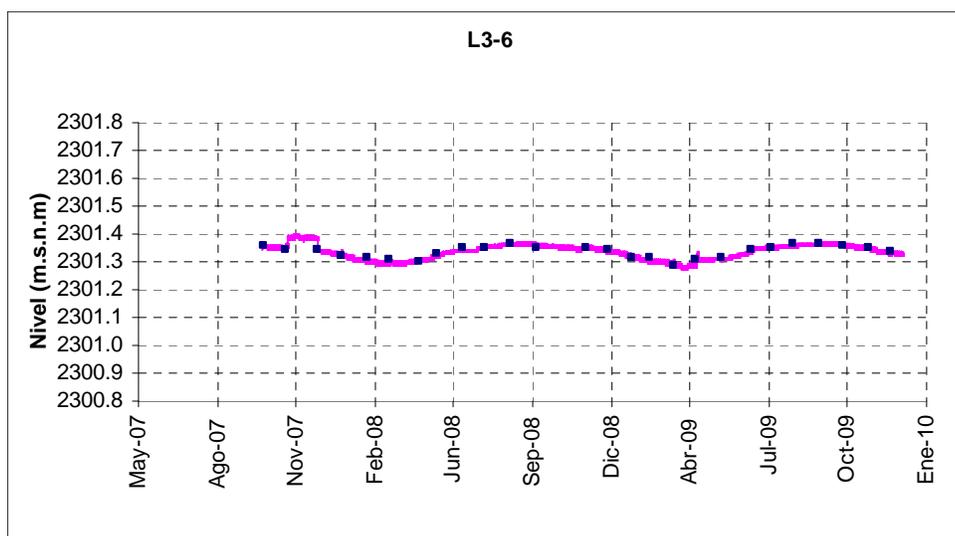


Figura 4.141. Nivel mensual observado en el pozo L3-6 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

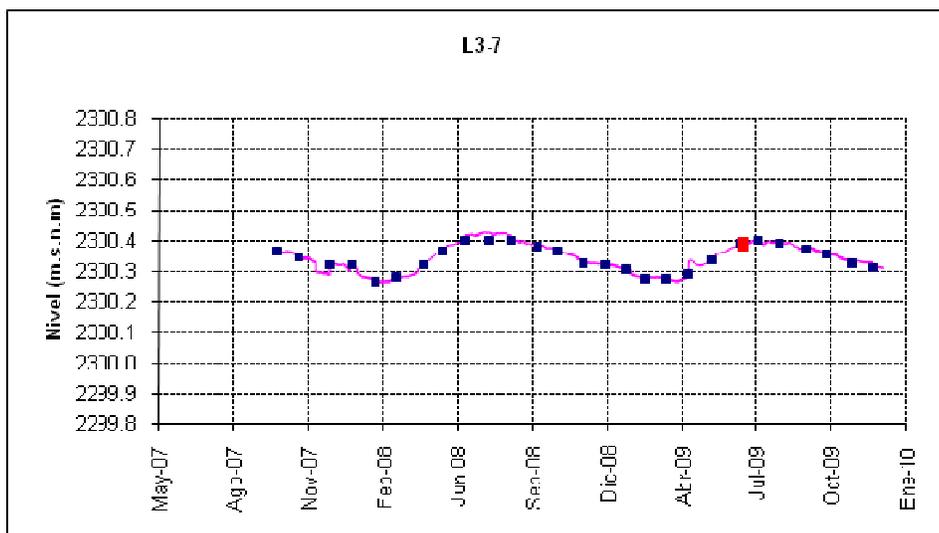


Figura 4.142. Nivel mensual observado en el pozo L3-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

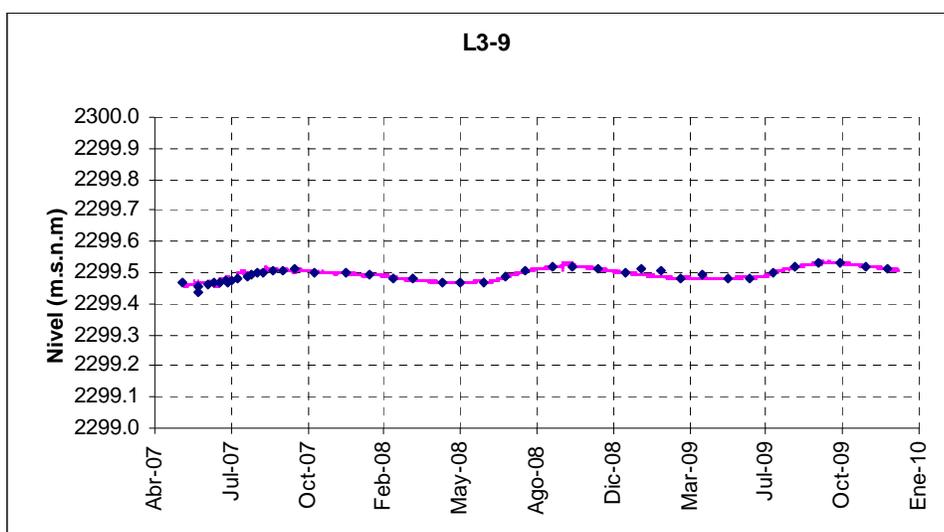


Figura 4.143. Nivel observado en el pozo L3-9 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

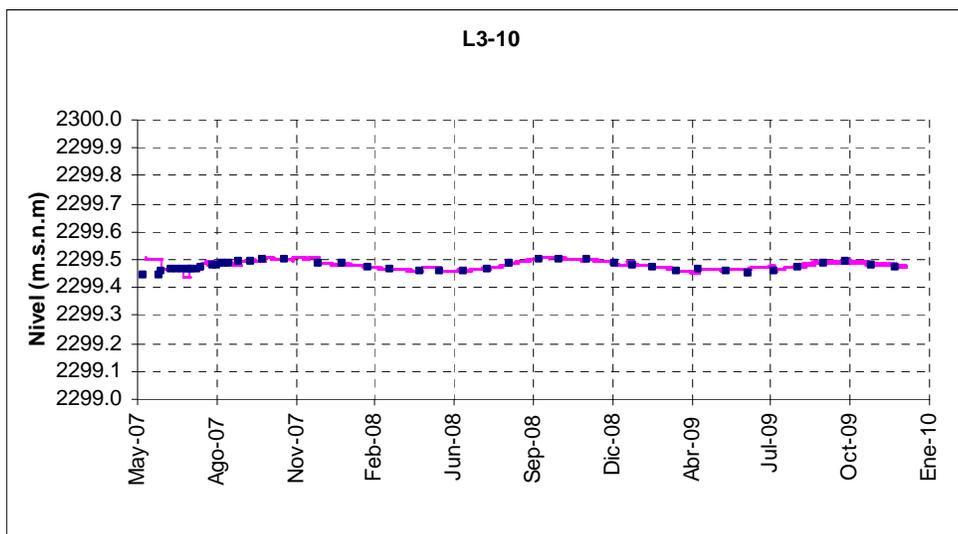


Figura 4.144. Nivel observado en el pozo L3-10 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

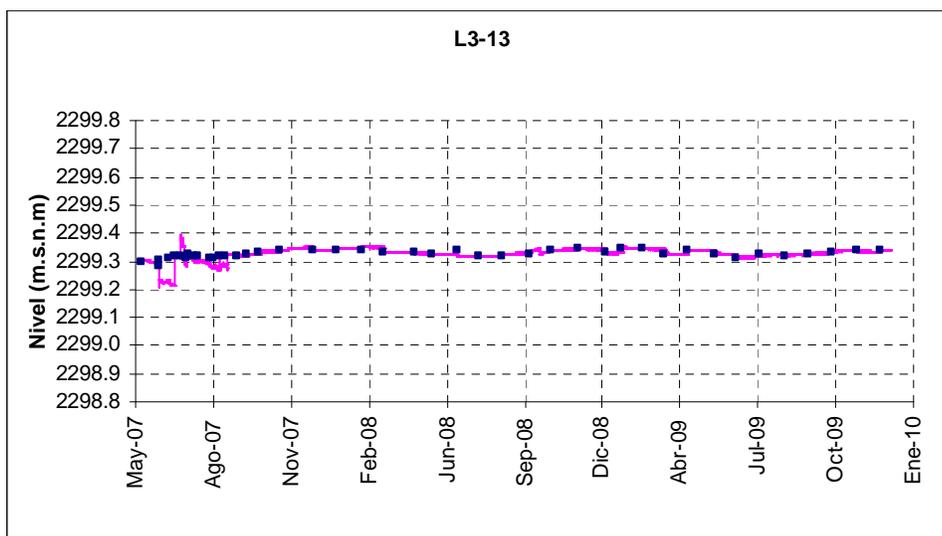


Figura 4.145. Nivel observado en el pozo L3-13 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

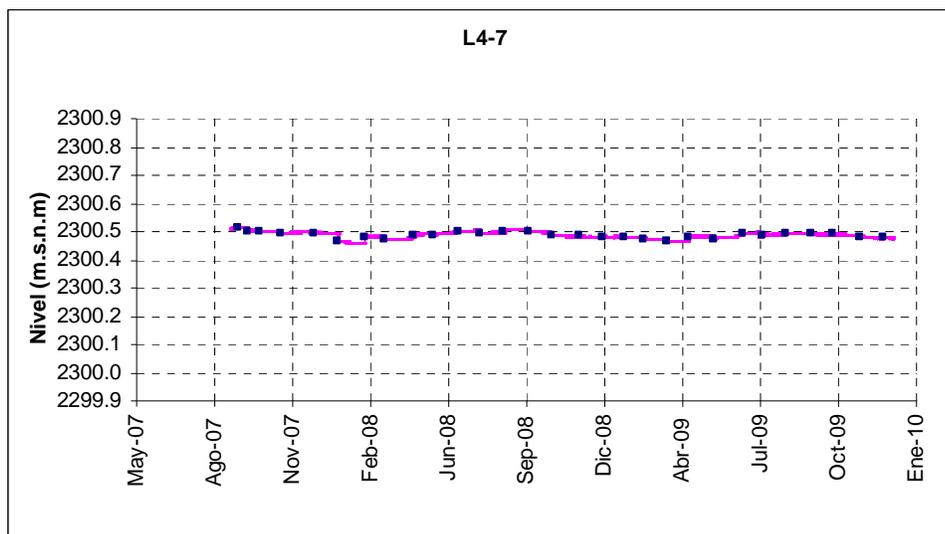


Figura 4.146. Nivel mensual observado en el pozo L4-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

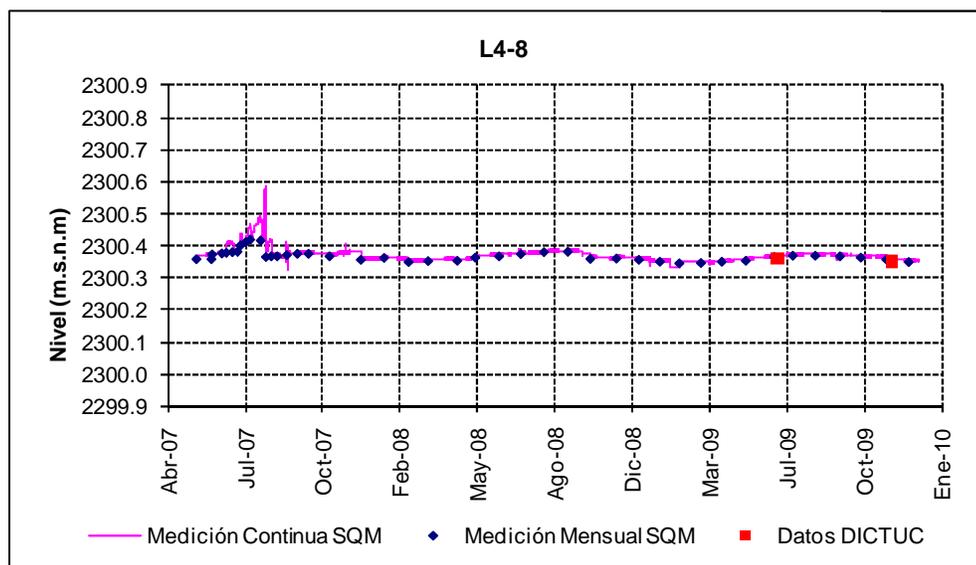


Figura 4.147. Nivel observado en el pozo L4-8 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

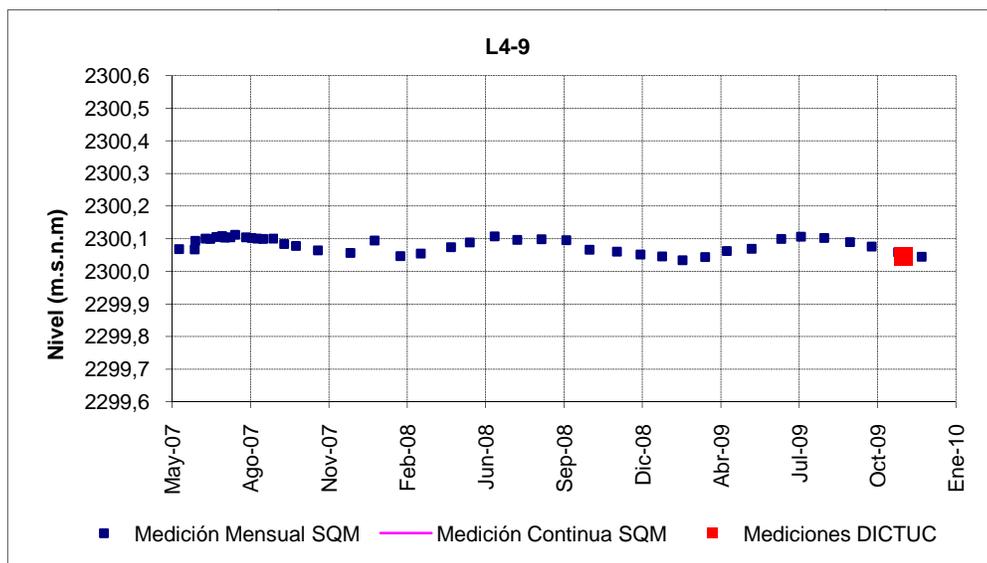


Figura 4.148. Nivel observado en el pozo L4-9 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

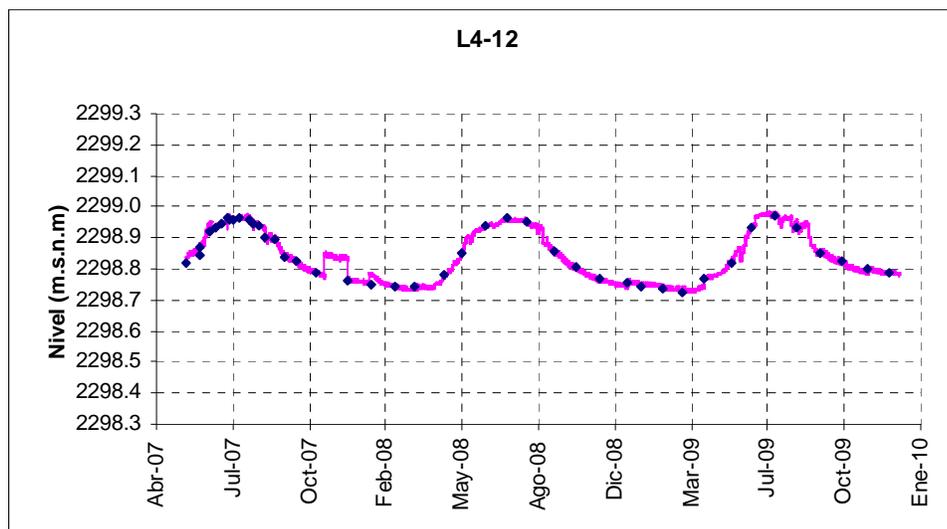


Figura 4.149. Nivel observado en el pozo L4-12 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

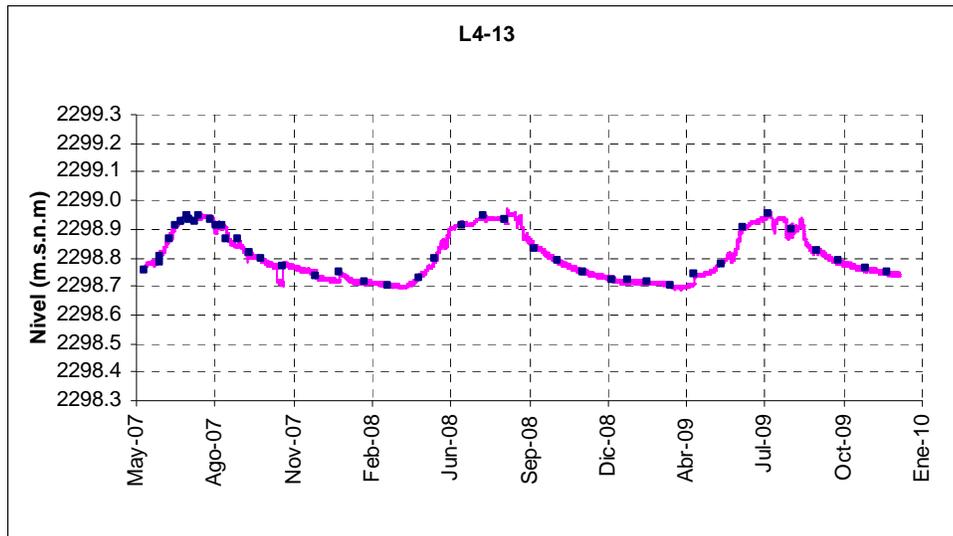


Figura 4.150. Nivel observado en el pozo L4-13 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

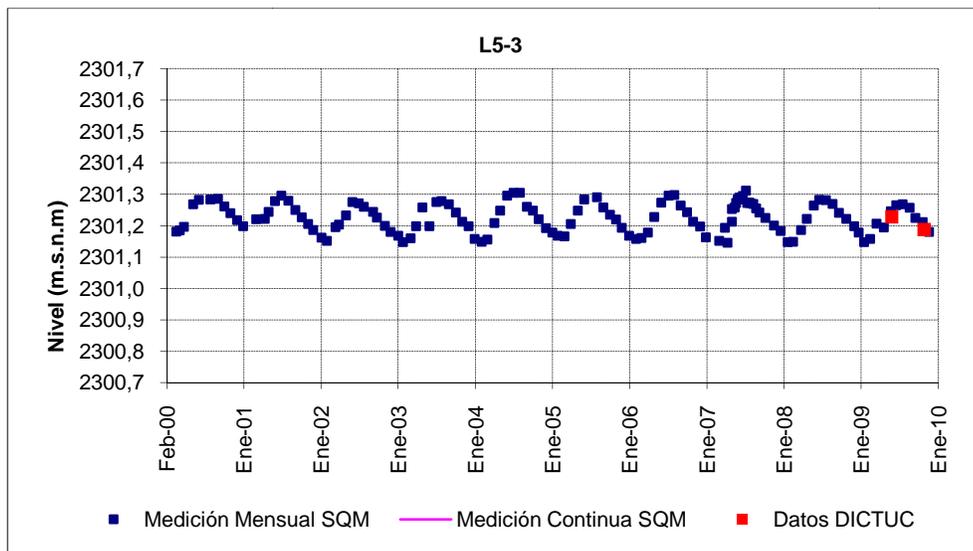


Figura 4.151. Nivel mensual observado en el pozo L5-3.

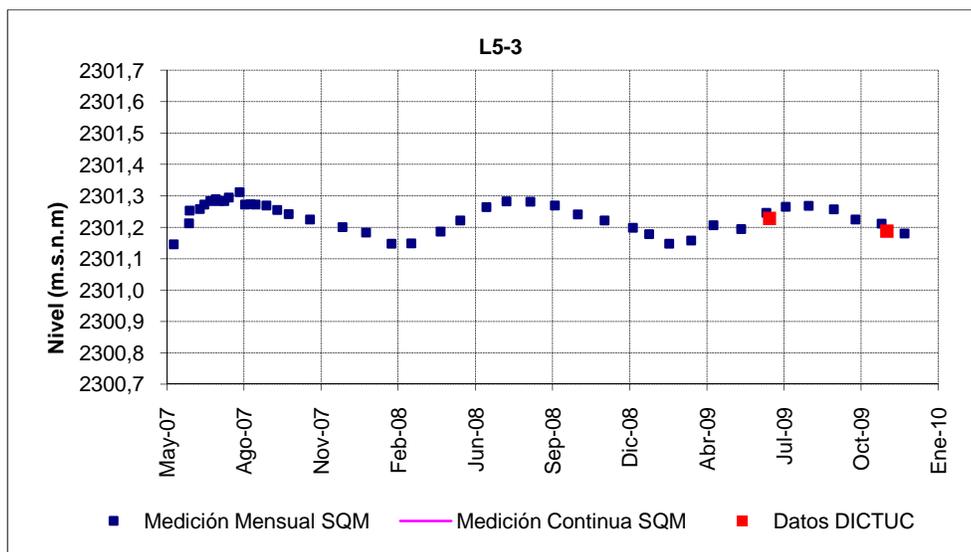


Figura 4.152. Nivel observado en el pozo L5-3 desde 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

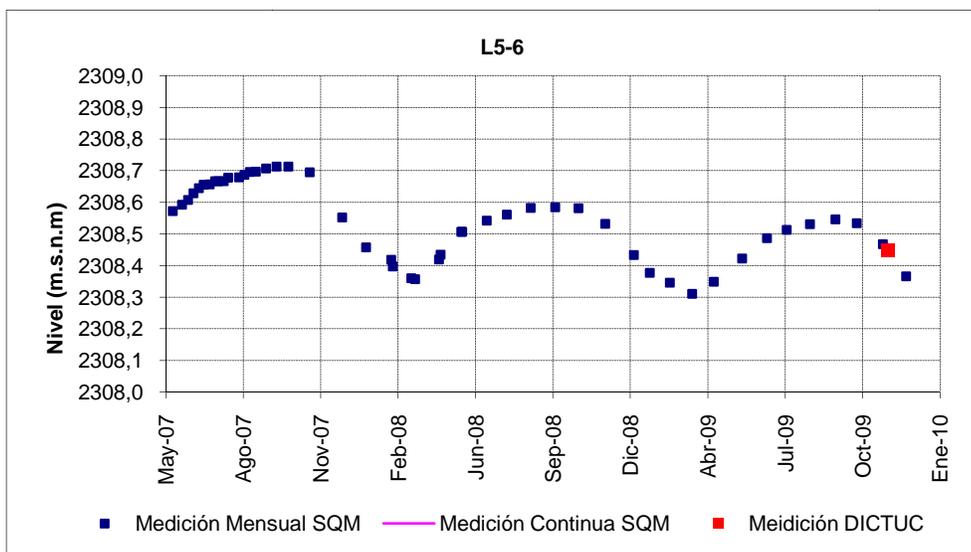


Figura 4.153. Nivel observado en el pozo L5-6 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

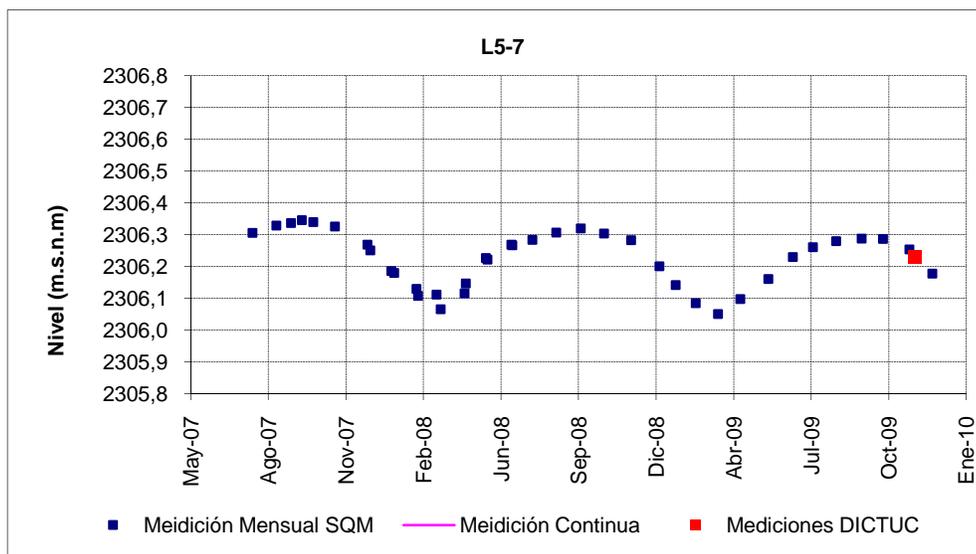


Figura 4.154. Nivel mensual observado en el pozo L5-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

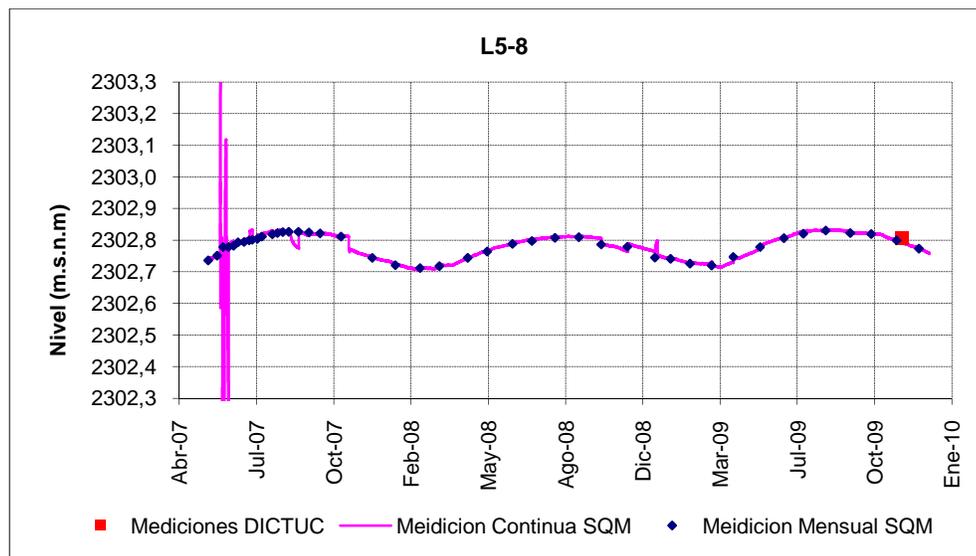


Figura 4.155. Nivel observado en el pozo L5-8 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

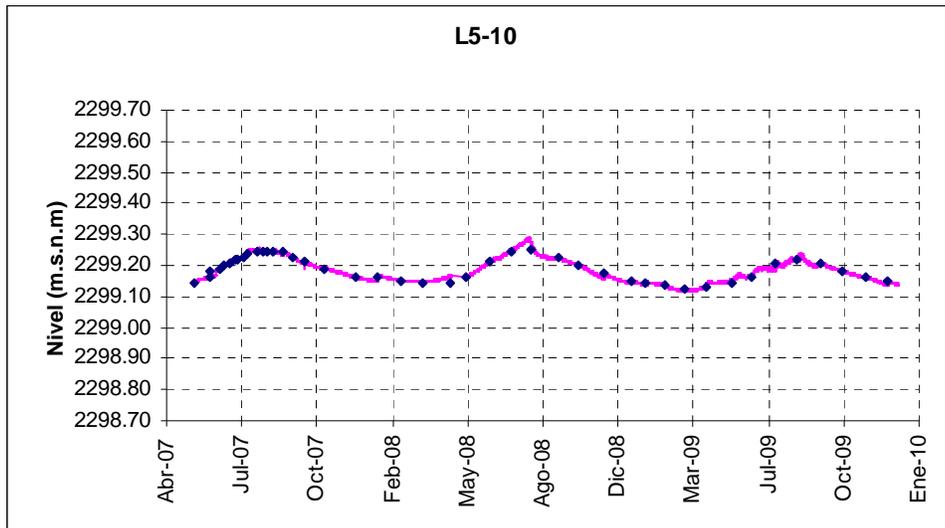


Figura 4.156. Nivel observado en el pozo L5-10 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

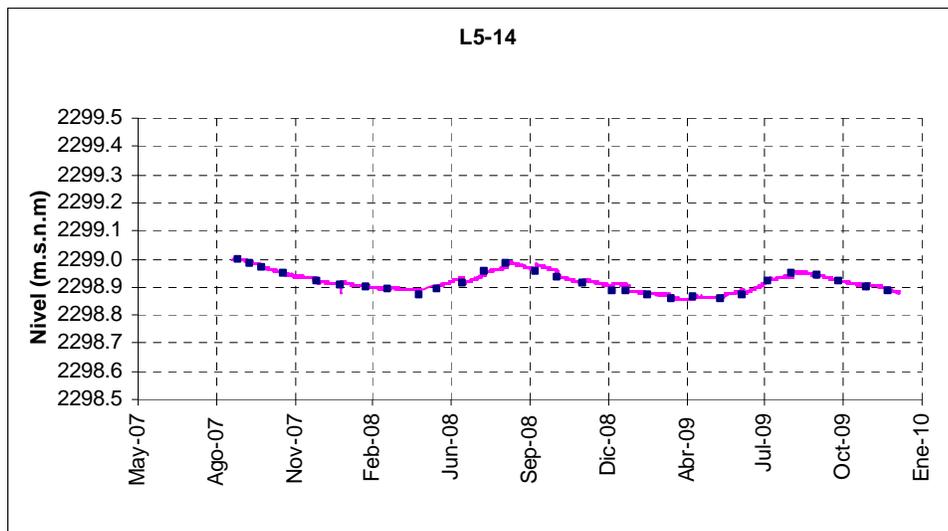


Figura 4.157. Nivel mensual observado en el pozo L5-14 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

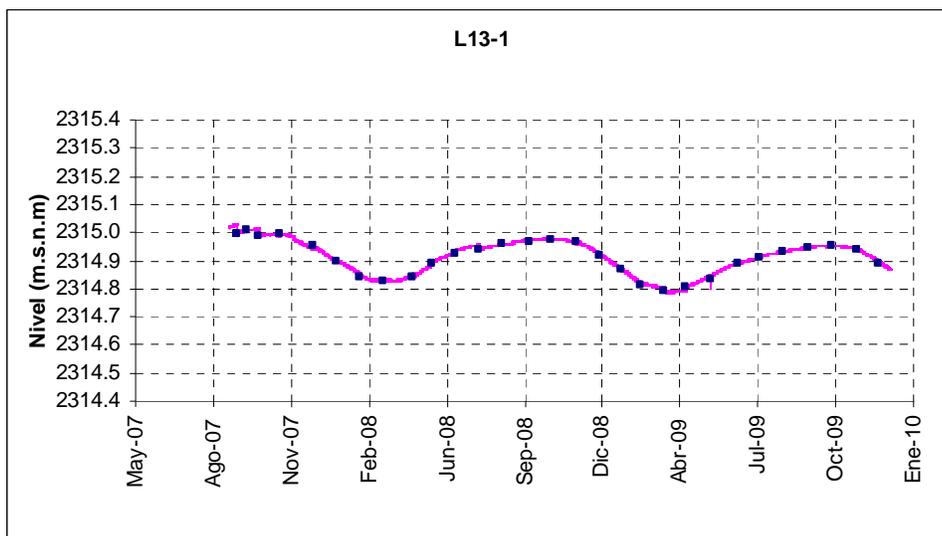


Figura 4.158. Nivel mensual observado en el pozo L13-1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

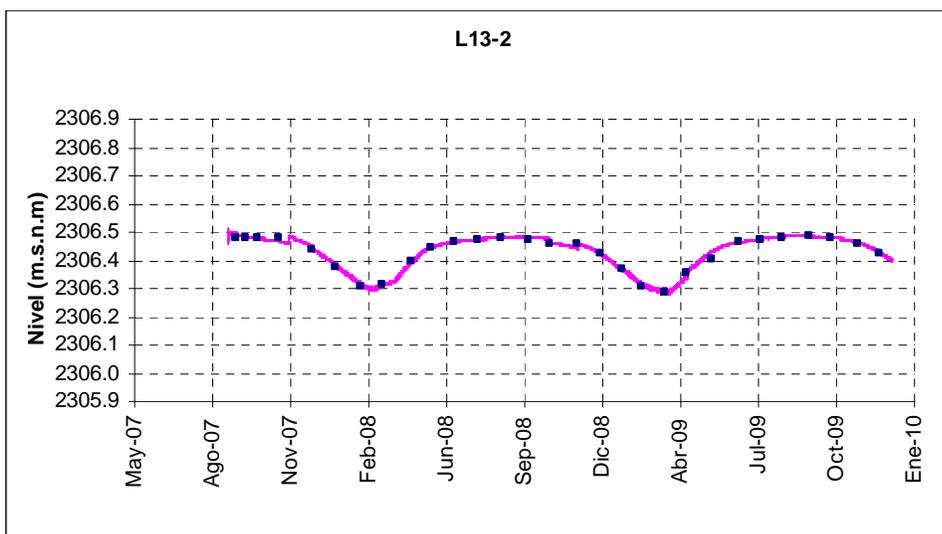


Figura 4.159. Nivel mensual observado en el pozo L13-2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

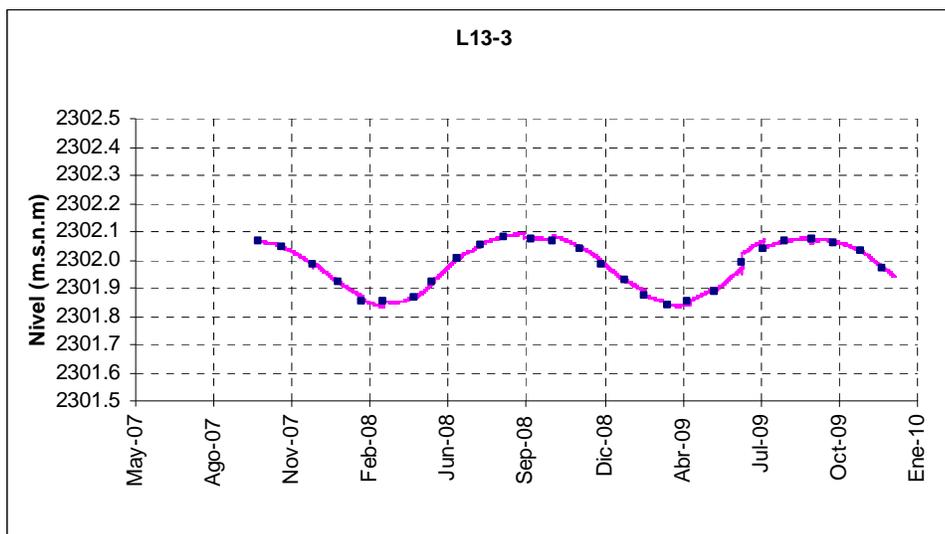


Figura 4.160. Nivel mensual observado en el pozo L13-3 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

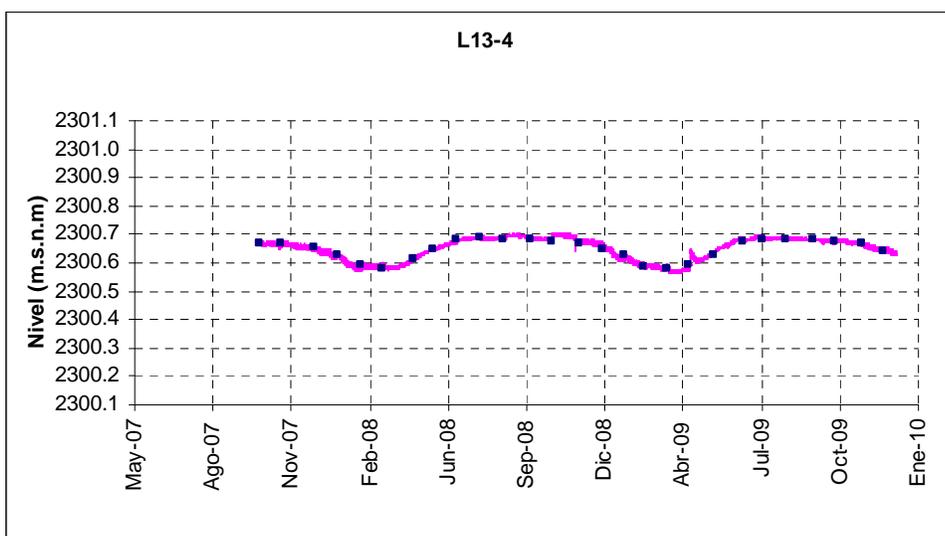


Figura 4.161. Nivel mensual observado en el pozo L13-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

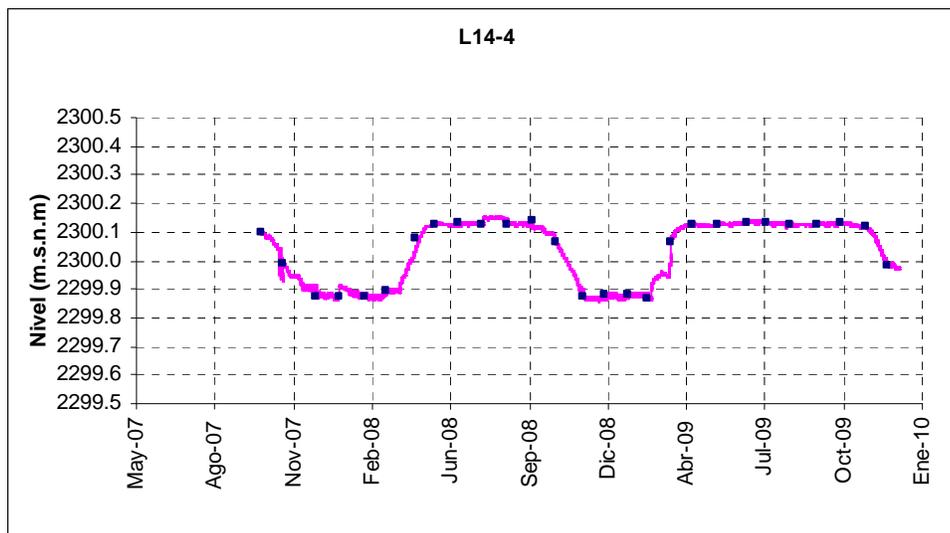


Figura 4.162. Nivel mensual observado en el pozo L14-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

4.2.1.5. Pozos de salmuera

Desde la Figura 4.163 a la Figura 4.168 se presentan los pozos del PSAH del sistema Aguas de Quelana catalogados como de salmuera. En general, todos aquellos pozos que cuentan con registros históricos extensos, tras años de descenso marcado, presentan estabilización a partir del año 2008 y ahora muestran un incremento de nivel con respecto al año anterior, probablemente debido a la disminución del caudal de bombeo de salmuera de los pozos del sector norte (SOP) y/ o con un aumento de la recarga y las precipitaciones que cayeron durante el año.

