

SQM SALAR S.A.

**INFORME N°13 DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL
HIDROGEOLÓGICO PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS
DE LA OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA**

N° 2013-245

**“INFORME DE MONITOREO SEMESTRAL ACTUALIZADO A JUNIO
DE 2013”**

Rev.		Ejecutor	Revisor	Aprobador	Descripción
A	Nombre Firma	Andrés Pucheu	Fernando Varas	Cristián Ortiz	Coordinación Interna
	Fecha	27.12.13	30.12.13	31.12.13	
0	Nombre Firma				Aprobado Cliente
	Fecha				

INFORME N°13 DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA

“INFORME DE MONITOREO SEMESTRAL ACTUALIZADO A JUNIO DE 2013”

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	16
2	ANTECEDENTES GENERALES	17
	2.1 INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DEL PSAH.....	17
3	ESTADO DEL PLAN DE CONTINGENCIAS	19
	3.1 REVISIÓN DEL PLAN DE CONTINGENCIA.....	21
	3.1.1 Sistema Soncor.....	22
	3.1.2 Sistema Aguas de Quelana	23
	3.1.3 Sistema Vegetación Borde Este.....	24
	3.1.4 Sistema Peine.....	29
4	MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO	30
	4.1 SISTEMA SONCOR.....	30
	4.1.1 Nivel del agua subterránea y superficial	34
	4.1.2 Meteorología.....	90
	4.1.3 Caudal bombeado.....	93
	4.1.4 Calidad química	94
	4.1.5 Aforo	121
	4.1.6 Superficie Lacustre.....	123
	4.2 SISTEMA AGUAS DE QUELANA	126
	4.2.1 Nivel del agua subterránea y superficial	127
	4.2.2 Caudal bombeado.....	166
	4.2.3 Calidad química	167
	4.3 SISTEMA PEINE	180
	4.3.1 Nivel del agua subterránea y superficial	181
	4.3.2 Calidad química	197
	4.3.3 Aforos	208
	4.3.4 Superficie lacustre.....	210
	4.4 SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE	213
	4.4.1 Nivel del agua subterránea.....	215

4.4.2	Caudal bombeado	223
4.4.3	Calidad química	224
4.5	SISTEMA VEGAS DE TILOPOZO	227
4.5.1	Nivel del agua subterránea y superficial	228
4.6	SISTEMA NÚCLEO DEL SALAR DE ATACAMA	232
4.6.1	Nivel de la salmuera subterránea	234
4.6.2	Meteorología	245
4.6.3	Calidad química	247
4.7	SISTEMA CUÑA SALINA.....	250
5	GLOSARIO Y ABREVIACIONES	260

LISTADO DE ANEXOS

- Anexo 1: Niveles de los pozos del plan de contingencia (m.s.n.m.)
- Anexo 2: Registro de volúmenes bombeados mensuales de los pozos de agua industrial
- Anexo 3: Informes de calidad química
- Anexo 4: Certificado de acreditación del laboratorio ALS Environmental
- Anexo 5: Informe de Superficies lacustres Abril 2013

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2-1: Ubicación de todos los puntos de monitoreo del PSAH.	18
Figura 3-1: Perfil vertical esquemático del borde este del salar de Atacama.....	26
Figura 3-2: Perfil vertical esquemático del suelo en el límite oriental de la zona de conexión vegetación-acuífero	26
Figura 4-1: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Soncor. Perfil L11 se presenta en Figura 4-2.....	31
Figura 4-2: Distribución geográfica del perfil L11 del sistema Soncor	32
Figura 4-3: Nivel mensual observado en el pozo L1-1	35
Figura 4-4: Nivel mensual observado en el pozo L1-2	36
Figura 4-5: Nivel mensual observado en el pozo L1-3	36
Figura 4-6: Nivel mensual observado en el pozo L2-2.....	37
Figura 4-7: Nivel mensual observado en el pozo L2-3	37
Figura 4-8: Nivel mensual observado en el pozo L2-7	38
Figura 4-9: Nivel mensual observado en el pozo L7-1	38
Figura 4-10: Nivel mensual observado en el pozo L7-2	39
Figura 4-11: Nivel mensual observado en el pozo L7-6	39

Figura 4-12: Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Mullay 1	40
Figura 4-13: Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Allana	41
Figura 4-14: Nivel mensual observado en el pozo 1027	43
Figura 4-15: Nivel mensual observado en el pozo RC-1	43
Figura 4-16: Nivel mensual observado en el pozo RC-2	44
Figura 4-17: Nivel mensual observado en el pozo RC-3	44
Figura 4-18: Nivel mensual observado en el pozo RC-4	45
Figura 4-19: Nivel mensual observado en el pozo RC-5	45
Figura 4-20: Nivel mensual observado en el pozo RC-6	46
Figura 4-21: Nivel mensual observado en el pozo RC-7	46
Figura 4-22: Nivel mensual observado en el pozo GD-01	47
Figura 4-23: Nivel mensual observado en el pozo L1-4	47
Figura 4-24: Nivel mensual observado en el pozo L1-5	48
Figura 4-25: Nivel mensual observado en el pozo L1-6	48
Figura 4-26: Nivel mensual observado en el pozo L1-7	49
Figura 4-27: Nivel mensual observado en el pozo L1-8	49
Figura 4-28: Nivel mensual observado en el pozo L1-9	50
Figura 4-29: Nivel mensual observado en el pozo L1-10	50
Figura 4-30: Nivel mensual observado en el pozo L1-11	51
Figura 4-31: Nivel mensual observado en el pozo L1-12	51
Figura 4-32: Nivel mensual observado en el pozo L1-13	52
Figura 4-33: Nivel mensual observado en el pozo L1-14	52
Figura 4-34: Nivel mensual observado en el pozo L1-15	53
Figura 4-35: Nivel mensual observado en el pozo L1-16	53
Figura 4-36: Nivel mensual observado en el pozo L2-4	54
Figura 4-37: Nivel mensual observado en el pozo L2-5	54
Figura 4-38: Nivel mensual observado en el pozo L2-8	55
Figura 4-39: Nivel mensual observado en el pozo L2-10	55
Figura 4-40: Nivel mensual observado en el pozo L2-11	56
Figura 4-41: Nivel mensual observado en el pozo L2-12	56
Figura 4-42: Nivel mensual observado en el pozo L2-13	57
Figura 4-43: Nivel mensual observado en el pozo L2-15	57
Figura 4-44: Nivel mensual observado en el pozo L2-17	58
Figura 4-45: Nivel mensual observado en el pozo L2-18	58
Figura 4-46: Nivel mensual observado en el pozo L2-19	59
Figura 4-47: Nivel mensual observado en el pozo L2-21	59
Figura 4-48: Nivel mensual observado en el pozo L2-22	60

Figura 4-49: Nivel mensual observado en el pozo L2-24	60
Figura 4-50: Nivel mensual observado en el pozo L7-3	61
Figura 4-51: Nivel mensual observado en el pozo L7-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	61
Figura 4-52: 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)	62
Figura 4-53: Nivel mensual observado en el pozo L7-5	62
Figura 4-54: Nivel mensual observado en el pozo L7-7	63
Figura 4-55: Nivel mensual observado en el pozo L7-10	63
Figura 4-56: Nivel mensual observado en el pozo L7-11	64
Figura 4-57: Nivel mensual observado en el pozo L7-12	64
Figura 4-58: Nivel mensual observado en el pozo L11-1	65
Figura 4-59: Nivel mensual observado en el pozo L11-2	65
Figura 4-60: Nivel observado en la reglilla L1-G4. (Línea magenta: medición continua; línea azul: medición manual en antigua reglilla; puntos celestes: medición manual en reglilla nueva con medición continua)	66
Figura 4-61: Nivel observado en la reglilla L1-G4 desde el 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea magenta: medición continua; línea azul: medición manual en antigua reglilla; puntos celestes: medición manual en reglilla nueva con medición continua).....	67
Figura 4-62: Nivel mensual observado en la reglilla L7-G1	67
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)	68
Figura 4-64: Nivel mensual observado en la reglilla L7-G2 desde el 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea burdeos: medición continua; línea azul: medición manual en antigua reglilla; puntos celeste: medición manual en reglilla nueva con medición continua).....	69
Figura 4-65: Representación gráfica de las reglillas instaladas en torno al puente San Luis	69
Figura 4-66: Nivel mensual observado en la reglilla Puente San Luis (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual).....	71
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).....	71
Figura 4-68: Nivel mensual observado en la reglilla Burro Muerto “C.” medición continua, “M.C.” medición manual).....	72

Figura 4-69: Nivel mensual observado en la reglilla Burro Muerto desde el 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual).....	73
Figura 4-70: Nivel mensual observado en la reglilla L11-G1	73
Figura 4-71: Nivel observado en el pozo P1-1, perfil D1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	75
Figura 4-72: Nivel observado en el pozo P1-2, perfil D1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	75
Figura 4-73: Nivel observado en el pozo P1-3, perfil D1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	76
Figura 4-74: Nivel observado en el pozo P1-4, perfil D1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	76
Figura 4-75: Nivel observado en el pozo P1-5, perfil D1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	77
Figura 4-76: Nivel observado en el pozo P1-6, perfil D1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	77
Figura 4-77: Nivel observado en el pozo P1-7, perfil D1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	78
Figura 4-78: Nivel observado en el pozo L2-9, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	78
Figura 4-79: Nivel observado en el pozo P2-1, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	79
Figura 4-80: Nivel observado en el pozo P2-2, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	79
Figura 4-81: Nivel observado en el pozo P2-3, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	80
Figura 4-82: Nivel observado en el pozo L2-16, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	80
Figura 4-83: Nivel observado en el pozo P2-4, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	81
Figura 4-84: Nivel observado en el pozo P2-5, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	81
Figura 4-85: Nivel observado en el pozo L2-23, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	82
Figura 4-86: Nivel mensual observado en el pozo 2021 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	82
Figura 4-87: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-07 (L2-6).....	83

Figura 4-88: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-13	84
Figura 4-89: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-14	84
Figura 4-90: Nivel mensual observado en el pozo L2-14	85
Figura 4-91: Nivel mensual observado en el pozo L2-20	85
Figura 4-92: Nivel mensual observado en la reglilla Barros Negros	87
Figura 4-93: Nivel mensual observado en la reglilla Barros Negros desde el 13 de mayo de 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).....	87
Figura 4-94: Nivel mensual observado en la reglilla Puilar	88
Figura 4-95: Nivel mensual observado en la reglilla Puilar desde 13 de mayo de 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC)	88
Figura 4-96: Nivel mensual observado en la reglilla Chaxas	89
Figura 4-97: Nivel mensual observado en la reglilla Chaxas desde 13 de mayo de 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).....	89
Figura 4-98: Precipitación diaria registrada en la estación Chaxa.....	91
Figura 4-99: Evaporación diaria registrada en la estación Chaxa	91
Figura 4-100: Velocidad del viento diaria registrada en la estación Chaxa.....	92
Figura 4-101: Temperatura media diaria registrada en la estación Chaxa	92
Figura 4-102: Caudal medio mensual bombeado desde el pozo Mullay	93
Figura 4-103: Caudal medio mensual bombeado desde el pozo Allana.....	93
Figura 4-104: Resultados de análisis físico-químico del pozo L1-4.....	95
Figura 4-105: Resultados de análisis físico-químico del pozo L1-5.....	96
Figura 4-106: Resultados de análisis físico-químico del pozo L1-6.....	97
Figura 4-107: Resultados de análisis físico-químico reglilla L1-G4	98
Figura 4-108: Resultados de análisis físico-químico del pozo L2-3.....	99
Figura 4-109: Resultados de análisis físico-químico del pozo L2-4.....	100
Figura 4-110: Resultados de análisis físico-químico del pozo L2-5.....	101
Figura 4-111: Resultados de análisis físico-químico del pozo L7-3.....	102
Figura 4-112: Resultados de análisis físico-químico reglilla L7-G1	103
Figura 4-113: Resultados de análisis físico-químico del pozo SOPM-07	104
Figura 4-114: Resultados de análisis físico-químico del pozo Mullay.....	105
Figura 4-115: Resultados de análisis físico-químico del pozo Mullay (continuación).....	106
Figura 4-116: Resultados de análisis físico-químico del pozo SOPM-14	107
Figura 4-117: Resultados de análisis físico-químico del pozo Allana	108
Figura 4-118: Resultados de análisis físico-químico del pozo Allana (continuación)	109
Figura 4-119: Resultados de análisis físico-químico laguna Chaxa.....	110
Figura 4-120: Resultados de análisis físico-químico laguna Barros Negros	111
Figura 4-121: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la laguna Chaxa.....	113

Figura 4-122: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la laguna Chaxa (continuación)	114
Figura 4-123: Resultados de análisis físico-químico CONAF Burro Muerto	115
Figura 4-124: Resultados de análisis físico-químico CONAF Burro Muerto (continuación)	116
Figura 4-125: Resultados de análisis físico-químico CONAF Barros Negros	117
Figura 4-126: Resultados de análisis físico-químico CONAF Barros Negros (continuación)	118
Figura 4-127: Resultados de análisis físico-químico CONAF laguna Puilar	119
Figura 4-128: Resultados de análisis físico-químico CONAF laguna Puilar (continuación)	120
Figura 4-129: Aforo Barros Negros. En barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m ²)	122
Figura 4-130: Caudal promedio diario en puente San Luis	123
Figura 4-131: Evolución de Superficie lacustre sistema Soncor medida por CONAF	124
Figura 4-132: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana. Nivel del agua subterránea y superficial	128
Figura 4-133: Nivel mensual observado en el pozo L3-2	131
Figura 4-134: Nivel mensual observado en el pozo L4-3	131
Figura 4-135: Nivel mensual observado en el pozo L4-4	132
Figura 4-136: Nivel mensual observado en el pozo L5-1	132
Figura 4-137: Nivel mensual observado en el pozo L5-2	133
Figura 4-138: Nivel mensual observado en el pozo GD-02	134
Figura 4-139: Nivel mensual observado en el pozo L3-3	134
Figura 4-140: Nivel mensual observado en el pozo L3-8	135
Figura 4-141: Nivel mensual observado en el pozo L3-11	135
Figura 4-142: Nivel mensual observado en el pozo L3-12	136
Figura 4-143: Nivel mensual observado en el pozo L3-14	136
Figura 4-144: Nivel mensual observado en el pozo L4-5	137
Figura 4-145: Nivel mensual observado en el pozo L4-11	138
Figura 4-146: Nivel mensual observado en el pozo L4-14	138
Figura 4-147: Nivel mensual observado en el pozo L4-15	139
Figura 4-148: Nivel mensual observado en el pozo L5-9	139
Figura 4-149: Nivel mensual observado en el pozo L5-11	140
Figura 4-150: Nivel mensual observado en el pozo L5-12	140
Figura 4-151: Nivel mensual observado en el pozo L5-13	141
Figura 4-152: Nivel mensual observado en el pozo L5-15	141
Figura 4-153: Nivel mensual observado en el pozo L13-5	142
Figura 4-154: Nivel mensual observado en el pozo L13-6	142

Figura 4-155: Nivel mensual observado en el pozo L13-7	143
Figura 4-156: Nivel mensual observado en el pozo L14-1	143
Figura 4-157: Nivel mensual observado en el pozo L14-2	144
Figura 4-158: Nivel mensual observado en el pozo L14-3	144
Figura 4-159: Nivel mensual observado en el pozo L14-5	145
Figura 4-160: Nivel mensual observado en el pozo L14-6	145
Figura 4-161: Nivel mensual observado en el pozo L14-7	146
Figura 4-162: 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 4-163: Nivel mensual observado en la reglilla L5-G3 desde 13 de mayo de 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 4-164: Nivel mensual observado en la reglilla L4-10.....	148
Figura 4-165: Nivel observado en el pozo L3-5 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	149
Figura 4-166: Nivel mensual observado en el pozo L3-6 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	150
Figura 4-167: Nivel mensual observado en el pozo L3-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	150
Figura 4-168: Nivel observado en el pozo L3-9 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	151
Figura 4-169: Nivel observado en el pozo L3-10 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	151
Figura 4-170: Nivel observado en el pozo L3-13 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	152
Figura 4-171: Nivel mensual observado en el pozo L4-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	152
Figura 4-172: Nivel observado en el pozo L4-8 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	153
Figura 4-173: Nivel observado en el pozo L4-9 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	153
Figura 4-174: Nivel observado en el pozo L4-12 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	154
Figura 4-175: Nivel observado en el pozo L4-13 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	154

Figura 4-176: Nivel mensual observado en el pozo L5-3 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	155
Figura 4-177: 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 4-178: Nivel observado en el pozo L5-6 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	156
Figura 4-179: Nivel mensual observado en el pozo L5-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	156
Figura 4-180: Nivel observado en el pozo L5-8 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	157
Figura 4-181: Nivel observado en el pozo L5-10 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	157
Figura 4-182: Nivel mensual observado en el pozo L5-14 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	158
Figura 4-183: Nivel mensual observado en el pozo L13-1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	158
Figura 4-184: Nivel mensual observado en el pozo L13-2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	159
Figura 4-185: Nivel mensual observado en el pozo L13-3 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	159
Figura 4-186: Nivel mensual observado en el pozo L13-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	160
Figura 4-187: Nivel mensual observado en el pozo L14-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)	160
Figura 4-188: Nivel mensual observado en el pozo D2	161
Figura 4-189: Nivel mensual observado en el pozo L3-4 (SOPM-8).....	162
Figura 4-190: Nivel mensual observado en el pozo L4-6	162
Figura 4-191: Nivel mensual observado en el pozo L4-16	163
Figura 4-192: Nivel mensual observado en el pozo L5-4	163
Figura 4-193: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-9.....	164
Figura 4-194: Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Camar 2	165
Figura 4-195: Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Socaire 5B.....	165
Figura 4-196: Caudal medio mensual bombeado desde el pozo Camar 2	166
Figura 4-197: Caudal medio mensual bombeado desde el pozo Socaire 5B	167
Figura 4-198: Resultados de análisis físico-químico del pozo L4-3.....	168
Figura 4-199: Resultados de análisis físico-químico del pozo L4-6.....	169

Figura 4-200: Resultados de análisis físico-químico del pozo L4-8.....	170
Figura 4-201: Resultados de análisis físico-químico del pozo L4-9.....	171
Figura 4-202: Resultados de análisis físico-químico del pozo L4-12.....	172
Figura 4-203: Resultados de análisis físico-químico del pozo L5-3.....	173
Figura 4-204: Resultados de análisis físico-químico del pozo Camar 2	174
Figura 4-205: Resultados de análisis físico-químico del pozo Camar 2 (continuación)	175
Figura 4-206: Resultados de análisis físico-químico del pozo Socaire 5B.....	176
Figura 4-207: Resultados de análisis físico-químico del pozo Socaire 5B (continuación)...	177
Figura 4-208: Resultados de análisis físico-químico del pozo L4-10.....	178
Figura 4-209: Resultados de análisis físico-químico del pozo L4-10 (continuación).....	179
Figura 4-210: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Peine.....	180
Figura 4-211: Nivel mensual observado en el pozo GD-04	182
Figura 4-212: Nivel mensual observado en el pozo L10-1	183
Figura 4-213: Nivel mensual observado en el pozo L10-2	183
Figura 4-214: Nivel mensual observado en el pozo L10-3	184
Figura 4-215: Nivel mensual observado en el pozo L10-4	184
Figura 4-216: Nivel mensual observado en el pozo L10-5	185
Figura 4-217: Nivel mensual observado en el pozo L10-6	185
Figura 4-218: Nivel mensual observado en el pozo L10-7	186
Figura 4-219: Nivel mensual observado en el pozo L10-8	186
Figura 4-220: Nivel mensual observado en el pozo L10-9	187
Figura 4-221: Nivel mensual observado en el pozo L10-10.....	187
Figura 4-222: Nivel mensual observado en el pozo L10-15.....	188
Figura 4-223: Nivel mensual observado en el pozo 1024.....	189
Figura 4-224: Nivel mensual observado en el pozo 1028.....	189
Figura 4-225: Nivel mensual observado en el pozo 2018.....	190
Figura 4-226: Nivel mensual observado en el pozo 2037.....	190
Figura 4-227: Nivel mensual observado en el pozo GD-03	191
Figura 4-228: Nivel mensual observado en el pozo L10-11.....	191
Figura 4-229: Nivel mensual observado en el pozo L10-12.....	192
Figura 4-230: Nivel mensual observado en el pozo L10-13.....	192
Figura 4-231: Nivel mensual observado en el pozo L10-14.....	193
Figura 4-232: Nivel mensual observado en el pozo L10-16.....	193
Figura 4-233: Nivel mensual observado en el pozo L10-17.....	194
Figura 4-234: Nivel mensual observado en la laguna Salada.....	195
Figura 4-235: Nivel mensual observado en la laguna Saladita.....	196
Figura 4-236: Nivel mensual observado en la laguna Interna.....	196

Figura 4-237: Resultados de análisis físico-químico del pozo 1028	198
Figura 4-238: Resultados de análisis físico-químico del pozo L10-1	199
Figura 4-239: Resultados de análisis físico-químico del pozo L10	200
Figura 4-240: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la laguna Interna.....	202
Figura 4-241: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la laguna Interna (continuación)	203
Figura 4-242: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la laguna Salada.....	204
Figura 4-243: Resultados de análisis físico- químico CONAF de la laguna Salada (continuación)	205
Figura 4-244: Resultados de análisis físico- químico CONAF de la laguna Saladita	206
Figura 4-245: Resultados de análisis físico- químico CONAF de la laguna Saladita (continuación)	207
Figura 4-246: Aforo laguna Salada. En barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m ²).....	209
Figura 4-247: Aforo laguna Saladita. En barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m ²)	210
Figura 4-248: Evolución de la superficie lacustre sistema Peine medida por CONAF (CONAF 2009-2011, informes de avance plan de monitoreo ambiental hábitat y avifauna del salar de Atacama)	211
Figura 4-249: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Vegetación Borde Este	214
Figura 4-250: Nivel mensual estático (línea magenta) y dinámico (línea azul) observado en el pozo de bombeo P2.....	216
Figura 4-251: Nivel mensual observado en el pozo L1-17	217
Figura 4-252: Nivel mensual observado en el pozo L2-25	217
Figura 4-253: Nivel mensual observado en el pozo L2-26	218
Figura 4-254: Nivel mensual observado en el pozo L2-27	218
Figura 4-255: Nivel mensual observado en el pozo L2-28	219
Figura 4-256: Nivel mensual observado en el pozo L3-15	219
Figura 4-257: Nivel mensual observado en el pozo L3-16	220
Figura 4-258: Nivel mensual observado en el pozo L4-17	220
Figura 4-259: Nivel mensual observado en el pozo L7-13	221
Figura 4-260: Nivel mensual observado en el pozo L7-14	221
Figura 4-261: Nivel mensual observado en el pozo L7-15	222
Figura 4-262: Nivel mensual observado en el pozo L9-1	222
Figura 4-263: Nivel mensual observado en el pozo L9-2	223
Figura 4-264: Caudal medio mensual bombeado desde el pozo P2	224

Figura 4-265: Resultados de análisis físico-químico del pozo P2.....	225
Figura 4-266: Resultados de análisis físico-químico del pozo P2 (continuación).....	226
Figura 4-267: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Vegas de Tilopozo.....	228
Figura 4-268: Nivel mensual observado en la reglilla de Tilopozo.....	229
Figura 4-269: Nivel mensual observado en el pozo L12-1	230
Figura 4-270: Nivel mensual observado en el pozo L12-2	230
Figura 4-271: Nivel mensual observado en el pozo L12-3	231
Figura 4-272: Nivel mensual observado en el pozo L12-4	231
Figura 4-273: Distribución geográfica de puntos de monitoreo en el Núcleo del Salar de Atacama	233
Figura 4-274: Nivel mensual observado en el pozo 1001.....	235
Figura 4-275: Nivel mensual observado en el pozo 1906.....	235
Figura 4-276: Nivel mensual observado en el pozo 2028.....	236
Figura 4-277: Nivel mensual observado en el pozo 2040.....	236
Figura 4-278: Nivel mensual observado en el pozo C4-B	237
Figura 4-279: Nivel mensual observado en el pozo M1-C.....	237
Figura 4-280: Nivel mensual observado en el pozo M2-C.....	237
Figura 4-281: Nivel mensual observado en el pozo M7.....	238
Figura 4-282: Nivel mensual observado en el pozo E-101	239
Figura 4-283: Nivel mensual observado en el pozo E-324	239
Figura 4-284: Nivel mensual observado en el pozo EIA-5.....	240
Figura 4-285: Nivel mensual observado en el pozo Sample4.....	240
Figura 4-286: Nivel mensual observado en el pozo SOPE-6.....	241
Figura 4-287: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-2.....	241
Figura 4-288: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-4	242
Figura 4-289: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-5.....	242
Figura 4-290: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-10.....	243
Figura 4-291: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-11	243
Figura 4-292: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-12C	244
Figura 4-293: Nivel mensual observado en el pozo Zar-C-S.....	244
Figura 4-294: Precipitación diaria registrada en la estación Salar.....	245
Figura 4-295: Evaporación diaria registrada en la estación Salar.....	246
Figura 4-296: Velocidad del viento diaria registrada en la estación Salar.....	246
Figura 4-297: Temperatura media diaria registrada en la estación Salar	247
Figura 4-298: Resultados de análisis físico-químico pozo SOPM-12c	248
Figura 4-299: Resultados de análisis físico-químico pozo 1001	249

Figura 4-300: Relación empírica entre la CE del agua subterránea y la concentración de SDT para el salar de Atacama (línea negra: regresión lineal; línea roja: IC +/- 75%)	251
Figura 4-301. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina. ..	252
Figura 4-302: Nivel mensual observado en el pozo Cuña 1	253
Figura 4-303: Nivel mensual observado en el pozo Cuña 2	254
Figura 4-304: Nivel mensual observado en el pozo Cuña 3	254
Figura 4-305: Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina en los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 a junio de 2013.....	255
Figura 4-306: Nivel mensual observado en el pozo Cuña 4 (surgente)	255
Figura 4-307: Nivel mensual observado en el pozo Cuña 5	256
Figura 4-308: Nivel mensual observado en el pozo L4-3	256
Figura 4-309. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 5, Cuña 4 y L4-3 a junio de 2013.....	257
Figura 4-310. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 6	257
Figura 4-311: Nivel mensual observado en el pozo Cuña 7	258
Figura 4-312. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 7, L10-1 y Cuña 6 a junio de 2013.....	259

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3-1: Puntos de monitoreo del PC con su posición y cota de activación (PSAD 1956) 20	
Tabla 3-2: Mínimo histórico con registros actualizados a junio de 2013.....	22
Tabla 3-3: Estadígrafos con registros actualizados a Junio de 2013.....	22
Tabla 3-4: Descensos máximos permitidos en el nivel de agua de los indicadores de estado del sistema aguas de Quelana en función del mes de inicio del monitoreo.....	24
Tabla 3-5: Valores de activación del pc en el sistema aguas de Quelana	24
Tabla 3-6: Valores de activación del PC en el subsistema vegetación Brea-Atriplex	27
Tabla 3-7. Valores de activación para vegetación hidromorfa expresados en msnm.	28
Tabla 3-8. Valores de activación Fase II para Borde Este.....	29
Tabla 4-1: Puntos de monitoreo del sistema Soncor.....	32
Tabla 4.2. Principales precipitaciones registradas en la Estación Meteorológica de Chaxa desde el 2011.	90
Tabla 4-3: Medición de superficies lacustres medidas desde abril de 2008 a abril de 2013	125
Tabla 4-4: Puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana.....	126
Tabla 4-5: Puntos de monitoreo del sistema Peine	181
Tabla 4-6: Superficies lacustres medidas desde abril de 2008 hasta abril de 2012.....	212
Tabla 4-7: Puntos de monitoreo del sistema Vegetación Borde Este.....	213

Tabla 4-8: Puntos de monitoreo del sistema Vegas de Tilopozo.....	227
Tabla 4-9: Puntos monitoreo Sistema Núcleo del Salar de Atacama	232
Tabla 4-10: Puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina	250
Tabla 4-11: Criterios de clasificación de agua de acuerdo a salinidad en unidad de SDT ..	251
Tabla 4-12: Criterios de clasificación de agua de acuerdo a salinidad en unidad de CE	251

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe N°13 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 Junio de 2013, incorporando como información nueva la generada durante el primer semestre de 2013.

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. Esta información se presenta de manera ordenada para los siguientes sistemas o sectores ambientales:

- a) Soncor,
- b) Agua de Quelana,
- c) Peine,
- d) Vegetación Borde Este,
- e) Vegas de Tilopozo,
- f) Núcleo del Salar de Atacama y
- g) Cuña Salina.

Este informe ha sido realizado por Geohidrología Consultores basado en la información proporcionada por SQM Salar S.A., quienes son los responsables de obtener los datos en terreno. Para ello Geohidrología realizó el trabajo a dos niveles: (i) revisión en gabinete de documentos con la información y mediciones contenidas en él y (ii) una campaña de terreno para confirmar de manera aleatoria la información de monitoreo. En aquellos pozos monitoreados por Geohidrología se incorporó un punto naranja indicando la medición mientras que para campañas anteriores realizadas por DICTUC se mantuvo el punto rojo para indicar las mediciones realizadas.

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 de 2007.

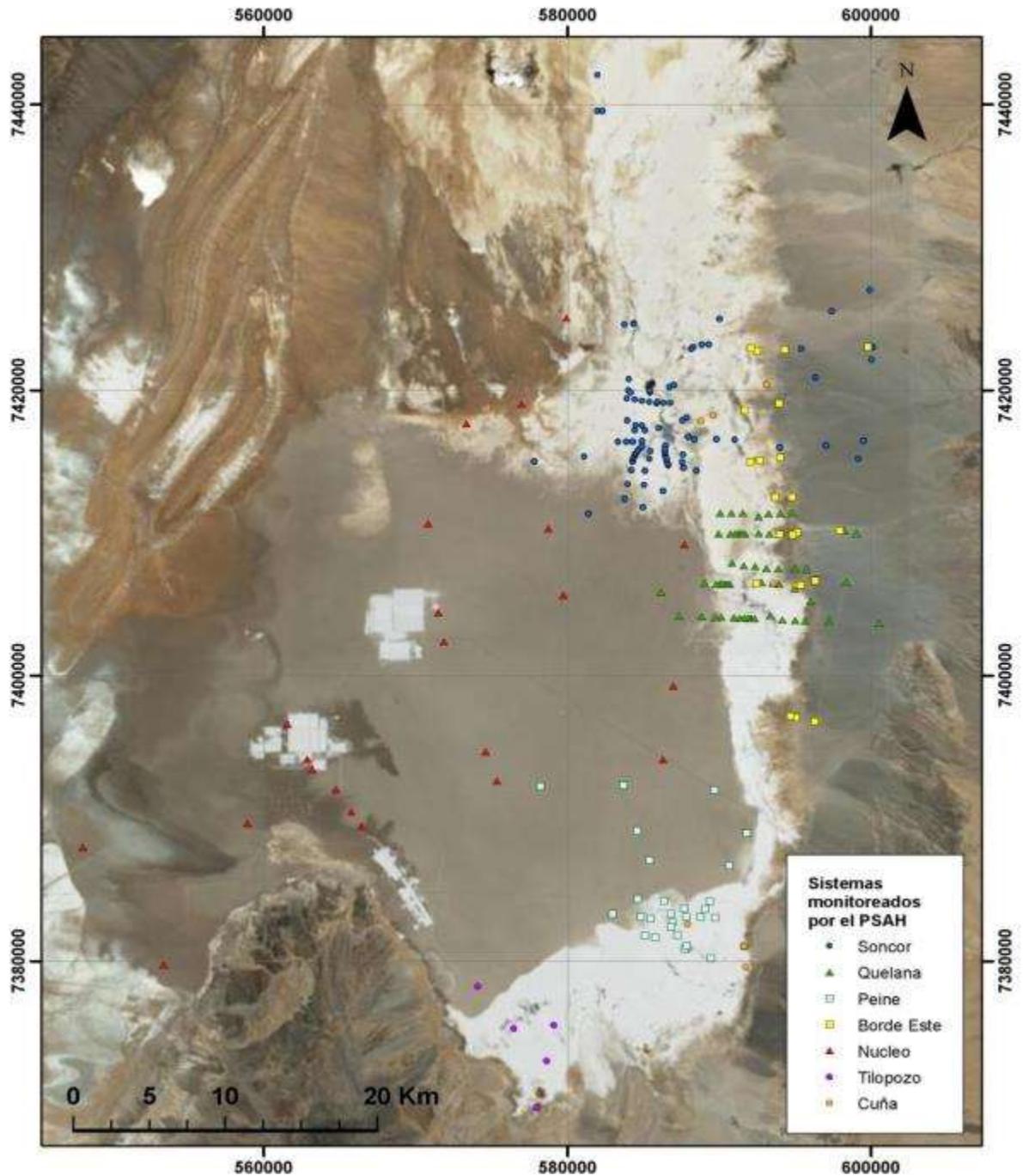
Los 225 puntos de monitoreo que conforman el PSAH se pueden desglosar de la siguiente manera:

- 112 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 una 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 hidrogeológicos 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 requieren un adecuado seguimiento. Los sistemas que se monitorean son los sistemas Soncor, Aguas de Quelana, Peine, Vegas de Tilopozo, Núcleo del Salar de Atacama y Cuña Salina.

Figura 2-1: Ubicación de todos los puntos de monitoreo del PSAH.



3 ESTADO DEL PLAN DE CONTINGENCIAS

El Plan de Contingencias (PC) está orientado a dar respuesta oportuna frente a impactos no previstos en el EIA y, en este sentido, es una herramienta de gestión ambiental que permite alertar sobre los sistemas lacustres en el rango de su variación histórica. El PC fue elaborado el año 2005 con motivo del EIA del proyecto, y su diseño se sustentó en los resultados de 10 años de monitoreo de variables hidrogeológicas y bióticas, que indican que los sistemas a proteger toleran adecuadamente grandes variaciones hidrológicas estacionales e interanuales, situación que se ha corroborado desde el inicio del monitoreo del PSAH (mayo 2007) a la fecha. Por otra parte, y tal como fue debidamente fundamentado en el EIA, los caudales de bombeo de salmuera asociados al proyecto han sido calculados de manera tal de garantizar que las extracciones no afecten los sistemas protegidos.

Desde el inicio de la operación del PSAH (mayo 2007) todos los niveles de la napa subterránea en los puntos de control del PC han permanecido sobre los umbrales de la Fase I, por lo que éste no se ha activado. En la Tabla 3-1 se presentan los umbrales de activación de las distintas fases en conjunto a las cotas del PC. En el Anexo 1 se muestran en tablas, la cota de la napa en todos los pozos del PC.

Tabla 3-1: Puntos de monitoreo del PC con su posición y cota de activación (PSAD 1956)

Sistema	Pozo	UTM Este	UTM Norte	Medición May/07	Descenso Fase I	Descenso Fase II	Cota Fase I	Cota Fase II
SONCOR	L7-4	588.829,38	7.423.234,66	2.301,40	0,05	0,07	2.301,35	2.301,33
	L1-4	588.322,02	7.416.561,27	2.298,89	0,00	0,08	2.298,89	2.298,81
	L1-5	584.418,52	7.415.394,02	2.298,53	0,02	0,18	2.298,51	2.298,35
	L1-G4 Pozo	585.394,72	7.415.193,23	2.298,62	0,11	0,27	2.298,51	2.298,35
	L1-G4 Reglilla	585.393,96	7.415.193,49	2.298,62	0,10	0,27	2.298,51	2.298,35
AGUAS DE QUELANA	L3-5	593.960,27	7.409.923,92	2.303,09	0,10	0,13	2.302,99	2.302,96
	L3-9	591.498,23	7.409.949,96	2.299,47	0,10	0,13	2.299,37	2.299,34
	L4-8	593.544,67	7.406.504,18	2.300,36	0,10	0,13	2.300,26	2.300,23
	L4-12	590.518,13	7.406.433,03	2.298,82	0,10	0,13	2.298,72	2.298,69
	L5-8	595.011,39	7.403.879,59	2.302,74	0,10	0,13	2.302,64	2.302,61
	L5-10	592.095,10	7.404.005,62	2.299,15	0,10	0,13	2.299,05	2.299,02
VEGETACION HIDROMORFA	L7-3	592.042,47	7.422.959,95	2.312,81	0,28	0,33	2.312,53	2.312,48
	L1-17	591.637,37	7.418.615,57	2.305,72	0,28	0,33	2.305,44	2.305,39
	L2-4	592.034,94	7.414.985,57	2.302,61	0,28	0,33	2.302,33	2.302,28
	L3-5	593.960,27	7.409.923,92	2.303,09	0,28	0,33	2.302,81	2.302,76
VEGETACION BREA ATRIPLEX	L7-14	592.470,71	7.422.780,20	2.314,88	0,50	1,00	2.314,38	2.313,88
	L1-3	593.911,80	7.419.081,38	2.319,56	0,50	1,00	2.319,06	2.318,56
	L2-25	592.623,73	7.415.103,29	2.307,90	0,50	1,00	2.307,40	2.306,90
	L3-3	594.799,04	7.409.872,83	2.310,31	0,50	1,00	2.309,81	2.309,31
	L4-17	595.353,65	7.406.339,35	2.305,52	0,50	1,00	2.305,02	2.304,52
	L9-2	594.670,99	7.397.162,60	2.307,99	0,50	1,00	2.307,49	2.306,99
ALERTA TEMPRANA	L7-13	594.300,66	7.422.831,99	2.322,82	-	1,42	-	2.321,40
	L2-26	593.970,78	7.415.294,76	2.317,92	-	0,78	-	2.317,14
	L3-15	595.106,75	7.410.040,56	2.315,31	-	0,85	-	2.314,46
	L4-3	596.297,50	7.406.641,42	2.302,64 ¹	-	0,92	-	2.301,72
	L9-1	595.046,64	7.397.058,35	2.308,81	-	0,87	-	2.307,94

¹ Corresponde al nivel mínimo histórico registrado en este pozo.

3.1 REVISIÓN DEL PLAN DE CONTINGENCIA

Conforme a lo señalado en el Anexo II del Adenda III del EIA y en la RCA 226/2006 se contempla que el PC sea revisado cada dos años a fin de incorporar la información nueva que se obtenga de los puntos de control (ver Anexo I del Adenda III del EIA). Esta revisión se realizó en los informes N°1, N°5 y N°11.

La revisión busca cumplir con los siguientes objetivos definidos en el EIA del proyecto:

- a. Evaluación de la red de monitoreo. Uno de los objetivos del plan de seguimiento ambiental es determinar el comportamiento del sistema hidrogeológico en sectores donde se cuenta con poca información o éste es desconocido. En este sentido, el objetivo de la evaluación es optimizar el plan de seguimiento ambiental, evitando duplicar información, de modo de facilitar la operación por parte de la empresa, así como la labor de fiscalización de la autoridad.
- b. Actualizar la información histórica. El plan de contingencias se basa en el análisis de la información histórica de niveles y caudales superficiales. La información generada debe ser incorporada en el plan de contingencia, actualizando los valores umbrales si fuese necesario.
- c. Analizar el comportamiento del sistema en el periodo que precede al incremento de extracción. Para cada incremento de extracción de salmuera, el informe permite confirmar que el comportamiento exhibido por el sistema soporta el aumento de extracción. En este contexto, procede un aumento en la extracción de salmuera si durante el periodo que precede al incremento de ésta se constata alguna de las siguientes condiciones:
 - No se ha activado la Fase II del Plan de Contingencias;
 - Se ha activado en forma temporal la Fase I o la Fase II del Plan de Contingencias habiéndose restituido las condiciones normales de operación del proyecto.

En el presente informe corresponde la revisión del PC, la que se realizó en los siguientes términos:

- Revisión de los valores de activación en función de la información histórica recopilada (promedios, desviación estándar, descensos máximos)
- Revisión de los indicadores de estado, de manera de evaluar la necesidad de incluir o excluir algunos indicadores de estado de acuerdo a su relación con el comportamiento lacustre.

A continuación se presenta la revisión realizada para cada uno de los sistemas ambientales que componen el PC. En base a la revisión realizada se concluyó que no se deben realizar modificaciones al PC ya que los umbrales e indicadores representan el comportamiento de los sistemas y son capaces de prever situaciones anómalas.

3.1.1 Sistema Soncor

Este sistema está compuesto por tres lagunas principales, dos de las cuales (Chaxa y Barros Negros), se encuentran conectadas superficialmente a través de un canal natural. La tercera laguna es de menor tamaño (Puilar) y se ubica al este de las dos anteriores. El PC diseñado para este sistema busca proteger estos tres cuerpos lacustres, tanto de potenciales efectos del bombeo de salmuera desde el núcleo, como del bombeo de agua fresca desde el acuífero del Borde Este.

Los indicadores de estado de este sistema están compuestos por los pozos L1-5, L1-4 y L7-4 y la reglilla L1-G4 (agua superficial). El PC está diseñado en dos fases de modo de proveer además de la alerta temprana espacial (ubicación de indicadores alejados de la laguna que se quiere proteger), de una alerta temprana temporal. La Fase I fue definida como el valor mínimo histórico que no ha provocado efectos sobre los sistemas que se quiere proteger. Para el cálculo de la Fase II se determina el promedio de la cota del agua para el mes en que más frecuentemente se produce el mínimo del año, menos dos veces su desviación estándar. Esta metodología se aplicó para los pozos que activan el PC y así actualizar los estadígrafos con los registros extendidos hasta Junio de 2013.

La Tabla 3-2 y la Tabla 3-3 presentan la actualización de estadígrafos del PC asociado al sistema Soncor.

Tabla 3-2: Mínimo histórico con registros actualizados a junio de 2013

Pozo o reglilla	Mínimo histórico pre-operacional (msnm)	Mínimo histórico con registros a Junio 2013
L7-4	2301,35	2301,35
L1-4	2298,89	2298,89
L1-5	2298,51	2298,51
L1-G4	2298,51	2298,51
L1-G4 Reglilla	2298,51	2298,51

Tabla 3-3: Estadígrafos con registros actualizados a junio de 2013

Pozo	Mes mínimo	Promedio (msnm)	Desviación estándar
L7-4	Abril	2301,39	0,02
L1-4	Marzo	2298,98	0,09
L1-5	Abril	2298,68	0,16
L1-G4	Marzo	2298,66	0,16
L1-G4 Reglilla	Marzo	2298,66	0,16

Como es de esperar para la Fase I los mínimos históricos se mantienen con los registros actualizados, ya que estos valores fueron definidos como los mínimos históricos pre-operacionales. Para la Fase II, si utilizamos los nuevos estadígrafos para el cálculo de los umbrales (L7-4: 2301,35; L1-4: 2298,80; L1-5: 2298,36; L1-G4: 2298,34 msnm) se presentan variaciones del orden de 1 a 2 cm, siendo más restrictivos en el caso de los pozos L7-4 y L1-5, y menos restrictivos para el caso de los pozos L1-4 y L1-G4. Estas variaciones no justifican una modificación en los umbrales del PC dado que no se han presentado anomalías en su funcionamiento.

3.1.2 Sistema Aguas de Quelana

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

Respecto del sistema Aguas de Quelana, en el Considerando 11.3.1 de la RCA se definieron los valores de activación del PC de la Fase I y Fase II en términos de descensos máximos permitidos de acuerdo al mes de inicio del monitoreo en cada uno de los pozos (y no en términos de cota del nivel de la napa como en el caso del sistema Soncor). La definición de los umbrales en términos de descenso se explica porque los pozos contemplados en el PC para el sistema Aguas de Quelana, no habían sido construidos al momento de la elaboración del EIA. La definición de los descensos permitidos se realizó utilizando la información histórica disponible de los pozos L2-4, L3-3 y L5-3 que se ubican en la zona hidrogeológica de interés y a su variación estacional, la que se mantiene al analizar el registro de datos extendido a Junio de 2013.

La Tabla 3-4 reproduce la Tabla 21 contenida en el Considerando 11.3.1 de la RCA e indica el descenso máximo permitido para el sistema Aguas de Quelana según el mes en que se inicie el monitoreo en cada pozo. Dado que el monitoreo se inició en mayo de 2007 el descenso máximo permitido es de 10 cm, respecto de la profundidad de la napa o de su cota medida en mayo de 2007 para la Fase I. En el caso de Fase II el descenso máximo permitido es de 13 cm.

La Tabla 3-5 muestra los umbrales (descenso máximo en cm) y su equivalente en cotas (msnm) calculados a partir de los niveles registrados el día 10 de mayo de 2007 (6 pozos del PC del sistema Aguas de Quelana).

Dado que en este caso la definición de umbrales no conlleva el cálculo de estadígrafos, no se requiere la revisión de los mismos. Al igual que para el Sistema Soncor, se considera que el PC está funcionando de manera adecuada por lo que no existen motivos para introducir modificaciones.

Tabla 3-4: Descensos máximos permitidos en el nivel de agua de los indicadores de estado del sistema aguas de Quelana en función del mes de inicio del monitoreo

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

Tabla 3-5: Valores de activación del pc en el sistema aguas de Quelana

Pozo	Nivel registrado el 10/mayo/2007 (msnm)	Descenso máximo (cm)		Valores de activación (msnm)	
		Fase I	Fase II	Fase I	Fase II
L5-8	2.302,74	10	13	2.302,64	2.302,61
L4-8	2.300,36	10	13	2.300,26	2.300,23
L3-5	2.303,09	10	13	2.302,99	2.302,96
L3-9	2.299,47	10	13	2.299,37	2.299,34
L5-10	2.299,15	10	13	2.299,05	2.299,02
L4-12	2.298,82	10	13	2.298,72	2.298,69

3.1.3 Sistema Vegetación Borde Este

El PC diseñado para este sistema busca proteger la vegetación presente en el Borde Este del Salar de Atacama del bombeo de agua dulce, y especialmente la vegetación hidromorfa y la arbustiva conectada con el acuífero (Figura 3-2). Este sistema además considera la utilización de pozos de alerta temprana ubicados entre la zona de protección y los pozos de bombeo de agua dulce.

De acuerdo a lo indicado en el considerando 11.4.1 de la RCA, los valores de activación del PC del sistema Vegetación Borde Este se definieron en términos de descensos máximos permitidos respecto del mes de inicio del monitoreo del PSAH.

Luego de construida la infraestructura de monitoreo del proyecto (mayo de 2007), algunos puntos de control del PC contemplados en la RCA fueron modificados, en virtud de la posición definitiva de los pozos de observación. Estas modificaciones se realizaron ya que se constató que algunos pozos no se ubicaban en las zonas de vegetación a monitorear de acuerdo al subsistema del PC al que pertenecían, o bien se ubicaban en zonas sin vegetación, lo que fue presentado en el Informe N°1 del PSAH.

Estas modificaciones no son significativas desde una perspectiva hidrogeológica ya que se emplazan en el mismo acuífero del Borde Este y en un sector de comportamiento hidrogeológico similar (sustento conceptual de la definición de los umbrales del PC). Conforme a lo anterior, el PC actualizado posee 15 pozos que cubren parte importante del sector de vegetación del Borde Este y además se incluyen perfiles de pozos frente a cada uno de los pozos de bombeo.

En la Figura 3-1 (perfil esquemático del borde este del salar de Atacama) se puede observar hacia el oeste los pozos que alertan sobre potenciales efectos sobre la vegetación hidromorfa, posteriormente se encuentra ubicado el pozo que protege la vegetación Brea-Atriplex, donde el umbral de la Fase II es 1 m (para más detalle revisar la sección 3.1.3.1) y finalmente el lado más oriental, fuera de la vegetación y aguas abajo del pozos de bombeo, donde se ubica el pozo de alerta temprana.

Asimismo, la Figura 3-2 corresponde a la Figura II.5.1 del Anexo II de la Adenda III del EIA (Plan de Contingencia) y muestra un perfil vertical esquemático del suelo, donde se muestra la profundidad de las raíces (3 m), la profundidad máxima de la napa para la cual las especies pueden capturar la humedad proveniente del acuífero (6 m) y el espesor de la zona húmeda que representa el sector de suelo desde el cual las plantas obtienen el agua (recordar que las plantas no extienden sus raíces directamente en el acuífero, excepto la vegetación hidromorfa y/o freatófitas). El espesor de la zona húmeda fue determinado sobre la base de la textura del suelo descrita en el estudio de enraizamiento de la formación Brea-Atriplex (Anexo IV de la Adenda II del EIA). Esta zona presenta un espesor de 4 m, proyectándose desde el espejo de agua hacia la superficie del terreno (ver sección 2.3.1 del Anexo III de la Adenda III del EIA).

A continuación se presenta la revisión del PC de los 3 subsistemas que componen el sistema Vegetación Borde Este. En cada uno se indica cómo fueron definidos los umbrales y la revisión realizada de la que se concluye que no se realizan modificaciones al PC de este sistema.

Figura 3-1: Perfil vertical esquemático del borde este del salar de Atacama

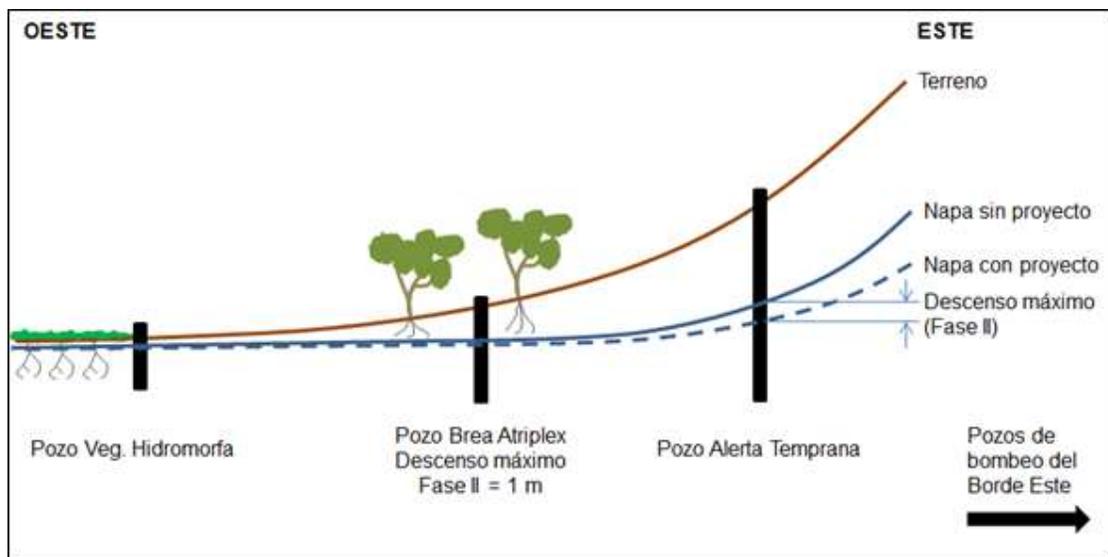
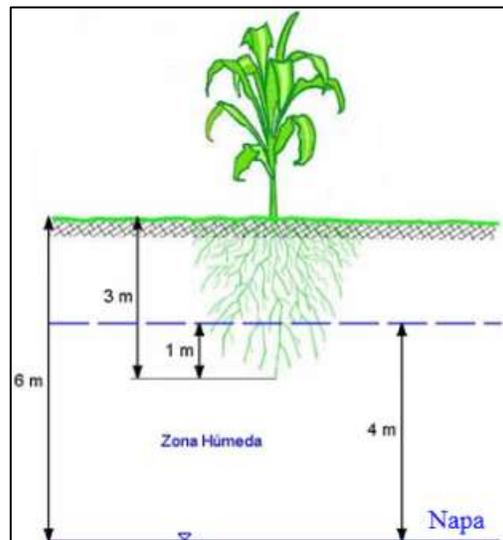


Figura 3-2: Perfil vertical esquemático del suelo en el límite oriental de la zona de conexión vegetación-acuífero



3.1.3.1 Subsistema vegetación Brea-Atriplex

Para el caso del subsistema Vegetación Brea-Atriplex los descensos máximos permitidos fueron definidos en función de la profundidad de las raíces. De acuerdo al “*Estudio de profundidad de raíces en Tessaria absinthioides y Atriplex atacamensis, en sector oriental del Borde Este del Salar de Atacama*” (Anexo IV de la Adenda II del EIA), la profundidad de las raíces de estas especies varía entre 1 y 3 m (promedio de 2 m).

De acuerdo a este análisis y tal como se indicó anteriormente las plantas poseen 1 m de sus raíces en la zona húmeda del suelo y por lo tanto, si se disminuye el nivel del acuífero en 1 m, se puede suponer que la zona húmeda disminuirá de manera concomitante, dejando las raíces “colgadas” respecto de su fuente de agua (zona húmeda). De este modo se explica el umbral de 1 m, en términos de descenso, definido para la Fase II de este subsistema.

Dado que el PC se divide en dos fases, se consideró un descenso máximo para los pozos de este subsistema de 50 cm para la Fase I y de 100 cm para la Fase II. En ambos casos, los descensos fueron definidos independientemente del registro de niveles del agua subterránea y se basaron en la configuración reticular de la vegetación explicada en la Figura 3-1, la que es relativamente homogénea a lo largo del Borde Este del Salar de Atacama.

En la Tabla 3-6 se muestran los valores de activación para este subsistema los que no se modifican dado que fueron definidos en función de la profundidad de las raíces, tal como se señaló anteriormente.

Tabla 3-6: Valores de activación del PC en el subsistema vegetación Brea-Atriplex

Pozo	Nivel registrado el 10/mayo/2007 (msnm)	Descenso máximo (cm)		Valores de activación (msnm)	
		Fase I	Fase II	Fase I	Fase II
L7-14	2.314,88	0,50	1,00	2.314,38	2.313,88
L1-3	2.319,56	0,50	1,00	2.319,06	2.318,56
L2-25	2.307,90	0,50	1,00	2.307,40	2.306,90
L3-3	2.310,31	0,50	1,00	2.309,81	2.309,31
L4-17	2.305,52	0,50	1,00	2.305,02	2.304,52
L9-2	2.307,99	0,50	1,00	2.307,49	2.306,99

3.1.3.2 Subsistema vegetación Hidromorfa

Para el caso del subsistema Vegetación Hidromorfa, los descensos máximos permitidos fueron definidos en función de:

- la profundidad de las raíces, descrita en el Anexo IV de la Adenda III del EIA del proyecto, lo que define un descenso máximo independiente de la posición de los pozos de monitoreo y del caudal de bombeo de los pozos de agua del proyecto, y

- la fluctuación estacional del acuífero que es homogénea a lo largo de todo el sistema Aguas de Quelana, lo que define un valor dependiendo del mes en que se inicia el monitoreo,

Estableciéndose un descenso máximo de 28 cm para la Fase I y 33 cm para la Fase II. Tal como se señaló los descensos dependen de la profundidad de las raíces por lo que no se modifican a menos que se pueda indicar lo contrario en base a un estudio de éstas.

Cabe señalar que el umbral de la Fase II quedó definido durante la evaluación ambiental del proyecto, mediante oficio Ord. N°693 del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), de fecha 4 de octubre de 2006, el cual se pronunció favorablemente respecto del EIA del proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama”, e indicó que su pronunciamiento favorable quedaría condicionado a la incorporación y estricto cumplimiento de varios puntos indicados en el oficio citado. Específicamente, en el quinto punto se solicitó *“Corregir los valores señalados en la Tabla II.5.1 (página 25 Anexo II – Plan de Contingencia – Adenda III) para la Fase II, ya que éstos solo deberían ser 5 cm más elevados que los valores correspondientes a la Fase I indicados en la misma Tabla”*.

Tabla 3-7. Valores de activación para vegetación hidromorfa expresados en msnm.

Pozo	Cota mayo 2007	Cota Fase I (msnm)	Cota Fase II (msnm)
L7-3	2312,81	2312,53	2312,48
L2-4	2302,61	2302,33	2302,28
L3-5	2303,09	2302,81	2302,76
L1-17	2305,72	2305,44	2305,39

3.1.3.3 Subsistema Alerta Temprana

Los pozos de Alerta Temprana del sistema Vegetación Borde Este están ubicados entre la vegetación Brea-Atriplex y los pozos de bombeo de agua del proyecto. Estos pozos tienen el propósito de anticipar los potenciales efectos del bombeo de agua sobre las formaciones vegetales que son objeto de protección. Tal como se indicó anteriormente, la Figura 3-1 muestra un perfil esquemático del subsuelo del Borde Este, donde se muestran los pozos de Alerta Temprana, los pozos de la Vegetación Brea-Atriplex y los pozos de la Vegetación Hidromorfa. Hacia el este del diagrama se ubican los pozos de bombeo del proyecto.

Como parte del diseño del PC presentado en el EIA, se confeccionaron 5 modelos numéricos locales del sector Borde Este del Salar de Atacama, uno para cada pozo de bombeo: Mullay, Allana, Camar 2, Socaire 5B y P2. Conceptualmente lo que se buscó con estos modelos fue determinar el máximo descenso permitido en los pozos de Alerta Temprana de modo de asegurar que el nivel de los pozos de la Vegetación Brea-Atriplex no descendiera más de 1 m (umbral Fase II) al final de la operación del proyecto.

En la Figura 3-1 se observa de manera esquemática el máximo descenso en el pozo de alerta temprana que asegura un descenso igual o inferior a un metro en el pozo de vegetación Brea-Atriplex. Cabe señalar que el valor del pozo de alerta temprana considera

la activación del PC en su fase II, considerando una disminución del caudal de bombeo de un 50% en el pozo más cercano.

Dado que parte de los pozos contemplados en el PC del subsistema Alerta Temprana no estaban construidos al momento de diseñarse el PC y que su ubicación definitiva varía ligeramente respecto de las coordenadas indicadas en la RCA, los descensos de la Fase II del PC para los pozos de alerta temprana fueron actualizados en el Informe N°1 del PSAH a través de nuevas simulaciones utilizando estos modelos locales, esta vez considerando la posición definitiva de los pozos del PC.

Tabla 3-8. Valores de activación Fase II para Borde Este

Pozo	Cota Mayo 2007	Descenso para activación de la Fase II (m)	Cota Fase II
L7-13	2322,82	1,42	2321,40
L2-26	2317,92	0,78	2317,14
L3-15	2315,31	0,85	2314,46
L4-3	2302,64	0,92	2301,72
L9-1	2308,81	0,87	2307,94

Dado que los umbrales de este subsistema fueron calculados a través de modelación y que los niveles del acuífero se han comportado dentro de lo previsto, no se considera necesario realizar una actualización de los valores indicadores de estado y de los valores de activación, de este subsistema.

3.1.4 Sistema Peine

Acorde a la obligación señalada en la RCA 226/2006 sobre la realización de un plan de contingencia para el sistema Peine, en el Informe N°8 del PSAH se presentó el PC requerido para este sistema donde se establecieron medidas de monitoreo, factores de activación y medidas de contingencia a adoptar en caso que se presentara algún riesgo al sistema. Ello sin perjuicio de las precisiones realizadas con respecto a las particularidades del Sistema Peine y a la probable repercusión de actividades de terceros sobre las lagunas.

A pesar de estas consideraciones, el PC para el Sistema de Peine, remitido en el Informe N° 8 y vigente desde el año 2011, consiste en:

- i. Continuar con el monitoreo del Sistema Peine, utilizando para ello los puntos de control contemplados y operativos del PSAH.
- ii. En base a la información histórica recopilada, comunicar a la autoridad ambiental en caso de observar variaciones anómalas en el nivel de las lagunas.
- iii. En base a la información histórica que se disponga, comunicar a la autoridad ambiental en caso de observar variaciones anómalas en el tamaño de las lagunas.

La información recopilada hasta la fecha se ha reportado en los informes sucesivos del PSAH, se concluye que no se han registrado alteraciones en el Sistema de Peine.

4 MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO

En este capítulo se presenta los registros de mediciones efectuadas hasta junio de 2013 en los puntos indicados en la Figura 2-1, agrupados según los siguientes sistemas:

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

Las variables monitoreadas en cada uno de estos sistemas han sido agrupadas de la siguiente forma:

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

4.1 SISTEMA SONCOR

EL Sistema Soncor posee puntos de control que 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 y en la Figura 4-2 se muestra la distribución geográfica de los puntos de monitoreo de este sistema.

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, 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

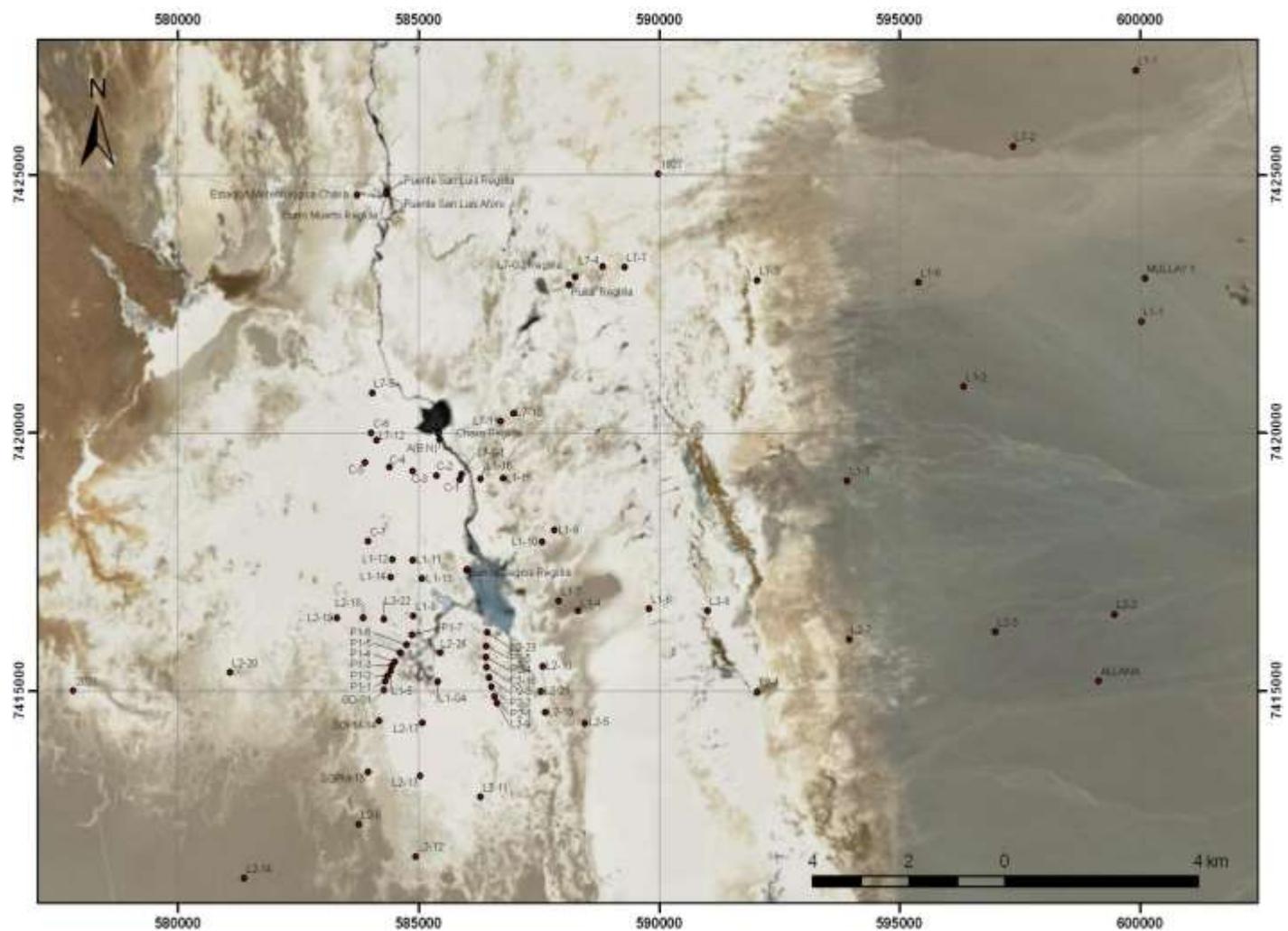


Figura 4-2: Distribución geográfica del perfil L11 del sistema Soncor

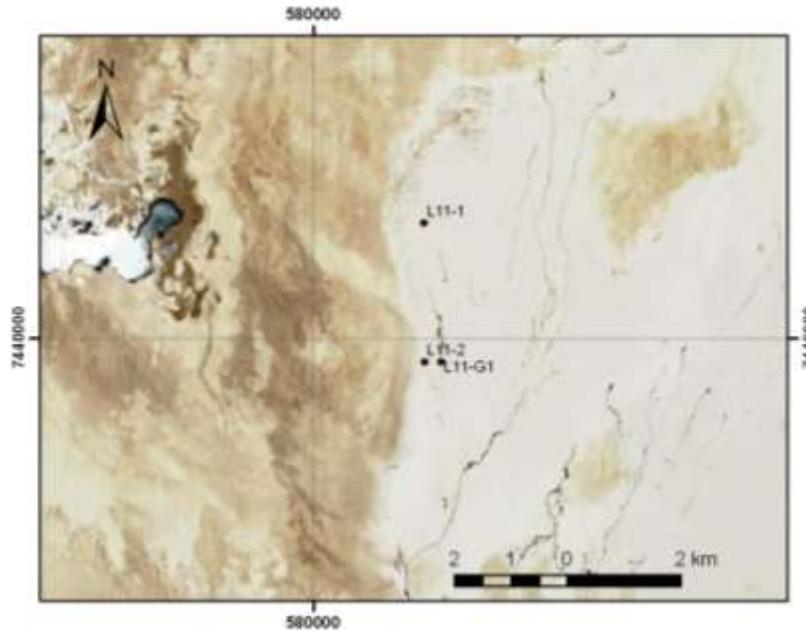


Tabla 4-1: Puntos de monitoreo del sistema Soncor

Punto de monitoreo	Clasificación	Tipología	Pág.	Punto de monitoreo	Clasificación	Tipología	Pág.
L1-1	Zona aluvial	Pozo profundo	35	1027	Zona marginal	Pozo somero	43
L1-2	Zona aluvial	Pozo profundo	36	RC-1	Zona marginal	Pozo somero	43
L1-3	Zona aluvial	Pozo somero	36	RC-2	Zona marginal	Pozo somero	44
L2-2	Zona aluvial	Pozo profundo	37	RC-3	Zona marginal	Pozo somero	44
L2-3	Zona aluvial	Pozo profundo	37	RC-4	Zona marginal	Pozo somero	45
L2-7	Zona aluvial	Pozo profundo	38	RC-5	Zona marginal	Pozo somero	45
L7-1	Zona aluvial	Pozo profundo	38	RC-6	Zona marginal	Pozo somero	46
L7-2	Zona aluvial	Pozo profundo	39	RC-7	Zona marginal	Pozos somero	46
L7-6	Zona marginal	Pozo profundo	39	GD-01	Zona marginal	Pozo profundo	47
Mullay-1	Zona aluvial	Pozo profundo	40	L1-4	Zona marginal	Pozo somero	47
Allana	Zona aluvial	Pozo profundo	41	L1-5	Zona marginal	Pozo profundo	48

Punto de monitoreo	Clasificación	Tipología	Pág.
L1-6	Zona marginal	Pozo somero	48
L1-7	Zona marginal	Pozo somero	49
L1-8	Zona marginal	Pozo somero	49
L1-9	Zona marginal	Pozo somero	50
L1-10	Zona marginal	Pozo somero	50
L1-11	Zona marginal	Pozo somero	51
L1-12	Zona marginal	Pozo somero	51
L1-13	Zona marginal	Pozo somero	52
L1-14	Zona marginal	Pozo somero	52
L1-15	Zona marginal	Pozo somero	53
L1-16	Zona marginal	Pozo somero	53
L2-4	Zona marginal	Pozo somero	54
L2-5	Zona marginal	Pozo profundo	54
L2-8	Zona marginal	Pozo somero	55
L2-10	Zona marginal	Pozo somero	55
L2-11	Zona marginal	Pozo somero	56
L2-12	Zona marginal	Pozo somero	56
L2-13	Zona marginal	Pozo somero	57
L2-15	Zona marginal	Pozo somero	57
L2-17	Zona marginal	Pozo somero	58
L2-18	Zona marginal	Pozo somero	58
L2-19	Zona marginal	Pozo somero	59
L2-21	Zona marginal	Pozo somero	59

Punto de monitoreo	Clasificación	Tipología	Pág.
L2-22	Zona marginal	Pozo somero	60
L2-24	Zona marginal	Pozo somero	60
L7-3	Zona marginal	Pozo somero	61
L7-4	Zona marginal	Pozo somero	61
L7-5	Zona marginal	Pozo somero	62
L7-7	Zona marginal	Pozo somero	63
L7-10	Zona marginal	Pozo somero	63
L7-11	Zona marginal	Pozo somero	64
L7-12	Zona marginal	Pozo somero	64
L11-1	Zona marginal	Pozo somero	65
L11-2	Zona marginal	Pozo somero	65
L1-G4	Zona marginal	Reglilla	66
L7-G1	Zona marginal	Reglilla	67
L7-G2	Zona marginal	Reglilla	68
Puente. San Luis	Zona marginal	Reglilla	69
Burro Muerto	Zona marginal	Reglilla	72
L11-G1	Zona marginal	Reglilla	73
P1-1	Zona marginal	Continuo	75
P1-2	Zona marginal	Continuo	75
P1-3	Zona marginal	Continuo	76
P1-4	Zona marginal	Continuo	76
P1-5	Zona marginal	Continuo	77
P1-6	Zona marginal	Continuo	77

Punto de monitoreo	Clasificación	Tipología	Pág.
P1-7	Zona marginal	Continuo	78
L2-9	Zona marginal	Continuo	78
P2-1	Zona marginal	Continuo	79
P2-2	Zona marginal	Continuo	79
P2-3	Zona marginal	Continuo	80
L2-16	Zona marginal	Continuo	80
P2-4	Zona marginal	Continuo	81
P2-5	Zona marginal	Continuo	81
L2-23	Zona marginal	Continuo	82
2021	Zona marginal	Continuo	82
SOPM-07	Salmuera	Pozo profundo	83
SOPM-13	Salmuera	Pozo somero	84
SOPM-14	Salmuera	Pozo somero	84
L2-14	Salmuera	Pozo somero	85

Punto de monitoreo	Clasificación	Tipología	Pág.
L2-20	Salmuera	Pozo somero	85
Barros Negros	Zona marginal	Lacustre	87
Puilar	Zona marginal	Lacustre	88
Chaxa	Zona marginal	Lacustre	89
Estación meteorológica Chaxa	Zona marginal	Estación Meteorológica	91
Mullay	Zona Aluvial	Pozo de bombeo	93
Allana	Zona Aluvial	Pozo de bombeo	93
Aforo Baros Negros	Zona Marginal	Aforo	122
Puente San Luis aforo	Zona marginal	Aforo	123

4.1.1 Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presenta 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 4-36 y Figura 4-50 respectivamente) forman parte del monitoreo de niveles de los sistemas Soncor y Vegetación Borde Este y serán presentados sólo en esta sección.