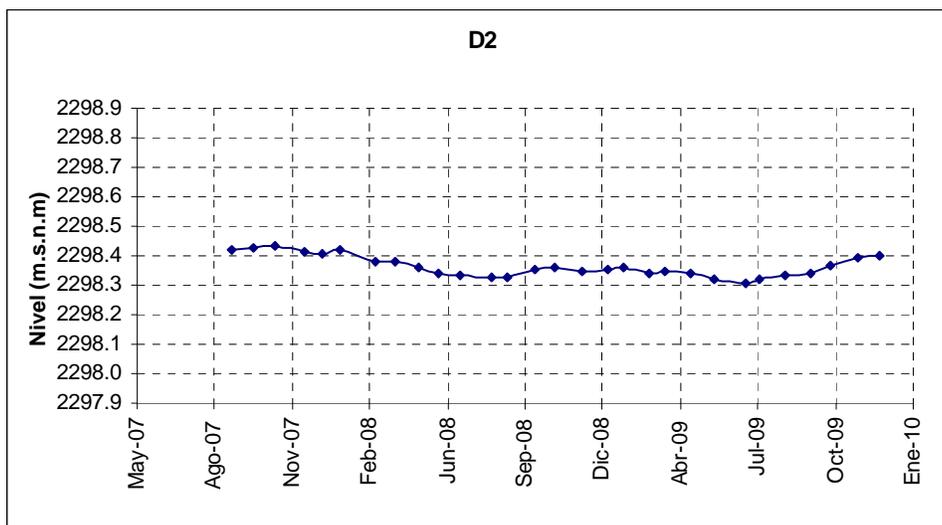


Figura 4.163. Nivel mensual observado en el pozo D2.

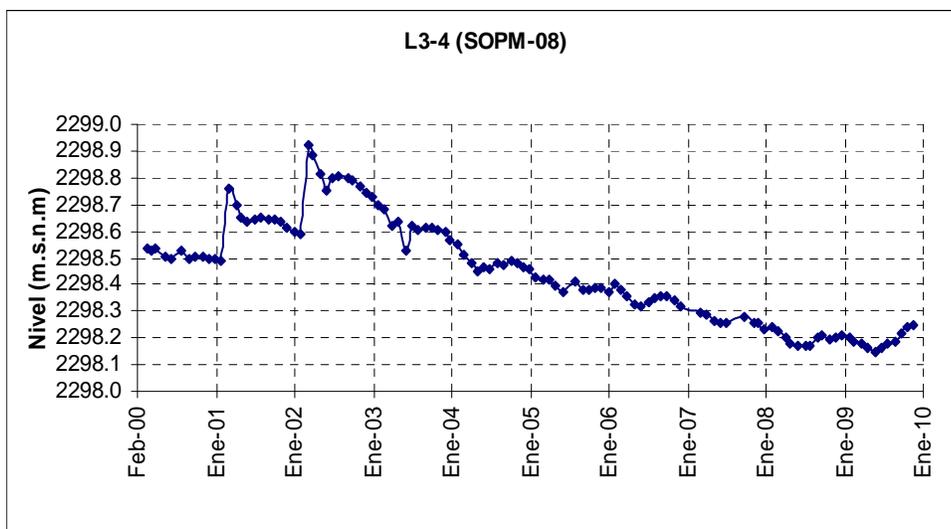


Figura 4.164. Nivel mensual observado en el pozo L3-4 (SOPM-8).

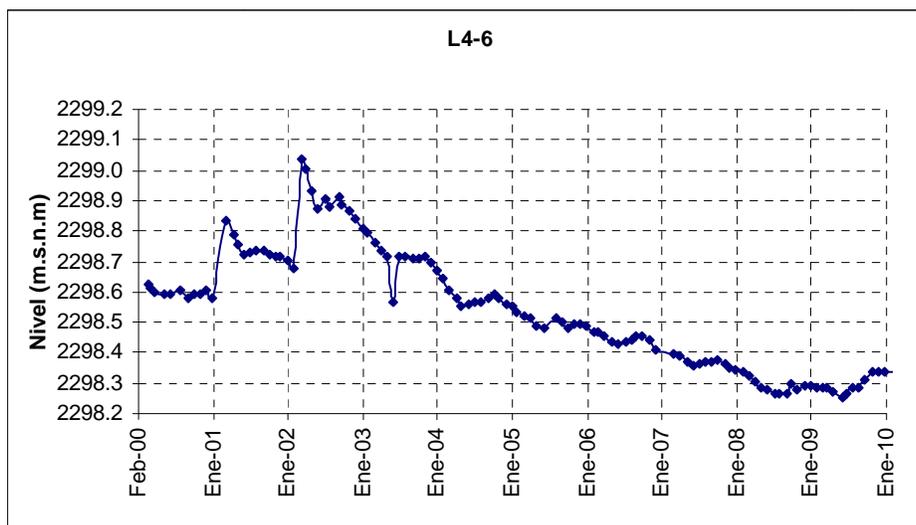


Figura 4.165. Nivel mensual observado en el pozo L4-6.

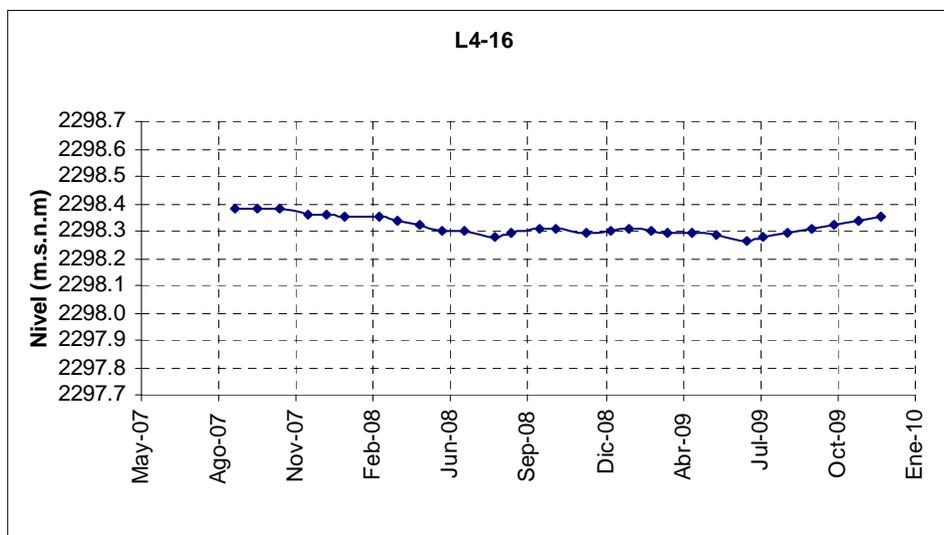


Figura 4.166. Nivel mensual observado en el pozo L4-16.

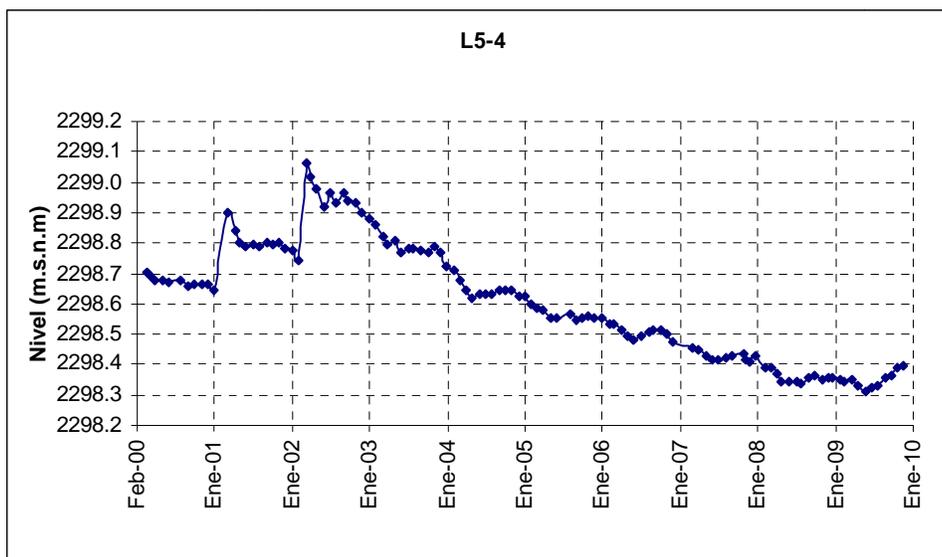


Figura 4.167. Nivel mensual observado en el pozo L5-4.

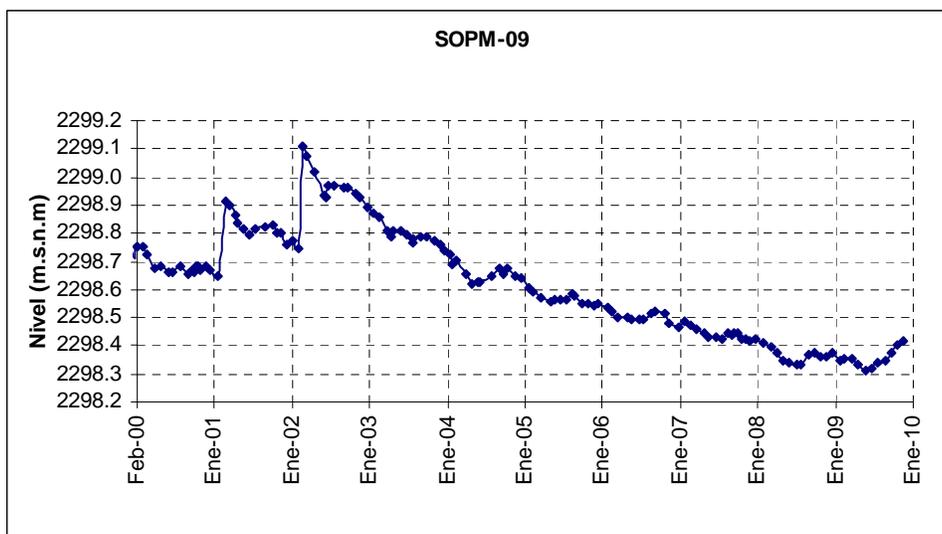


Figura 4.168. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-9.

4.2.1.6. Pozos de bombeo

En la Figura 4.169 y Figura 4.170 se presentan los niveles observados en los pozos de bombeo Camar 2 y Socaire 5B, respectivamente. En el pozo Camar fue necesario modificar

la referencia durante la implementación de éste como pozo de bombeo, quedando finalmente la referencia con una cota de 2378,949 m.s.n.m.

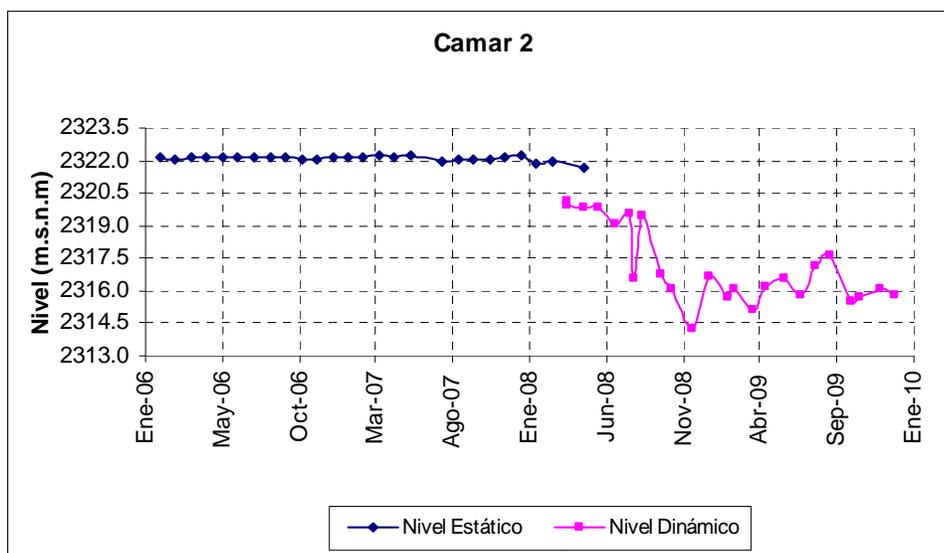


Figura 4.169. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Camar-2.

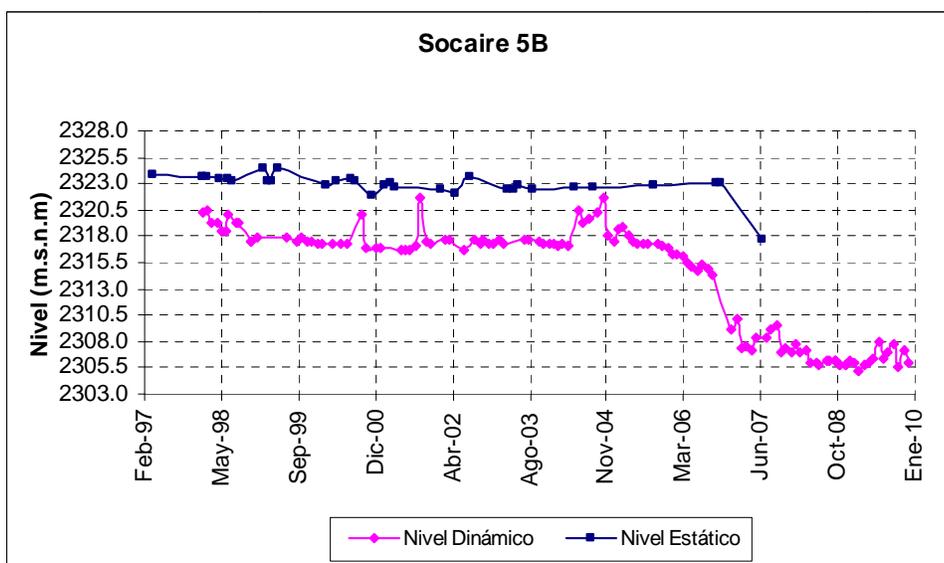


Figura 4.170. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Socaire 5B.

La marcada caída del nivel dinámico en el pozo Socaire 5B se debe a una disminución de la profundidad del pozo. La profundidad original del pozo (121 m) atravesaba dos acuíferos de

distinto nivel piezométrico y la medición de nivel antes de diciembre de 2006 reflejaba una mezcla de estos dos distintos acuíferos. Consideraciones sobre la calidad del agua captada, han llevado a la opción de sellar el tramo bajo los 105 m aproximadamente y dejar sólo el tramo superior del pozo habilitado. Esta operación ha desconectado el acuífero inferior originalmente interceptado y ha provocado una disminución del nivel piezométrico, con un efecto evidente a partir del año 2007. Sin embargo, a partir de marzo de 2008 se observa una tendencia a la estabilización de los niveles dinámicos.

4.2.2. Volumen bombeado

En el sector aguas arribas del sistema Aguas de Quelana se explota agua industrial desde los pozos Camar 2 y Socaire 5B, cuyos volúmenes extraídos se presentan en la Figura 4.171 y Figura 4.172, respectivamente. Cabe indicar que el pozo Camar 2 comenzó a operar el 13 de marzo de 2008. Los caudales bombeados no han sobrepasado los derechos otorgados desde el inicio de la operación que son 60 l/s para cada uno de ellos.

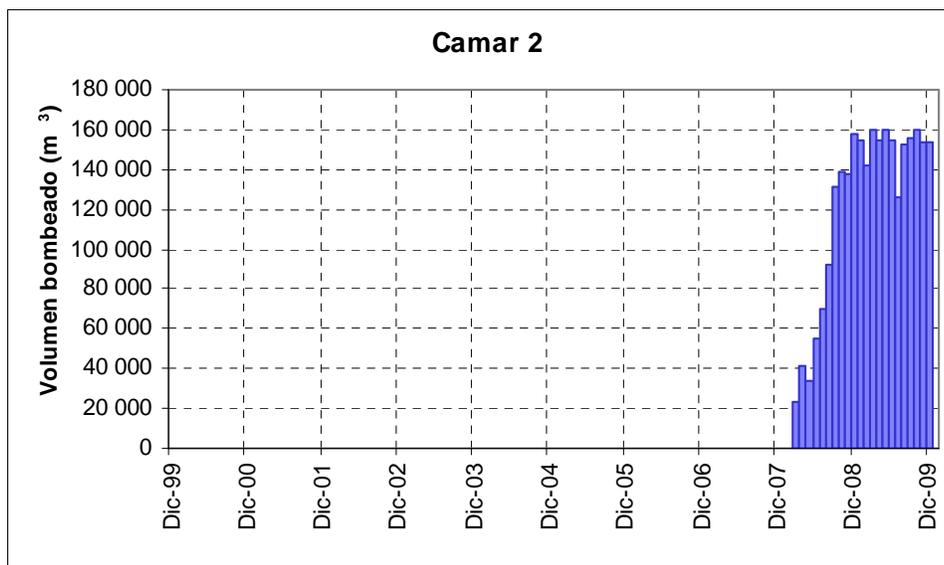


Figura 4.171. Volumen mensual bombeado desde el pozo Camar 2.

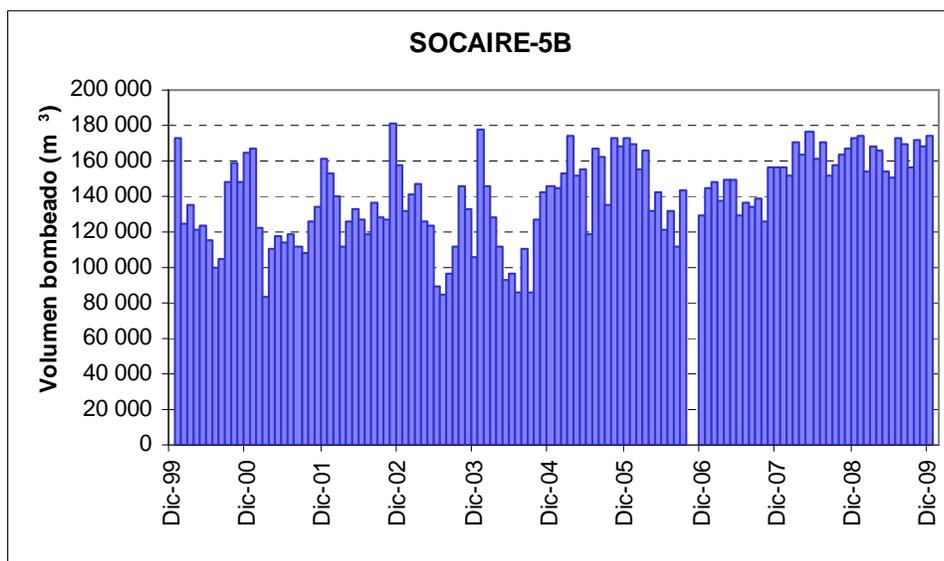


Figura 4.172. Volumen mensual bombeado desde el pozo Socaire 5B.

4.2.3. Calidad química

Los pozos en que se monitorea la calidad química 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 cuales se muestran desde la Tabla 4.42 a Tabla 4.59. Los análisis fueron realizados por el laboratorio ALS Environmental, cuyos certificados se adjuntan en el Anexo 0. Si bien el pozo L4-3 es parte del monitoreo de la calidad del agua de los sistemas Aguas de Quelana, Borde Este y Cuña Salina, será presentado sólo en esta sección.

Al igual que para el sector de Soncor, las conductividades eléctricas reportadas por el laboratorio antes de Octubre del 2008 estaban fuera de rango, por lo cual en dicho caso se sugiere privilegiar las mediciones efectuadas en terreno.

Tabla 4.42. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-3

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	61.3	9.13	1.024
27-04-2008	60.4	9.06	1.025
12-03-2008	59.7	8.87	1.025
15-10-2008	57.2	8.87	1.022
01-02-2009	18.7	6.51	1.005
26-04-2009	18.7	6.07	1.004
31-07-2009	18.0	5.94	1.003
12-10-2009	15.7	6.29	1.000

Tabla 4.43. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-3

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (Kg/L)
01-08-2007	82.2	46000	15	46210	9.10	1.070
31-10-2007	94.2	43800	34	44600	9.11	1.030
13-02-2008	84	59900	38	61400	9.09	1.020
27-04-2008	84	63000	230	85500	9.28	1.020
12-07-2008	85	39000	30	44000	8.9	1.028
15-10-2008	57.7	36300	24	37120	8.64	1.100
01-02-2009	18.4	9500	86	10000	4.78	1.000
26-04-2009	18.1	11941	100	12000	5.00	1.000
31-07-2009	18.1	11312	308	11730	4.68	1.062
12-10-2009	18.4	12228	82	12420	5.02	1.007

Tabla 4.44. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-6

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	240	7.12	1.219
28-04-2008	230	7.08	1.224
13-07-2008	231	7.14	1.222
16-10-2008	233	7.40	1.200
02-02-2009	242	6.53	1.217
27-04-2009	226	6.65	1.217
30-07-2009	189.6	7.17	1.223
22-10-2009	191.4	7.05	1.217

Tabla 4.45. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-6

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (Kg/L)
31-07-2007	619	413000	31	413450	7.09	1.230
31-10-2007	613	498000	634	498700	7.06	1.220
13-02-2008	653	578000	41	608000	7.11	1.230
28-04-2008	610	588000	2030	627000	7.33	1.220
13-07-2008	616	384000	30	426000	7.08	1.220
18-10-2008	236.6	185002	8	192210	7.15	1.200
02-02-2009	237	181500	92	225000	7.03	1.200
27-04-2009	236	172280	334	179300	6.91	1.100
30-07-2009	235	164500	57	171080	6.80	1.176
22-10-2009	237	193548	98	194480	7.10	1.208

Tabla 4.46. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-8

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	143.1	6.84	1.085
27-04-2008	73.5	7.38	1.044
12-07-2008	57.8	7.57	1.027
01-02-2009	83.4	7.65	1.040
26-04-2009	77.6	7.43	1.041
31-07-2009	66.5	7.33	1.041
12-10-2009	63.6	7.38	1.041

Tabla 4.47. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-8

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	125	74000	1060	76000	7.88	1.060
31-10-2007	97	59400	43	60500	7.75	1.030
14-02-2008	265	262000	93	282000	6.87	1.090
27-04-2008	127	110800	170	131200	7.51	1.040
12-07-2008	78	34000	211	36000	7.38	1.024
17-10-2008	81.4	65915	10	70101	7.45	1.300
01-02-2009	85.3	73400	<3	74800	7.51	1.000
26-04-2009	85.1	62123	58	64500	7.2	1.000
31-07-2009	85.2	59640	5	61906	7.11	1.036
12-10-2009	86.4	64521	3	64676	7.52	1.042

Tabla 4.48. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-9

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	146.2	7.25	1.086
27-04-2008	88.1	8.03	1.058
12-07-2008	141.5	7.44	1.080
17-10-2008	123.4	8.43	1.068
01-02-2009	113.4	8.16	1.590
26-04-2009	97.3	8.08	1.065
31-07-2009	81.5	8.25	1.061
12-10-2009	79.7	8.18	1.060

Tabla 4.49. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-9

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	150	96000	12	96540	8.25	1.090
31-10-2007	157	114000	10	114700	8.24	1.060
14-02-2008	284	282000	13	311000	7.17	1.090
27-04-2008	165	141000	290	169000	7.74	1.154
12-07-2008	235	105000	13	119000	7.29	1.080
15-10-2008	120.4	111000	8	125250	8.25	1.200
01-02-2009	114.8	101500	98	109000	7.99	1.000
26-04-2009	116.9	88025	60	93500	7.76	1.000
31-07-2009	111.8	78260	4	83127	7.88	1.041
12-10-2009	113.9	99480	13	99756	8.42	1.046

Tabla 4.50. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-12

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	208	7.42	1.206
28-04-2008	193.5	7.72	1.161
13-07-2008	219	7.73	1.171
16-10-2008	192.3	8.20	1.137
01-02-2009	181.6	7.95	1.126
27-04-2009	172.5	7.11	1.127
30-07-2009	135.5	8.07	1.221
22-10-2009	123.5	8.08	1.101

Tabla 4.51. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L5-3

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	4.1	2770	256	3170	8.03	1.010
31-10-2007	4.4	2470	1355	3940	7.96	0.970
14-02-2008	4.2	3790	211	3910	7.84	1.000
28-04-2008	4	3870	300	4110	8.14	0.992
13-07-2008	4.2	4080	340	4160	7.86	1.000
17-10-2008	4.2	2640	372	2696	8.09	1.000
01-02-2009	4.2	2480	21	2632	7.81	1.000
26-04-2009	4.2	2697.5	83	2832	7.82	1.000
31-07-2009	5.7	3113	24	3269	7.99	1.051
12-10-2009	4.6	3498	6	3516	7.94	1.002

Tabla 4.52. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-12

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	415	254000	56	254300	7.82	1.160
31-10-2007	414	321000	379	321900	7.77	1.150
13-02-2008	573	442000	47	462000	7.4	1.200
28-04-2008	448	422000	730	452000	7.94	1.152
13-07-2008	459	203000	40	216000	7.72	1.160
16-10-2008	200.6	150435	4	155220	7.85	1.100
01-02-2009	189.2	99000	30	106500	7.75	1.100
27-04-2009	192.8	136888	254	142000	7.59	1.000
30-07-2009	184.8	129360	88	134190	7.6	1.025
22-10-2009	164.8	109998	45	111033	7.92	1.101

Tabla 4.53. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozos de bombeo Camar

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
11-02-2008	2.3	7.67	1.002
29-04-2008	3.0	7.79	1.002
12-07-2008	2.4	7.38	1.000
13-10-2008	2.4	7.40	1.000
03-02-2009	2.6	7.16	1.000
26-04-2009	2.7	7.49	1.000
31-07-2009	2.7	6.93	1.000
13-10-2009	2.3	6.88	1.000

Tabla 4.54. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L5-3

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	4.1	7.82	1.001
28-04-2008	3.2	7.86	1.001
13-07-2008	4.2	7.95	1.002
17-10-2008	4.6	8.11	1.001
01-02-2009	3.6	8.56	1.000
26-04-2009	3.2	7.86	1.000
31-07-2009	3.8	7.97	1.002
12-10-2009	3.0	7.74	1.000

Tabla 4.55. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Camar 2

Fecha de muestreo	Alcalinidad bicarbonato (mg/l)	Alcalinidad carbonato (mg/L)	Alcalinidad total (mg/L)	Arsénico total (mg/L)	Calcio total (mg/L)	Cloruro (mg/L)	Hierro total (mg/L)	Manganeso total (mg/L)	Magnesio total (mg/L)	Nitrógeno nitrato (mg/L)	pH (pH)	Sodio total (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Potasio total (mg/L)	Zinc total (mg/L)	Conductividad (mS/cm)	Densidad (kg/L)
24-07-2007	31	40	71	<0.005	85	7420	0.29	0.43	377	0.9	8.99	3530	19500	330	350	<0.01	2.29	1.080
24-10-2007	47	24	71	0.015	123	6570	0.57	0.41	280	1.8	8.64	3300	15600	279	420	0.28	2.55	1.050
11-02-2008	510	<1	510	0.045	110	208	0.15	<0.01	99	0.77	7.81	275	2180	598	15.2	0.09	2.38	1.000
29-04-2008	525	<1	525	0.039	102	265	0.17	<0.01	49.3	0.66	7.96	325	2090	384	14.4	0.08	2.39	0.980
12-07-2008	559	<1	559	0.214	97	250	0.32	<0.01	94	0.58	7.39	302	1600	520	16	<0.01	2.38	0.980
13-10-2008	560	<1	560	0.7684	92.18	297.3	<0.03	<0.005	107.68	2.8	7.38	330	1620	559	17.32	0.014	2.46	1.000
03-02-2009	358	<1	358	0.4353	127.47	278	<0.03	<0.005	103.23	2.8	7.72	207.82	1628	613	10.37	0.035	2.41	1.000
26-04-2009	541	<1	541	0.0255	255	309.6	<0.03	<0.005	93	2.7	7.16	220	1648	379	17.02	0.04	2.49	s.i.
31-07-2009	512	<1	512	0.2195	93.69	302.2	<0.03	<0.005	95.77	1.8	7.38	277.96	1495	394	16.89	<0.005	2.29	1.003
13-10-2009	521	<1	521	0.4225	84.65	313.1	<0.03	<0.005	101.89	2.9	7.52	278.34	1532	380	15	<0.005	2.53	1.002

s.i.: sin información

Tabla 4.56. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozos de bombeo Socaire 5B

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
11-02-2008	3.5	7.08	1.002
29-04-2008	3.6	6.91	1.001
12-07-2008	3.3	6.89	1.000
13-10-2008	3.2	7.27	1.000
01-02-2009	3.6	7.92	1.000
26-04-2009	3.6	7.10	1.000
31-07-2009	3.4	6.83	1.000
13-10-2009	3.0	6.69	1.000

Tabla 4.57. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Socaire 5B

Fecha de muestreo	Alcalinidad bicarbonato (mg/l)	Alcalinidad carbonato (mg/L)	Alcalinidad total (mg/L)	Arsénico total (mg/L)	Calcio total (mg/L)	Cloruro (mg/L)	Hierro total (mg/L)	Manganeso total (mg/L)	Magnesio total (mg/L)	Nitrógeno nitrato (mg/L)	pH (pH)	Sodio total (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Potasio total (mg/L)	Zinc total (mg/L)	Conductividad (mS/cm)	Densidad (Kg/L)
24-07-2007	527	<1	527	3.14	38	523	<0.05	<0.01	50.9	1.6	6.9	450	2580	858	30.6	<0.01	3.51	0.999
24-10-2007	495	<1	495	8.25	85	485	<0.05	<0.01	60	1.6	7.13	590	2360	738	37	0.03	3.61	1.000
11-02-2008	620	<1	620	0.045	110	208	0.15	<0.01	99	0.77	7.81	275	2180	598	15.2	0.09	2.38	1.000
27-04-2008	390	<1	390	0.29	104	530	0.14	<0.01	31	0.38	7.44	581	2980	485	37.9	0.1	3.30	0.990
12-07-2008	522	<1	522	1.41	88	490	0.14	<0.01	53	0.34	6.97	585	2140	690	37	0.09	3.30	0.990
13-10-2008	505	<1	505	3.871	67.75	541.2	<0.03	<0.005	52.4	1.6	7.13	590	2172	600	35.25	0.012	3.30	1.000
01-02-2009	446	<1	446	3.091	117.58	497	<0.03	<0.005	52.26	1.7	7.7	502	2080	702	26.64	<0.005	3.20	s.i.
26-04-2009	501	<1	501	0.8424	124.78	543.9	<0.03	<0.005	60.21	1.9	7.21	457.04	2100	453	44.81	0.072	3.34	s.i.
31-07-2009	473	<1	473	1.4536	78.91	524.2	<0.03	<0.005	52.75	1.8	7.08	565.32	1990	450	36.82	<0.005	3.01	1.003
13-10-2009	484	<1	484	2.6575	81.75	471.8	<0.03	<0.005	52.39	1.9	7.29	517.76	1882	408	53.66	<0.005	3.18	1.002

s.i.: sin información

Tabla 4.58. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-10

Fecha de muestreo	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	37.00	165.7	7.95	1.087
27-04-2008	4.08	91	8.28	1.053
13-07-2008	4.60	34.5	8.5	1.015
17-10-2008	1.7	46	8.79	1.020
03-02-2009	0.04	188.6	7.94	1.103
28-04-2009	nm	101.7	8.03	1.052
30-07-2009	7.40	19.1	8.69	1.015
22-10-2009	2.90	31.4	8.41	1.024

nm: no medido

Tabla 4.59. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-10

Fecha de muestreo	Alcalinidad Bicarbonato (mg/L)	Alcalinidad Carbonato (mg/L)	Alcalinidad Total (mg/L)	Arsénico total (mg/L)	Calcio total (mg/L)	Cloruro (mg/L)	Dureza total (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Magnesio total (mg/L)	Nitrógeno Nitrato (mg/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH (pH)	Potasio total (mg/L)	Salinidad (%)	Sodio Total (mg/L)	Sólidos totales (mg/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Temperatura (°C)
01-08-2007	395	22	417	1.75	167	12920	2737	1.06	669	1.80	<1	8.45	1100	28.80	7150	30900	12	29500	1990	9
31-10-2007	s.i.	s.i.	355	2.60	147	17600	3159	2.37	805	3.10	<1	8.26	3680	55.90	9990	42800	13	42800	2310	19
14-02-2008	837	<1	837	1.42	714	76900	18172	1.57	3980	9.60	12	7.97	6710	>100	37500	236000	33	206000	10470	20
27-04-2008	259	<1	259	1.01	334	38290	4052	0.60	928	<0.01	<1	8.37	3770	>100	22600	123000	260	143000	5130	19
13-07-2008	418	<1	418	0.79	125	13400	2906	<0.05	n.m.	<0.01	<1	8.27	1200	28	7000	29400	60	25600	2000	20
17-10-2008	93	<1	93	2.27	165.8	20970	3175.8	0.39	801.8	2.40	0.5	8.51	1564.9	45.5	9875	36560	28000	123	613	22.5
02-03-2009	775	<1	775	11.64	622.7	84997	20337.1	1.68	4561.1	8.50	<0.1	7.92	7912	>100	42938	157400	26	154000	11883	21.5
28-04-2009	478	<1	478	1.65	227.92	43766.4	109932.9	1.05	2255	5.20	1.8	8.12	4423.1	>70	21010	90400	154	85000	5480	19
30-07-2009	394	<1	394	0.84	90.03	10864	2018	0.45	678.4	1.30	0.9	8.29	1271.22	21	6128	22864	<3	21792	1310	16.5
22-10-2009	462	<1	462	1.07	208.55	19248.4	4186.9	0.64	889.75	2.60	1.5	8.14	1654.56	34.7	11714.2	36050	107	35880	1469	20.9

n.m.: no medido

s.i.: sin información

4.3. SISTEMA PEINE

Los puntos de monitoreo del Sistema Peine se encuentran ubicados al sur-este del Salar de Atacama, entre las coordenadas 7.393.000 a 7.379.000 Norte y 577.000 a 572.000 Este. En la Figura 4.173 se muestra la distribución geográfica de los puntos.