Geohidrología realizó mediciones durante el mes de mayo de 2013 en los pozos L1-3, 1027, L2-4, L7-3.

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.

En Septiembre de 2008, los pozos Mullay 1 y Allana comenzaron la extracción de agua industrial, 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 y L2-3 muestran un descenso que concuerda con el inicio del bombeo de los pozos de extracción de esta zona. En aquellos pozos más cercanos a las zonas de bombeo (L1-1, L2-2), el descenso es claro, sin embargo aquellos pozos más lejanos de la zona de bombeo muestran un efecto mínimo como son el caso de los pozos L1-3 y L2-7. Los pozos L7-1 y L7-2 ubicados al norte del pozo Mullay y el pozo L7-6, presentan efectos del bombeo con un desfase aproximado de 15 meses.

Posterior a las lluvias acontecidas en febrero de 2012, el pozo L1-3 desapareció debido a los aluviones registrados en el camino Toconao-Peine, por este motivo se perforó el 17 de marzo de 2012, un nuevo pozo a metros del pozo desaparecido, el que se referenció para obtener nuevas cotas.

Figura 4-3: Nivel mensual observado en el pozo L1-1

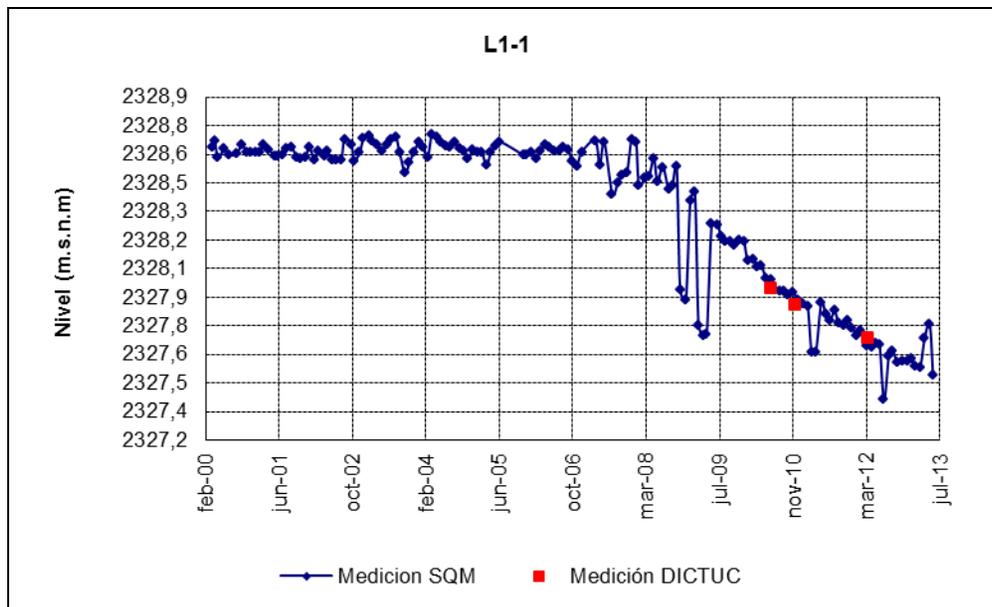


Figura 4-4: Nivel mensual observado en el pozo L1-2

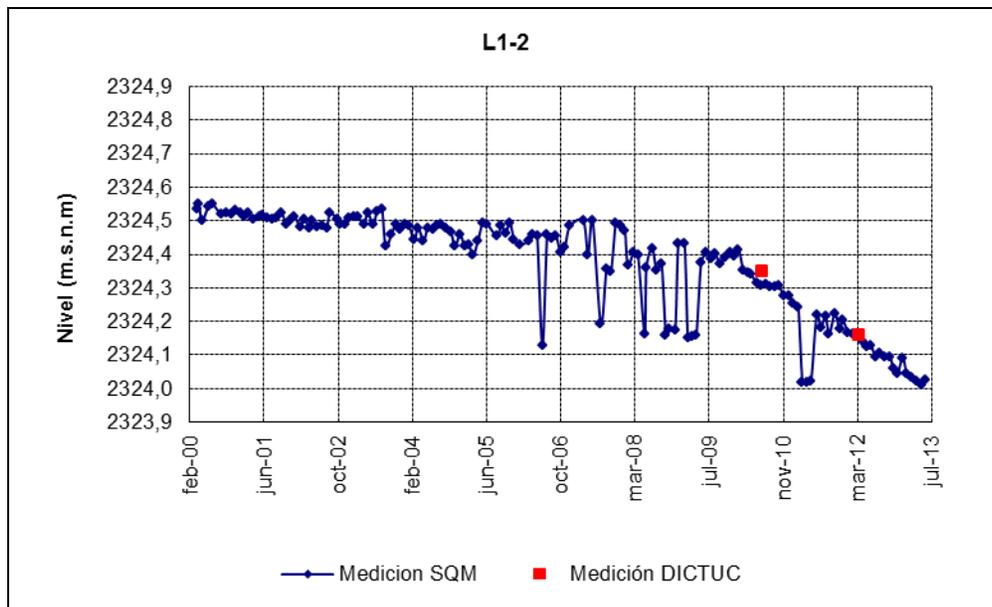


Figura 4-5: Nivel mensual observado en el pozo L1-3

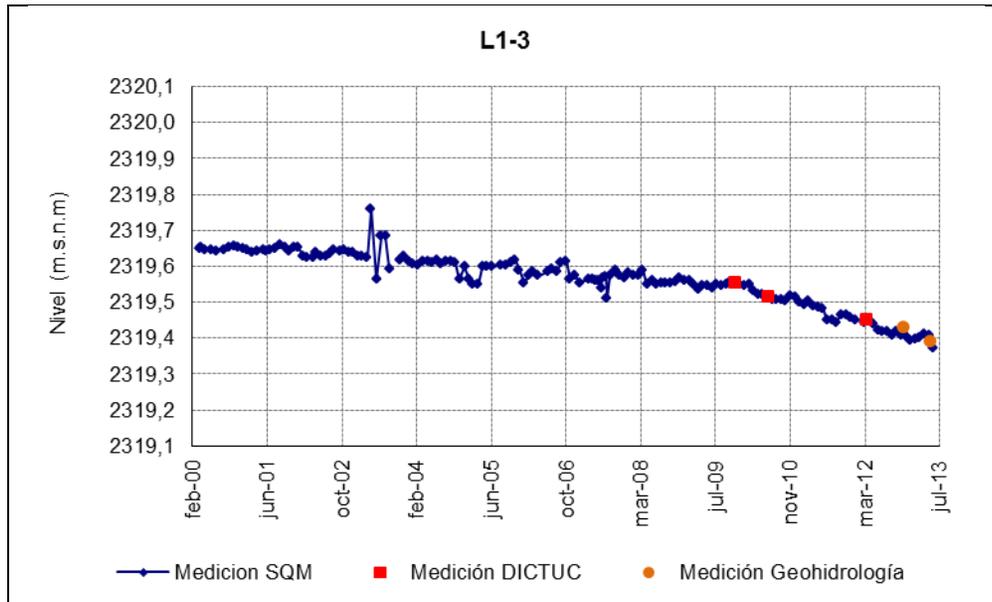


Figura 4-6: Nivel mensual observado en el pozo L2-2.¹

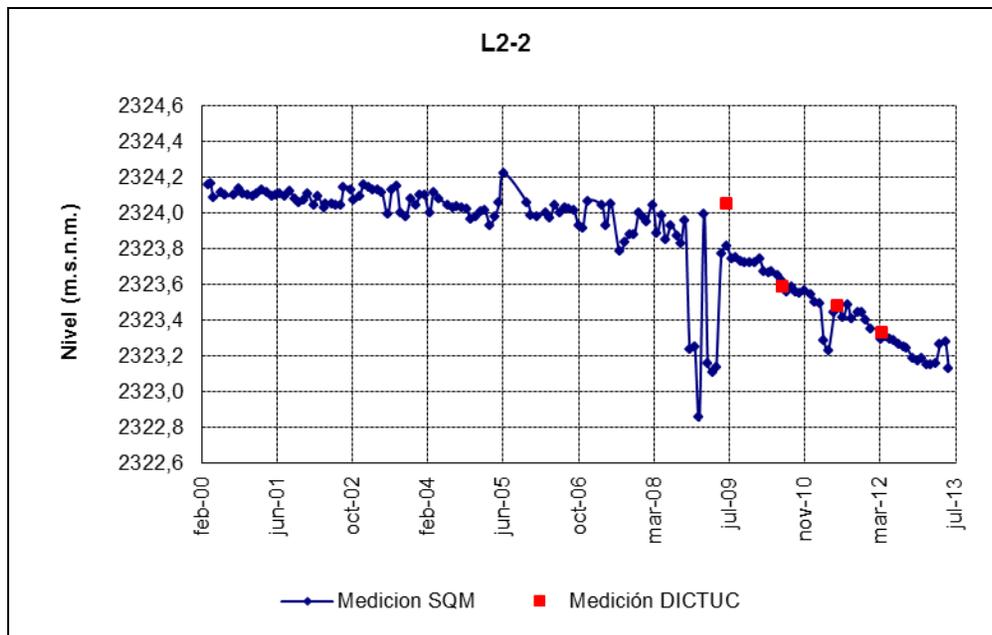
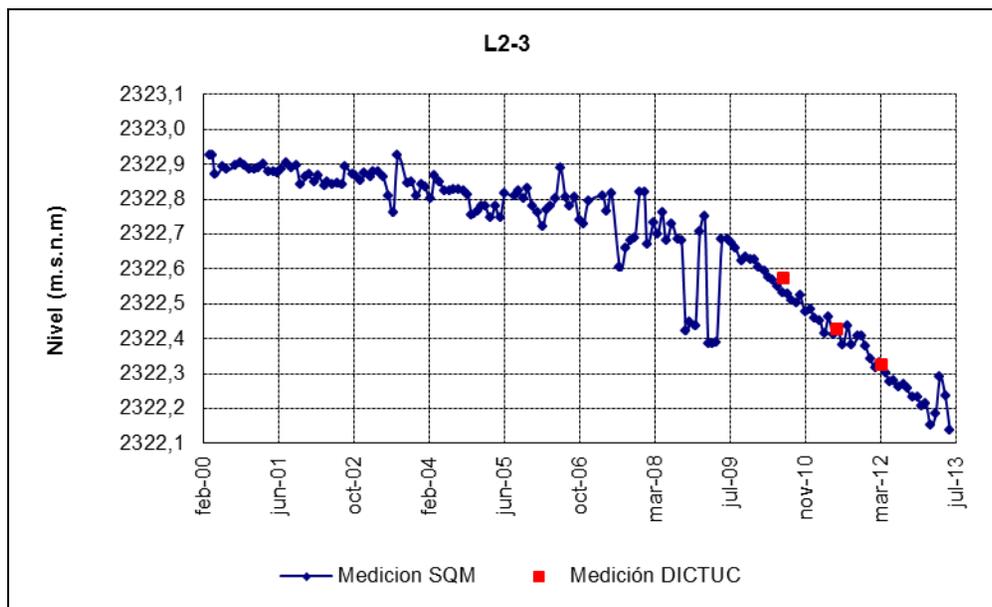


Figura 4-7: Nivel mensual observado en el pozo L2-3



¹ La diferencia observada entre la primera medición SQM y DICTUC S.A. se explica porque estas fueron realizadas en diferentes fechas y es un pozo que posee gran variación por su cercanía a un pozo de bombeo.

Figura 4-8: Nivel mensual observado en el pozo L2-7

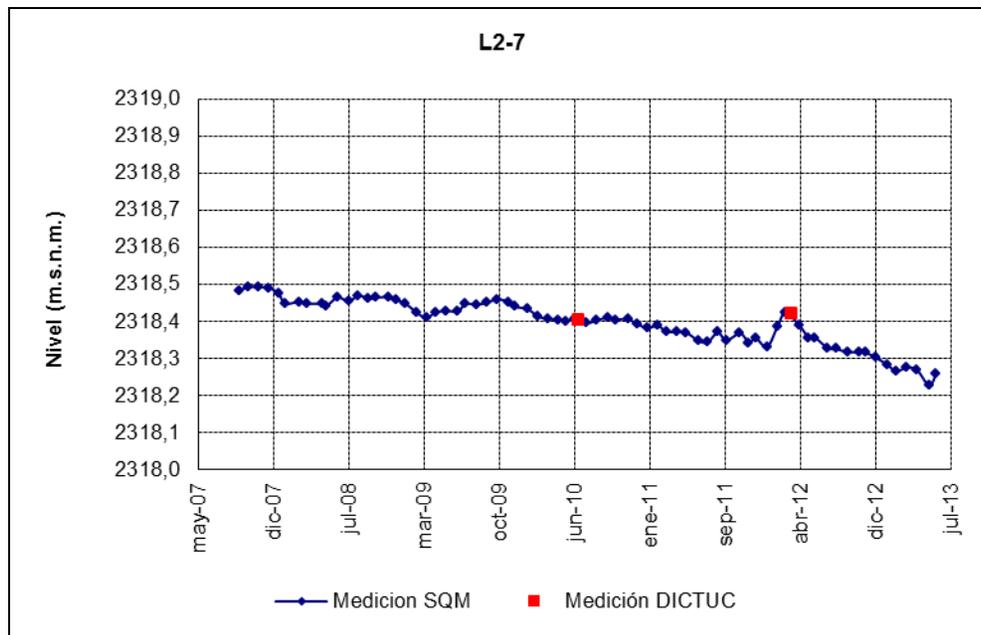


Figura 4-9: Nivel mensual observado en el pozo L7-1

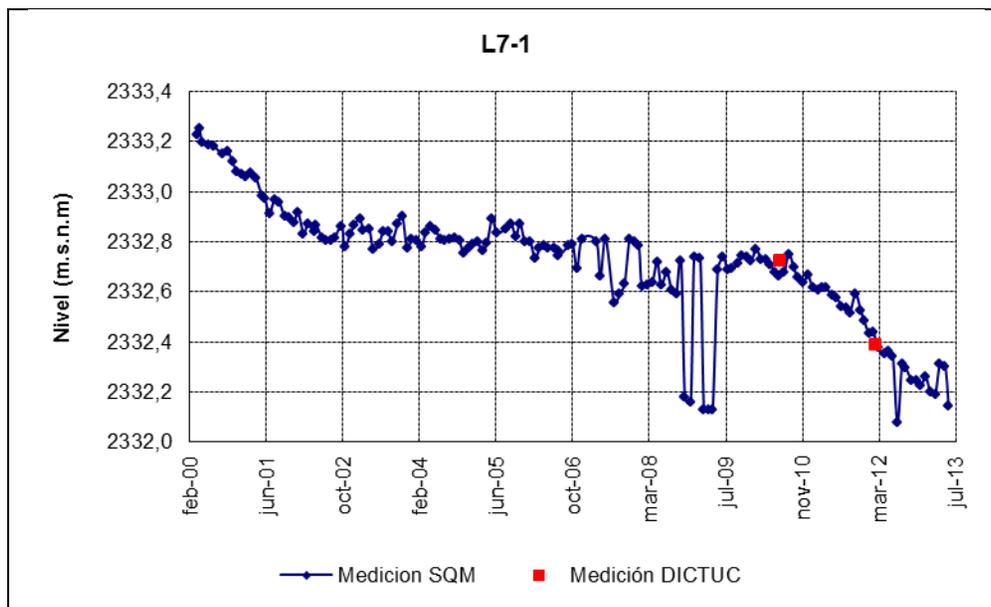


Figura 4-10: Nivel mensual observado en el pozo L7-2

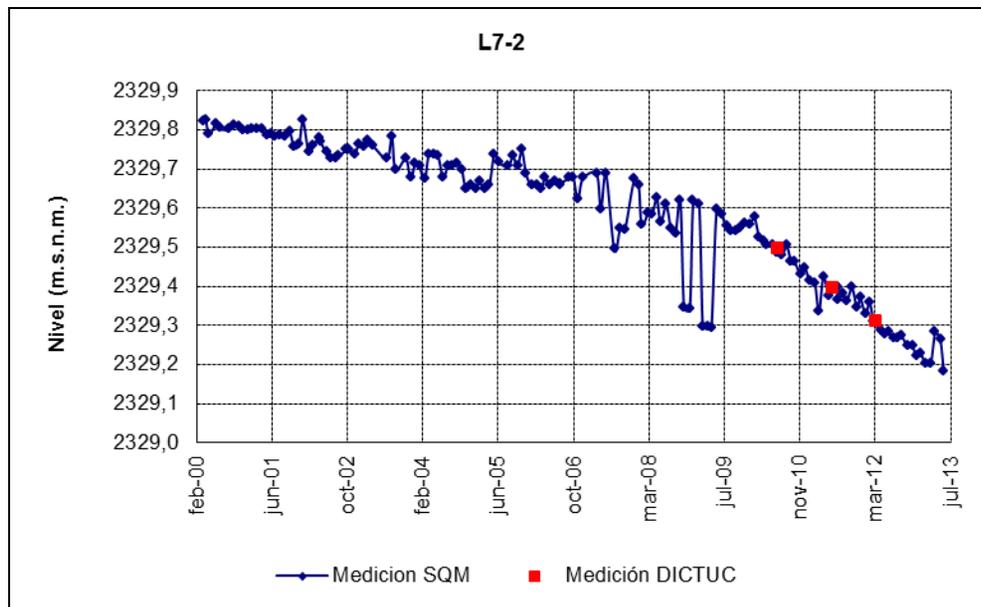
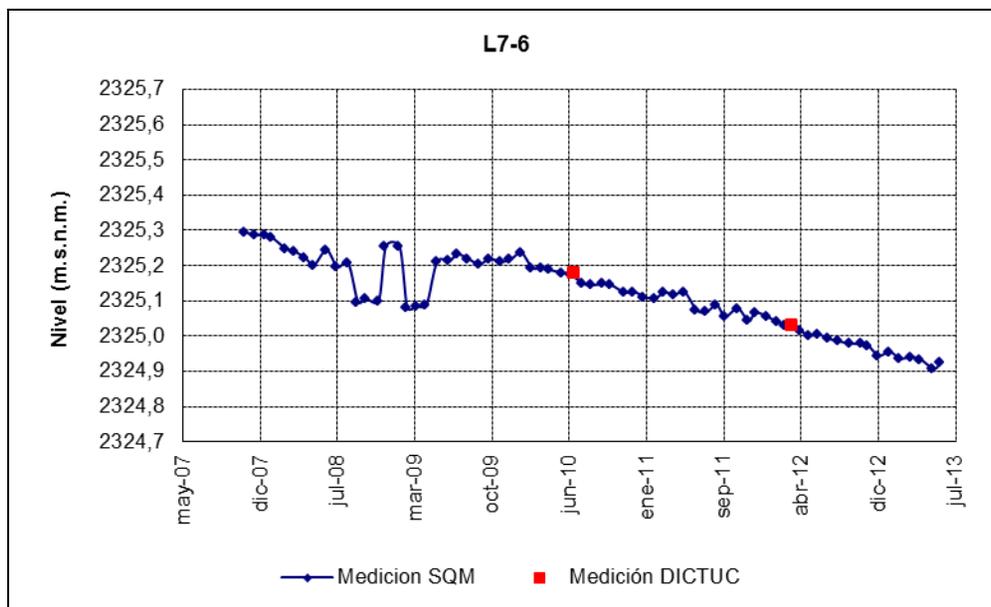
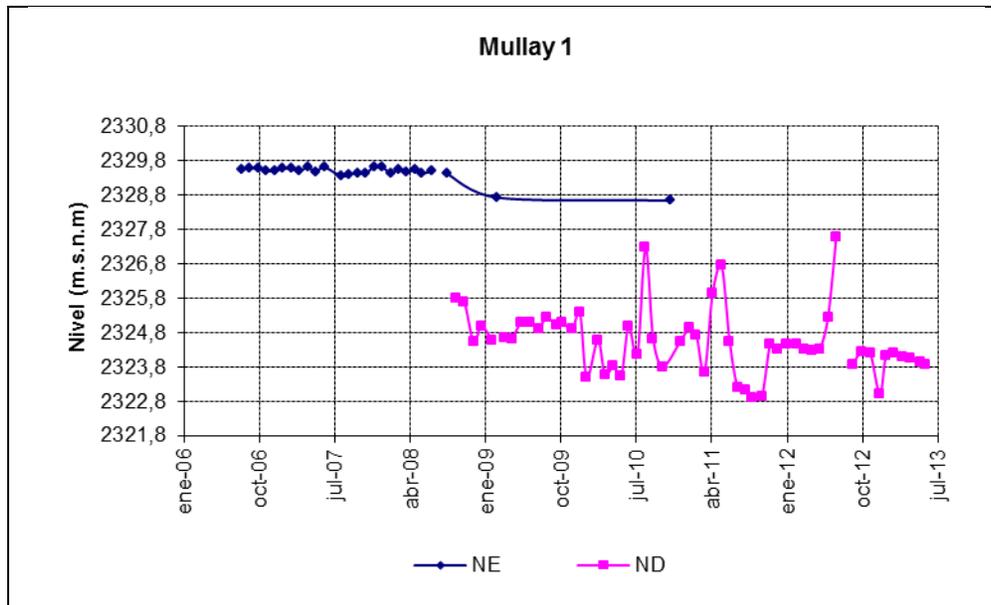


Figura 4-11: Nivel mensual observado en el pozo L7-6



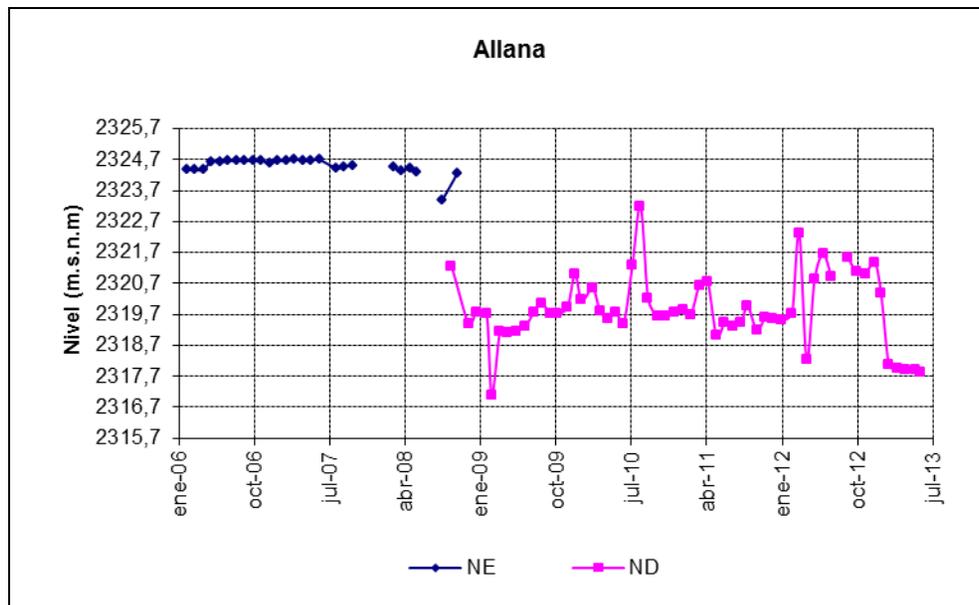
El pozo Mullay 1 (Figura 4-12) comenzó a operar como pozo de bombeo el día 15 de septiembre de 2008. Dado que fue necesario implementar un sistema de medición de niveles (línea de aire) se modificó el punto de referencia quedando la cota definitiva en 2.404,129 m.s.n.m. Durante el mes de agosto de 2012 no pudo obtenerse el nivel en este pozo ya que se encontraba obstruido.

Figura 4-12: Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Mullay 1



El pozo Allana (Figura 4-13) no presenta monitoreo de los niveles 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. Durante el mes de agosto de 2012 no pudo obtenerse el nivel ya que al momento de realizar el monitoreo, éste se encontraba obstruido.

Figura 4-13: 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 el efecto de la evaporación y por el aumento de flujos subsuperficiales y subterráneos en época invernal.

De manera general, hasta enero de 2012 se puede observar una tendencia similar al histórico en el nivel en los pozos ubicados en los sectores sur y oeste de la zona marginal (pozos RC, L1-12, L1-14, L2-12, L2-13, L2-17, L2-18, L2-19, L2-22). Respecto de los otros pozos a enero de 2012 se ha observado una mantención de sus niveles e incluso un aumento en aquellos pozos que están más influenciados por el aporte subterráneo proveniente desde el acuífero del borde este (L1-4, L1-6, L1-7, L1-9, L1-10, L1-11, L1-13, L1-15, L1-16, L2-4, L2-10, L2-15, L2-21, L2-24, L7-3, L7-4, L7-5, L7-7, L7-10, L7-11, L7-12, L11-1, L11-2). Se han observado variaciones estacionales de nivel de hasta 70 cm en pozos o reglillas más cercanos a cuerpos de agua superficial como la laguna Barros Negros (por ejemplo los pozos L1-8, L1-13, RC1, L7-G1, L2-5, L2-10, L2-15, L2-21, L2-24, L1-G4, P1-6 y P1-7, entre otros).

Como consecuencia de las lluvias ocurridas entre el 8 y 15 de febrero de 2012, las que acumularon 46,9 mm y provocaron inundaciones y cortes de camino (los días 10 y 11 de febrero de 2012 se registraron 27,9 y 10,9 mm respectivamente), en los gráficos de nivel se observan aumentos significativos en el nivel del acuífero en esta fecha, pero posteriormente en los meses de abril, mayo y junio fueron disminuyendo, pero manteniéndose por sobre los niveles observados a enero de 2012.

También se observa en la mayoría de los pozos un aumento de nivel, aunque en menor grado que el año 2012, debido a las precipitaciones del 7 al 9 de febrero del 2013, las que acumularon 27,3 mm medidos en la estación Chaxa. También se destacar que el 17 de mayo se produjo una precipitación acumulando 10,9 mm medidos en la misma estación meteorológica.

En los pozos que se tiene un registro de nivel histórico (pozos 1027 y L1-4), se logra observar que durante los últimos años los niveles han cambiado su tendencia notándose un aumento gradual de nivel, pero siempre regido por el comportamiento estacional de la zona marginal, haciéndose más notorio este aumento de nivel entre febrero y abril de 2012. En términos generales se aprecia que la gran mayoría de los pozos se encuentran aumentando ligeramente sus niveles o bien se encuentran estabilizados, donde la mayoría de los pozos se vio influenciado por las lluvias de febrero de 2012 y 2013. Este comportamiento podría estar asociado al aumento de la recarga desde el acuífero del borde este producto de mayores precipitaciones locales ocurridas durante los últimos años y en especial el primer semestre de 2012 y 2013, lo que también se ve reflejado en los aumentos de nivel en varias de las reglillas asociadas al sistema Soncor como las L1-G4 y L7-G1.

Los pozos ubicados más al sur como el GD-01 muestran un comportamiento intermedio entre la zona marginal (comportamiento estacional relacionado con el funcionamiento de la laguna Barros Negros) y el núcleo, sin embargo se nota la influencia de las lluvias de febrero de 2012 y 2013 en el comportamiento de este pozo.

Las lluvias antes mencionadas (febrero 2012) ocurridas en el borde este del Salar de Atacama, imposibilitaron realizar el monitoreo de todos los pozos del PSA por problemas de inundación y cortes de camino. Dentro de los pozos no monitoreados en febrero de 2012 están: L11-2, L11-1, L7-11, L7-10, L2-8, L1-16, L1-15, L1-10, L1-9, L7-7.

Los gráficos de tendencia de esta zona se presentan desde la Figura 4-14 a Figura 4-59.