En la Tabla 4.60 se indican los puntos de monitoreo del Sistema Peine, clasificándolos de acuerdo a la zona donde se encuentran emplazados (zona marginal o aluvial y sector de salmuera), y a su tipología (pozo profundo, pozo somero y nivel lacustre). Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el registro de nivel de manera gráfica.

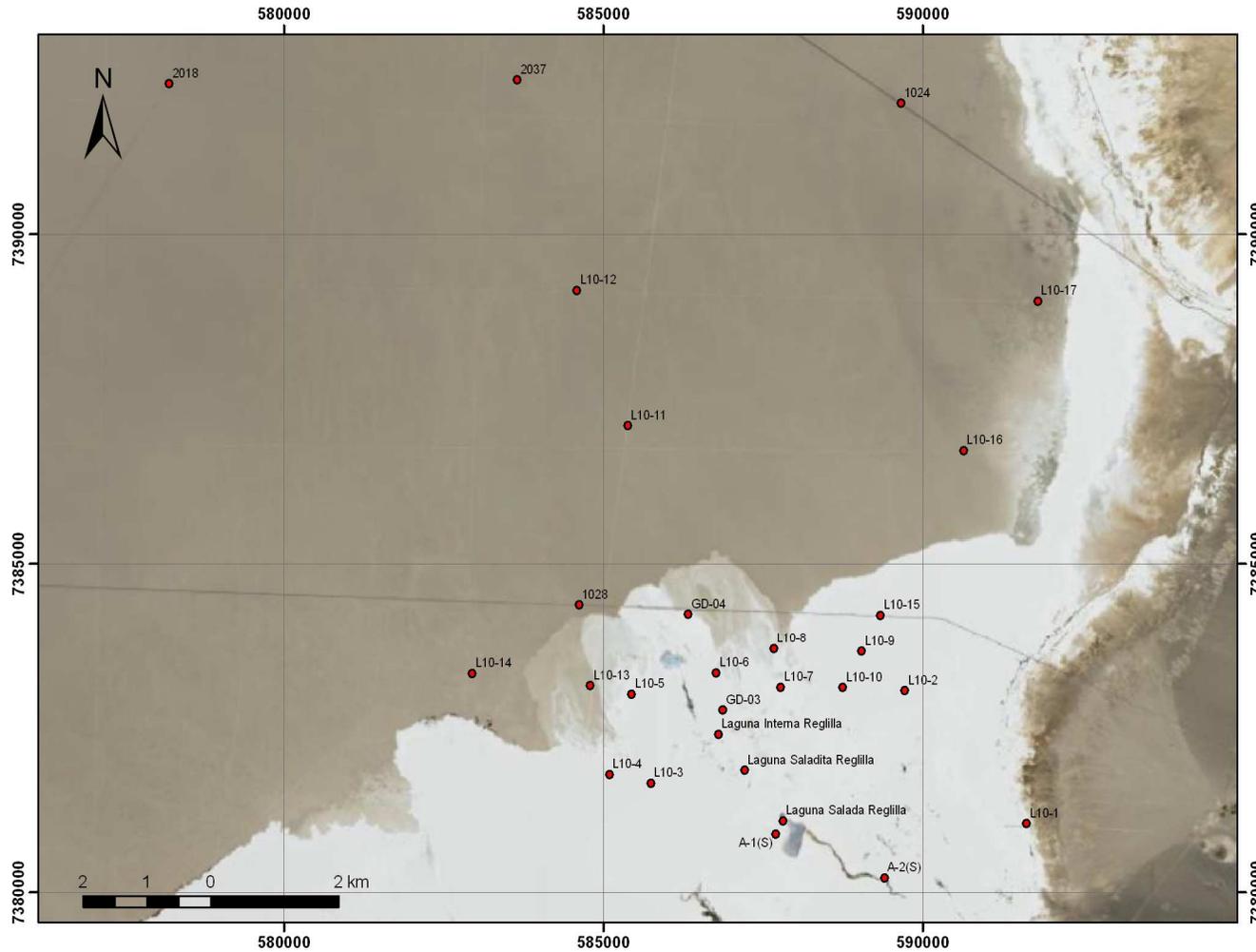


Figura 4.173. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Peine.

Tabla 4.60. Puntos de monitoreo del Sistema Peine.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
GD-04	Zona marginal	Pozo profundo	180	Laguna Salada	Zona marginal	Lacustre	193
L10-1	Zona marginal	Pozo profundo	181	Reglilla			
L10-2	Zona marginal	Pozo somero	182	Laguna Saladita	Zona marginal	Lacustre	193
L10-3	Zona marginal	Pozo somero	182	Reglilla			
L10-4	Zona marginal	Pozo somero	183	Laguna Interna	Zona marginal	Lacustre	194
L10-5	Zona marginal	Pozo somero	183	Reglilla			
L10-6	Zona marginal	Pozo somero	184	Aforo Salada	Zona marginal	Aforo	206
L10-7	Zona marginal	Pozo somero	184	Aforo Saladita	Zona marginal	Aforo	209
L10-8	Zona marginal	Pozo somero	185				
L10-9	Zona marginal	Pozo somero	185				
L10-10	Zona marginal	Pozo somero	186				
L10-15	Zona marginal	Pozo somero	186				
1024	Salmuera	Pozo somero	187				
1028	Salmuera	Pozo profundo	187				
2018	Salmuera	Pozo profundo	188				
2037	Salmuera	Pozo somero	188				
GD-03	Salmuera	Pozo profundo	189				
L10-11	Salmuera	Pozo somero	189				
L10-12	Salmuera	Pozo somero	190				
L10-13	Salmuera	Pozo somero	190				
L10-14	Salmuera	Pozo somero	191				
L10-16	Salmuera	Pozo somero	191				
L10-17	Salmuera	Pozo somero	192				

4.3.1. 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 (Figura 4.175) es parte del monitoreo de los sistemas Peine y Cuña Salina y será presentado sólo en esta sección.

4.3.1.1. Pozos de zona marginal

La información recopilada en los primeros años de monitoreo muestra un comportamiento distinto al observado en los sistemas Soncor y Aguas de Quelana, ya que no se observa un comportamiento claramente estacional en el nivel del acuífero medido en estos pozos, más bien muestran tendencias bastante estables. Lo anterior indica que en este sector a pesar que la napa es relativamente somera (1 a 1,5 m de profundidad) la evaporación parece no ser importante, lo que está relacionado con la salinidad del agua y el tipo de costra salina del sector.

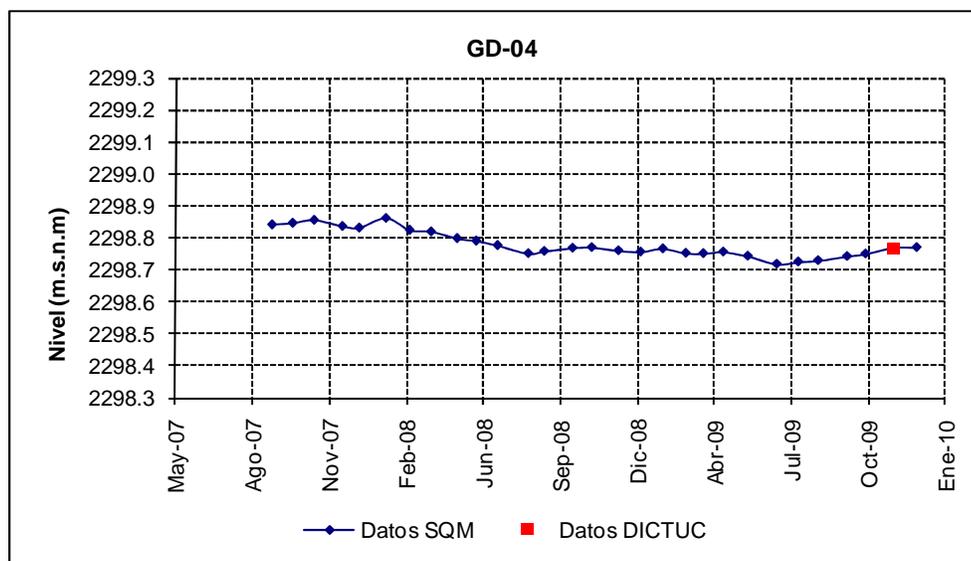


Figura 4.174. Nivel mensual observado en el pozo GD-04.

Posterior a un muestreo de agua prolongado en el pozo L10-1 (Figura 4.175), el cual se realizó con una bomba de bajo caudal, la recuperación del nivel inicial ha tardado más de lo esperado, estabilizándose en un nuevo nivel estático.

Esto se debe a que al realizar el muestreo de agua se fuerza el ingreso de salmuera de mayor densidad por la parte inferior del pozo (sección ranurada) y se extrae la que se encuentra alojada en la parte superior de la tubería alrededor de la bomba, la cual presenta menor densidad. Como resultado de lo anterior la columna total de agua/salmuera que queda al interior de la tubería ciega es más pesada, por lo cual al igualarse las presiones en la parte inferior de manera natural disminuye la altura de la columna de agua/salmuera en el interior del pozo no ranurado, lo que se refleja en una profundidad mayor desde el punto de referencia. El nuevo nivel no invalida el monitoreo ni la interpretación de la información de monitoreo, ya que de ser necesario estos valores pueden ser corregidos con mediciones de su densidad.

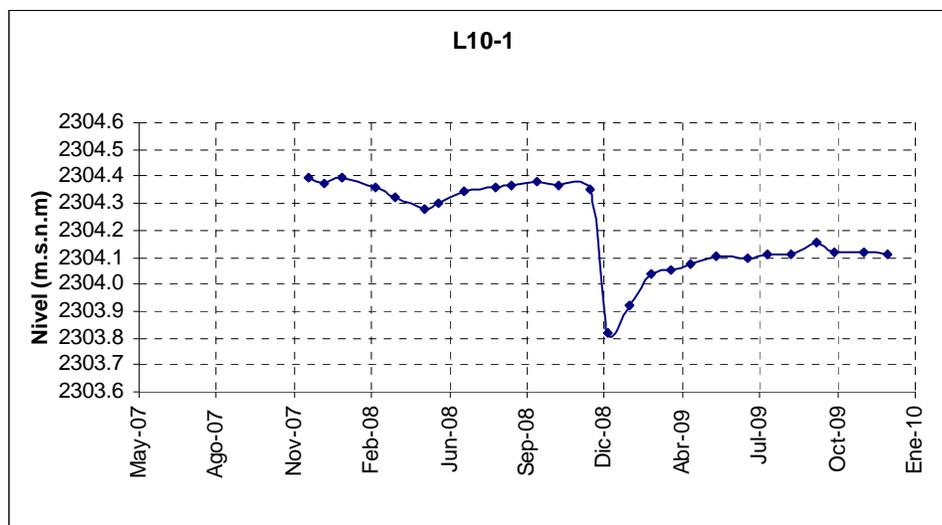


Figura 4.175. Nivel mensual observado en el pozo L10-1.

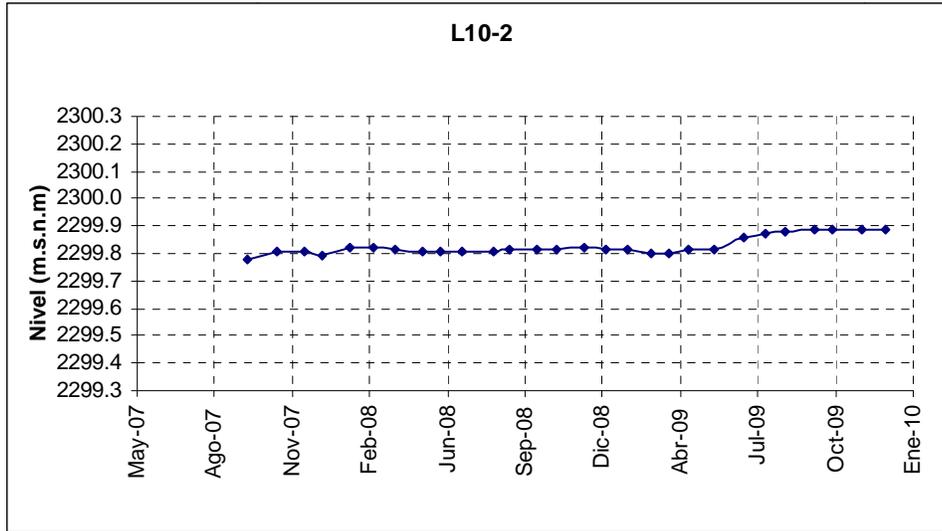


Figura 4.176. Nivel mensual observado en el pozo L10-2.

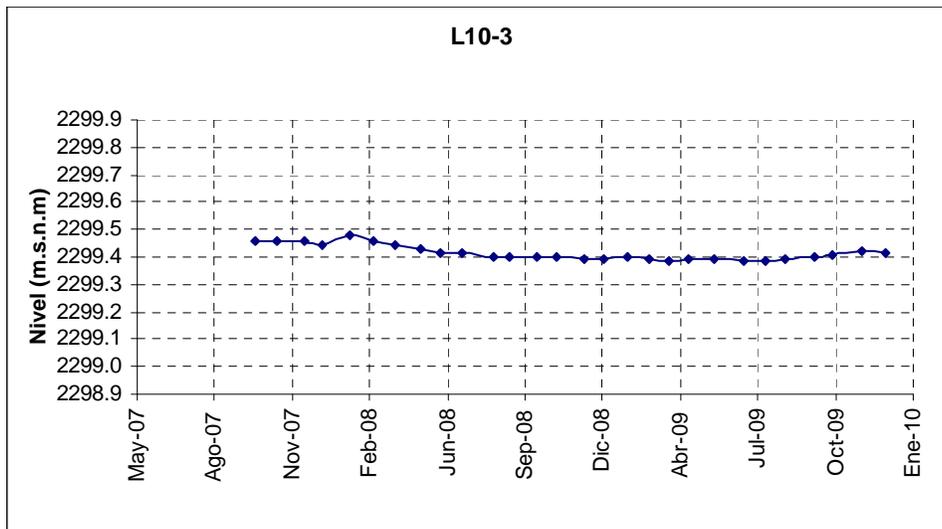


Figura 4.177. Nivel mensual observado en el pozo L10-3.

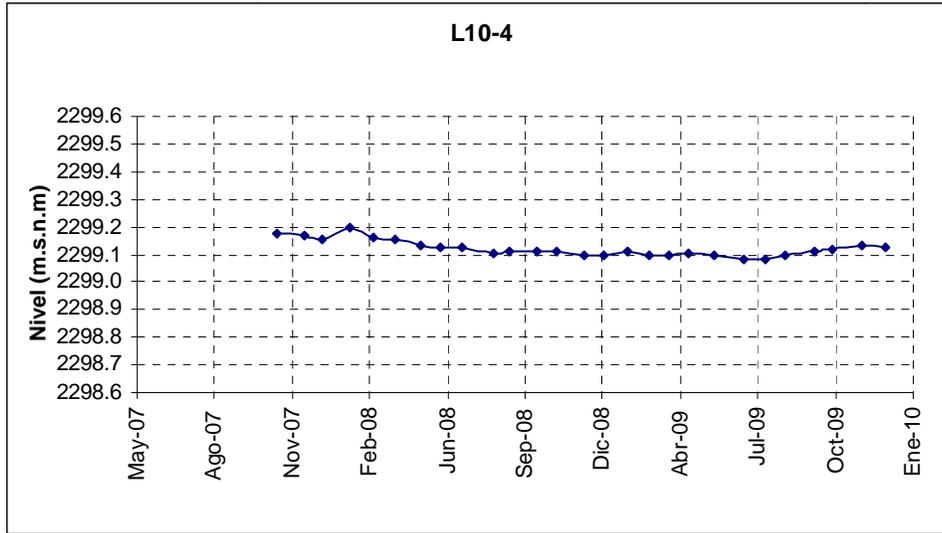


Figura 4.178. Nivel mensual observado en el pozo L10-4.

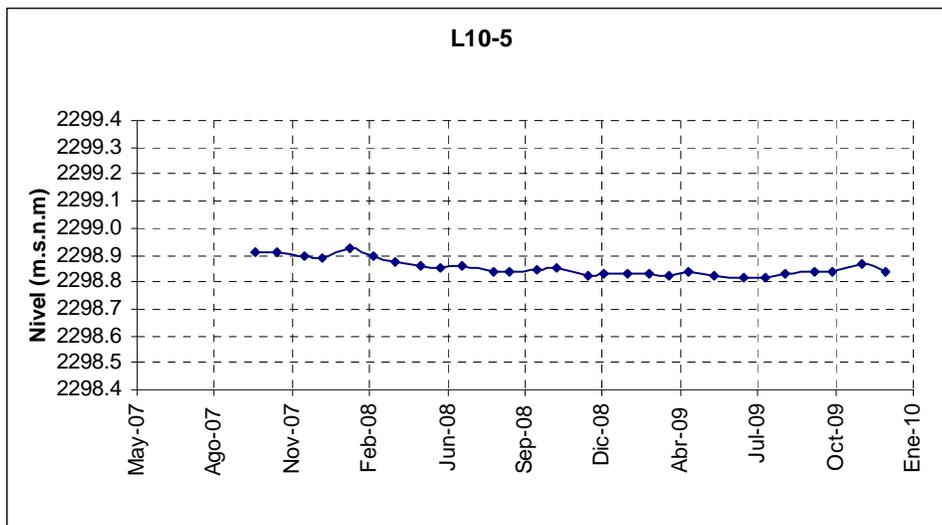


Figura 4.179. Nivel mensual observado en el pozo L10-5.

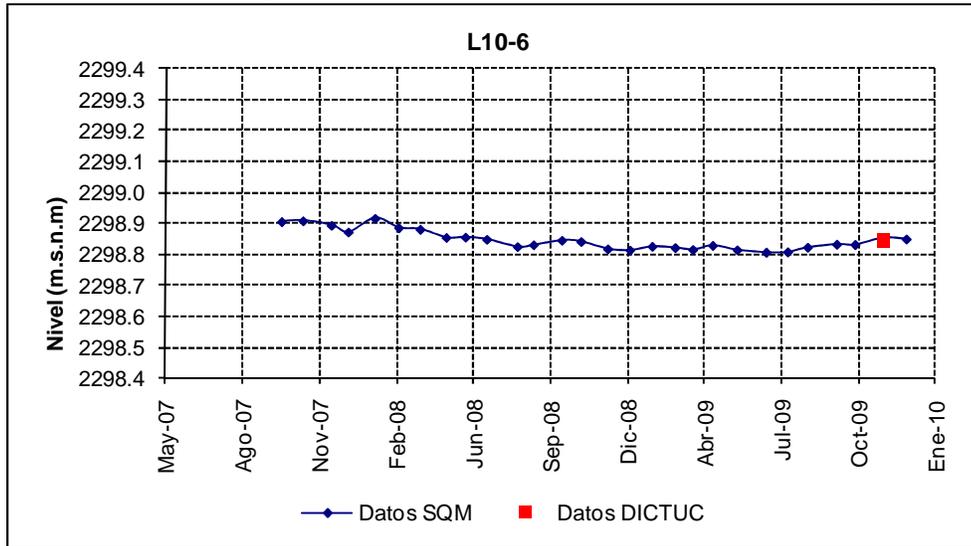


Figura 4.180. Nivel mensual observado en el pozo L10-6.

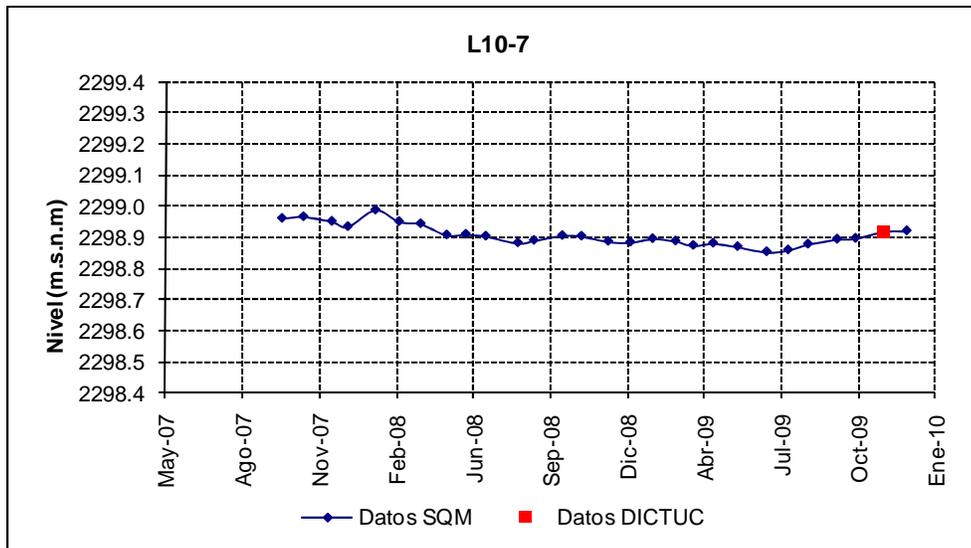


Figura 4.181. Nivel mensual observado en el pozo L10-7.

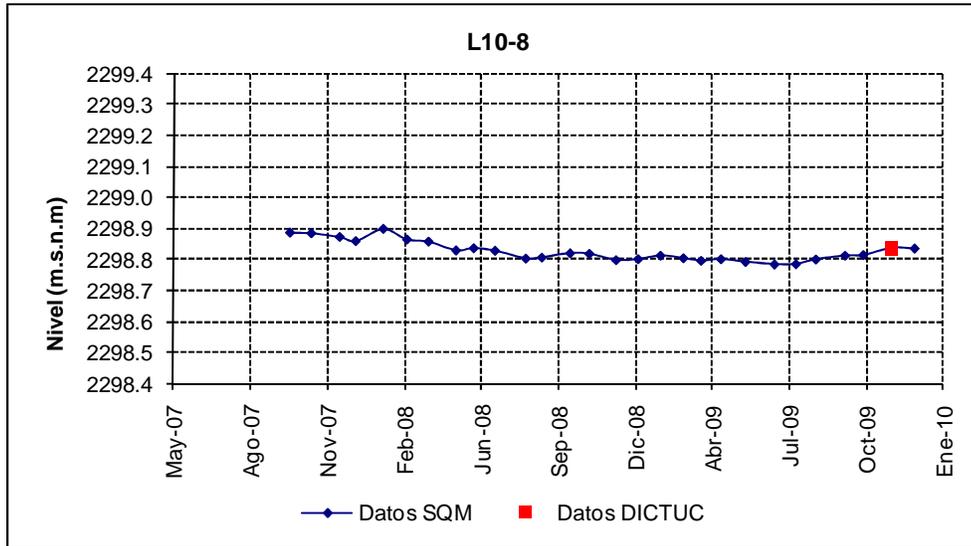


Figura 4.182. Nivel mensual observado en el pozo L10-8.

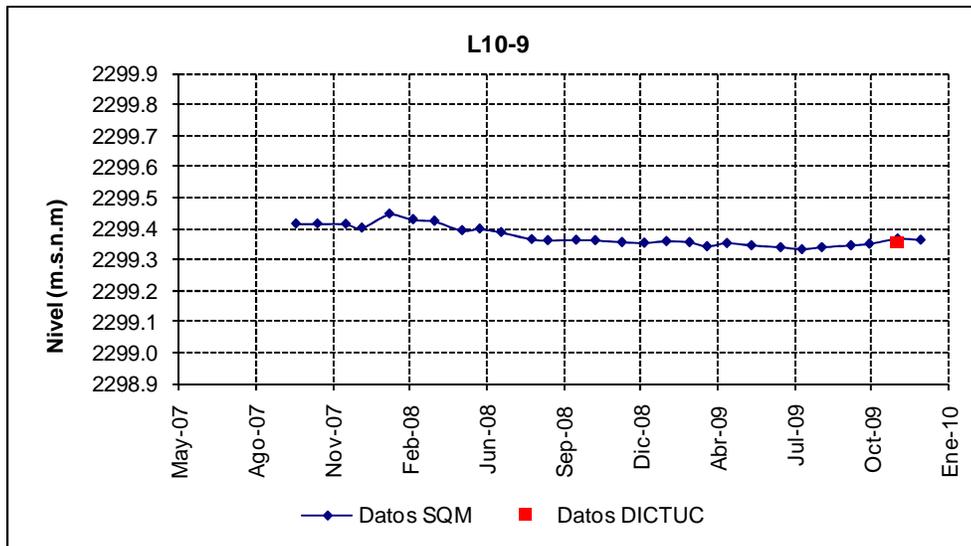


Figura 4.183. Nivel mensual observado en el pozo L10-9.

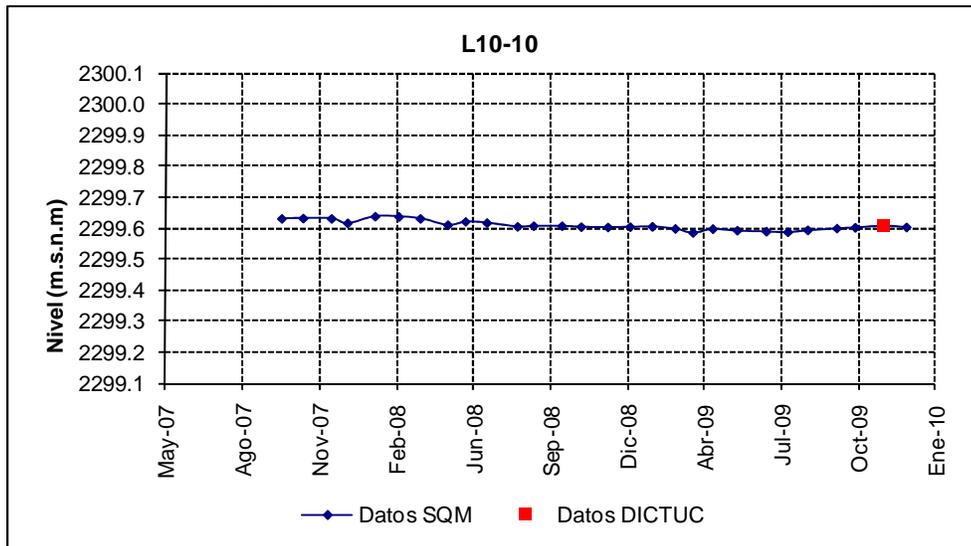


Figura 4.184. Nivel mensual observado en el pozo L10-10.

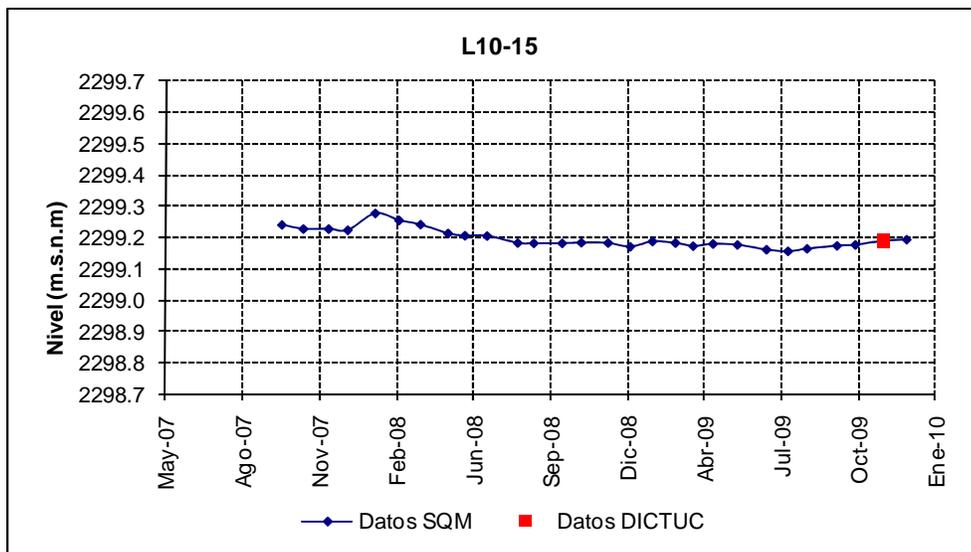


Figura 4.185. Nivel mensual observado en el pozo L10-15.

4.3.1.2. Pozos de salmuera

Los pozos 1024 y 1028 (Figura 4.187 y Figura 4.188) presentaron estabilización a partir del 2008 y durante el último periodo se observa una leve tendencia al alza. Para el resto de los pozos aún no es posible inferir una tendencia clara, sin embargo se aprecia una leve

tendencia al alza a partir de julio del 2009 y no se aprecia un claro comportamiento estacional.



Figura 4.186. Nivel mensual observado en el pozo 1024.

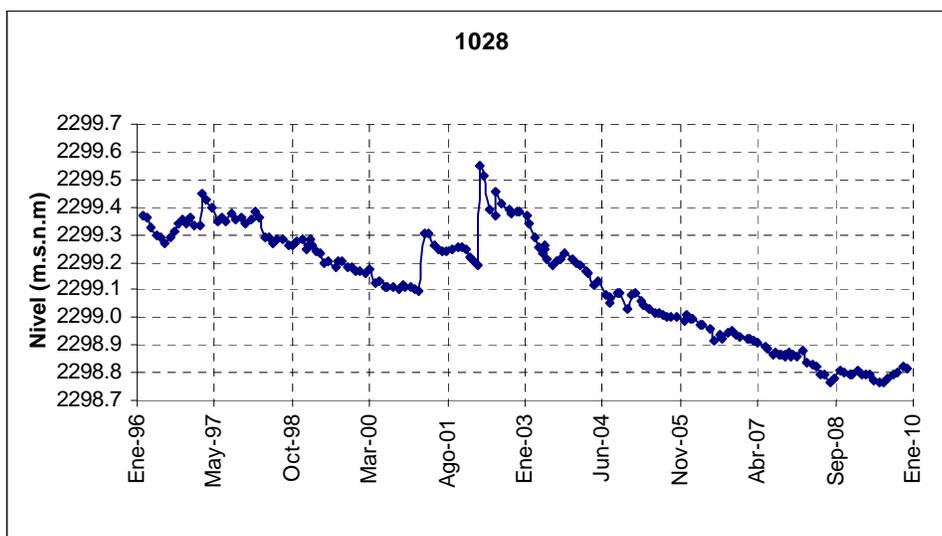


Figura 4.187. Nivel mensual observado en el pozo 1028.

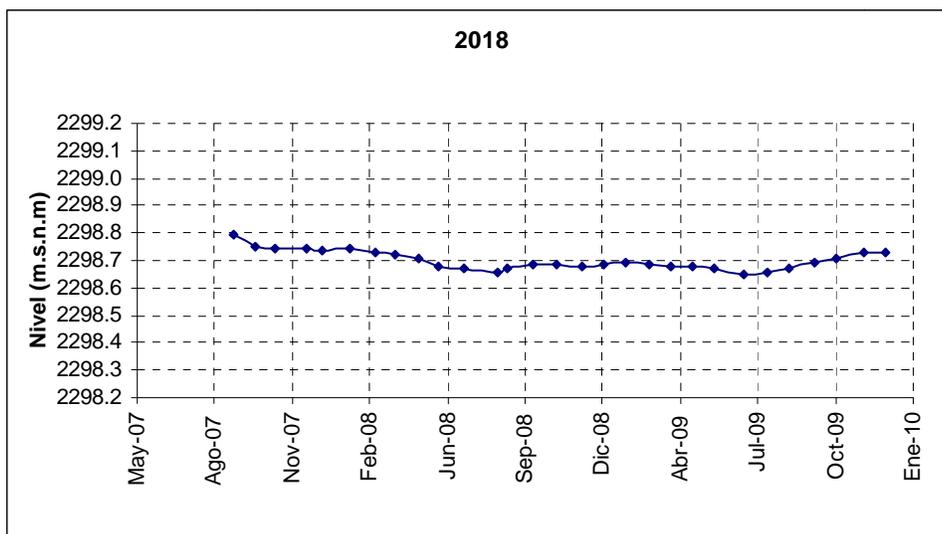


Figura 4.188. Nivel mensual observado en el pozo 2018.

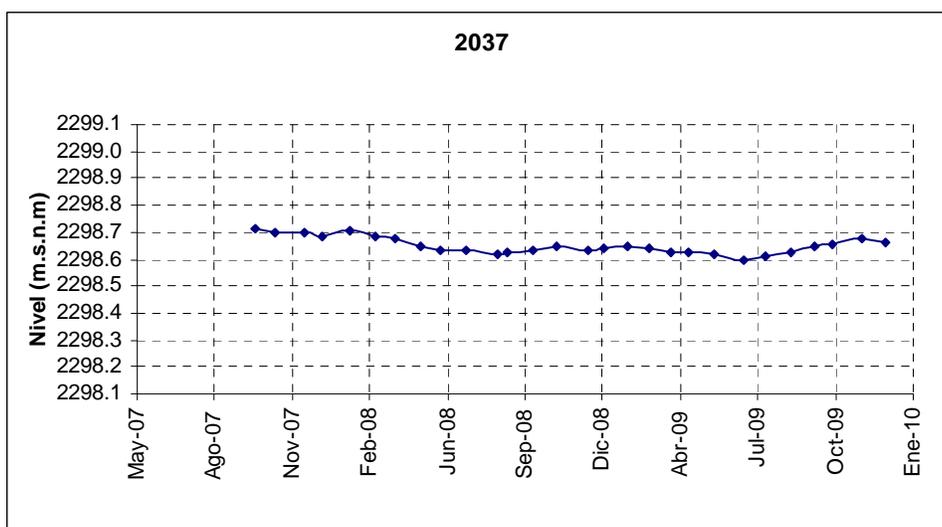


Figura 4.189. Nivel mensual observado en el pozo 2037.

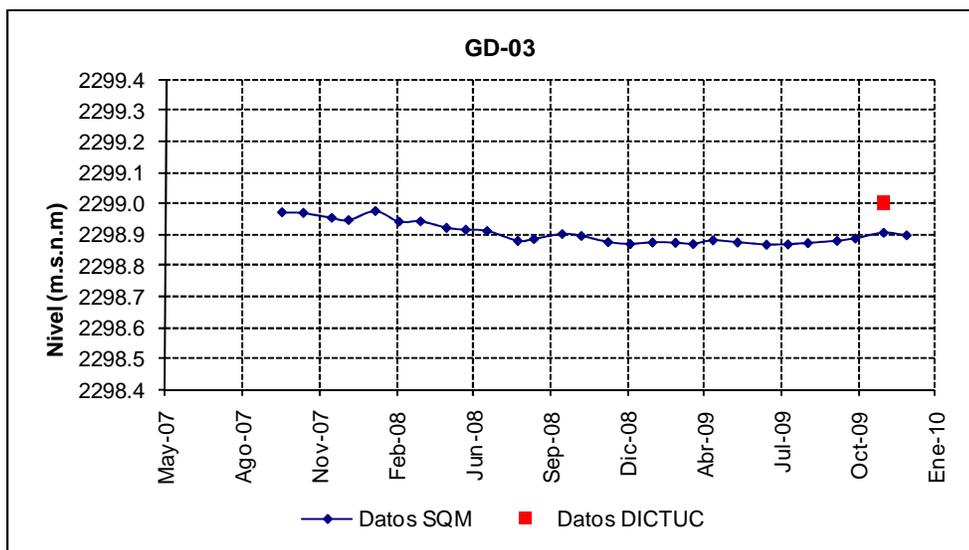


Figura 4.190. Nivel mensual observado en el pozo GD-03.³

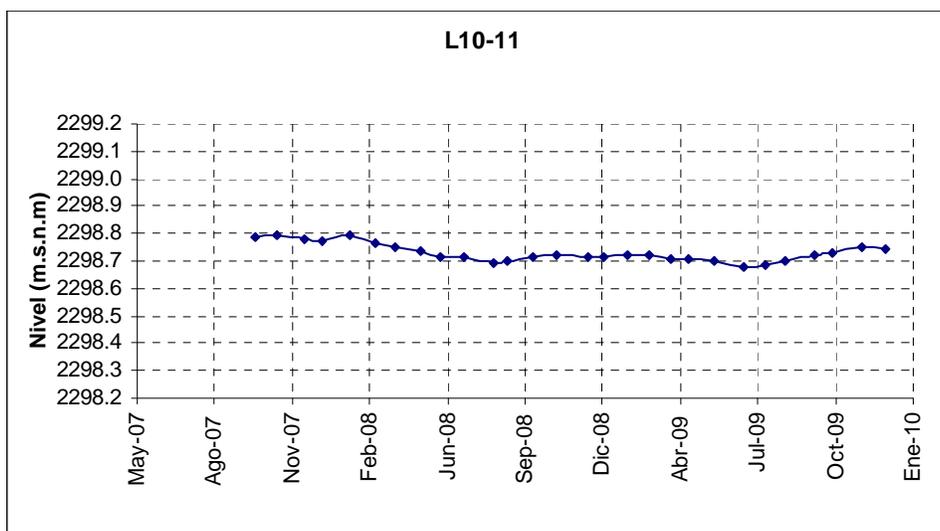


Figura 4.191. Nivel mensual observado en el pozo L10-11.

³ Diferencia entre medición DICTUC y SQM se debe a diferencia de la cota de referencia.

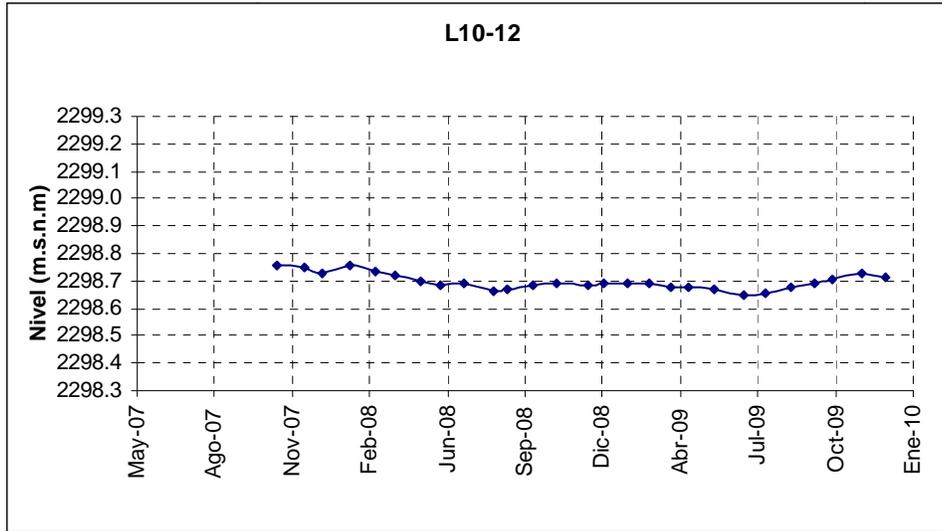


Figura 4.192. Nivel mensual observado en el pozo L10-12.

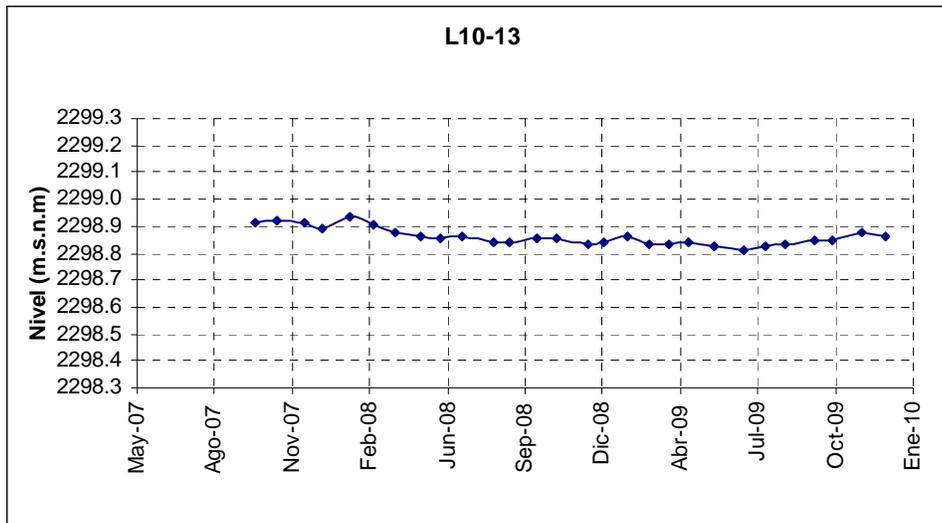


Figura 4.193. Nivel mensual observado en el pozo L10-13.

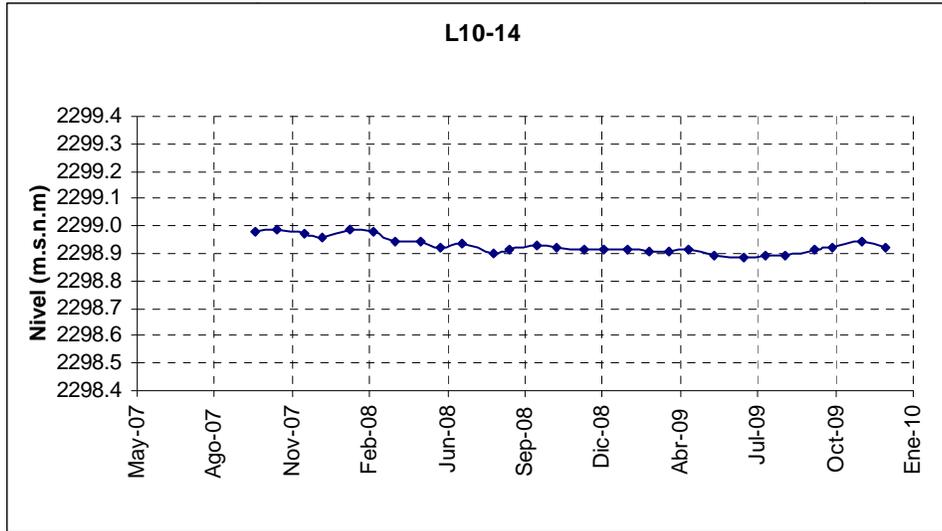


Figura 4.194. Nivel mensual observado en el pozo L10-14.

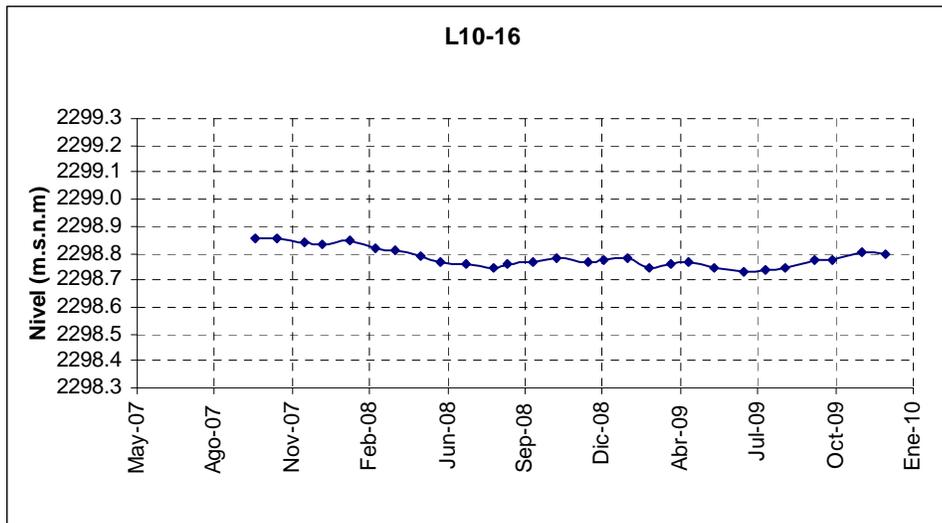


Figura 4.195. Nivel mensual observado en el pozo L10-16.

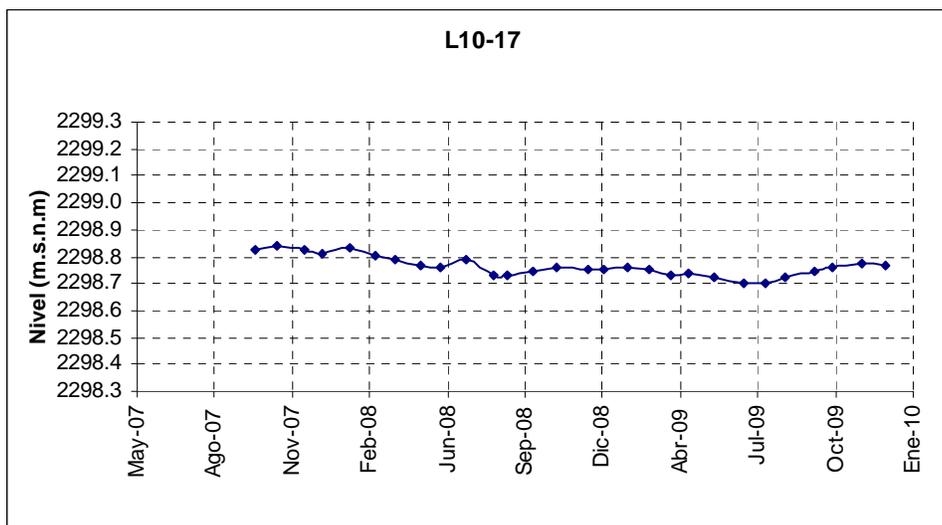


Figura 4.196. Nivel mensual observado en el pozo L10-17.

4.3.1.3. Nivel lacustre

Las lagunas Salada (Figura 4.197) y Saladita (Figura 4.198) presentan un comportamiento bastante estable a través del tiempo, a diferencia de la laguna Interna (Figura 4.199) que tuvo un descenso durante el año 2005 para luego estabilizarse en un nuevo nivel.

La medición del nivel lacustre para el sistema Peine es realizada directamente por CONAF y se incluye aquí en virtud del convenio entre CONAF y SQM.

La cota topográfica de la Reglilla Salada fue medida por CONAF (2300,918 m.s.n.m.), pero posterior a la georreferenciación de todos los pozos involucrados en el proyecto, la medición de la cota fue corregida a 2300,979 m.s.n.m. siendo este valor el que se utiliza en la Figura 4.197.

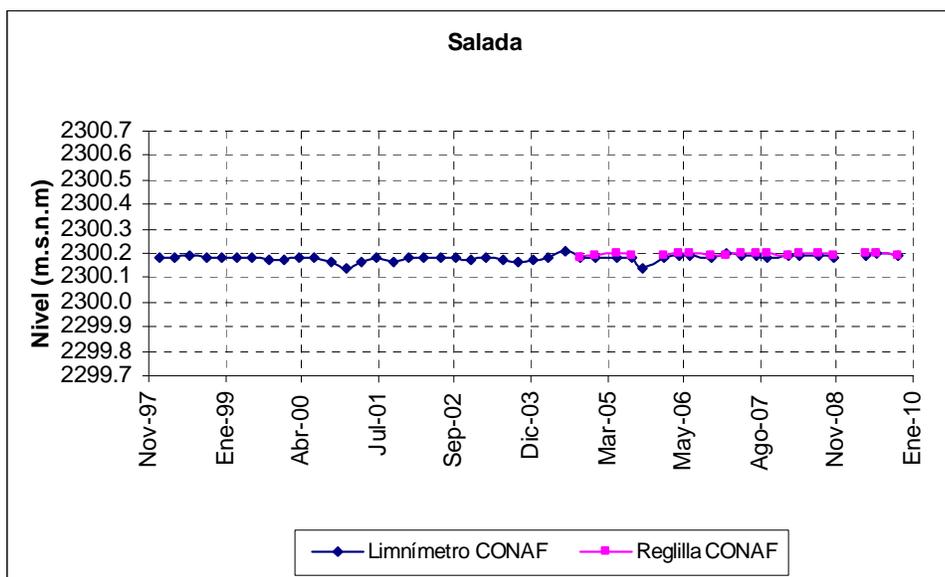


Figura 4.197. Nivel mensual observado en Salada.

El único antecedente topográfico que se tenía de la Reglilla Saladita fue medido por CONAF (2300,729 m.s.n.m.), pero posterior a la georreferenciación de todos los pozos involucrados en el proyecto, la medición de la cota fue corregida a 2300,780 m.s.n.m. siendo este valor el que se usa para la Figura 4.198.

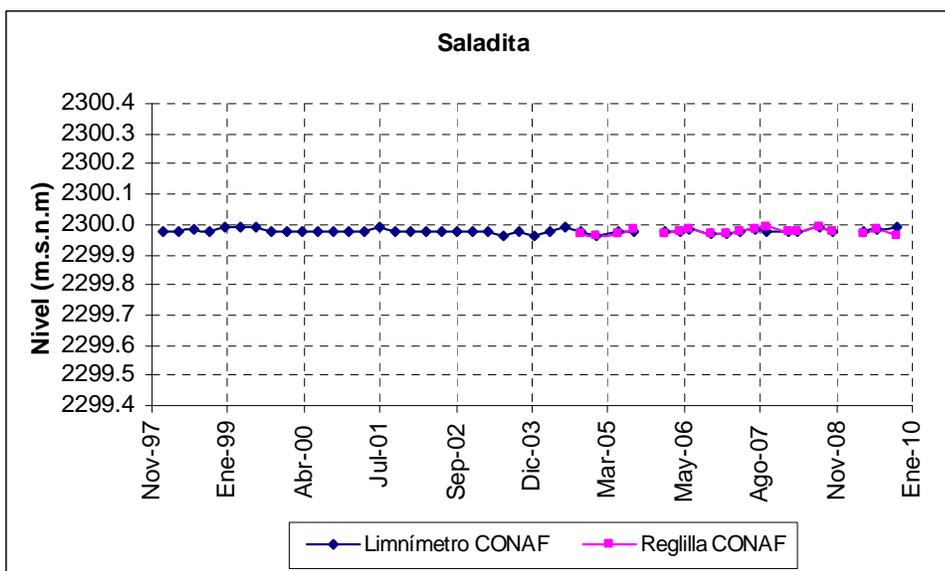


Figura 4.198. Nivel mensual observado en Saladita.

La cota topográfica de la Reglilla Interna fue medida por CONAF (2300,379 m.s.n.m.), pero posterior a la georreferenciación de todos los pozos involucrados en el proyecto, la medición de la cota fue corregida a 2300,476 m.s.n.m. siendo este valor el que se usa para la Figura 4.199.

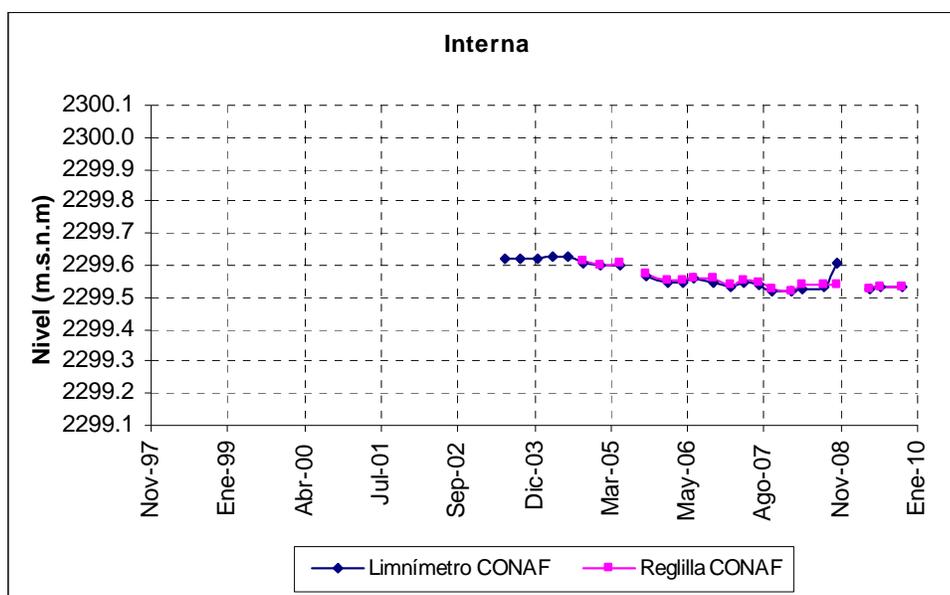


Figura 4.199. Nivel mensual observado en Interna.

4.3.2. Calidad química

Los pozos del sistema Peine incluidos para monitorear la calidad del agua subterránea son el 1028, L10-1 y L10-4. Desde la Tabla 4.61 a la Tabla 4.66 se presentan las mediciones efectuadas en terreno por personal de SQM y los resultados del análisis químico realizado por el laboratorio ALS Environmental para cada uno de los pozos mencionados. Cabe señalar que al igual que para el resto de los sistemas monitoreados se constataron algunos errores en las mediciones de la conductividad eléctrica (CE) de las muestras de aguas subterráneas reportadas por el Laboratorio ALS Environmental anteriores a julio de 2008. Esto se debía a que el laboratorio no tenía el equipo adecuado para hacer estas mediciones. Para resolver esta situación el laboratorio adquirió un equipo especial capaz de registrar los valores típicos de salmuera del salar. En el Anexo 0 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 en el marco del convenio 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. Desde la

Tabla 4.67 a la Tabla 4.72 se muestran los resultados para las lagunas Interna, Salada y Saladita. 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.

4.3.2.1. Muestreo realizado por SQM

A continuación se presentan los resultados de análisis físico-químico de muestras de agua tomadas en terreno por SQM y analizadas por el Laboratorio ALS Environmental.

Tabla 4.61. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo 1028

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
12-02-2008	247	6.83	1.212
28-04-2008	228	6.89	1.213
13-07-2008	235	6.96	1.215
17-10-2008	237	7.24	1.212
02-02-2009	235	6.42	1.209
27-04-2009	233	6.22	1.223
30-07-2009	205	6.95	1.220
12-10-2009	194.1	6.91	1.222

Tabla 4.62. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo 1028

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	645	442000	23	442710	6.82	1.240
31-10-2007	563	523000	770	524100	6.83	1.230
12-02-2008	625	531000	27	545000	6.93	1.210
28-04-2008	658	634000	2120	664000	7.16	1.210
13-07-2008	614	554000	14	574000	6.89	1.210
17-10-2008	239.8	164500	<3	173109	6.97	1.000
02-02-2009	240	194500	50	234500	6.86	1.200
27-04-2009	239	169690	164	173523	6.74	1.200
30-07-2009	239	167300	26	171079	6.60	1.118
12-10-2009	238	181790	20	181836	7.80	1.203

Tabla 4.63. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L10-1

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
12-02-2008	53.9	7.92	1.020
29-04-2008	21.7	7.61	1.010
13-07-2008	24.9	7.95	1.009
17-10-2008	28.7	8.19	1.012
02-02-2009	9.5	8.35	1.005
26-04-2009	8.8	8.55	1.002
30-07-2009	11.6	7.86	1.004
12-10-2009	13.8	7.87	1.006

Tabla 4.64. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L10-1

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-10-2007	313	244000	442	244800	7.37	1.120
12-02-2008	20.8	17660	<10	18320	7.48	1.010
29-04-2008	21	19800	250	22100	7.80	1.006
13-07-2008	24.3	19200	<10	19800	7.81	1.010
15-10-2008	28.5	19424	8	20624	7.95	1.300
02-02-2009	12.0	7900	6	8920	8.39	1.000
26-04-2009	9.9	6867.6	9	7340	8.13	s.i.
31-07-2009	14.3	8944	<3	9560	7.51	1.031
12-10-2009	18.6	13750	<3	13820	7.67	1.008

s.i.: sin información

Tabla 4.65. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L10-4

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
12-02-2008	166.7	7.50	1.116
28-04-2008	130.9	7.57	1.083
13-07-2008	145.7	7.71	1.083
17-10-2008	189	7.91	1.124
02-02-2009	155.8	7.08	1.111
27-04-2009	141.5	6.83	1.105
30-07-2009	108	7.65	1.080
12-10-2009	100.6	7.66	1.084

Tabla 4.66. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L10-4

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-10-2007	323	236000	109	236500	7.42	1.120
12-02-2008	328	282000	35	312000	7.50	1.110
28-04-2008	238	223000	760	244000	7.67	1.080
13-07-2008	258	216000	104	231000	7.56	1.090
17-10-2008	177.7	167000	73	171210	7.64	1.000
02-02-2009	176	162500	292	168500	7.45	1.100
27-04-2009	165.3	130833	192	142500	7.32	1.100
30-07-2009	141.2	98840	36	107654	7.07	1.071
12-10-2009	142	110568	17	110636	7.77	1.071

4.3.2.2. Muestreo realizado por CONAF

A continuación se presentan los resultados de análisis físico-químico de muestras de agua tomadas en terreno por CONAF.

Tabla 4.67. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Interna. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
08-02-2007	3,71	8,04	22,6
20-04-2007	5,70	8,10	11,4
24-07-2007	5,63	8,04	14,5
24-10-2007	4,04	nm	21,2
24-02-2008	4,06	8,12	19,4
24-04-2008	4,25	8,25	19,6
01-08-2008	1,92	nm	11,2
06-11-2008	nm	nm	nm
01-02-2009	3,10	8,10	28,0
24-04-2009	3,45	8,12	17,4
25-07-2009	5,30	8,23	13,8
05-11-2009	5,40	7,94	20,3

nm: no medido

Tabla 4.68. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Interna. (CONAF)

Fecha de Muestreo	Sólidos totales (g/L)	Sólidos disueltos totales (g/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Dureza (g/L)	Sodio (g/L)	Arsénico (mg/L)	Potasio (g/L)	Calcio (mg/L)	Magnesio (g/L)	Cloruro (g/L)	Sulfato (g/L)	Bicarbonatos (mg/L)	Carbonatos (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Sílice (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)
08-02-2007	55.00	54.00	36	8.46	12.10	4.80	2.23	1012	1.34	24.00	3.76	246	11.60	0.65	1.36	90	s.i.
20-04-2007	29.79	29.73	59	5.10	7.46	3.02	1.31	682	0.84	14.70	2.24	240	5.82	0.91	0.81	76	s.i.
24-07-2007	26.92	26.90	19	4.50	6.43	1.72	0.92	513	0.63	13.70	1.96	238	8.25	0.35	0.98	71	s.i.
24-10-2007	45.32	44.56	760	7.41	11.94	3.13	1.95	860	1.13	23.06	3.55	209	19.70	1.95	0.72	77	s.i.
24-02-2008	45.17	45.13	41	8.16	11.00	5.33	1.87	769	1.23	20.00	3.88	266	7.80	1.60	0.50	78	232
24-04-2008	27.81	27.75	55	4.54	6.57	2.51	1.10	433	0.74	13.80	3.93	222	15.60	0.61	1.80	64	208
01-08-2008	20.41	20.40	12	3.99	7.20	2.24	1.07	432	0.81	11.00	2.19	228	26.00	0.42	0.52	60	232
06-11-2008	44.69	44.36	326	7.68	11.00	5.34	1.82	1023	1.39	24.00	4.42	216	28.00	0.87	0.56	73	224
01-02-2009	61.64	61.52	124	9.51	14.80	1.33	2.46	818	1.79	31.00	4.90	179	44.00	4.49	1.88	84	220
24-04-2009	37.01	37.00	6	5.60	8.06	3.54	1.39	797	0.92	23.50	3.27	243	9.09	0.91	1.33	69	215
25-07-2009	57.92	57.82	99	4.83	7.44	2.91	1.02	590	0.93	33.40	1.96	210	18.00	0.44	0.56	76	203
05-11-2009	51.19	51.03	161	8.49	13.80	1.54	1.93	1063	1.35	27.2	3.73	255	1.53	1.04	0.64	76	212

s.i.: sin información

Tabla 4.69. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Salada. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
08-02-2007	3.45	8.08	23.0
20-04-2007	5.90	8.14	11.7
24-07-2007	5.33	8.07	14.6
24-10-2007	3.49	nm	20.9
24-02-2008	3.94	8.21	16.0
24-04-2008	4.63	8.25	18.3
01-08-2008	1.69	nm	10.5
06-11-2008	nm	nm	nm
01-02-2009	3.42	8.24	18.0
24-04-2009	4.10	8.26	21.8
25-07-2009	3.60	8.41	15.1
05-11-2009	3.60	7.49	18.9

nm: no medido

Tabla 4.70. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Salada. (CONAF)

Fecha de Muestreo	Sólidos totales (g/L)	Sólidos disueltos totales (g/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Dureza (g/L)	Sodio (g/L)	Arsénico (mg/L)	Potasio (g/L)	Calcio (mg/L)	Magnesio (g/L)	Cloruro (g/L)	Sulfato (g/L)	Bicarbonatos (mg/L)	Carbonatos (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Sílice (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)
08-02-2007	31.00	31	26	5.05	7.21	3.10	1.32	776	0.87	16.00	2.35	234	26.00	0.40	1.39	81	s.i.
20-04-2007	22.44	22	144	3.87	5.62	2.43	0.94	527	0.62	11.30	1.74	228	22.00	1.00	0.60	76	s.i.
24-07-2007	23.28	23	38	3.85	5.79	1.20	0.88	474	0.58	12.00	1.78	267	3.00	0.37	1.00	78	s.i.
24-10-2007	31.48	31	344	5.25	7.95	1.01	1.35	632	0.75	19.67	2.34	206	31.00	0.91	0.89	76	s.i.
24-02-2008	31.25	31	67	5.63	7.20	5.45	1.21	501	0.80	11.60	2.55	247	22.00	0.91	0.62	78	239
24-04-2008	22.89	22.85	38	3.79	5.35	1.45	0.92	354	0.65	11.40	8.31	241	22.00	0.55	1.28	71	234
01-08-2008	21.46	21.45	12	4.45	6.68	1.14	0.94	406	0.72	11.00	2.56	254	34.00	0.45	0.77	63	265
06-11-2008	33.31	33.12	189	5.88	7.99	2.03	1.31	756	1.00	15.00	3.18	230	25.00	0.67	0.47	72	237
01-02-2009	35.84	35.32	524	5.10	8.57	2.51	1.47	970	1.08	18.00	2.78	216	24.00	2.74	2.6	85	217
24-04-2009	25.00	24.80	201	4.35	6.15	2.81	1.10	501	0.72	14.50	2.13	237	3.03	0.75	1.66	71	200
25-07-2009	26.12	25.65	467	2.70	4.05	1.46	0.55	324	0.48	20.30	1.09	128	12.00	0.25	0.29	52	125
05-11-2009	35.19	35.02	168	5.71	9.02	0.46	1.32	684	0.96	18.7	2.48	249	13.8	0.70	0.71	71	227

si: sin información

Tabla 4.71. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Lagunas Saladita. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
08-02-2007	3.33	8.03	22.1
20-04-2007	5.50	8.06	11.8
24-07-2007	5.59	8.06	15.9
24-10-2007	3.90	nm	19.5
24-02-2008	4.10	8.11	17.4
24-04-2008	4.34	8.22	18.5
01-08-2008	1.79	nm	11.4
06-11-2008	nm	nm	nm
01-02-2009	3.55	8.10	13.
24-04-2009	3.01	8.16	20.
25-07-2009	5.80	8.25	12.7
05-11-2009	5.6	7.83	19.4

nm: no medido

Tabla 4.72. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Lagunas Saladita. (CONAF)

Fecha de Muestreo	Sólidos totales (g/L)	Sólidos disueltos totales (g/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Dureza (g/L)	Sodio (g/L)	Arsénico (mg/L)	Potasio (g/L)	Calcio (mg/L)	Magnesio (g/L)	Cloruro (g/L)	Sulfato (g/L)	Bicarbonatos (mg/L)	Carbonatos (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Silice (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)
08-02-2007	48.00	48.00	30	7.41	10.80	5.00	1.96	885	1.18	21.00	3.31	251	5.82	0.58	1.43	92	s.i.
20-04-2007	28.61	28.58	30	4.61	7.02	2.47	1.21	635	0.77	15.30	2.14	248	2.91	1.15	0.96	76	s.i.
24-07-2007	25.72	25.71	10	4.20	6.03	1.42	0.89	494	0.60	13.10	5.60	244	8.25	0.75	0.85	74	s.i.
24-10-2007	43.39	42.46	928	7.06	11.00	4.38	1.87	784	1.06	23.75	3.25	212	28.00	1.34	0.86	80	s.i.
24-02-2008	41.85	41.84	9	7.68	9.81	5.41	1.71	640	1.09	20.00	4.84	247	18.70	0.99	0.59	76	234
24-04-2008	22.49	22.45	40	4.41	6.25	2.41	1.05	388	0.72	12.20	4.59	206	23.00	0.65	1.28	67	208
01-08-2008	23.17	23.15	23	4.14	7.09	2.49	1.03	425	0.76	12.00	1.91	232	28.00	0.58	0.60	59	237
06-11-2008	35.92	35.88	44	6.72	9.17	3.92	1.51	889	1.13	18.00	3.60	200	34.00	0.80	0.47	77	221
01-02-2009	50.31	50.28	32	8.31	12.60	4.49	2.07	837	1.51	27.00	2.78	179	38.00	4.07	2.40	73	210
24-04-2009	21.49	21.40	88	4.75	6.81	2.94	1.22	648	0.77	21.50	1.16	209	7.58	0.92	1.25	72	174
25-07-2009	30.84	30.51	326	4.51	7.37	2.23	1.36	602	0.89	14.60	1.78	229	15.00	0.48	0.51	78	215
05-11-2009	45.65	45.52	131	7.36	12.2	0.38	1.88	921	1.26	17.8	3.20	261	<1	0.91	0.71	78	214

s.i.: sin información

4.3.3. Aforos

A continuación se presenta el análisis del sistema Peine, en particular de la estación de aforo Salada y Saladita.

4.3.3.1. Salada

La Figura 4.200 muestra las series medidas de altura de agua y velocidad en la estación de aforo de la laguna Salada. Estos datos fueron obtenidos a través de un sensor que mide altura y velocidad del escurrimiento y que realiza mediciones cada treinta minutos, a partir de octubre de 2007. Se aprecia que existen numerosos registros de velocidad en Salada con valores que escapan al rango esperado, de acuerdo a la información histórica y a las características físicas del lugar (por ejemplo. magnitudes mayores a 3 m/s). El error en el monitoreo puede ser explicado por la influencia de factores naturales, puesto que no existe una sección regular que proteja los equipos de las condiciones climáticas (caídas o movimientos del sensor producto de los vientos. congelamiento del agua. hielo o polvo en los transductores. etc.), por la presencia de animales y por la dinámica del sistema.

Al igual que para la estación Barros Negros y como una forma de contar con información confiable, a partir del 1 de enero de 2010 se eliminaron las mediciones continuas de las estaciones de aforo y se realizara la medición solo a través de un sistema manual con frecuencia mensual a modo de dar cumplimiento preciso a lo contenido en la RCA N° 226/2006. Más detalle se presenta en la sección 5.1 del Informe N°5 del PSAH.

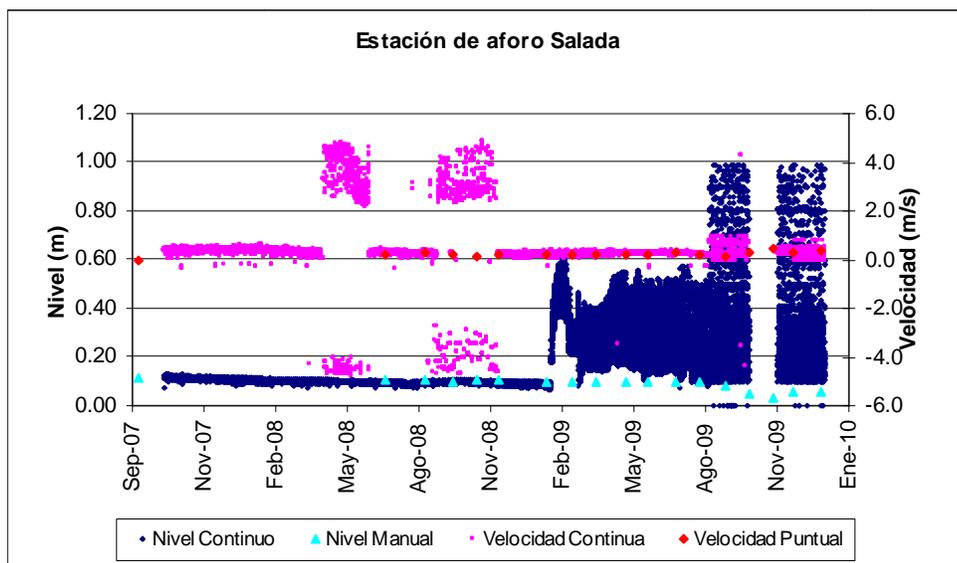


Figura 4.200. Nivel y velocidad instantánea en la estación de aforo Salada.

Al igual que en Barros Negros, SQM realiza aforos manuales en la sección donde se ubica la estación de Salada.

El 29 de septiembre 2009 se realiza una reubicación del sensor de velocidad desde el espacio entre las estacas 5 y hacia el espacio entre las estacas 4 y 5 debido a un cambio en el comportamiento del flujo principal del canal aforado. Los caudales manuales calculados son presentados en la Tabla 4.73 y Figura 4.201.

Tabla 4.73. Aforos manuales realizados por SQM. Salada

Fecha	Hora	Área total sección (m ²)	Caudal (L/s)	Velocidad promedio sección (m/s)	Nivel en sensor (m)	Velocidad en sensor (m/s)
08-09-2007	s.i.	0.36	65.5	0.18	s.i.	s.i.
09-07-2008	12:00	0.36	75.5	0.21	0.105	0.23
26-08-2008	15:00	0.51	71.9	0.14	0.103	0.25
30-09-2008	14:00	0.51	62.4	0.12	0.102	s.i.
28-10-2008	9:00	0.54	56.7	0.10	0.103	s.i.
24-11-2008	13:00	0.58	85.6	0.15	0.104	s.i.
22-01-2009	10:00	0.51	75.8	0.15	0.095	0.19
24-02-2009	12:00	0.46	45.8	0.10	0.098	0.21
26-03-2009	10:00	0.47	64.9	0.11	0.099	0.22
30-04-2009	8:30	0.48	62.3	0.10	0.100	0.19
27-05-2009	14:00	0.50	69.8	0.11	0.097	0.24
30-06-2009	13:50	0.55	83.0	0.12	0.098	0.27
30-07-2009	13:50	0.52	69.7	0.13	0.098	0.21
31-08-2009	13:00	0.52	66.9	0.13	0.083	0.16
29-09-2009	11:50	0.49	49.3	0.10	0.048	0.28
29-10-2009	16:10	0.52	109.4	0.21	0.033	0.41
24-11-2009	11:50	0.48	72.8	0.15	0.055	0.32
28-12-2009	9:40	0.49	78.0	0.16	0.056	0.34

s.i.: sin información

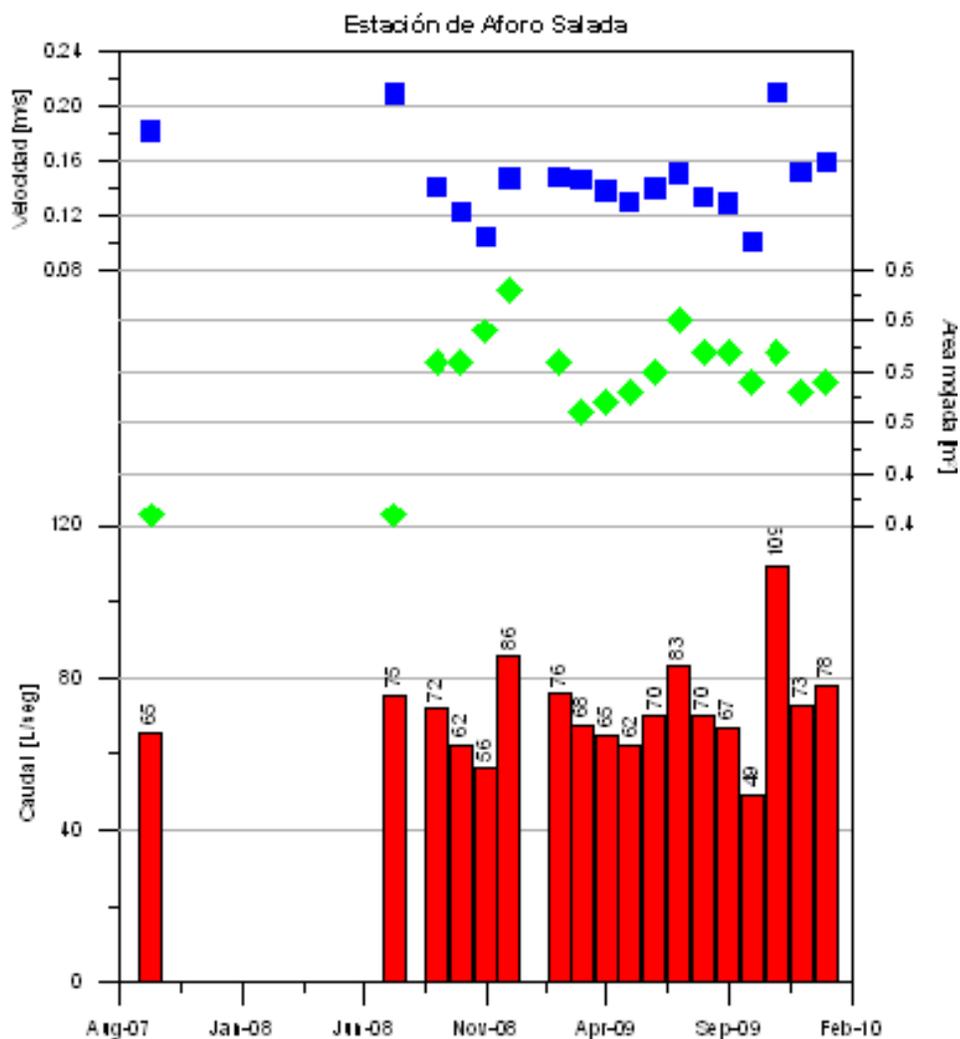


Figura 4.201. Aforo Salada. En Barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m²).