Figura 4-14: Nivel mensual observado en el pozo 1027

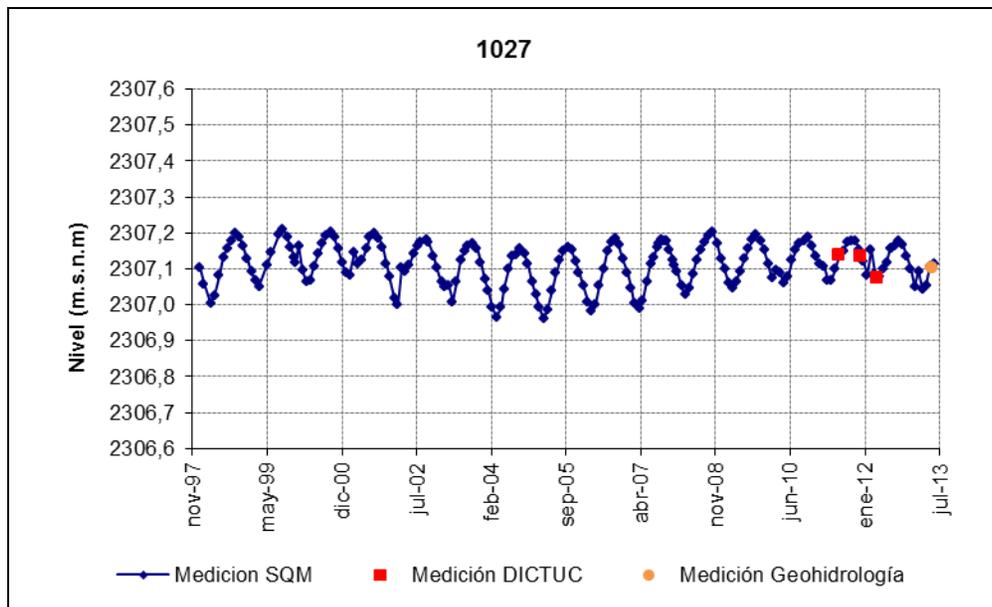


Figura 4-15: Nivel mensual observado en el pozo RC-1

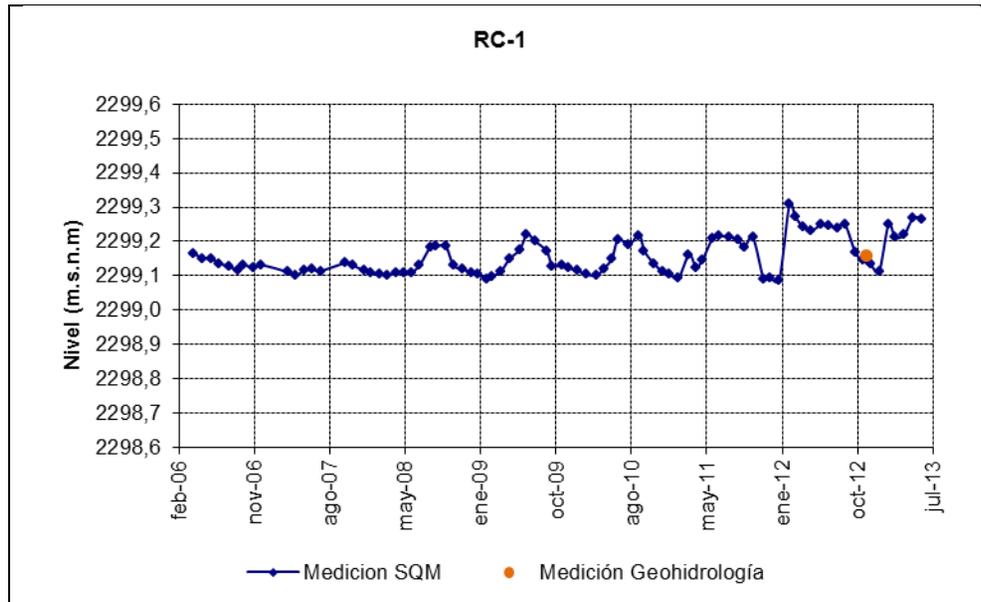


Figura 4-16: Nivel mensual observado en el pozo RC-2

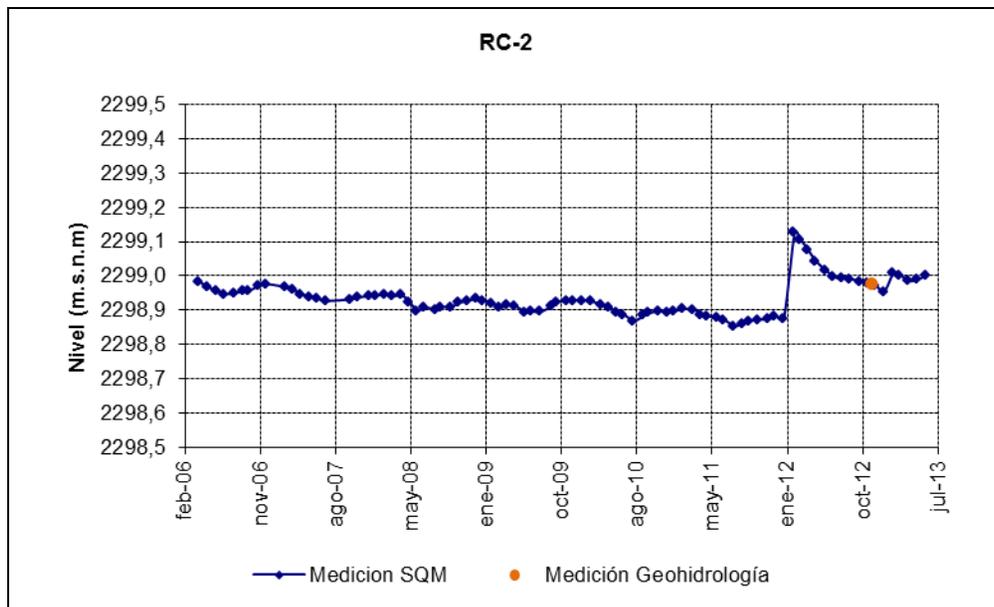


Figura 4-17: Nivel mensual observado en el pozo RC-3

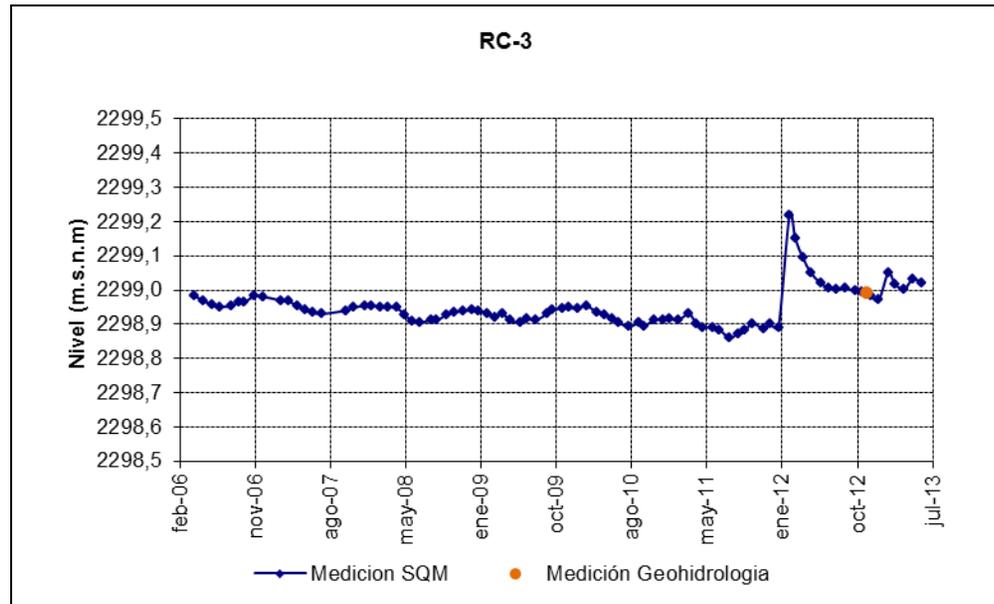


Figura 4-18: Nivel mensual observado en el pozo RC-4

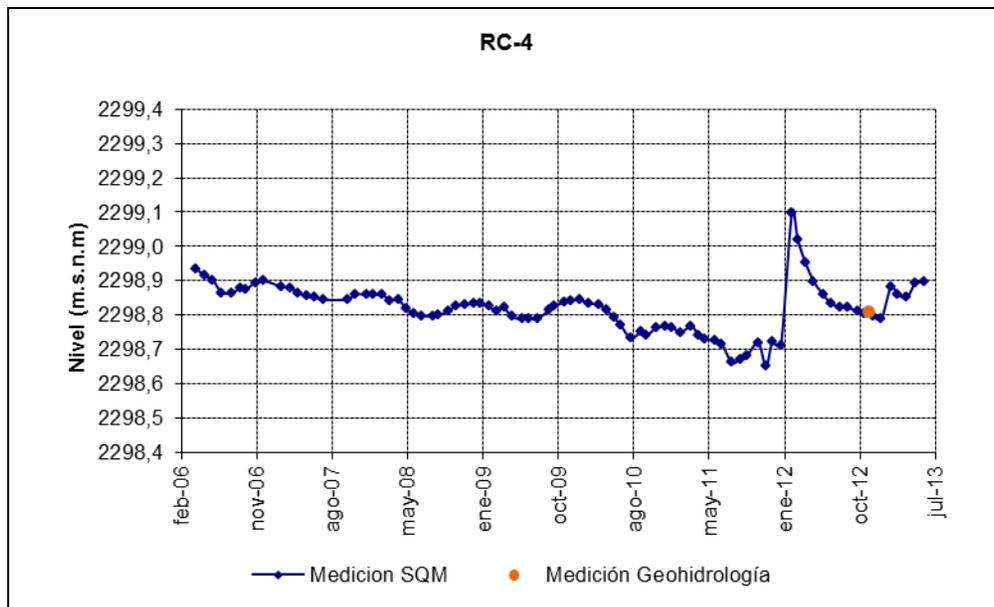


Figura 4-19: Nivel mensual observado en el pozo RC-5

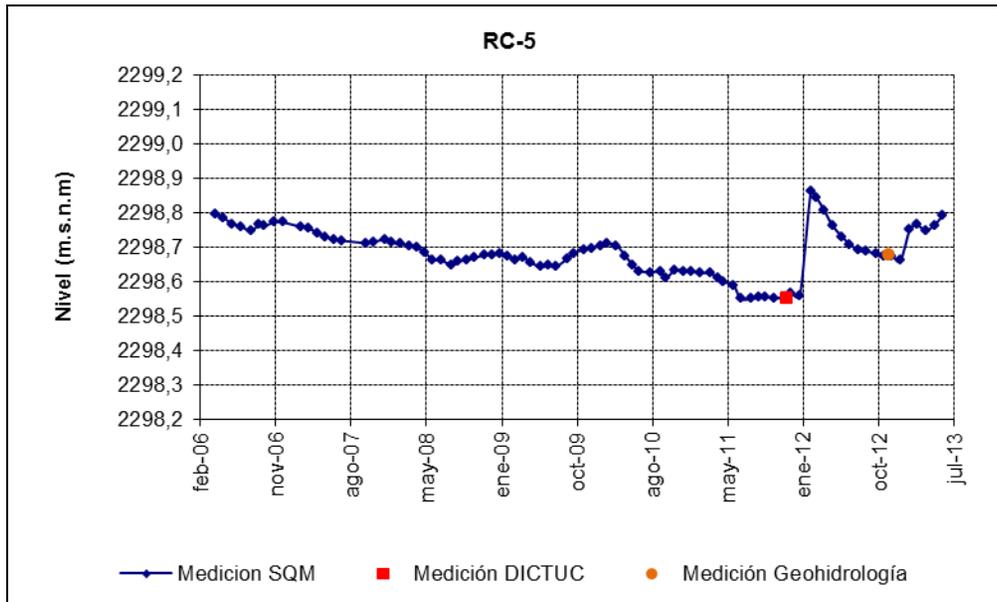


Figura 4-20: Nivel mensual observado en el pozo RC-6

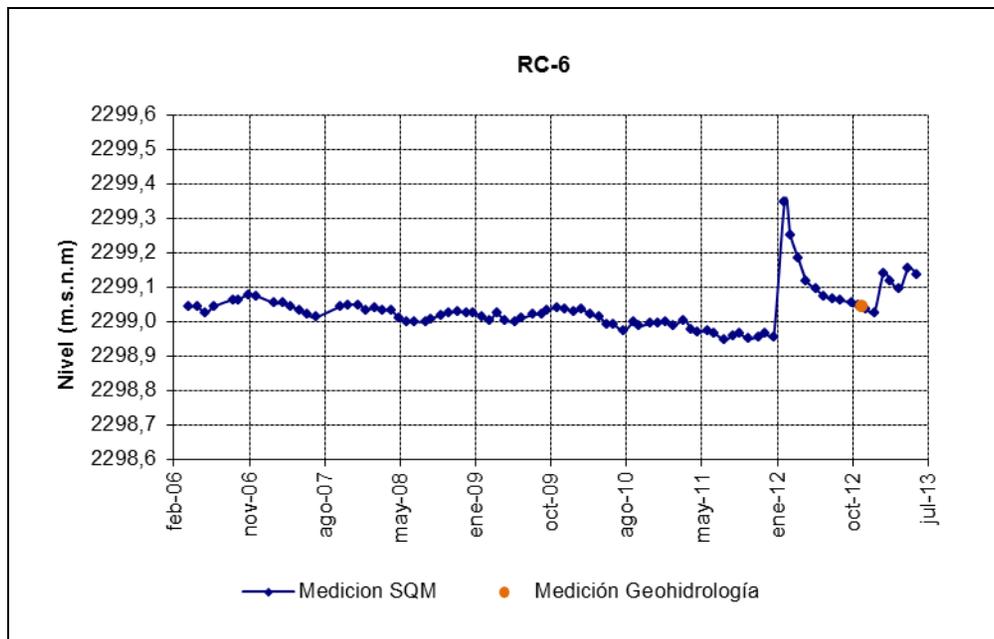


Figura 4-21: Nivel mensual observado en el pozo RC-7

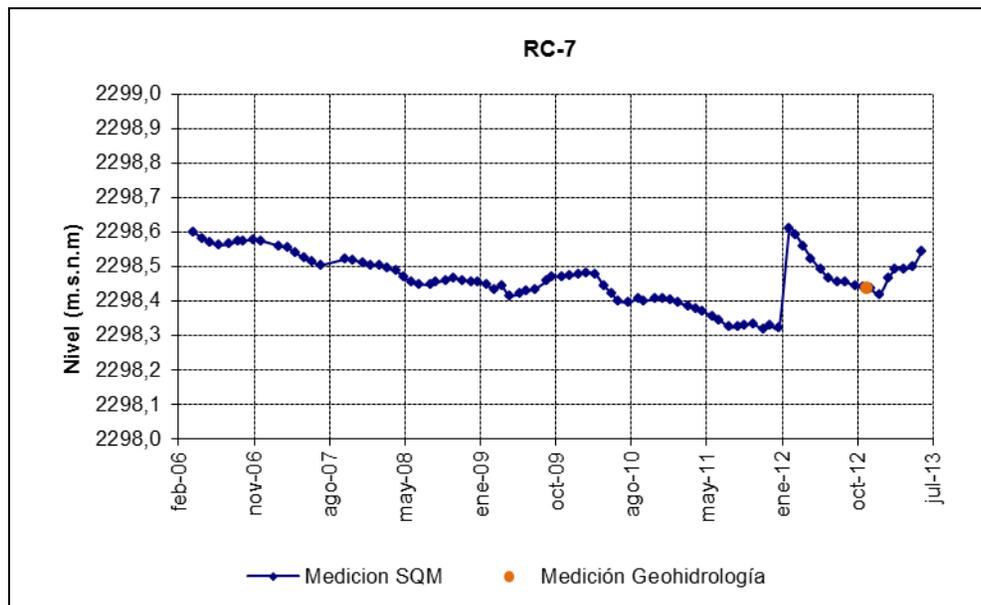


Figura 4-24: Nivel mensual observado en el pozo L1-5

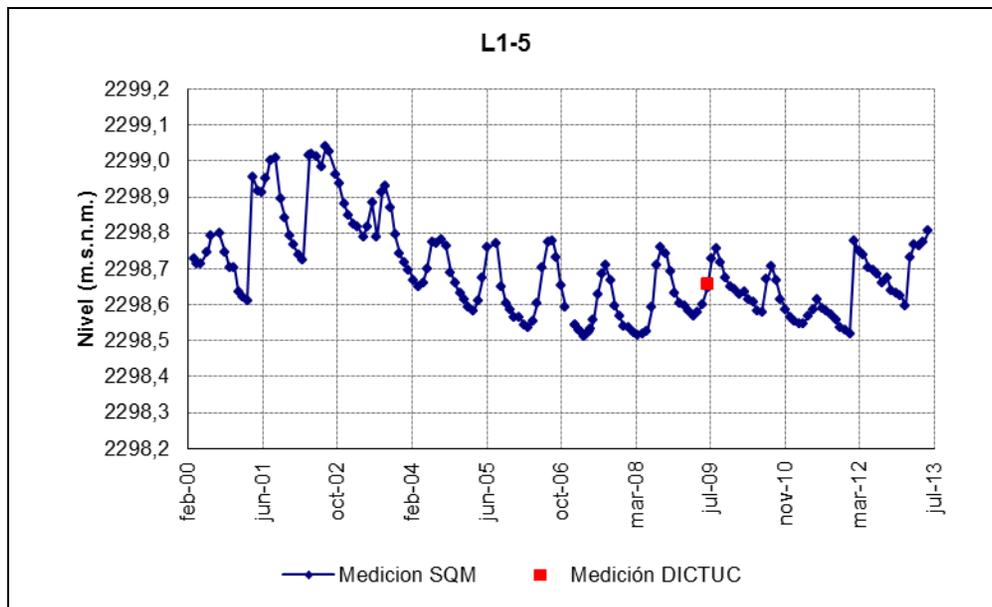


Figura 4-25: Nivel mensual observado en el pozo L1-6

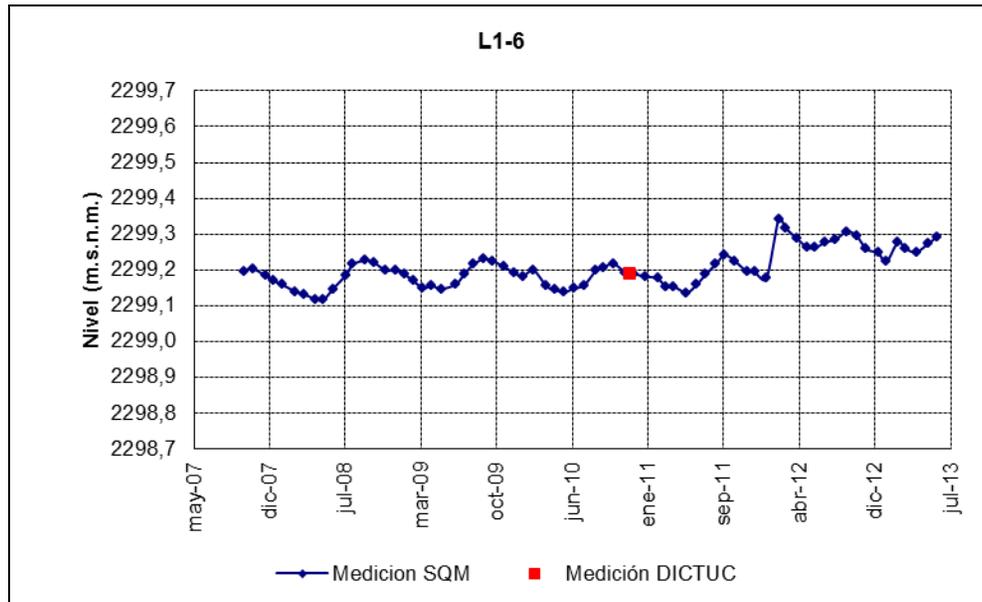


Figura 4-26: Nivel mensual observado en el pozo L1-7

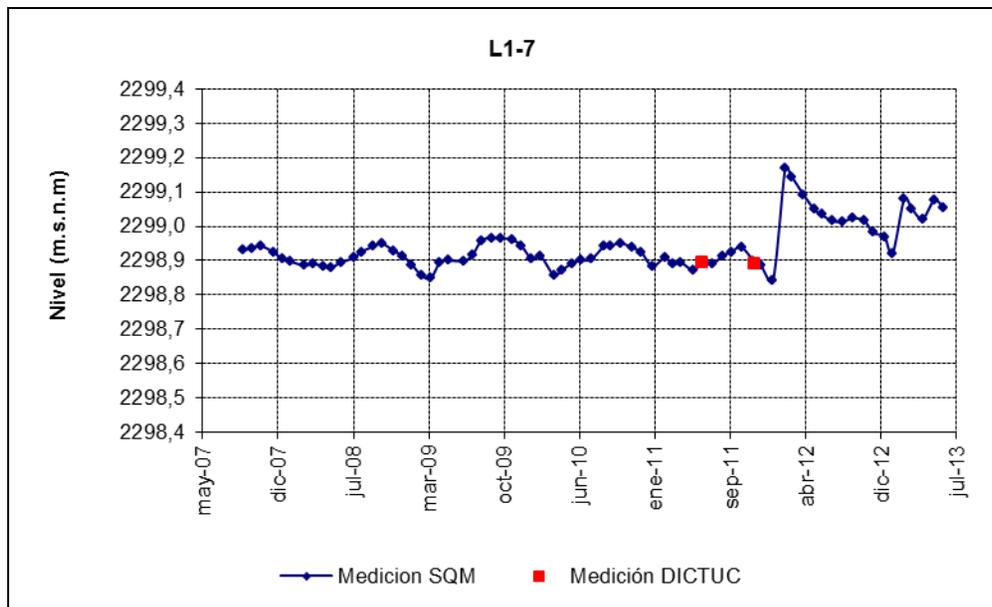


Figura 4-27: Nivel mensual observado en el pozo L1-8

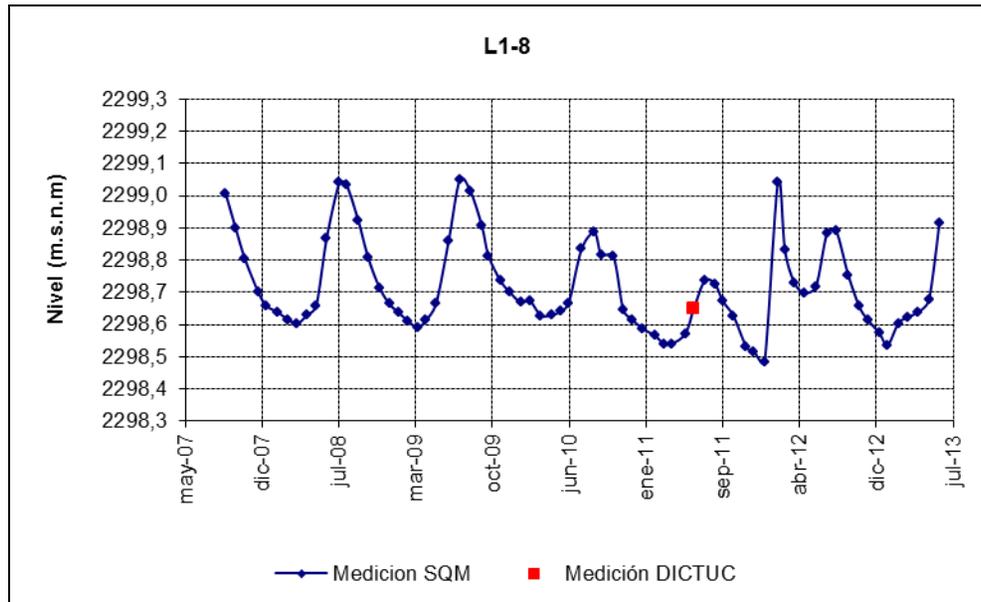


Figura 4-28: Nivel mensual observado en el pozo L1-9

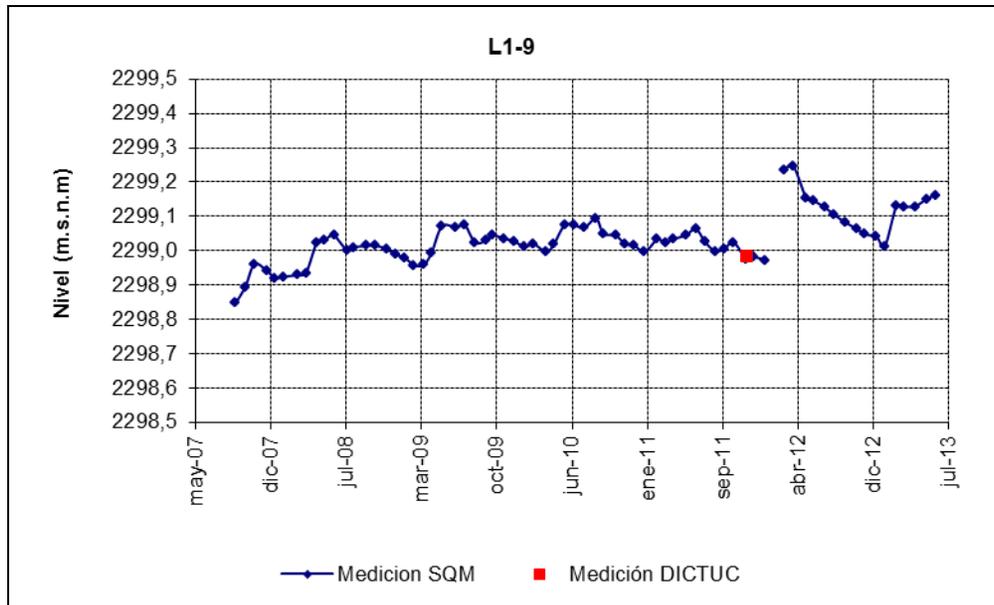


Figura 4-29: Nivel mensual observado en el pozo L1-10

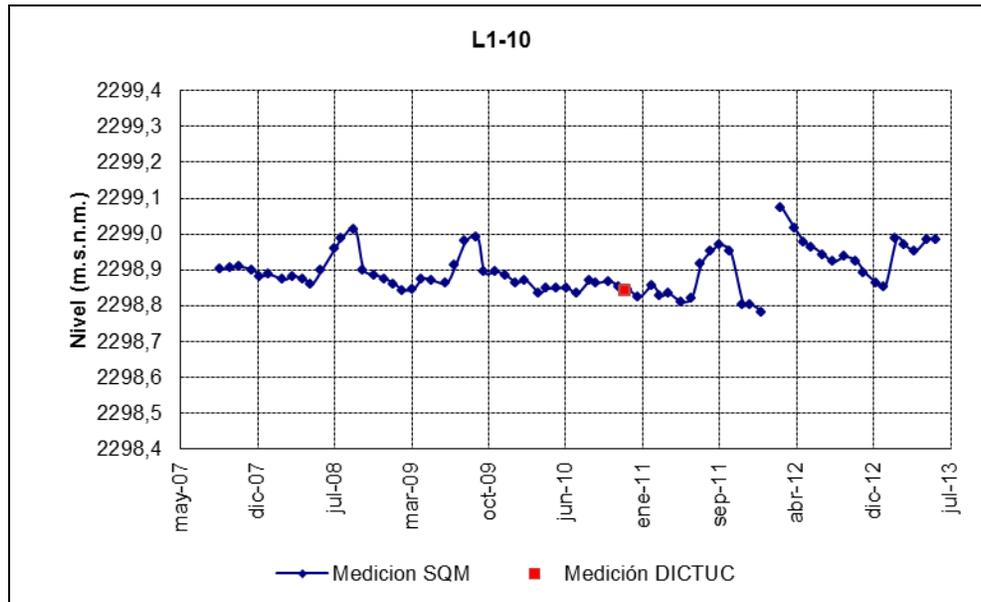


Figura 4-30: Nivel mensual observado en el pozo L1-11

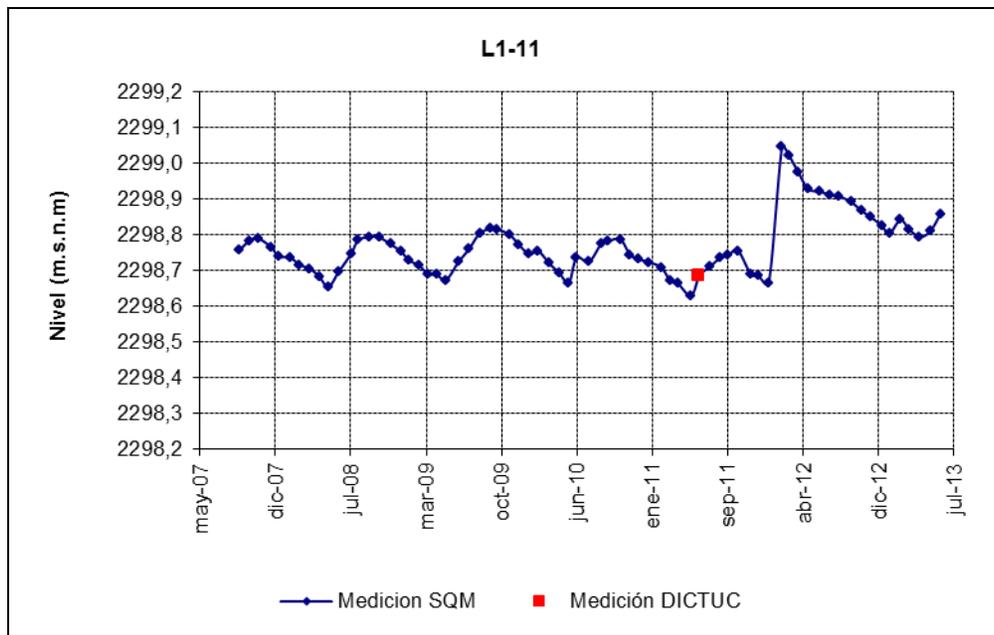


Figura 4-31: Nivel mensual observado en el pozo L1-12

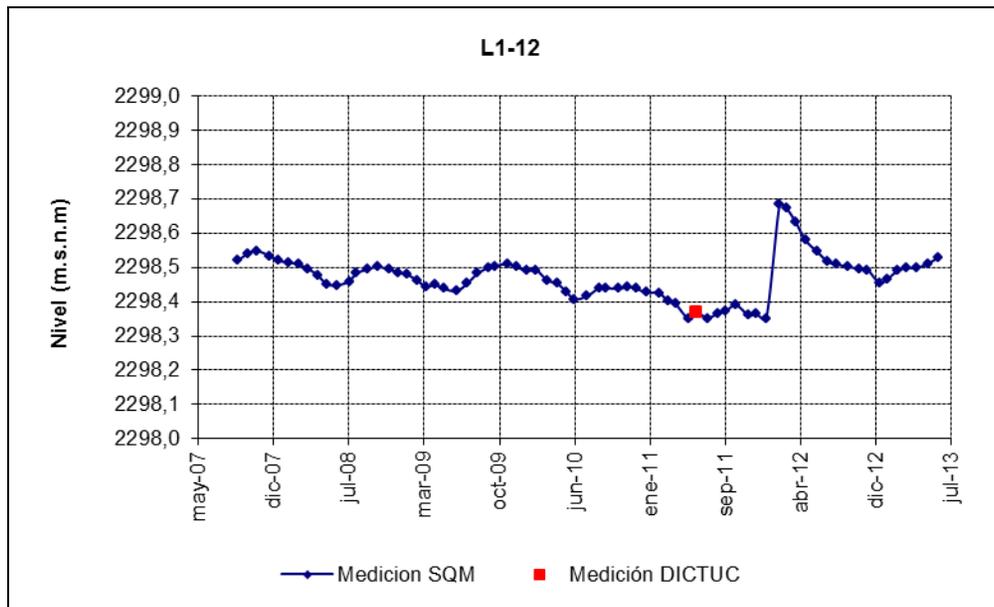


Figura 4-32: Nivel mensual observado en el pozo L1-13

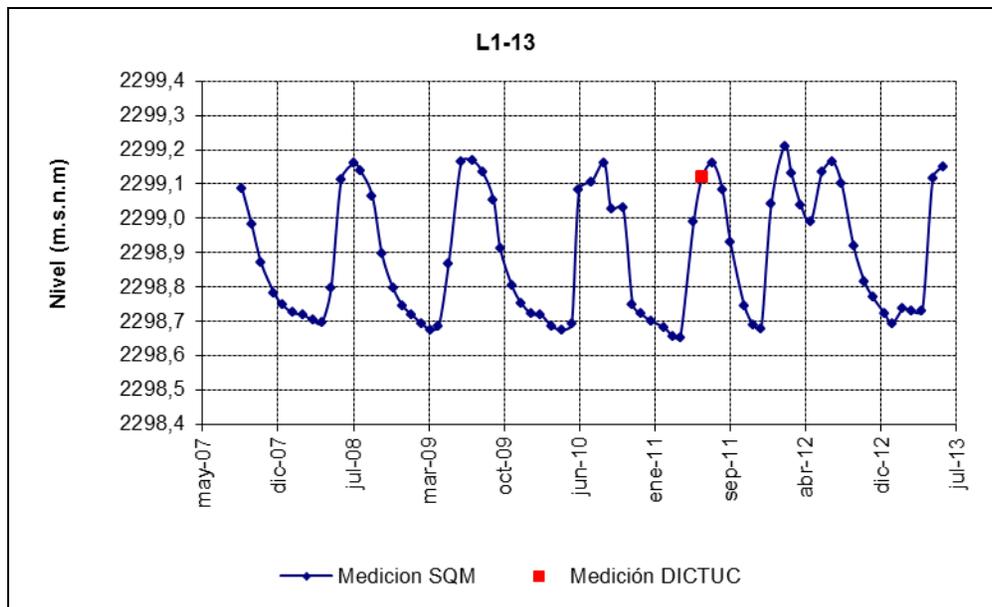


Figura 4-33: Nivel mensual observado en el pozo L1-14

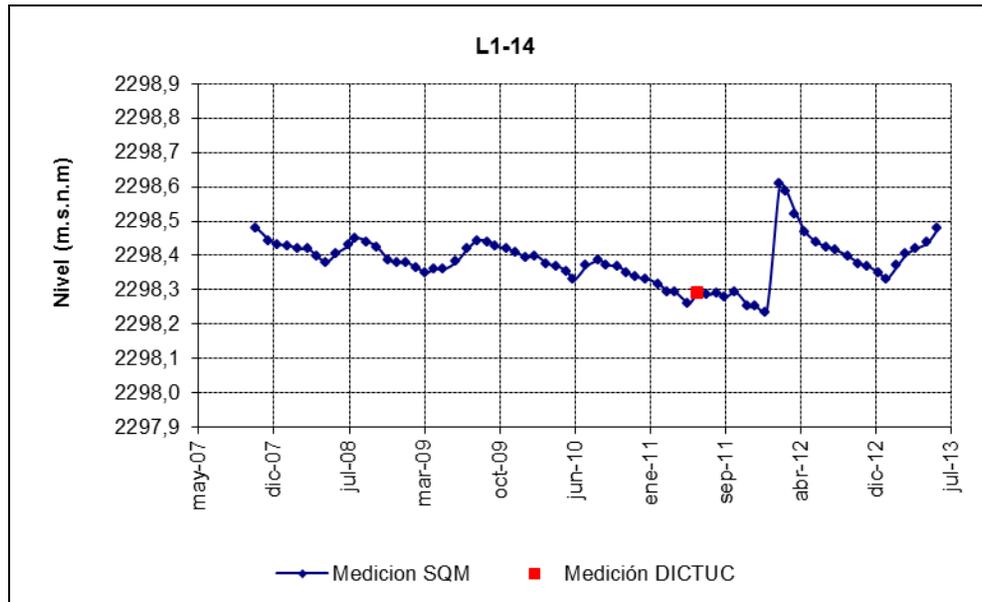


Figura 4-34: Nivel mensual observado en el pozo L1-15

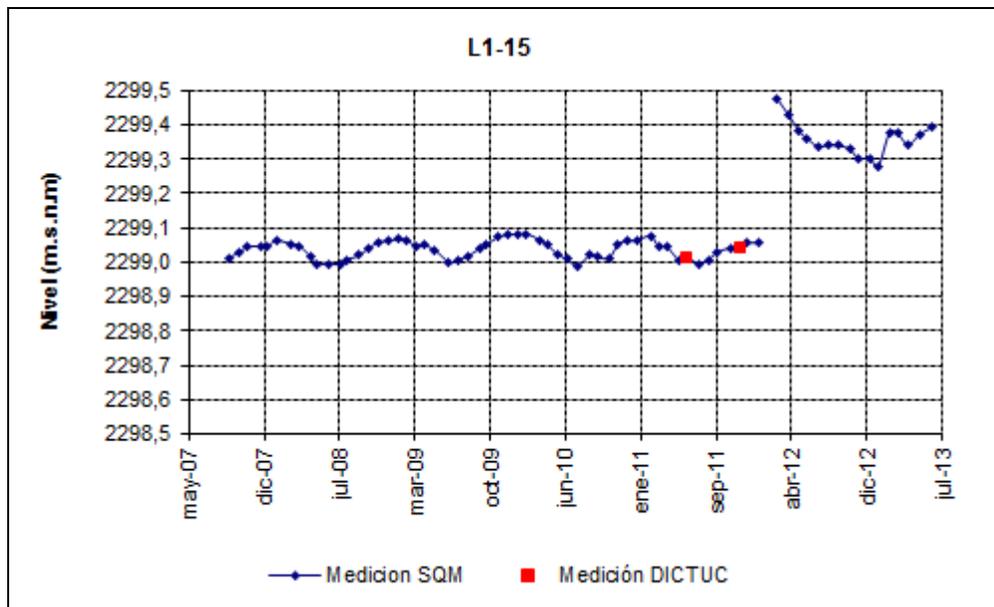


Figura 4-35: Nivel mensual observado en el pozo L1-16

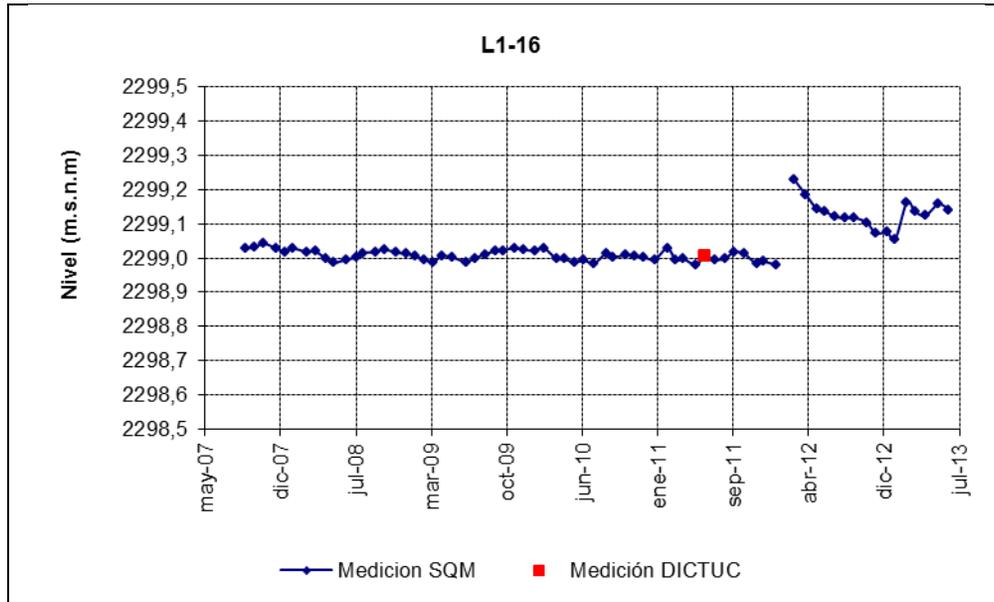


Figura 4-36: Nivel mensual observado en el pozo L2-4

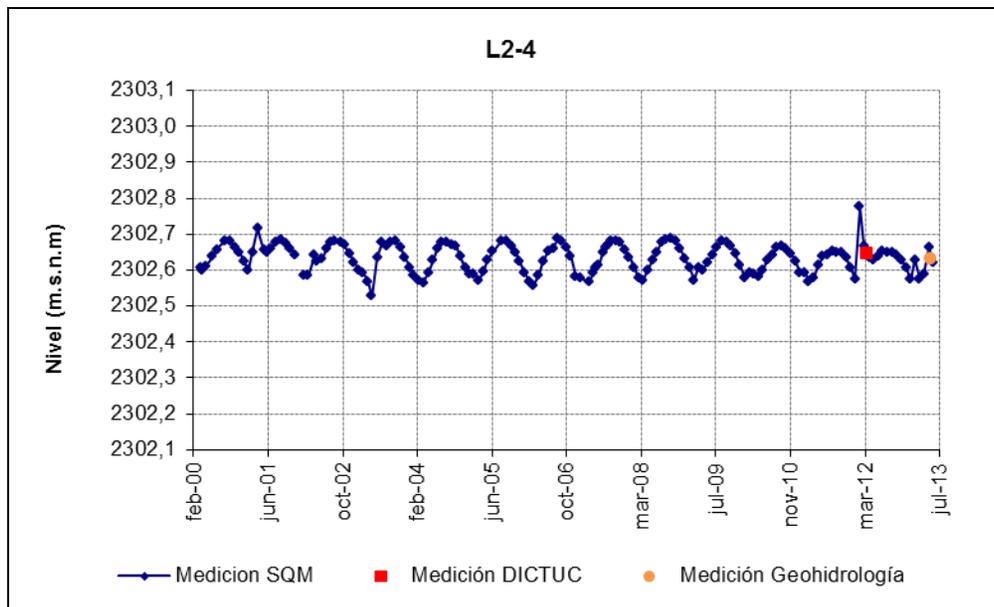


Figura 4-37: Nivel mensual observado en el pozo L2-5

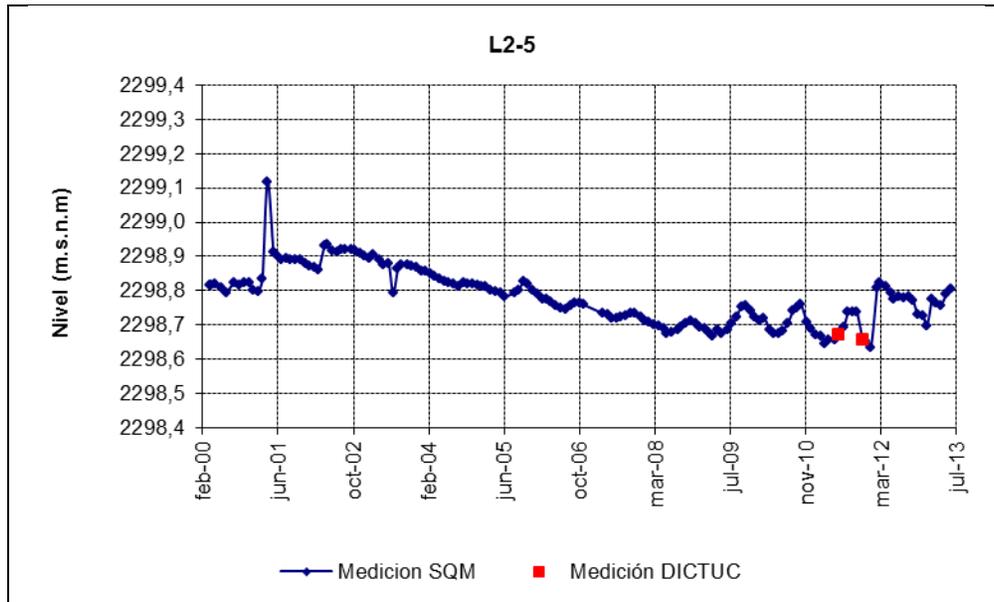


Figura 4-38: Nivel mensual observado en el pozo L2-8

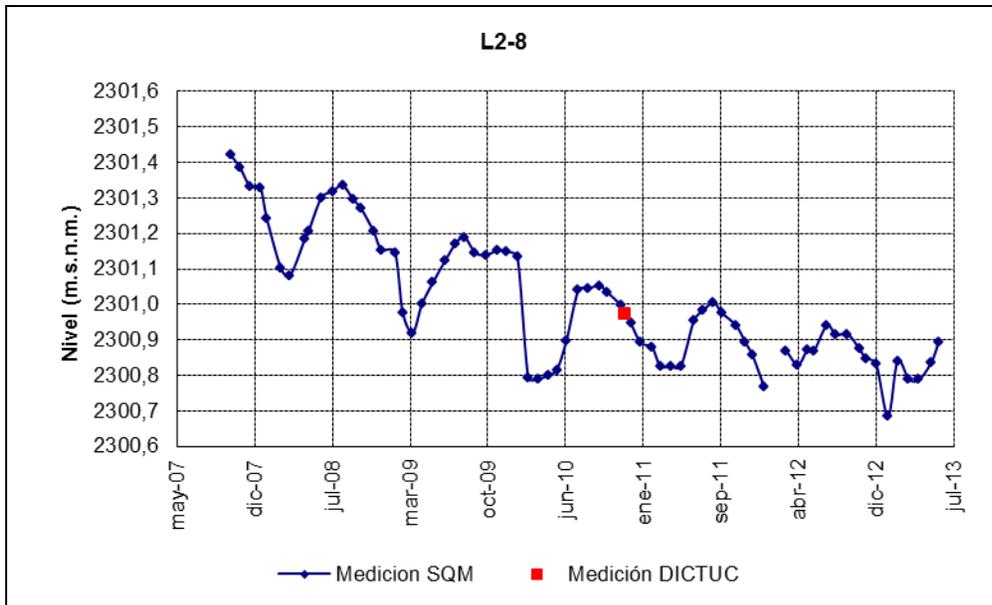


Figura 4-39: Nivel mensual observado en el pozo L2-10

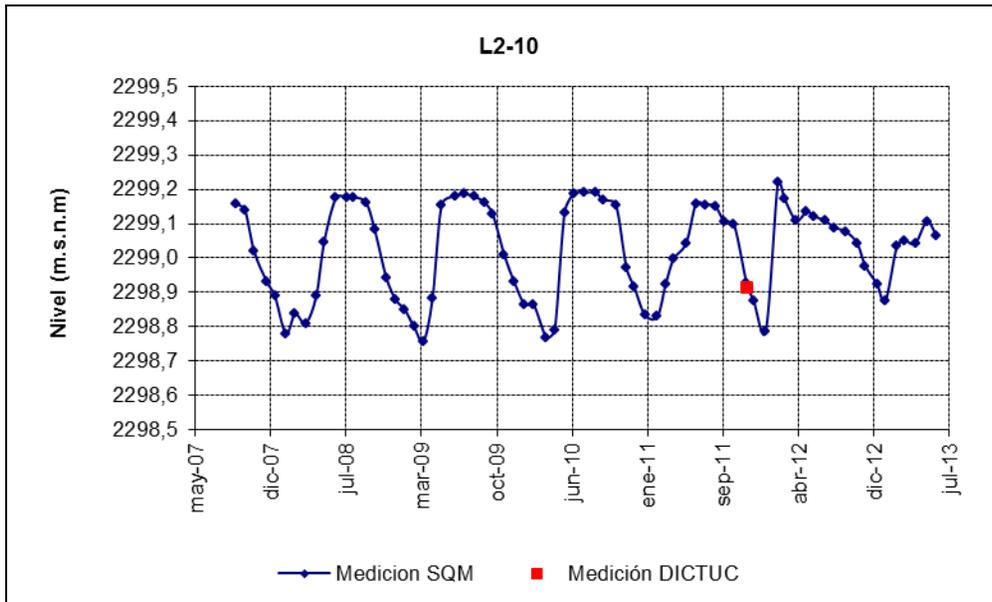


Figura 4-40: Nivel mensual observado en el pozo L2-11

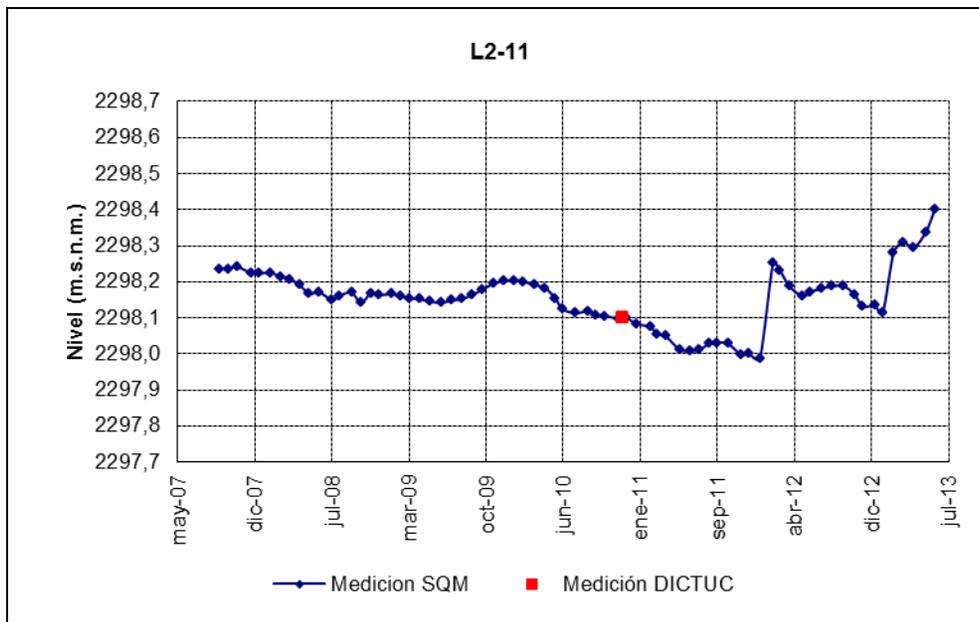


Figura 4-41: Nivel mensual observado en el pozo L2-12

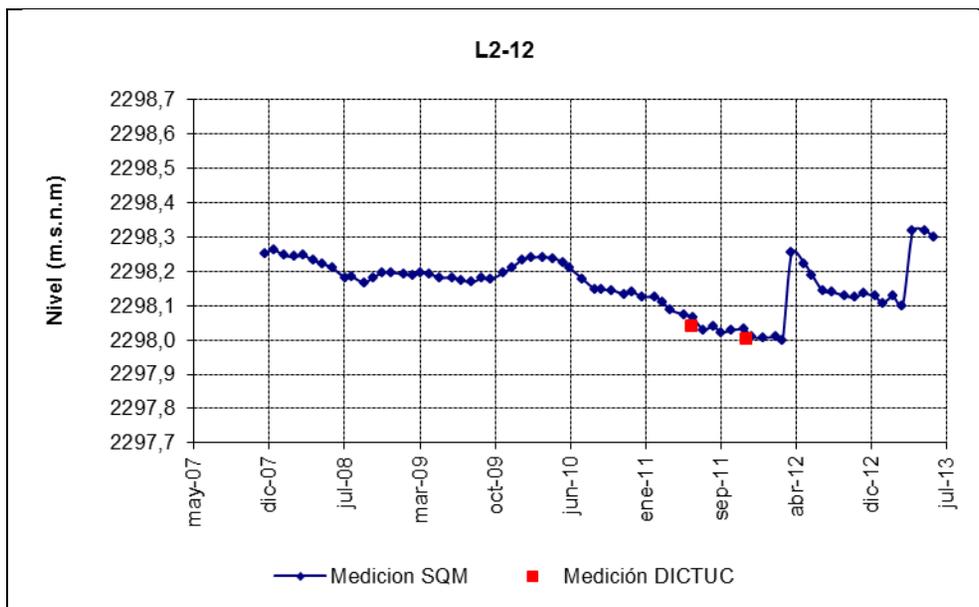


Figura 4-42: Nivel mensual observado en el pozo L2-13

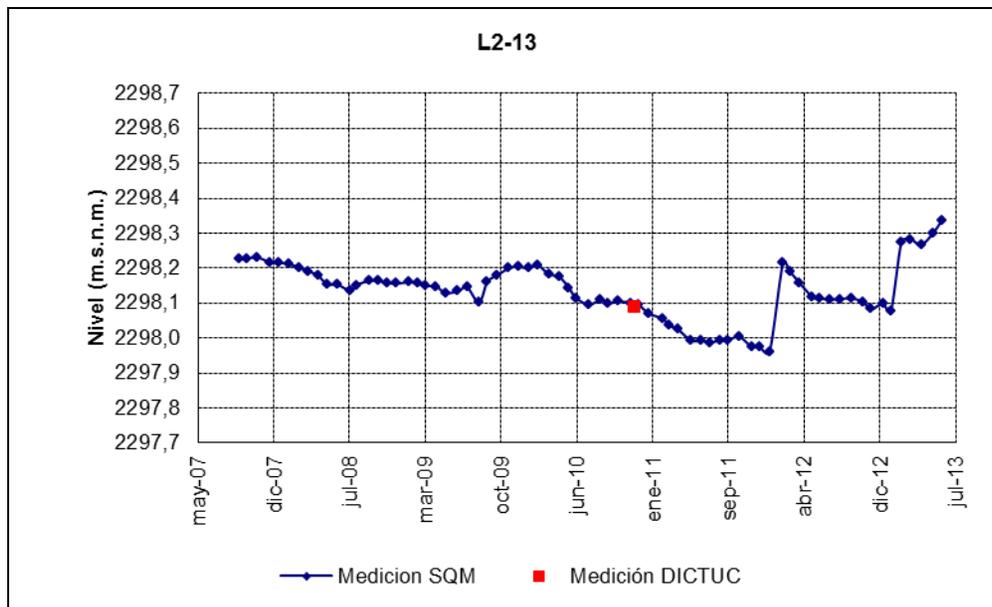


Figura 4-43: Nivel mensual observado en el pozo L2-15

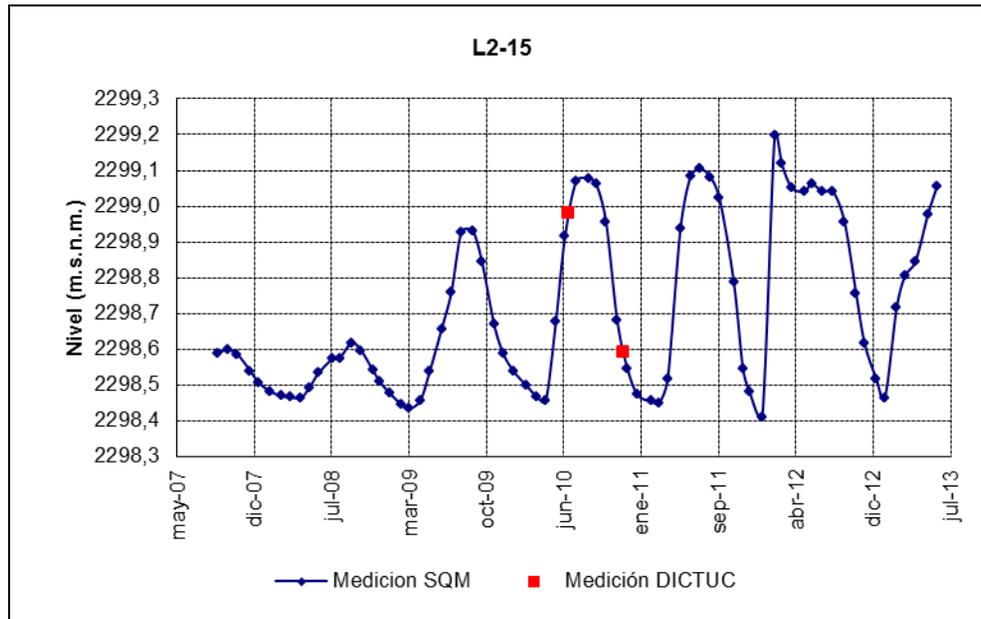


Figura 4-44: Nivel mensual observado en el pozo L2-17

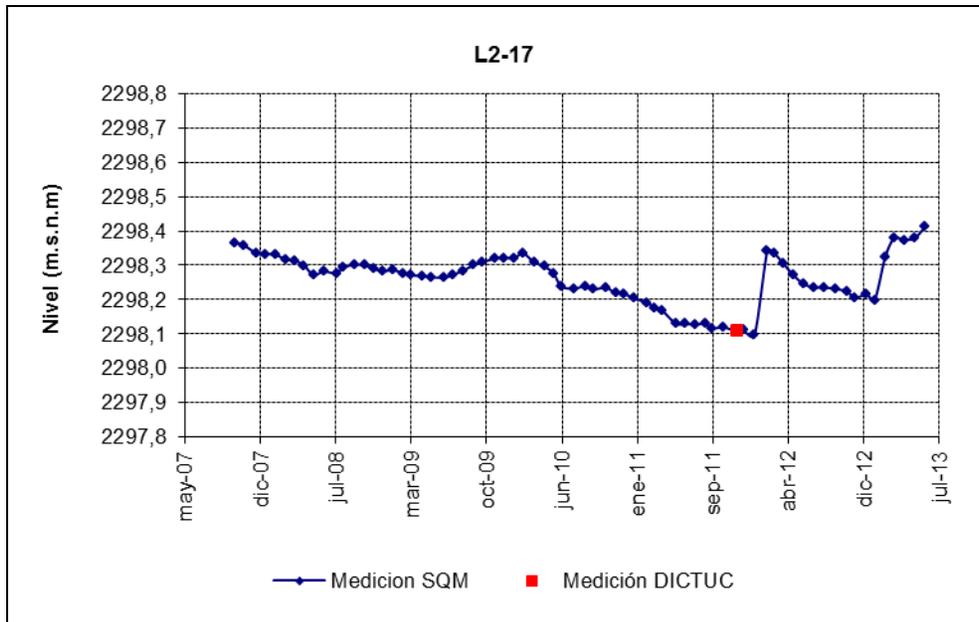


Figura 4-45: Nivel mensual observado en el pozo L2-18

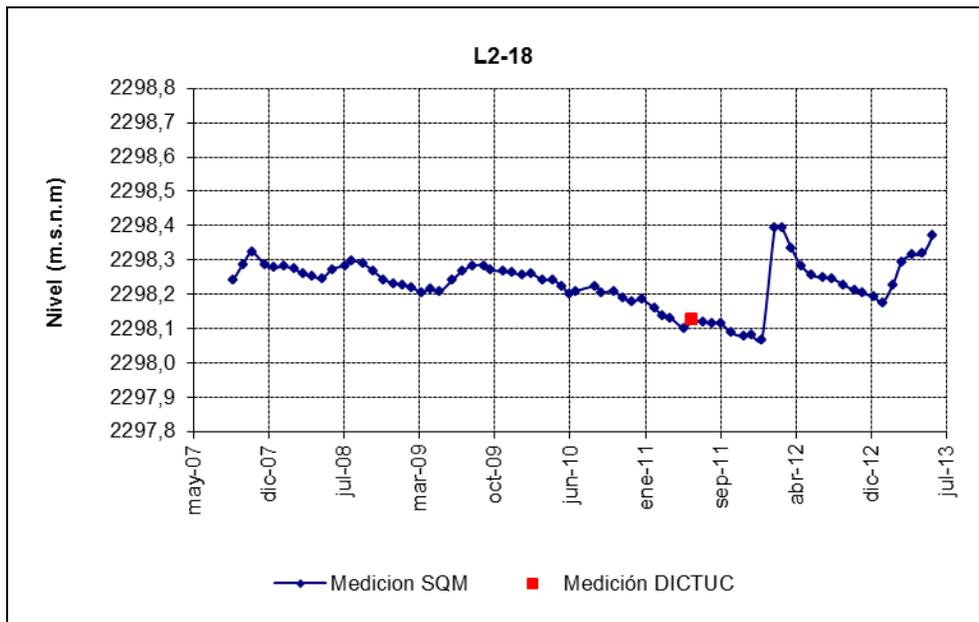


Figura 4-46: Nivel mensual observado en el pozo L2-19

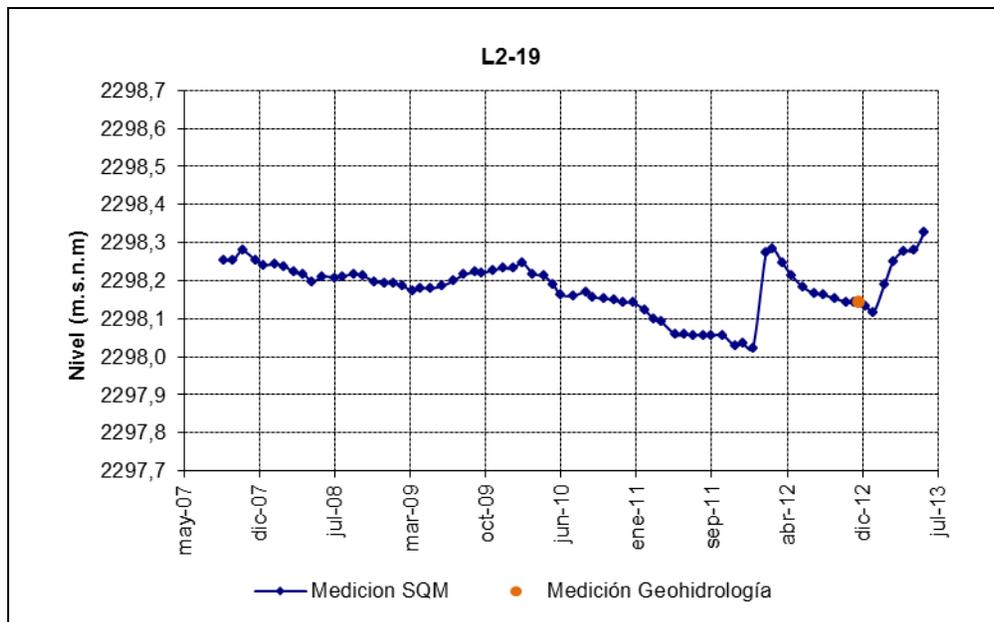


Figura 4-47: Nivel mensual observado en el pozo L2-21

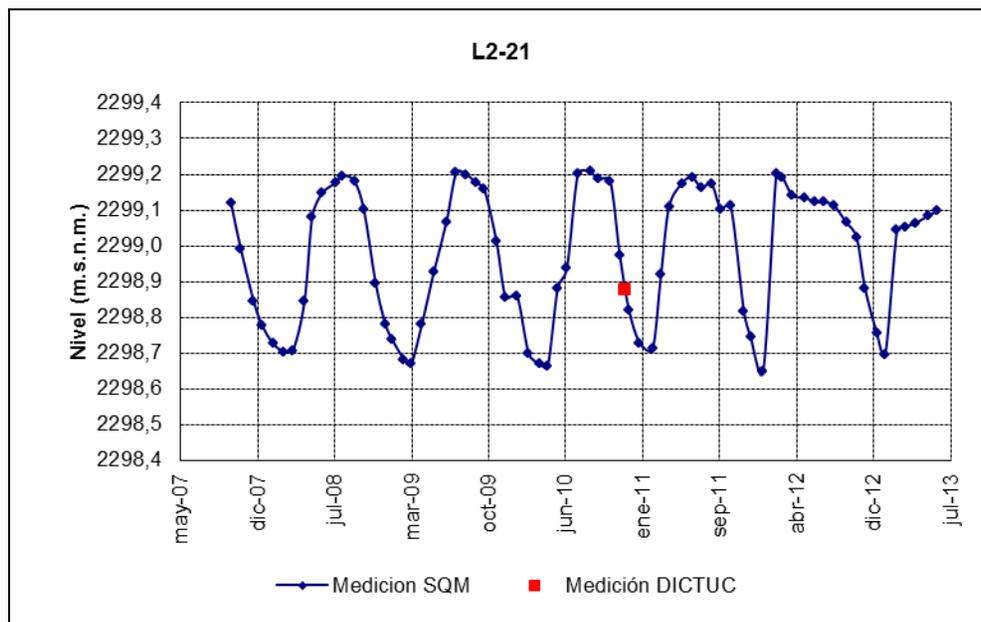


Figura 4-48: Nivel mensual observado en el pozo L2-22

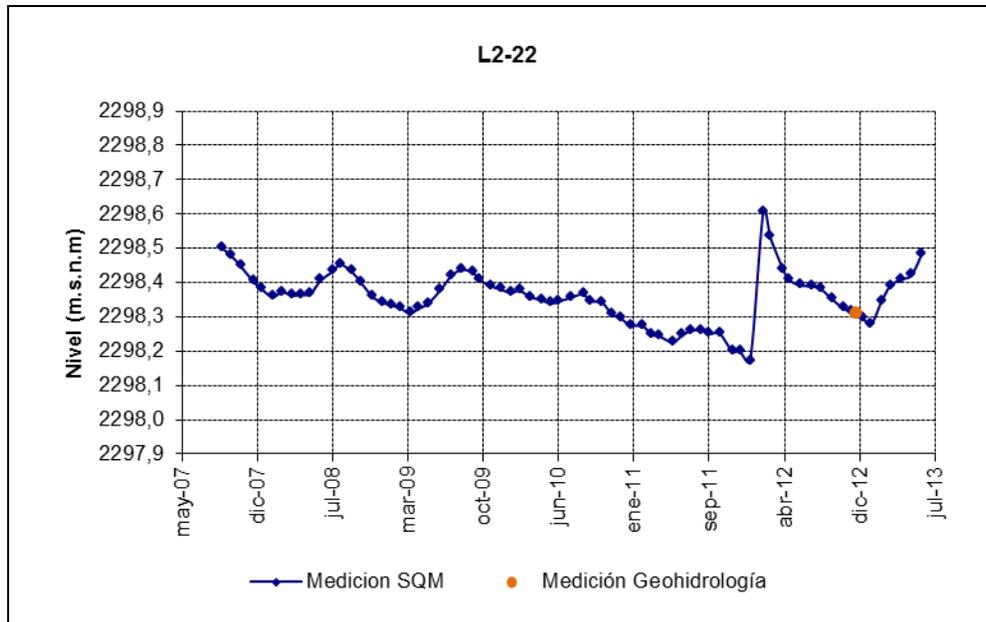


Figura 4-49: Nivel mensual observado en el pozo L2-24

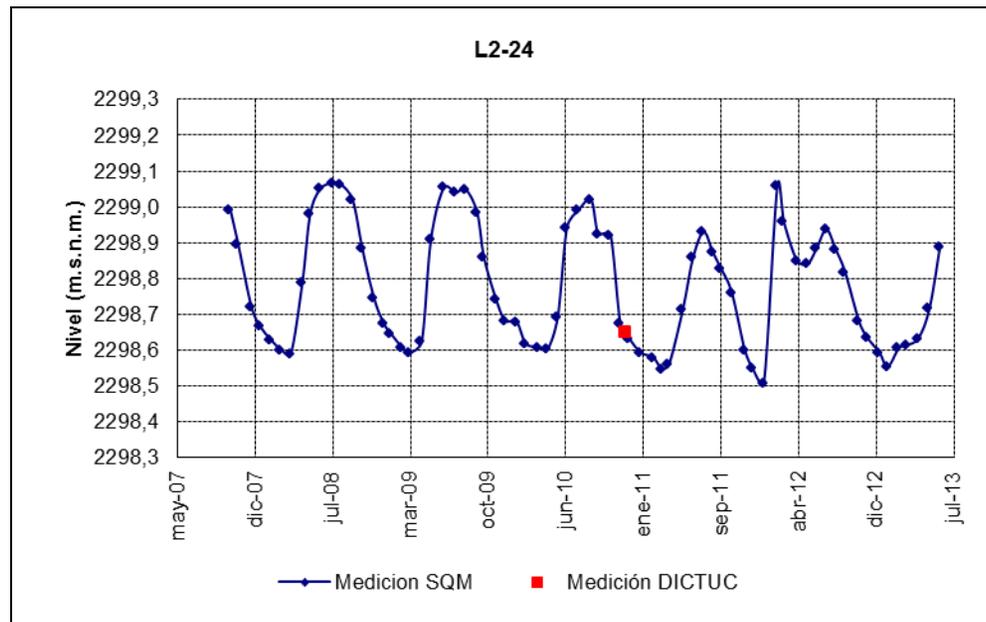
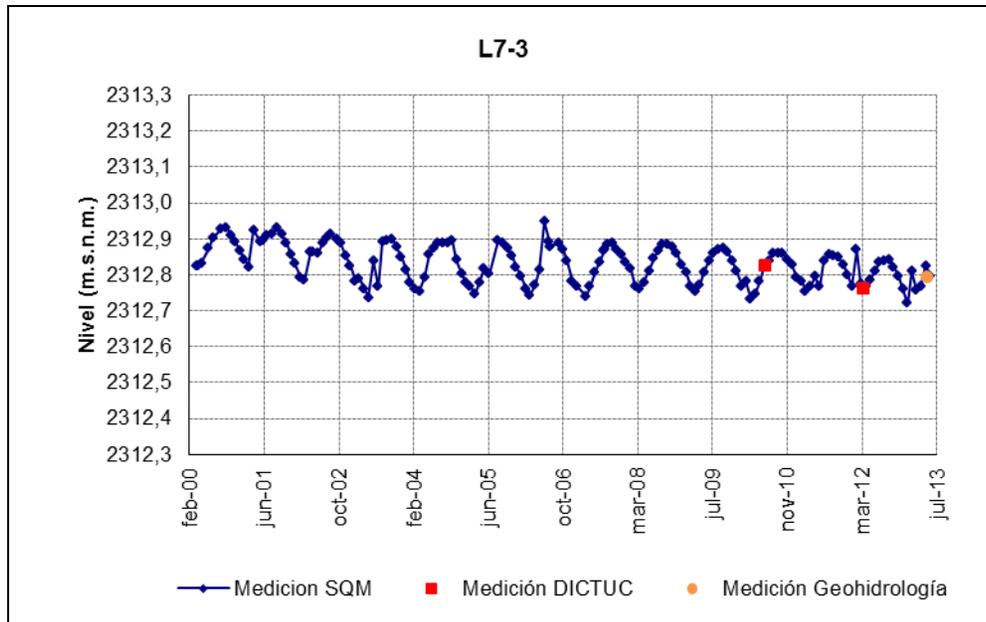


Figura 4-50: Nivel mensual observado en el pozo L7-3



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 4-51) mientras que el segundo (Figura 4-52) muestra los datos a partir de mayo de 2007.

Figura 4-51: Nivel mensual observado en el pozo L7-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

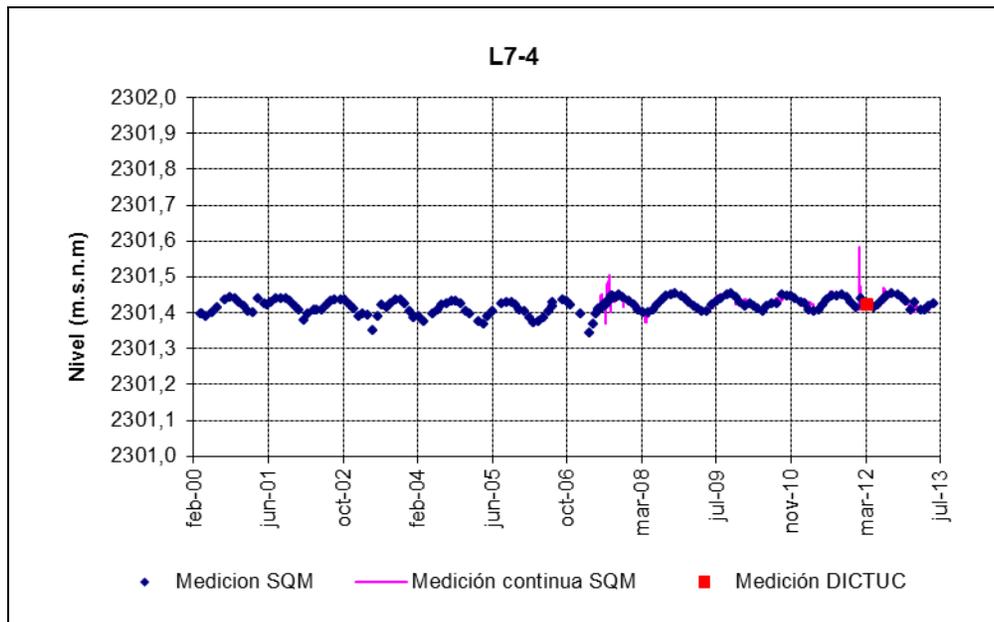


Figura 4-52: Nivel mensual observado en el pozo L7-4 desde el 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

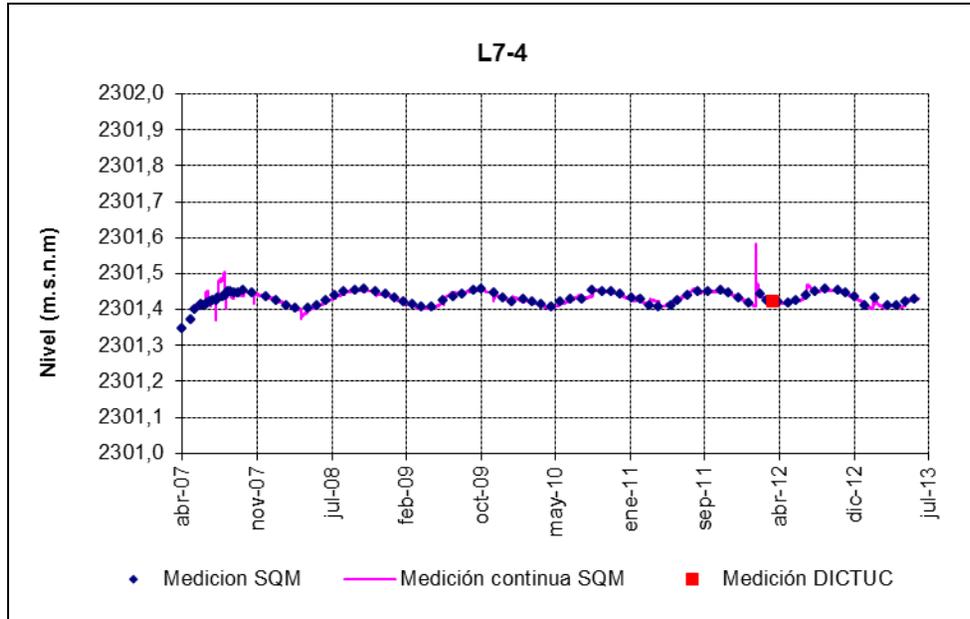


Figura 4-53: Nivel mensual observado en el pozo L7-5

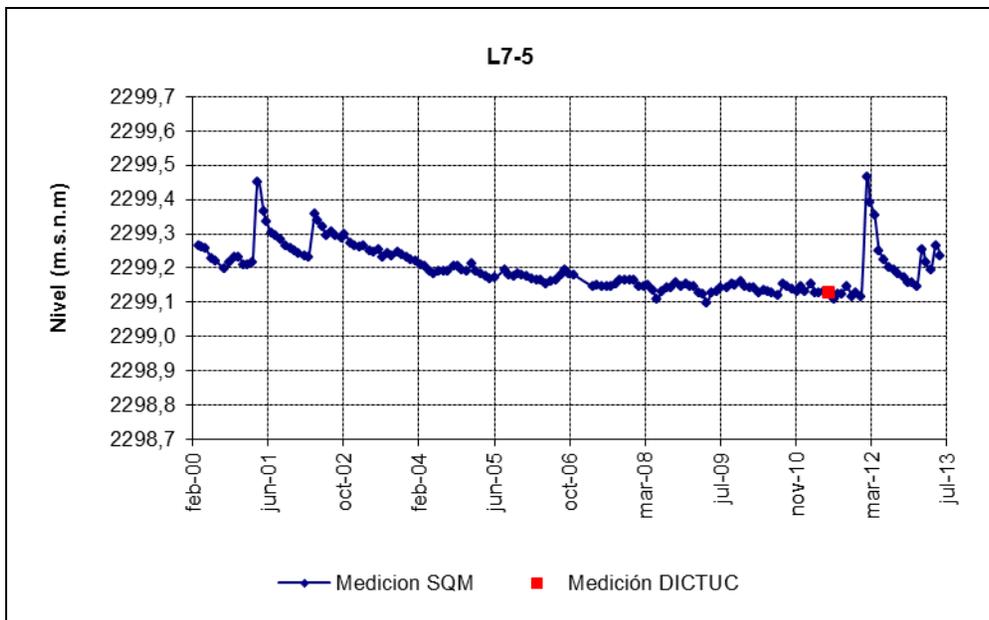


Figura 4-54: Nivel mensual observado en el pozo L7-7

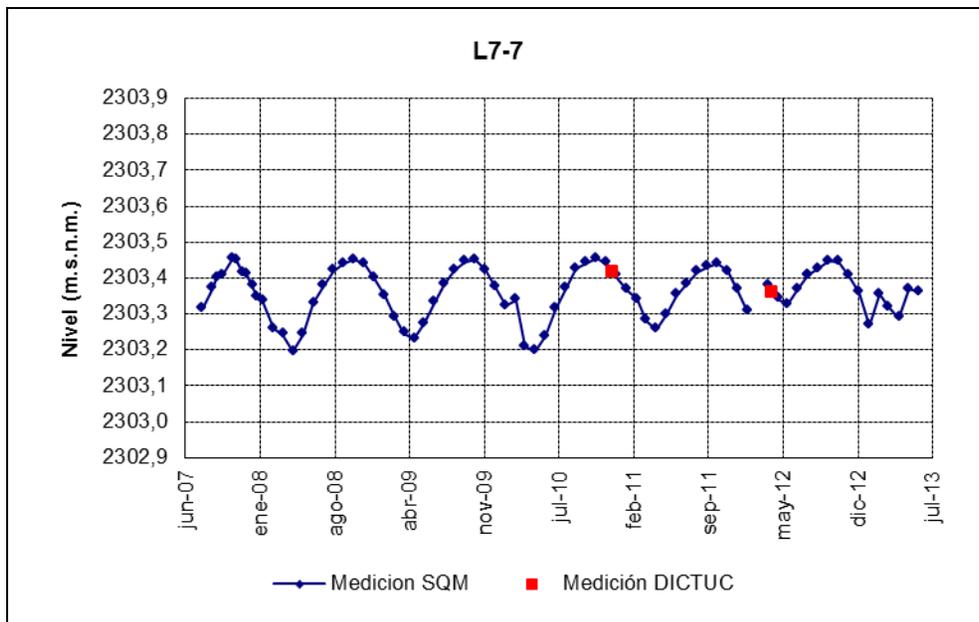


Figura 4-55: Nivel mensual observado en el pozo L7-10

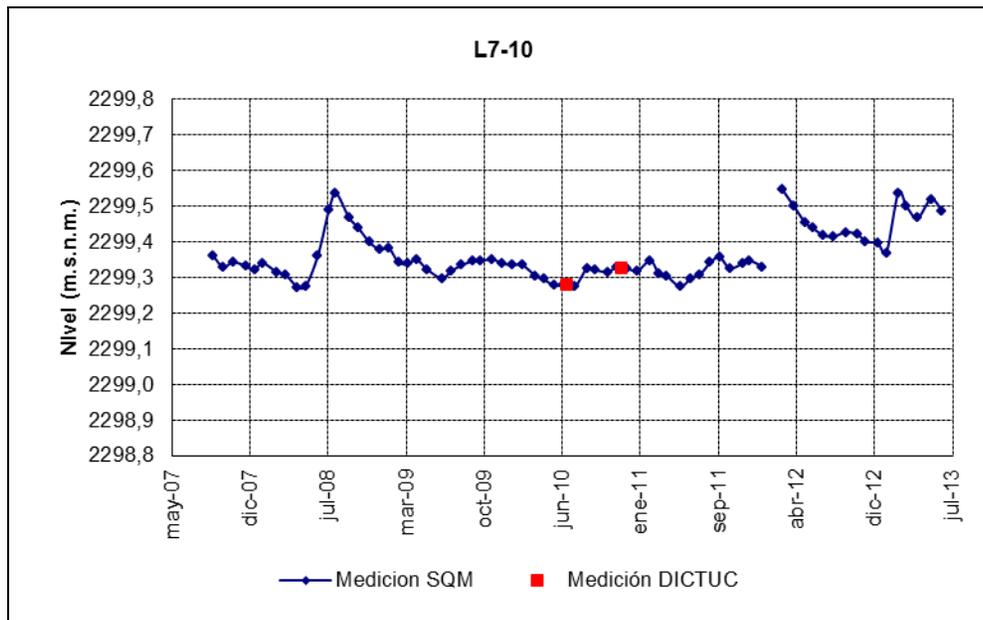


Figura 4-56: Nivel mensual observado en el pozo L7-11

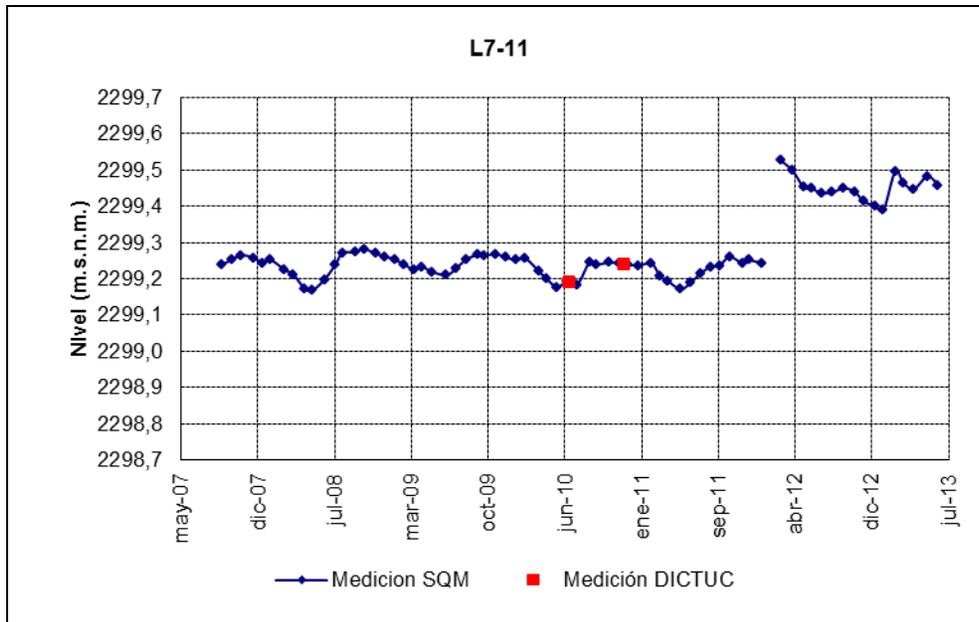


Figura 4-57: Nivel mensual observado en el pozo L7-12

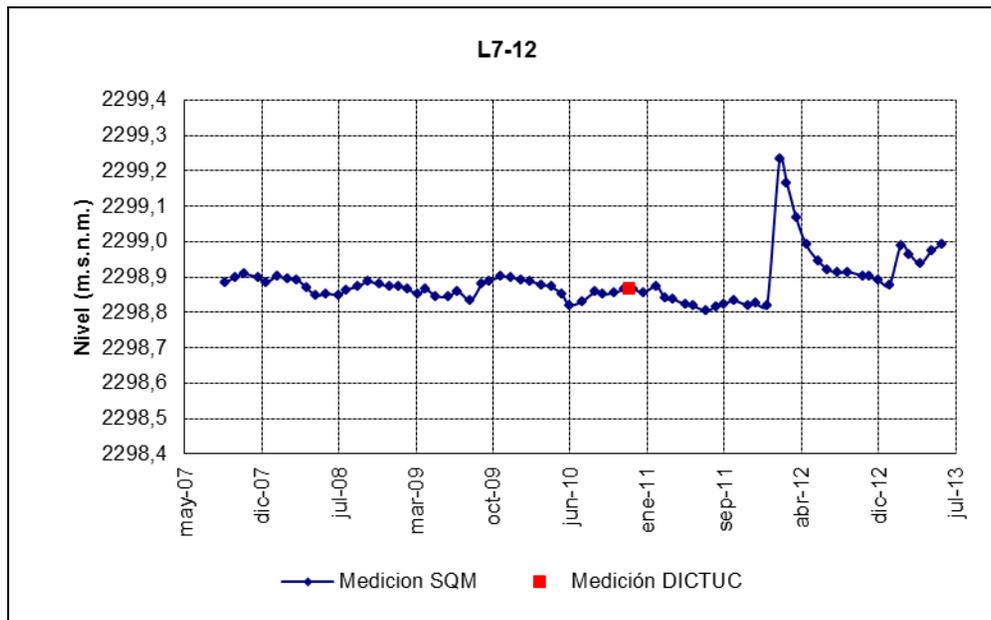


Figura 4-58: Nivel mensual observado en el pozo L11-1

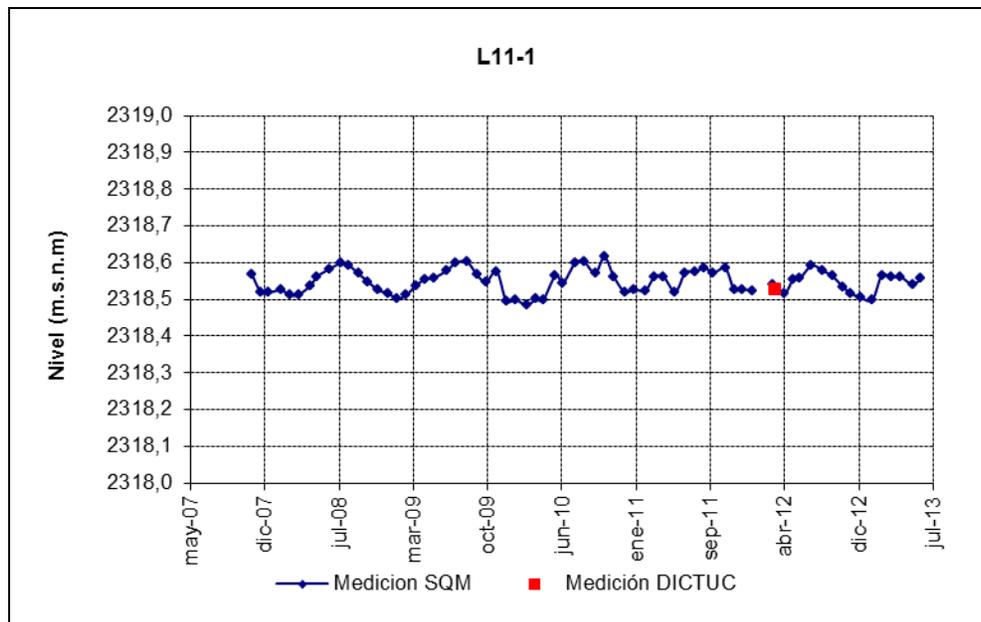
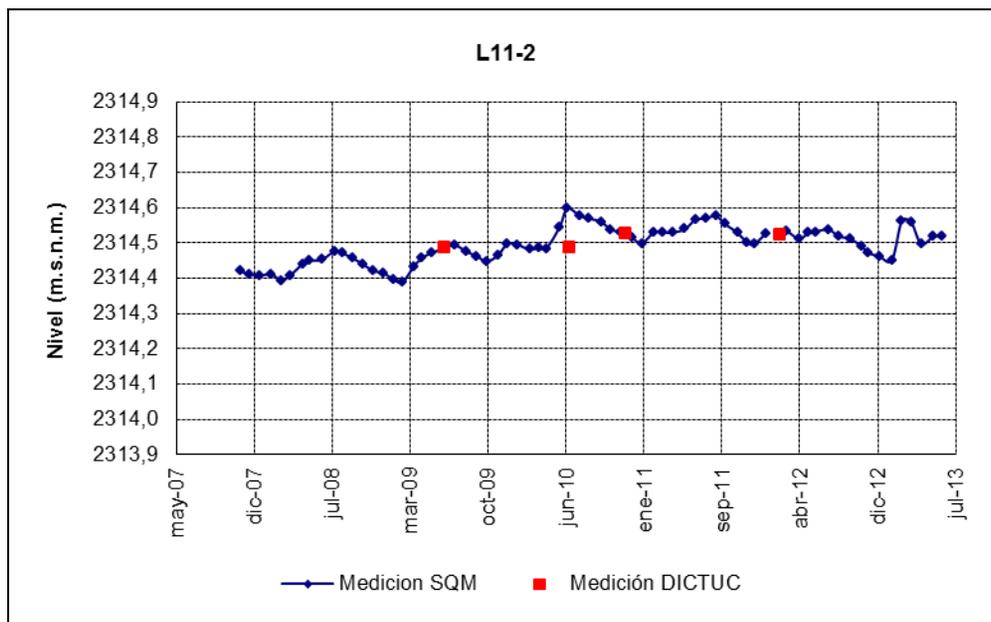


Figura 4-59: Nivel mensual observado en el pozo L11-2



4.1.1.3 Reglillas

Desde la Figura 4-60 a la Figura 4-70 se presentan los niveles de agua superficial de la reglilla L1-G4 (ubicada al sur de la laguna Barros Negros), la reglilla L7-G1 (ubicada al oeste del canal Burro Muerto), la reglilla L7-G2 (ubicada al este de la laguna Puilar), la reglilla 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), y 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. Dadas las características de este punto de monitoreo, se tuvo que construir manualmente una estructura que soportara el transductor de presión, la que consiste en un tubo de PVC ranurado en su parte inferior, y que en su interior aloja el transductor, éste fue cambiado con fecha 16-04-2012 por una falla ya que no se pudieron descargar los datos comprendidos entre el 20-03 y el 16-04 de 2012.

Figura 4-60: Nivel observado en la reglilla L1-G4. (Línea magenta: medición continua; línea azul: medición manual en antigua reglilla; puntos celestes: medición manual en reglilla nueva con medición continua)

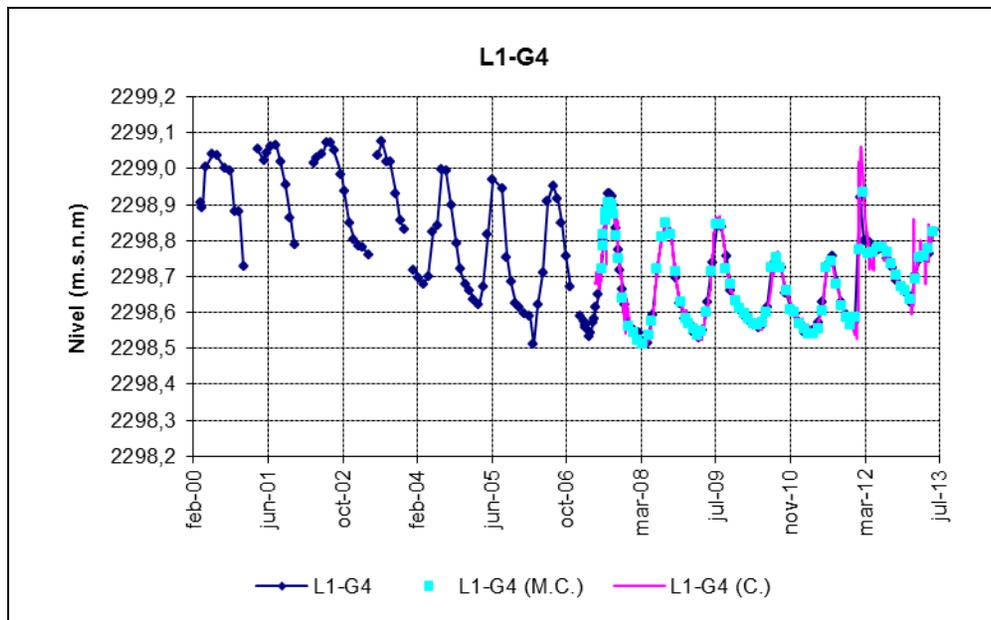
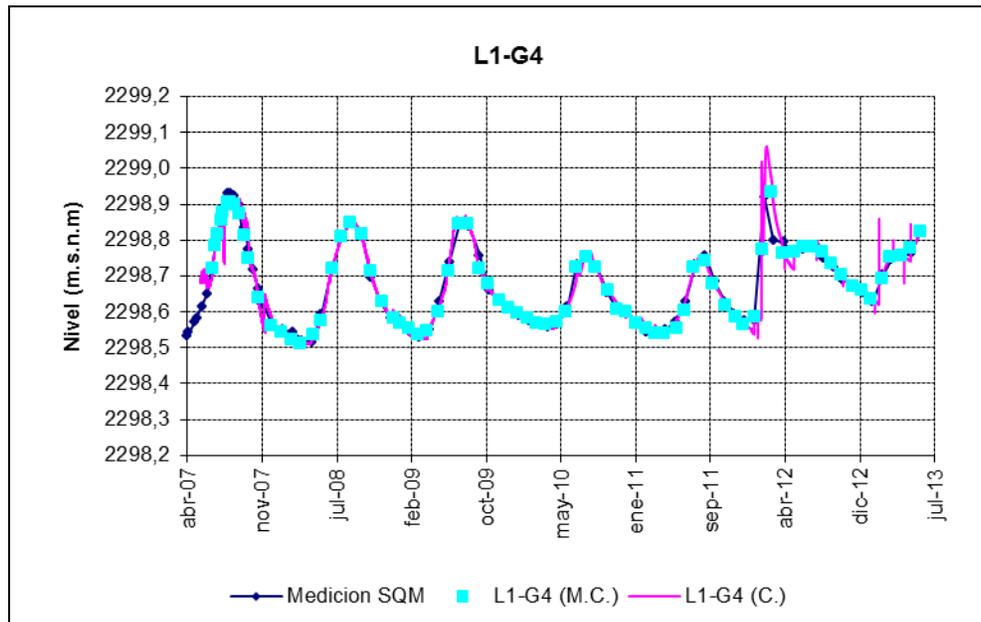
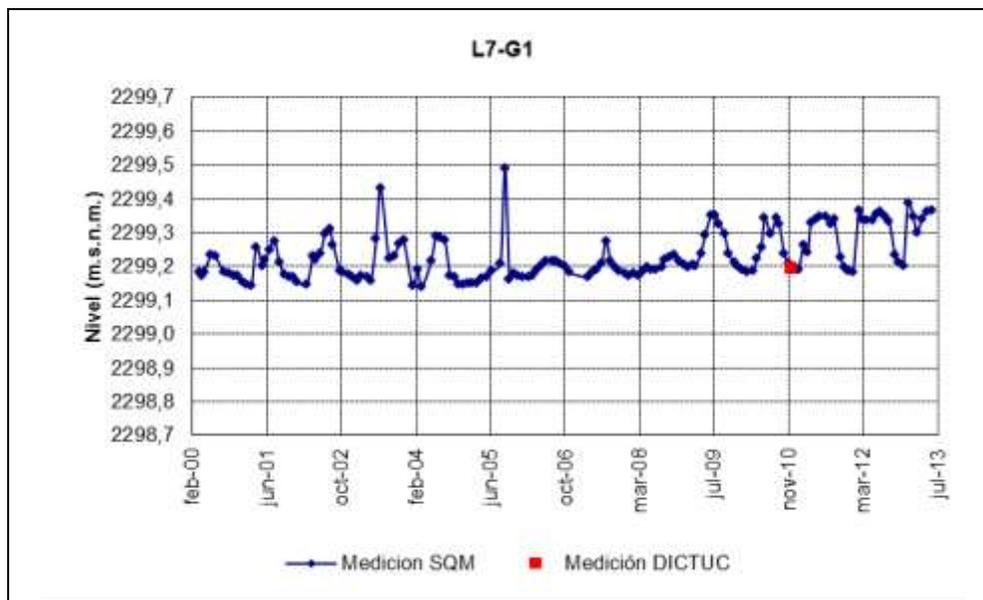


Figura 4-61: Nivel observado en la reglilla L1-G4 desde el 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea magenta: medición continua; línea azul: medición manual en antigua reglilla; puntos celestes: medición manual en reglilla nueva con medición continua)



En la reglilla L7-G1 (Figura 4-62) se destaca el gran ascenso del nivel freático que alcanzó durante el invierno 2009, comportamiento que se ha repetido desde entonces a la fecha, volviendo de esta forma a presentarse las oscilaciones estacionales de principios de la década.

Figura 4-62: Nivel mensual observado en la reglilla L7-G1



Por petición de CONAF (diciembre 2007) se construyó manualmente un pozo de 80 cm de profundidad aledaño a la reglilla L7-G2 con el objetivo de registrar el nivel de agua de manera continua, y así poder obtener datos de nivel durante la época de nidificación de flamencos, época en la que puede existir 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 burdeos (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.

Debido a nidificación de flamencos en las cercanías de los puntos de medición L7-G2 se restringió el acceso para poder realizar el monitoreo manual durante el mes de diciembre de 2011 y enero de 2012.

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)

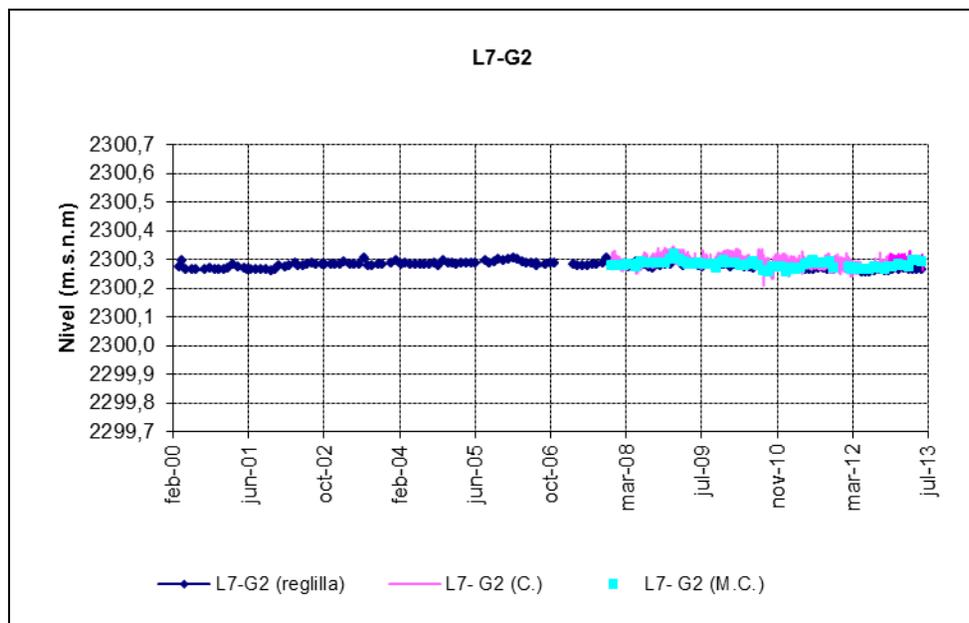
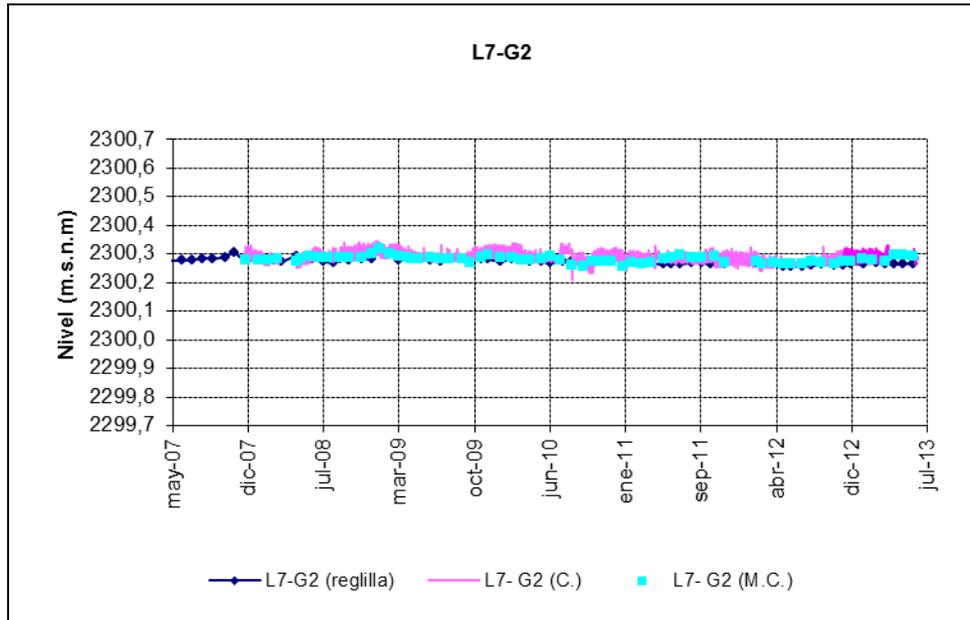
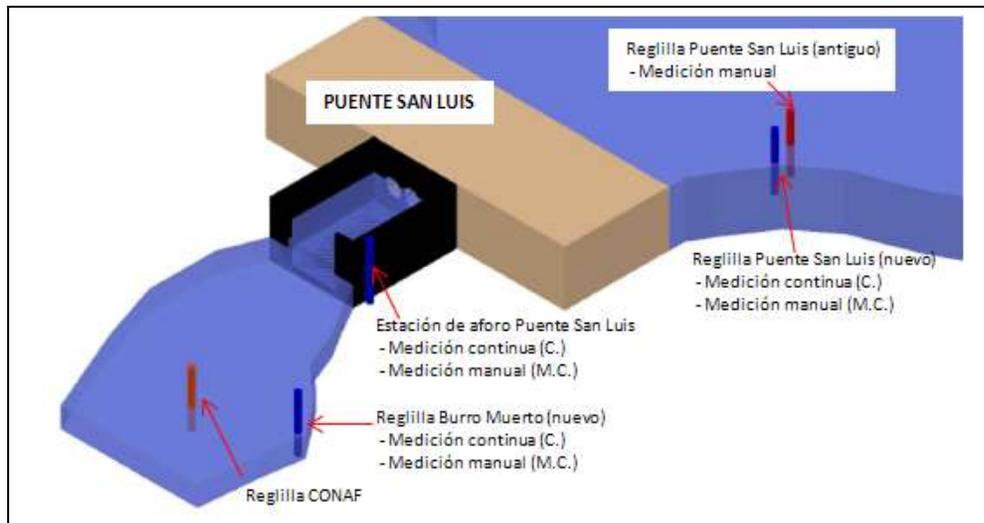


Figura 4-64: Nivel mensual observado en la reglilla L7-G2 desde el 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea burdeos: medición continua; línea azul: medición manual en antigua reglilla; puntos celeste: medición manual en reglilla nueva con medición continua)



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 georreferenciar todas las reglillas aledañas al puente San Luis (antiguas y nuevas), las cuales se aprecian en la Figura 4-65.

Figura 4-65: Representación gráfica de las reglillas instaladas en torno al puente San Luis



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 hace mención a una reglilla se hace referencia a un instrumento de medición de la altura de la columna de agua, que consiste en un perfil de madera u otro material que no se encuentra graduado 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 freatímetro (huincha).

A finales del año 2010 (21-12-2010), CONAF a través de la Carta oficial N° 46/2010, da a conocer que se hizo efectiva la decisión de reemplazar definitivamente los antiguos limnómetros de madera por perfiles metálicos, como protocolo para la medición de la altura superficial de la columna de agua en las lagunas tanto del sector Soncor como el de Peine. Es por esto que los gráficos relacionados a las reglillas se reportarán de ahora en adelante como monitoreo CONAF, unificando los datos de los antiguos limnómetros y las reglillas metálicas.

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 inició el monitoreo de los pozos del PC.

En la gráfica de la reglilla del Puente San Luis, se puede apreciar la disminución de nivel posterior a la precipitación de febrero de 2012, esto debido a la rotura del muro de represamiento de la estación de aforo del mismo nombre (es un camino dentro del centro turístico Chaxa). Esta rotura fue reportada en el informe anterior y se logró reparar en septiembre de 2013, en la Figura 4-130 se puede apreciar la disminución de caudal en la estación de aforo. Mayor detalle de esta situación se presenta en la sección 4.1.5.

Figura 4-66: Nivel mensual observado en la reglilla Puente San Luis (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual)

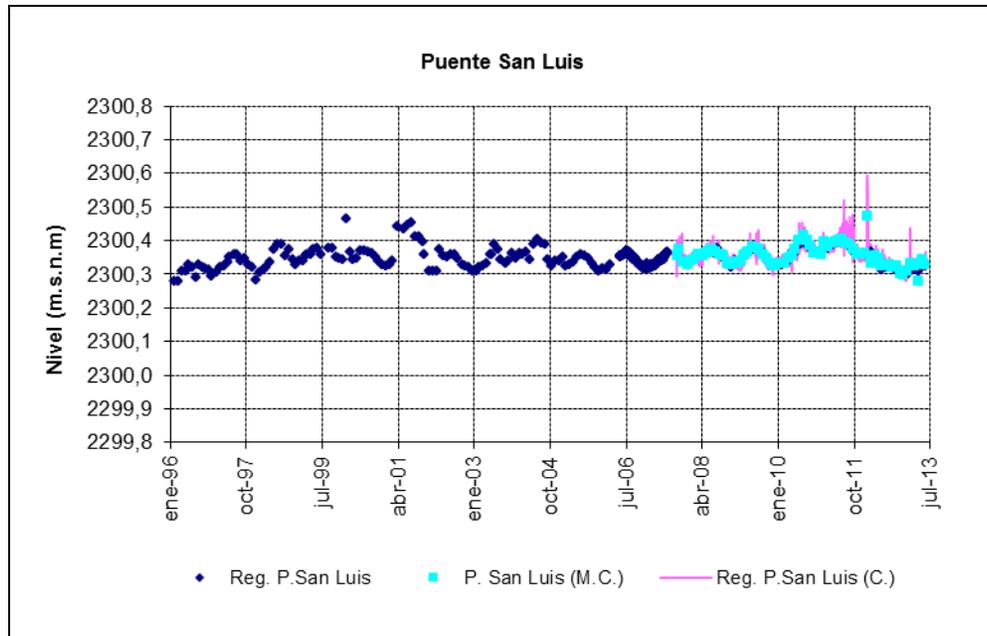
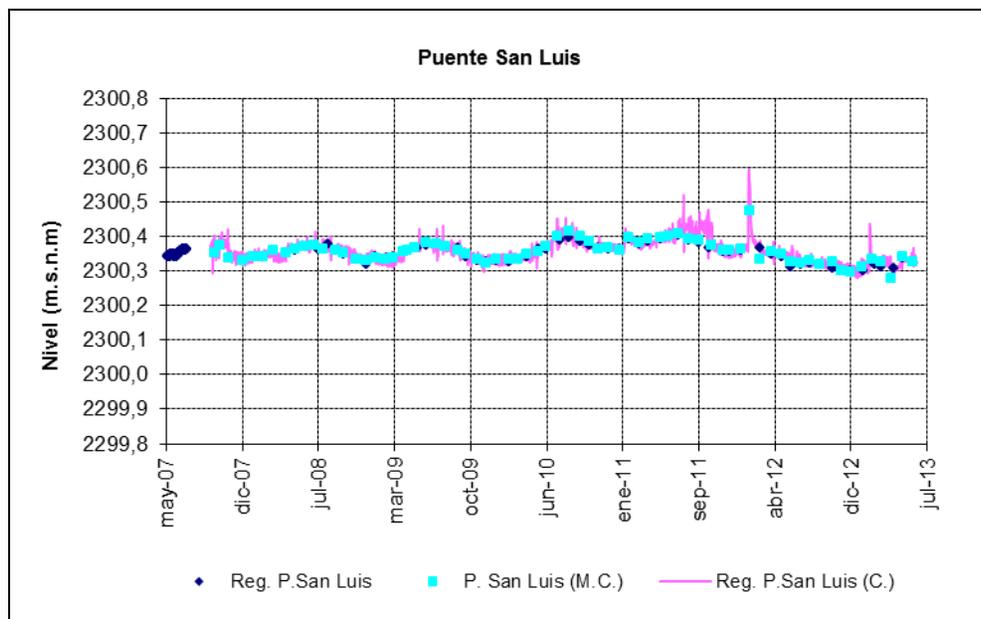


Figura 4-67: Nivel mensual observado en la reglilla Puente San Luis desde el 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual)



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.

Es importante mencionar que debido a problemas de inundación y cortes de camino por las lluvias registradas durante la primera quincena de febrero de 2012 no se pudo monitorear la reglilla L11-G1 durante ese mes.

Figura 4-68: Nivel mensual observado en la reglilla Burro Muerto “C.” medición continua, “M.C.” medición manual)

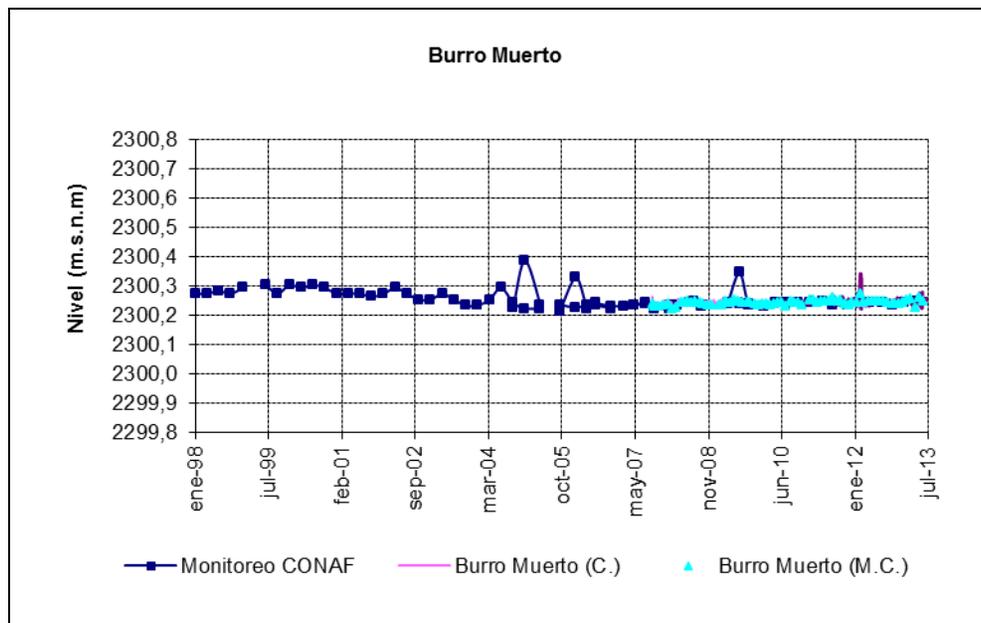


Figura 4-69: Nivel mensual observado en la reglilla Burro Muerto desde el 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual)

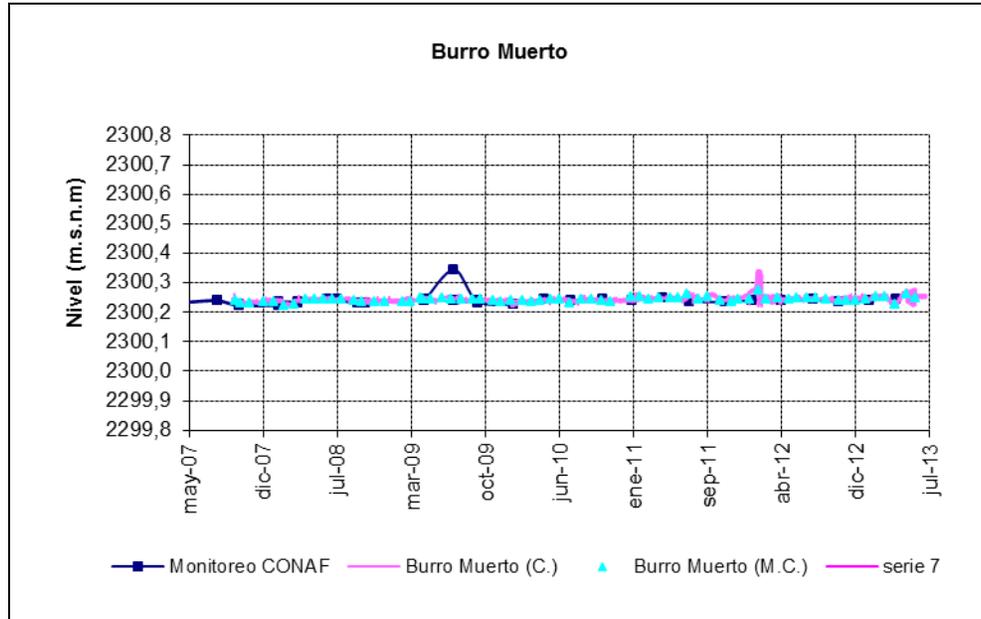
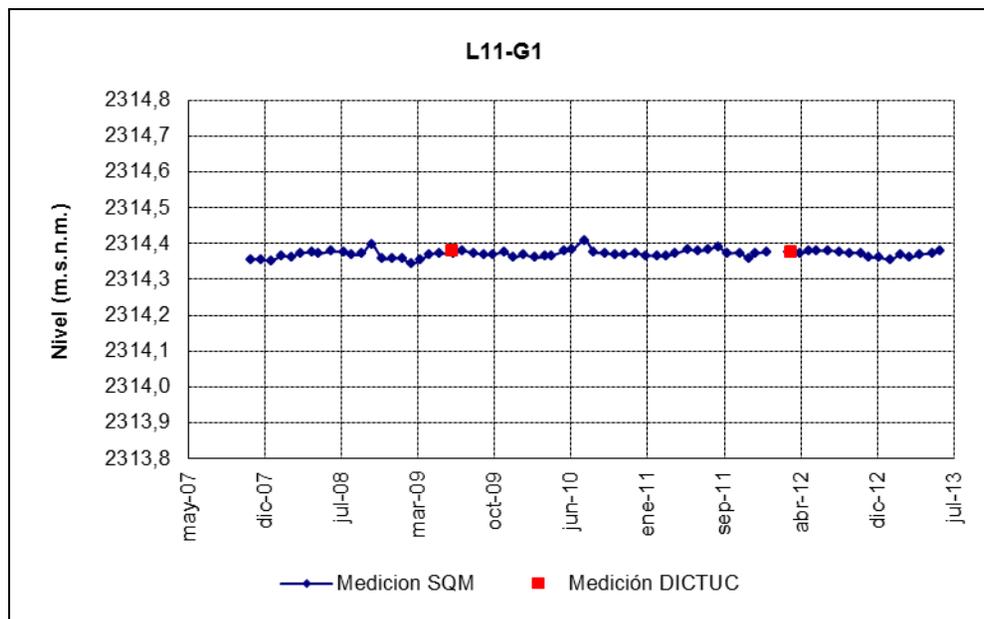


Figura 4-70: Nivel mensual observado en la reglilla L11-G1



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.

En un comienzo la medición continua del nivel se midió semanalmente en forma manual, 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.

Debido a las precipitaciones registradas en el salar durante el verano de 2012, se puede observar un ascenso de nivel brusco en todos los pozos con medición continua lo que produce un ingreso de agua dulce en el sector. Asimismo las precipitaciones ocurridas durante febrero de 2013 generaron un aumento en los niveles de los pozos de este sector (pozos P1-1 a P1-4).

No se cuenta con registro de medición manual del mes de enero de 2012 del pozo L2-23 debido a la prohibición de ingreso por nidificación de flamencos.

Figura 4-71: Nivel observado en el pozo P1-1, perfil D1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

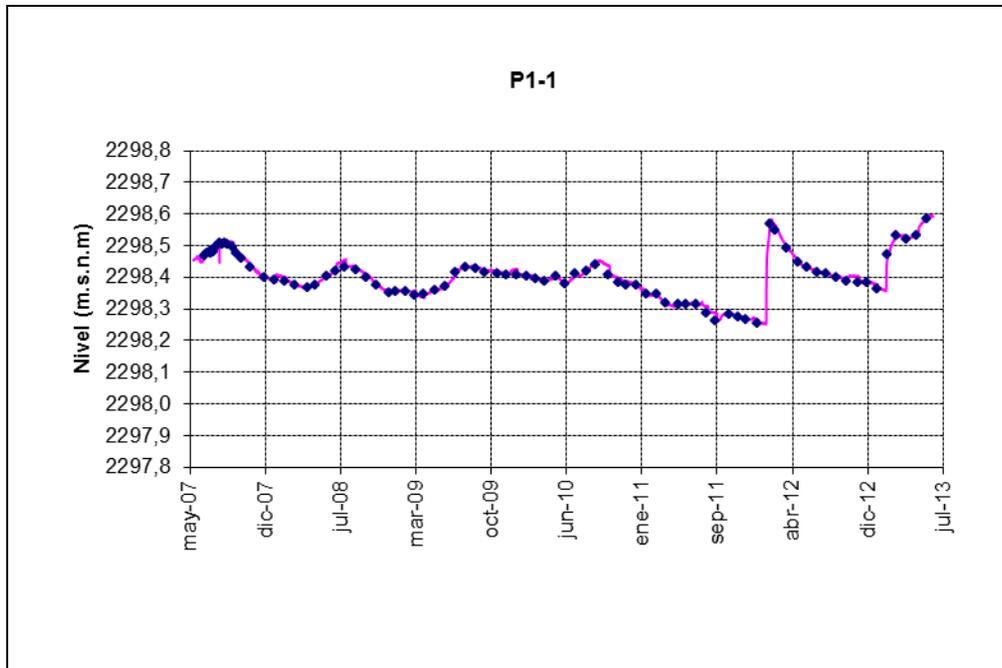


Figura 4-72: Nivel observado en el pozo P1-2, perfil D1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

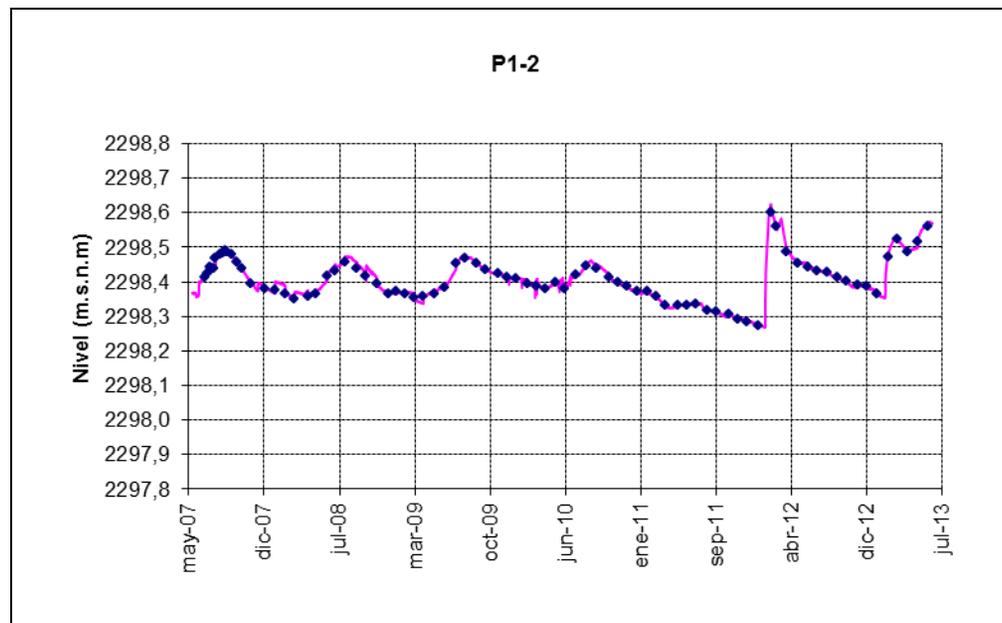


Figura 4-73: Nivel observado en el pozo P1-3, perfil D1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

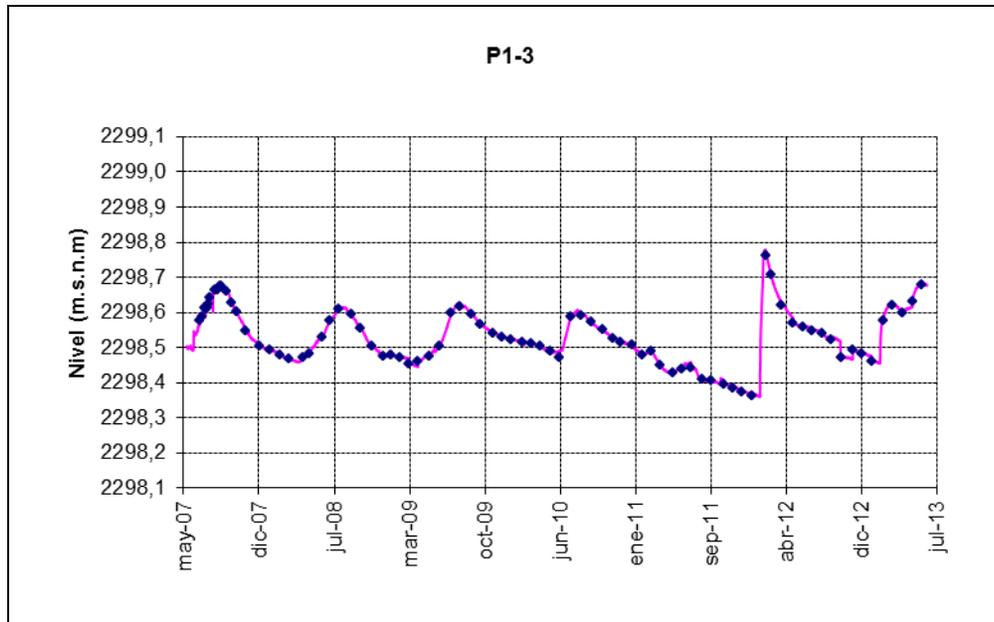


Figura 4-74: Nivel observado en el pozo P1-4, perfil D1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

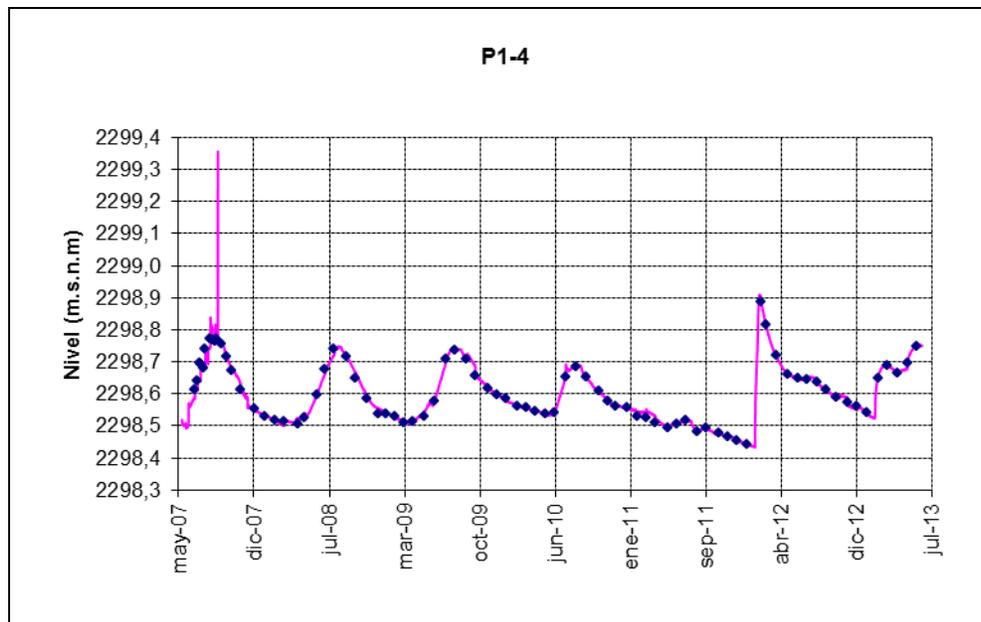


Figura 4-75: Nivel observado en el pozo P1-5, perfil D1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

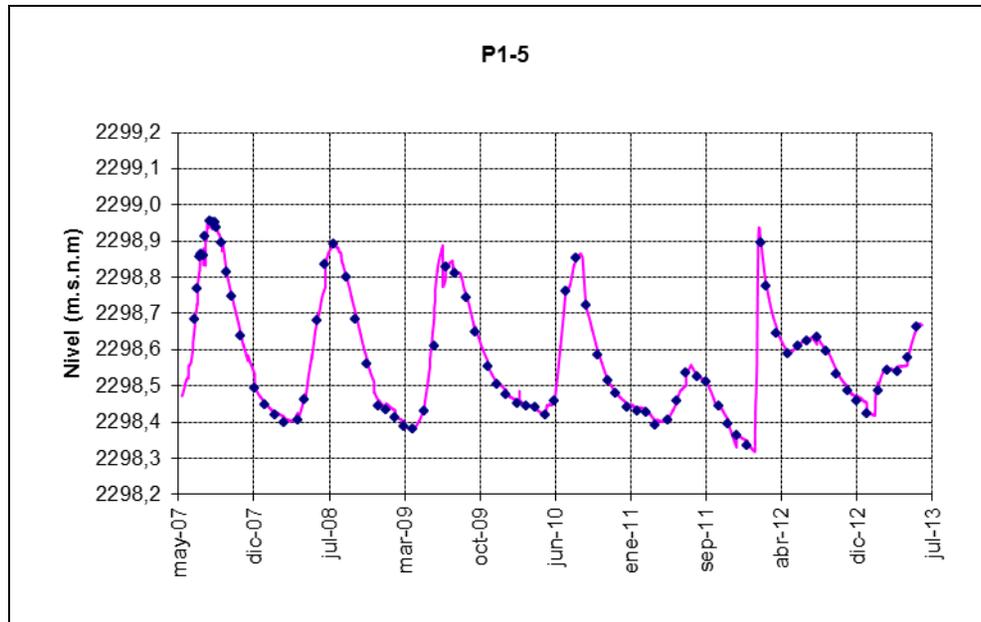


Figura 4-76: Nivel observado en el pozo P1-6, perfil D1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

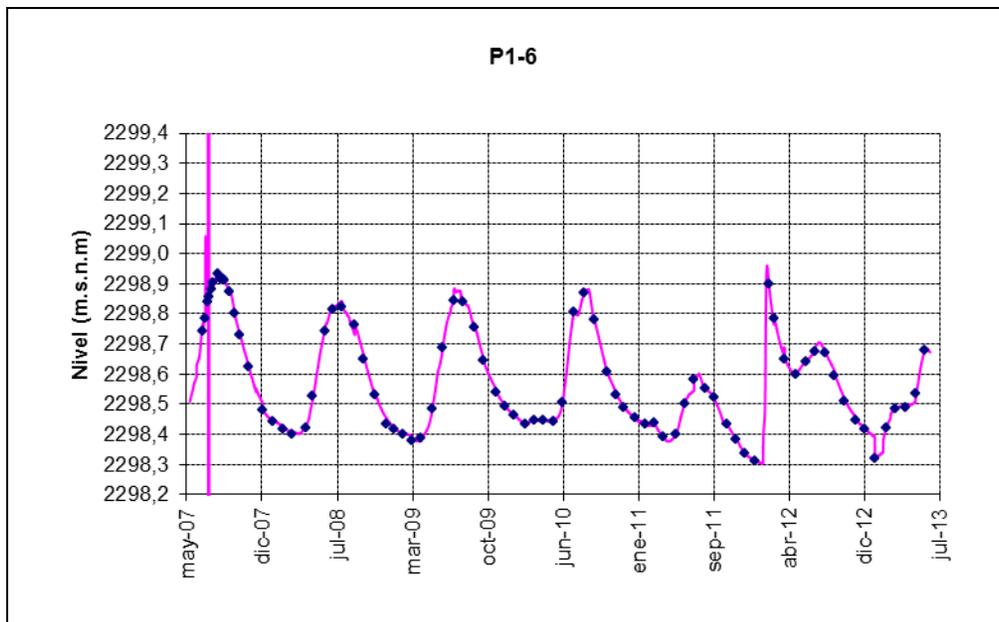


Figura 4-77: Nivel observado en el pozo P1-7, perfil D1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

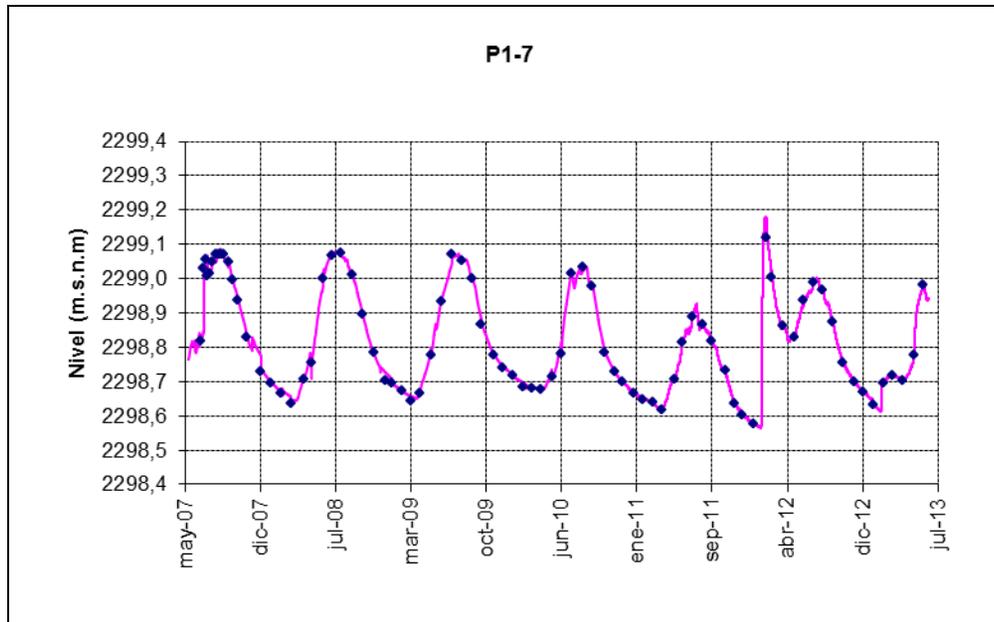


Figura 4-78: Nivel observado en el pozo L2-9, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

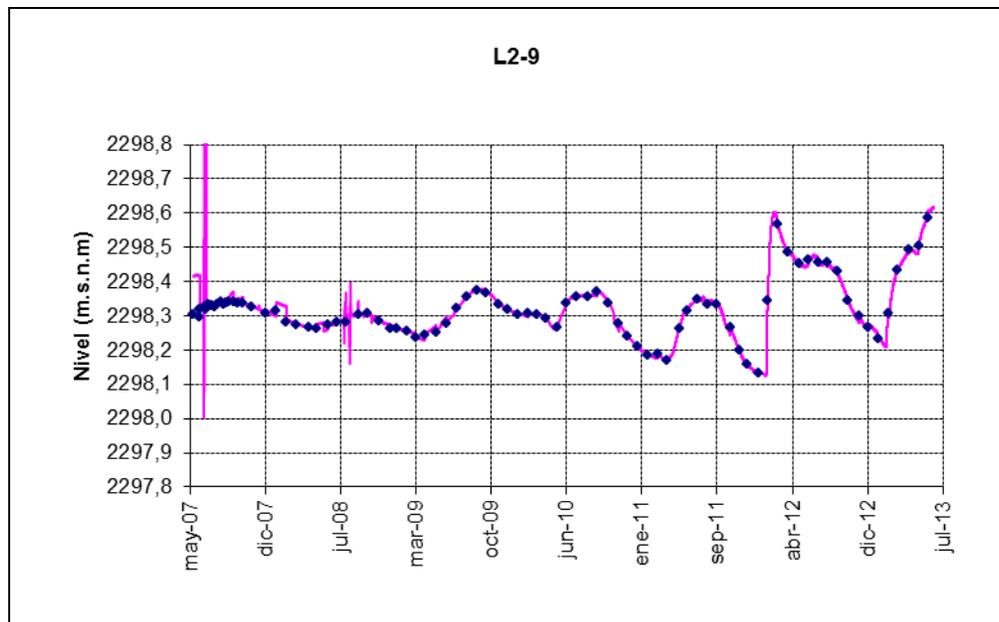


Figura 4-79: Nivel observado en el pozo P2-1, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

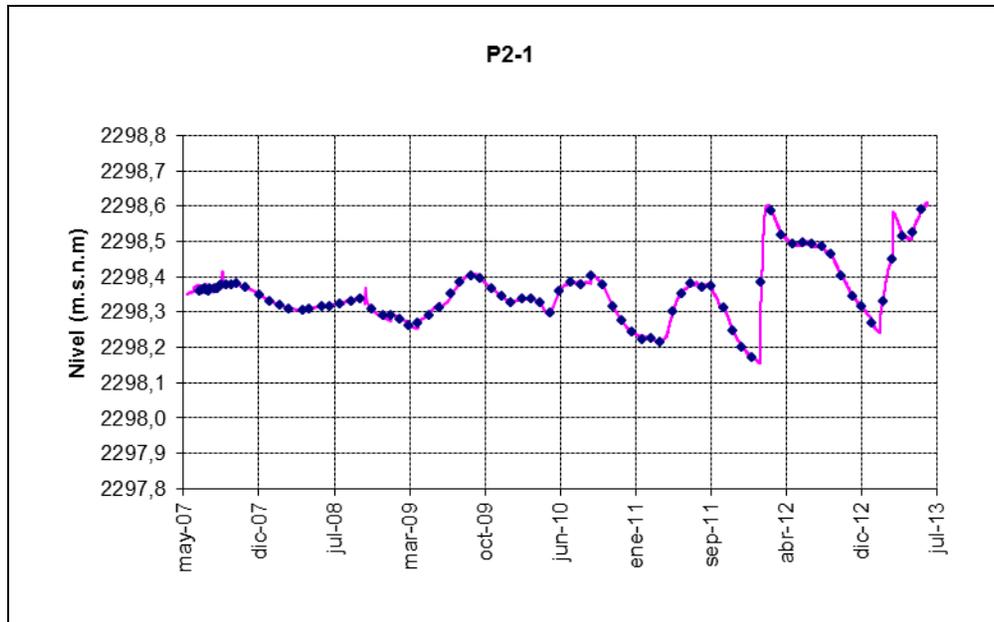


Figura 4-80: Nivel observado en el pozo P2-2, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

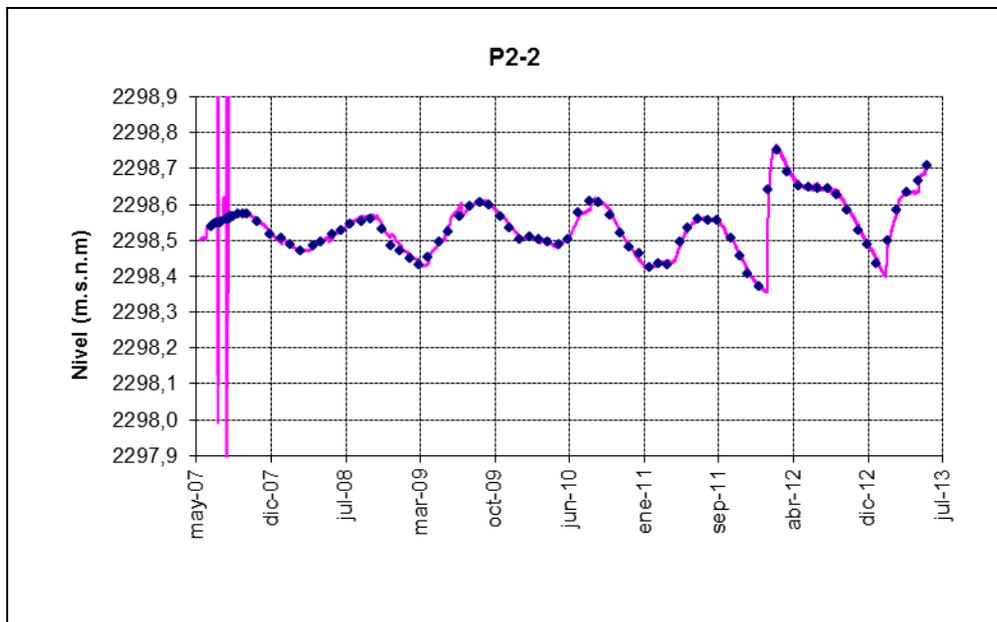


Figura 4-81: Nivel observado en el pozo P2-3, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

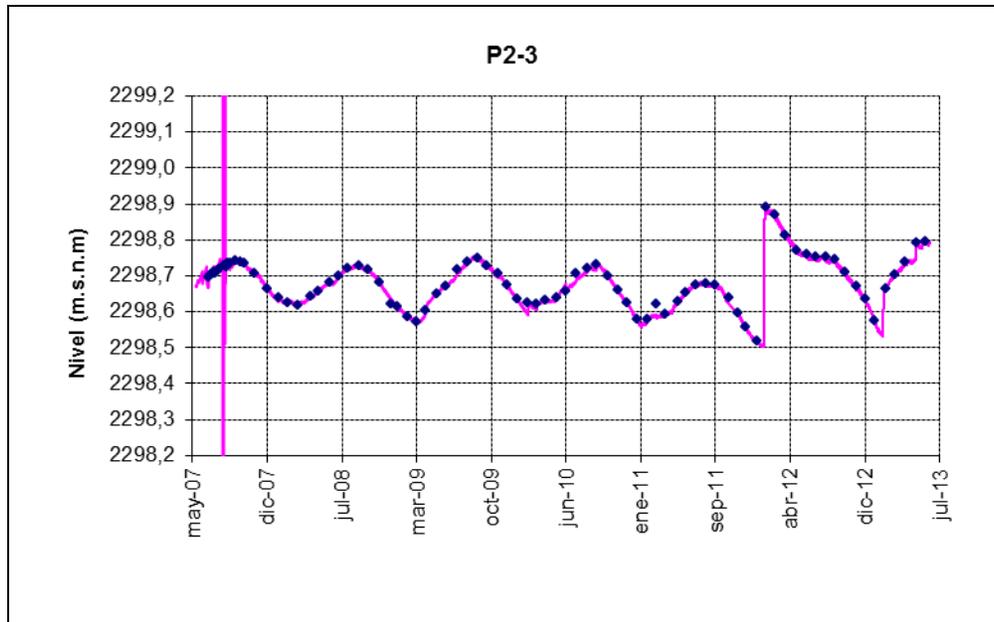


Figura 4-82: Nivel observado en el pozo L2-16, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

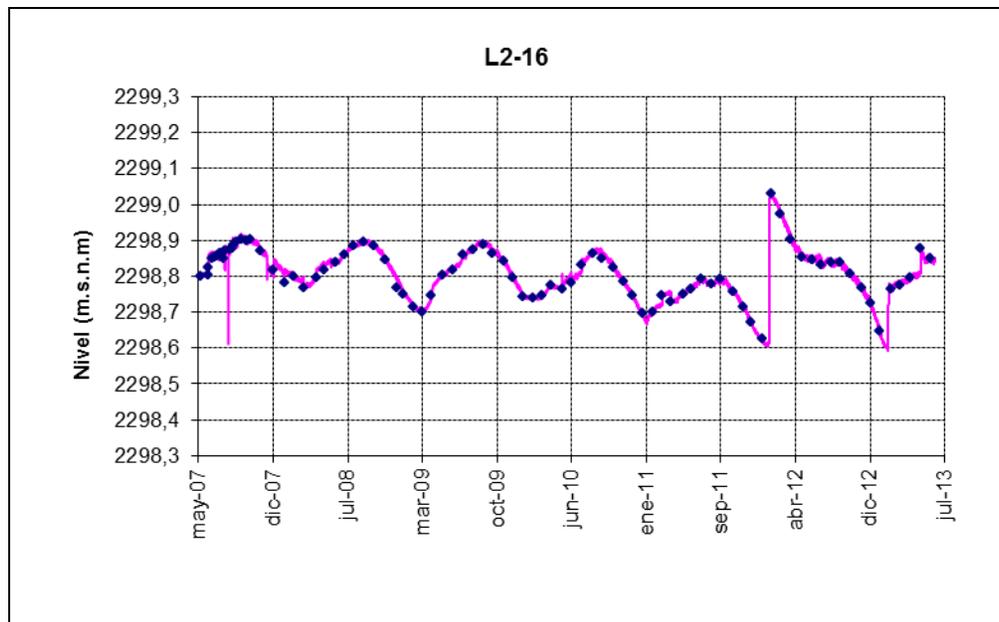


Figura 4-83: Nivel observado en el pozo P2-4, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

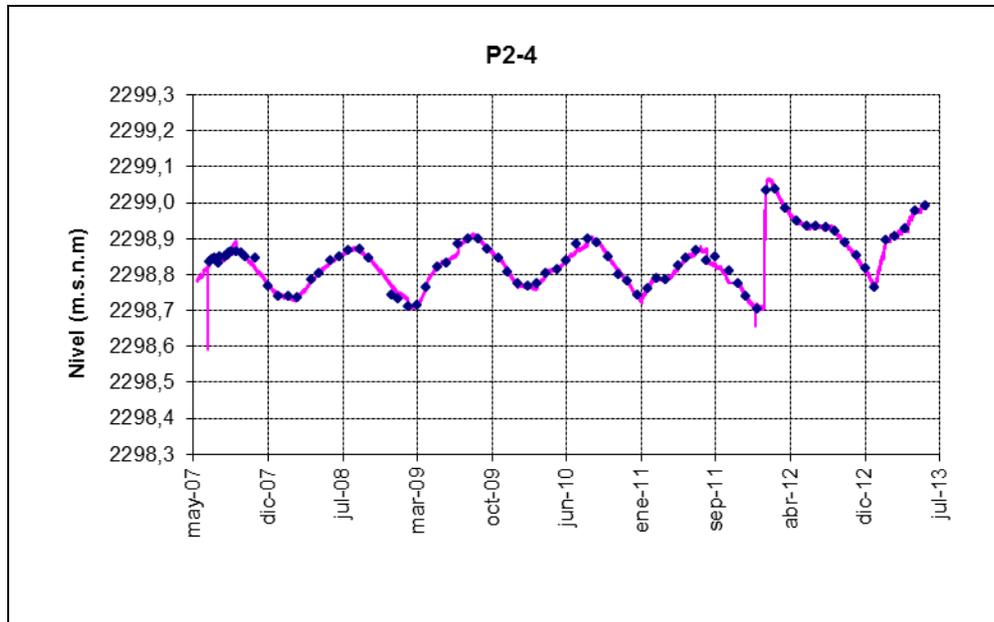


Figura 4-84: Nivel observado en el pozo P2-5, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

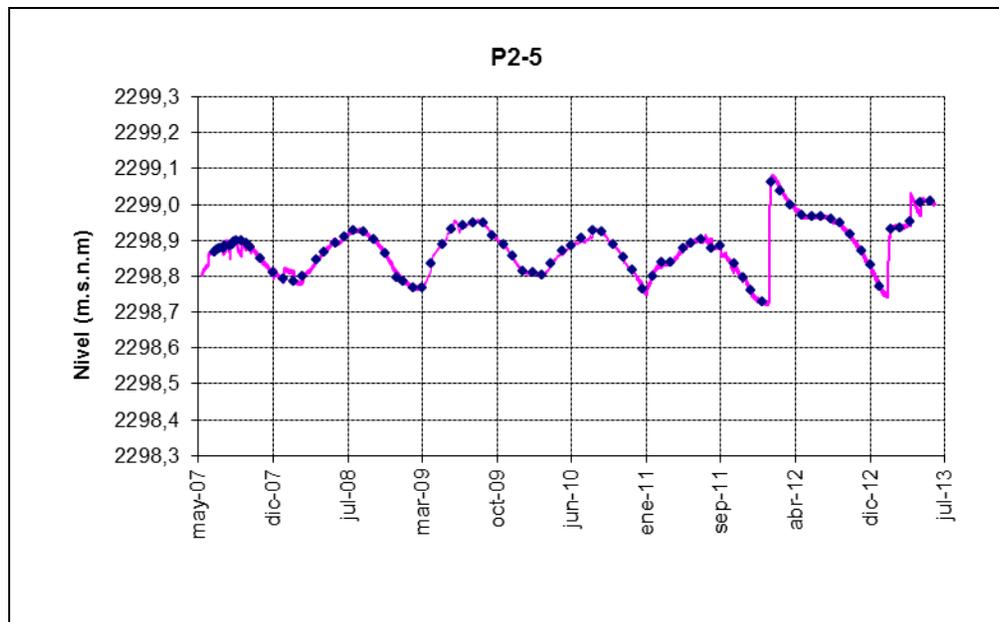


Figura 4-85: Nivel observado en el pozo L2-23, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

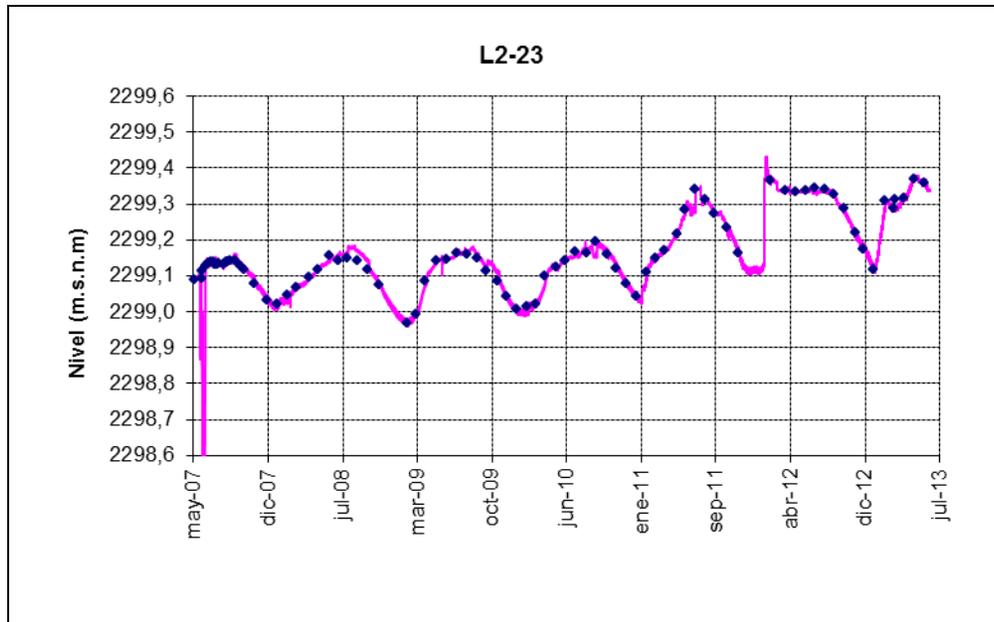
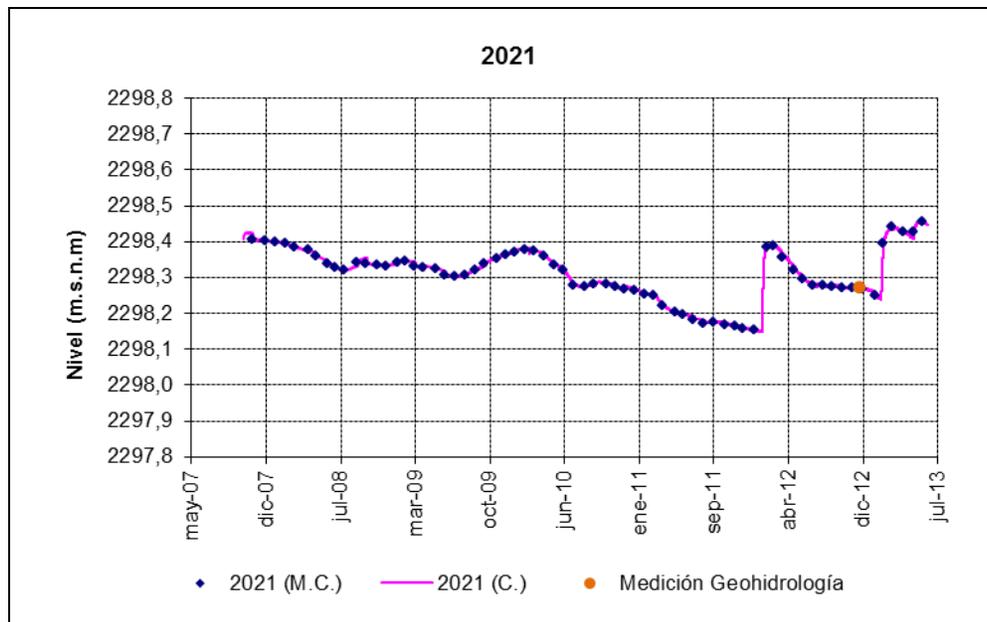


Figura 4-86: Nivel mensual observado en el pozo 2021 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)



4.1.1.5 Pozos de salmuera

Al observar la curva histórica de nivel en los gráficos de los pozos de salmuera se observan incrementos marcados en el nivel a principios de 2001, 2002, 2012 y 2013, los que se asocian al mayor ingreso de recarga asociado a precipitaciones que ocurrieron durante el invierno altiplánico en esas fechas, en particular para el 2012 y 2013 ocurridas durante febrero. Estos aumentos marcados son seguidos por periodos en que se observa un descenso gradual histórico que se mantiene en el tiempo en los que se pueden ver aumentos y descensos en el nivel asociados al efecto combinado de la estacionalidad de la evaporación, al volumen de bombeo desde la zona de producción más cercana a estos pozos como por ejemplo el aumento observado en 2009 y 2010 asociado a la disminución en el volumen bombeado, y/o a la variación en la recarga asociada a las precipitaciones que ocurren cada año. Es importante mencionar que a diferencia de lo ocurrido en 2001 y 2002, en el último periodo los niveles han presentado una tendencia a la estabilización encontrándose por sobre las mediciones registradas en 2007.

Figura 4-87: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-07 (L2-6)

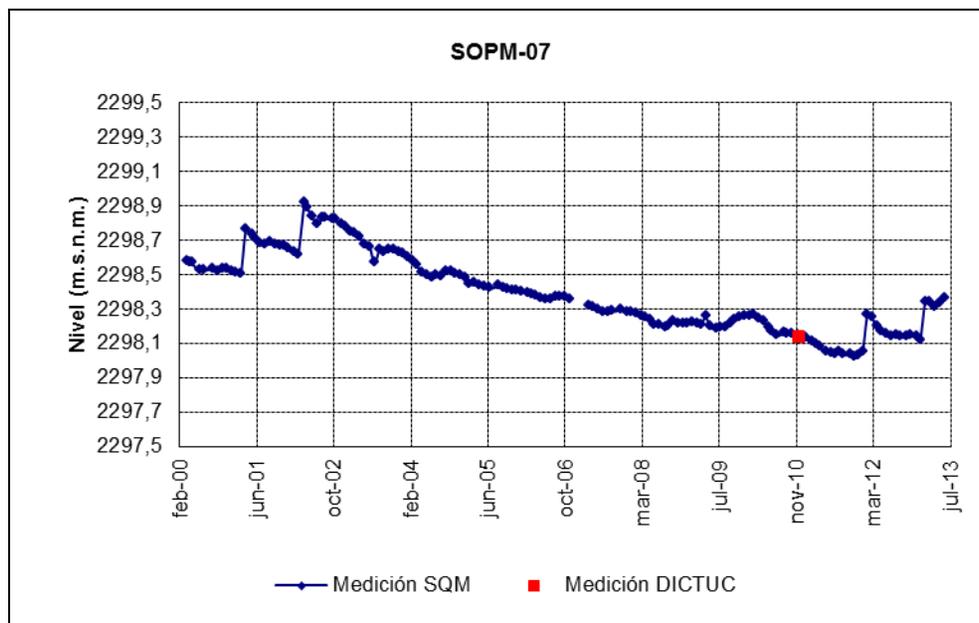


Figura 4-88: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-13

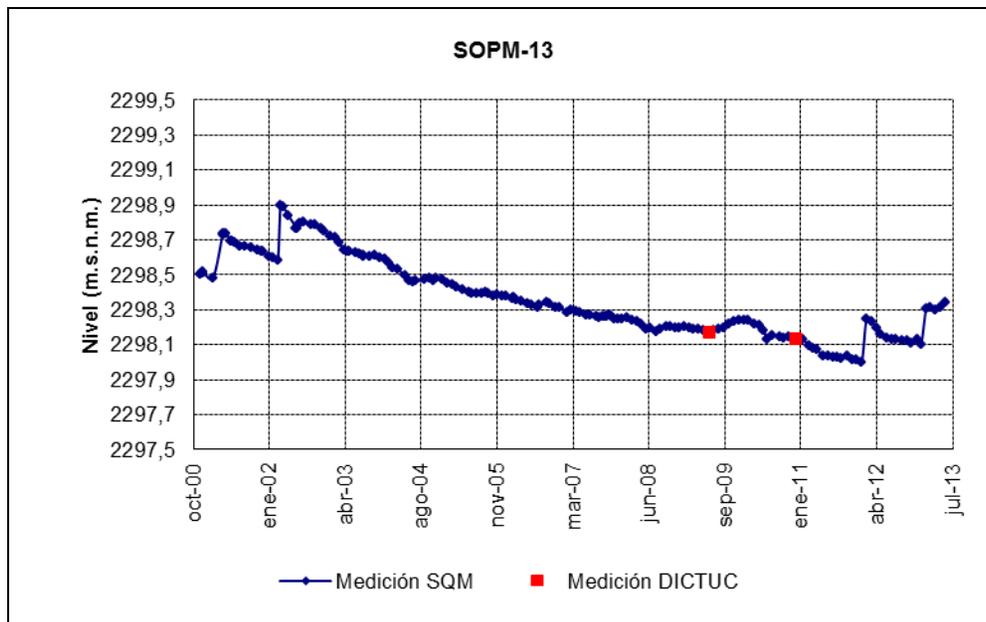


Figura 4-89: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-14

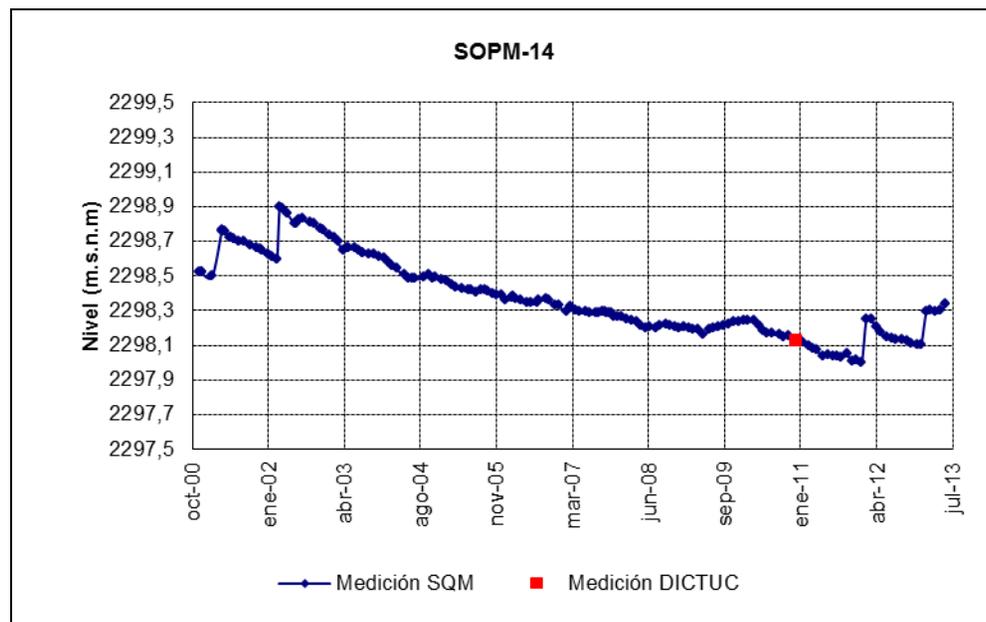


Figura 4-90: Nivel mensual observado en el pozo L2-14

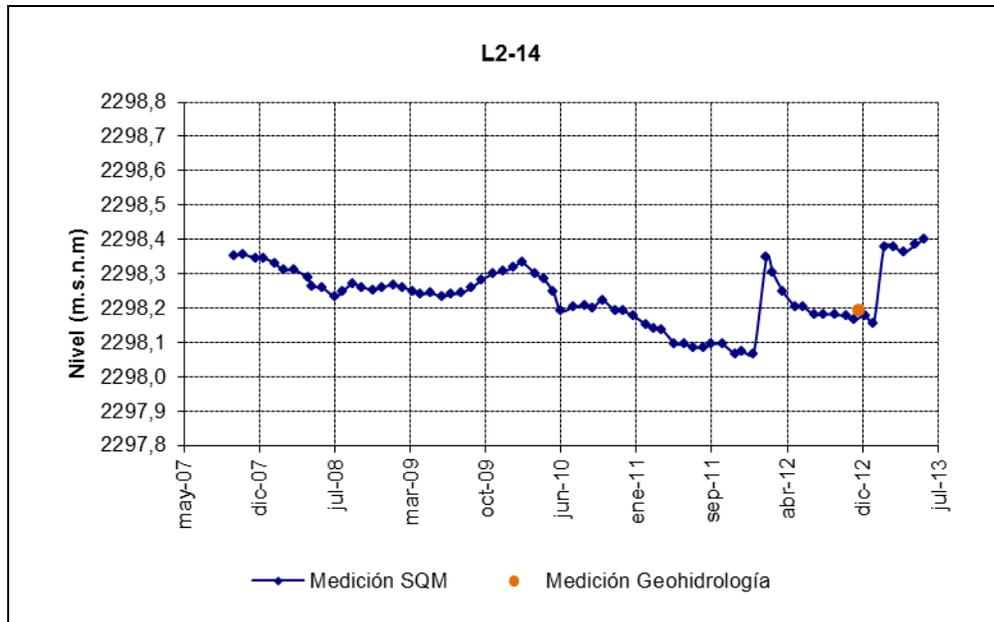
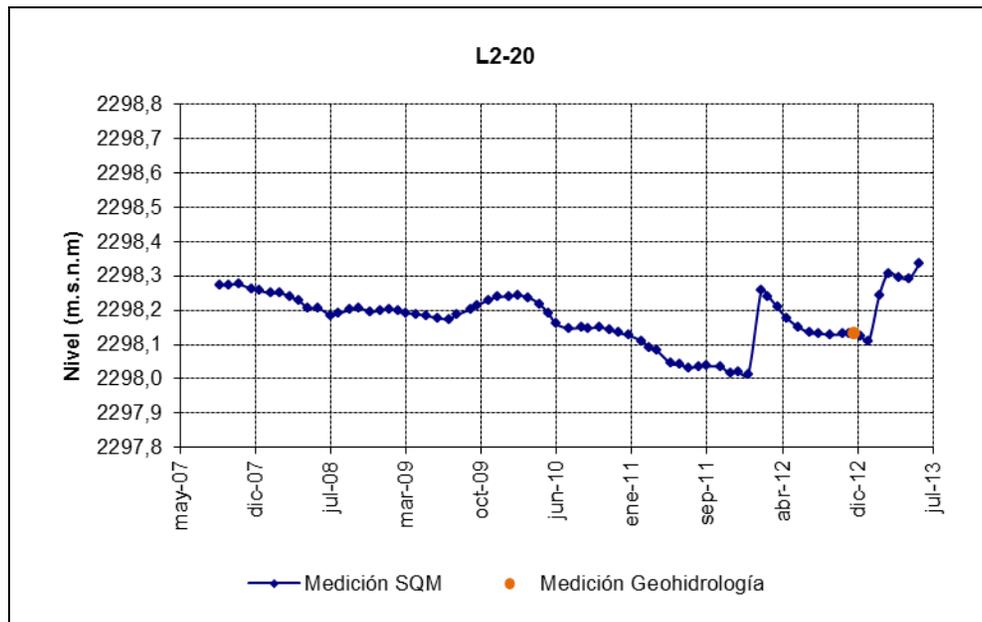


Figura 4-91: Nivel mensual observado en el pozo L2-20



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 tres mediciones de nivel:

- mediciones continuas en las reglillas de SQM.
- mediciones manuales en las reglillas de SQM.
- mediciones manuales en las reglillas de CONAF.

Como se indicó anteriormente, se unificó las mediciones realizadas por CONAF tanto de la reglilla como del limnómetro, de manera que de ahora en adelante se llamará simplemente "Monitoreo CONAF", entendiéndose que este monitoreo corresponde a la reglilla metálica.

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 hasta diciembre del 2010. A partir de esa fecha, se observa un ascenso brusco de nivel, el cual se asocia a las precipitaciones que se produjeron en la cuenca del Salar de Atacama durante febrero de 2011 y que se repitieron durante el mismo mes en 2012. Se observa un efecto similar asociado a las precipitaciones ocurridas durante febrero de 2013.

La medición manual de la reglilla Barros Negros no se pudo realizar durante los meses de noviembre y diciembre de 2007 y enero de 2008, así como en noviembre y diciembre de 2011 y enero de 2012. De la misma manera, en la reglilla Puilar no se realizó la medición para el mes de enero de 2008, diciembre de 2011 y enero 2012, así como también en la reglilla Chaxa para enero de 2008 y de 2012. Estas mediciones no pudieron realizarse debido a restricciones de acceso producto de nidificación de flamencos en el sector de monitoreo los que ocurren generalmente entre los meses de noviembre y enero tal como se presenta en base al registro histórico que se tiene de esta situación.

Por otro lado, en los gráficos presentados en el informe 10, algunas mediciones realizadas por SQM y CONAF no eran concordantes, debido al cambio de referencia de algunas de las reglillas, por lo que se realizó una medición de los puntos de referencia, y en los casos en que fue necesario se corrigieron las mediciones. Se midió la cota de la reglilla Barros Negros ya que presentaba una desviación respecto de la medida de nivel señalada por el piezómetro Barros Negros, la cota medida fue 2.300,166 msnm.

Figura 4-92: Nivel mensual observado en la reglilla Barros Negros

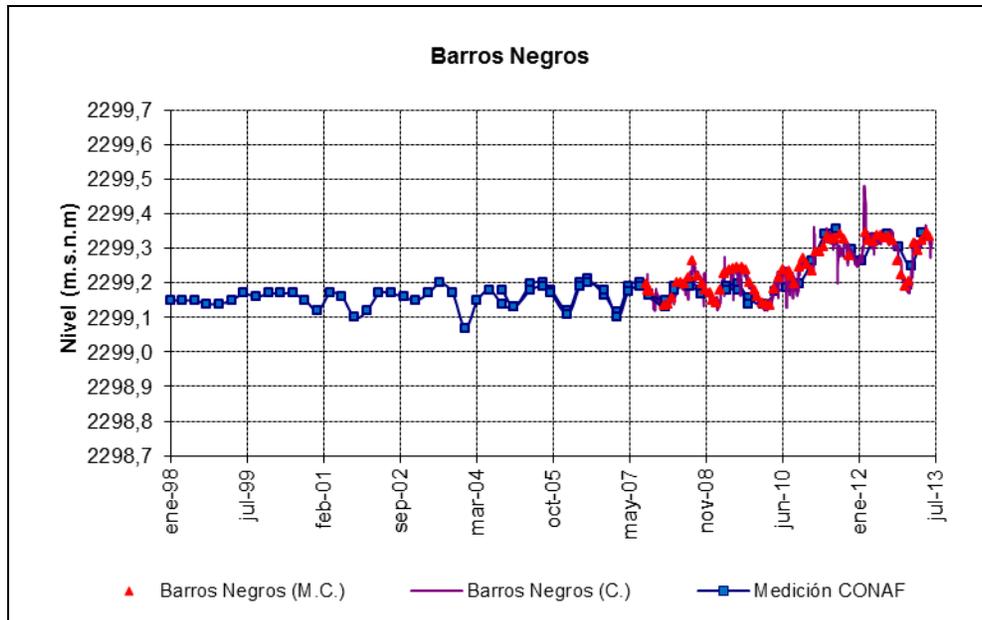


Figura 4-93: Nivel mensual observado en la reglilla Barros Negros desde el 13 de mayo de 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC)

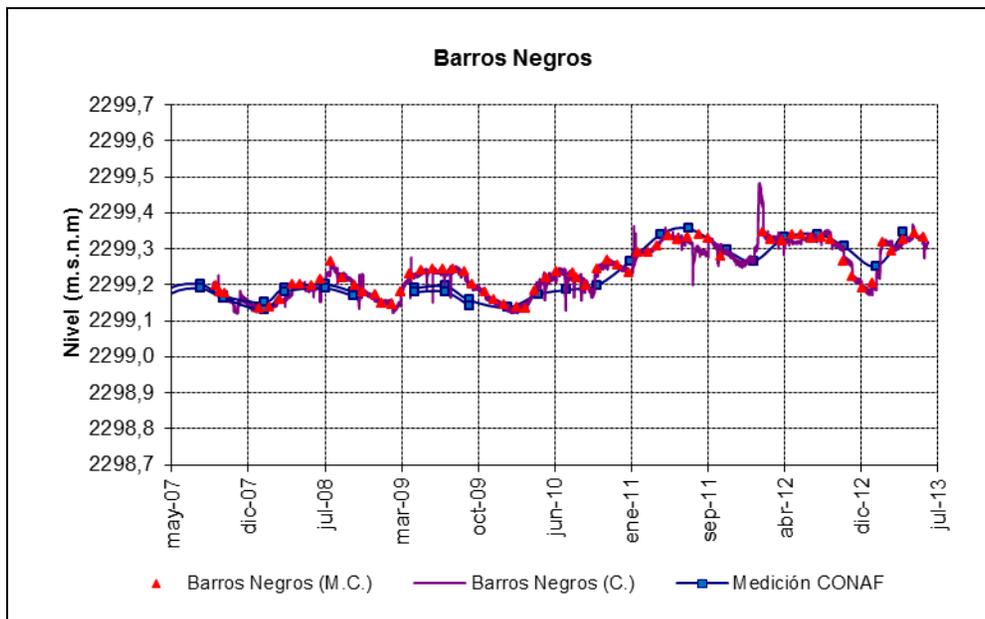


Figura 4-94: Nivel mensual observado en la reglilla Puilar

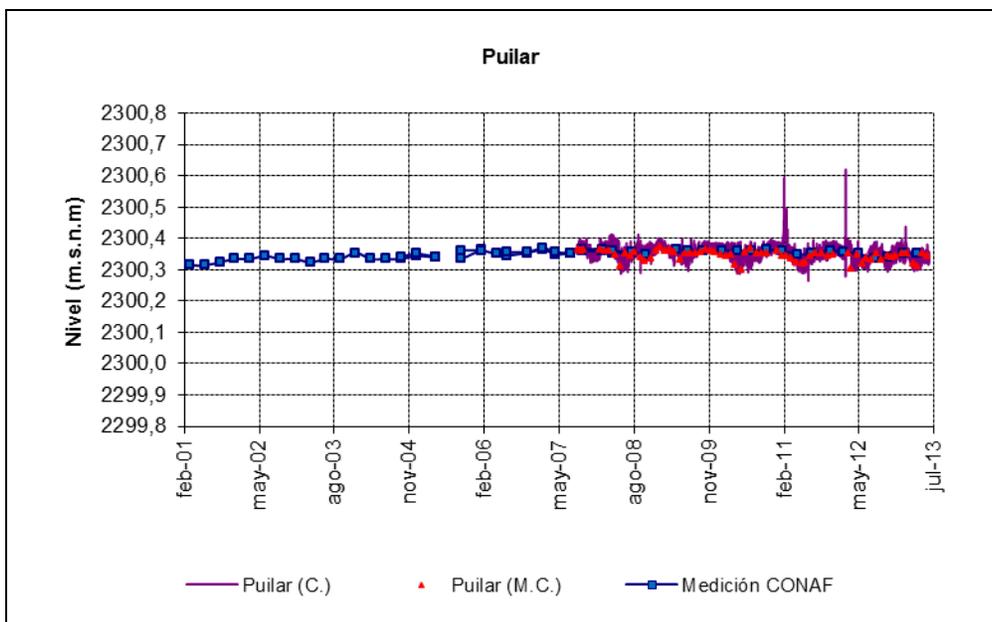


Figura 4-95: Nivel mensual observado en la reglilla Puilar desde 13 de mayo de 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC)

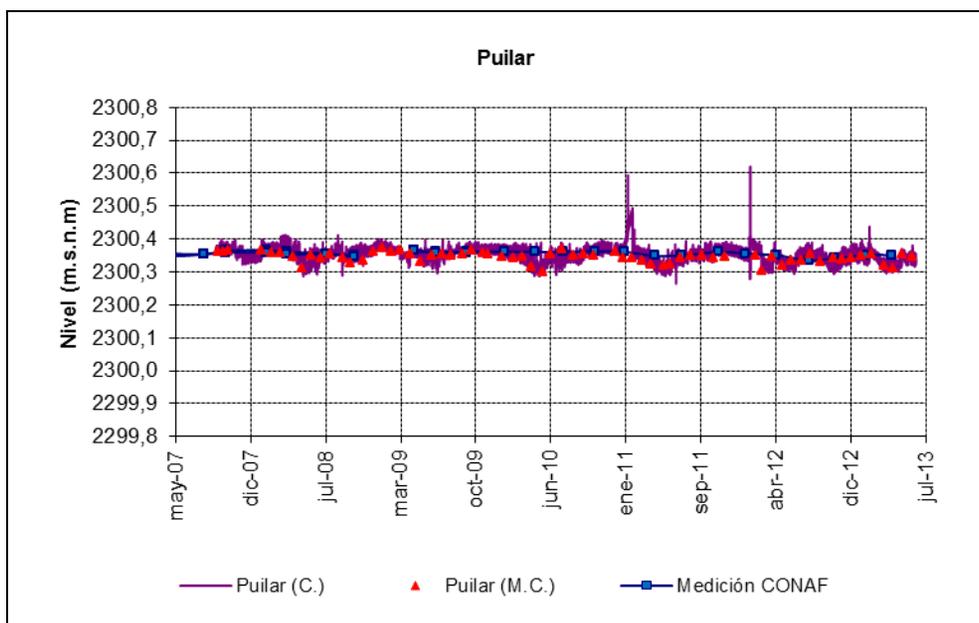


Figura 4-96: Nivel mensual observado en la reglilla Chaxas

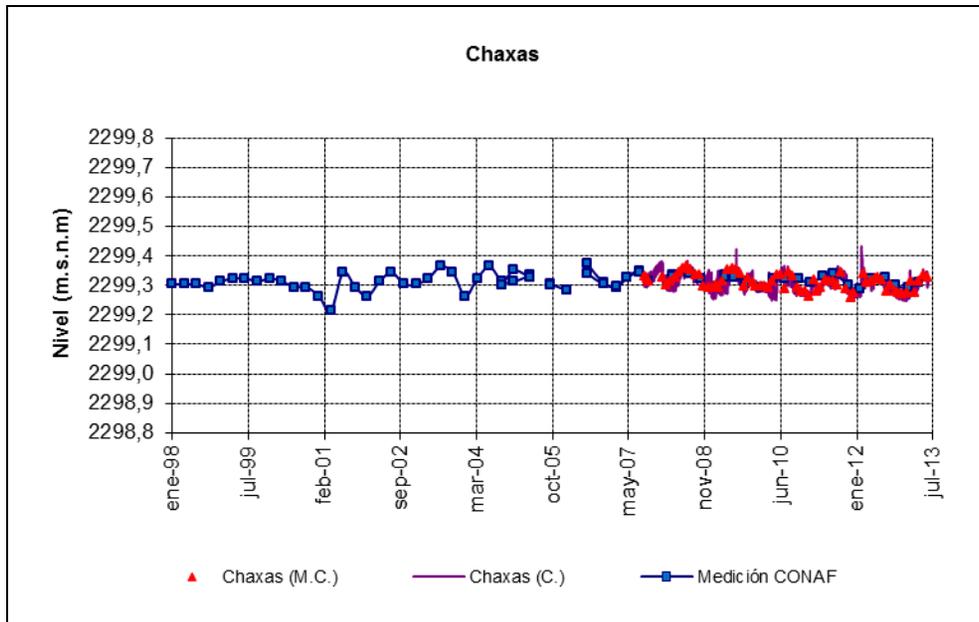
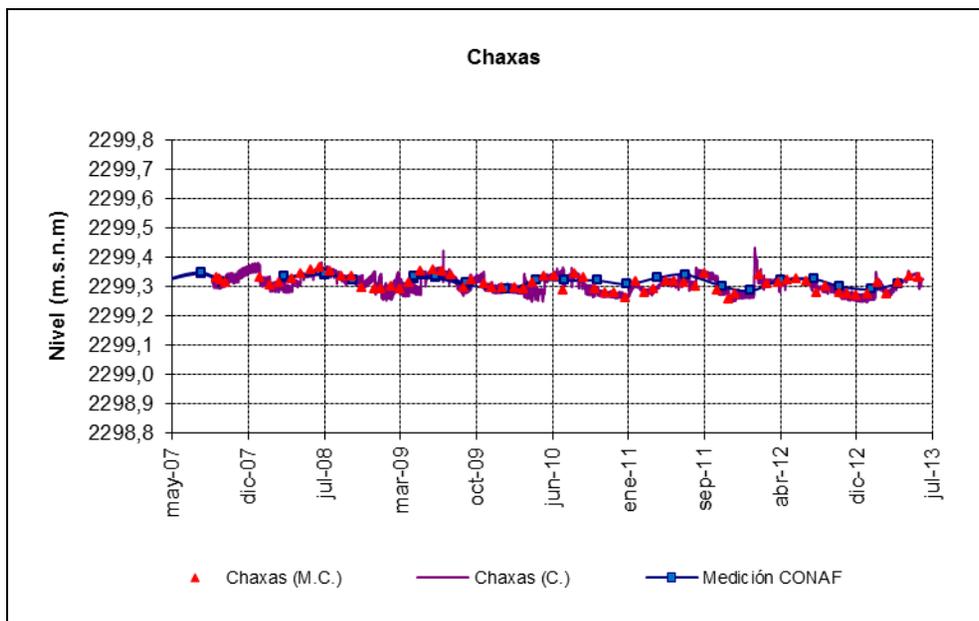


Figura 4-97: Nivel mensual observado en la reglilla Chaxas desde 13 de mayo de 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC)



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, desde enero de 2005 no se habían registrado precipitaciones que sobrepasaran los 5 mm. Sin embargo a partir del 2011 se han incrementado las precipitaciones. En la Tabla 4.2 se muestran las principales precipitaciones registradas en la estación, estas precipitaciones tienen un efecto directo en los niveles, los que se puede observar en todas las reglillas y en los pozos cercanos a las superficies lacustres.