4.3.3.2. Saladita

En la Figura 4.202 se muestran los datos registrados de nivel y velocidad de la estación de aforo Saladita. Esta estación de aforo ha presentado reiterados problemas desde su primera instalación (8 de septiembre de 2007). Después de varios intentos destinados a mejorar la calidad de las mediciones se decidió enviar la estación a revisión al proveedor. Desde el 15

de junio de 2008 se realizaron las mediciones con una estación nueva proporcionada por el proveedor del equipo, la cual fue finalmente reemplazada el día 9 de julio de 2008.

Los registros manuales de caudal con que cuenta SQM para esta estación de aforo se presentan en la Tabla 4.15 y Figura 4.203.

Después de varias visitas a esta estación de aforo, se concluyó que el punto de monitoreo no es el más apropiado, pues los niveles no alcanzan el valor mínimo requerido para que la estación trabaje apropiadamente y además se observó que durante la época invernal este canal se congela lo que altera las mediciones. Estas mediciones se eliminarán a partir del 1 de enero de 2010 solo se consideraran los aforos manuales con una frecuencia mensual. Más detalle se presenta en la sección 5.1 del Informe N°5 del PSAH.

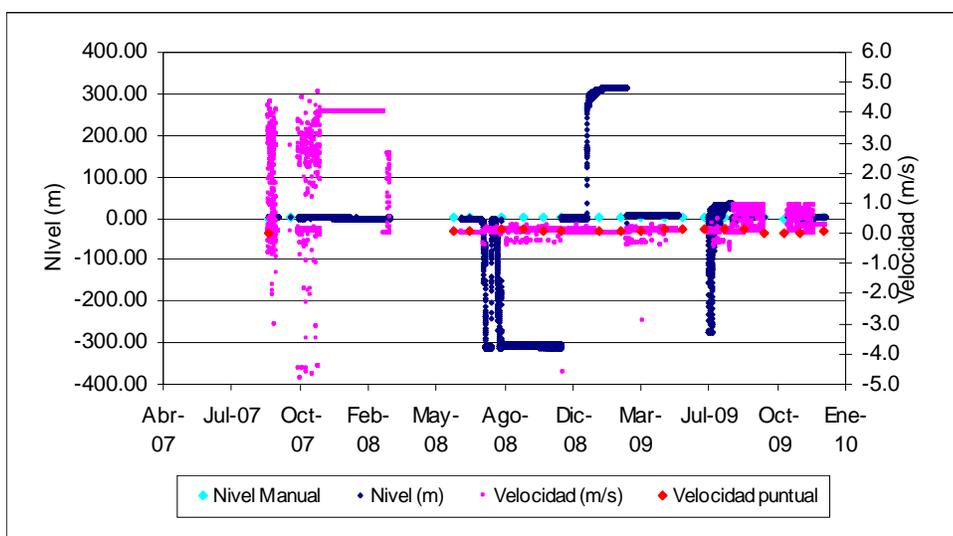


Figura 4.202. Altura y velocidad. Estación de aforo Saladita.

Tabla 4.74. Aforos manuales realizados por SQM. Saladita

Fecha	Hora	Área total sección (m ²)	Caudal (L/s)	Velocidad promedio sección (m/s)	Nivel en sensor (m)	Velocidad en sensor (m/s)
08-09-2007		0.47	59.9	0.13		
15-06-2008		0.46	56.6	0.12	0.024	0.09
09-08-2008		0.57	55.8	0.1	0.031	0.05
26-08-2008		0.48	81.3	0.17	0.023	0.12
30-09-2008		0.38	53	0.14	0.017	0.10
28-10-2008		0.38	28.2	0.07	0.006	0.05
24-11-2008		0.38	15.8	0.04	0.001	0.02
22-01-2009	8:00	0.3	23.4	0.08	0.016	0.07
24-02-2009	8:00	0.36	35.4	0.1	0.02	0.08
26-03-2009	12:45	0.38	28.9	0.08	0.021	0.05
30-04-2009	11:20	0.4	58.7	0.15	0.023	0.10
14-05-2009	16:50	0.53	81.4	0.15	0.028	0.10
30-06-2009	16:30	0.63	104.2	0.16	0.031	0.11
30-07-2009	12:30	0.56	86.7	0.15	0.028	0.11
31-08-2009	14:30	0.49	76.0	0.15	0.025	0.12
29-09-2009	13:30	0.23	8.7	0.04	0.005	0.02
29-10-2009	18:06	0.21	3.4	0.02	-0.026	0
24-11-2009	15:38	0.25	0	0	0.025	0
28-12-2009	11:07	0.29	26.3	0.09	0.026	0.08

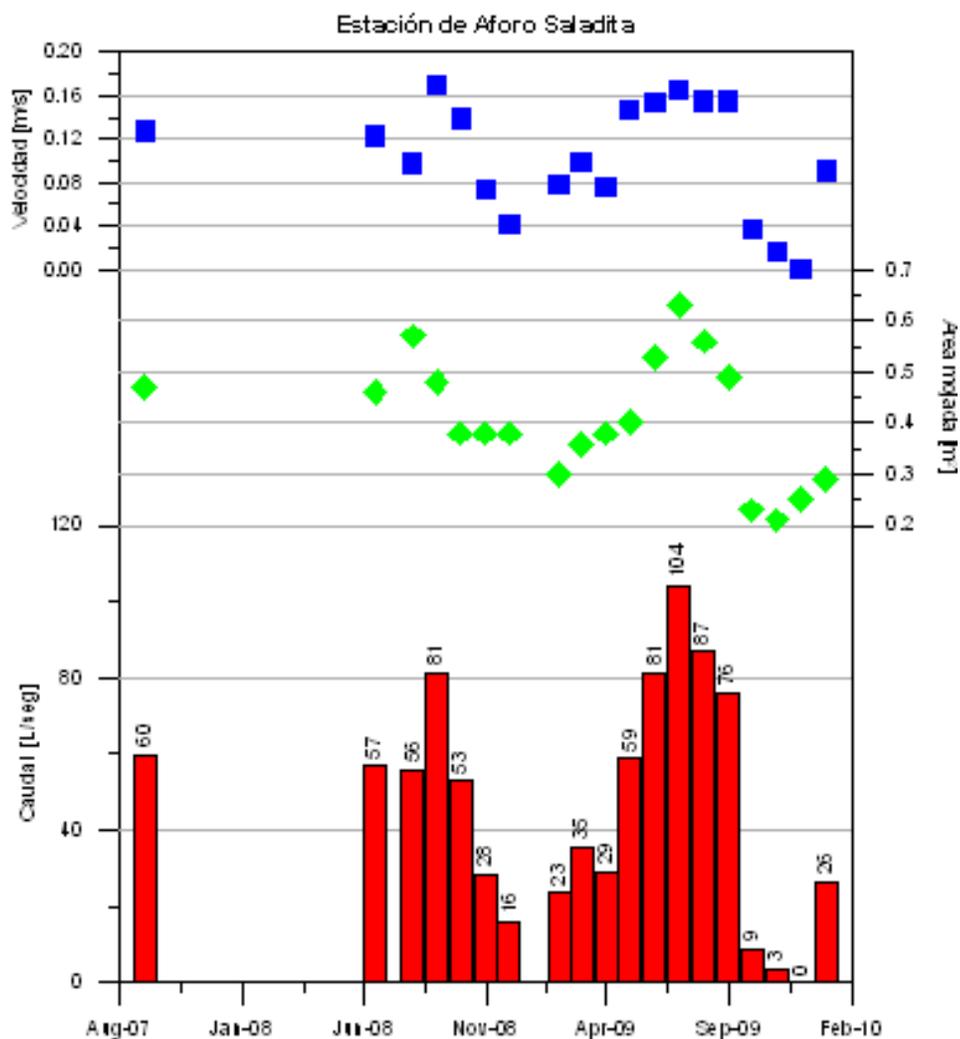


Figura 4.203. Aforo Saladita. En Barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m²).

4.3.4. Superficie lacustre

Al igual que en el sistema Soncor, en el sistema Peine no se presenta la caracterización de la superficie lacustre debido a que este ya fue abordado en el Informe N° 5 del PSA. En el periodo correspondiente al presente informe no se realizaron nuevas mediciones de este parámetro debido a que se realiza anualmente en el mes de abril.

4.4. SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE

Los puntos de monitoreo del Sistema Borde Este se encuentran al este del Salar de Atacama entre las coordenadas 7.423.000 a 7.396.000 Norte y 591.000 a 598.000 Este. En la Figura 4.204 se muestra la distribución geográfica de los puntos.

En la Tabla 4.75 se indican los puntos de monitoreo del Sistema Borde Este clasificándolos de acuerdo a la zona donde se encuentran emplazados (zona marginal o aluvial y sector de salmuera) y su tipología (pozo profundo. pozo somero. calicata. reglilla. medición continua y nivel lacustre). Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra de manera gráfica el registro de nivel.

Tabla 4.75. Puntos de monitoreo del Sistema Borde Este.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
P2	Zona aluvial	Pozo profundo	214	L3-16	Zona marginal	Pozo profundo	219
L1-17	Zona marginal	Pozo somero	216	L4-17	Zona marginal	Pozo somero	219
L2-25	Zona marginal	Pozo somero	216	L7-13	Zona marginal	Pozo profundo	220
L2-26	Zona marginal	Pozo profundo	217	L7-14	Zona marginal	Pozo somero	220
L2-27	Zona marginal	Pozo somero	217	L7-15	Zona marginal	Pozo profundo	221
L2-28	Zona marginal	Pozo profundo	218	L9-1	Zona marginal	Pozo profundo	221
L3-15	Zona marginal	Pozo profundo	218	L9-2	Zona marginal	Pozo profundo	222

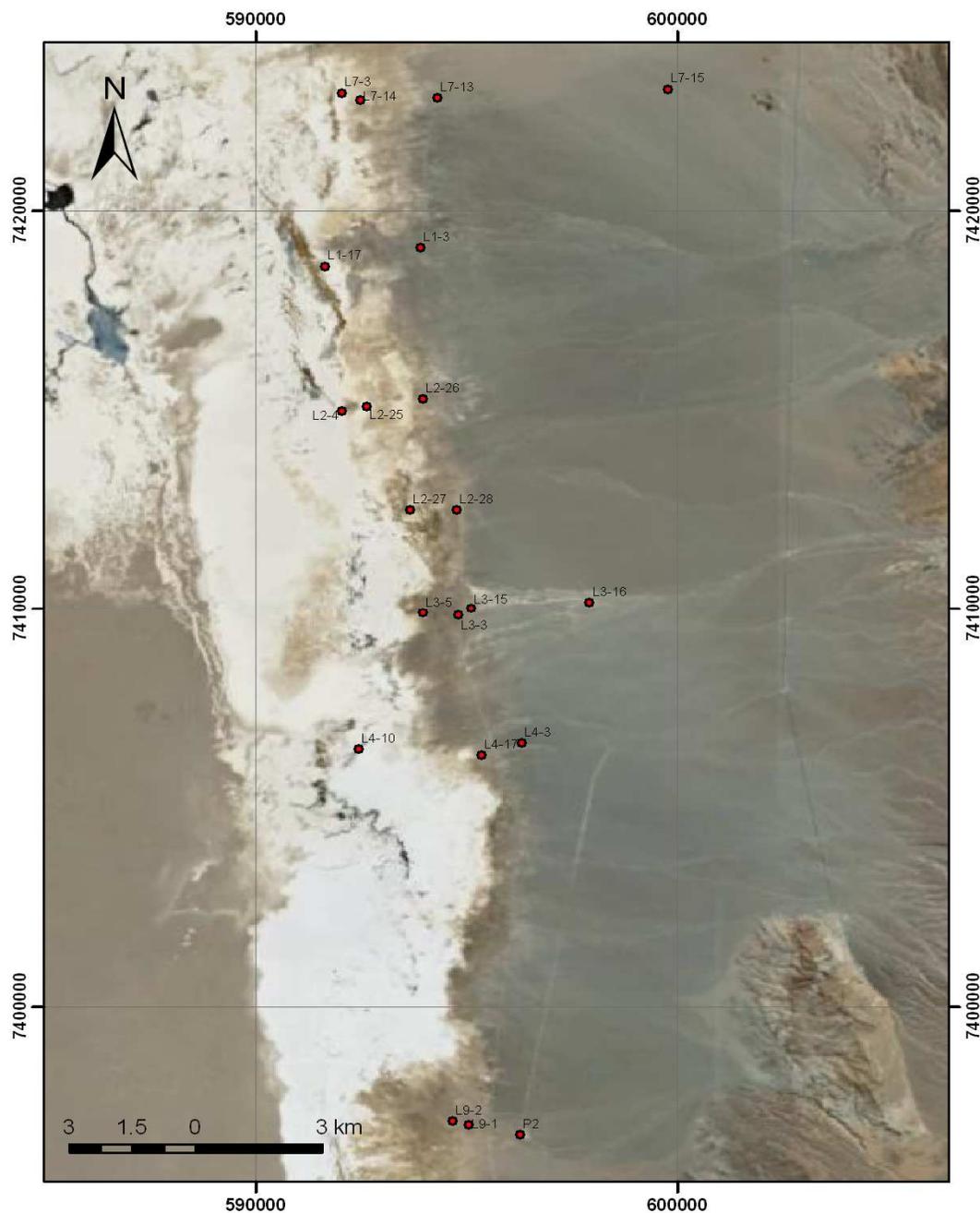


Figura 4.204. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Borde Este.

4.4.1. 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 del Sistema Soncor y del Sistema Vegetación Borde Este, siendo presentados en la sección 4.1 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 presentándose en el subcapítulo de Aguas de Quelana. Sus gráficos pueden ser consultados en la sección 4.2 Sistema Aguas de Quelana. En esta sección además se explica que el pozo L3-3 presenta comportamiento claramente estacional, sin embargo se observa desde el inicio de los registros un leve descenso del nivel de aproximadamente 10 cm en 10 años, es decir, 1 cm/año. No obstante, el pozo L3-5 que se encuentra muy cercano a este no presenta este descenso.

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.

4.4.1.1. Pozos en zona aluvial

En la Figura 4.205 se presenta el nivel estático y dinámico observado en el pozo de bombeo P2. La disminución del nivel dinámico en estos pozos se explica por el aumento del volumen bombeado a partir del año 2003 observándose una estabilización posterior, tal como se observa en la Figura 4.219.

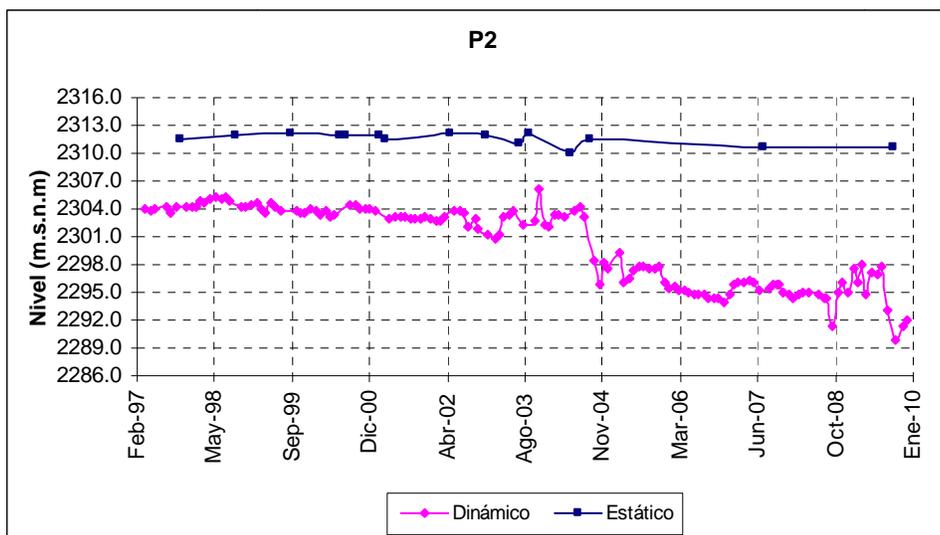


Figura 4.205. Nivel mensual estático (línea magenta) y dinámico (línea azul) observado en el pozo de bombeo P2.

4.4.1.2. Pozos en zona marginal

Los dos primeros años de monitoreo permiten calificar el comportamiento en la mayoría de los pozos.

Existen pozos en los cuales la variación de nivel está fuertemente controlada por la evaporación con claro comportamiento estacional, es decir, menor nivel en verano y mayor en invierno (L1-17, L2-25, L2-26, L2-27, L2-28, L4-17, L7-14). La magnitud de esta oscilación dependerá de la profundidad del agua subterránea.

Existen pozos que muestran el efecto del bombeo de pozos que iniciaron su bombeo dentro de los 2 últimos años, con una leve tendencia al descenso que depende de la cercanía al pozo (L3-15, L3-16). En estos sectores el acuífero aún está buscando el punto de equilibrio y se aprecia durante los últimos meses una tendencia a la estabilización especialmente en el pozo L3-16.

Existen pozos con un comportamiento mixto, donde se mezclan los 2 comportamientos anteriormente descritos, es decir, estacional y leve tendencia al descenso (L4-17, L7-15, L9-1, L9-2). En estos pozos la tasa de descenso dependerá de su cercanía al pozo de bombeo. En particular el pozo L7-15 muestra un descenso que concuerda con el inicio del bombeo de los pozos Mullay 1 que se encuentra muy cercano, sin embargo, durante el último semestre se puede apreciar tiende a estabilizarse.

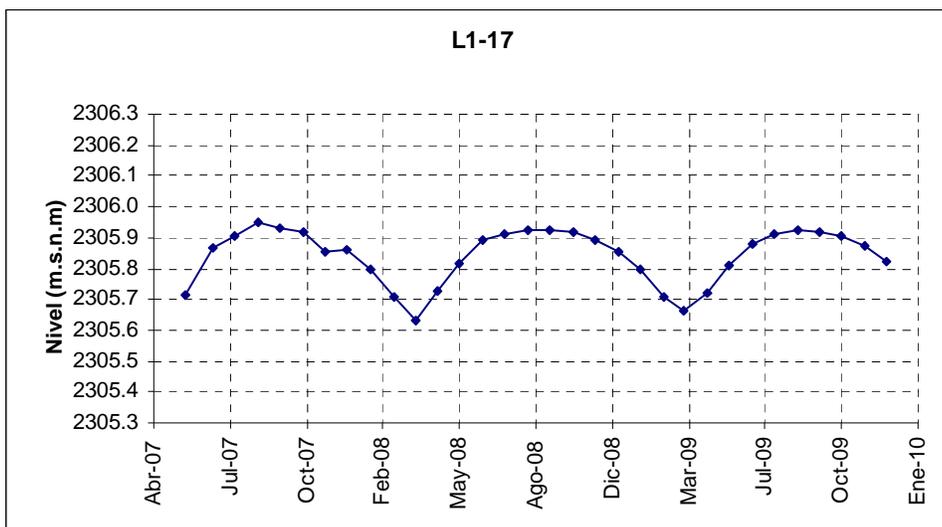


Figura 4.206. Nivel mensual observado en el pozo L1-17.

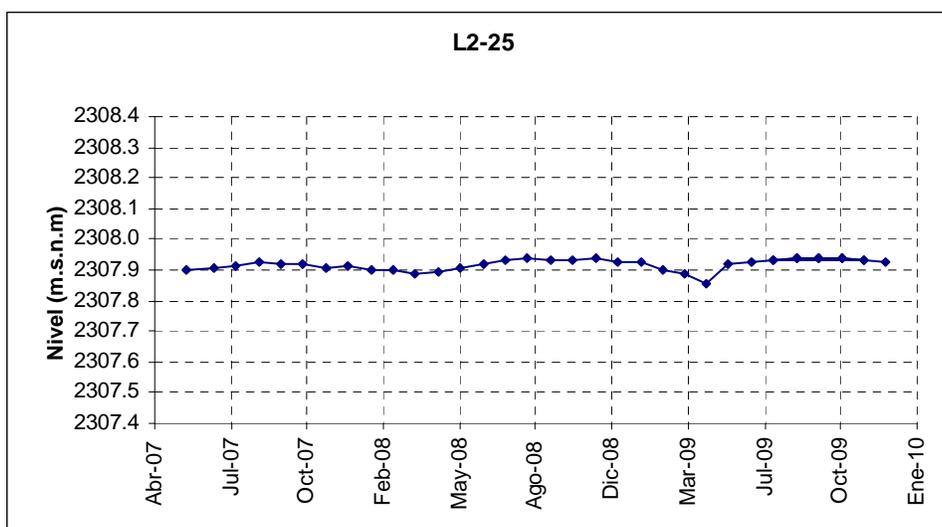


Figura 4.207. Nivel mensual observado en el pozo L2-25.

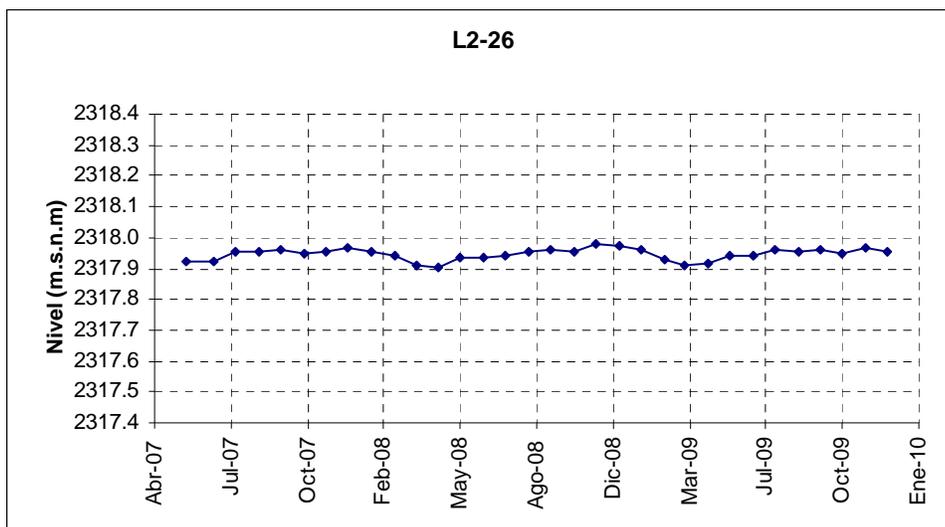


Figura 4.208. Nivel mensual observado en el pozo L2-26.

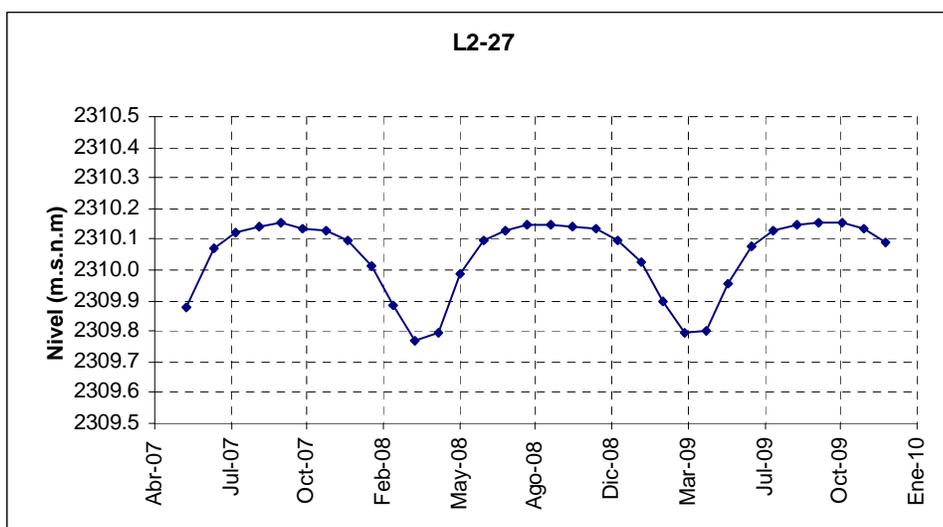


Figura 4.209. Nivel mensual observado en el pozo L2-27.

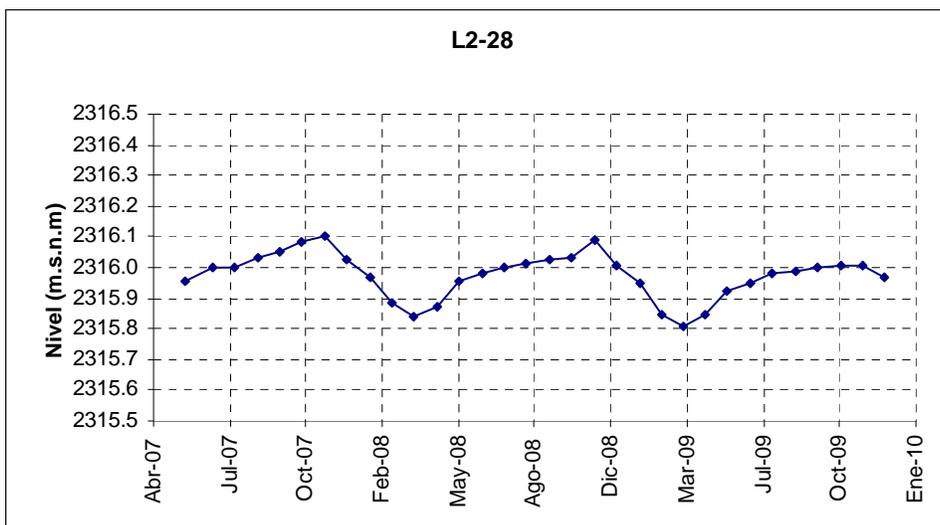


Figura 4.210. Nivel mensual observado en el pozo L2-28.

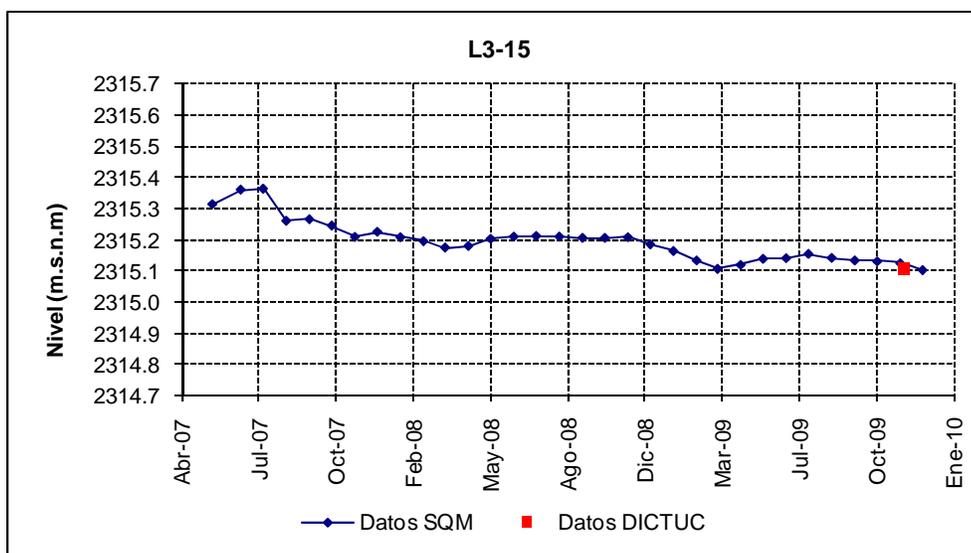


Figura 4.211. Nivel mensual observado en el pozo L3-15.

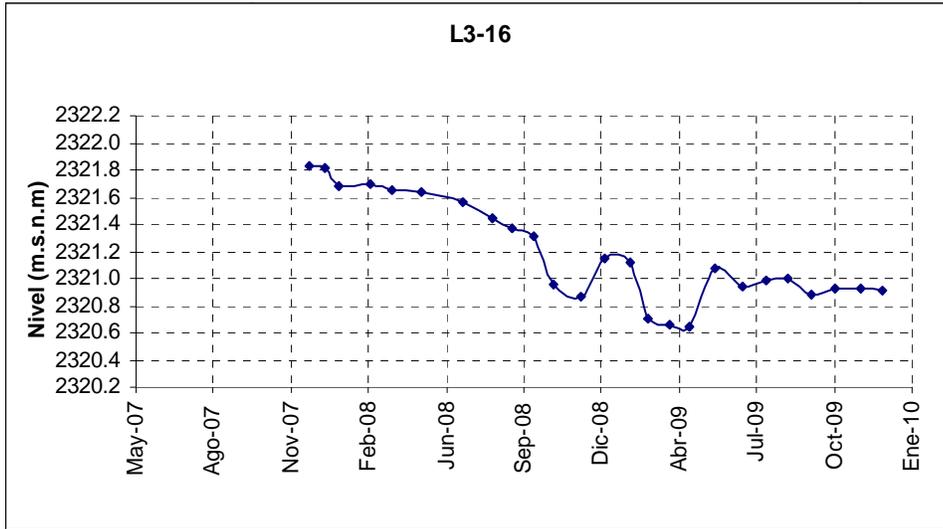


Figura 4.212. Nivel mensual observado en el pozo L3-16.

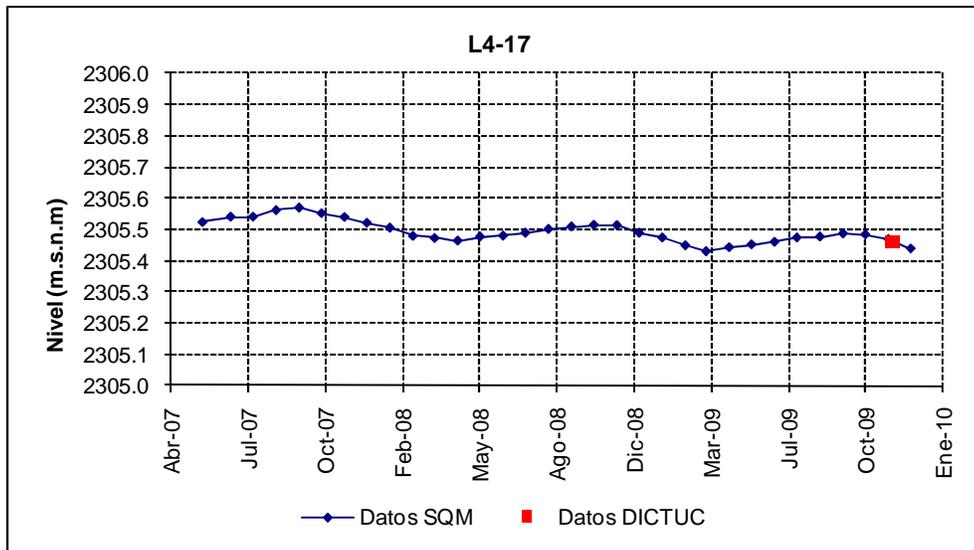


Figura 4.213. Nivel mensual observado en el pozo L4-17.

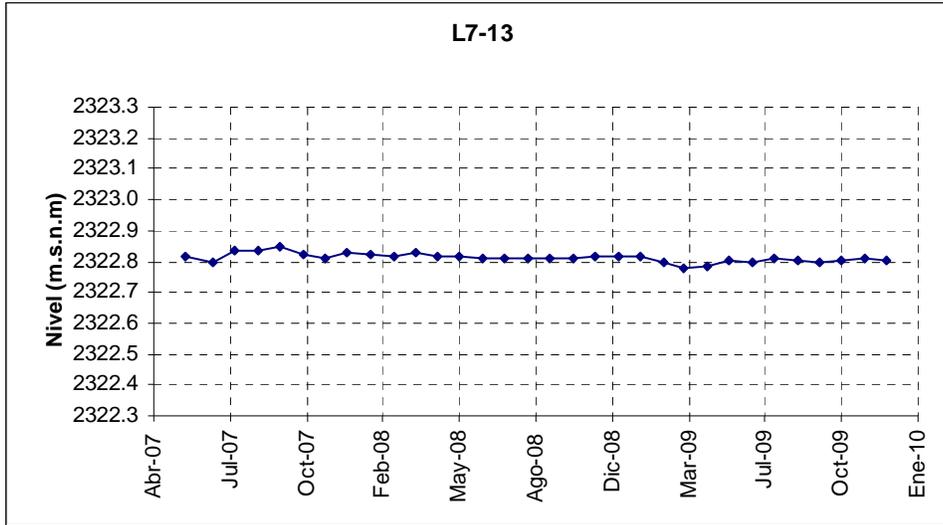


Figura 4.214. Nivel mensual observado en el pozo L7-13.

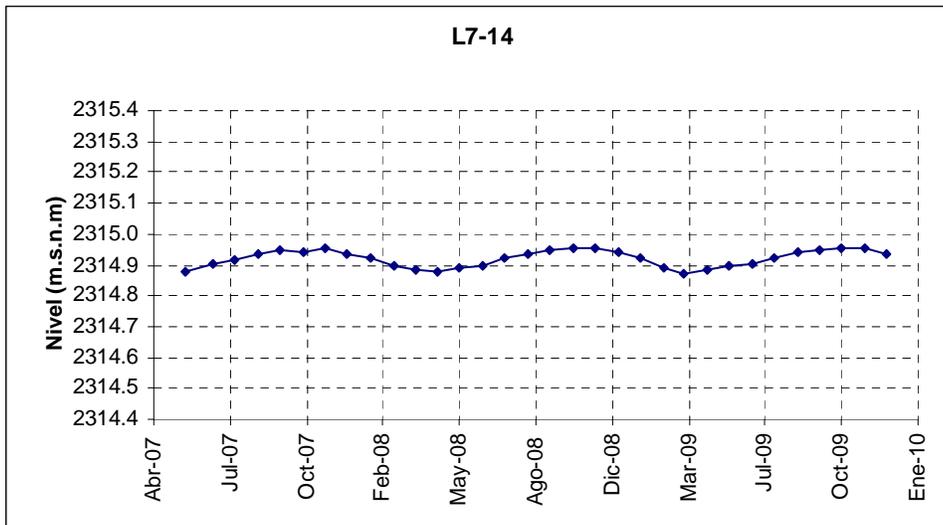


Figura 4.215. Nivel mensual observado en el pozo L7-14.