Tabla 4.2. Principales precipitaciones registradas en la Estación Meteorológica de Chaxa desde el 2011.

Fecha	Precipitación (mm)
2-Feb-2011	9,4
10-Feb-2012	27,9
11-Feb-2012	10,9
08-Feb-2013	25,2
17-May-2013	10,9

Es importante mencionar que las precipitaciones en el salar son muy locales por lo que es factible que las precipitaciones cerca de las lagunas pudieron ser mayores o bien menores de lo que se registró en la estación meteorológica Chaxa. La Figura 4-99 muestra la evolución histórica de la evaporación potencial corregida de acuerdo a lo indicado anteriormente. Producto de las lluvias mencionadas anteriormente (verano 2012) se cortó el camino hacia la estación meteorológica Chaxa, el cual si bien fue arreglado, volvió a cortarse y fue arreglado de manera definitiva en septiembre de 2013.

Esta situación ha dificultado la obtención del registro de evaporación provocando el vacío que se observa en la Figura 4-99 desde mediados de mayo hasta diciembre de 2012. Cabe recalcar que la dificultad de realizar el segundo arreglo y la demora en éste pasa por la presencia de una colonia de nidificación de flamencos muy cerca del sector que se cortó, por lo que se debió esperar que se autorizara el acceso al sector una vez que el proceso de nidificación finalizó.

Figura 4-98: Precipitación diaria registrada en la estación Chaxa

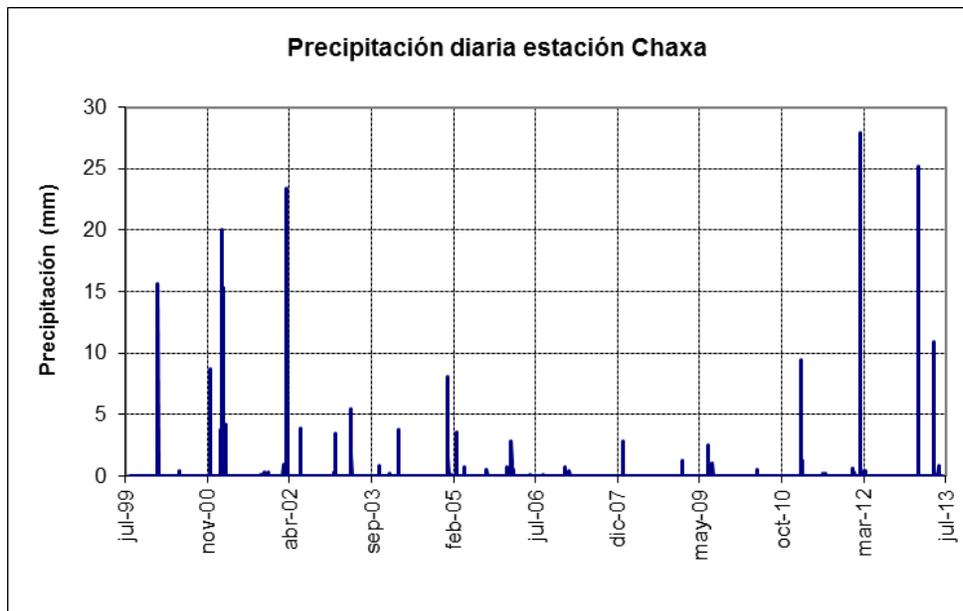


Figura 4-99: Evaporación diaria registrada en la estación Chaxa

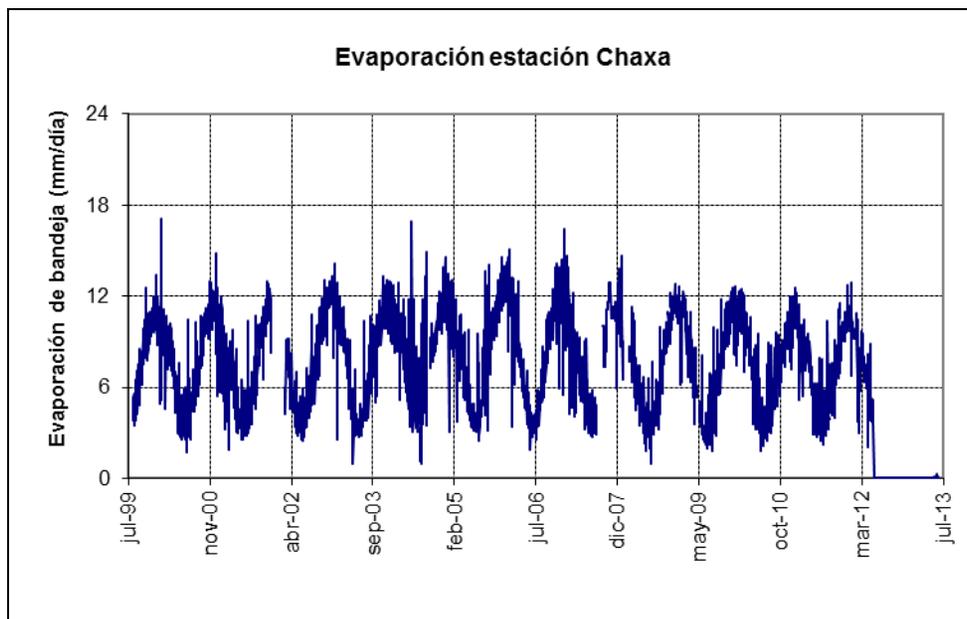


Figura 4-100: Velocidad del viento diaria registrada en la estación Chaxa

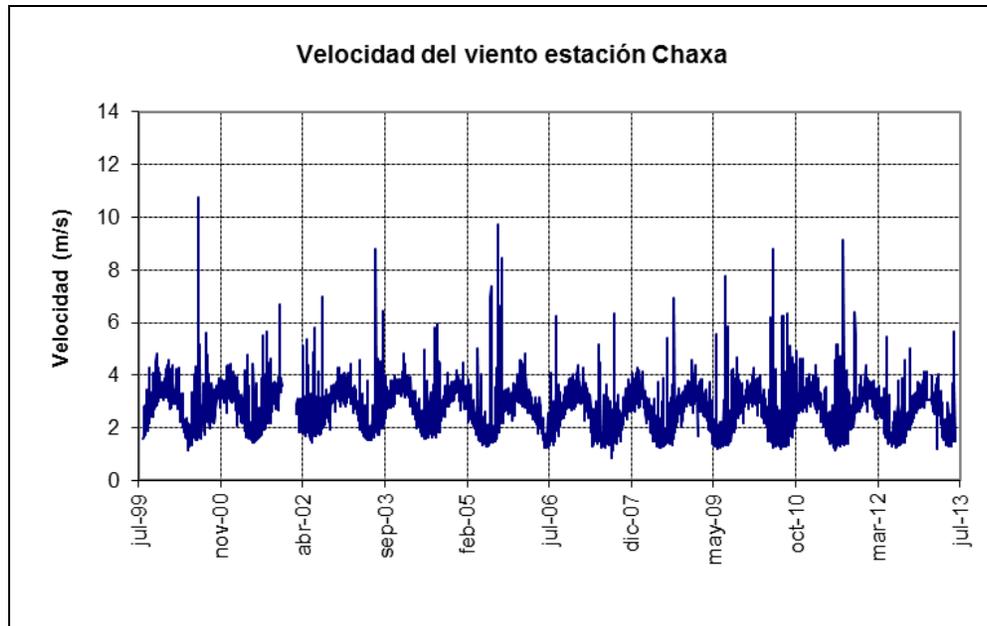
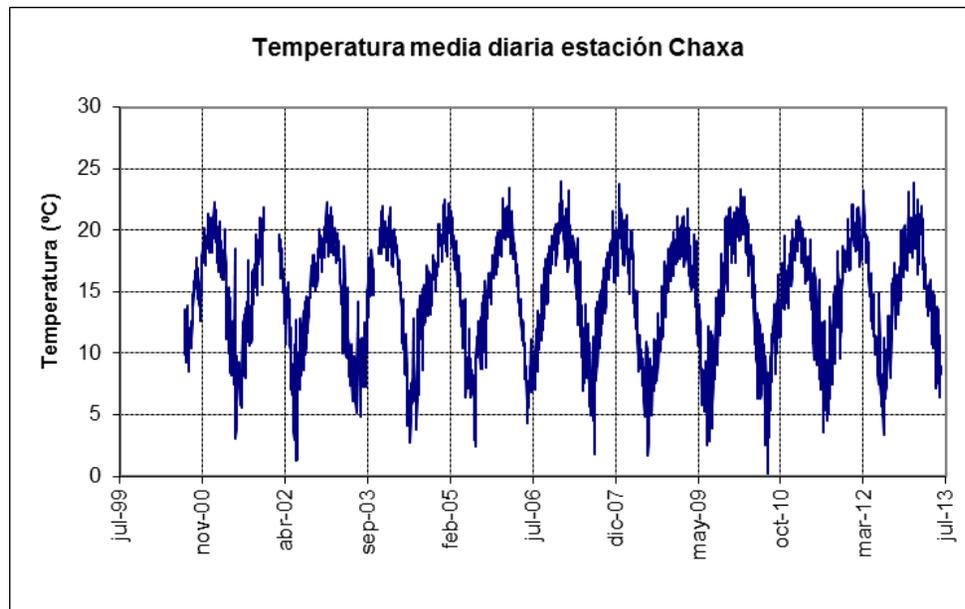


Figura 4-101: Temperatura media diaria registrada en la estación Chaxa



4.1.3 Caudal 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 caudales medios mensuales bombeados de los pozos Mullay 1 y Allana respectivamente. Ambos pozos han bombeado caudales iguales o menores a los derechos otorgados (40 l/s en cada uno) desde el inicio de la operación.

Figura 4-102: Caudal medio mensual bombeado desde el pozo Mullay

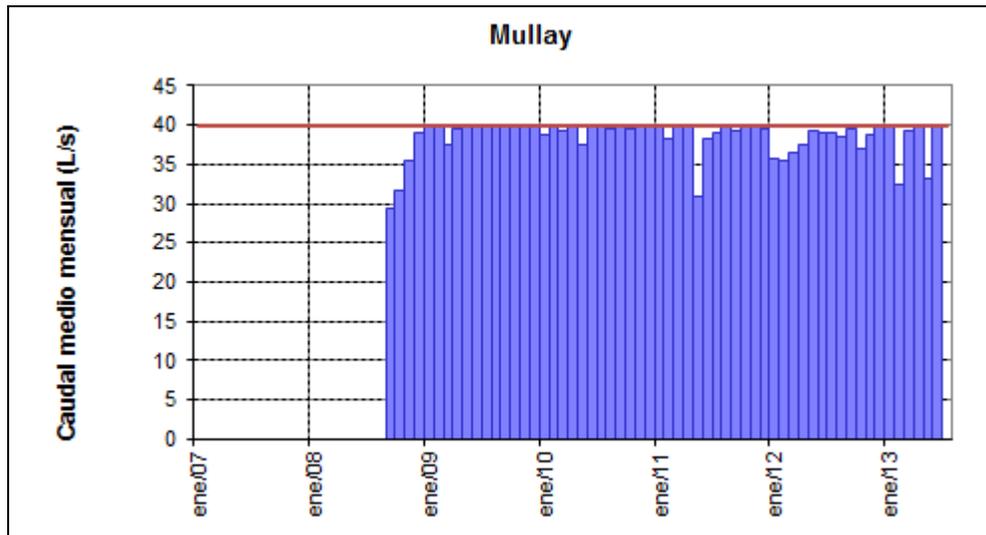
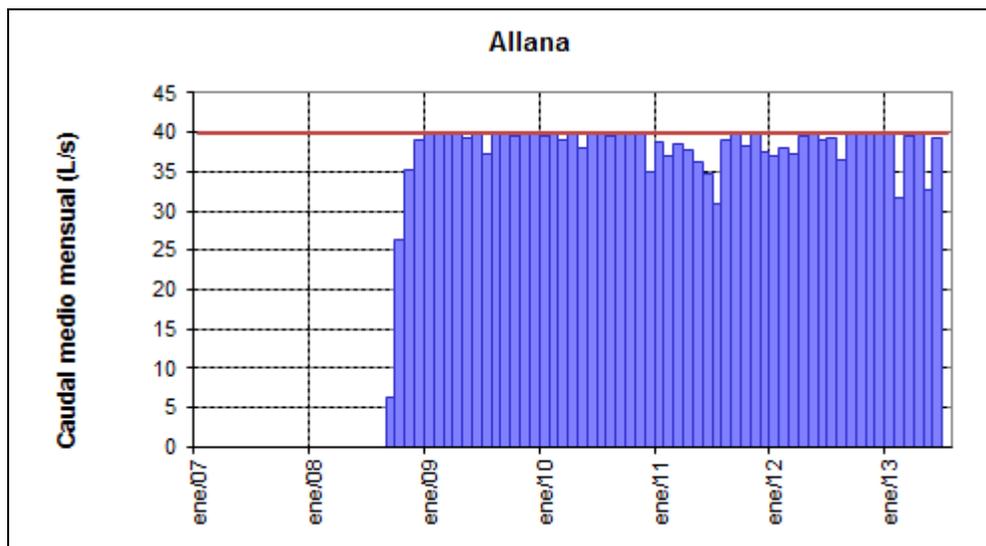


Figura 4-103: Caudal medio mensual bombeado desde el pozo Allana



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-07, 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 Figura 4-104 a Figura 4-118 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 3 se presentan los informes de los análisis químicos reportados por ALS Environmental para dichas muestras y en el Anexo 4 el certificado de acreditación de este laboratorio.

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 Figura 4-119 a la Figura 4-120.

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 debió 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 dentro de los rangos esperados.

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, las mediciones se realizan en forma trimestral. Los resultados de estos análisis se presentan de la Figura 4-121 a la Figura 4-128

Es importante notar que en los gráficos de hidroquímica, las series representadas con un círculo están asociadas a los ejes del lado izquierdo y las que se encuentran representadas por un triángulo están asociadas a los ejes del lado derecho.

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.

Figura 4-104: Resultados de análisis físico-químico del pozo L1-4

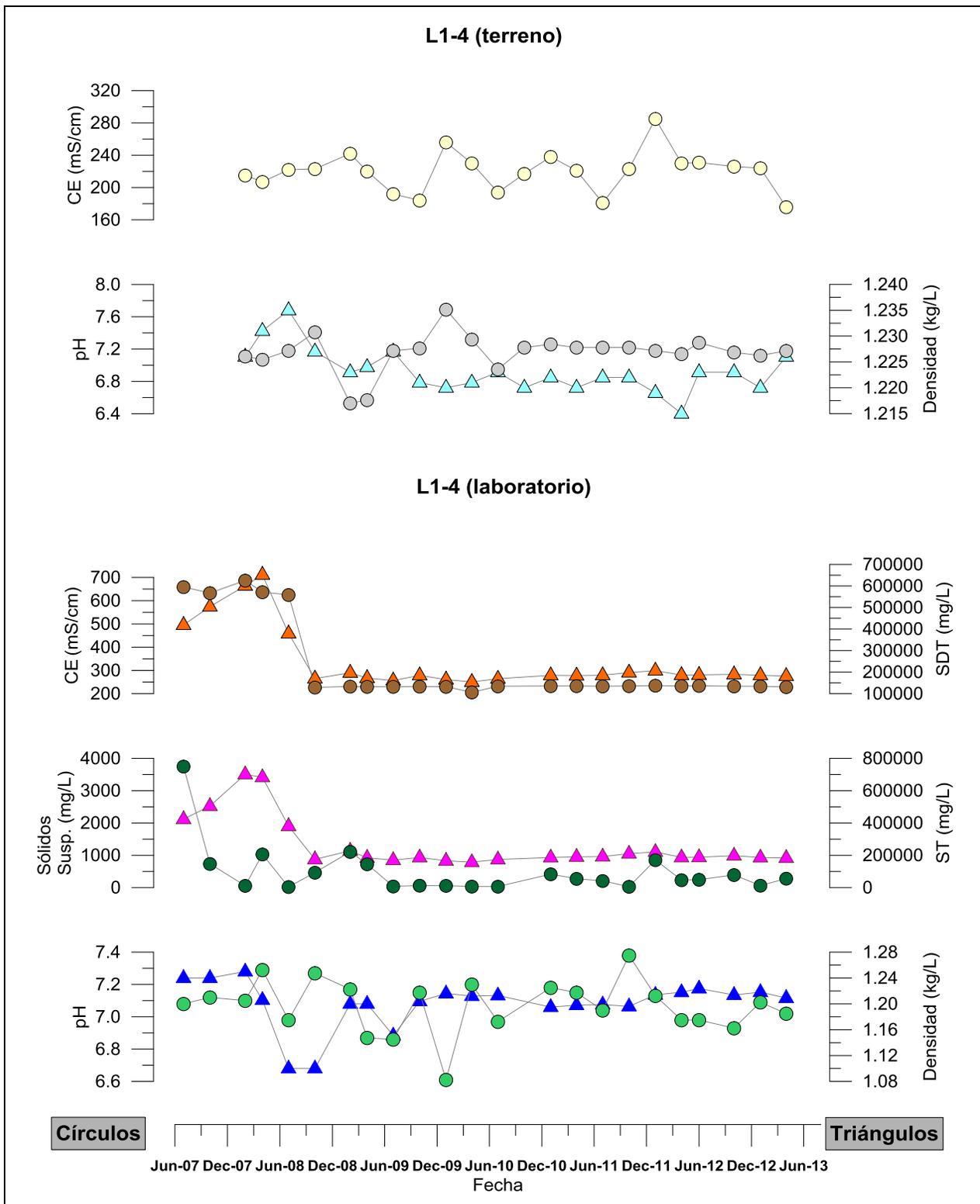


Figura 4-105: Resultados de análisis físico-químico del pozo L1-5

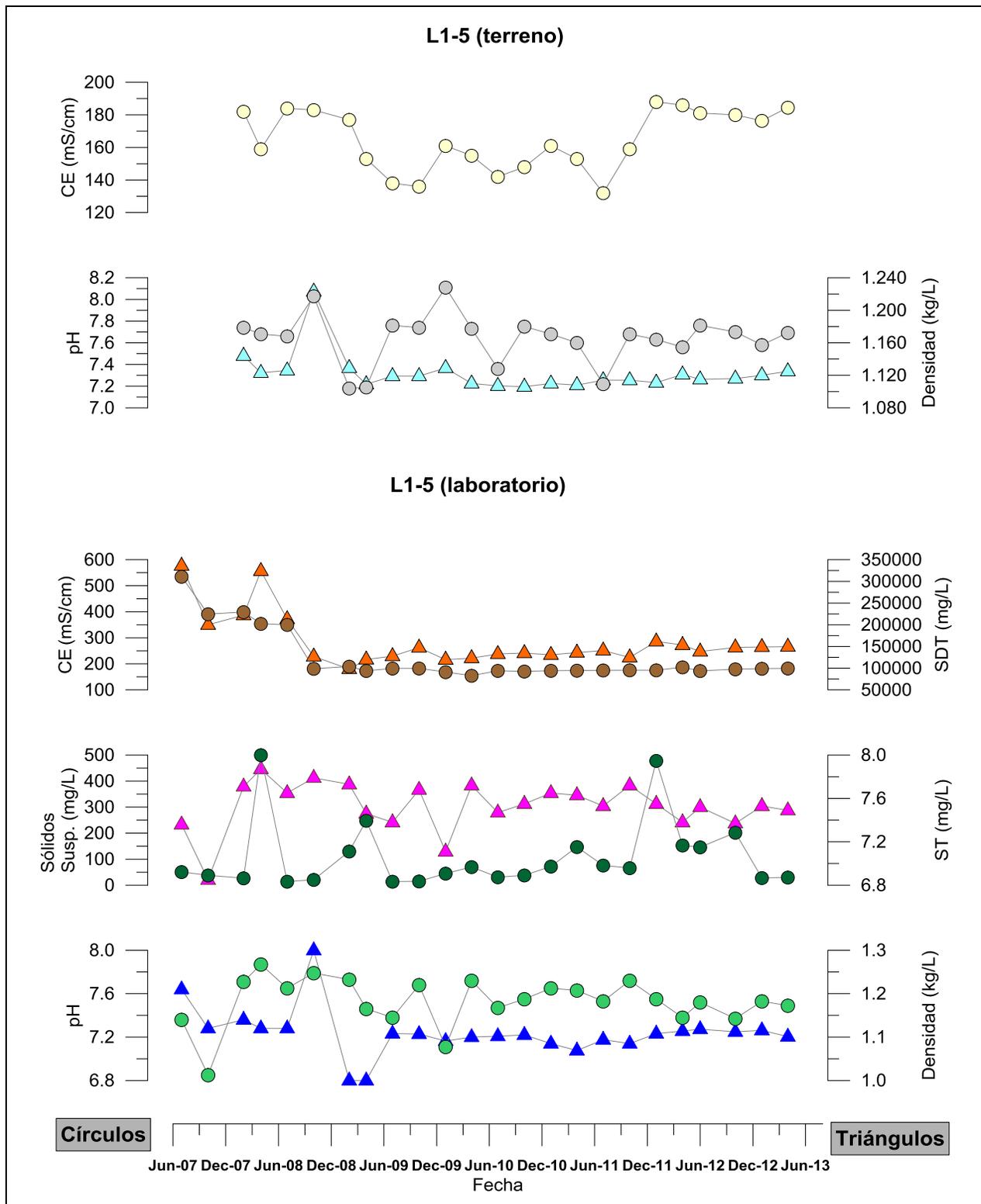


Figura 4-106: Resultados de análisis físico-químico del pozo L1-6

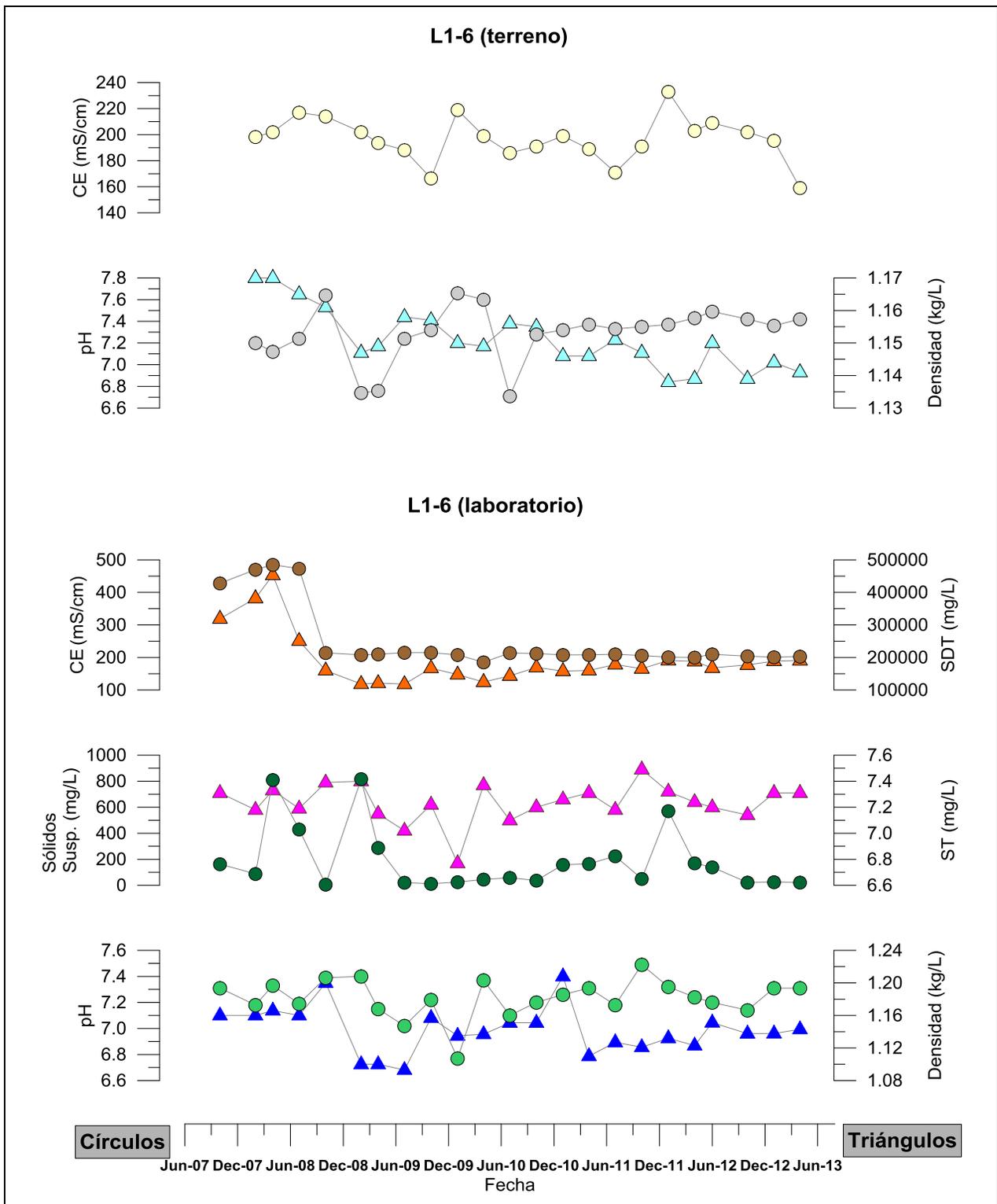


Figura 4-107: Resultados de análisis físico-químico regilla L1-G4

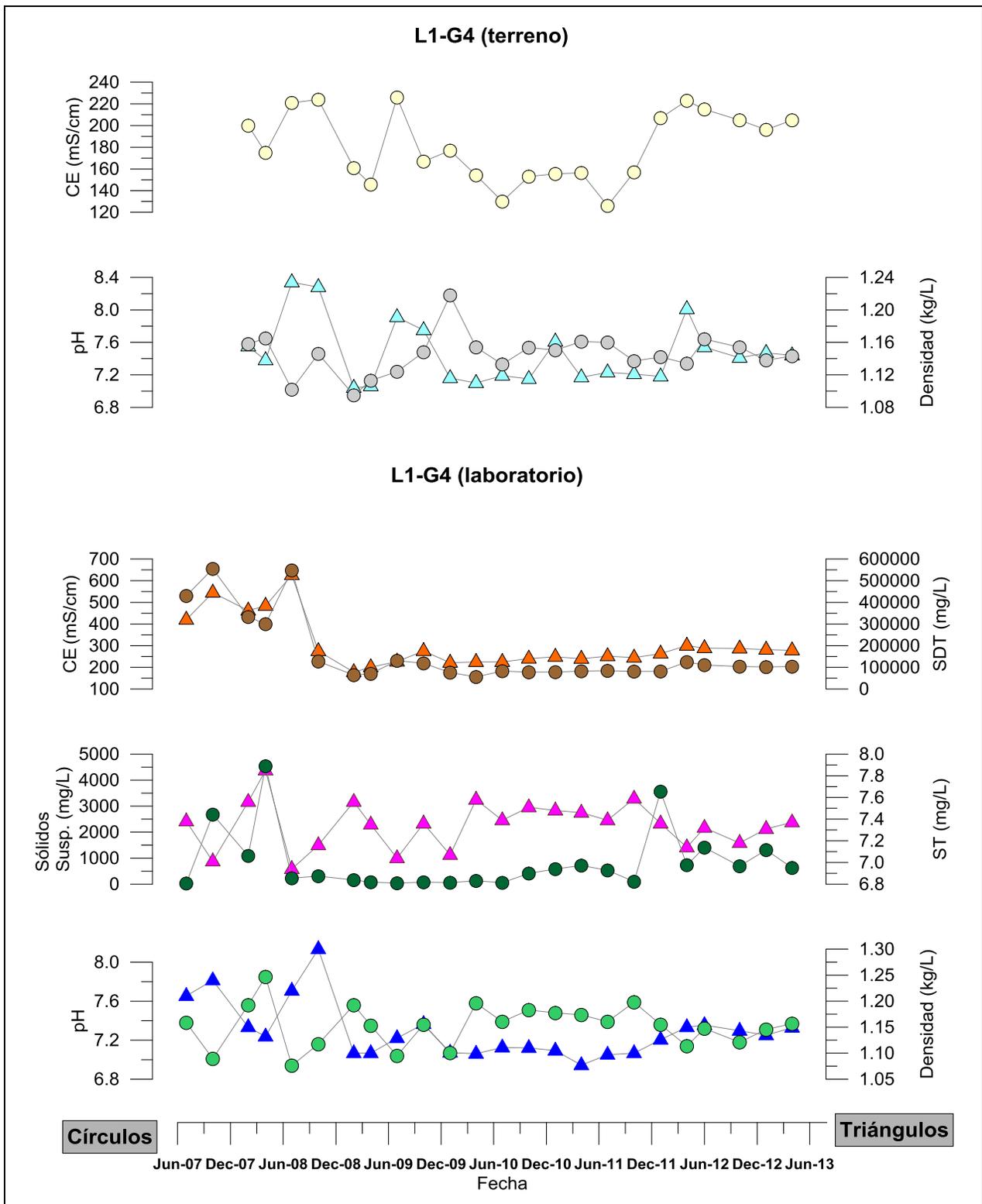


Figura 4-108: Resultados de análisis físico-químico del pozo L2-3

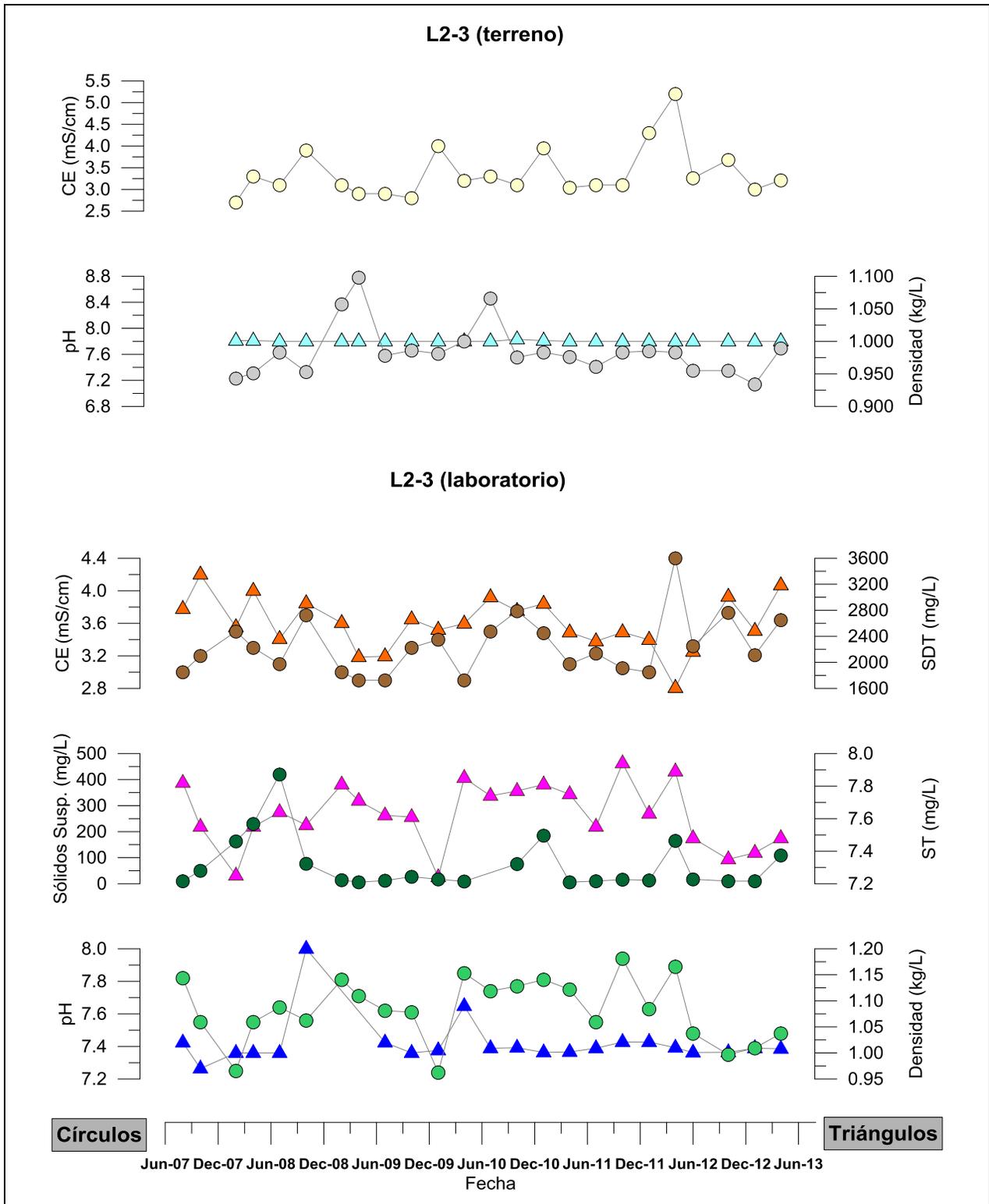


Figura 4-109: Resultados de análisis físico-químico del pozo L2-4

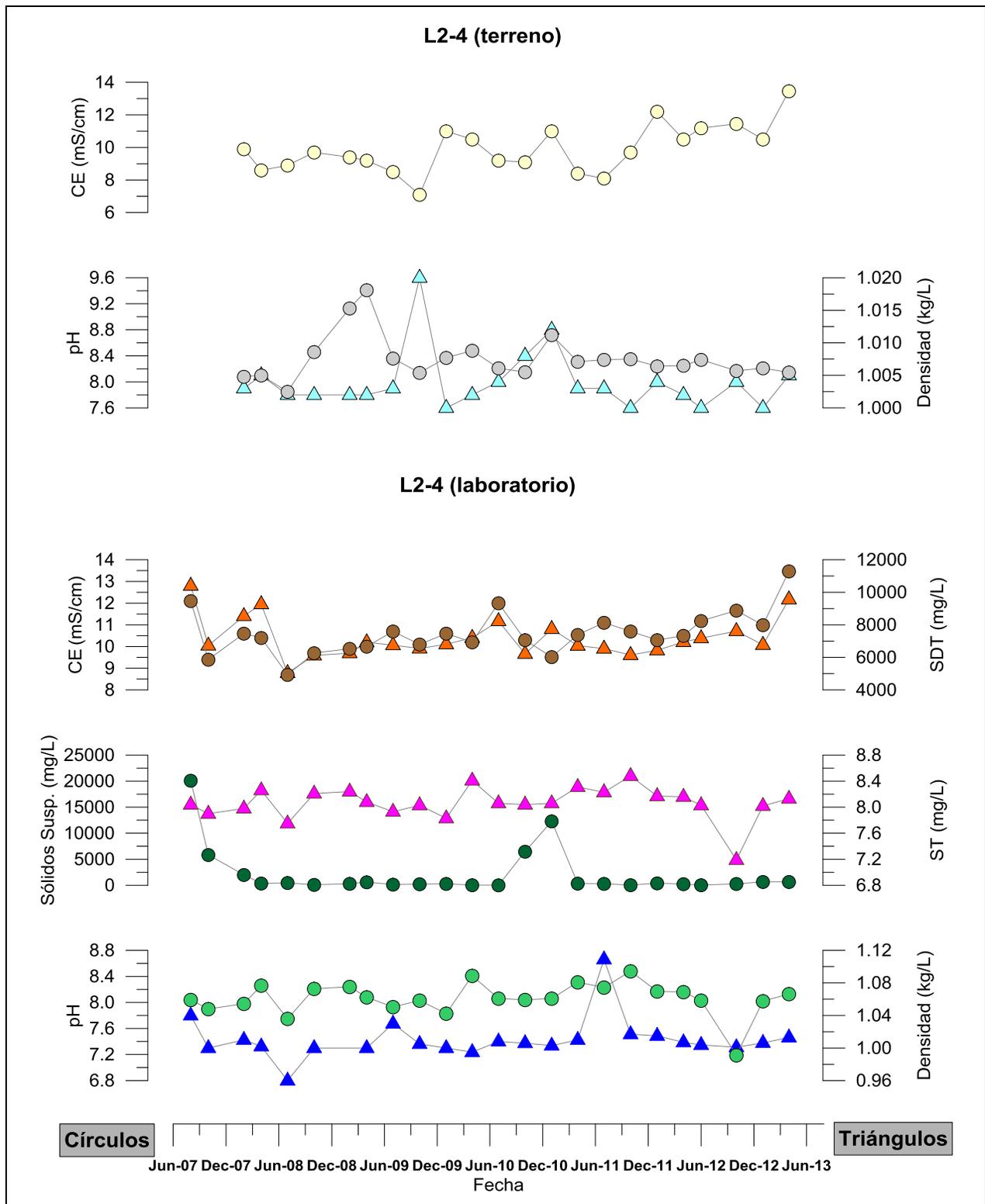


Figura 4-110: Resultados de análisis físico-químico del pozo L2-5

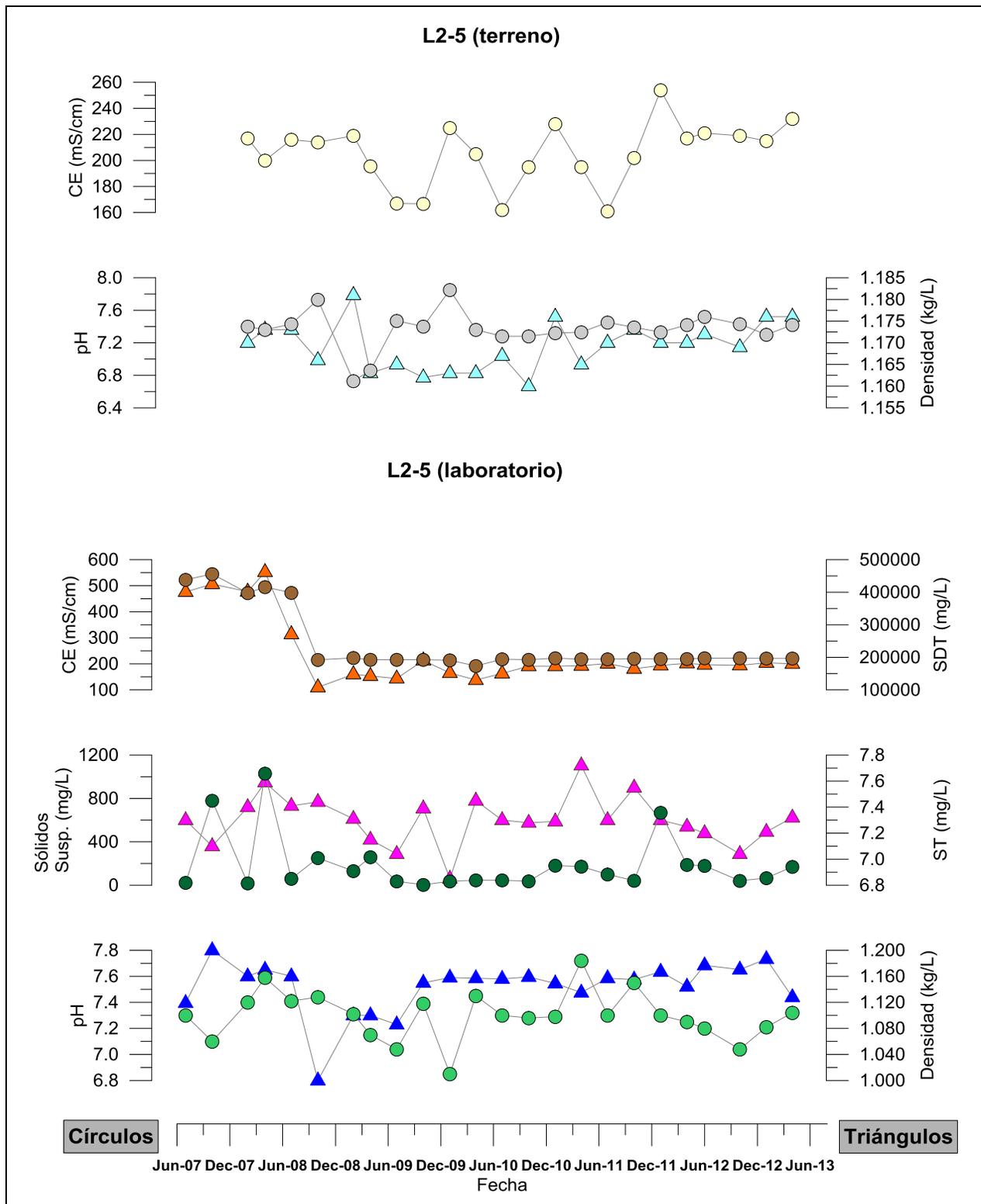
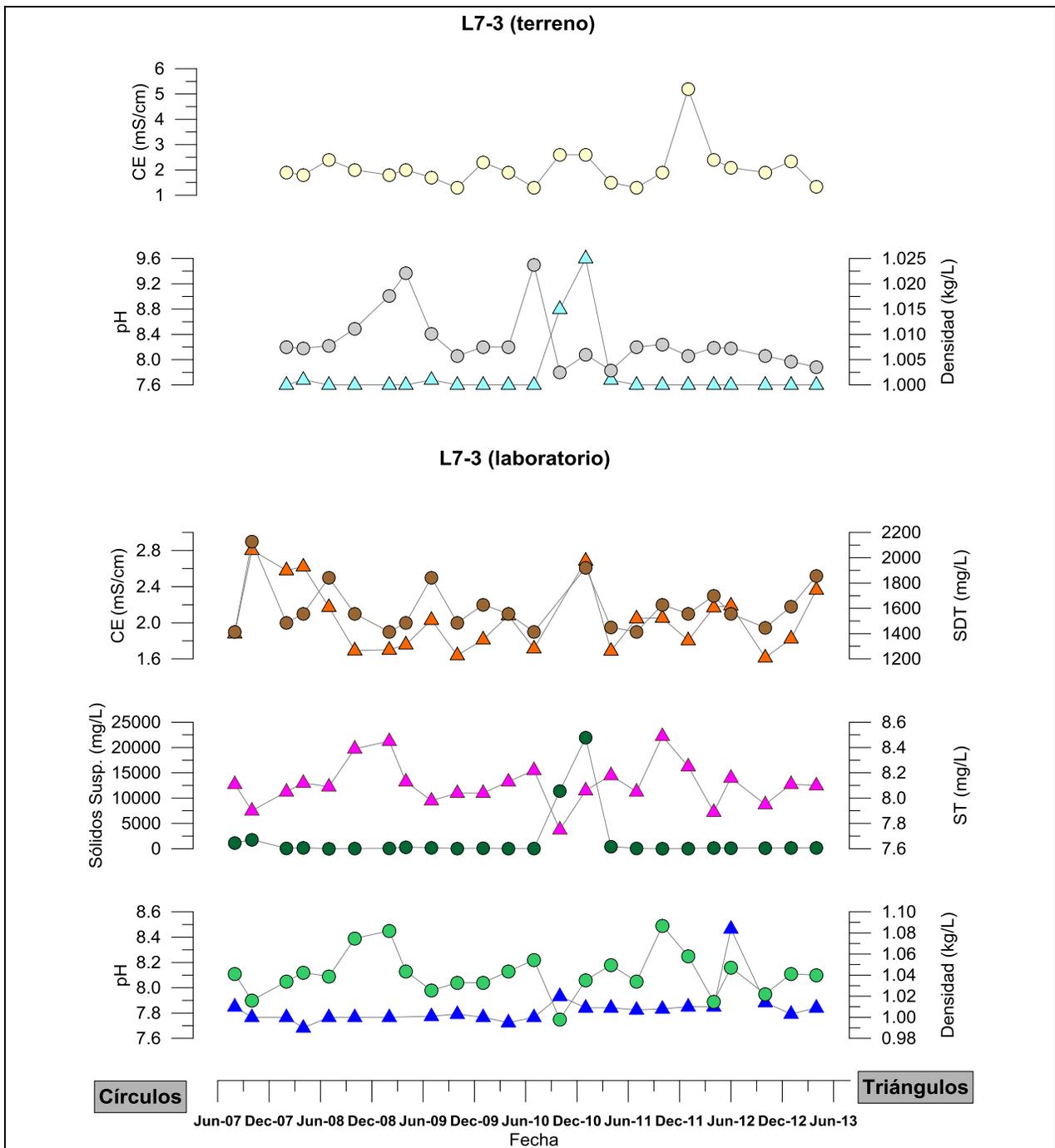


Figura 4-111: Resultados de análisis físico-químico del pozo L7-3²



² Para evitar problemas de escala, en la serie de SDT se sacó el dato de octubre de 2010, correspondiente a 6.990 mg/L, y en la serie de Sólidos Suspendidos se sacaron los datos de octubre de 2010 y enero de 2011, correspondientes a 11.409 mg/L y 21.965 mg/L.

Figura 4-112: Resultados de análisis físico-químico regilla L7-G1

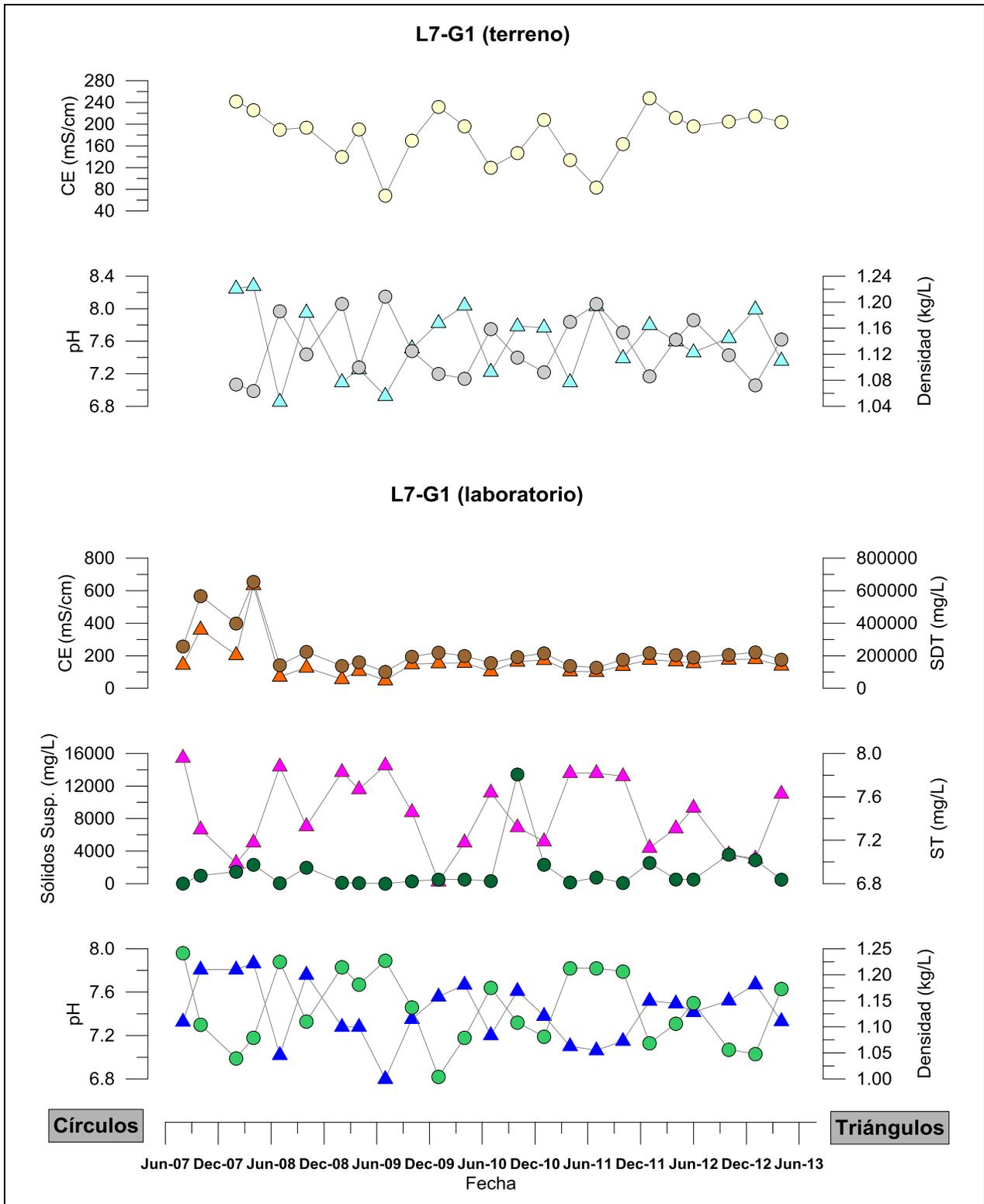


Figura 4-113: Resultados de análisis físico-químico del pozo SOPM-07

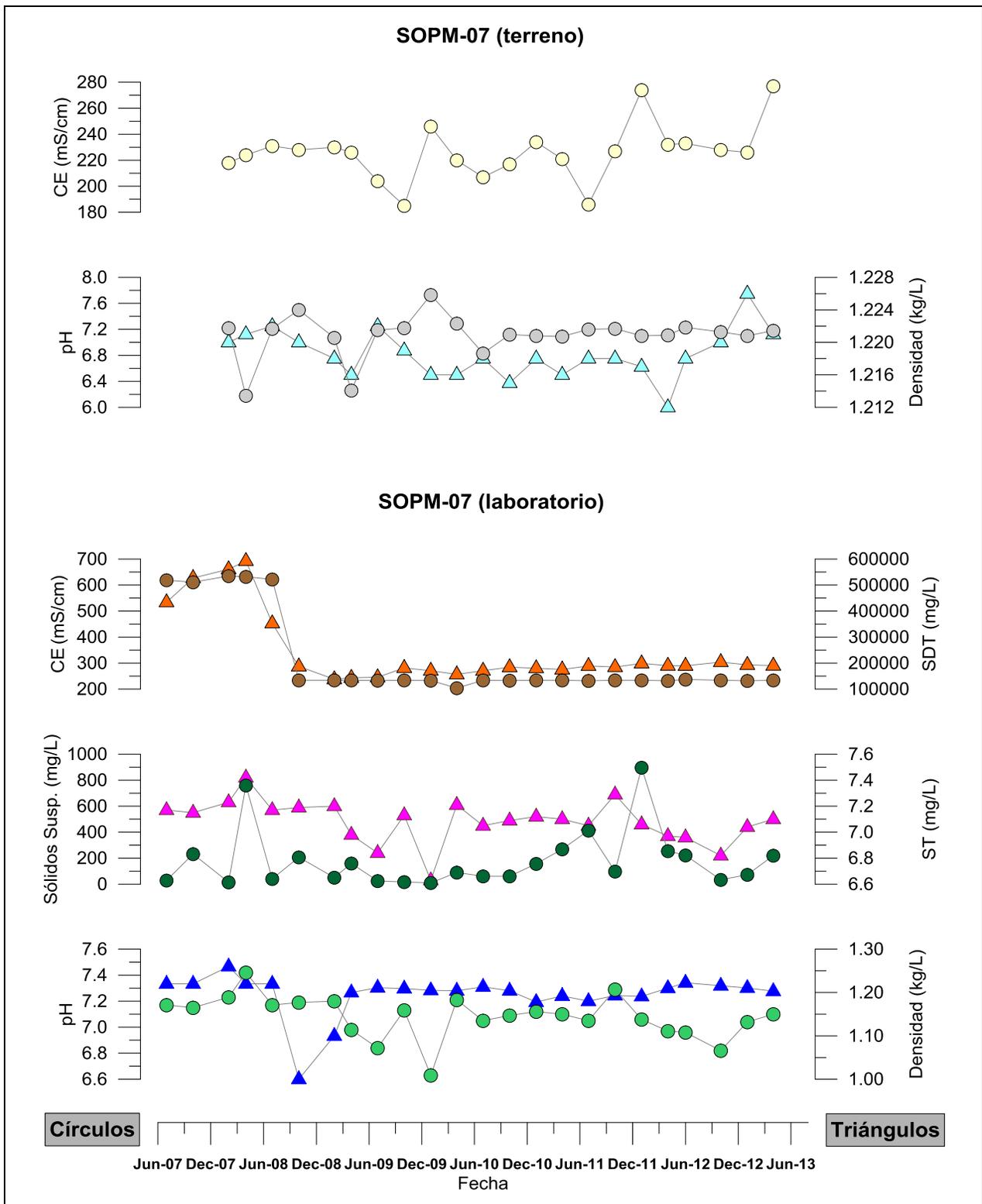
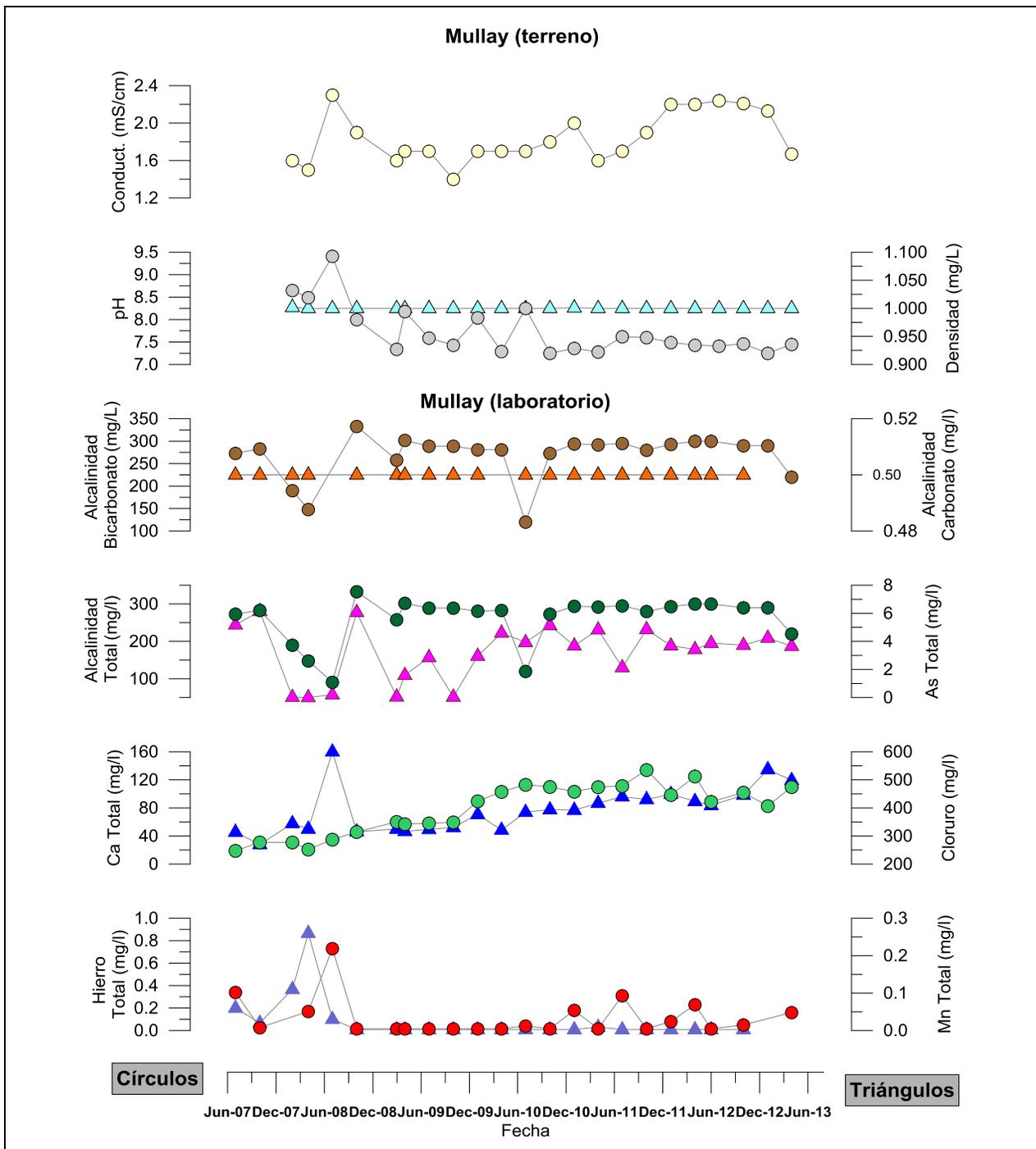
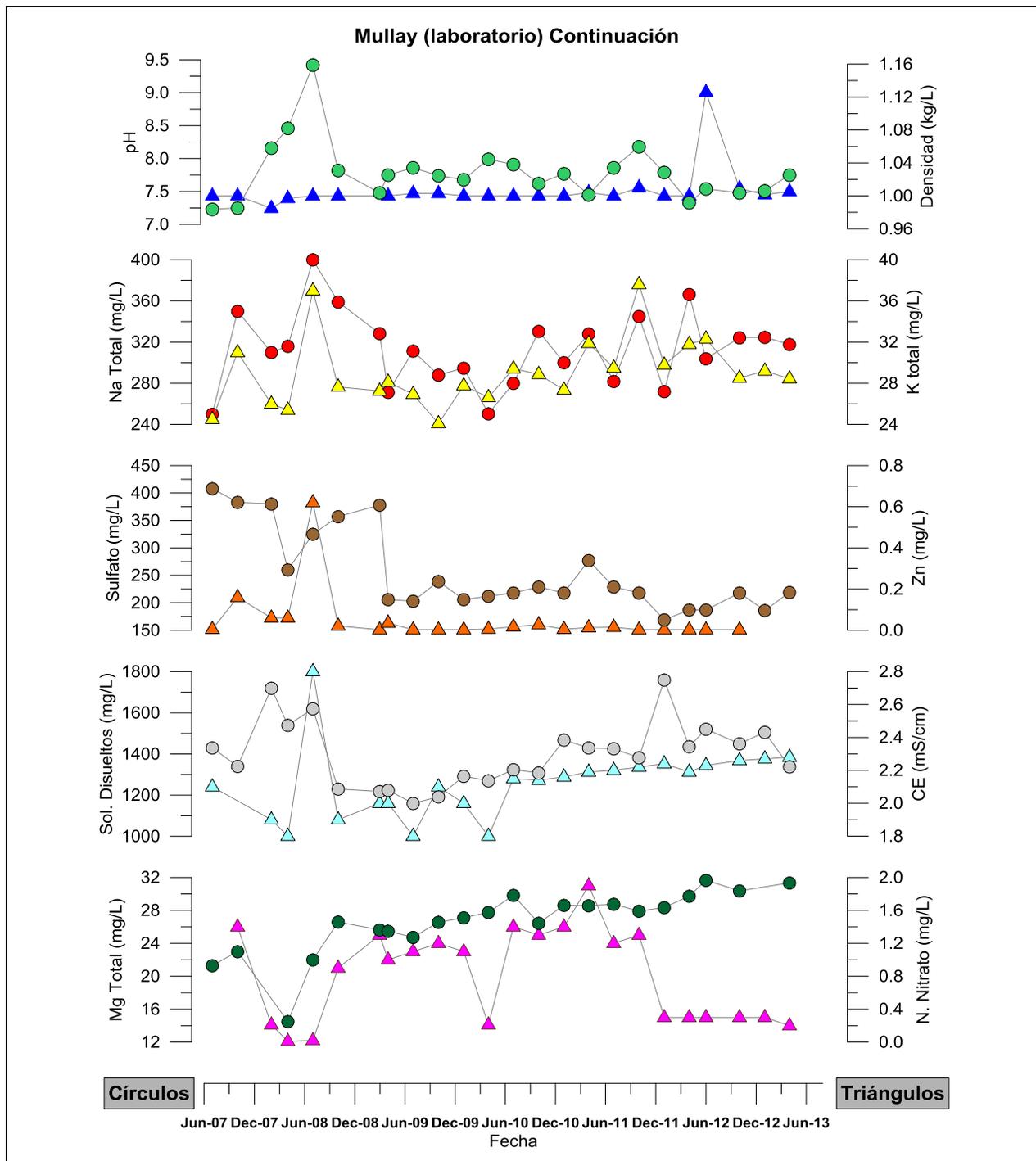


Figura 4-114: Resultados de análisis físico-químico del pozo Mullay³



³ Para evitar problemas de escala a la serie del Hierro Total se le sacó el dato de febrero de 2008 correspondiente a un valor de 88.2 mg/L.

Figura 4-115: Resultados de análisis físico-químico del pozo Mullay (continuación)⁴



⁴ Para evitar problemas de escala a la serie de Magnesio Total se le sacó el dato de febrero de 2008 correspondientes a 95 mg/L y a la serie del Nitrógeno Nitrate se le sacó el dato de julio de 2007 correspondientes a 134 mg/L.

Figura 4-116: Resultados de análisis físico-químico del pozo SOPM-14

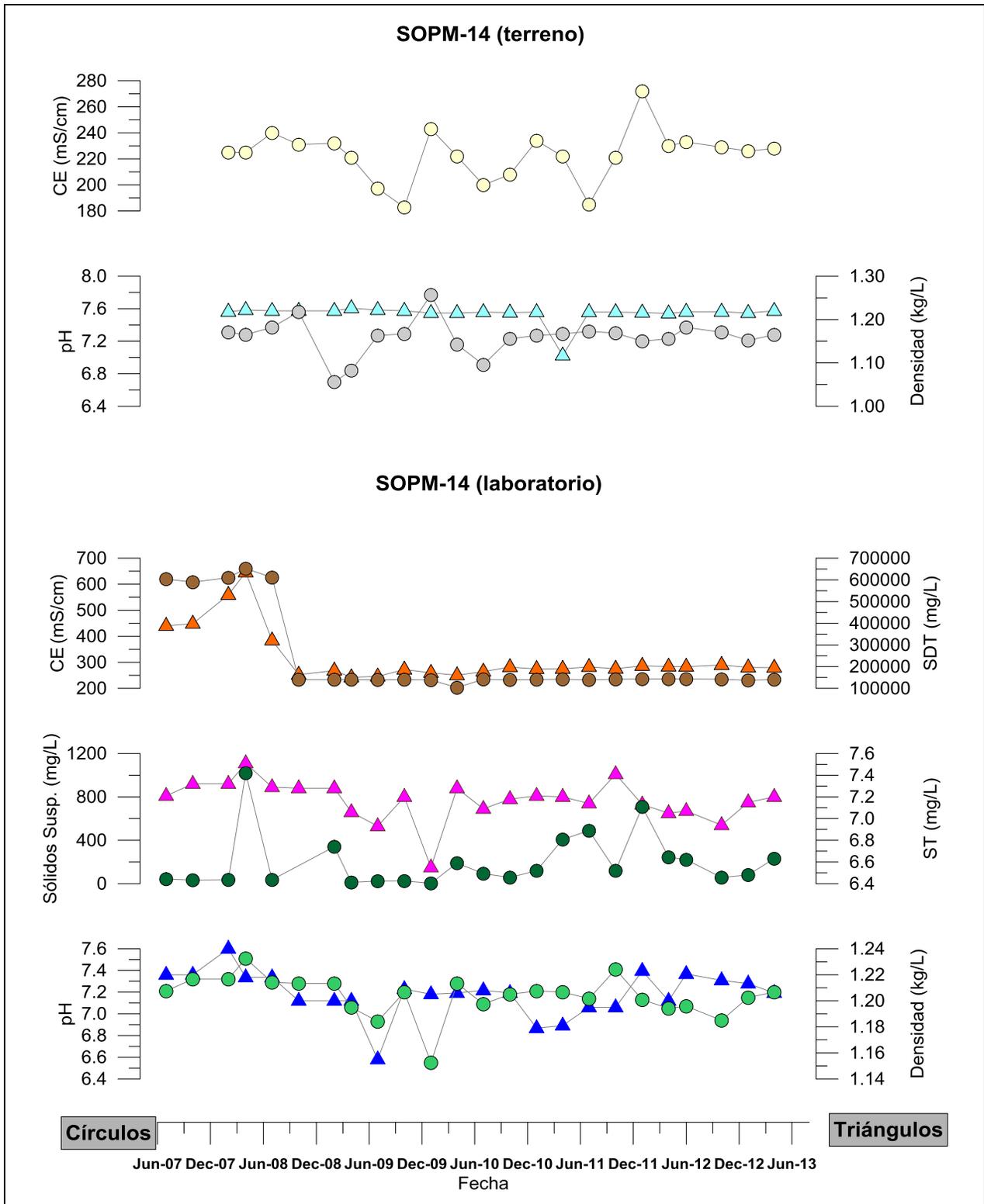
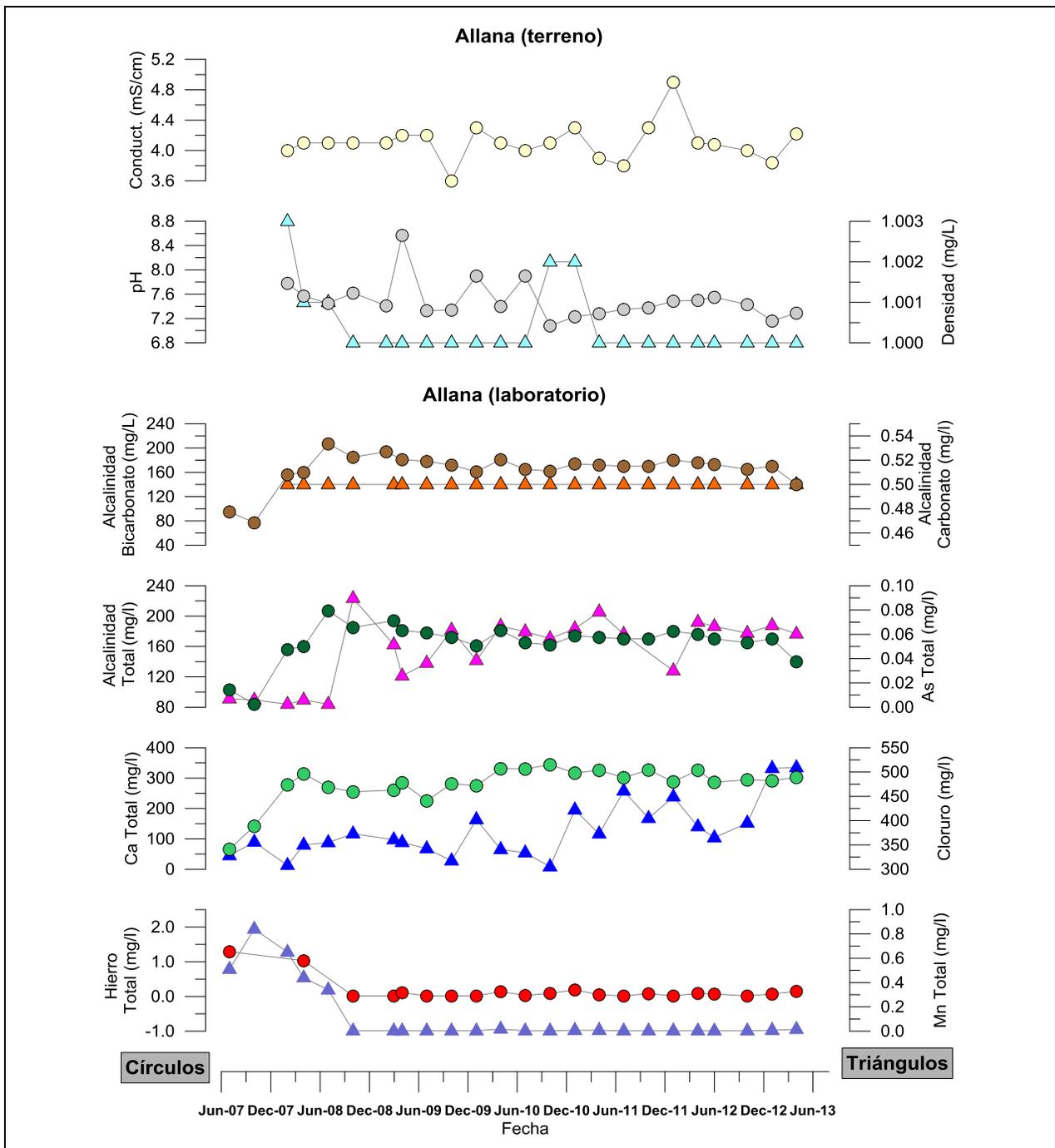
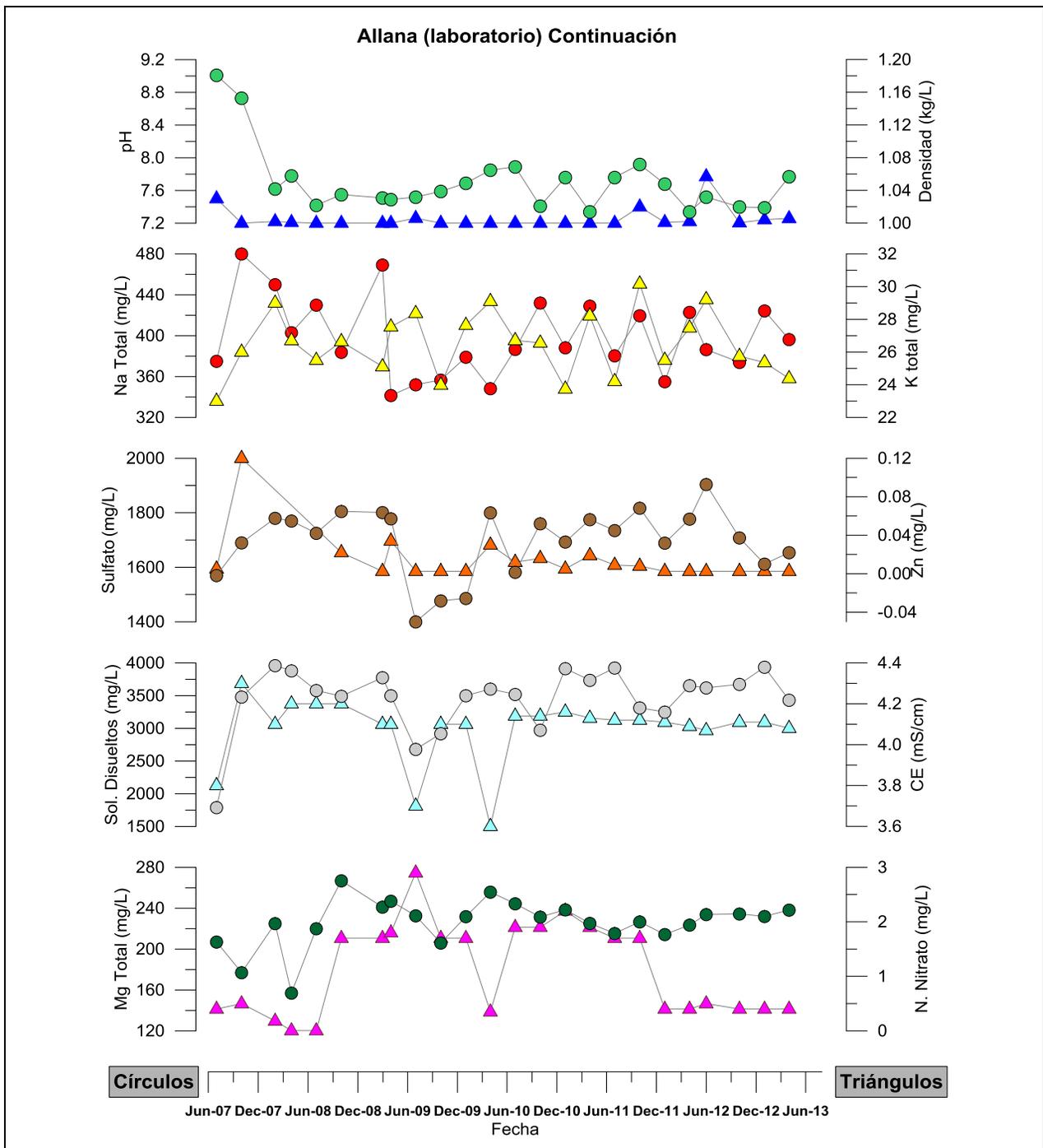


Figura 4-117: Resultados de análisis físico-químico del pozo Allana⁵



⁵ Para evitar problemas de escala a la serie de alcalinidad carbonato se le sacó el dato de julio y octubre de 2007 correspondientes a un valor de 8 y 9 mg/L respectivamente, a la serie de Hierro Total se le sacó el dato de octubre de 2007, y febrero y julio de 2008 correspondientes a un valor de 4; 24,5 y 4,4 mg/L respectivamente.

Figura 4-118: Resultados de análisis físico-químico del pozo Allana (continuación)⁶



⁶ Para evitar problemas de escala, a la serie de Zinc Total se le sacó el dato de febrero, abril y julio de 2008 correspondientes a 6,96; 4,4 y 11,3 mg/L respectivamente.

Figura 4-119: Resultados de análisis físico-químico laguna Chaxa

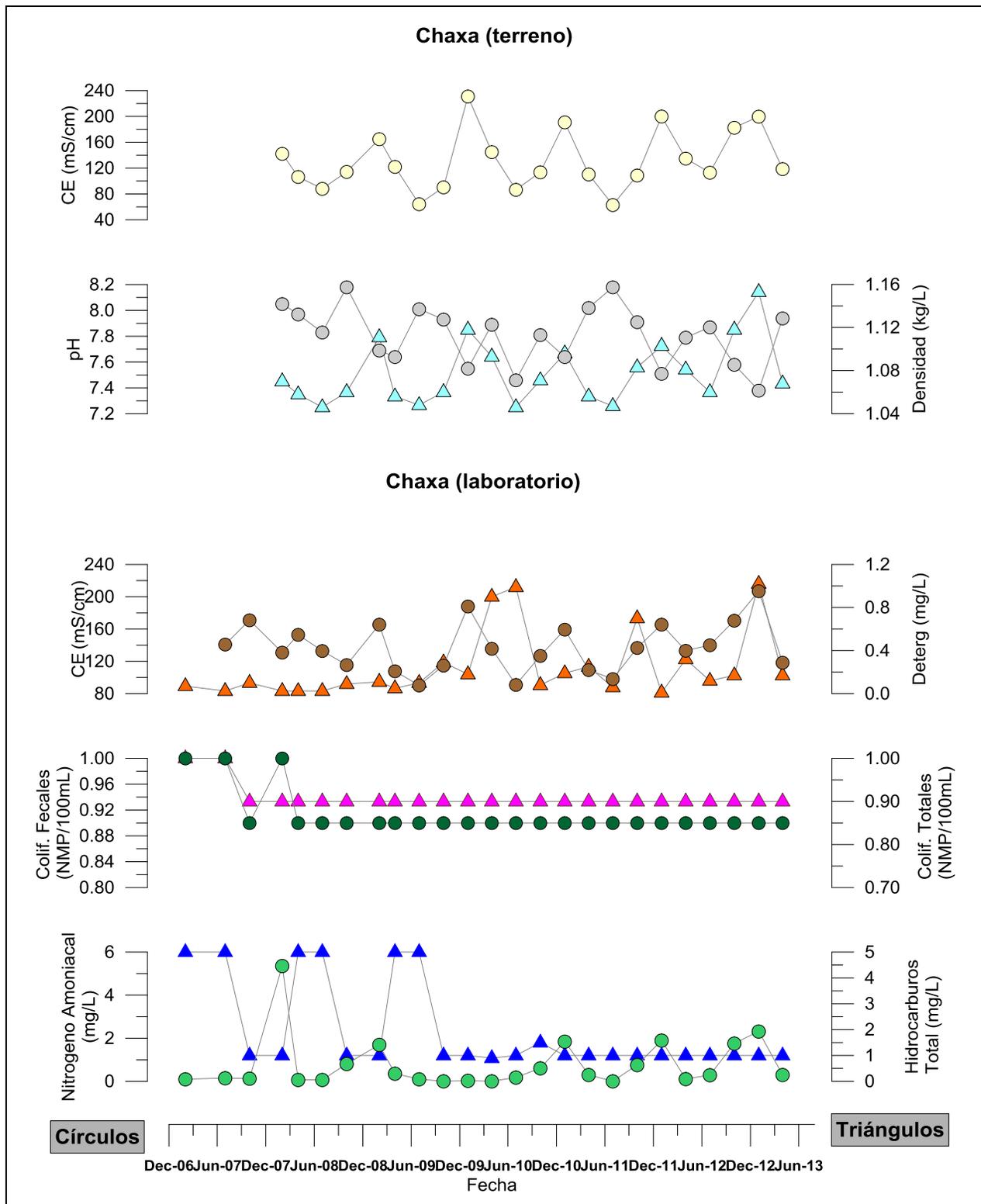
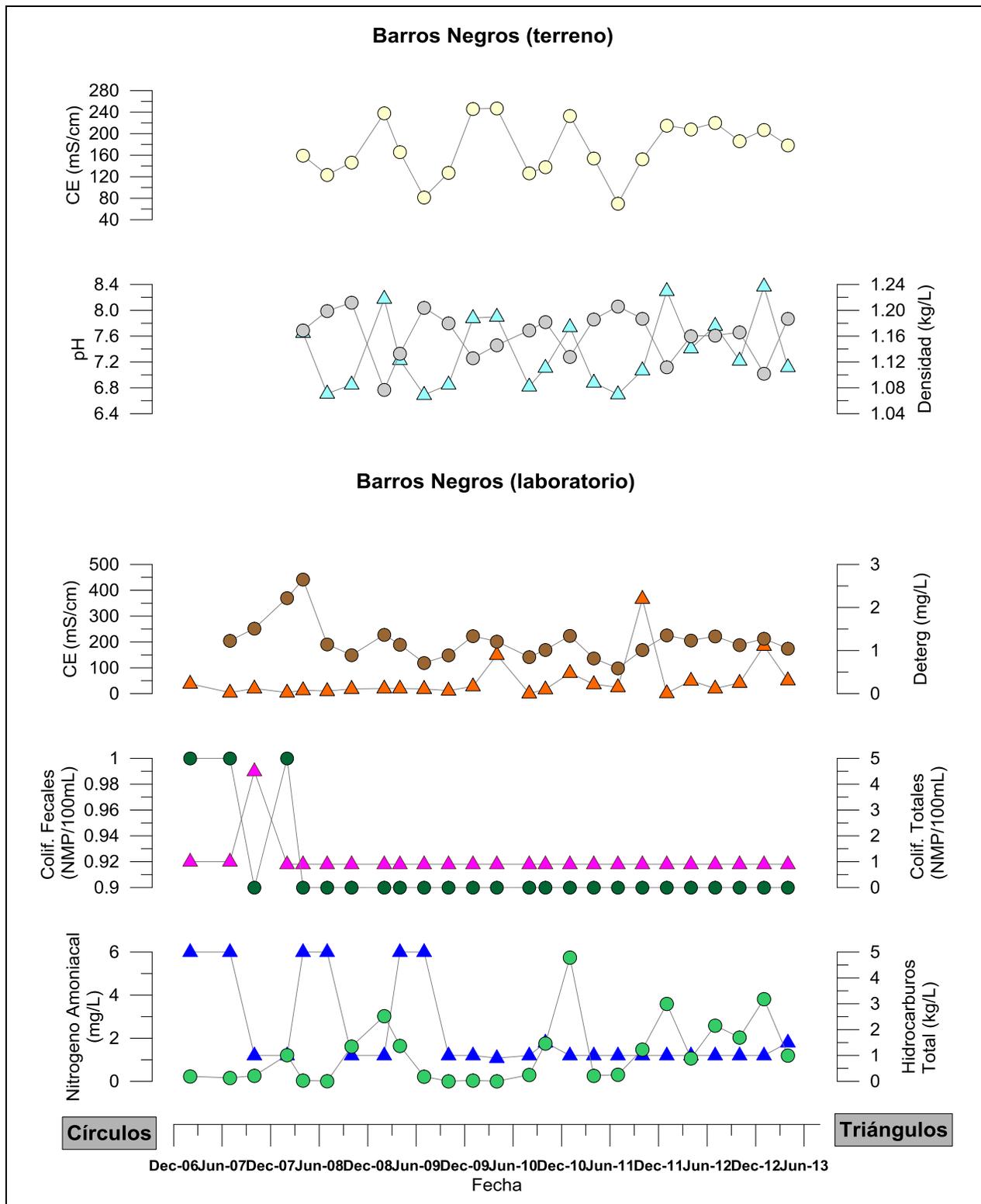


Figura 4-120: Resultados de análisis físico-químico laguna Barros Negros



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.

Figura 4-121: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la laguna Chaxa

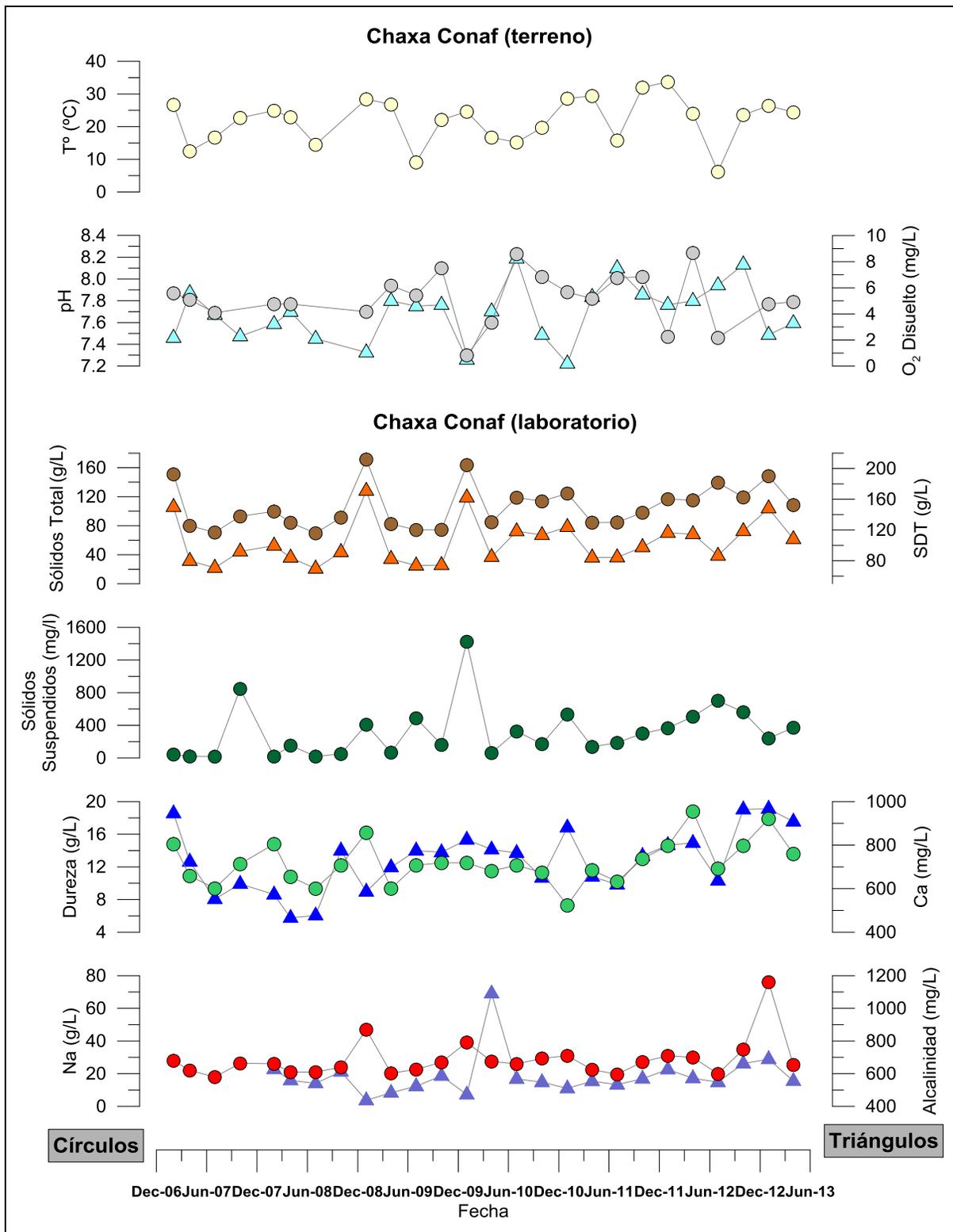


Figura 4-122: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la laguna Chaxa (continuación)

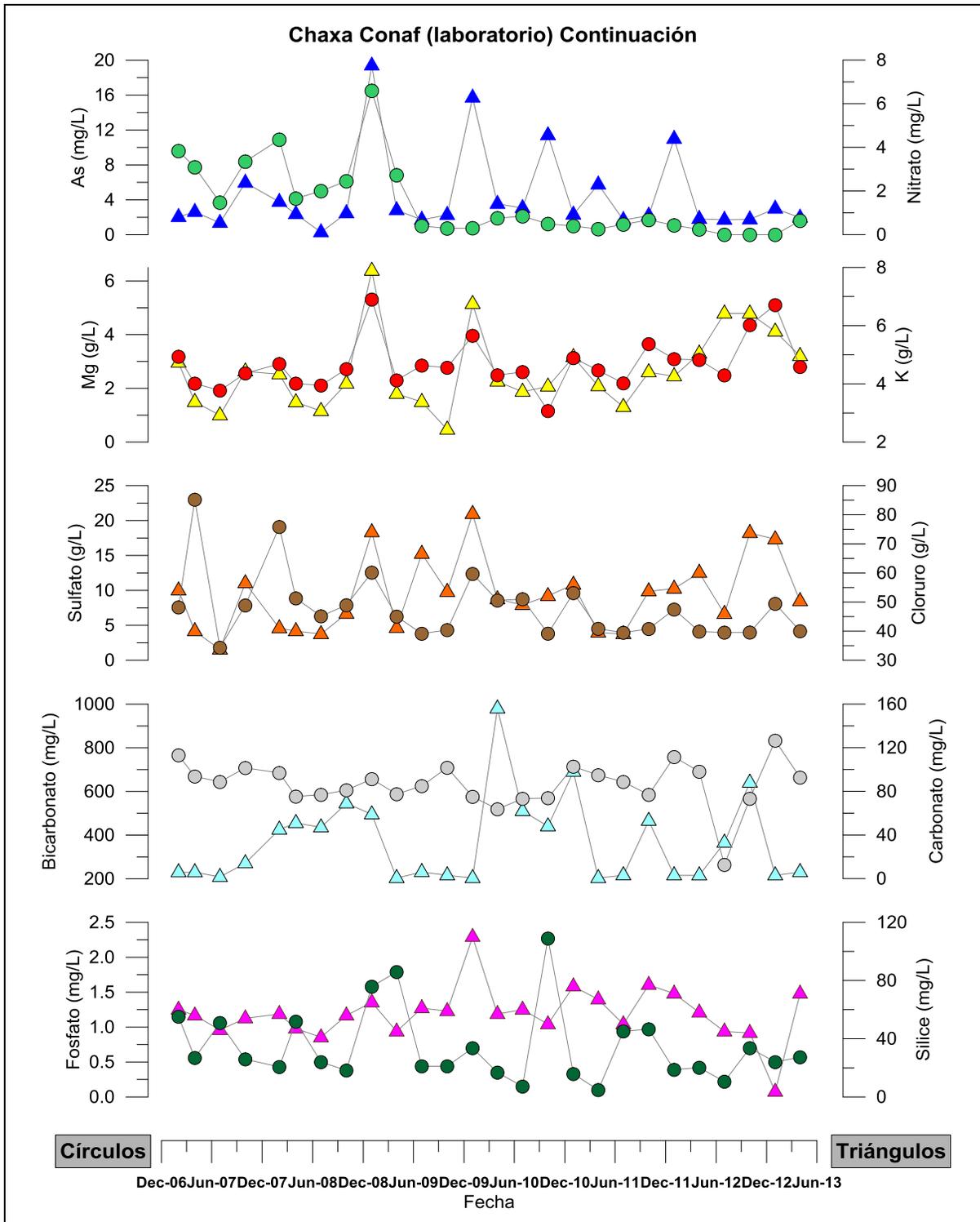


Figura 4-123: Resultados de análisis físico-químico CONAF Burro Muerto

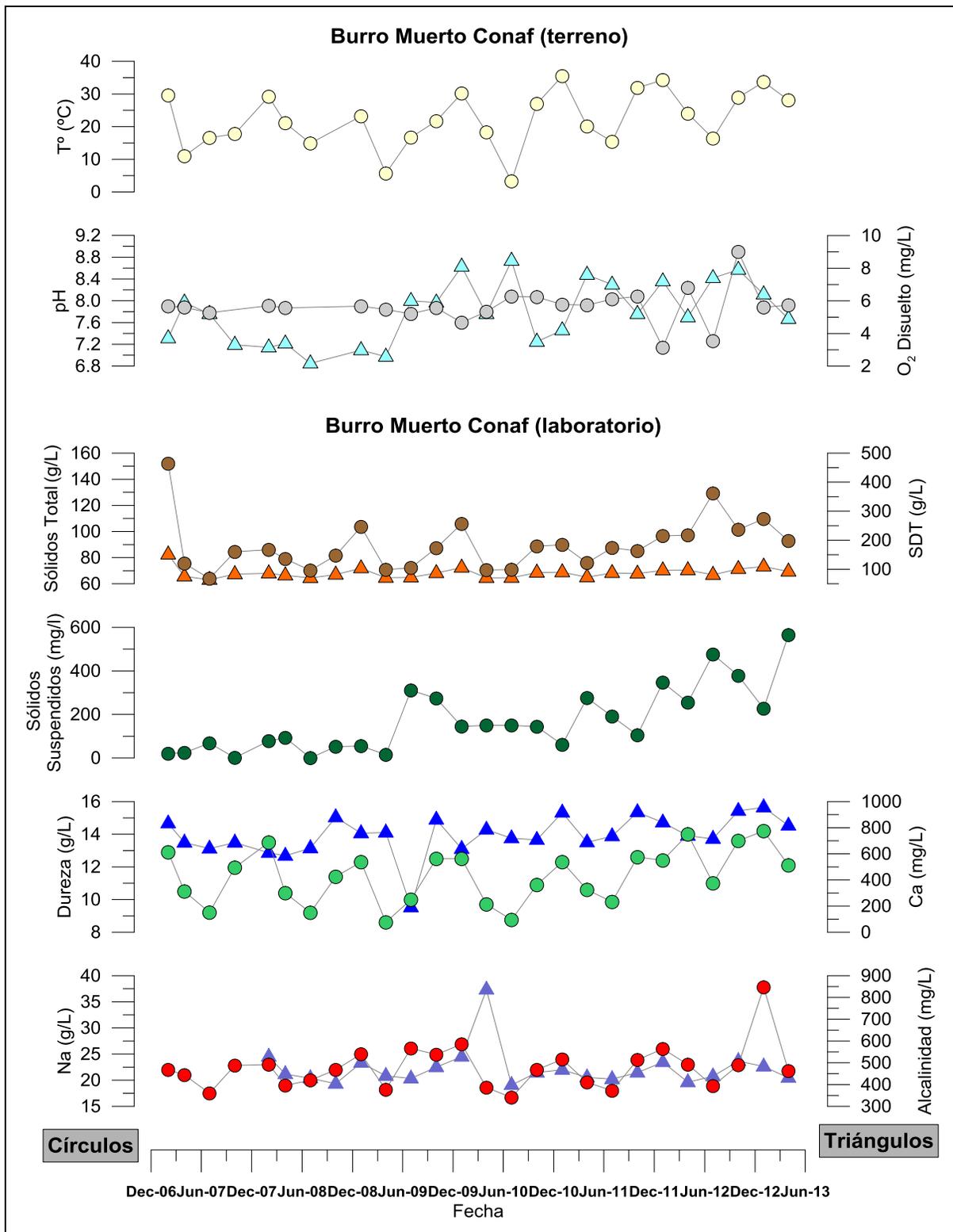
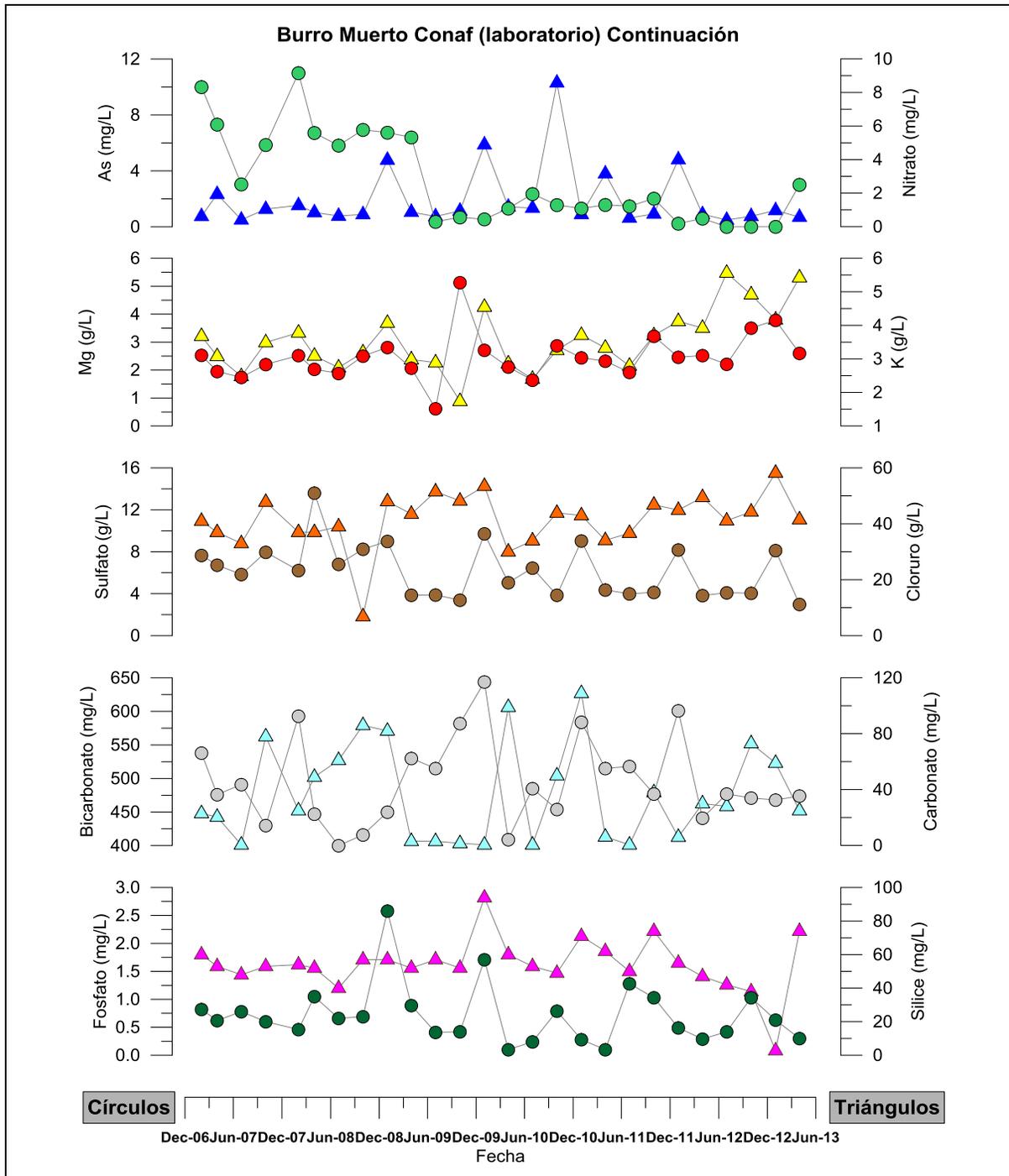


Figura 4-124: Resultados de análisis físico-químico CONAF Burro Muerto (continuación)⁷



⁷ El Magnesio correspondiente a una medición de 2.520 g/L en abril de 2012 fue sacado del gráfico para evitar problemas de escala.

Figura 4-125: Resultados de análisis físico-químico CONAF Barros Negros

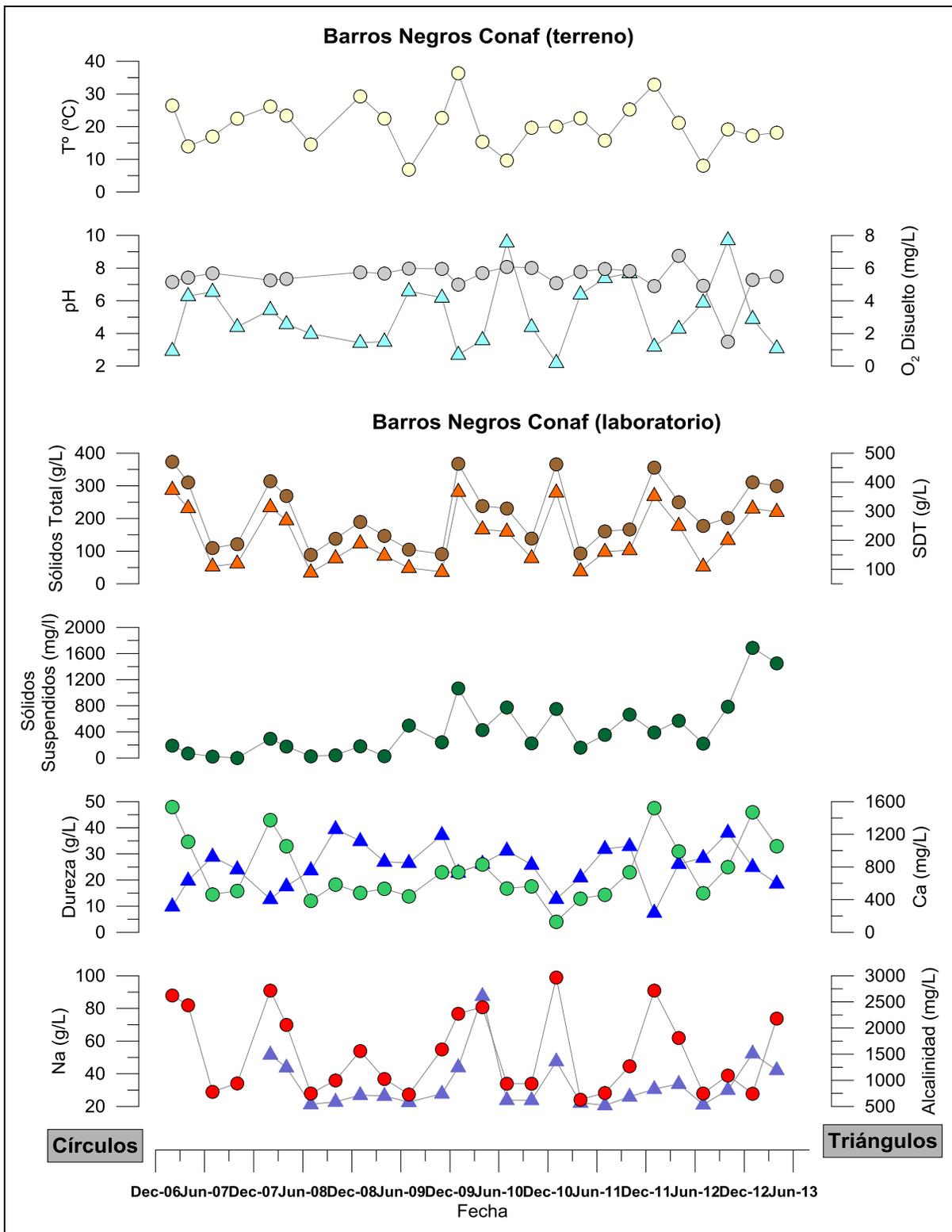


Figura 4-126: Resultados de análisis físico-químico CONAF Barros Negros (continuación)

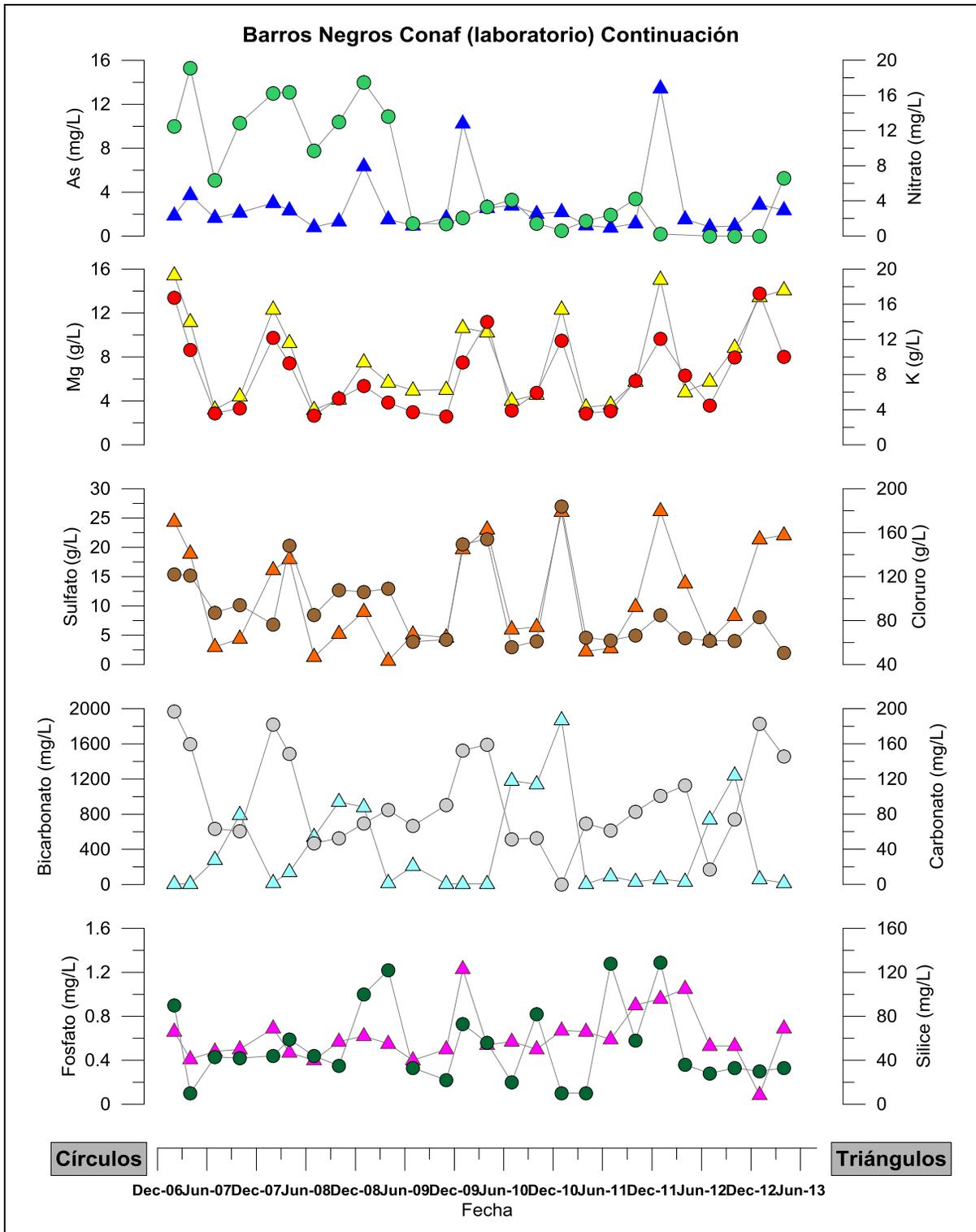
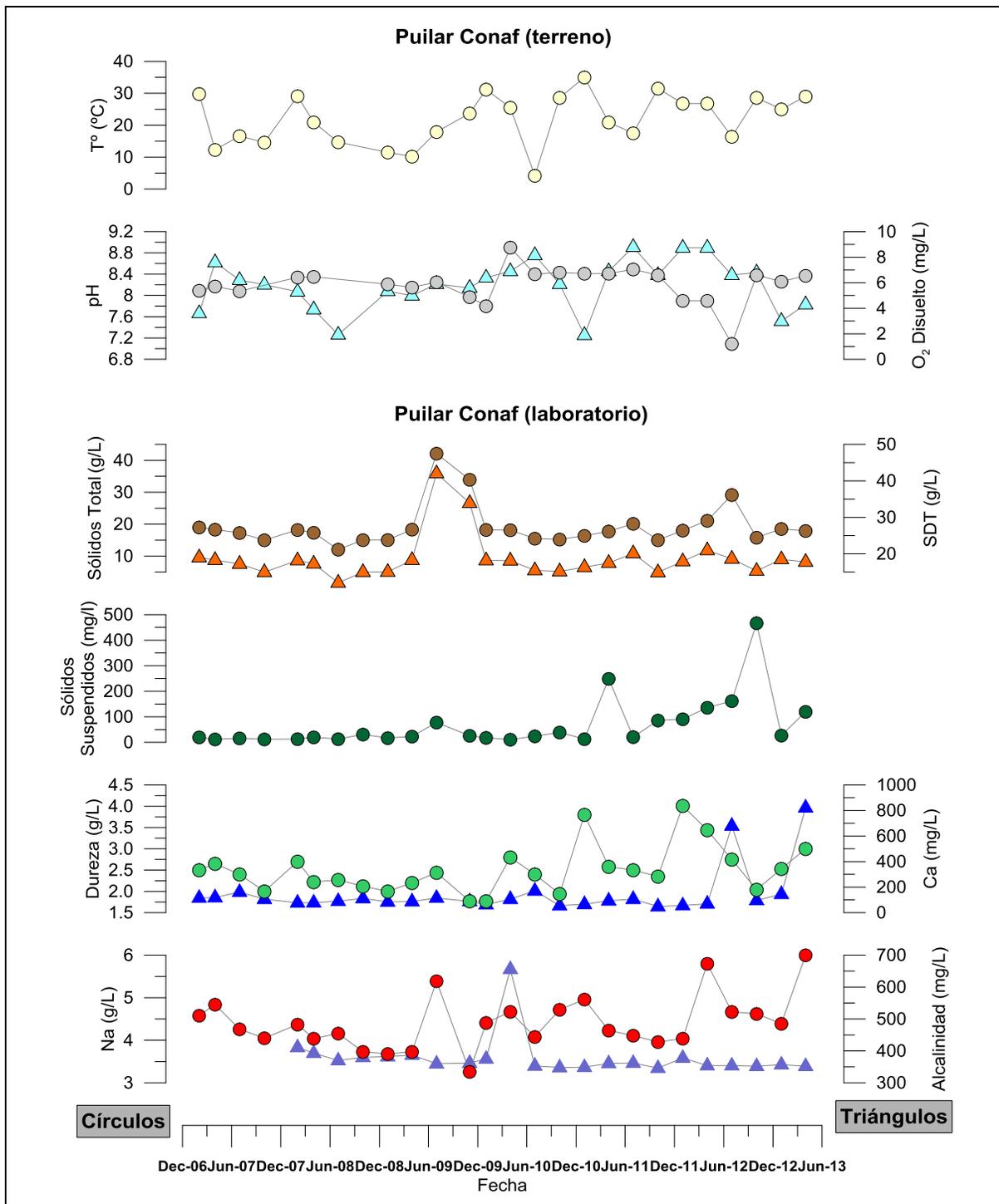
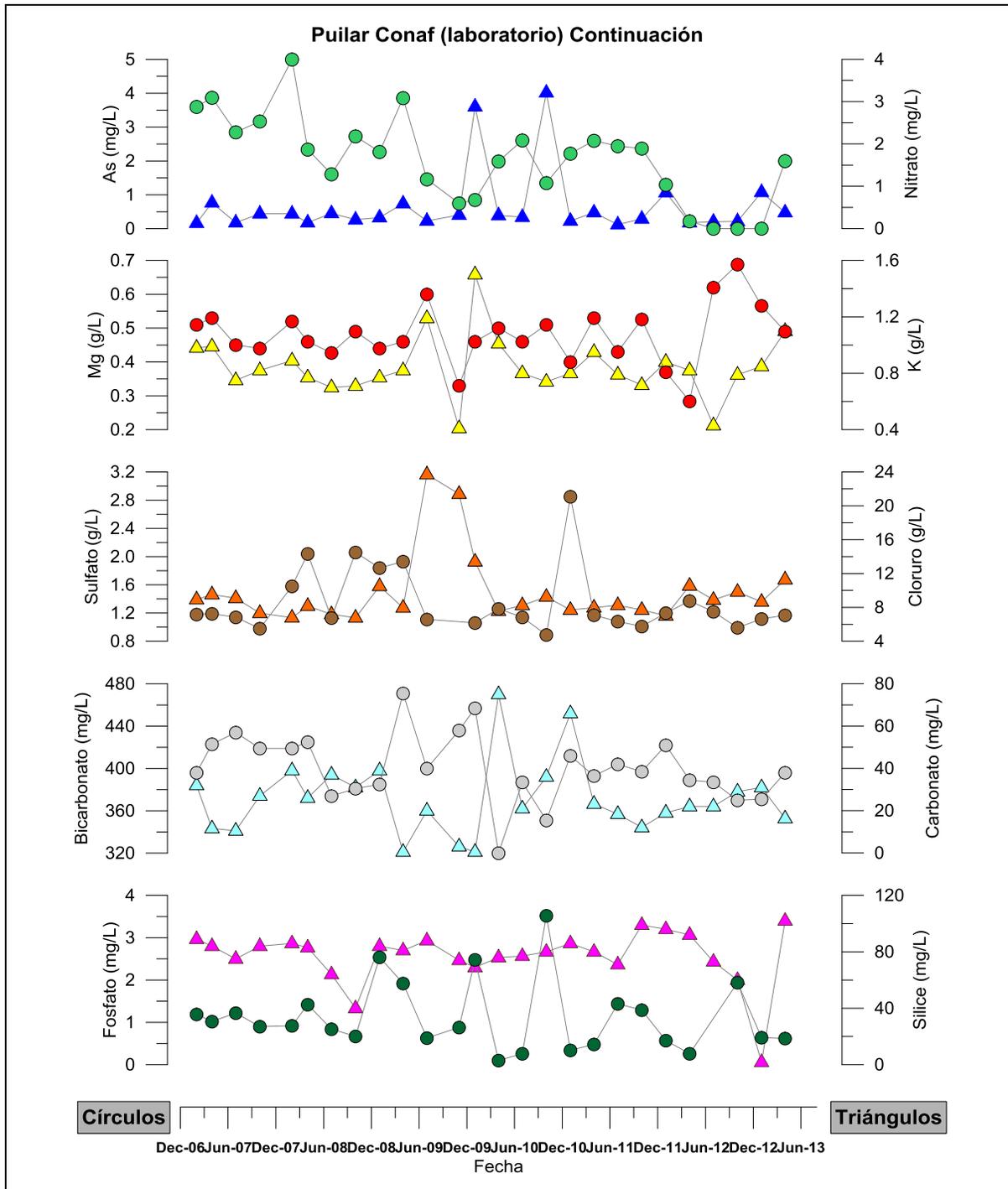


Figura 4-127: Resultados de análisis físico-químico CONAF laguna Puilar⁸



⁸ Para evitar problemas de escala a la serie de dureza se le sacó el dato de enero de 2009 correspondiente a un valor de 38 g/L.

Figura 4-128: Resultados de análisis físico-químico CONAF laguna Puilar⁹ (continuación)



⁹ Para evitar problemas de escala a la serie de magnesio se le sacó el dato de julio de 2008 correspondiente a un valor de 4,27 g/L; a la serie de sulfato se le sacó el dato de noviembre de 2009 correspondiente a un valor de 827 g/L.

4.1.5 Aforo

Como se indicó en informes anteriores, debido a que las mediciones de caudal obtenidas con los sensores no fueron del todo satisfactorias, no se realizaron mediciones de caudal entre fines de 2007 y mediados del 2008.

SQM ha realizado aforos manuales que se realizan a través del método de estimación de caudal como el producto entre la velocidad por el área de la sección pasante, para lo cual el ancho total de la sección fue dividido en subsecciones donde se mide la profundidad y la velocidad para cada una de ellas.

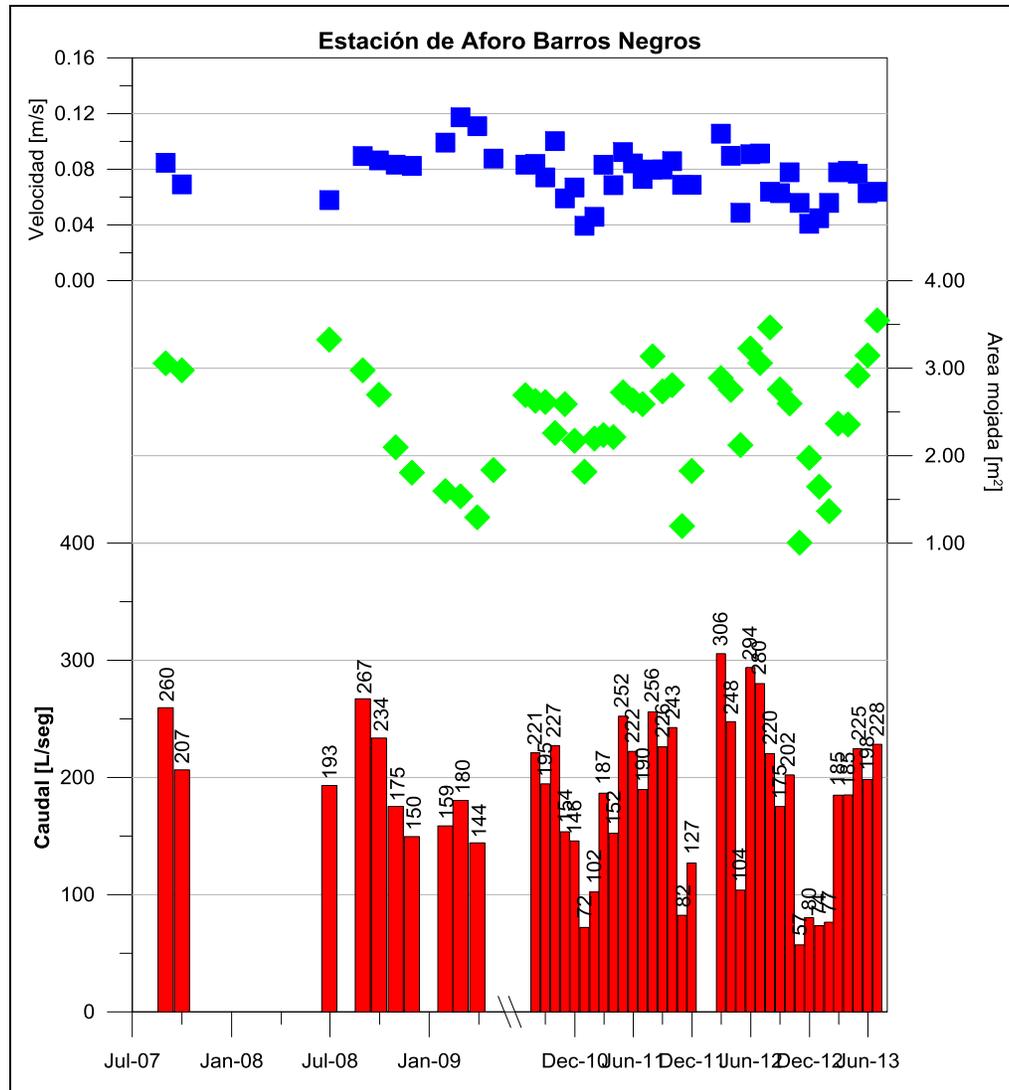
Cabe indicar que las mediciones de caudal en el aforo barros negros no se pudieron efectuar durante los meses de noviembre y diciembre de 2011 y enero de 2012 debido a la restricción que existía en la zona por el período reproductivo de los flamencos. De manera particular la medición de noviembre de 2011 se realizó durante la primera semana de diciembre de 2011.

Es importante mencionar el efecto de las lluvias ocurridas en febrero 2012 y 2013 (invierno altiplánico), el cual es particularmente notorio en el caudal medido en la estación de aforo del puente San Luis, el que llegó a 290 y 210 L/s respectivamente. En general estas crecidas arrastran sedimentos a la sección de aforo lo que altera las mediciones de nivel y por ende del caudal por lo que es limpiada cuando ocurren eventos de este tipo.

Durante la crecida del 2012 se cortó el camino peatonal en el sector turístico de la laguna Chaxa produciendo que parte del flujo de agua superficial se desviara y la estación de aforo del puente San Luis no midiera todo el caudal pasante, por lo que el 11 de junio de 2012 personal de SQM realizó un aforo a este caudal obteniéndose un valor de 90 L/s. Entre junio y julio de 2012 el camino peatonal fue reparado en el marco de la "reparación y reposición de caminos hacia puntos de monitoreo afectados por las condiciones climáticas del verano de 2012" y se regularizó la situación.

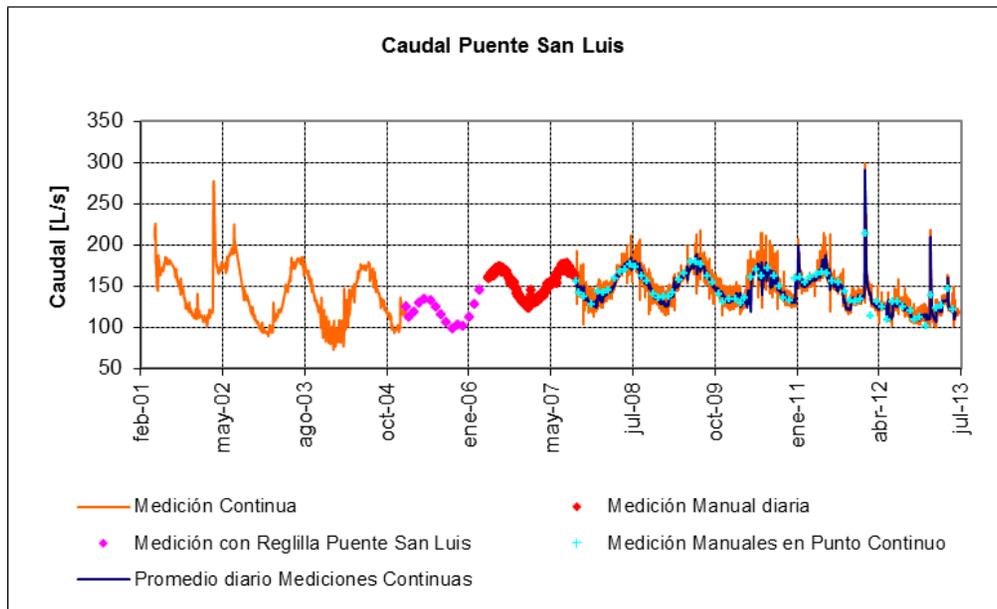
Por lo anterior, como parte de la visita a terreno semestral realizada el 5 de diciembre de 2012, GeoHidrología visitó la estación de aforo del puente San Luis para corroborar la limpieza de ésta y el arreglo del corte de camino que se produjo por las lluvias de febrero de 2012. Sin embargo se encontró con que el camino peatonal turístico se había vuelto a cortar dos meses después del arreglo realizado en julio. La reparación definitiva se realizó en septiembre de 2013 ya que aguas arriba del puente San Luis se instaló una colonia de nidificación de flamencos, por lo que CONAF suspendió los trabajos hasta el término de ésta.

Figura 4-129: Aforo Barros Negros. En barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m²)



La Figura 4-130 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 la reglilla Puente San Luis (punto magenta). Esta estación se encuentra ubicada aguas arriba de la laguna Chaxa.

Figura 4-130: Caudal promedio diario en puente San Luis



4.1.6 Superficie Lacustre

En la Figura 4-131 se presenta la evolución de la superficie lacustre de los cuerpos de agua del sistema Soncor medidos por CONAF en forma trimestral. Las mediciones realizadas por CONAF son el resultado de las mediciones a través de estacas perimetrales. Con respecto a las mediciones realizadas en el sector de la laguna Puilar, ésta sólo corresponde a la superficie del canal de aporte y no al de la laguna como tal.

En la Tabla 4-3 se observan las mediciones realizadas a través de topografía y del método de imágenes satelitales; las mediciones de topografía sólo se realizaron hasta el año 2010, ya que a través de la Resolución Exenta 244/2010, queda establecido que las mediciones de topografía solo se realizarán cada 5 años, por otro lado en la misma resolución se establece la metodología para realizar la medición a través de imagen satelital, dicha actividad se realiza en el mes de abril de cada año.

Figura 4-131: Evolución de Superficie lacustre sistema Soncor medida por CONAF

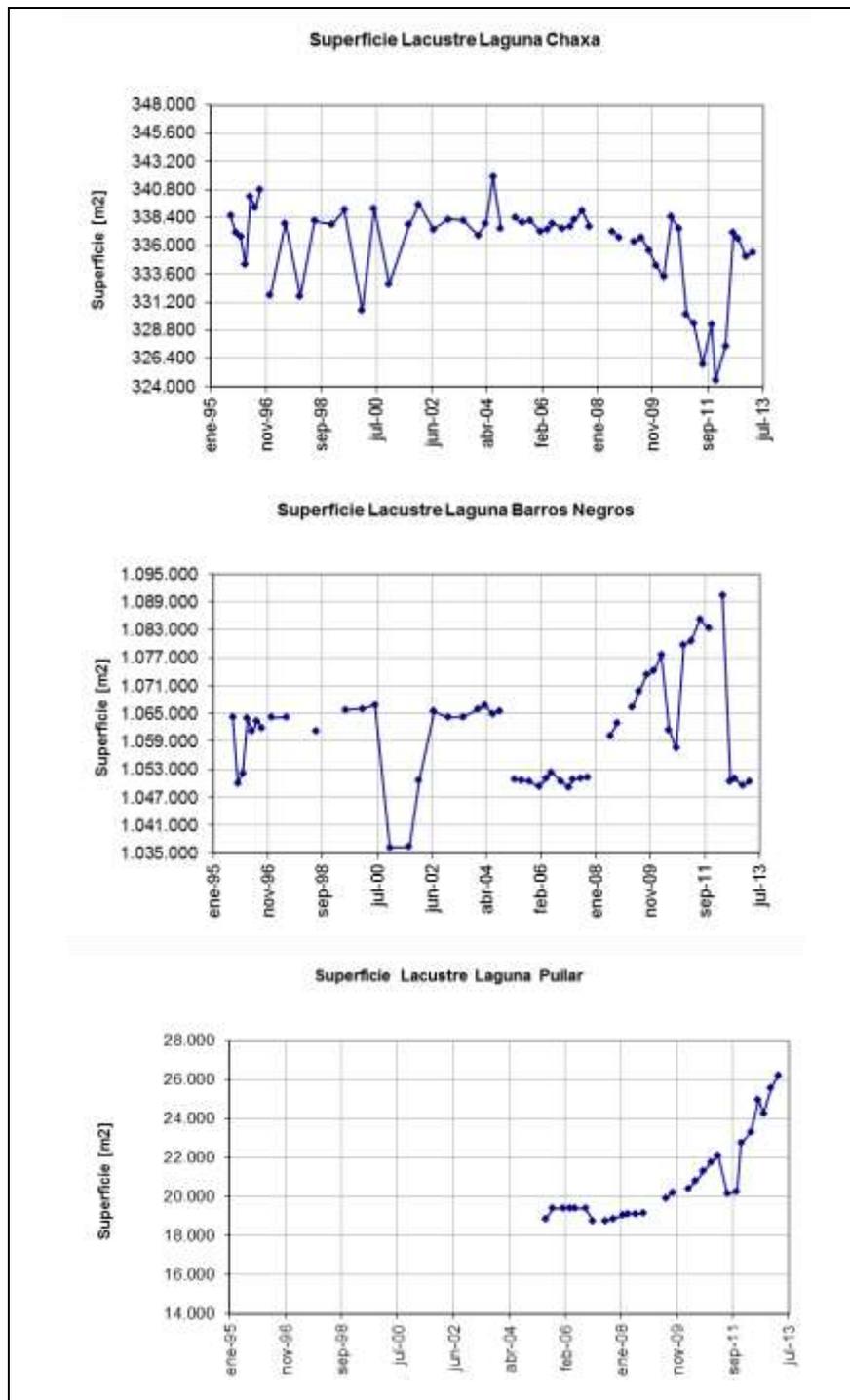


Tabla 4-3: Medición de superficies lacustres medidas desde abril de 2008 a abril de 2013

SISTEMA LACUSTRE	LAGUNA	Superficie (m ²) – 2008		DIF. (%)	Superficie (m ²) -2009		DIF. (%)	Superficie (m ²) - 2010		DIF. (%)	Superficie (m ²)-2011	Superficie (m ²) -2012	Superficie (m ²)-2013
		Topografía	Imagen satelital		Topografía	Imagen satelital		Topografía	Imagen satelital		Imagen satelital	Imagen satelital	Imagen Satelital
Soncor	Barros Negros (cuerpo principal)	1.055.856	1.093.625	3,6	1.130.213	1.152.803	2	1.073.413	1.048.924 ¹	2,3	1.083.311	1.085.391	1.063.325
	Barros Negros (áreas aledañas)	-	-	-	-	-	-	173.986	154.737 ²	12,4	242.137	241.942	192.643
	Chaxa	313.750	329.224	5	310.739	336.644	8	309.365	308.357	0,3	305.433	300.248	295.786
	Puilar ³	65.854	63.154	4	76.857	65.439	17	71.311	69.267	3,0	70.003	68.280	68.264

¹ En años anteriores se incorporó dentro de la superficie de esta laguna lo que ahora se definió como área de inundación sector este, la que ahora fue incluida en las áreas de inundación o aledañas. Para efectos de comparación con años anteriores habría que sumar la superficie de este sector (40.084 m²) a la superficie indicada, quedando en 1.089.008 m²

² El monitoreo 2010 incluye dos áreas de inundación más que los monitoreos anteriores (2008-2009), esto se debe que así quedó establecido en la metodología aprobada a través de la resolución exenta 244/2010. La superficie de áreas de inundación (154.737 m²) corresponde al Sector conocido como Cola de Pez (104.729 m²), Sector este (40.084 m²) y sector Sur (9.924 m²).

³ En el monitoreo 2010, las superficies fueron calculados mediante límites adicionales propuestos. Conforme a lo anterior, a fin de comparar los resultados con los monitoreos pasados, los resultados según análisis satelital y topografía, considerando límites históricos, corresponderían a 68.977 m² y 70.236 m² respectivamente. La variación entre metodología sería a 1.8%

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 4-132 se muestra la distribución geográfica de los puntos de monitoreo y en la Tabla 4-4 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, reglilla y medición continua). Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el registro de nivel de manera gráfica.

Tabla 4-4: Puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana

Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Pág.
L3-2	Zona aluvial	Pozo profundo	131
L4-3	Zona aluvial	Pozo somero	131
L4-4	Zona aluvial	Pozo somero	132
L5-1	Zona aluvial	Pozo profundo	132
L5-2	Zona aluvial	Pozo profundo	133
GD-02	Zona marginal	Pozo profundo	134
L3-3	Zona marginal	Pozo somero	134
L3-8	Zona marginal	Pozo somero	135
L3-11	Zona marginal	Pozo somero	135
L3-12	Zona marginal	Pozo somero	136
L3-14	Zona marginal	Pozo somero	136
L4-5	Zona marginal	Pozo somero	137
L4-11	Zona marginal	Pozo somero	138
L4-14	Zona marginal	Pozo somero	138
L4-15	Zona marginal	Pozo somero	139
L5-9	Zona marginal	Pozo somero	139
L5-11	Zona marginal	Pozo somero	140
L5-12	Zona marginal	Pozo somero	140
L5-13	Zona marginal	Pozo somero	141
L5-15	Zona marginal	Pozo somero	141
L13-5	Zona marginal	Pozo somero	142
L13-6	Zona marginal	Pozo somero	142
L13-7	Zona marginal	Pozo somero	143
L14-1	Zona marginal	Pozo somero	143
L14-2	Zona marginal	Pozo somero	144
L14-3	Zona marginal	Pozo somero	144
L14-5	Zona marginal	Pozo somero	145
L14-6	Zona marginal	Pozo somero	145
L14-7	Zona marginal	Pozo somero	146
L5-G3	Zona marginal	Reglilla	147
L4-10	Zona marginal	Reglilla	148
L3-5	Zona marginal	Continuo	149
L3-6	Zona marginal	Continuo	150
L3-7	Zona marginal	Continuo	150
L3-9	Zona marginal	Continuo	151
L3-10	Zona marginal	Continuo	151
L3-13	Zona marginal	Continuo	152
L4-7	Zona marginal	Continuo	152
L4-8	Zona marginal	Continuo	153
L4-9	Zona marginal	Continuo	153
L4-12	Zona marginal	Continuo	154
L4-13	Zona marginal	Continuo	154
L5-3	Zona marginal	Continuo	155
L5-6	Zona marginal	Continuo	156
L5-7	Zona marginal	Continuo	156
L5-8	Zona marginal	Continuo	157
L5-10	Zona marginal	Continuo	157
L5-14	Zona marginal	Continuo	158
L13-1	Zona marginal	Continuo	158
L13-2	Zona marginal	Continuo	159
L13-3	Zona marginal	Continuo	159
L13-4	Zona marginal	Continuo	160
L14-4	Zona marginal	Continuo	160
D-2	Salmuera	Pozo profundo	161
L3-4 (SOPM-08)	Salmuera	Pozo profundo	162
L4-6	Salmuera	Pozo profundo	162

Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Pág.
L4-16	Salmuera	Pozo somero	163
L5-4	Salmuera	Pozo profundo	163
SOPM -09	Salmuera	Pozo profundo	164
Camar 2	Zona aluvial	Pozo profundo	165

Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Pág.
Socaire 5B	Zona aluvial	Pozo profundo	165
Camar 2	Zona Aluvial	Pozo de bombeo	166
Socaire 5B	Zona Aluvial	Pozo de Bombeo	167

4.2.1 Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presenta 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 4-134, Figura 4-139, Figura 4-165 y Figura 4-164 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 4-189), 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.

El pozo Camar 2 comenzó a bombear el mes de mayo de 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 similar a la que presentaba antes del inicio del bombeo.

Adicionalmente, dentro del periodo correspondiente al presente informe, Geohidrología realizó mediciones (mayo de 2012) en este sistema en los pozos L4-3, L4-4, L3-3, L3-5, L3-6, L5-6, L5-7, L13-1 y L13-2.

4.2.1.1 Pozos en zona aluvial

Los pozos L3-2, L4-3, L4-4, L5-1 y L5-2 presentados de la Figura 4-133 a la Figura 4-137 corresponden a pozos de la zona aluvial.

El pozo L3-2 (Figura 4-133) 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, probablemente producto del inicio del bombeo en el pozo Camar 2 que se encuentra cercano. La pendiente de descensos se ha mantenido relativamente constante desde el inicio del periodo de bombeo.

Respecto al comportamiento del pozo L4-3 se observa que tuvo un periodo de descenso que duró hasta aproximadamente el año 2000, para posteriormente aumentar hasta el año 2007, donde nuevamente se observa una disminución de su nivel. El comportamiento de este pozo está fuertemente influenciado por las variaciones en la recarga y en menor medida por el bombeo del pozo Socaire-5B, cuyo efecto se aprecia a partir del año 2008, ya que el caudal de extracción ha sido relativamente constante durante todo el periodo de monitoreo de este pozo.

En la Figura 4-135 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 día 20 de mayo de 2012 se visitó el pozo L4-4 para su monitoreo mensual, y se observó que éste estaba inclinado hacia un costado, posiblemente por el impacto de un camión o una máquina de gran tamaño por la altura del abollón (1 metro sobre la superficie). Como se mencionó anteriormente este pozo hasta antes de este incidente presentaba un nivel histórico por sobre la cota del terreno (pozo surgente). Con este incidente el pozo perdió la surgencia que había presentado históricamente presentando una profundidad del nivel estático de 2,737 m el 22 de julio de 2012 desde el punto de referencia; el último valor medido antes del incidente el día 23 de abril de 2012, fue 0,492 m desde la referencia, situación que puede verse en la Figura 4-135. Como antecedentes para explicar este comportamiento se tienen los siguientes:

- este pozo es un pozo antiguo que fue construido por CORFO, no se tiene certeza de su habilitación ni de la profundidad de perforación; la única información con la que se cuenta en estos momentos es un levantamiento realizado en diciembre de 2007 donde se caracterizó el pozo y presentaba una profundidad de 18,71 m (se presume que el pozo presenta una obstrucción a esta profundidad) y un diámetro de 10 pulgadas; a junio de 2012, la profundidad del pozo es de 18,82 m,

- a unos 300 metros de distancia en dirección norte se encuentra el pozo Cuña-4 que es surgente, de este pozo se conoce su estratigrafía y habilitación por lo que se sabe que el estrato confinante se encuentra entre los 68 y 80 metros.

Por su parte SQM realizó las siguientes acciones:

- una vez informado el hecho SQM procedió a visitar el pozo para verificar en terreno la situación. A unos 20 metros del pozo existe una zanja (piscina) donde personal de vialidad y otras empresas, que se encargan del arreglo de caminos en el sector, la utilizan para sacar agua y realizar las mantenciones necesarias a la ruta. Es probable que en una maniobra de extracción de agua un camión o máquina lo haya golpeado,
- se realizó una prueba de bombeo para ver si el pozo tenía la capacidad de recuperar el nivel inicial, sin embargo éste se recuperó sólo hasta el nivel que mantuvo el pozo después del incidente.

A pesar de que no se conoce la habilitación del pozo es posible que con el impacto se haya roto el sello que impedía la conexión entre el acuífero libre y el confinado, por lo que el nivel que se está monitoreando es el de acuífero libre. No se tiene la certeza que interviniendo el pozo se logre recuperar la surgencia, ni tampoco se puede asegurar que construyendo un nuevo pozo se logre obtener un pozo artesiano debido a la heterogeneidad del borde este del Salar de Atacama por lo que se decidió no realizar acciones y continuar monitoreando mensualmente este pozo bajo las nuevas condiciones. GeoHidrología visitó este pozo el 5 de diciembre de 2012, donde se corroboró la medición realizada por SQM, y se observó un aumento en el nivel en los últimos meses.