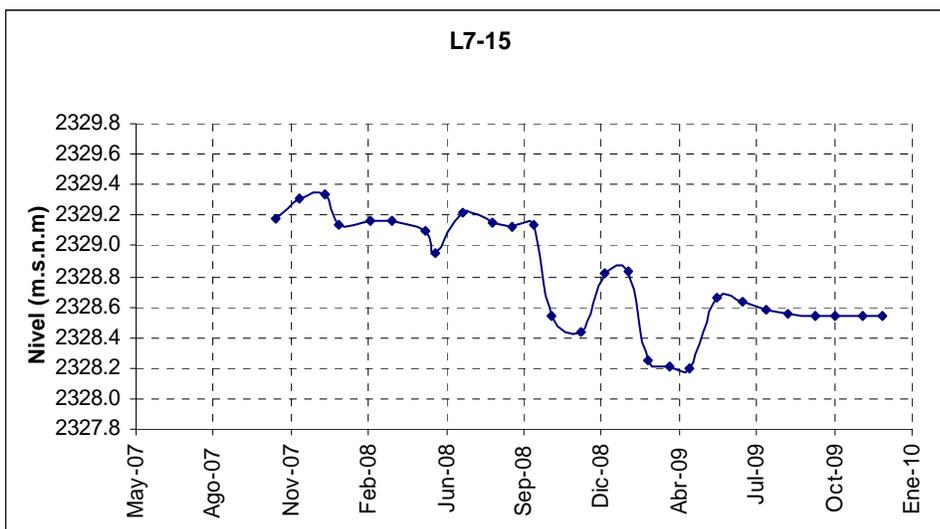


Figura 4.216. Nivel mensual observado en el pozo L7-15.

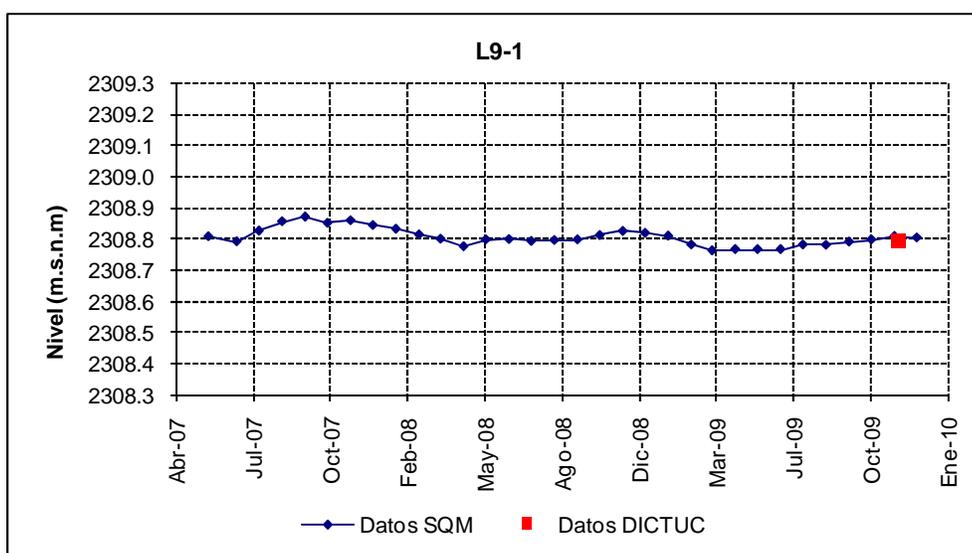


Figura 4.217. Nivel mensual observado en el pozo L9-1.

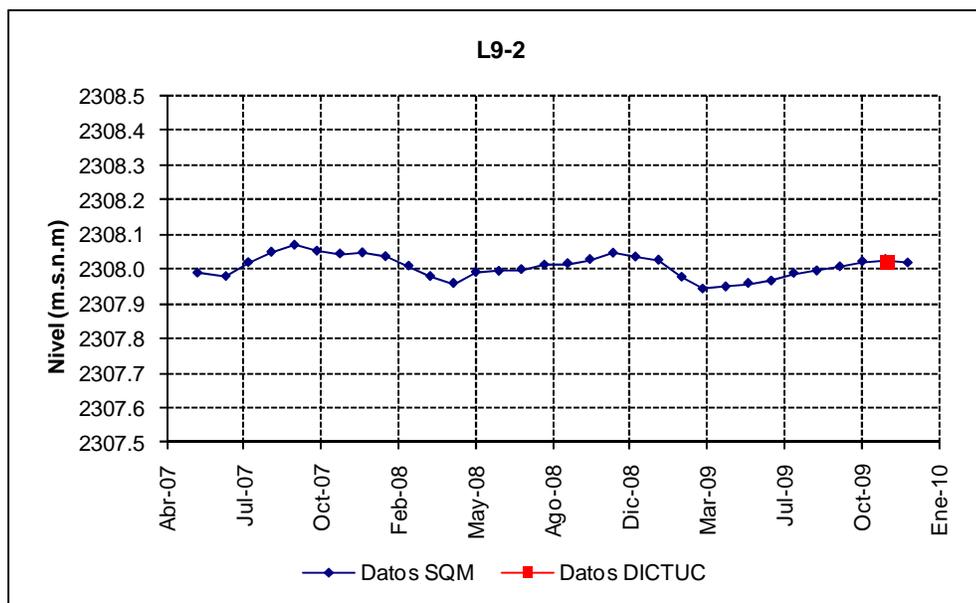


Figura 4.218. Nivel mensual observado en el pozo L9-2.

4.4.2. Volumen bombeado

En el Sistema Borde Este del PSAH, el único pozo que ha sido explotado es el pozo P2, cuyo volumen extraído se presenta en la Figura 4.219. Los caudales extraídos no han superado los derechos otorgados a partir del inicio del PSAH (35 l/s).

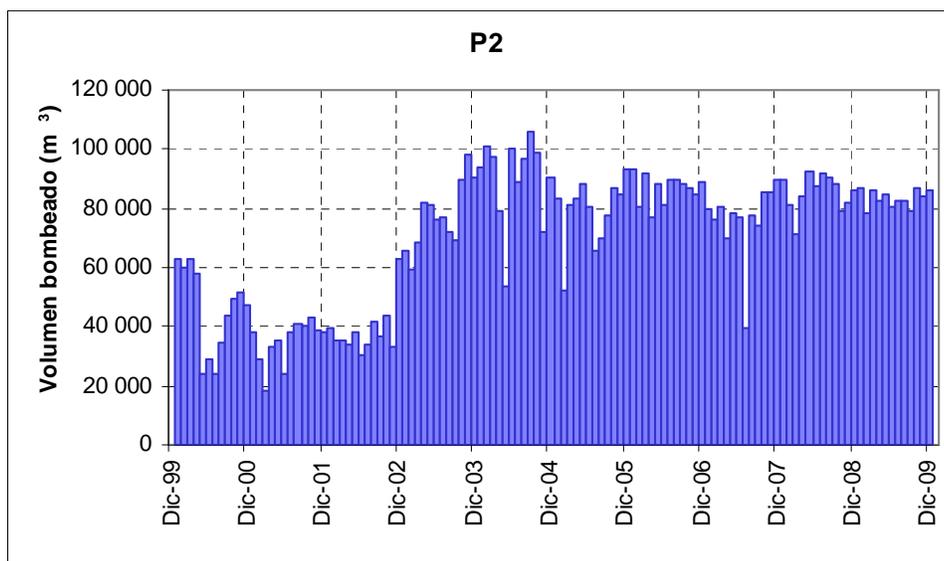


Figura 4.219. Volumen mensual bombeado desde el pozo P2.

4.4.3. Calidad química

Los pozos existentes 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 fueron realizados por ALS Environmental, cuyos informes se adjuntan en el Anexo 0.

Los resultados de los análisis químicos de los pozos L2-4 y L7-3 se presentan en la sección 4.1 Sistema Soncor, mientras que los resultados del pozo L4-3 se presentan en la sección 4.2 Sistema Aguas de Quelana. En la Tabla 4.76 y Tabla 4.77 se muestran los resultados de los análisis químicos realizados en el pozo de bombeo P2.

Tabla 4.76. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo P2.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	3.9	7.67	1.000
28-04-2008	3.7	7.41	1.001
13-07-2008	4.0	7.34	1.000
17-10-2008	3.9	8.24	1.000
03-02-2009	3.9	7.92	1.000
27-04-2009	3.9	7.05	1.000
31-07-2009	3.9	7.40	1.000
13-10-2009	3.4	7.33	1.000

Tabla 4.77. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo P2

Fecha de muestreo	Alcalinidad bicarbonato (mg/l)	Alcalinidad carbonato (mg/L)	Alcalinidad total (mg/L)	Arsénico total (mg/L)	Calcio total (mg/L)	Cloruro (mg/L)	Hierro total (mg/L)	Manganeso total (mg/L)	Magnesio total (mg/L)	Nitrógeno nitrato (mg/L)	pH (pH)	Sodio total (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Potasio total (mg/L)	Zinc total (mg/L)	Conductividad (mS/cm)	Densidad (Kg/L)
24-07-2007	198	<1	198	0.372	80	912	0.17	<0,01	49.4	3.3	7.43	404	3010	454	34.5	<0,01	3.9	1.000
24-10-2007	126	<1	126	0.16	150	817	<0,05	<0,01	50	3.9	7.29	560	2690	388	33	<0,01	3.9	1.000
14-02-2008	171	<1	171	0.028	171	582	0.1	<0,01	59.9	2.6	7.64	385	2450	425	34.8	<0,01	3.8	1.000
28-04-2008	152	<1	152	0.019	197	1000	<0,05	<0,01	30.3	0.87	7.81	480	3400	308	35.6	<0,01	3.8	0.996
24-07-2008	166	<1	166	0.156	165	935	<0,05	<0,01	56	0.78	7.34	510	2510	390	36	0.08	3.9	1.000
17-10-2008	160	<1	160	0.466	180.15	1026.4	<0,03	<0,005	55.95	3.7	7.85	547.5	2456	393	37.04	0.013	3.9	1.000
03-02-2009	126	<1	126	0.221	217.29	965	<0,03	<0,005	53.16	3.9	7.98	431.8	2716	388	25.13	0.011	3.9	1.000
26-04-2009	167	<1	167	0.079	216.78	1005.1	<0,03	<0,005	60.8	4	7.53	454.7	2652	310	38.61	0.04	3.9	1.000
31-07-2009	159	<1	159	0.131	156.5	982.5	<0,03	<0,005	55.12	3.9	7.32	561.6	2590	319	37.57	0.009	3.6	1.004
13-10-2009	166	<1	166	0.262	165.07	1016.5	<0,03	<0,005	54.44	4.1	7.67	526.2	2224	300	52.67	0.014	4.1	1.001

4.5. SISTEMA VEGAS DE TILOPOZO

Los puntos de monitoreo del Sistema Vegas de Tilopozo se encuentran al sur-este del Salar de Atacama, entre las coordenadas 7.378.000 a 7.369.000 Norte y 573.000 a 581.000 Este. En la Figura 4.220 se muestra la distribución geográfica de los puntos.

En la Tabla 4.78 se indica los puntos de monitoreo del Sistema Vegas de Tilopozo, clasificándolos de acuerdo a la zona donde se encuentran emplazados (zona marginal o aluvial y sector de salmuera) y a su tipología (pozo somero y reglilla). Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el registro de nivel en formato gráfico.

Tabla 4.78. Puntos de monitoreo del Sistema Vegas de Tilopozo.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
Tilopozo Reglilla	Zona marginal	Reglilla	227
L12-1	Zona marginal	Pozo somero	227
L12-2	Zona marginal	Pozo somero	228
L12-3	Zona marginal	Pozo somero	228
L12-4	Zona marginal	Pozo somero	229

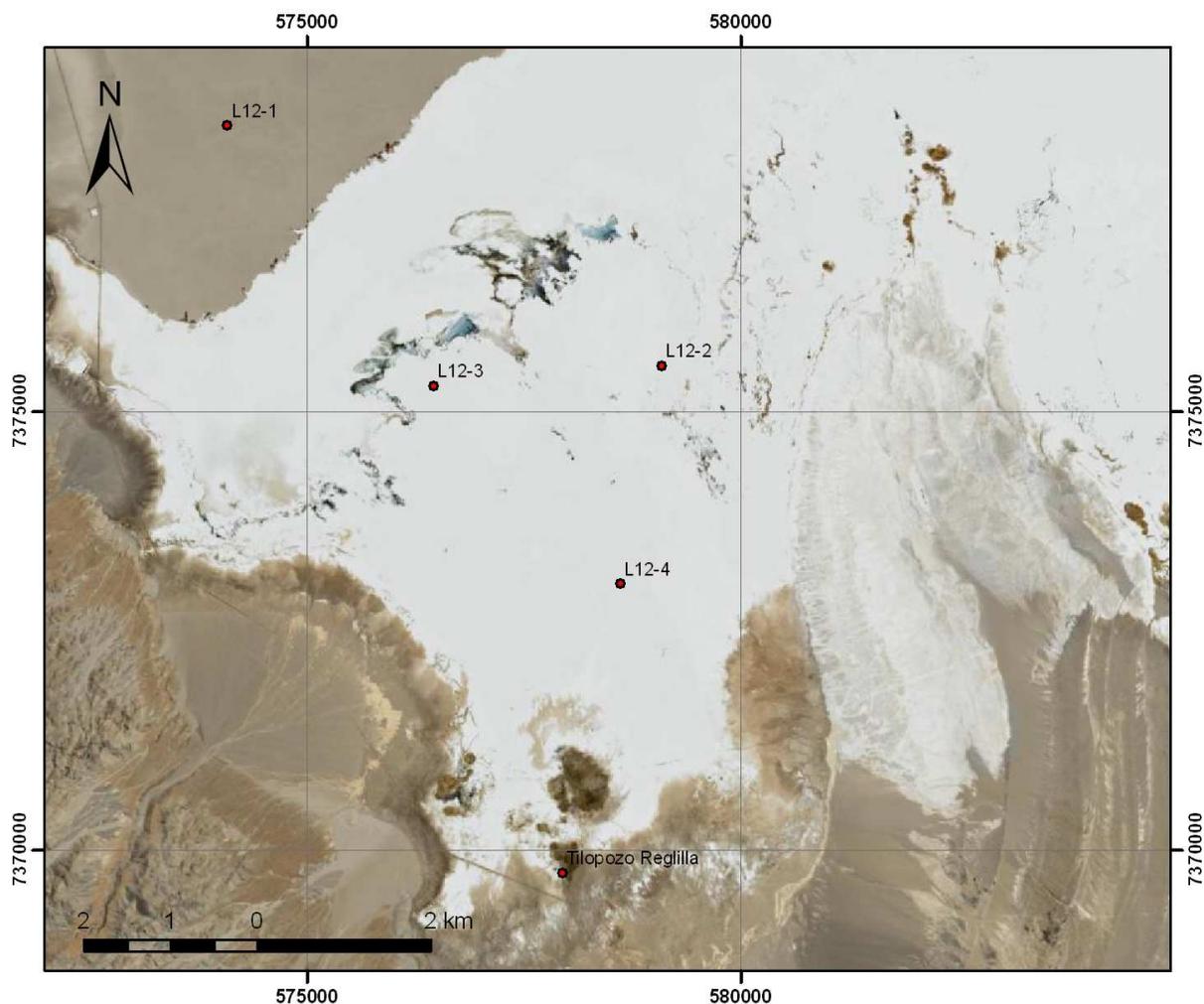


Figura 4.220. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Vegas de Tilopozo.

4.5.1. 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. Se observa en la reglilla de Tilopozo un comportamiento estable desde mediados del año 2004. La mayoría del resto de los pozos presenta un comportamiento estacional, determinado por el comportamiento de la evaporación y de la profundidad de la napa, alguno de ellos incluso muestran tendencia al aumento. La excepción es el pozo L12-1 que se encuentra ubicado al interior del salar y muestra una leve

tendencia al descenso probablemente producto de su cercanía al campo de pozos de la Sociedad Chilena de Litio.

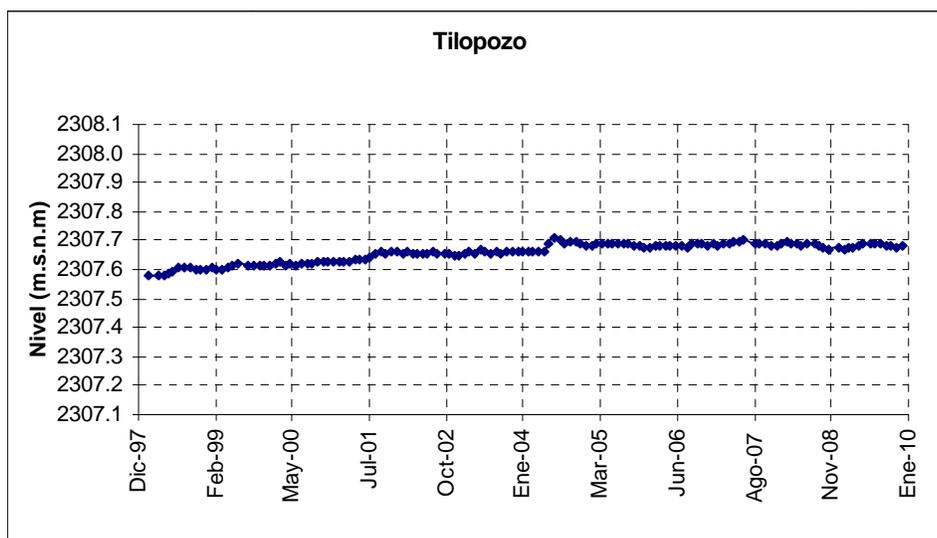


Figura 4.221. Nivel mensual observado en la reglilla de Tilopozo.

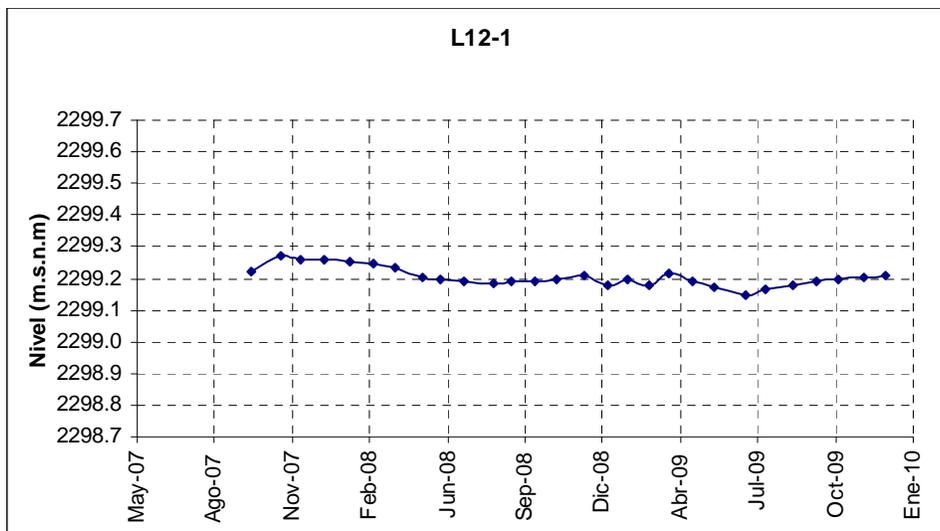


Figura 4.222. Nivel mensual observado en el pozo L12-1.

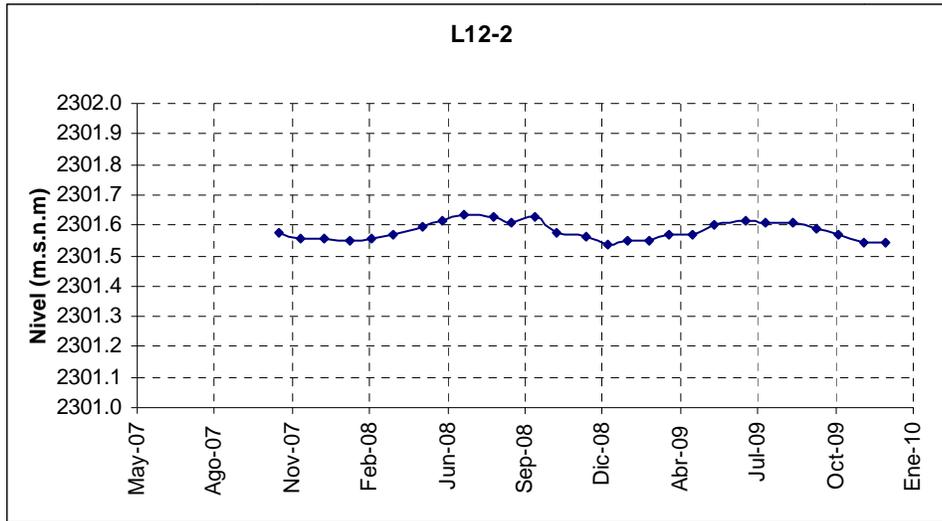


Figura 4.223. Nivel mensual observado en el pozo L12-2.

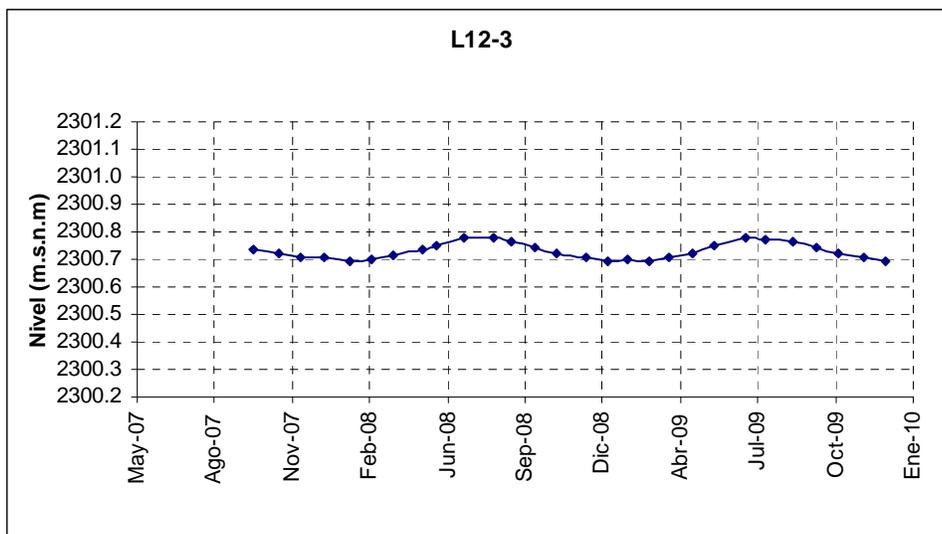


Figura 4.224. Nivel mensual observado en el pozo L12-3.

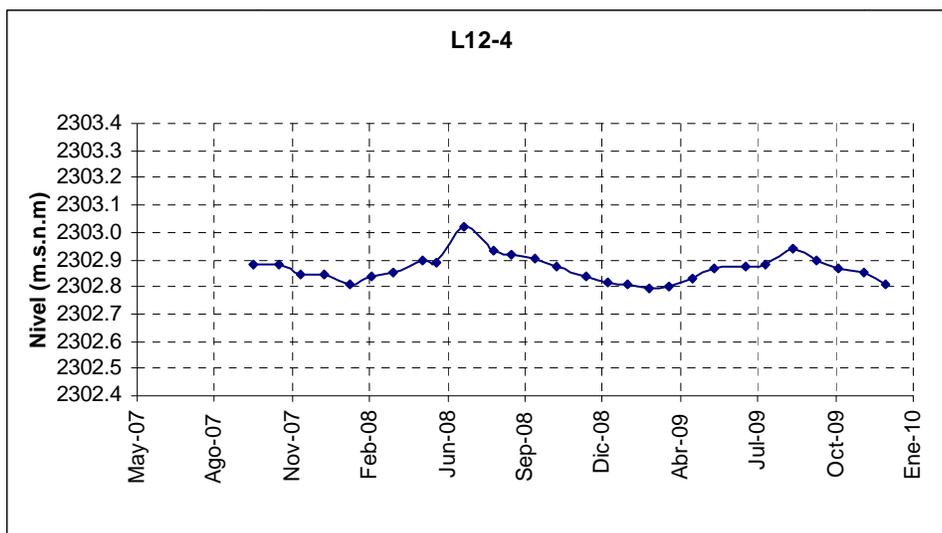


Figura 4.225. Nivel mensual observado en el pozo L12-4.

4.6. NÚCLEO DEL SALAR DE ATACAMA

Los puntos de monitoreo del Núcleo del Salar se encuentran entre las coordenadas 7.425.000 a 7.379.000 Norte y 547.000 a 588.000 Este. En la Figura 4.226 se muestra la distribución geográfica de dichos puntos.

En la Tabla 4.79 se indican los puntos de monitoreo del Núcleo del Salar, siendo todos clasificados como salmuera. Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el registro de nivel en formato gráfico.

Tabla 4.79. Puntos de monitoreo del Sistema Núcleo del Salar de Atacama.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
1001	Salmuera	Pozo profundo	4-2	E-101	Salmuera	Pozo profundo	4-6
1906	Salmuera	Pozo profundo	4-3	E-324	Salmuera	Pozo profundo	4-7
2028	Salmuera	Pozo profundo	4-3	EIA-5	Salmuera	Pozo profundo	4-7
2040	Salmuera	Pozo profundo	4-4	M1-C	Salmuera	Pozo profundo	4-5

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
M2-C	Salmuera	Pozo profundo	4-5
M7	Salmuera	Pozo profundo	4-6
Sample-4	Salmuera	Pozo somero	4-8
SOPE-6	Salmuera	Pozo profundo	4-8
SOPM -02	Salmuera	Pozo profundo	4-9
SOPM -04	Salmuera	Pozo profundo	4-9
SOPM -05	Salmuera	Pozo profundo	4-10
SOPM-10	Salmuera	Pozo profundo	4-10
SOPM -11	Salmuera	Pozo somero	4-11
SOPM -12c	Salmuera	Pozo profundo	4-11
Zar-C-S	Salmuera	Pozo somero	4-12
C4-B	Salmuera	Pozo somero	4-4

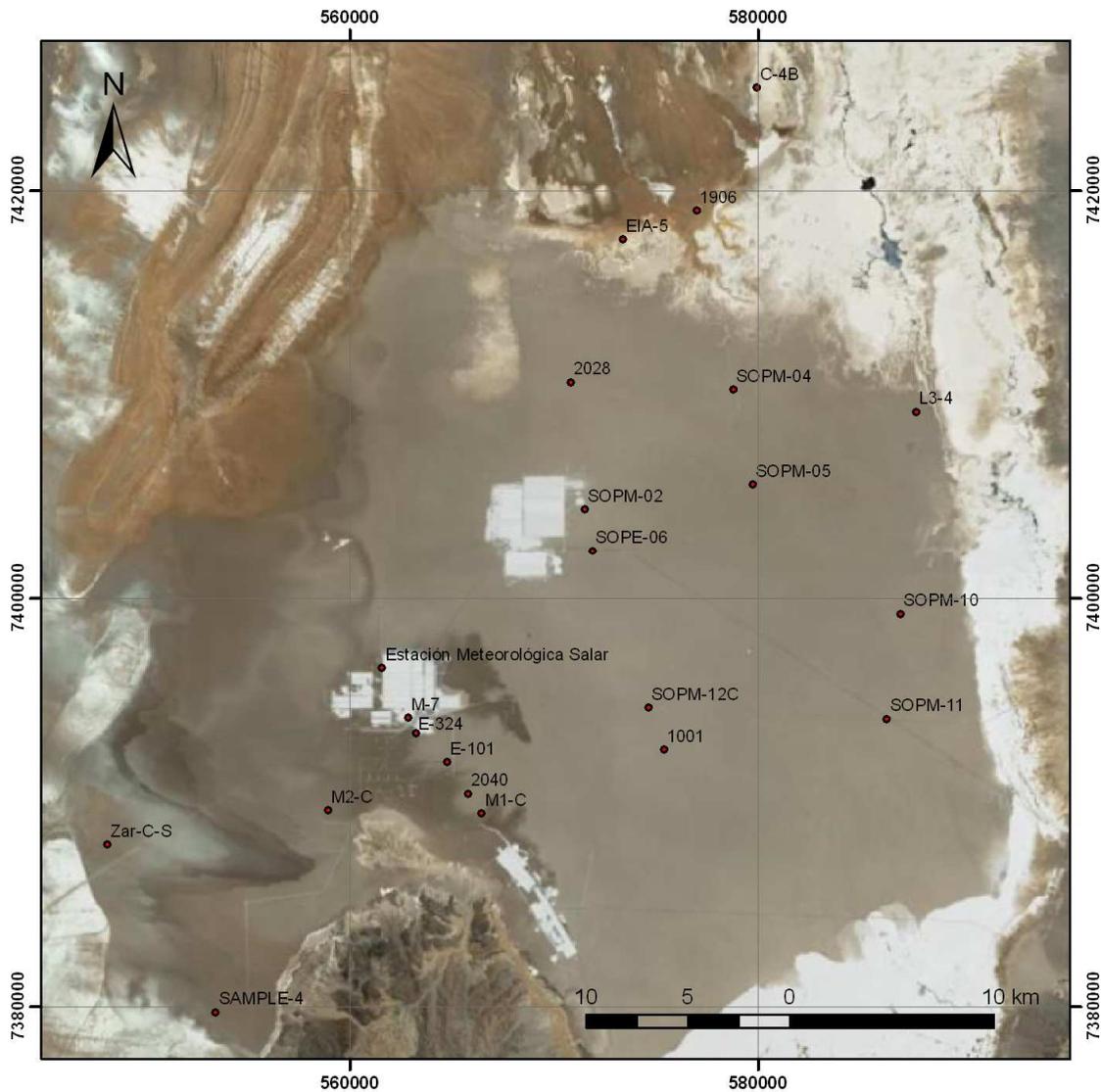


Figura 4.226. Distribución geográfica de puntos de monitoreo en el Núcleo del Salar de Atacama.

4.6.1. 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.

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 cual no se presenta en este subcapítulo. Su gráfico puede ser consultado en la sección 4.2 Sistema Aguas de Quelana.

Se puede observar en los gráficos que, en general, para los últimos meses los pozos mantienen la tendencia a estabilizarse durante el 2008 y presentan aumento de nivel durante el último periodo del 2009, especialmente los pozos SOPM, esto debido a la disminución del caudal de bombeo de salmuera de los pozos ubicados en el sector norte del núcleo del Salar, otra posible explicación es un aumento de la recarga o las precipitaciones ocurridas durante el año 2009. Existen otros pozos que muestran clara tendencia a la disminución especialmente los que se ubican cercanos a sectores de bombeo. La napa en el sector suroeste (Sample-4 y Zar-C-S) ha disminuido sin tendencia a la estabilización, esto se explica por las nuevas extracciones que se están realizando en este sector. En el sector norte el nivel de la napa se ha mantenido constante con una muy leve tendencia a la disminución (EIA-5. C4-B. 1906)

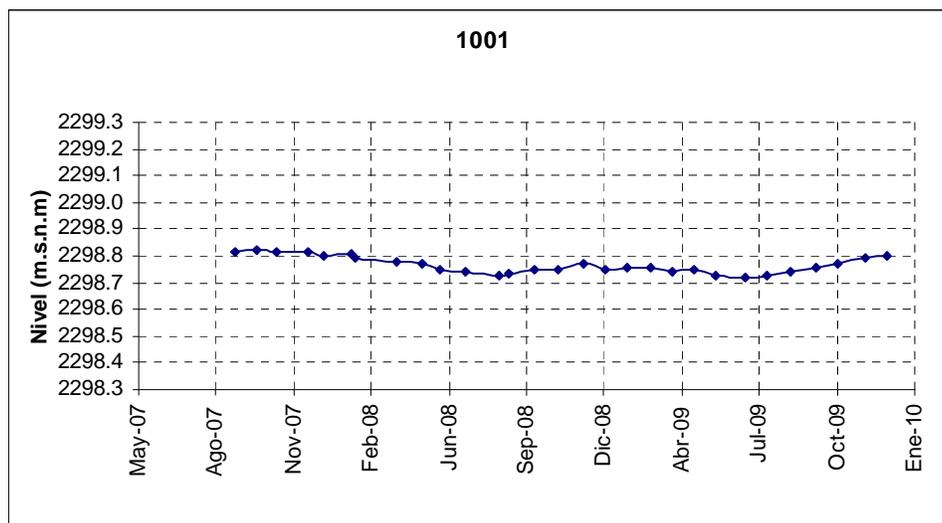


Figura 4.227. Nivel mensual observado en el pozo 1001.

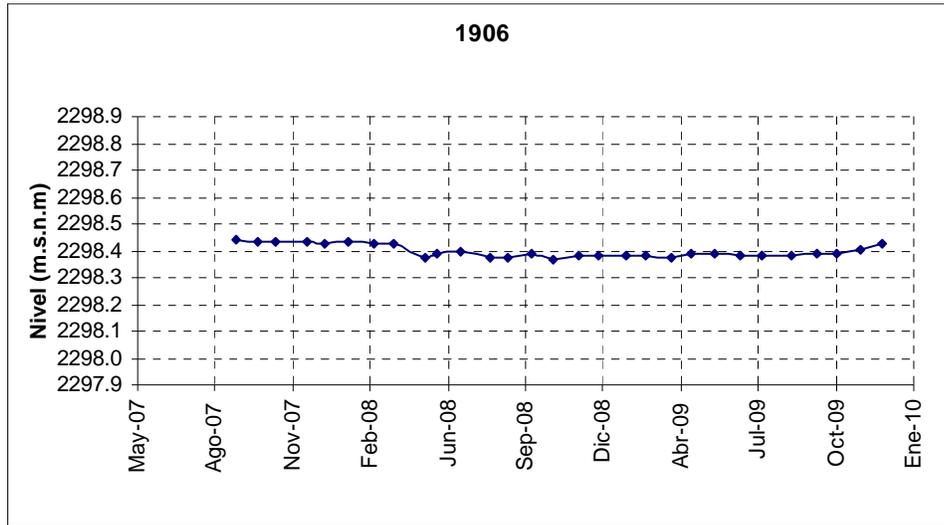


Figura 4.228. Nivel mensual observado en el pozo 1906.

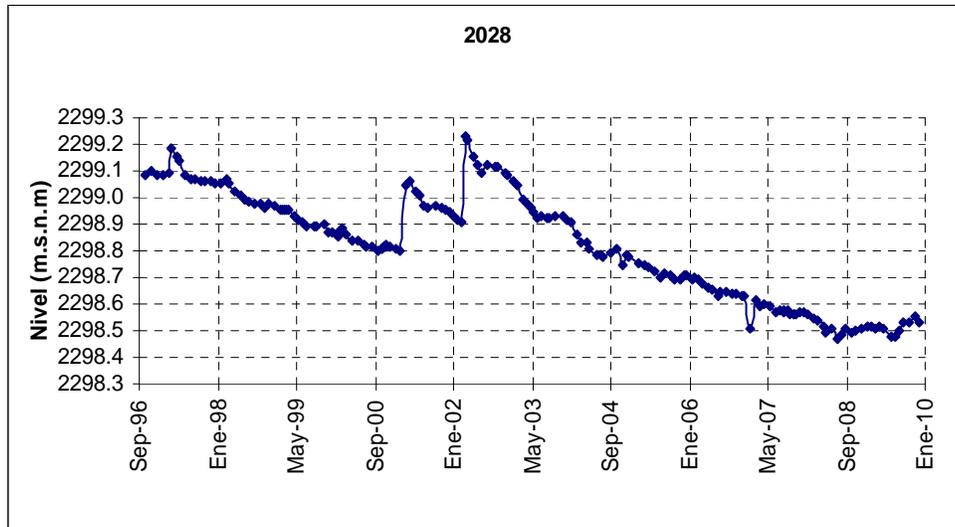


Figura 4.229. Nivel mensual observado en el pozo 2028.

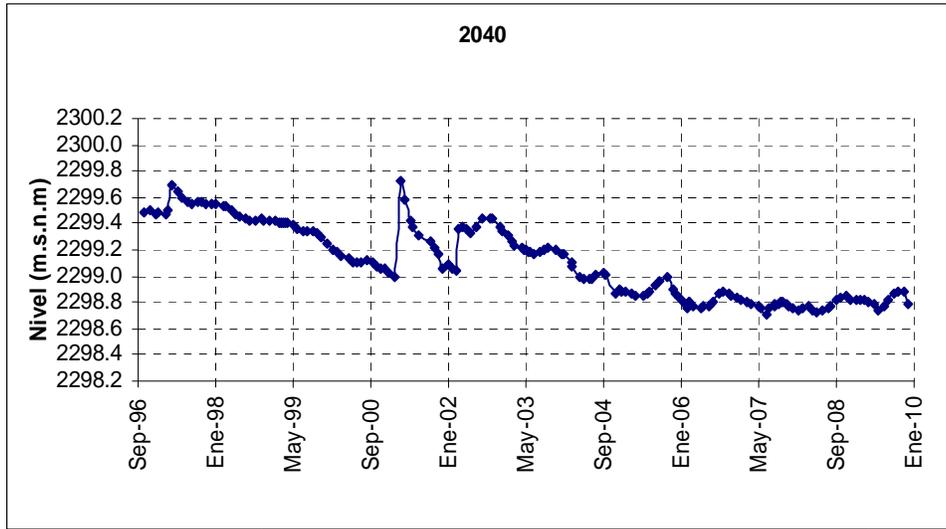


Figura 4.230. Nivel mensual observado en el pozo 2040.

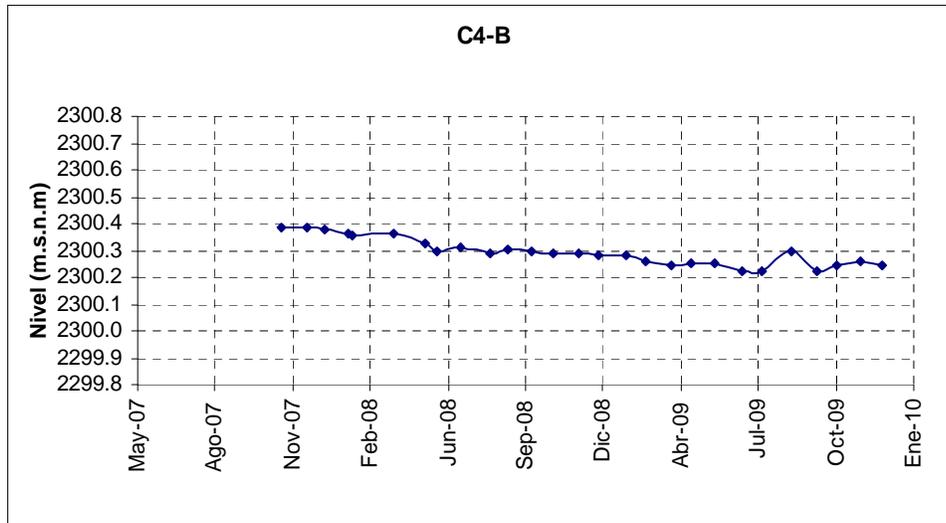


Figura 4.231. Nivel mensual observado en el pozo C4-B.

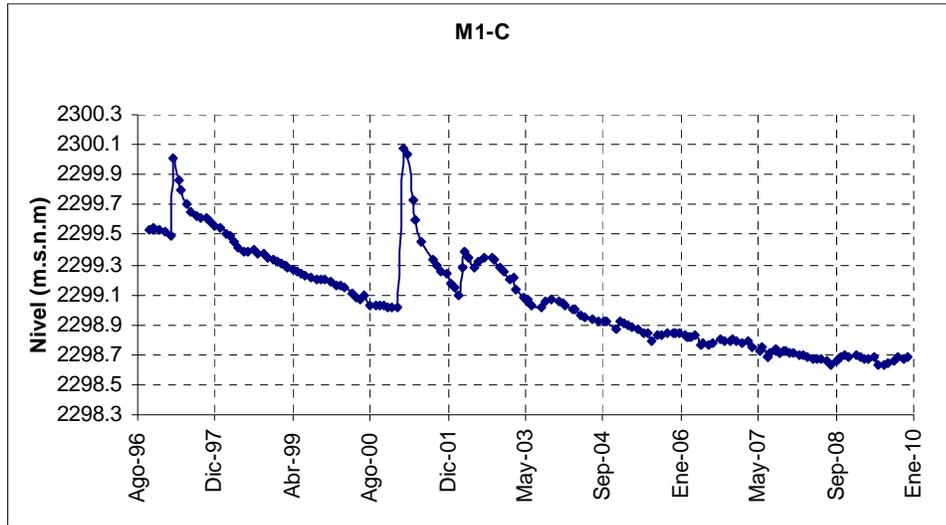


Figura 4.232. Nivel mensual observado en el pozo M1-C.

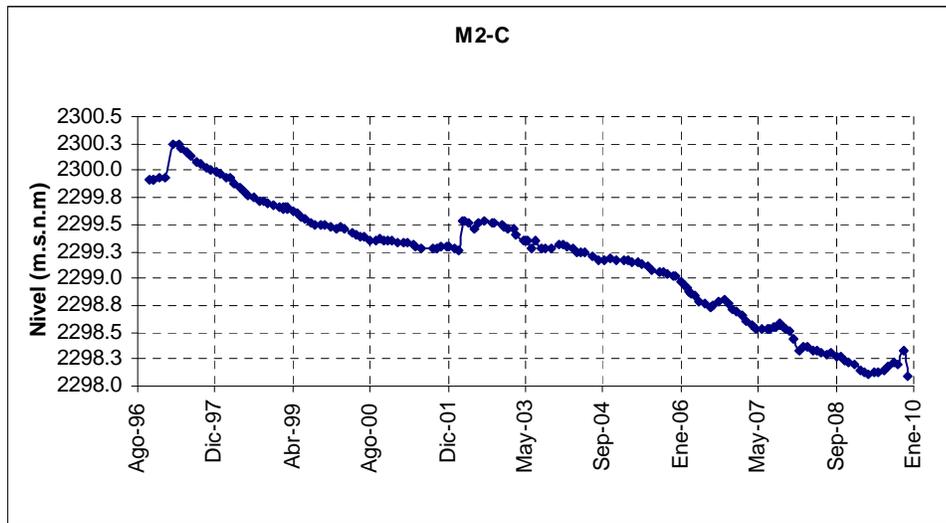


Figura 4.233. Nivel mensual observado en el pozo M2-C.

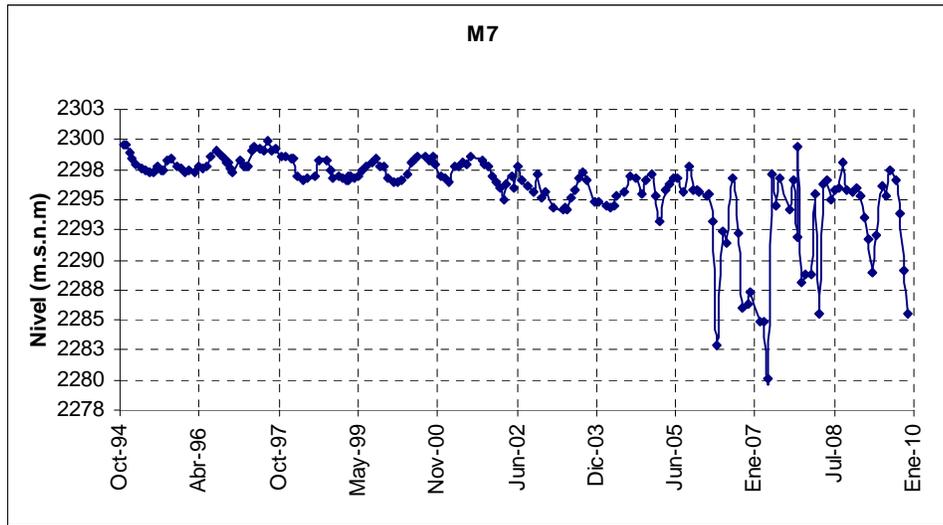


Figura 4.234. Nivel mensual observado en el pozo M7.

Cabe señalar que las fuertes variaciones de nivel del pozo M7 es producto de que se encuentra dentro del cono de depresión del pozo de bombeo de producción WM-7, el cual se encuentra a 1.5 metros de distancia.

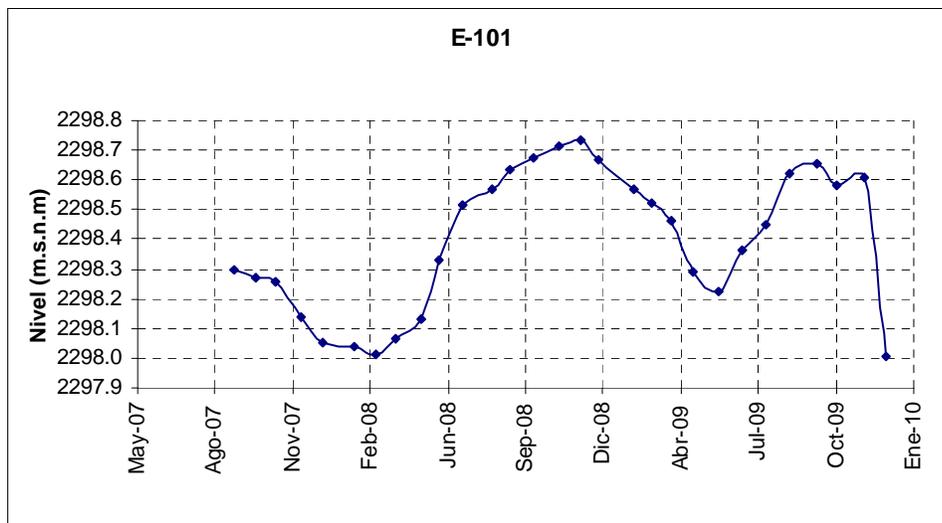


Figura 4.235. Nivel mensual observado en el pozo E-101.

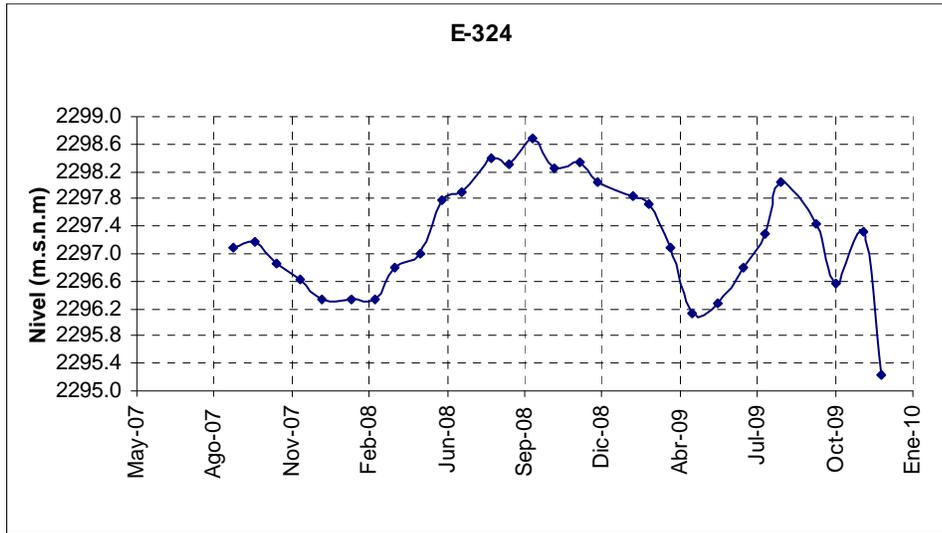


Figura 4.236. Nivel mensual observado en el pozo E-324.

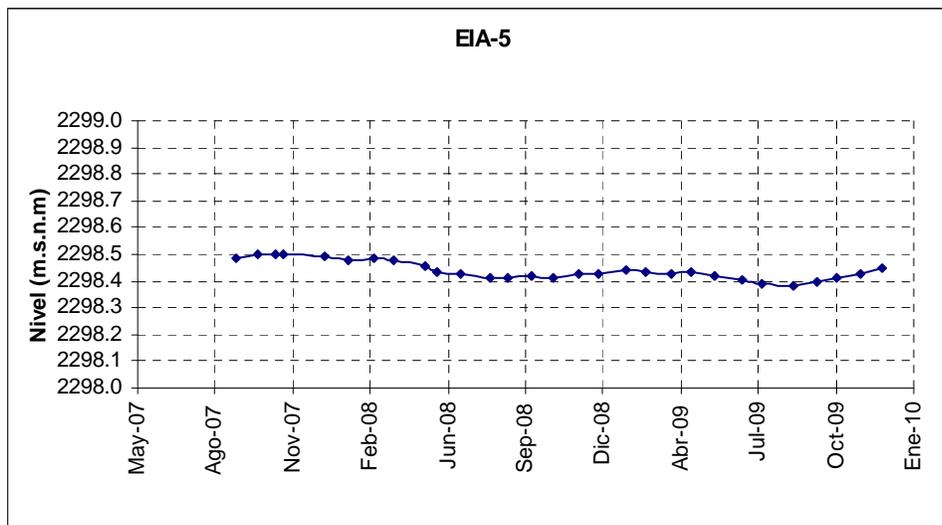


Figura 4.237. Nivel mensual observado en el pozo EIA-5.

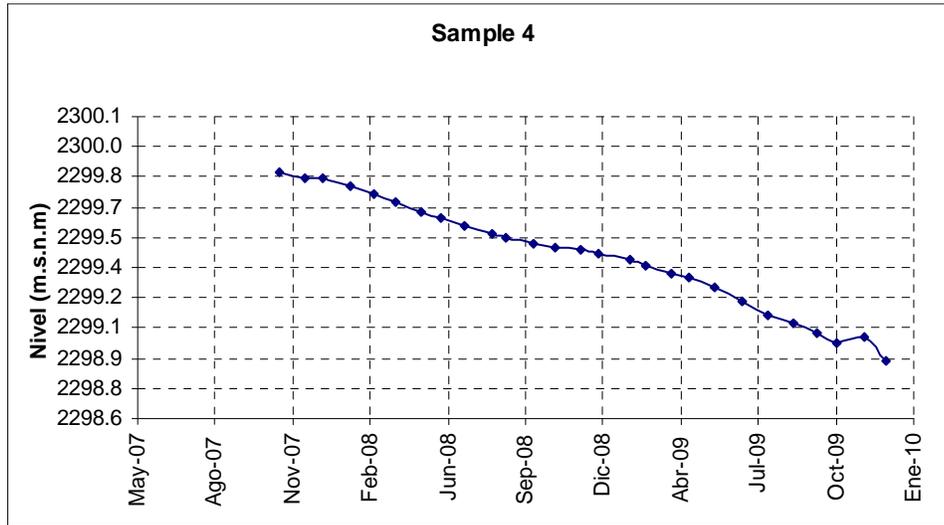


Figura 4.238. Nivel mensual observado en el pozo Sample4.

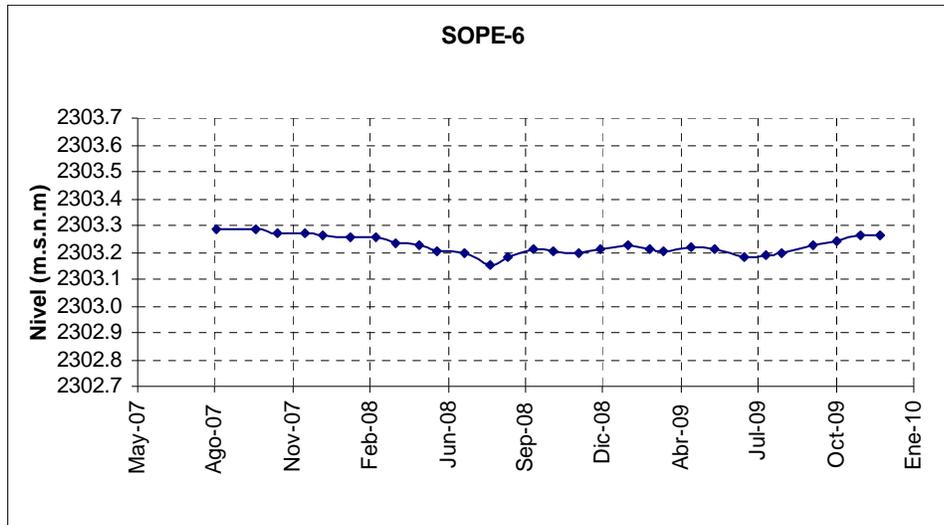


Figura 4.239. Nivel mensual observado en el pozo SOPE-6.

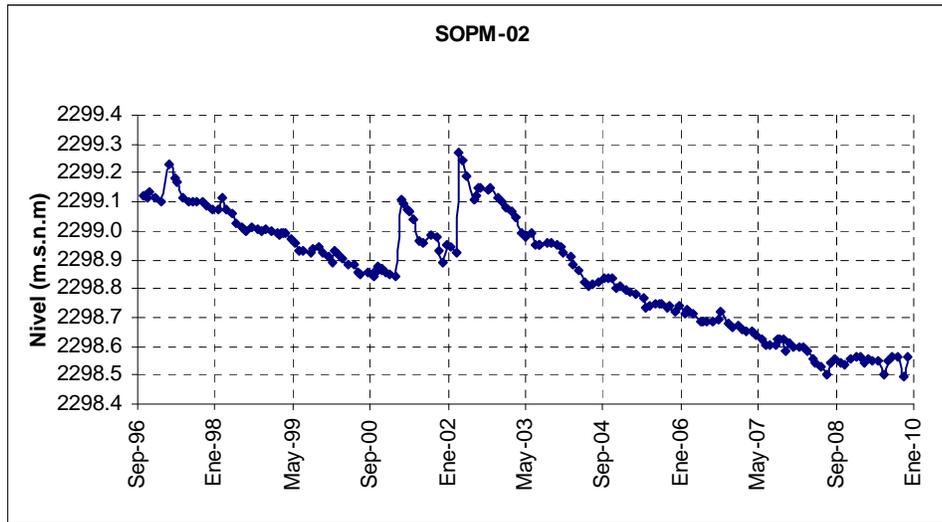


Figura 4.240. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-2.

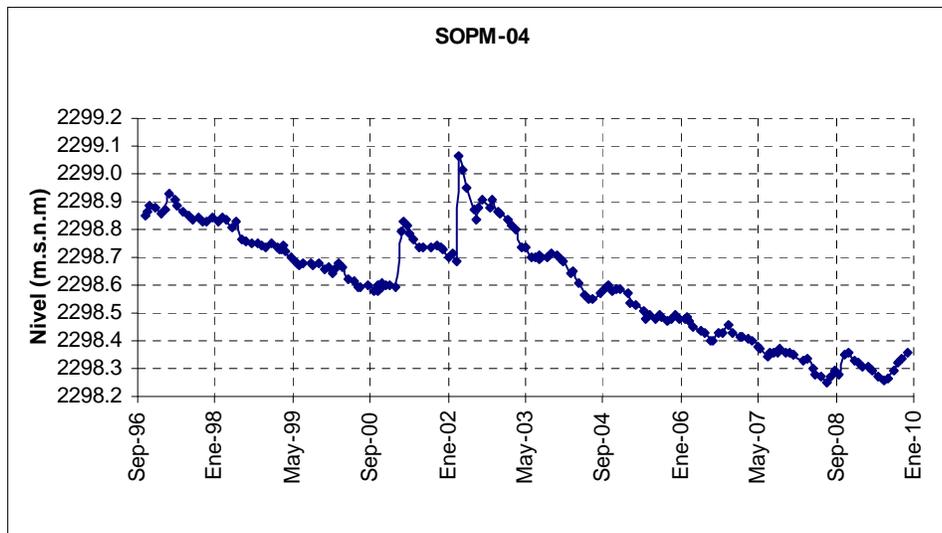


Figura 4.241. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-4.

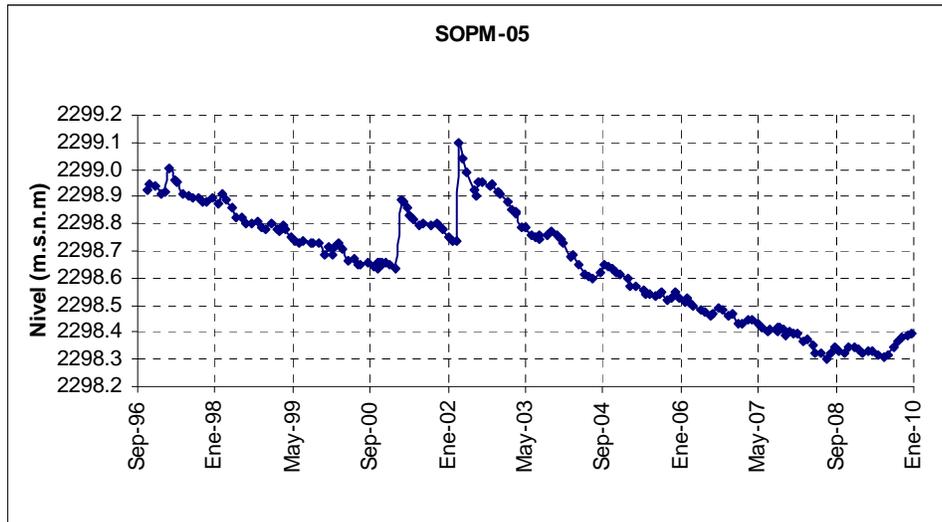


Figura 4.242. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-5.

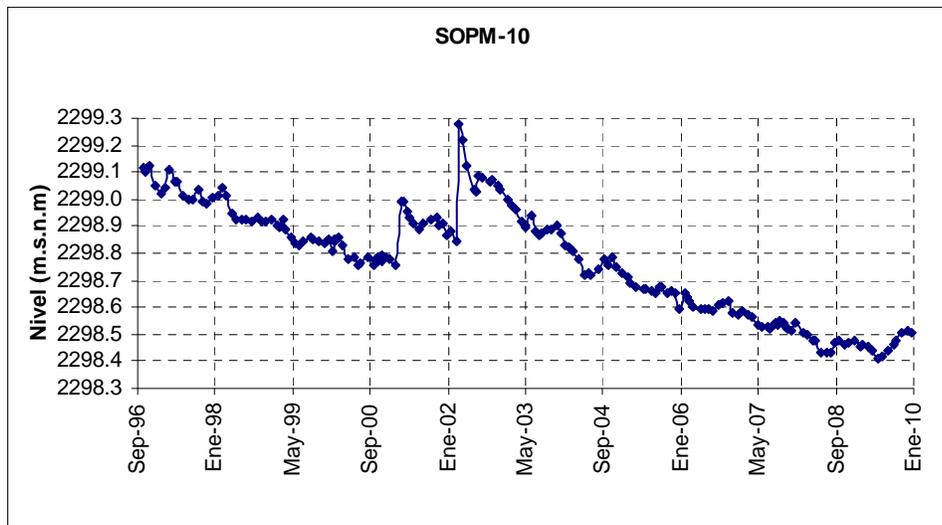


Figura 4.243. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-10.

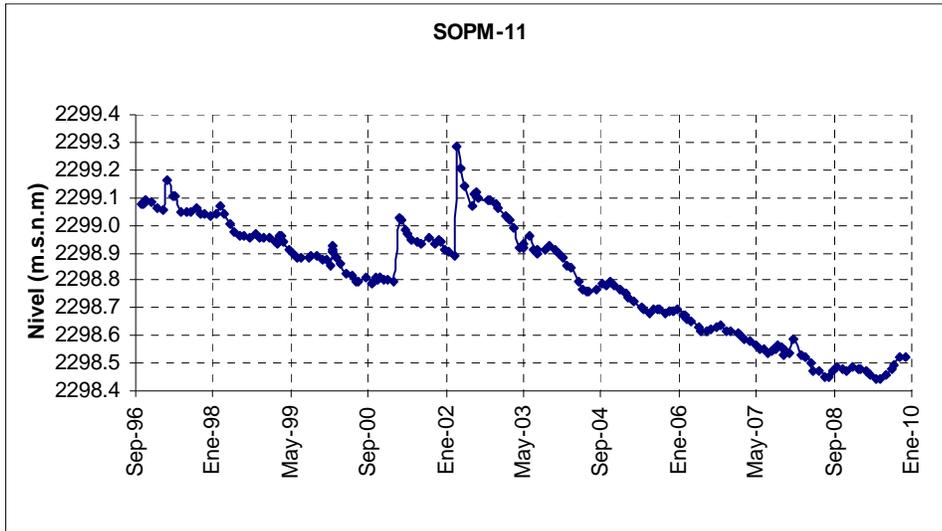


Figura 4.244. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-11.

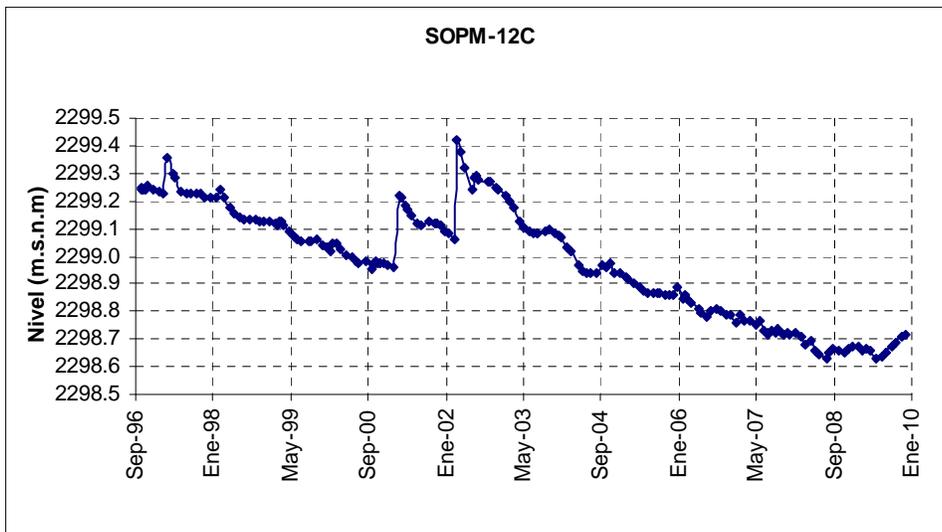


Figura 4.245. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-12C.

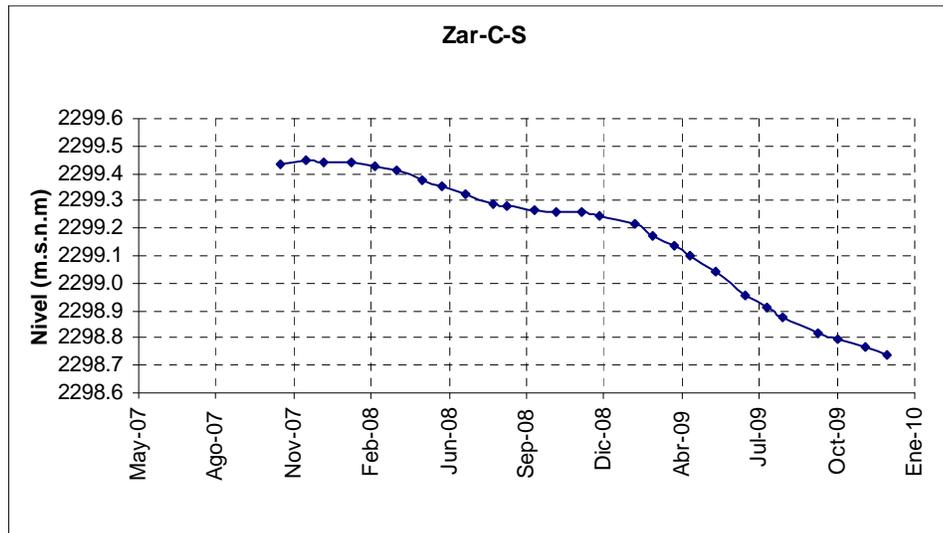


Figura 4.246. Nivel mensual observado en el pozo Zar-C-S.

4.6.2. Meteorología

Entre la Figura 4.247 y la Figura 4.250 se presentan las variables registradas por la estación meteorológica Salar que son parte del PSAH. Se puede observar que la última precipitación registrada en abril de 2009 fue de 0.76 mm.

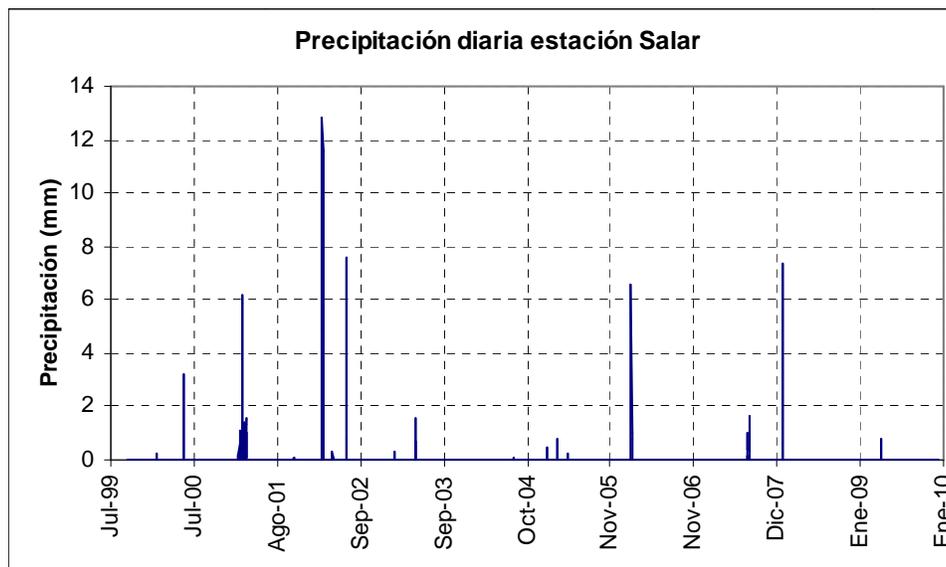


Figura 4.247. Precipitación diaria registrada en la estación Salar.

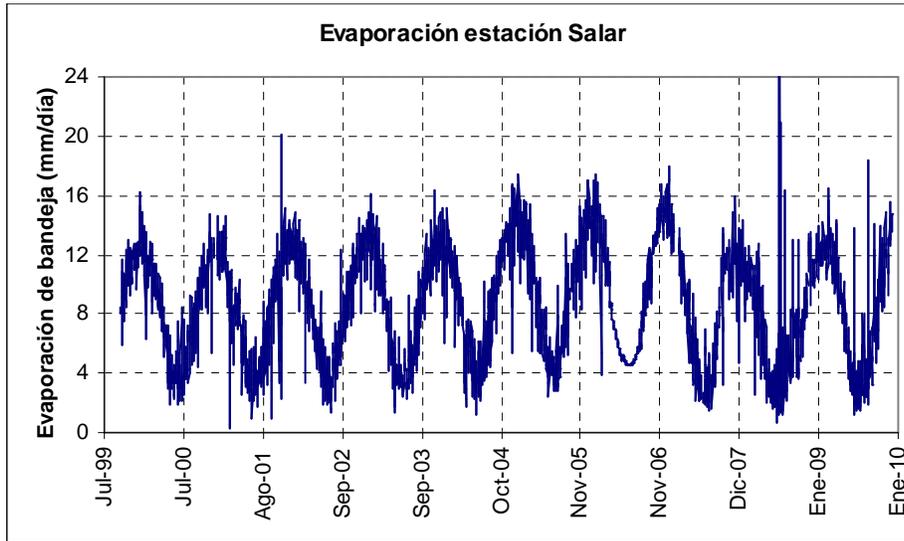


Figura 4.248. Evaporación diaria registrada en la estación Salar.

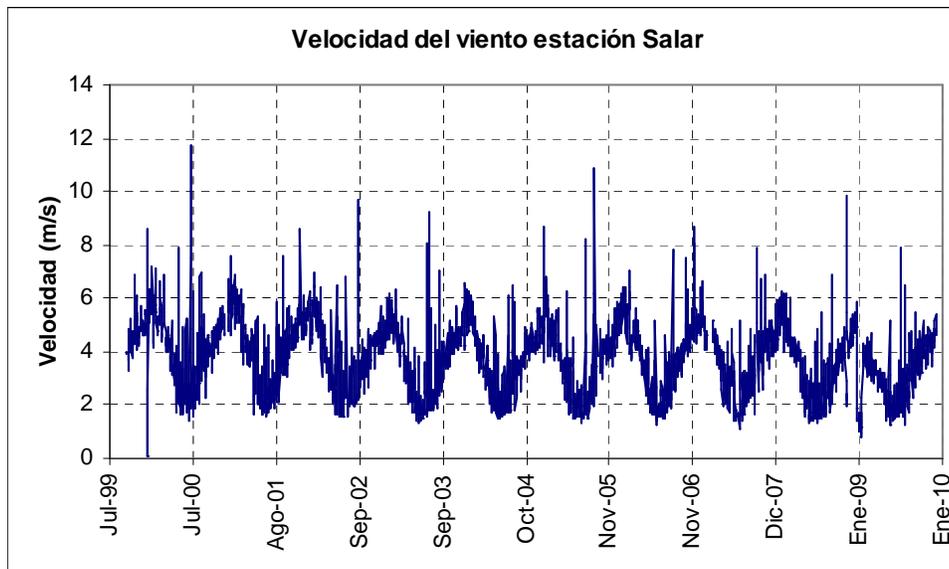


Figura 4.249. Velocidad del viento diaria registrada en la estación Salar.

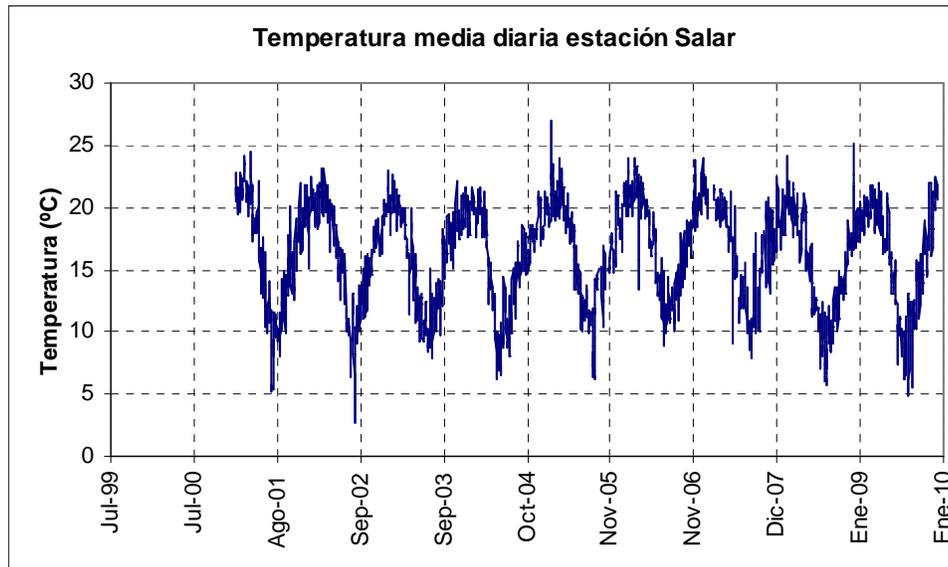


Figura 4.250. Temperatura media diaria registrada en la estación Salar.

4.6.3. Calidad química

Los pozos existentes que monitorean la calidad del agua subterránea en el Sistema Núcleo del Salar de Atacama son: SOPM-12C y 1001. Las cuales fueron analizadas por el laboratorio ALS Environmental. En el Anexo 0 se adjuntan los informes de los análisis químicos de estos pozos. Los resultados se presentan desde la Tabla 4.80 a la Tabla 4.83.