Figura 4-133: Nivel mensual observado en el pozo L3-2

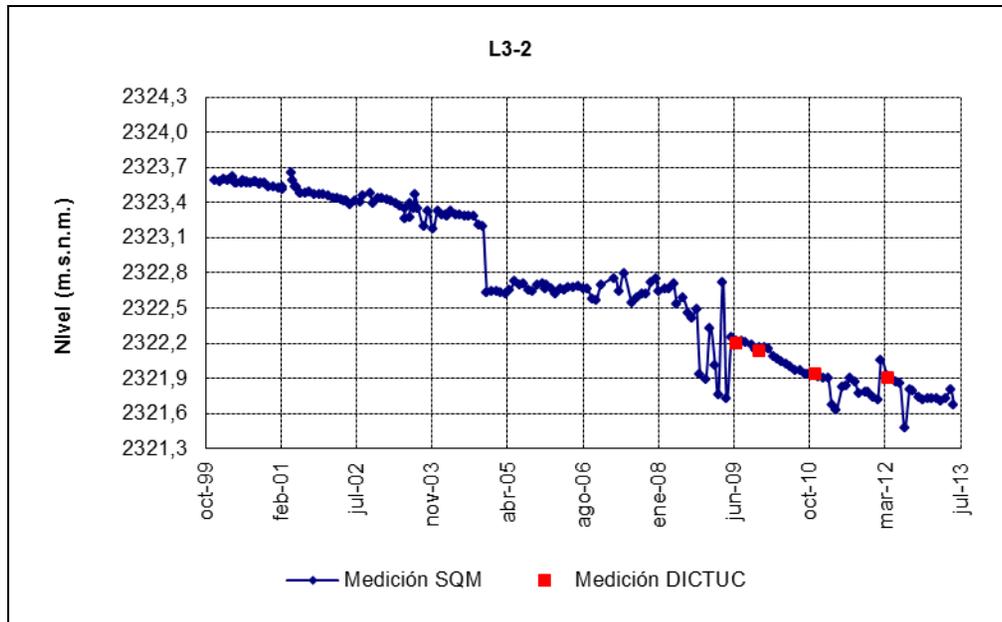


Figura 4-134: Nivel mensual observado en el pozo L4-3

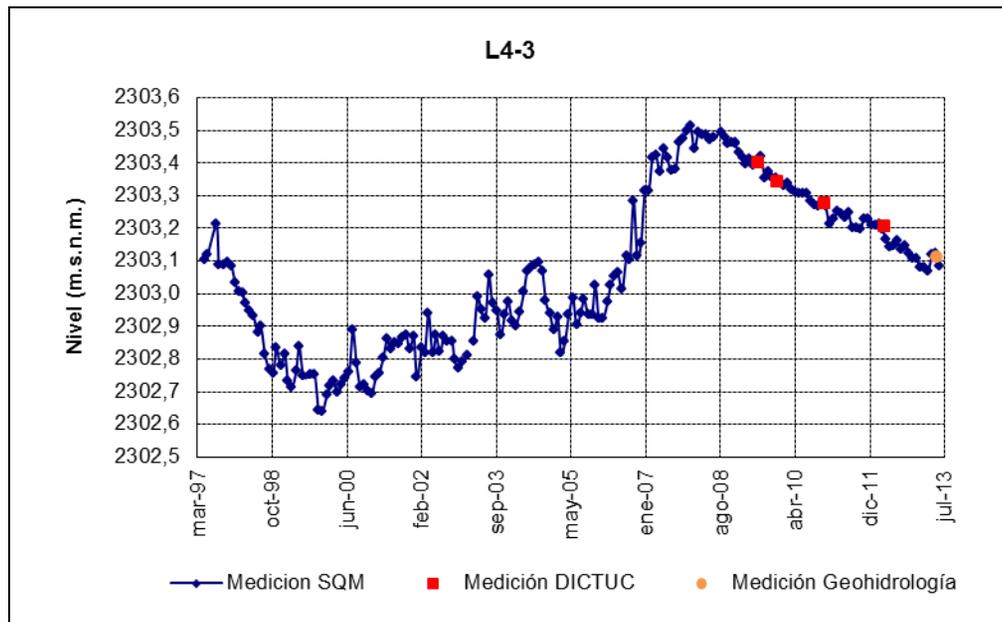


Figura 4-135: Nivel mensual observado en el pozo L4-4

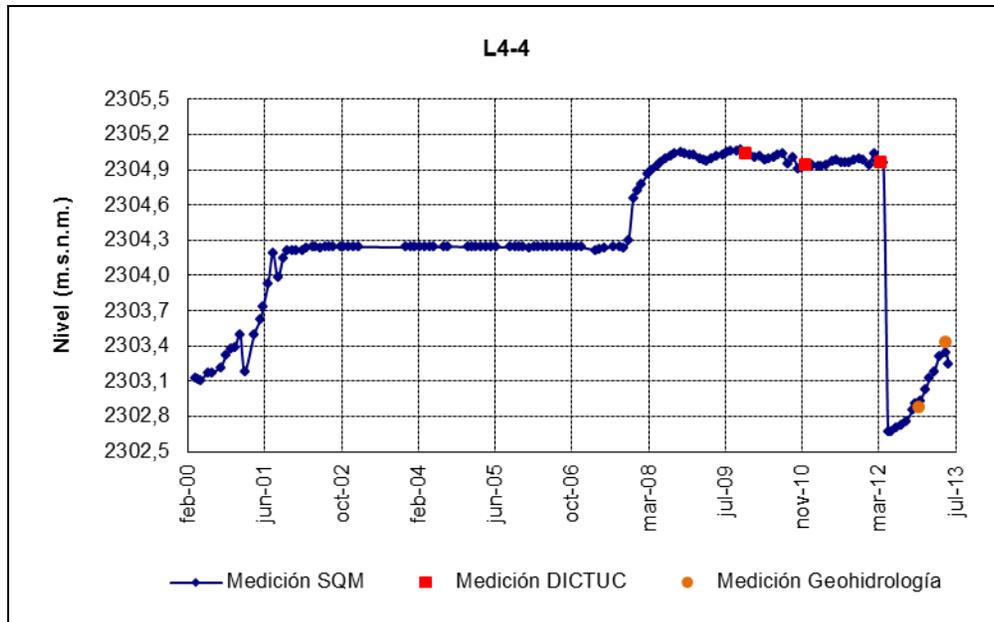


Figura 4-136: Nivel mensual observado en el pozo L5-1

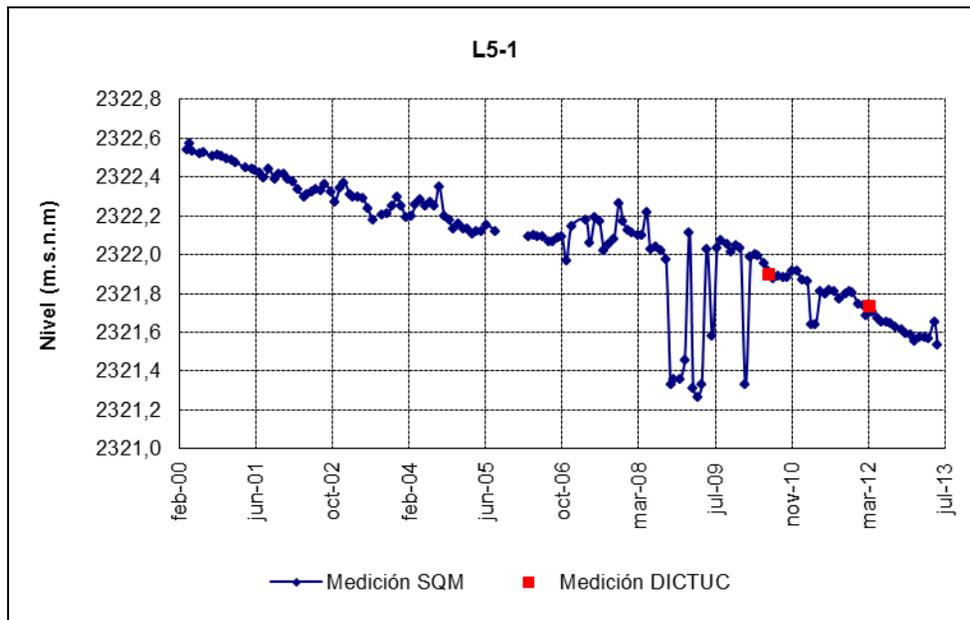
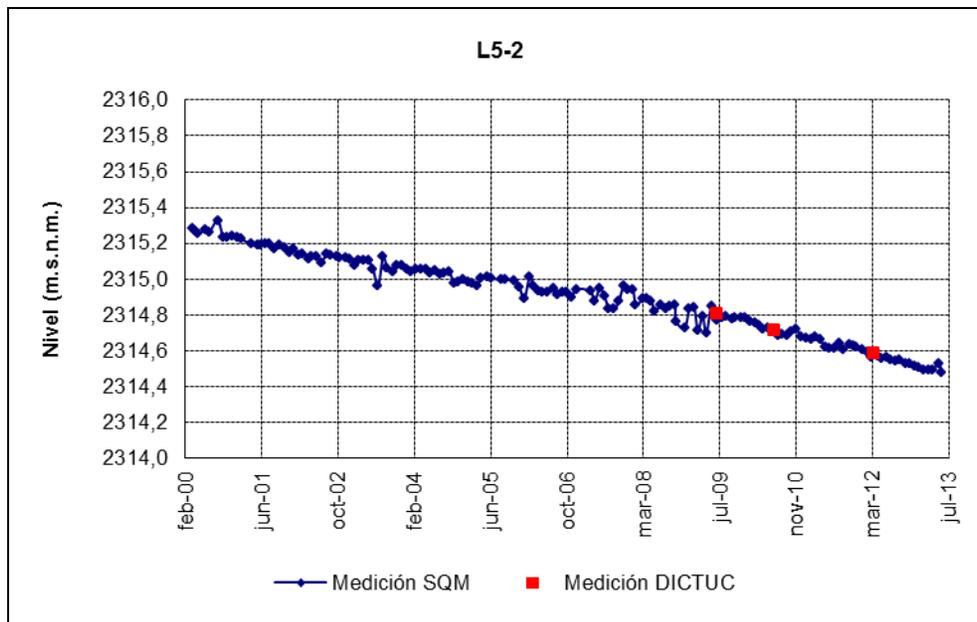


Figura 4-137: Nivel mensual observado en el pozo L5-2



4.2.1.2 Pozos en zona marginal

En el sistema Aguas de Quelana el nivel del acuífero presenta una oscilación estacional, que es más notoria en aquellos pozos donde la napa se ubica más somera (similar a lo que ocurre en Soncor). Los pozos L3-3 y L4-5 son los únicos pozos en la zona marginal con datos anteriores a 2007. En la Figura 4-139 se aprecia que en el último año el pozo L3-3 presenta un comportamiento claramente estacional, sin embargo, desde el inicio de los registros se observa un leve descenso del nivel de aproximadamente 10 cm en 10 años, es decir, 1 cm/año. Es importante notar en los pozos de este sector, el efecto que tuvieron las lluvias de la primera quincena de febrero de 2012. En efecto en los niveles de febrero a junio de 2012 se registró un aumento de 95 cm en el pozo GD-02, de 20 cm en el pozo L3-3 y de aproximadamente 10 cm en los pozos L3-8, L3-11, L3-12 y L3-14, manteniéndose los niveles relativamente estables en el último periodo.

En el pozo GD-02 también se observa el efecto de las precipitaciones ocurridas en febrero y mayo de 2013.

Figura 4-138: Nivel mensual observado en el pozo GD-02

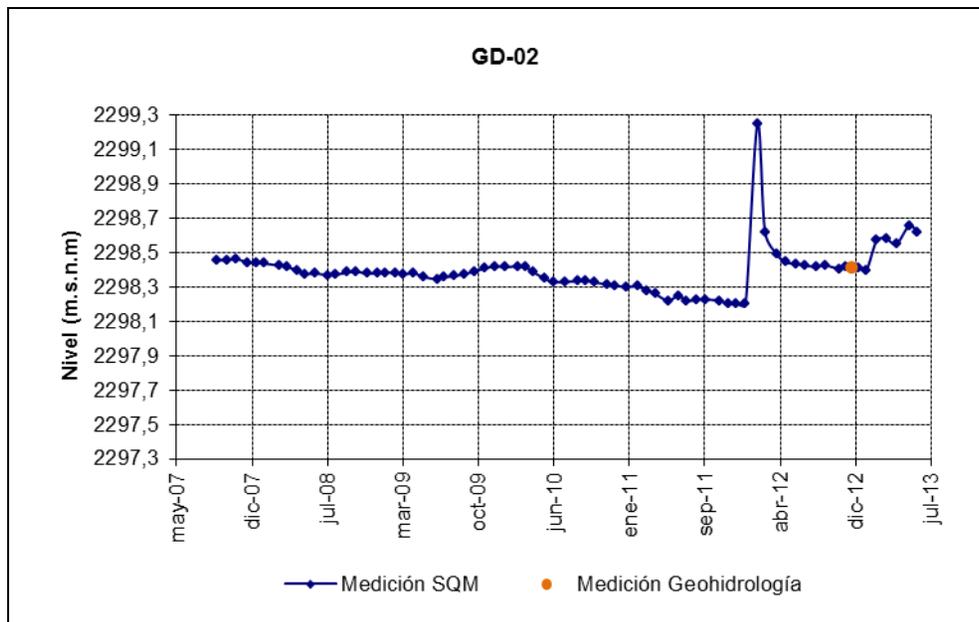


Figura 4-139: Nivel mensual observado en el pozo L3-3

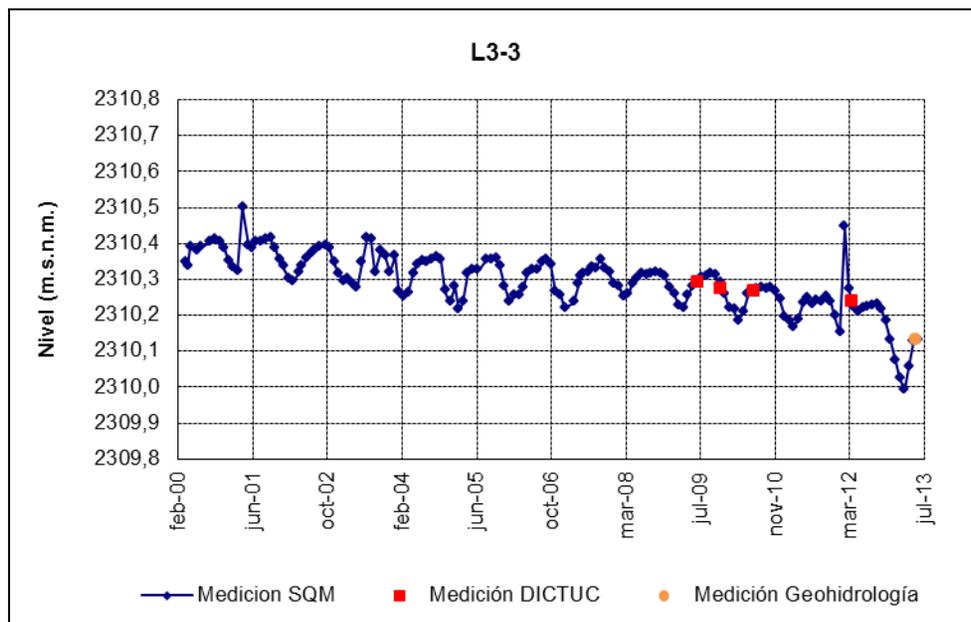


Figura 4-140: Nivel mensual observado en el pozo L3-8

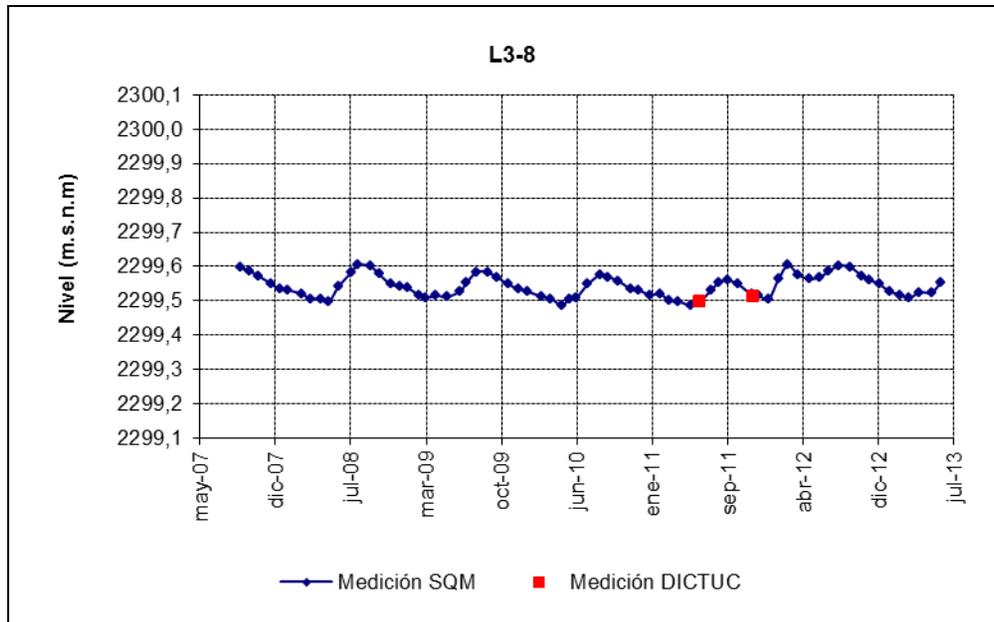


Figura 4-141: Nivel mensual observado en el pozo L3-11

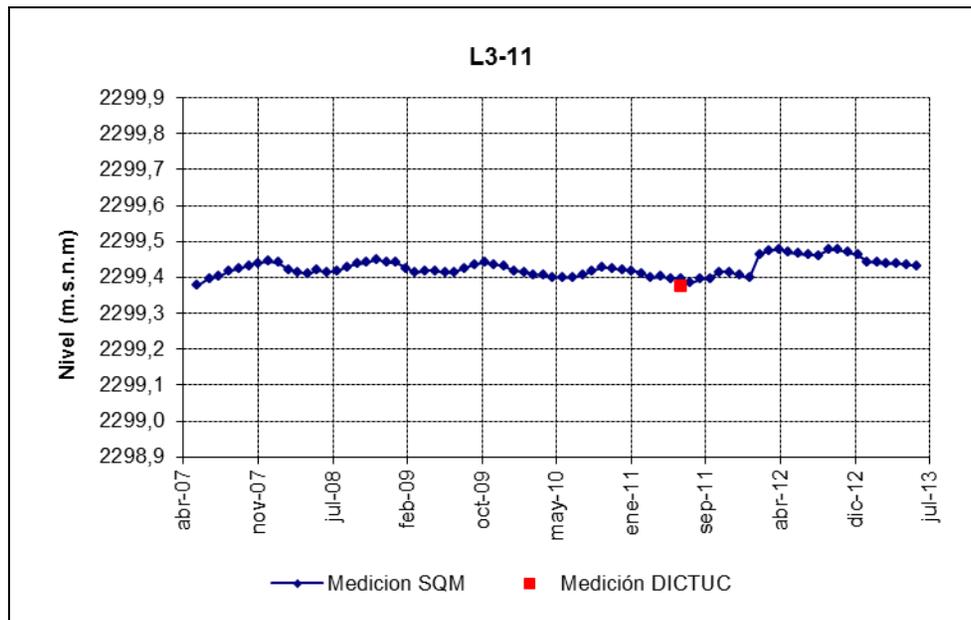


Figura 4-142: Nivel mensual observado en el pozo L3-12

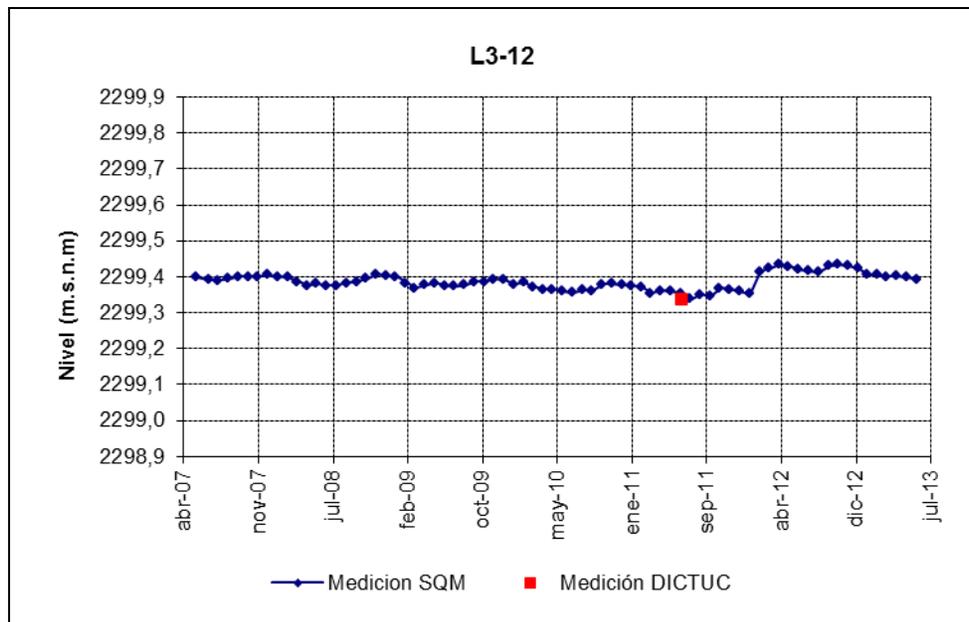
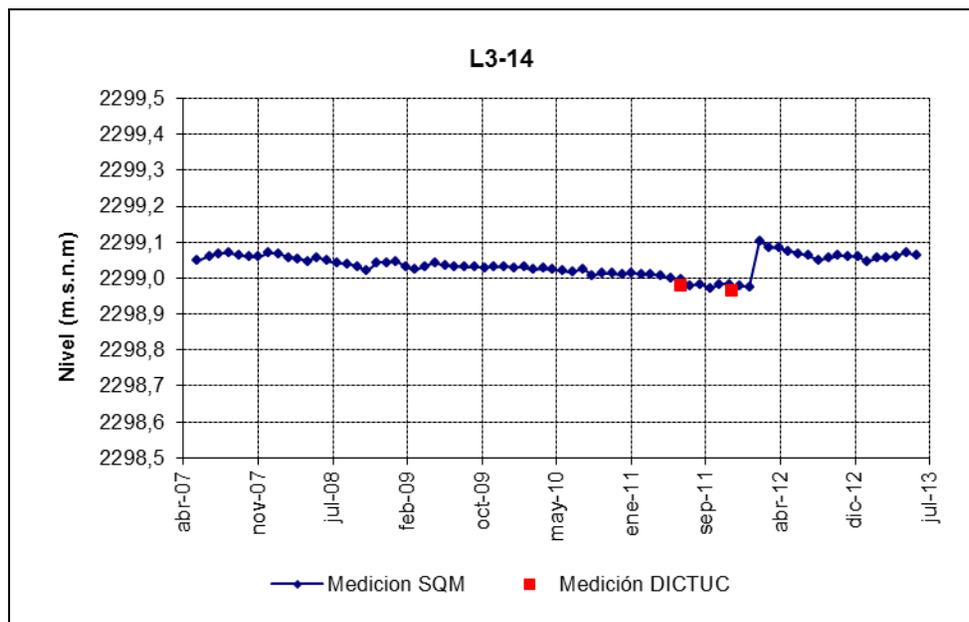


Figura 4-143: Nivel mensual observado en el pozo L3-14



En la Figura 4-144 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 a georreferenciar 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 son los que se encuentran más próximos a los pozos de bombeo Camar 2 y Socaire 5. El pozo L14-1 es el que presenta el mayor descenso de los tres y es claro el efecto combinado de ambos pozos de bombeo; el descenso observado en este pozo es aproximadamente 40 cm en poco más de 4 años de registro, en tanto que el L14-2 sólo se aprecia un descenso total de 15 cm. Finalmente en el pozo L14-3 ya no se ven los efectos del bombeo. El pozo L14-1 no pudo monitorearse en febrero de 2012 por problemas de inundación y cortes de camino; se observa el claro efecto de las lluvias estivales de 2012 y 2013 en los niveles de estos pozos.

Figura 4-144: Nivel mensual observado en el pozo L4-5

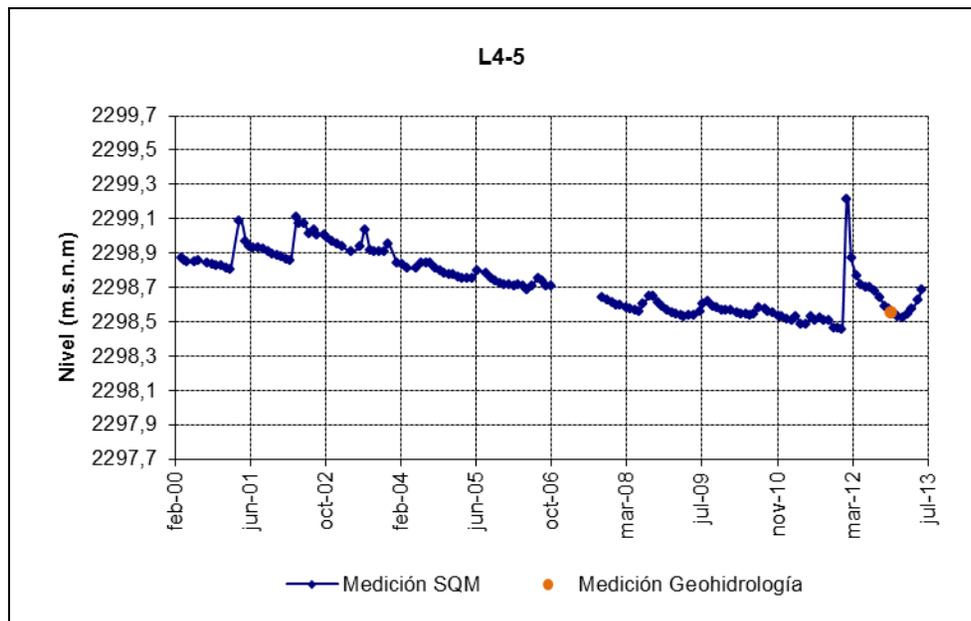


Figura 4-145: Nivel mensual observado en el pozo L4-11

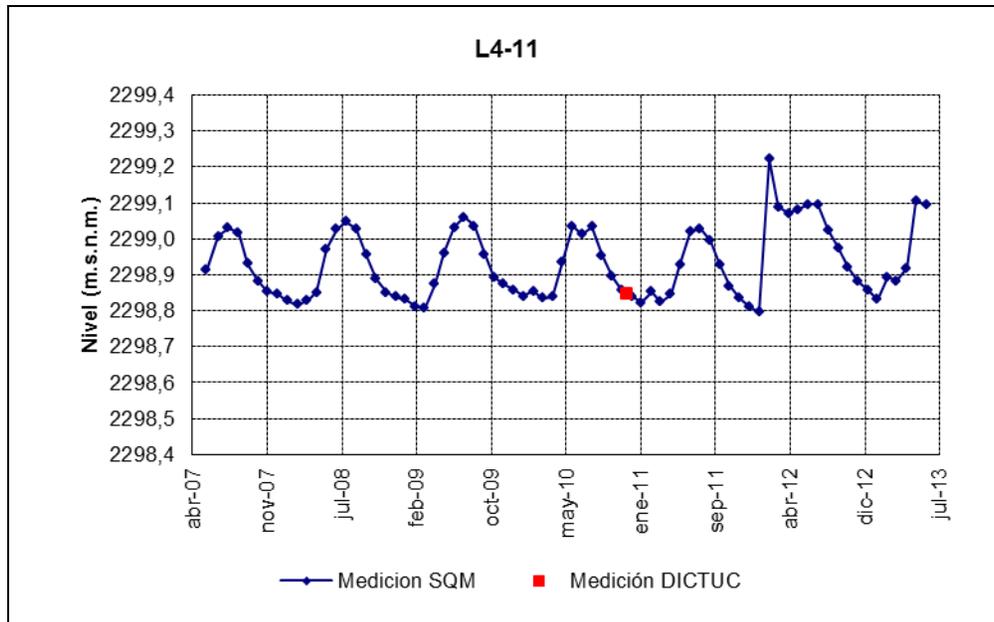


Figura 4-146: Nivel mensual observado en el pozo L4-14

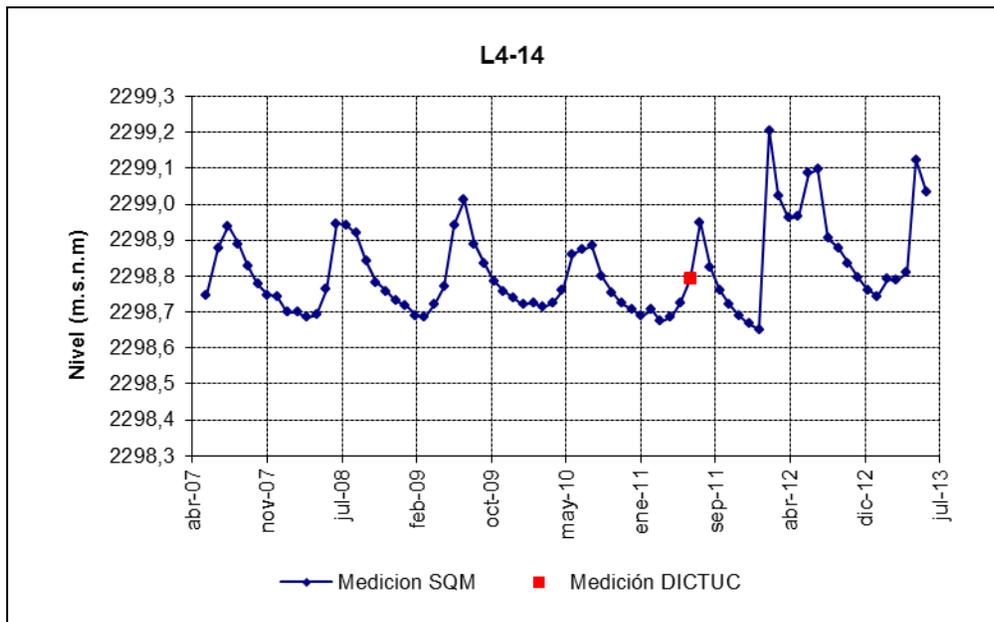


Figura 4-147: Nivel mensual observado en el pozo L4-15

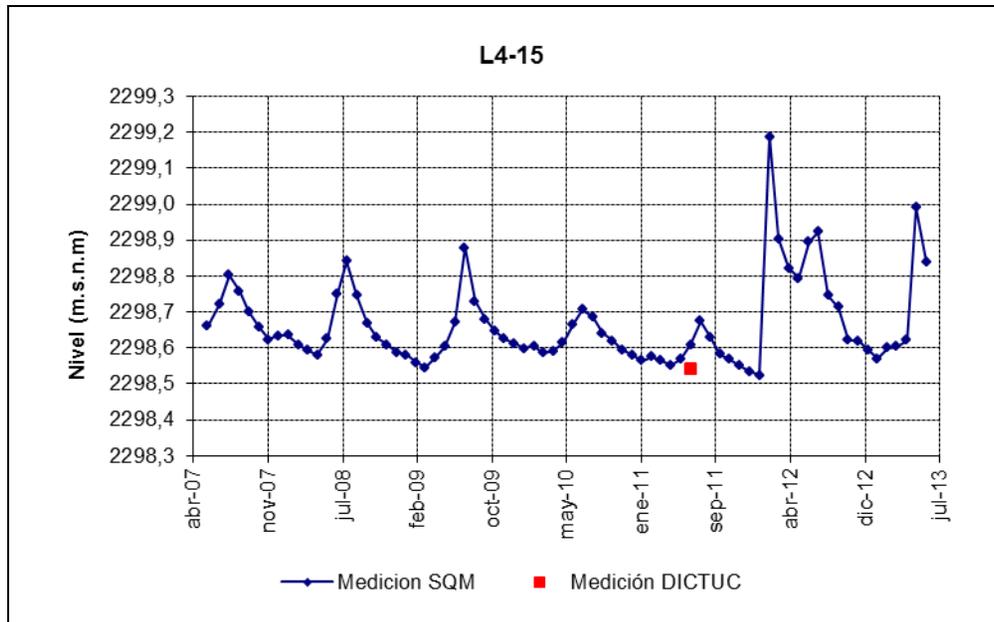


Figura 4-148: Nivel mensual observado en el pozo L5-9

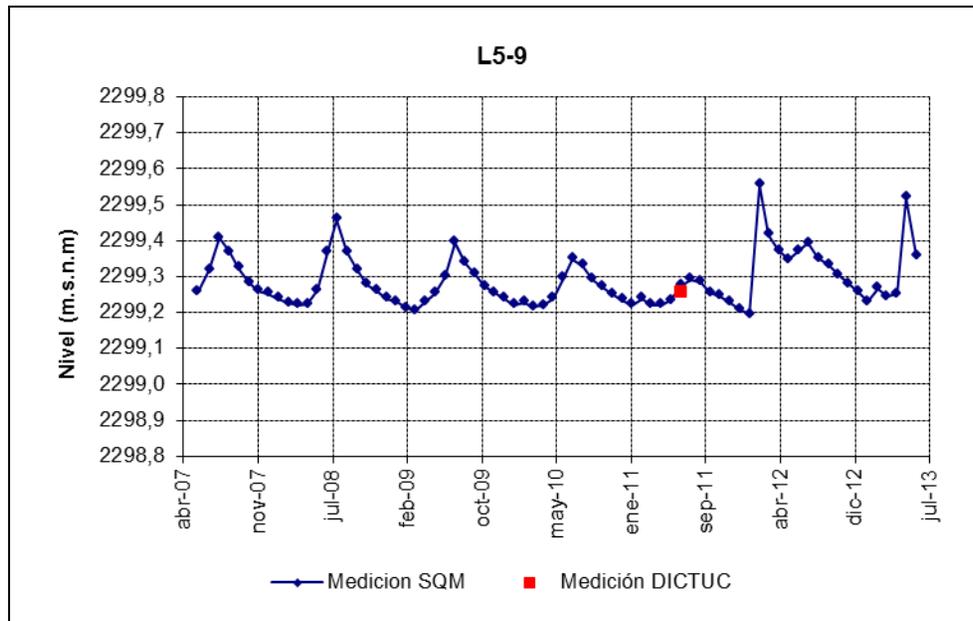


Figura 4-149: Nivel mensual observado en el pozo L5-11

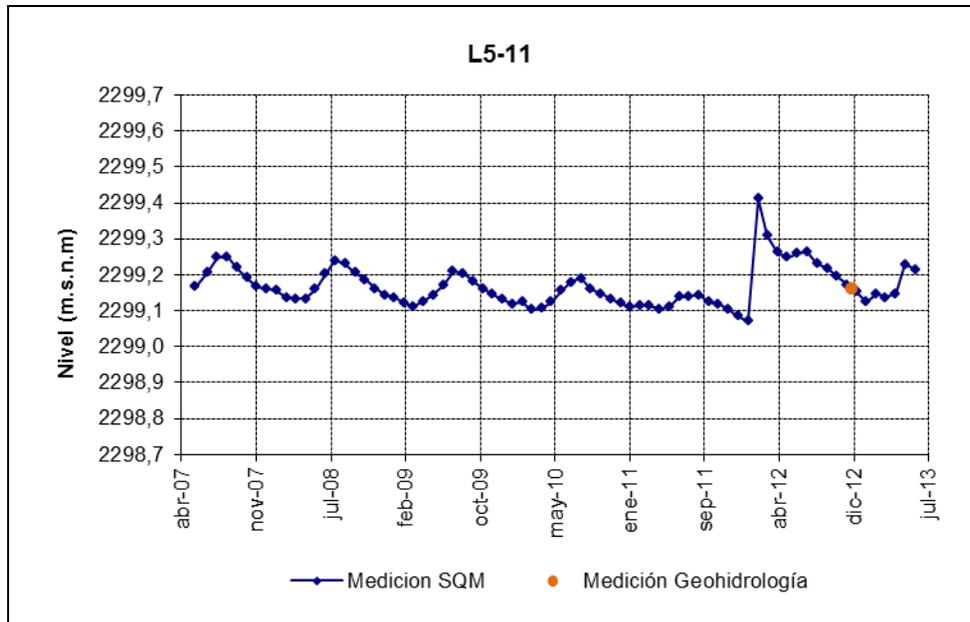


Figura 4-150: Nivel mensual observado en el pozo L5-12

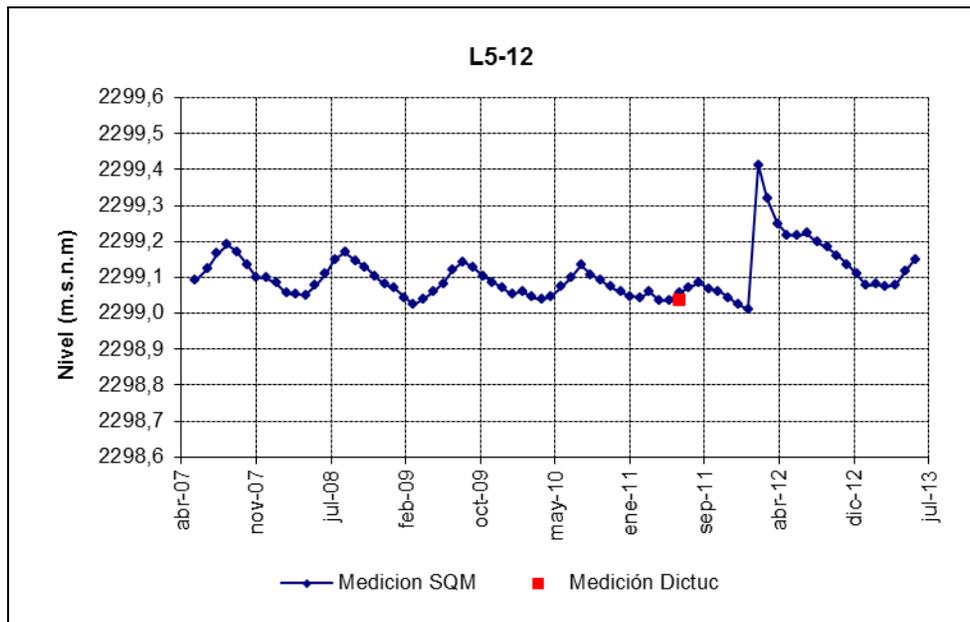


Figura 4-151: Nivel mensual observado en el pozo L5-13

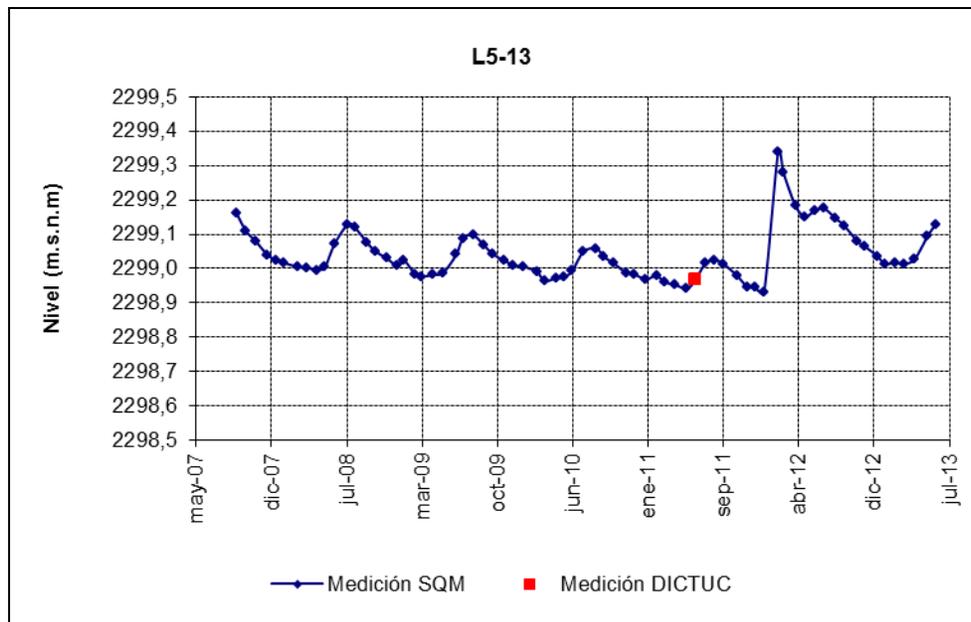


Figura 4-152: Nivel mensual observado en el pozo L5-15

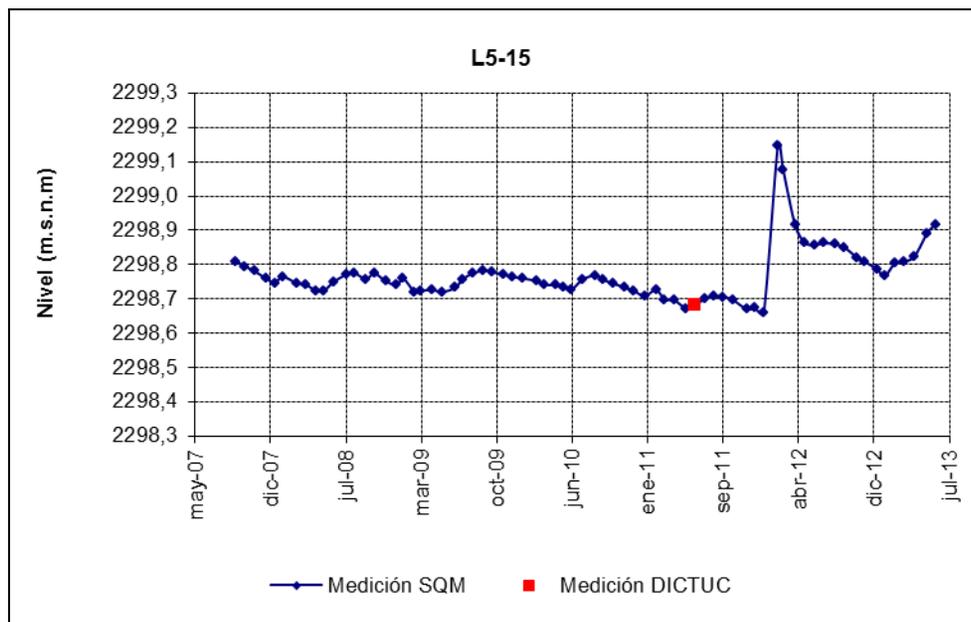


Figura 4-153: Nivel mensual observado en el pozo L13-5

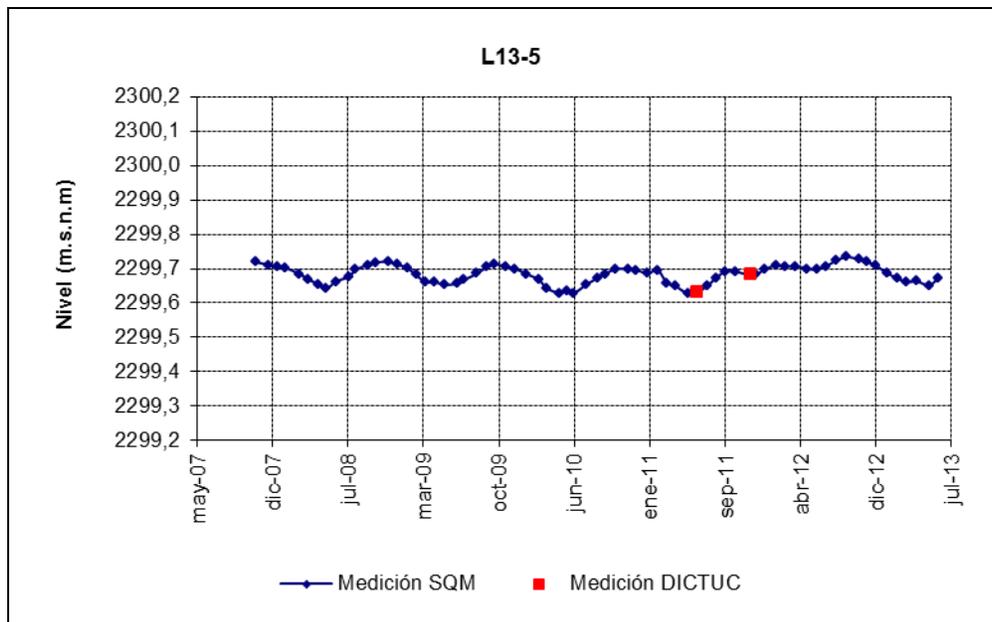


Figura 4-154: Nivel mensual observado en el pozo L13-6

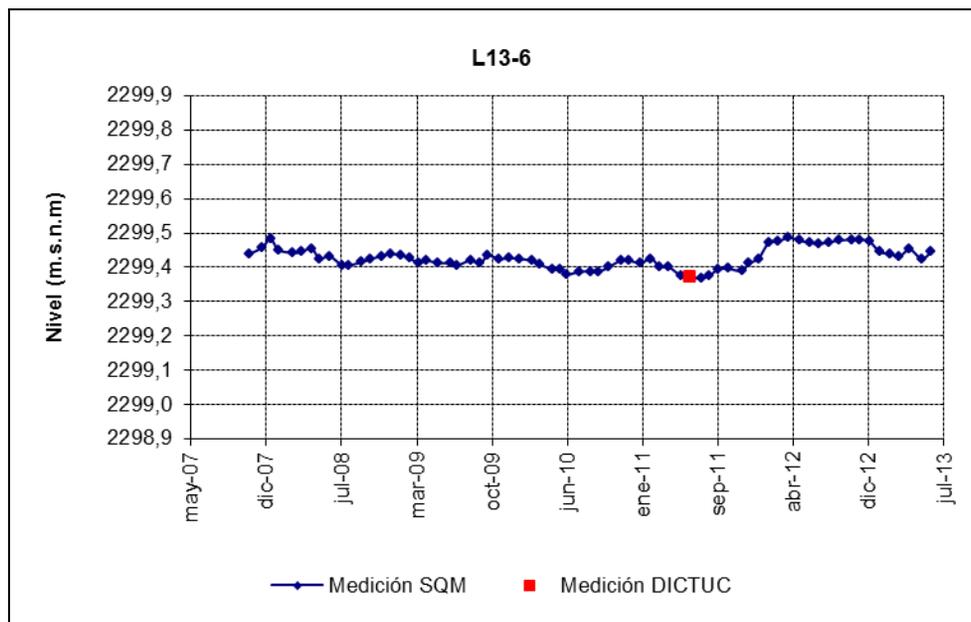


Figura 4-155: Nivel mensual observado en el pozo L13-7

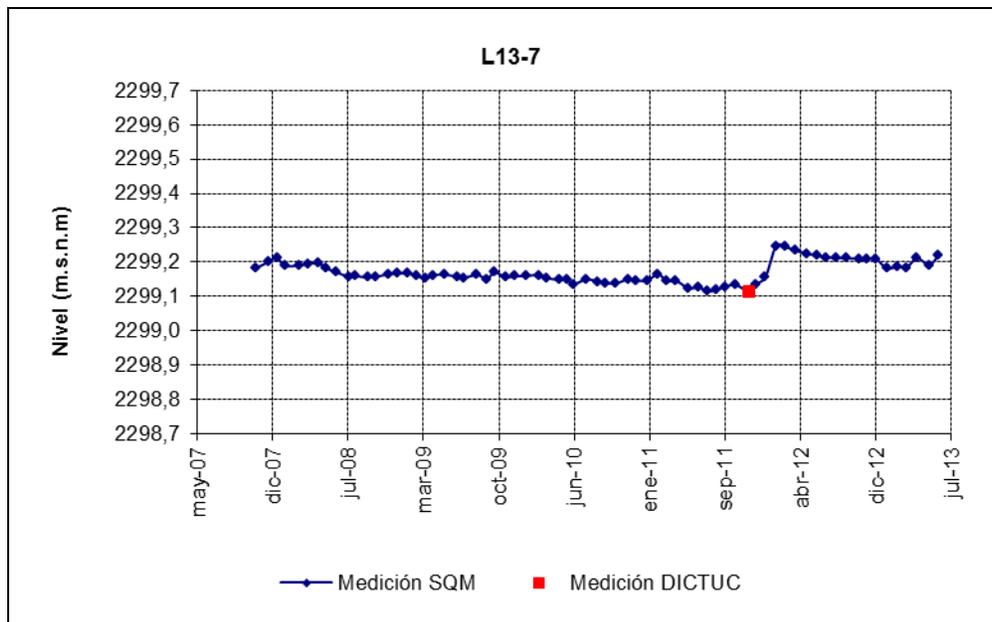


Figura 4-156: Nivel mensual observado en el pozo L14-1

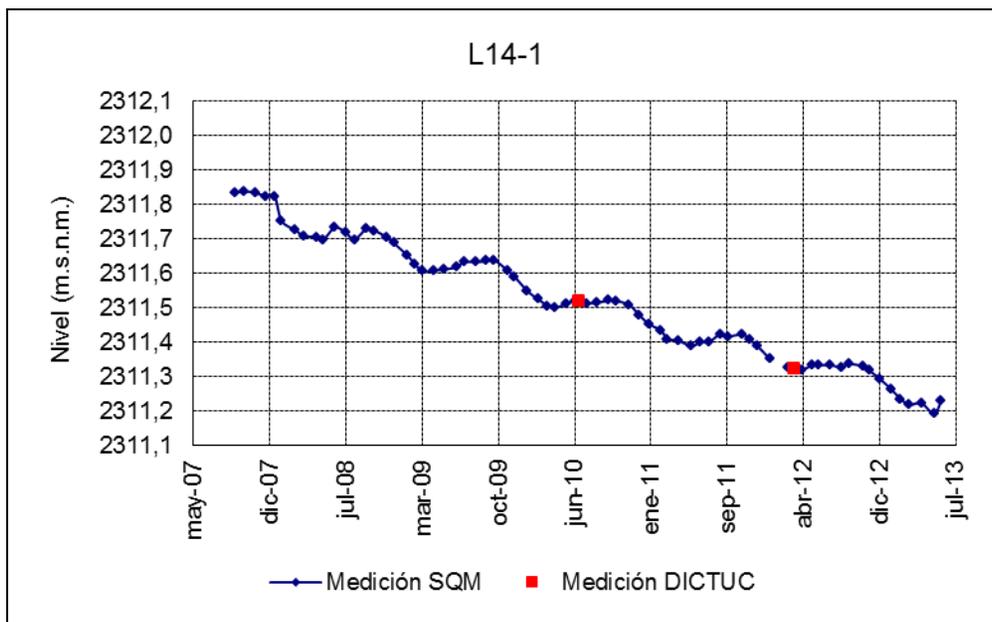


Figura 4-157: Nivel mensual observado en el pozo L14-2

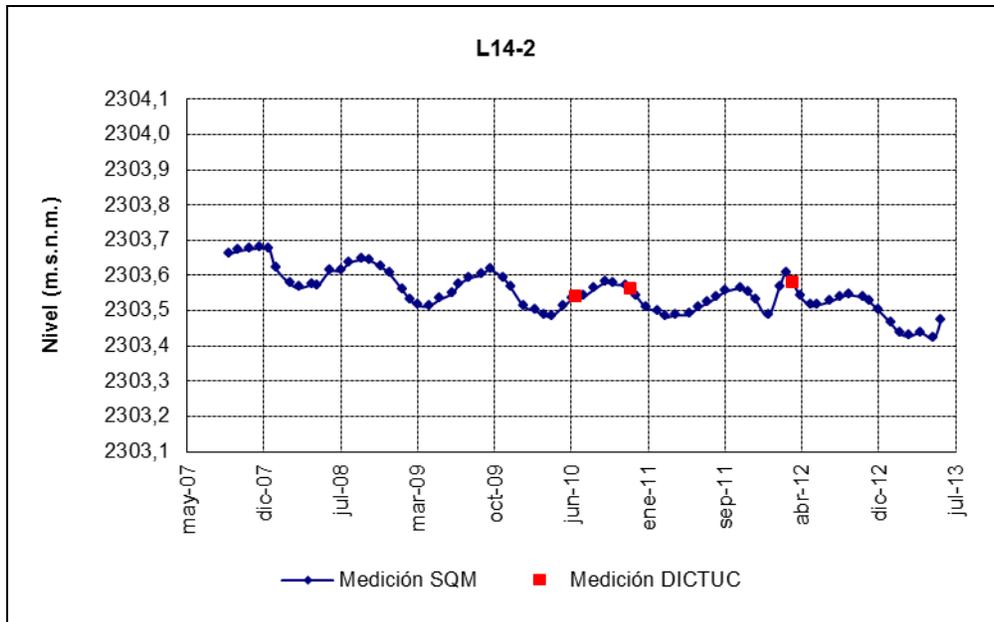


Figura 4-158: Nivel mensual observado en el pozo L14-3

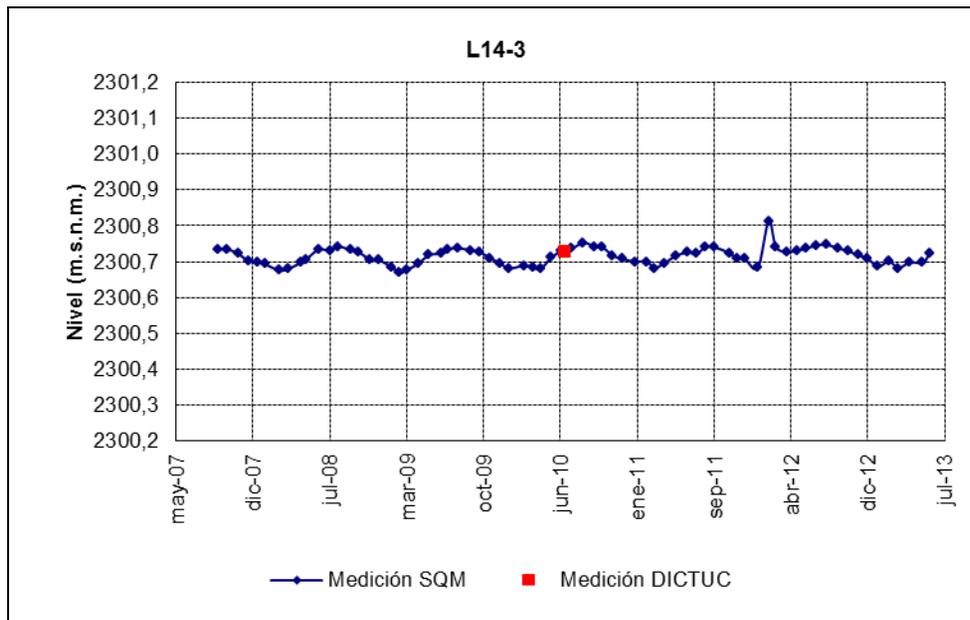


Figura 4-159: Nivel mensual observado en el pozo L14-5

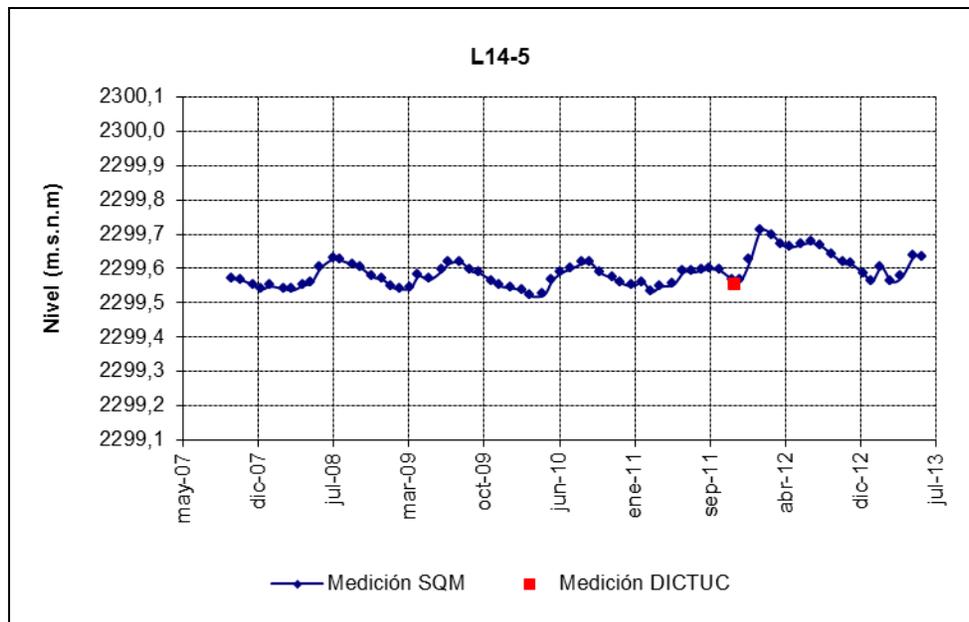


Figura 4-160: Nivel mensual observado en el pozo L14-6

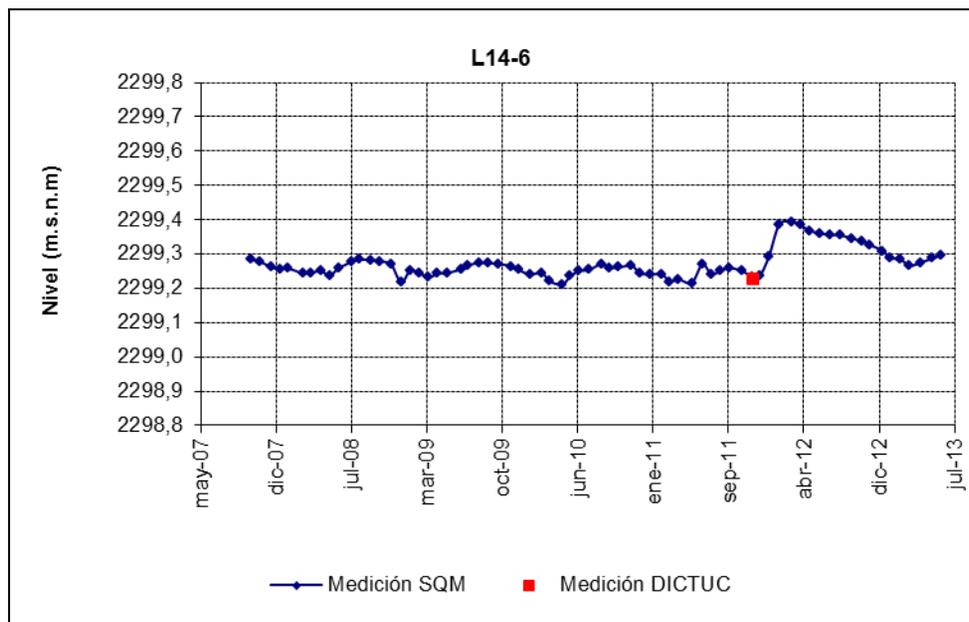
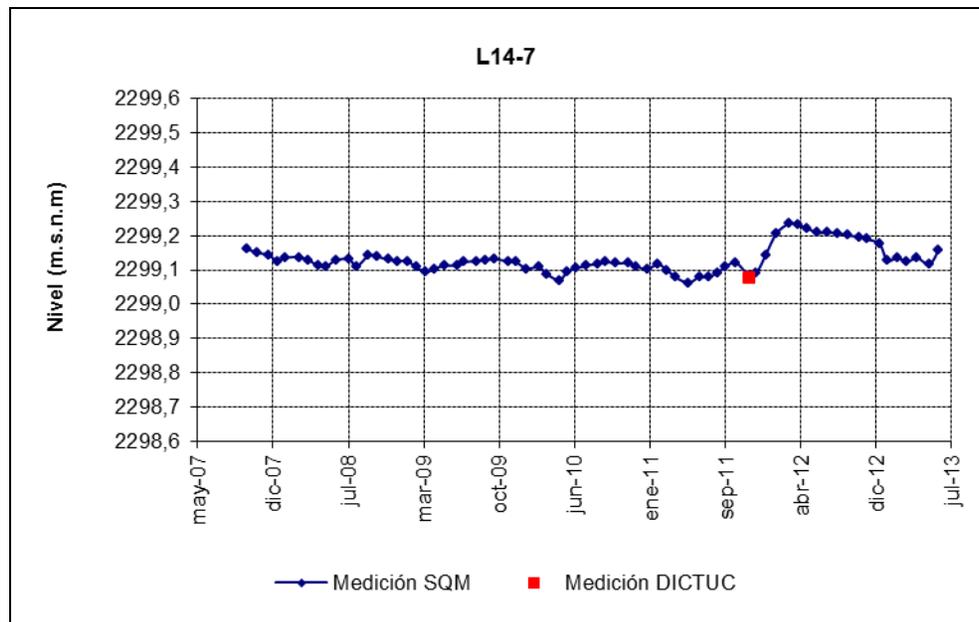


Figura 4-161: Nivel mensual observado en el pozo L14-7



4.2.1.3 Reglillas

Desde la Figura 4-162 a la Figura 4-164 se muestra 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 4-162), mientras que el segundo (Figura 4-163) muestra los datos a partir de mayo del 2007. Los gráficos muestran un comportamiento estable desde inicio de las mediciones a comienzos del año 2000. Se observa un aumento puntual de nivel en febrero de 2012, provocado por las lluvias que ocurrieron la primera quincena de ese mes.

En la reglilla L5-G3 no se cuenta con datos de registro continuo durante la segunda quincena del mes de diciembre de 2012, ya que el transductor presentó un problema de comunicación con el aparato de recepción (*palm*). Por lo anterior se chequeó el cable *vented* de comunicación y *palm*, para descartar posible falla y realizar los cambios pertinentes, para lo cual se realizaron posteriormente 2 visitas al punto de monitoreo para verificar el funcionamiento de los equipos de medición continua.

Figura 4-162: 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)

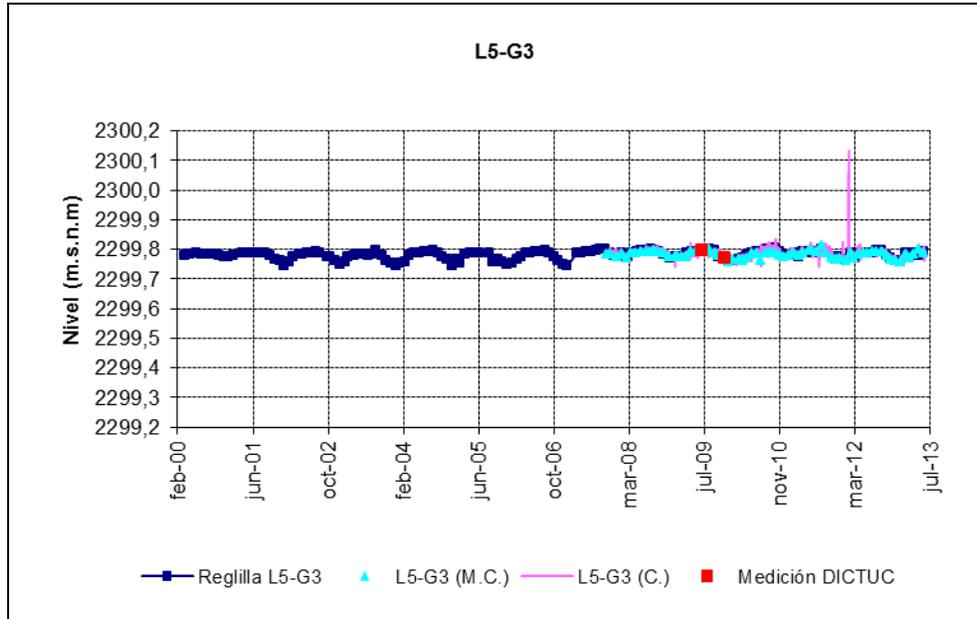


Figura 4-163: Nivel mensual observado en la reglilla L5-G3 desde 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea azul: datos históricos; puntos rojos: medición manual en reglilla con registros de datos continuos – M.C.; línea magenta: datos continuos)

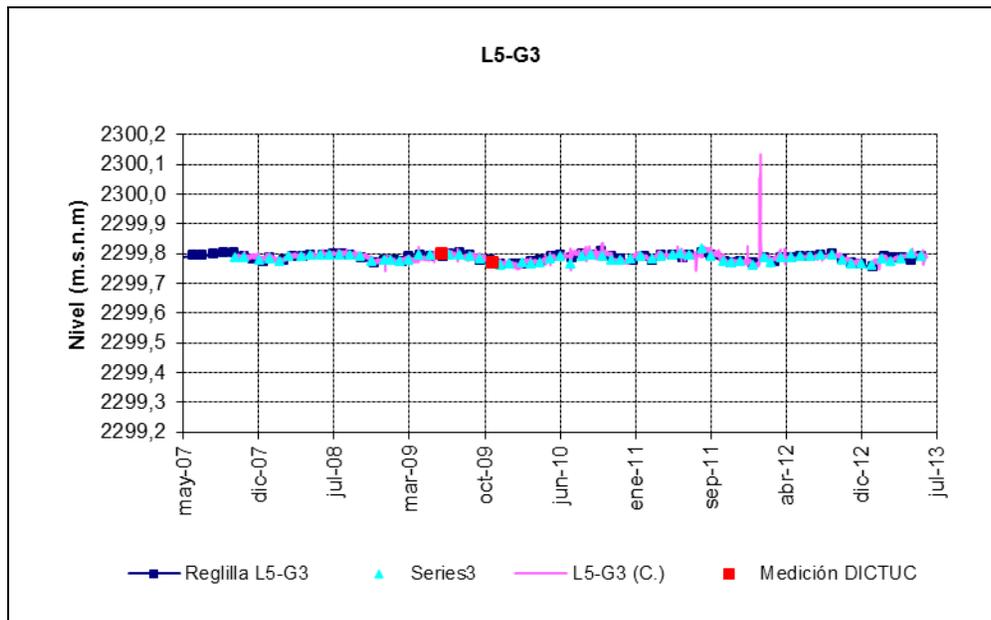
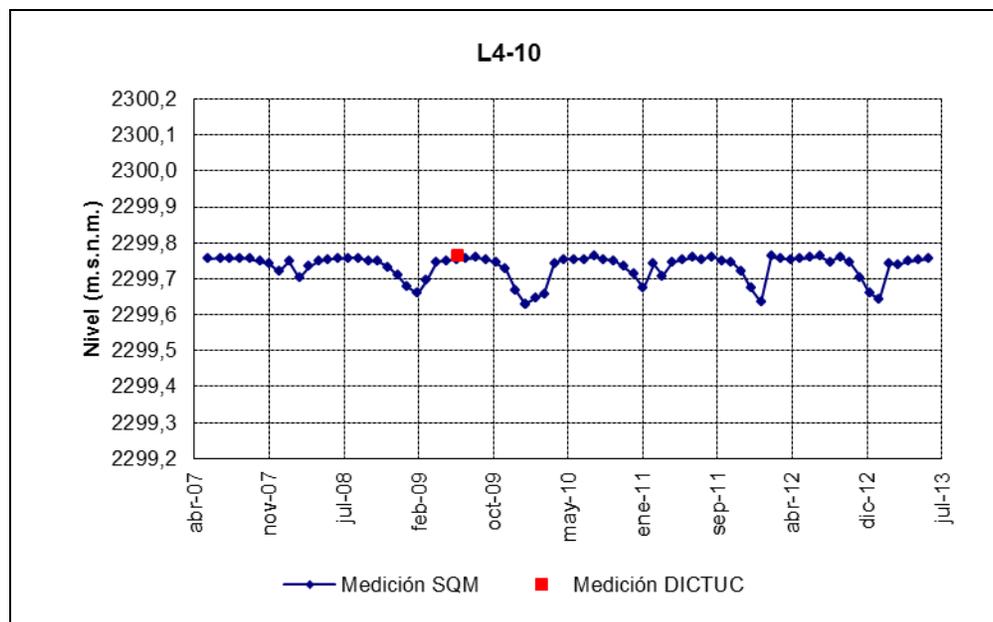


Figura 4-164: Nivel mensual observado en la reglilla L4-10



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 4-165 a la Figura 4-187. 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. Con fecha 26 de enero, 24 de agosto y 05 de diciembre de 2012 se cambiaron los transductores de los pozos L5-7, L14-4 y L13-3 respectivamente dado que se encontraban dañados y no se recibía señal de ellos para descargar la información.

Se observa que los pozos emplazados en este sector 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 en el tiempo.