Tabla 4.80. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo SOPM-12C.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	218	6.67	1.215
28-04-2008	221	6.92	1.230
13-07-2008	231	6.94	1.226
17-10-2008	231	7.17	1.224
02-02-2009	230	6.14	1.222
27-04-2009	226	6.83	1.224
30-07-2009	208	6.94	1.227
12-10-2009	185.8	6.92	1.224

Tabla 4.81. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-12C.

Fecha de muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	Densidad (kg/L)
01-08-2007	439000	1.240
31-10-2007	578000	1.240
02-02-2008	372000	1.221
29-04-2008	601000	1.233
13-07-2008	178000	1.220
17-10-2008	418000	1.300
02-02-2009	177000	1.100
27-04-2009	158450	1.200
30-07-2009	149100	1.107
12-10-2009	169440	1.200

Tabla 4.82. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo 1001.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	237	6.87	1.225
28-04-2008	220	6.88	1.225
13-07-2008	231	6.90	1.226
17-10-2008	237	7.19	1.224
02-02-2009	245	6.10	1.221
27-04-2009	229	6.18	1.222
30-07-2009	196.8	6.939	1.226
12-10-2009	188.7	6.958	1.210

Tabla 4.83. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo 1001.

Fecha de muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	Densidad (kg/L)
01-08-2007	444000	1.240
31-10-2007	601000	1.240
02-02-2008	351000	1.222
29-04-2008	616000	1.248
13-07-2008	224000	1.218
17-10-2008	419000	1.300
02-02-2009	192000	1.200
27-04-2009	165800	1.200
30-07-2009	151900	1.154
12-10-2009	170800	1.185

4.7. SISTEMA CUÑA SALINA

Los puntos de monitoreo de la Cuña Salina se encuentran al este del Salar de Atacama, entre las coordenadas 7.421.000 a 7.379.000 Norte y 587.000 a 597.000 Este. En la Figura 4.252 se aprecia la distribución geográfica de dichos puntos.

En la Tabla 4.84 se indican los puntos de monitoreo de la Cuña Salina, los cuales corresponden a pozos clasificados como cuña, emplazados íntegramente en la zona marginal. Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el registro de nivel de manera gráfica.

Tabla 4.84. Puntos de monitoreo del Sistema Cuña Salina.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
Cuña 1	Zona marginal	Pozo cuña	4-21 y 4-23
Cuña 2	Zona marginal	Pozo cuña	4-22 y 4-23

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
Cuña 3	Zona marginal	Pozo cuña	4-22 y 4-23
Cuña 4	Zona marginal	Pozo cuña	4-24 y 4-26
Cuña 5	Zona marginal	Pozo cuña	4-24 y 4-26
L4-3	Zona marginal	Pozo cuña	4-26
Cuña 6	Zona marginal	Pozo cuña	4-27 y 4-28
Cuña 7	Zona marginal	Pozo cuña	4-27 y 4-28
L10-1	Zona marginal	Pozo cuña	4-28

El sector de la Cuña Salina presenta la particularidad de estar conformado por un acuífero superior de agua dulce proveniente de las zonas de recarga ubicadas al oriente del salar y un acuífero inferior denominado cuña salina que se adentra por debajo del acuífero de agua dulce, por lo que un pozo que esté ubicado en este sector puede atravesar ambas zonas. Para efectos de simplificar el análisis y definir los límites de ambos sectores se ha utilizado el criterio presentado por Fetter (2001⁴) para clasificar aguas de acuerdo a su salinidad. Cabe señalar que para la primera categoría (agua dulce), se modificó la clasificación propuesta por Fetter, de modo de adoptar la recomendación propuesta para zonas áridas, que considera como límite superior 3.000 mg/l de sólidos disueltos totales (SDT) para dicha categoría (Tabla 4.85). Adicionalmente, para efectos de mejorar la presentación de los resultados en los gráficos, se unieron las categorías intermedias entre agua fresca y salmuera, de manera de generar una zona de transición (Tabla 4.85). Los valores utilizados se presentan además expresados en unidades de conductividad eléctrica en la Tabla 4.86.

El monitoreo de la Cuña Salina se realiza a través de la medición de la conductividad eléctrica del agua subterránea. Para expresar estas mediciones en términos de sólidos

⁴ Fetter, C.W. 2001 *Applied Hydrogeology 4th Edition*. Prentice Hall

disueltos totales, se utilizó una curva construida en base a mediciones realizadas en el Salar de Atacama y que se aprecia en la Figura 4.251.

Adicionalmente, DICTUC realizó una medición en este sistema de los pozos Cuña 4 y Cuña 5.

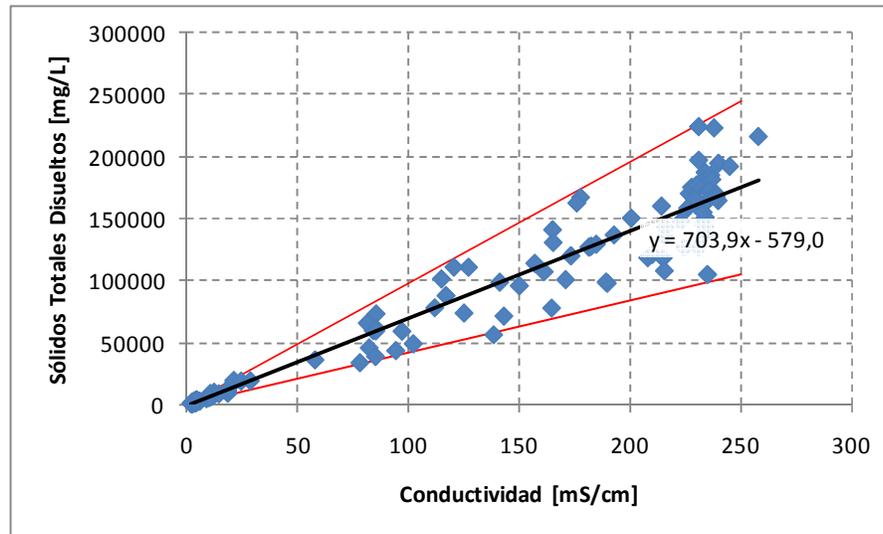


Figura 4.251. Relación empírica entre la conductividad eléctrica del agua subterránea y la concentración de sólidos totales disueltos para el Salar de Atacama (línea negra: regresión lineal; línea roja: intervalos de confianza equivalentes a +/- 60% del valor estimado en la regresión).

Tabla 4.85. Criterios para clasificación de aguas de acuerdo a salinidad en unidades de TDS.

Fetter		Fetter Modificado	
Categoría	Rango SDT [mg/L]	Categoría	Rango SDT [mg/L]
Agua fresca	0-1.000	Agua fresca	0-1.000
Aguas salobres	1.000-10.000	Zona de transición	1.000-100.000
Aguas saladas	10.000-100.000		
Salmuera	>100.000	Salmuera	>100.000

Tabla 4.86. Criterios para clasificación de aguas de acuerdo a salinidad en unidades de conductividad.

Categoría	Rango [mS/cm]
Agua fresca	0 - 2.2
Zona de transición	2.2 – 142.9
Salmuera	> 142.9

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, razón por la cual sus niveles no se presentan en este subcapítulo. El gráfico del pozo L10-1 puede ser consultado en la sección 4.3. En la Tabla 4.87 se indican las profundidades de los pozos cuñas. Nótese que los pozos Cuña 3 y Cuña 4 presentan un comportamiento artesiano.

Tabla 4.87. Profundidades de los pozos cuñas.

Pozo	Profundidad (m)
Cuña 1	22
Cuña 2	24
Cuña 3	140
Cuña 4	95
Cuña 5	38
Cuña 6	122
Cuña 7	42
L4-3	95
L10-1	162



Figura 4.252. Distribución geográfica de puntos de monitoreo de la Cuña Salina.

SQM Salar realizó mediciones del perfil de conductividad y temperatura en todos los pozos listados en la Tabla 4.84. Estos perfiles se presentan en la Figura 4.256. Figura 4.260 y Figura 4.263.

Los registros de nivel de los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 se muestran en la Figura 4.253. Figura 4.254 y Figura 4.255, respectivamente.

Los perfiles de conductividad de los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 se presentan en la Figura 4.256. Los pozos Cuña 1 y Cuña 2 están emplazados directamente en la cuña salina, registrando valores mayores al límite de la categoría definido en 142.9 mS/cm, mientras que el pozo Cuña 3 atraviesa la denominada zona de transición en sus primeros 129 metros (conductividades entre 18.7 y 142.9 mS/cm), para luego internarse en la zona de salmuera por los 11 metros restantes.

El nivel de la napa medido en los pozos utilizados para realizar el seguimiento de la Cuña Salina en general presenta un comportamiento estable, con algún comportamiento estacional dependiendo de la profundidad de la napa. La excepción son los pozos Cuña 3 y Cuña 4 cuyos niveles se ven influenciados por la toma de muestras para análisis químico.

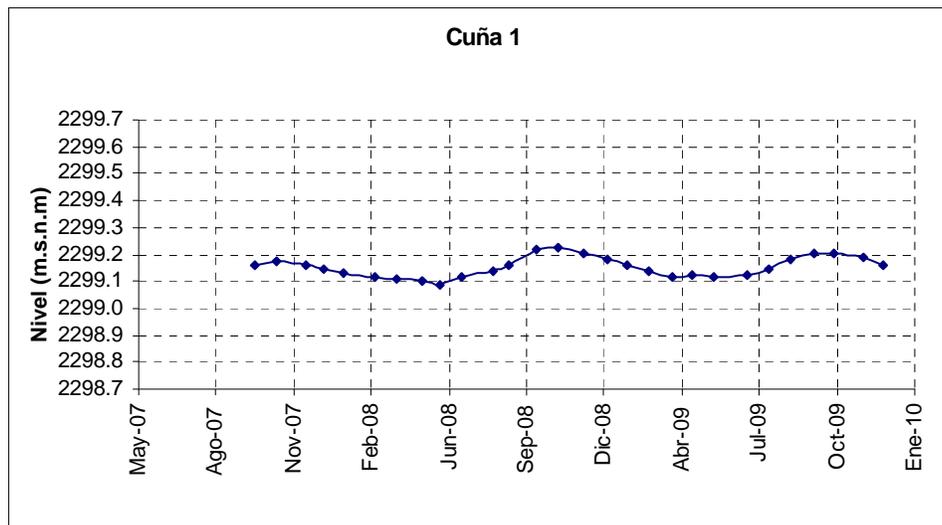


Figura 4.253. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 1.

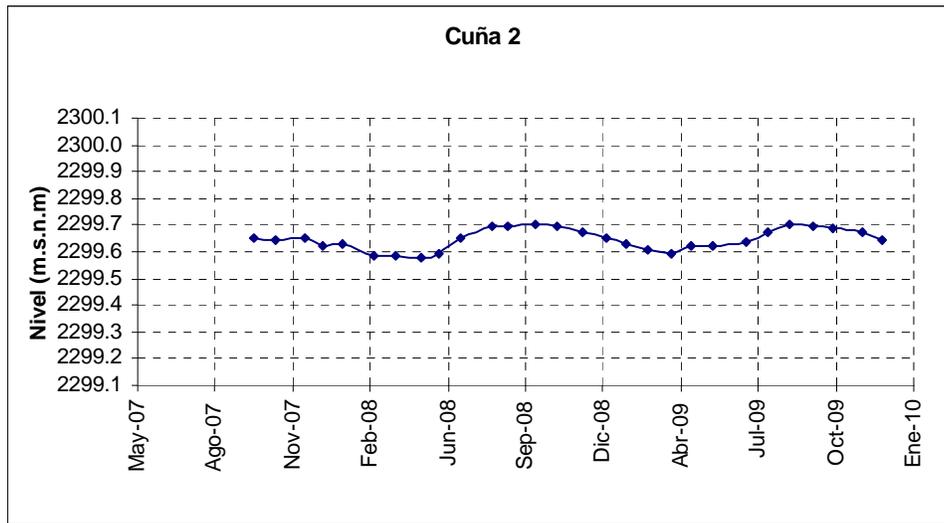


Figura 4.254. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 2.

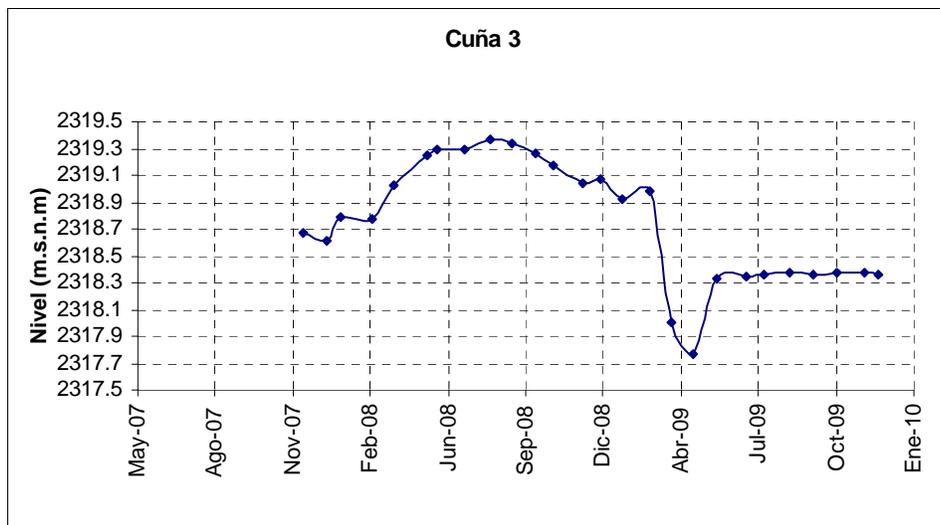


Figura 4.255. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 3.

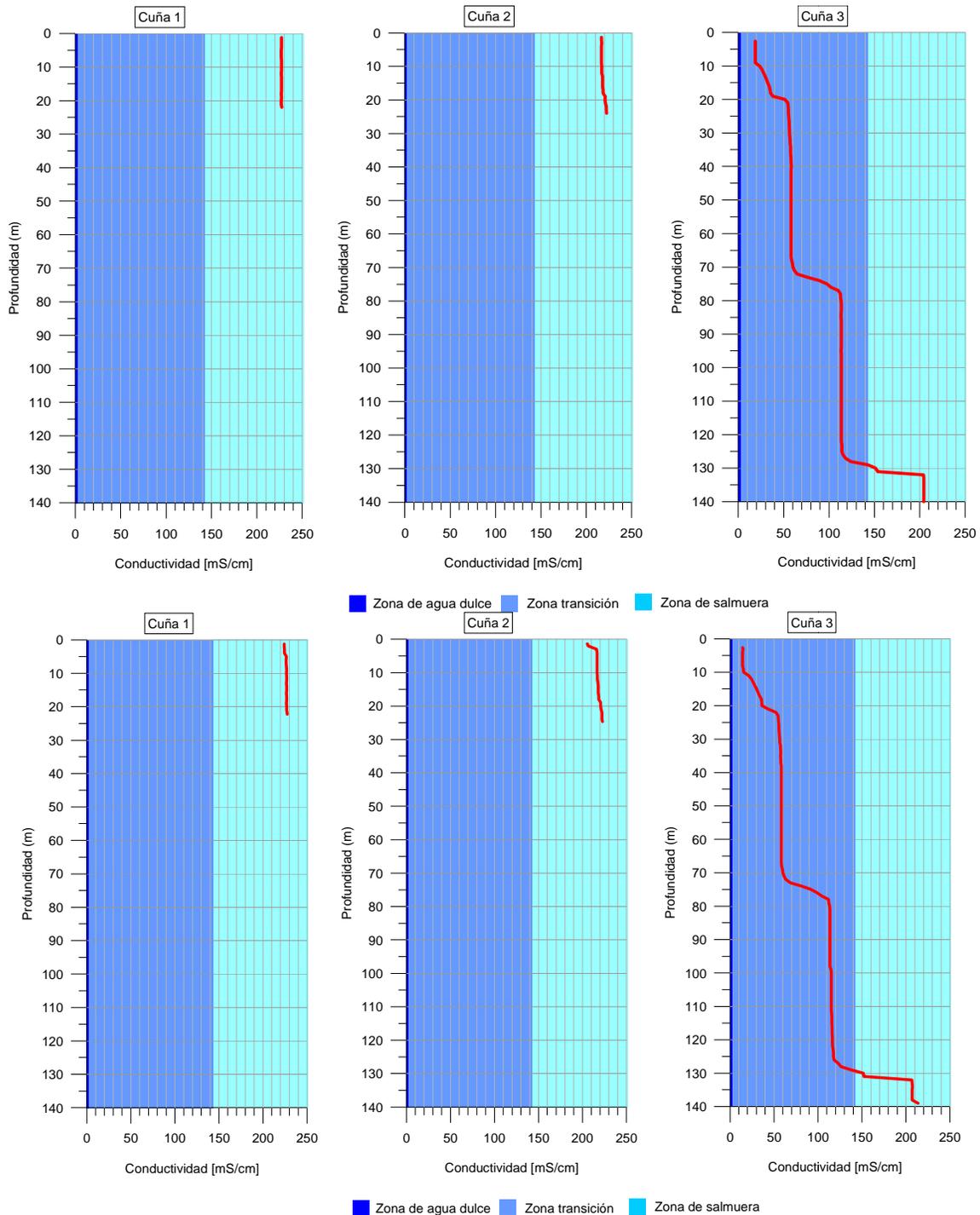


Figura 4.256. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 1. Cuña 2 y Cuña 3 (Cyan: zona de salmuera; Celeste: zona de transición; Azul: agua fresca).
Arriba Junio 2009, abajo Diciembre 2009

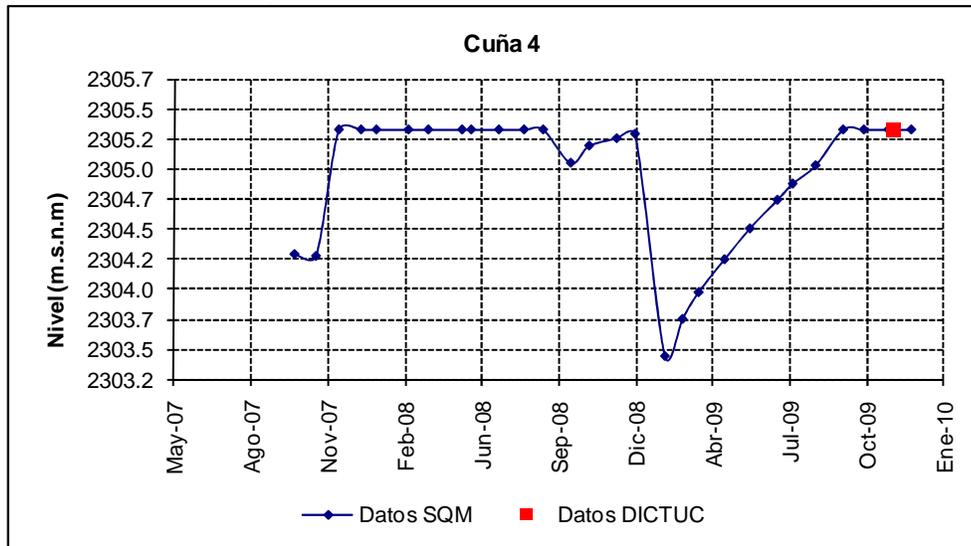


Figura 4.257. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 4 (Inicialmente reportaba afloramiento).

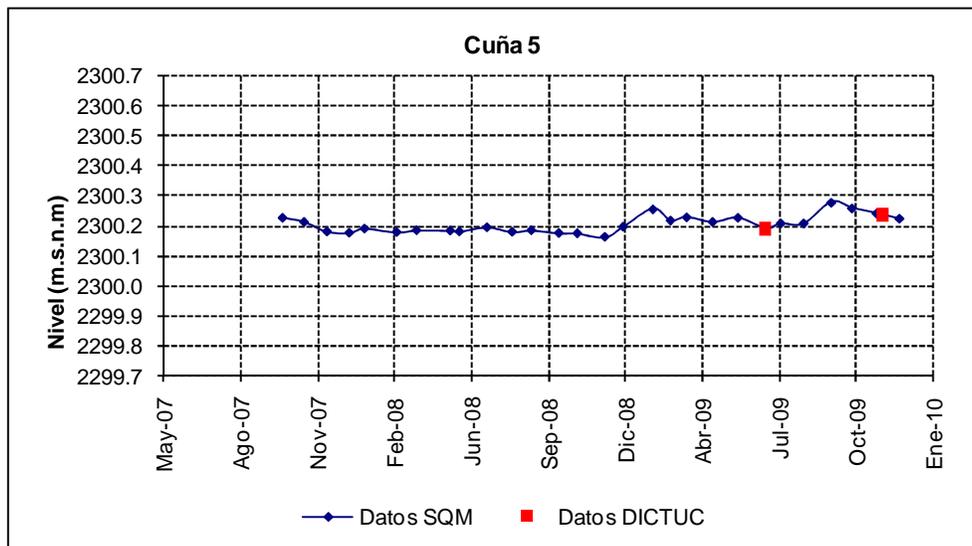


Figura 4.258. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 5.

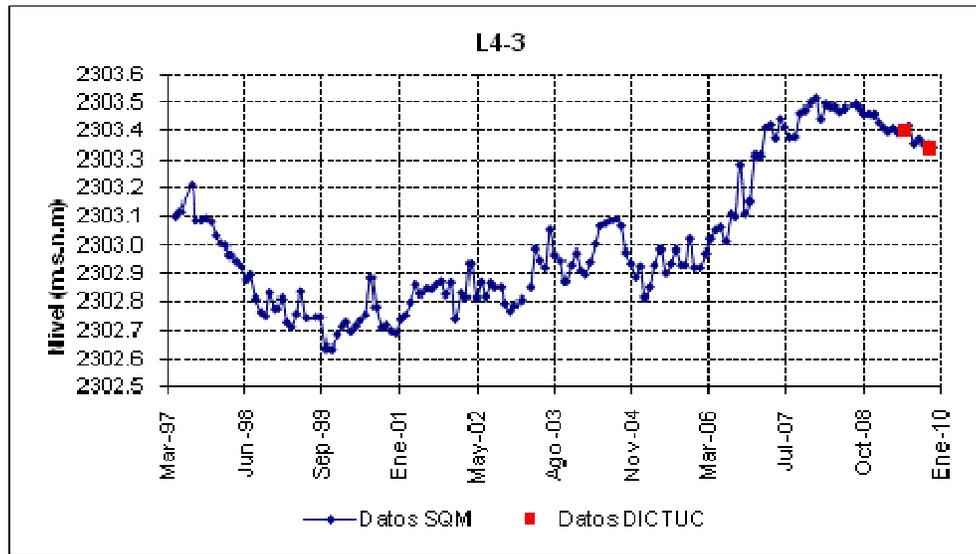


Figura 4.259. Nivel mensual observado en el pozo L4-3.

La Figura 4.260 presenta los perfiles de conductividad eléctrica para los pozos Cuña 4, Cuña 5 y L4-3. Se aprecia que los pozos Cuña 4 y Cuña 5 se encuentran ubicados totalmente dentro de la zona de salmuera, mientras que el pozo L4-3 inicialmente se encuentra en una zona de transición (hasta los 40 m de profundidad aproximadamente) para posteriormente ubicarse en la zona de salmuera.

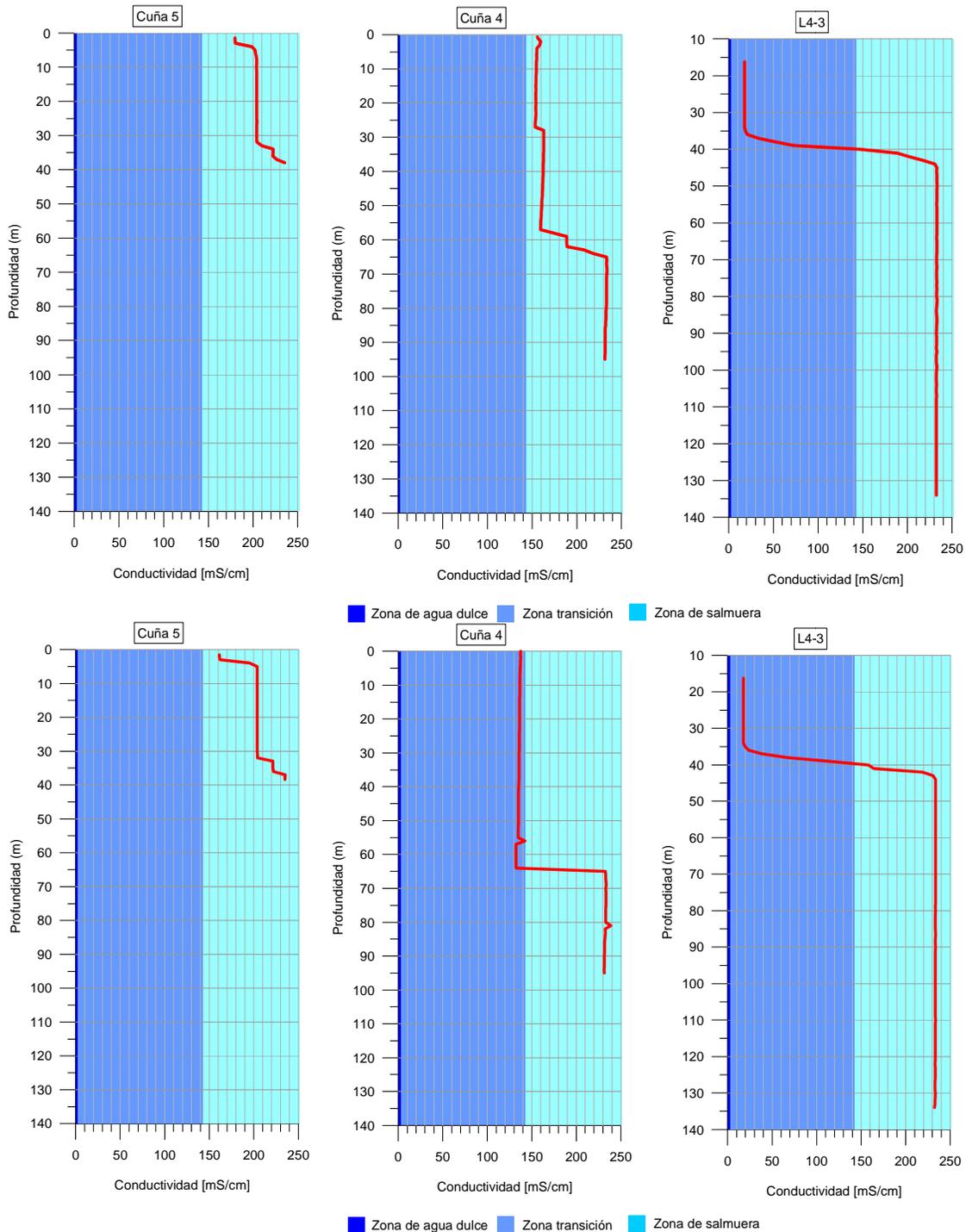


Figura 4.260. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 5. Cuña 4 y L4-3. Cyan: zona de salmuera; Celeste: zona de transición; Azul: agua fresca.

Arriba Junio 2009, abajo Diciembre 2009

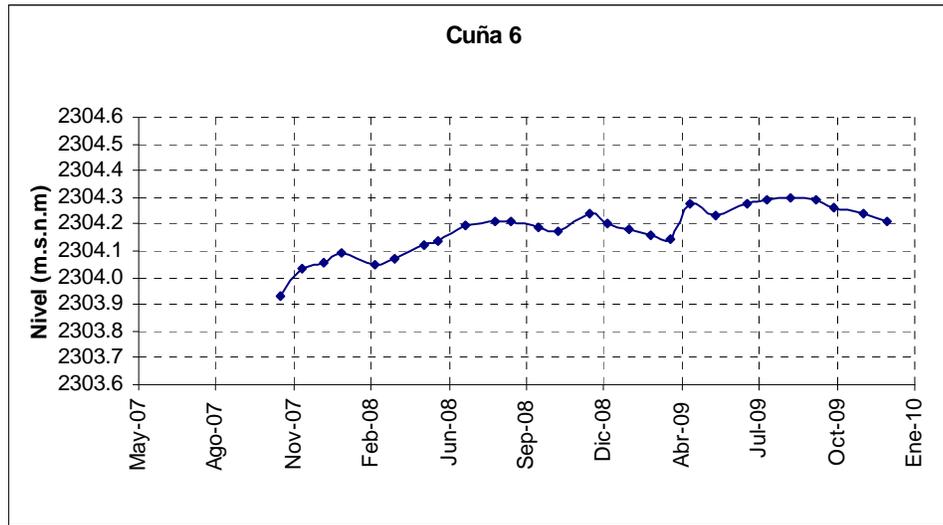


Figura 4.261. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 6.

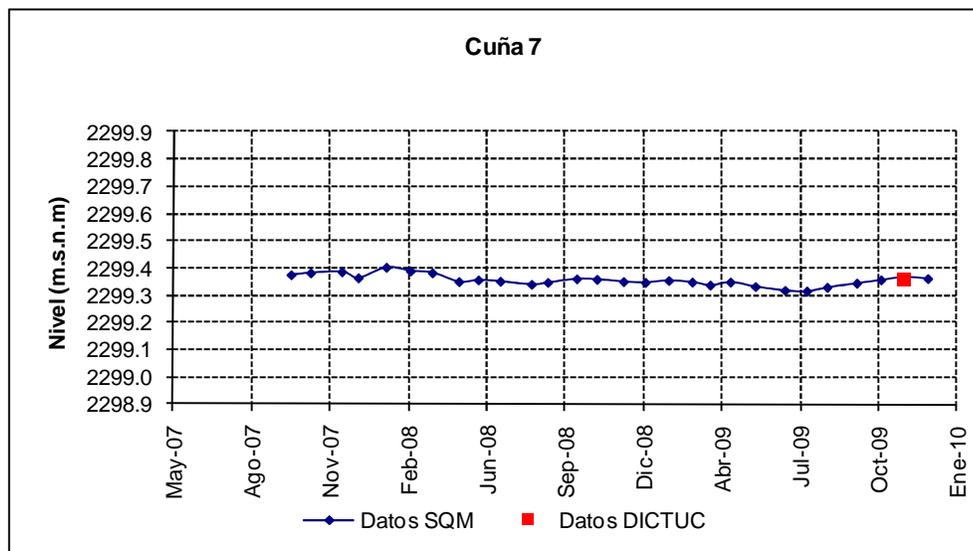


Figura 4.262. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 7.

La Figura 4.263 presenta los perfiles de conductividad eléctrica de los pozos Cuña 6, Cuña 7 y L10.1. El pozo Cuña 7 se encuentra ubicado en la zona de salmuera a lo largo de toda su extensión, mientras que el pozo Cuña L10-1 se extiende por la zona de transición aproximadamente hasta los 50 metros, luego de lo cual se supera el umbral de 142.9 mS/cm que define la zona de salmuera.

En el pozo Cuña 6 la zona de transición se extiende hasta aproximadamente los 65 metros, mientras que en profundidades mayores se detectó la zona de salmuera.

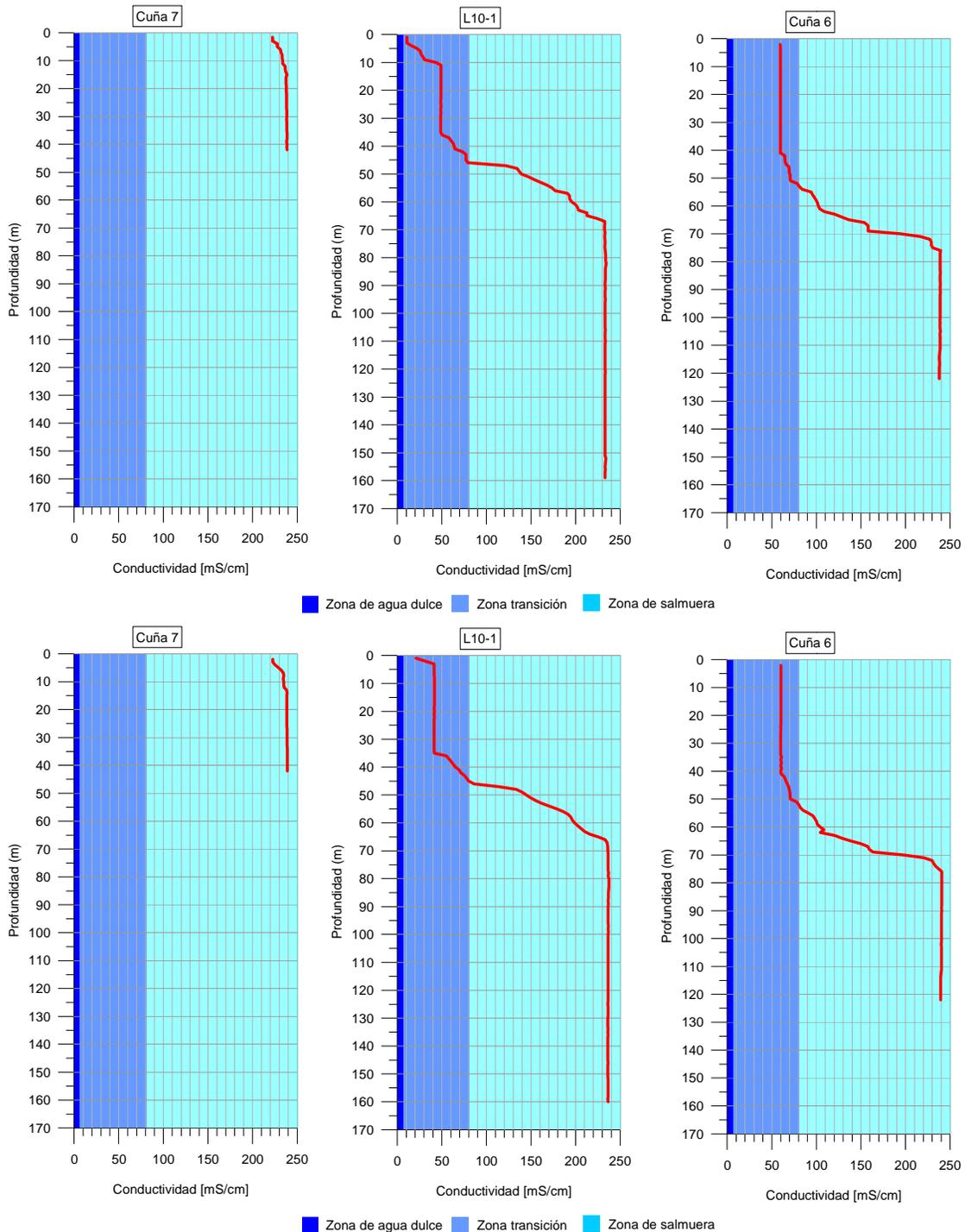


Figura 4.263. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 7, L10-1 y Cuña 6. Cyan: zona de salmuera; Celeste: zona de transición; Azul: agua fresca.

Arriba Junio 2009, abajo Diciembre 2009

5. GLOSARIO Y ABREVIACIONES

Antepozo: Tubería metálica o de PVC que protege a un pozo.

Georreferenciación: Proceso que consiste en ligar o relacionar una información geográfica a uno o varios puntos en común

Limnómetro: Reglilla graduada para medición de nivel.

Salmuera: Agua superficial o subterránea con concentraciones de sólidos totales disueltos mayores a 100.000 mg/L. o análogamente., aguas con conductividades mayores a 80.2 mS/cm.

Zona de transición: Agua superficial o subterránea con concentraciones de sólidos totales disueltos entre 3.000 y 100.000 mg/L. o análogamente, aguas con conductividades entre 6.1 y 80.2 mS/cm.

C.: Registros Continuos de nivel.

M.C.: Mediciones manuales en pozos con registro Continuo.

m.s.n.m.: Metros sobre nivel medio del mar

PC: Plan de Contingencia.

PSA: Plan de Seguimiento Ambiental.

PSAH: Plan de Seguimiento Ambiental Hidrológico.

PSAD56: Datum geodésico o sistema de referencia geodésico provisional sudamericano del año 1956 (Provisional Sudamericano datum 1956).

6. ANEXOS

6.1. INFORMES DE ANÁLISIS QUÍMICOS