De manera general y unificando lo observado en los pozos del sistema Aguas de Quelana anteriormente mencionados, se observa descensos aguas arriba y aguas abajo del sistema lagunar difuso, descensos que se correlacionan con los descensos históricos. La zona lagunar difusa no presenta descenso y se mantiene estable en el tiempo, sin embargo, cabe

Figura 4-166: Nivel mensual observado en el pozo L3-6 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

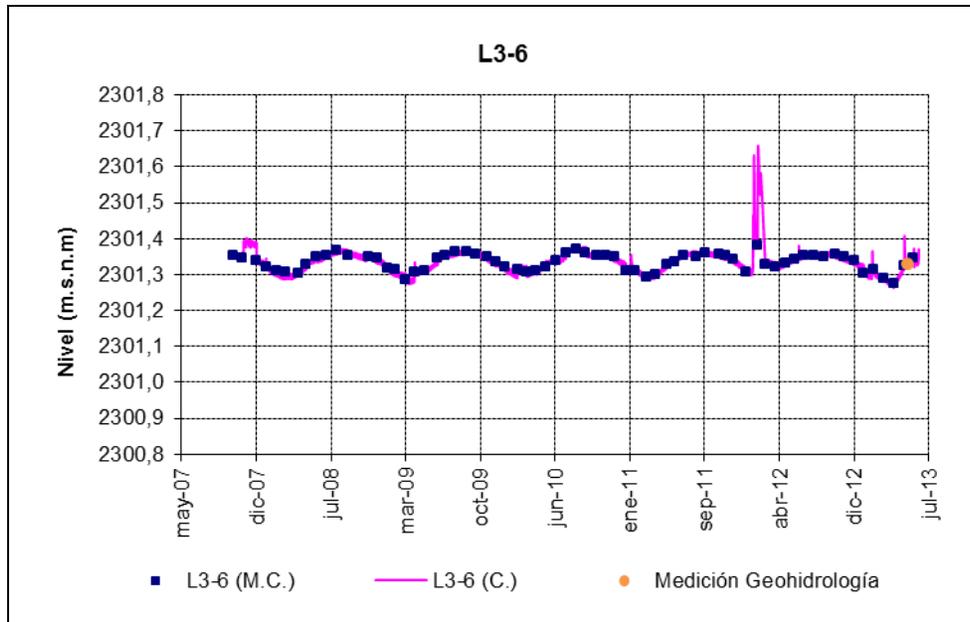


Figura 4-167: Nivel mensual observado en el pozo L3-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

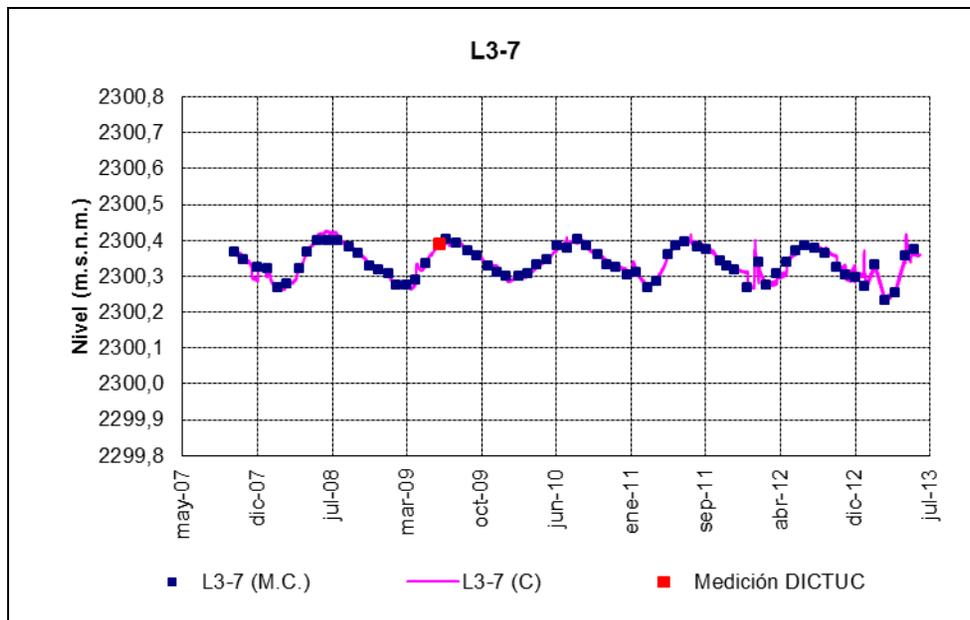


Figura 4-168: Nivel observado en el pozo L3-9 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

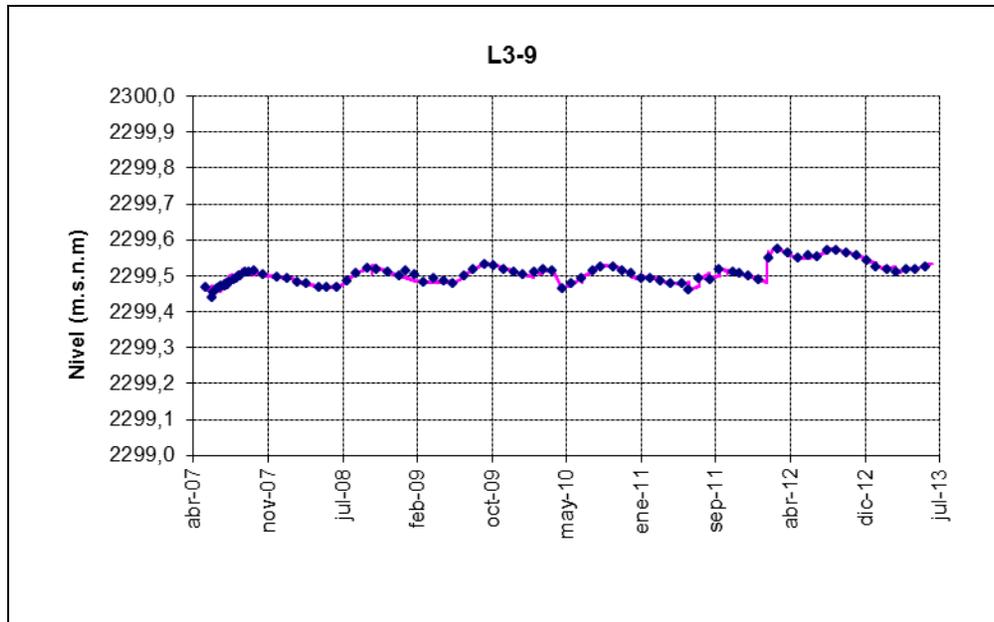


Figura 4-169: Nivel observado en el pozo L3-10 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

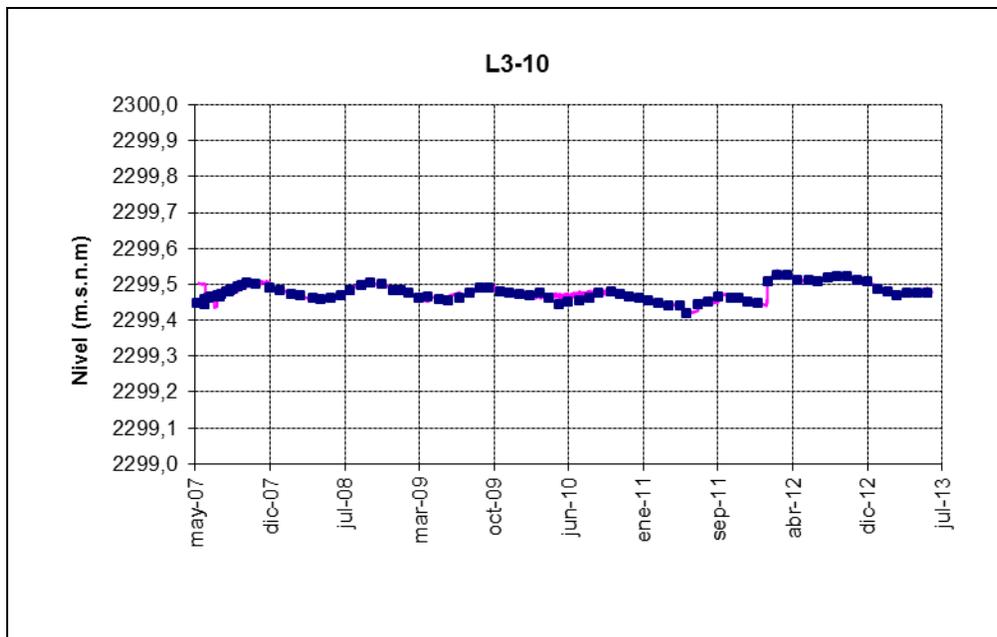


Figura 4-170: Nivel observado en el pozo L3-13 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

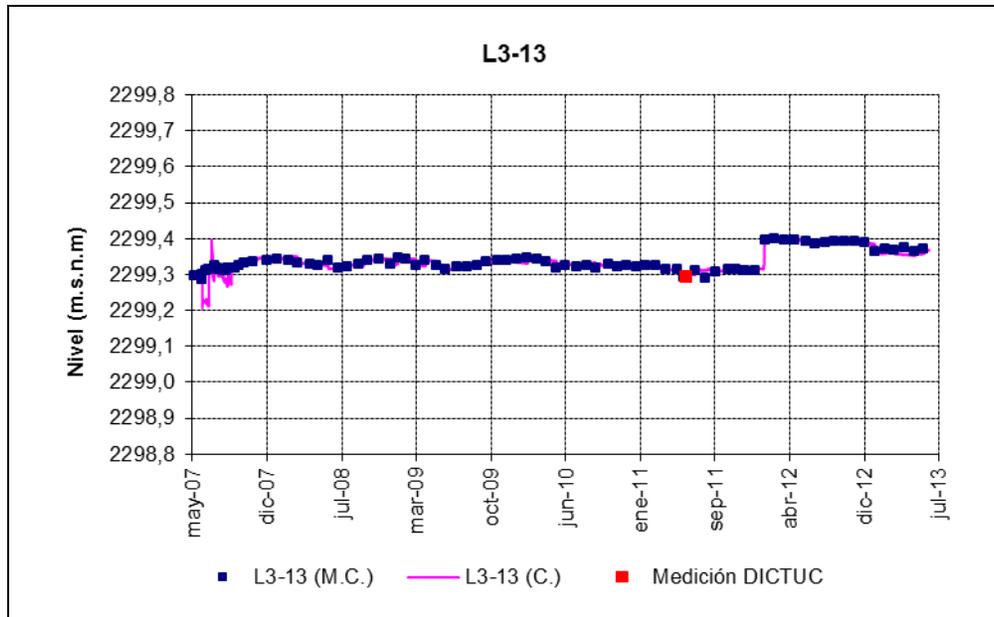


Figura 4-171: Nivel mensual observado en el pozo L4-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

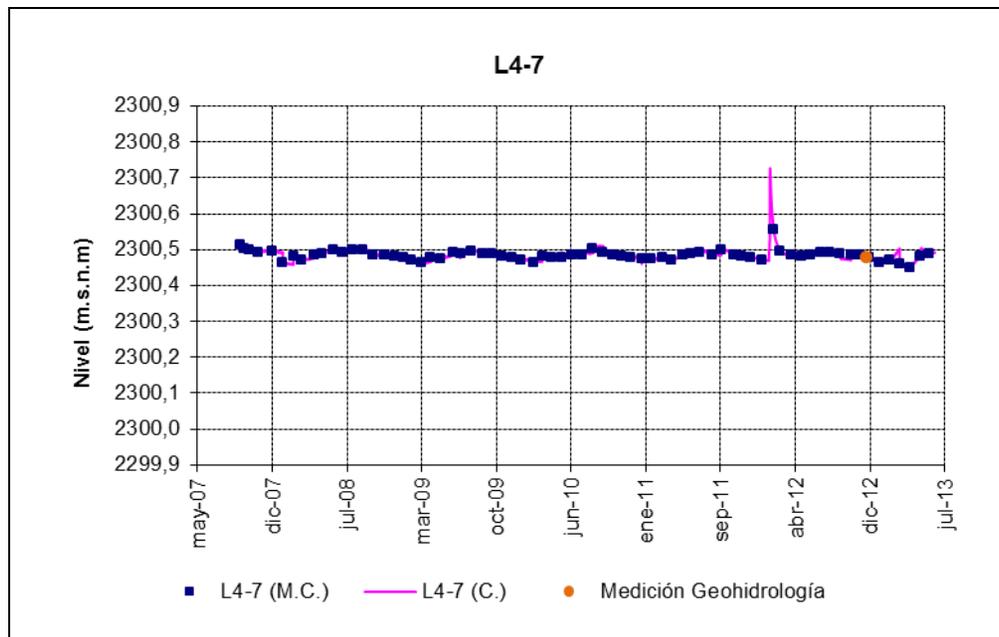


Figura 4-172: Nivel observado en el pozo L4-8 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

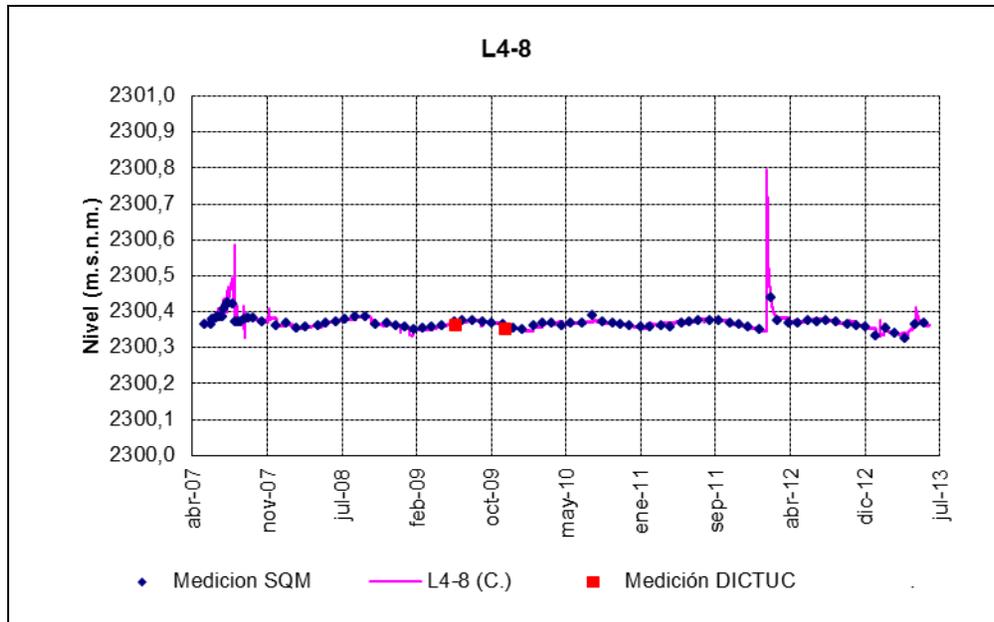


Figura 4-173: Nivel observado en el pozo L4-9 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

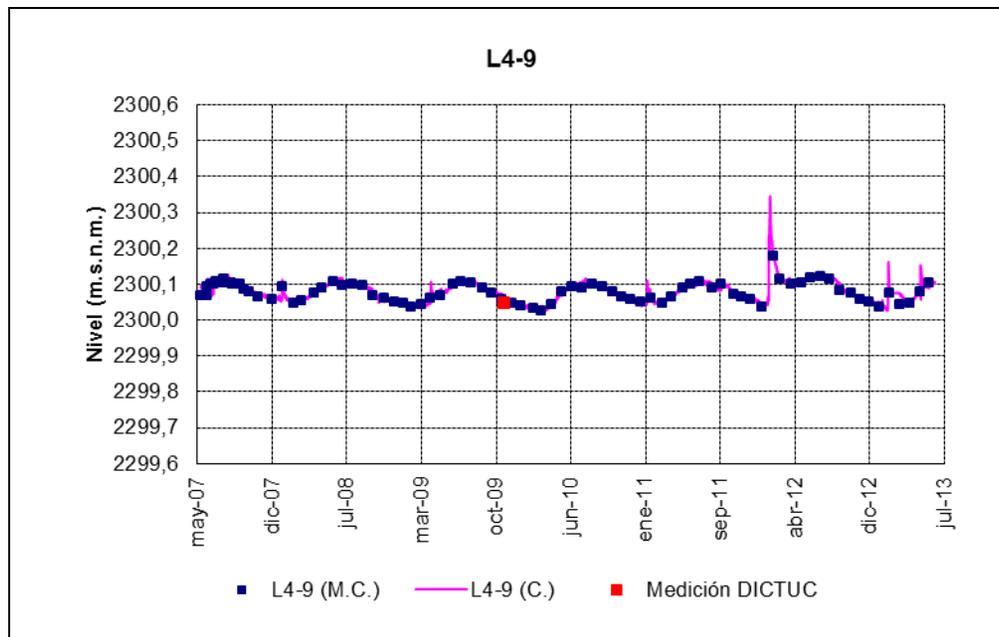


Figura 4-174: Nivel observado en el pozo L4-12 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

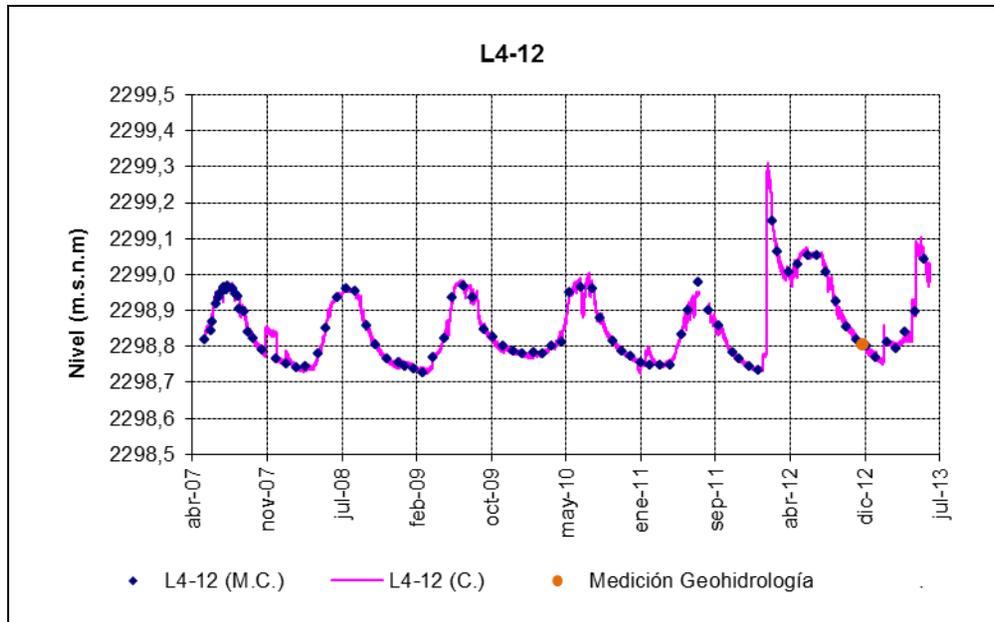


Figura 4-175: Nivel observado en el pozo L4-13 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

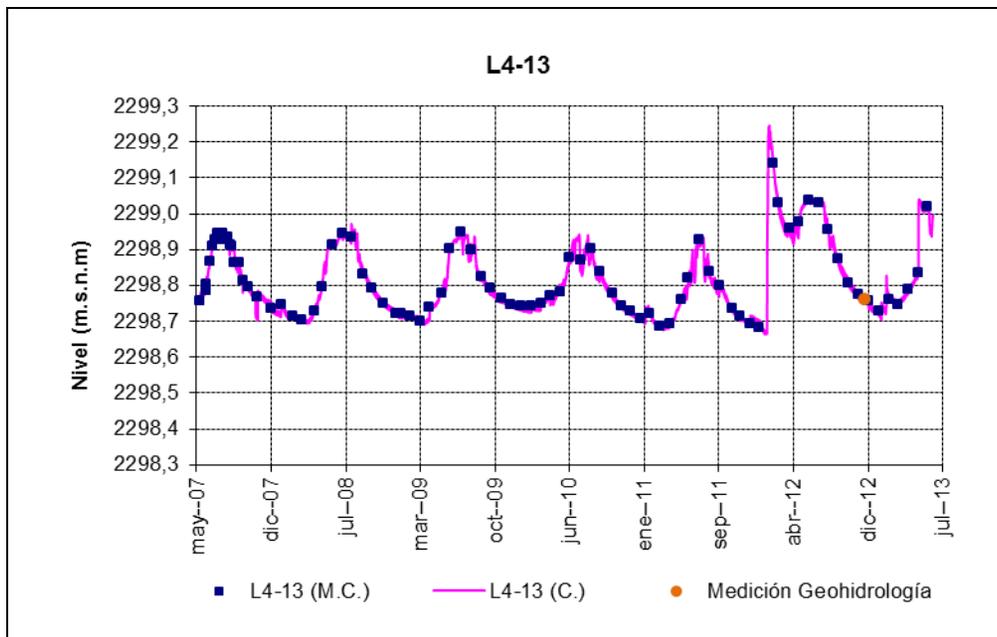


Figura 4-176: Nivel mensual observado en el pozo L5-3 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

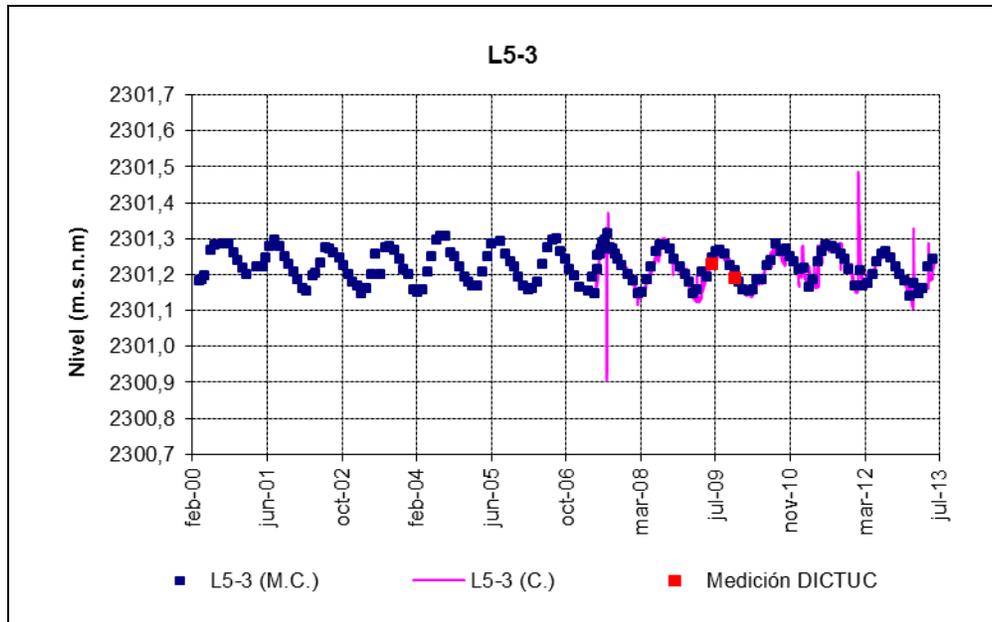


Figura 4-177: Nivel observado en el pozo L5-3 desde 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

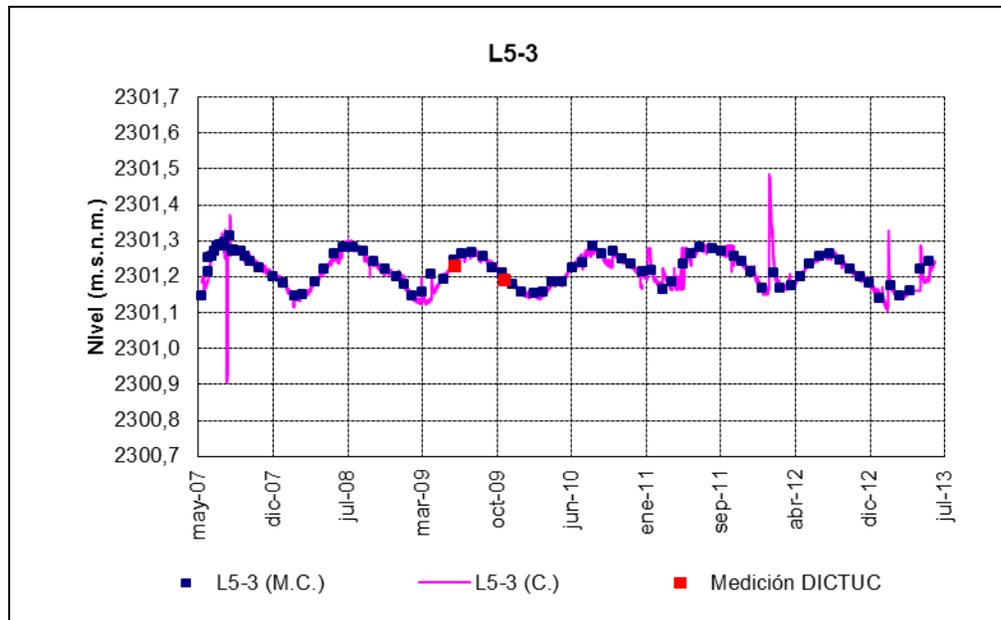


Figura 4-178: Nivel observado en el pozo L5-6 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

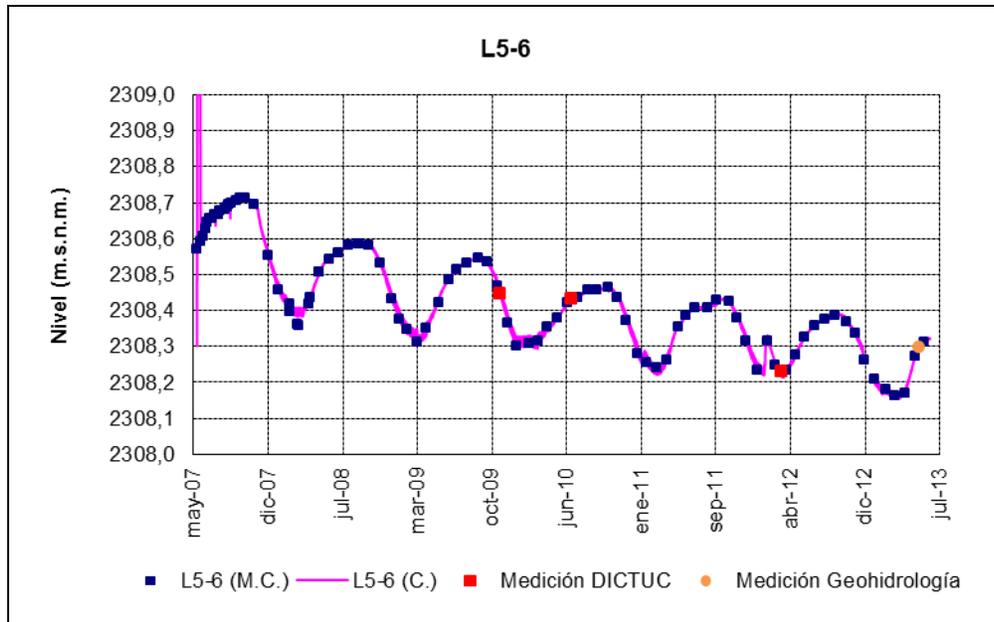


Figura 4-179: Nivel mensual observado en el pozo L5-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

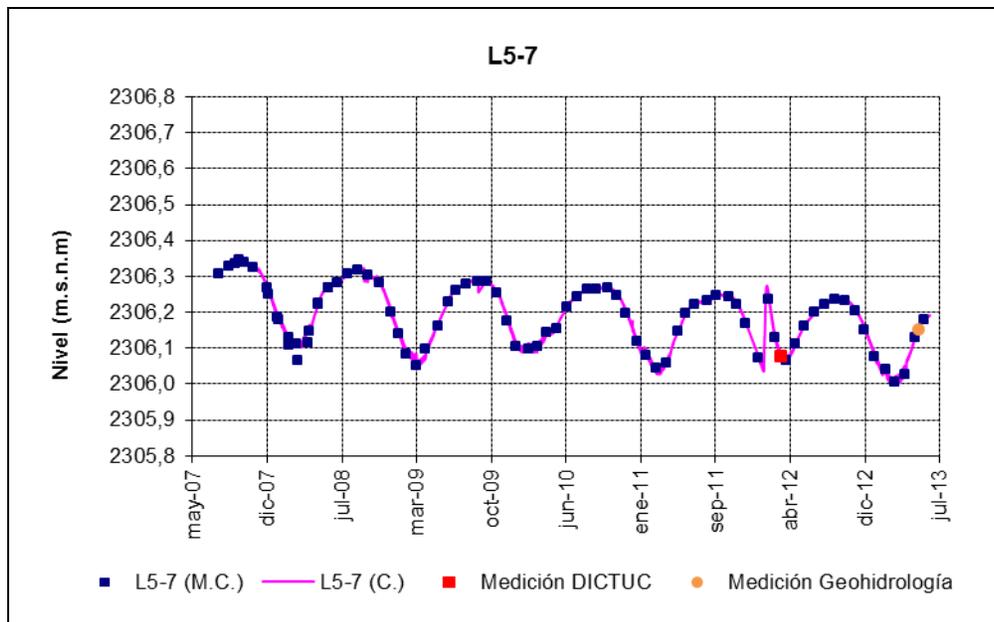


Figura 4-180: Nivel observado en el pozo L5-8 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

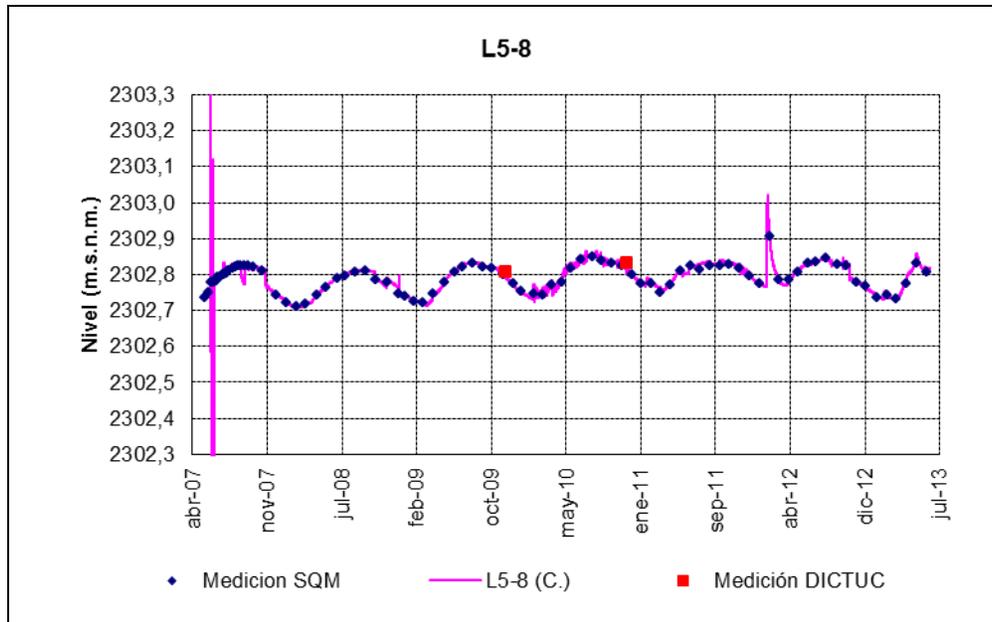


Figura 4-181: Nivel observado en el pozo L5-10 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

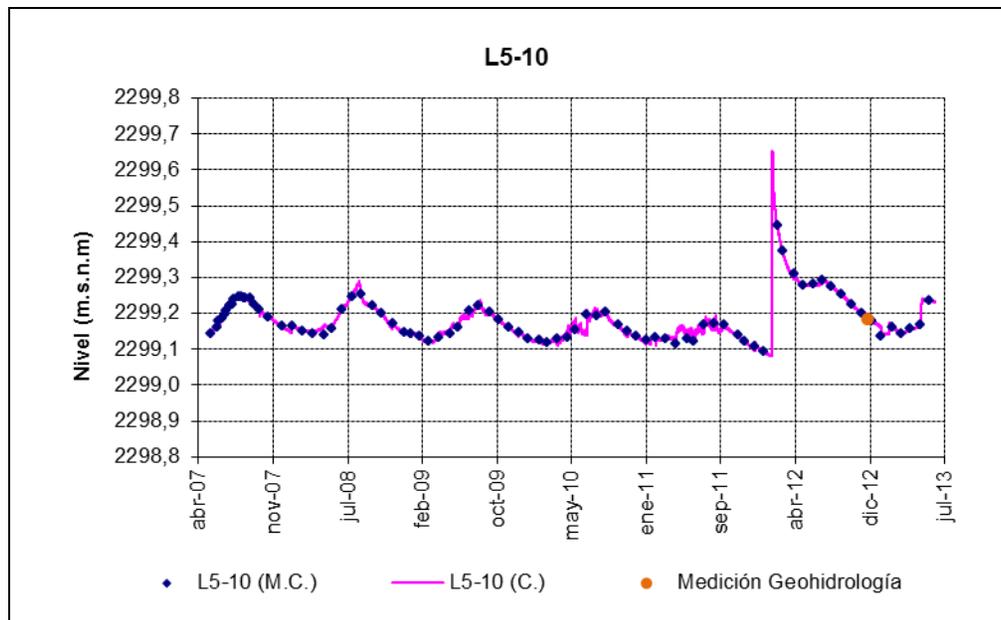


Figura 4-182: Nivel mensual observado en el pozo L5-14 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

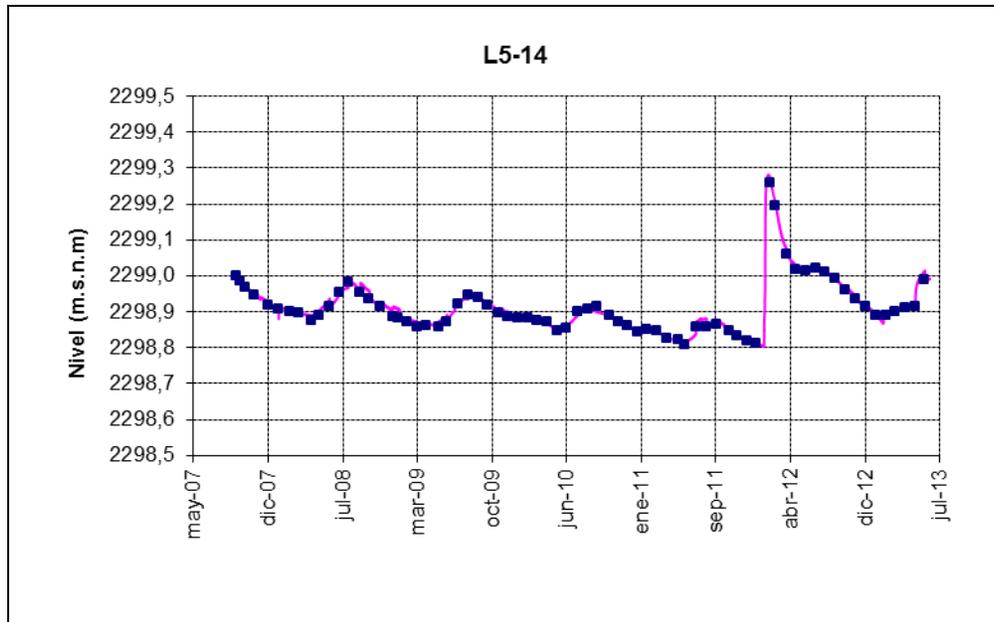


Figura 4-183: Nivel mensual observado en el pozo L13-1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

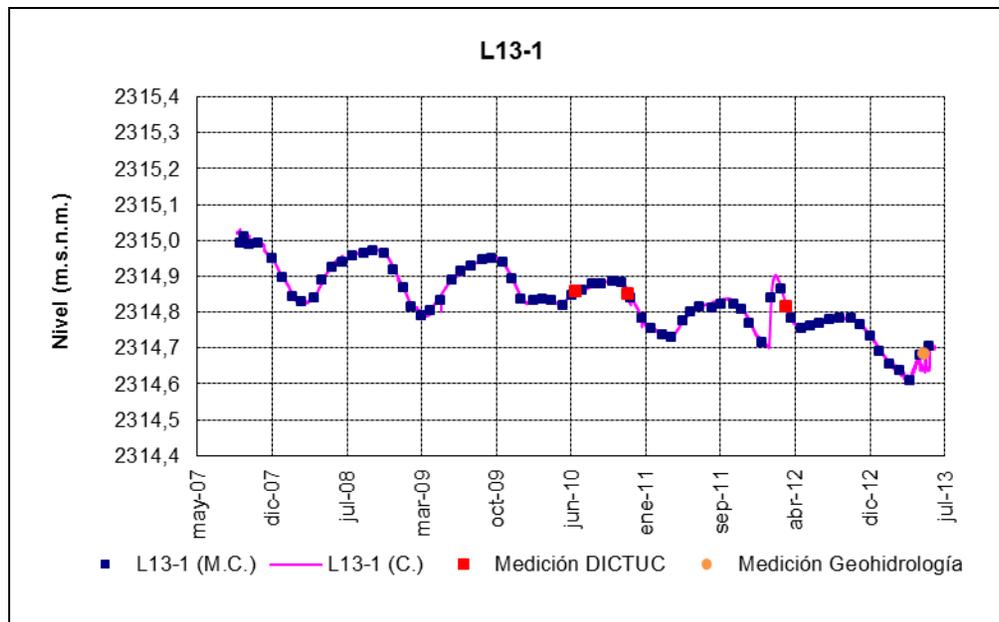


Figura 4-184: Nivel mensual observado en el pozo L13-2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

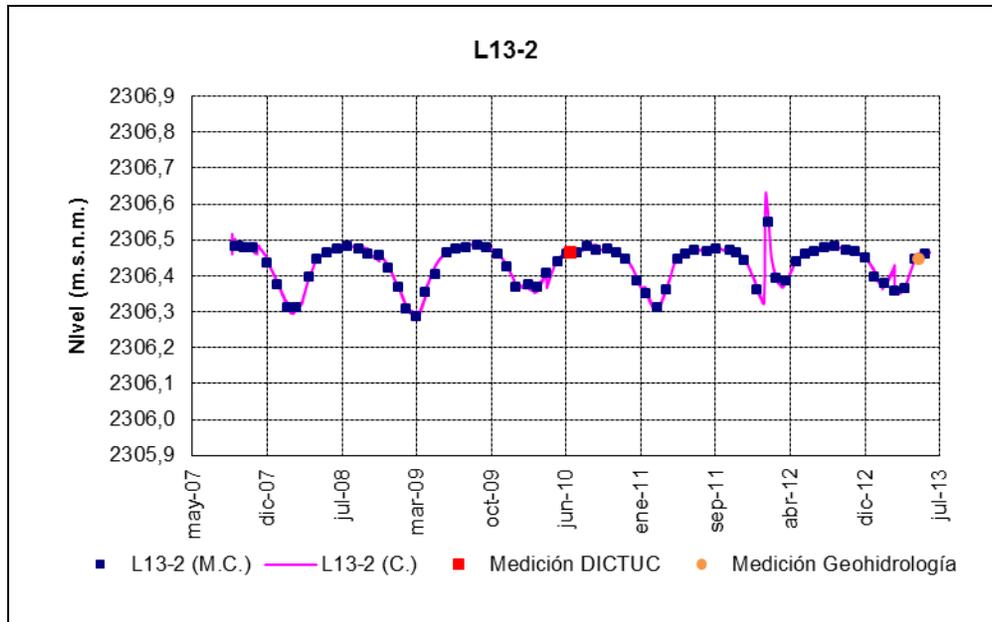


Figura 4-185: Nivel mensual observado en el pozo L13-3 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

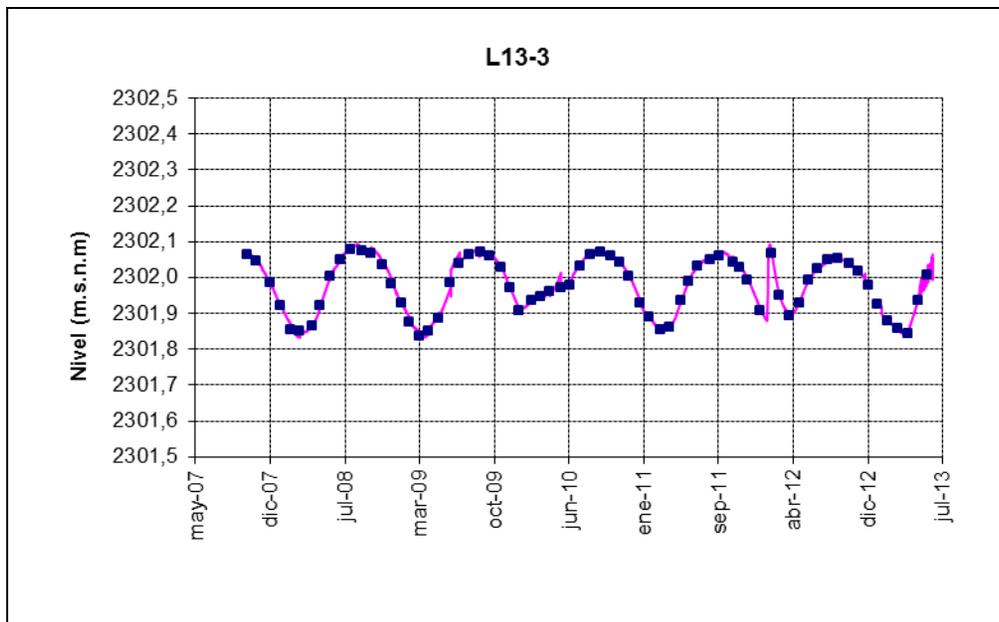


Figura 4-186: Nivel mensual observado en el pozo L13-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)

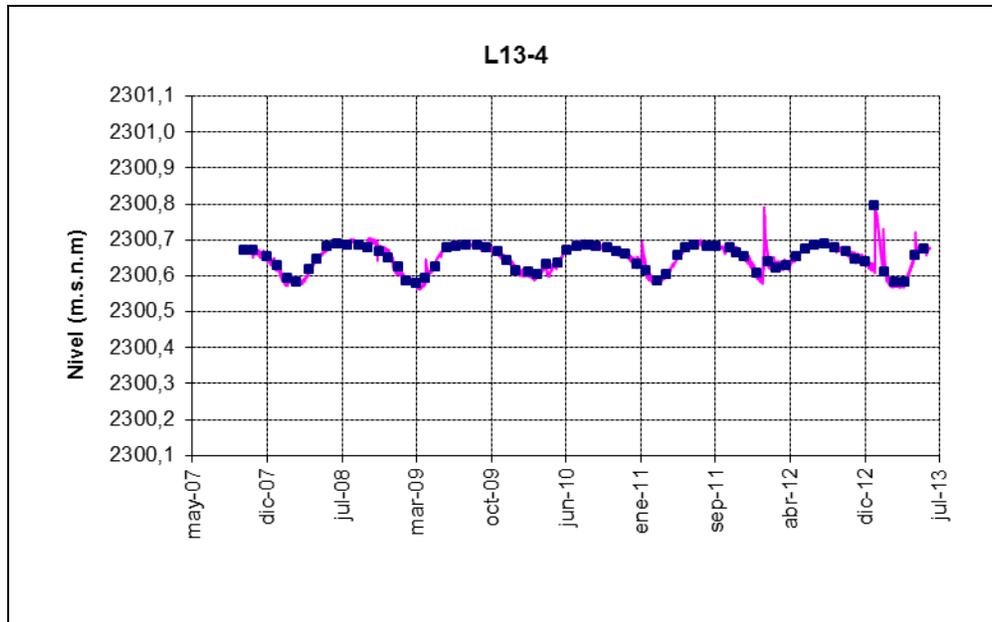
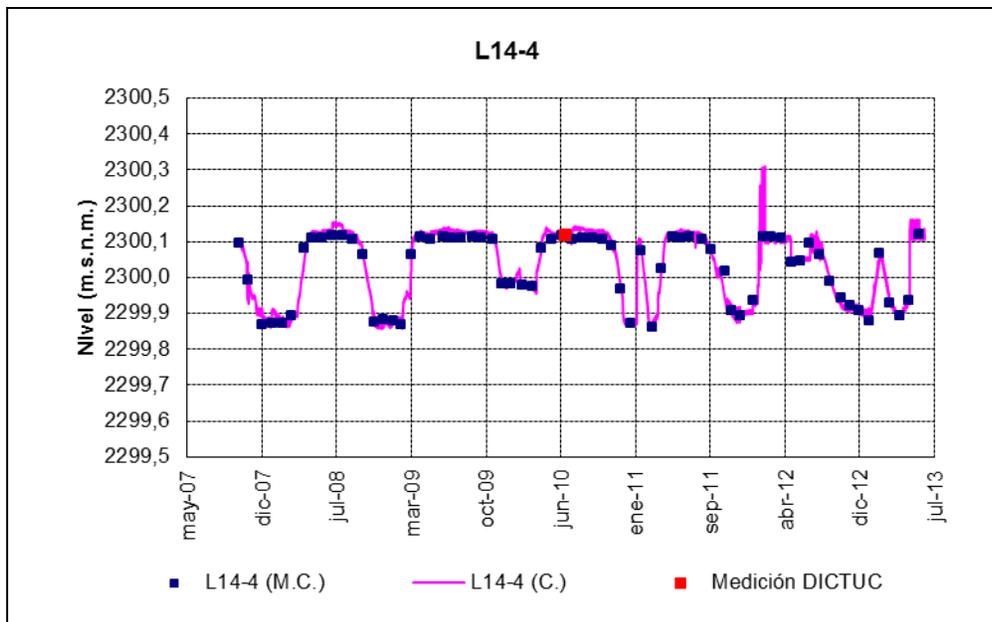


Figura 4-187: Nivel mensual observado en el pozo L14-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales)



4.2.1.5 Pozos de salmuera

Desde la Figura 4-188 a la Figura 4-193 se presenta los niveles en los pozos del PSAH del sistema Aguas de Quelana catalogados como pozos de salmuera. En general, en todos aquellos pozos que cuentan con registros históricos extensos, se observan aumentos marcados de nivel provocados por las precipitaciones que ocurren durante el verano (invierno altiplánico) tal como lo ocurrido en 2001, 2002, 2012 y 2013, este último asociado a las precipitaciones ocurridas durante febrero. Además se observa un descenso gradual marcado por aumentos y descensos de nivel asociados al efecto combinado de la estacionalidad de la evaporación, al caudal de bombeo de salmuera de los pozos del sector norte (SOP) tal como el aumento de nivel que se observa en 2009 y 2010 asociado a una disminución en el bombeo y/o con un aumento de la recarga y las precipitaciones que cayeron durante el año. En el último periodo los niveles se han mantenido estables encontrándose por sobre las mediciones registradas en 2007.

Figura 4-188: Nivel mensual observado en el pozo D2

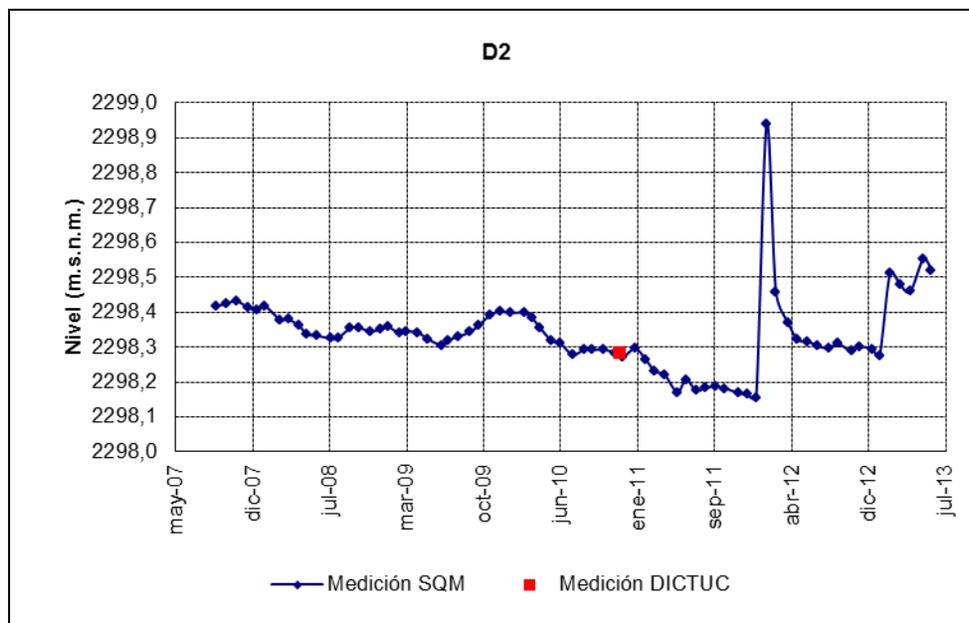


Figura 4-189: Nivel mensual observado en el pozo L3-4 (SOPM-8)



Figura 4-190: Nivel mensual observado en el pozo L4-6

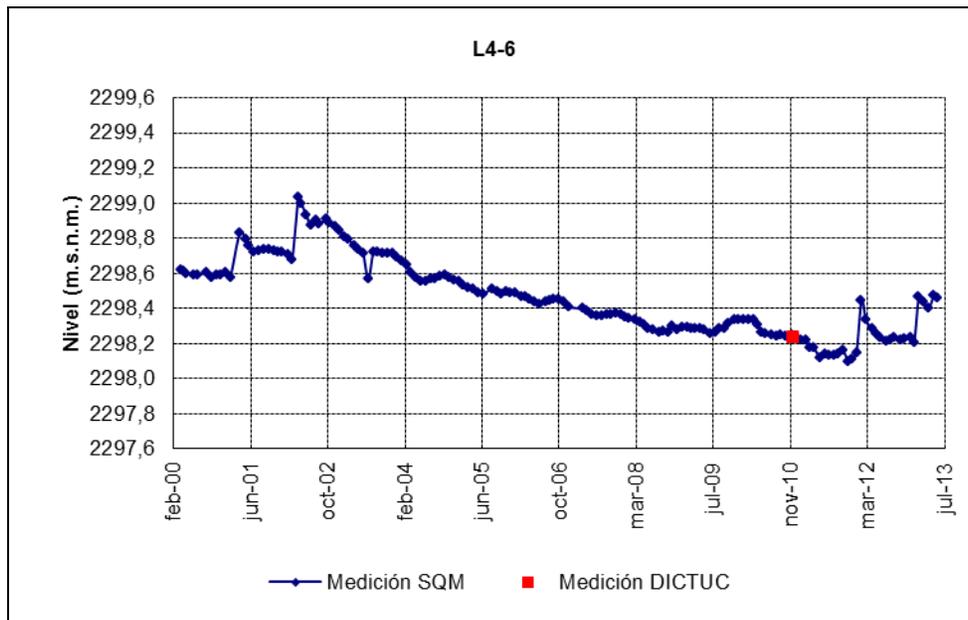


Figura 4-191: Nivel mensual observado en el pozo L4-16

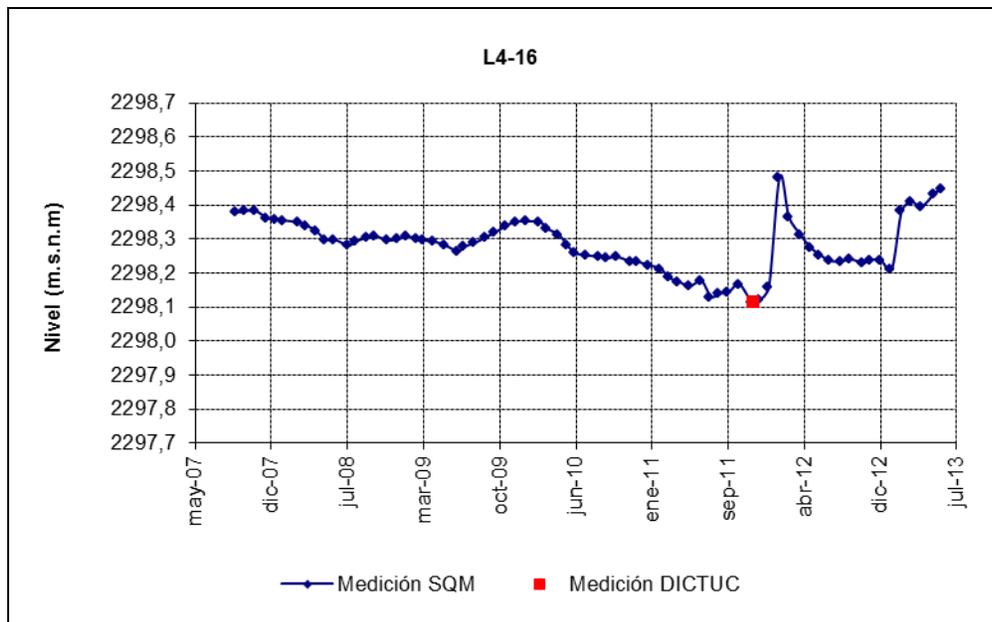


Figura 4-192: Nivel mensual observado en el pozo L5-4

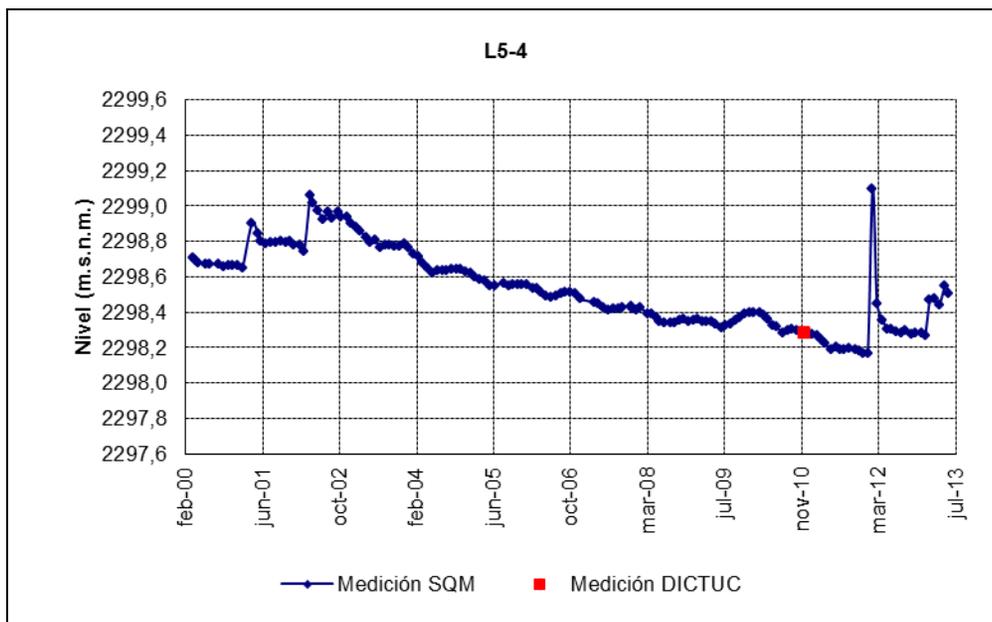
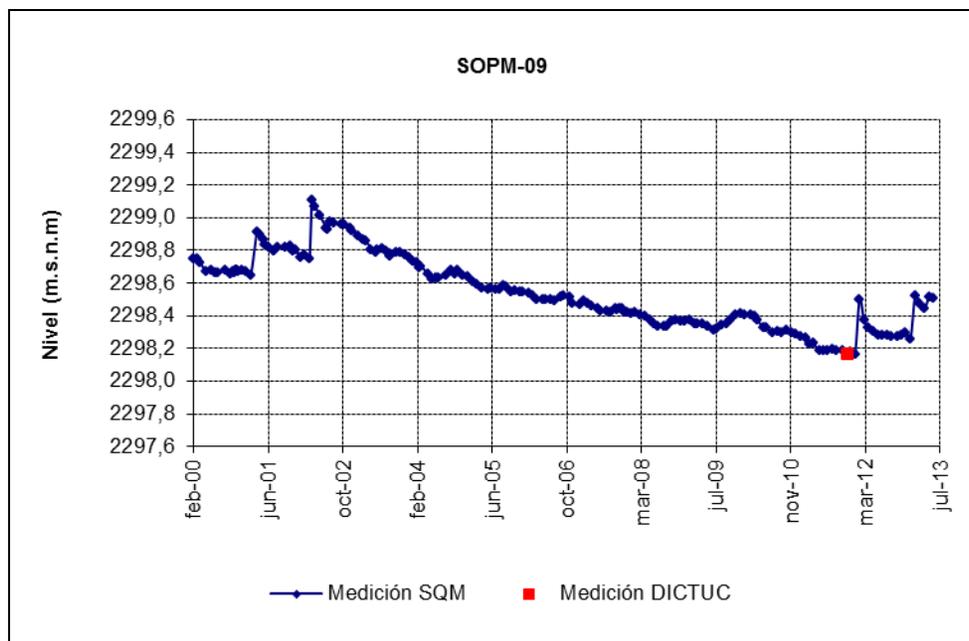


Figura 4-193: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-9



4.2.1.6 Pozos de bombeo

En la Figura 4-194 y Figura 4-195 se presentan los niveles observados en los pozos de bombeo Camar 2 y Socaire 5B, respectivamente. En el pozo Camar 2 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.

Se puede observar la estabilización de los niveles dinámicos después de puesta en marcha de estos pozos para luego mantenerse sin mayores variaciones más que las relacionadas a la operación de los pozos.

En mayo de 2012 no se pudo monitorear el pozo de bombeo Camar 2, ya que se encontraba en proceso de desmontaje y cambio de niveleta por mantenciones normales de estos pozos.

Figura 4-194: Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Camar 2

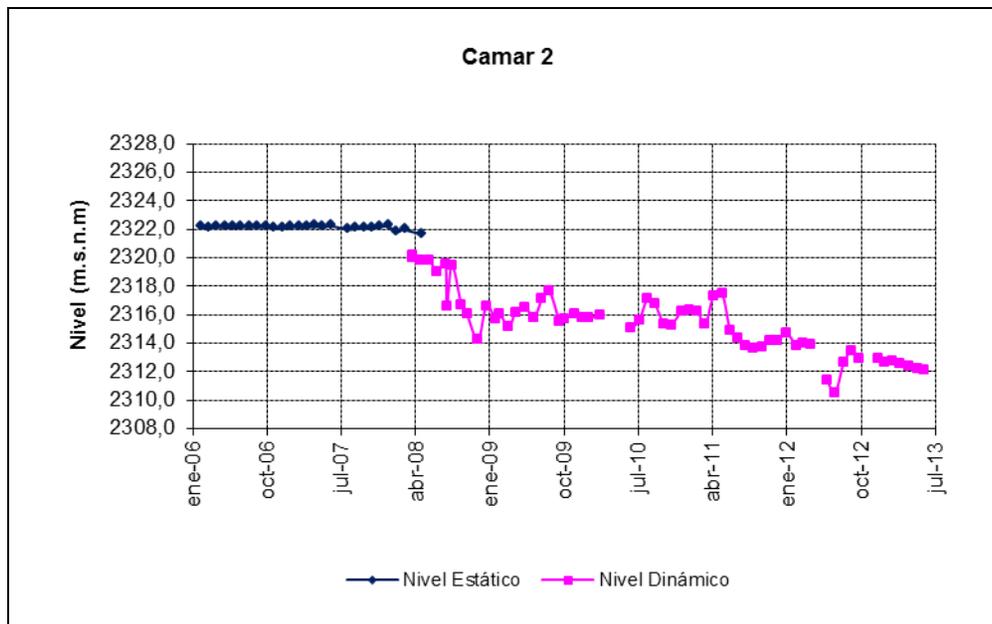
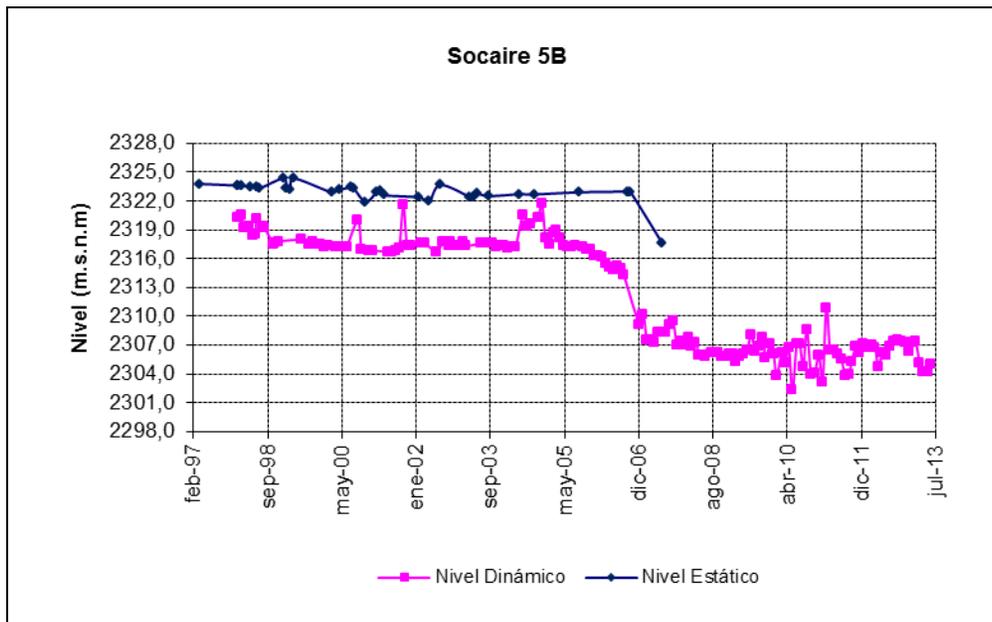


Figura 4-195: Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Socaire 5B



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 Caudal bombeado

En el sector aguas arriba del sistema Aguas de Quelana se explota agua industrial desde los pozos Camar 2 y Socaire 5B, cuyos caudales medios mensuales extraídos se presentan en la Figura 4-196 y Figura 4-197, 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 y 65 L/s para el pozo Camar 2 y Socaire 5B, respectivamente.

Figura 4-196: Caudal medio mensual bombeado desde el pozo Camar 2

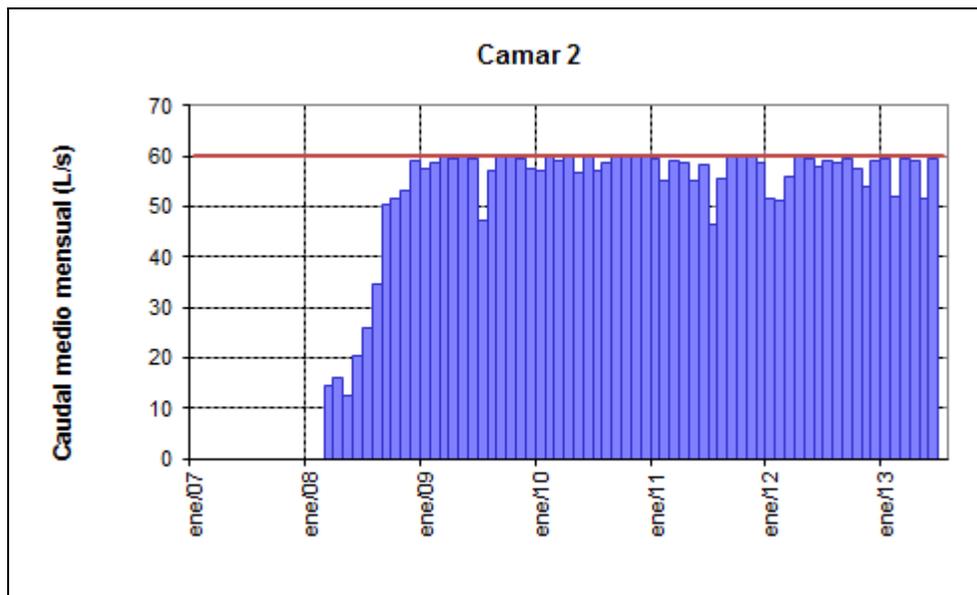
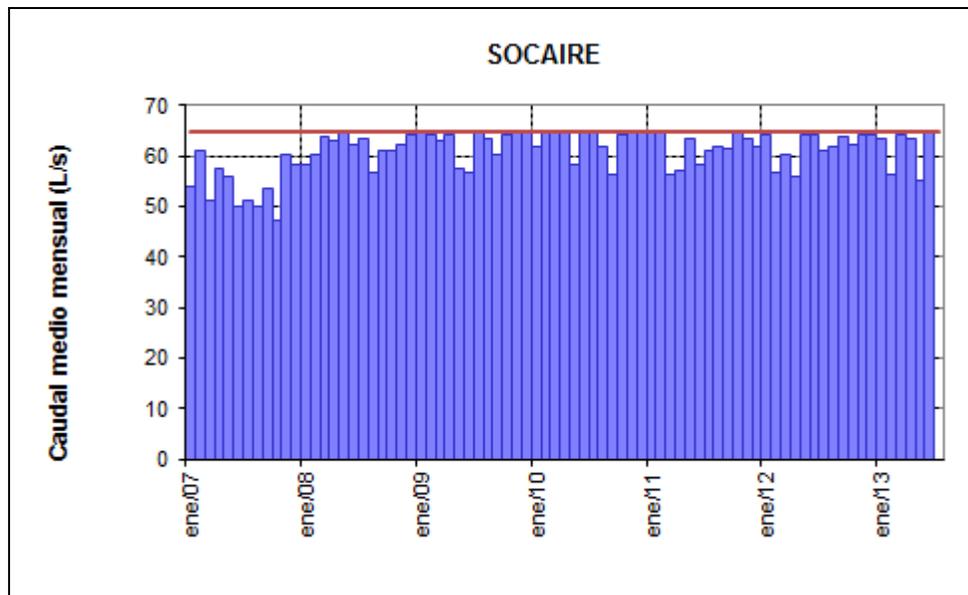


Figura 4-197: Caudal medio mensual bombeado desde el pozo Socaire 5B



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 Figura 4-198 a Figura 4-209. Los análisis fueron realizados por el laboratorio ALS Environmental, cuyos certificados se adjuntan en el Anexo 3. 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.

Es importante notar que en los gráficos de hidroquímica, las series representadas con un círculo están asociadas a los ejes del lado izquierdo y las que se encuentran representadas por un triángulo están asociadas a los ejes del lado derecho.

Figura 4-198: Resultados de análisis físico-químico del pozo L4-3

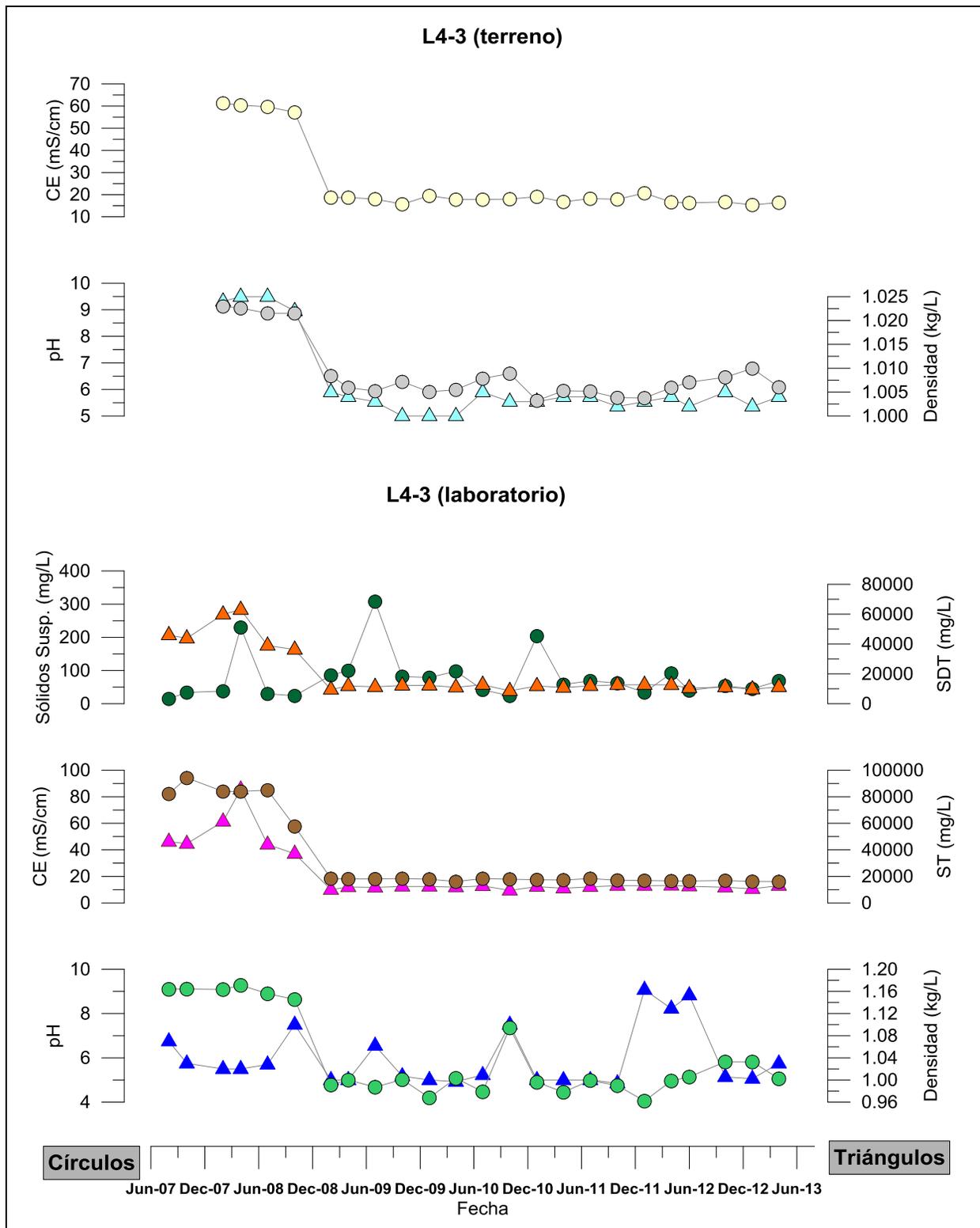
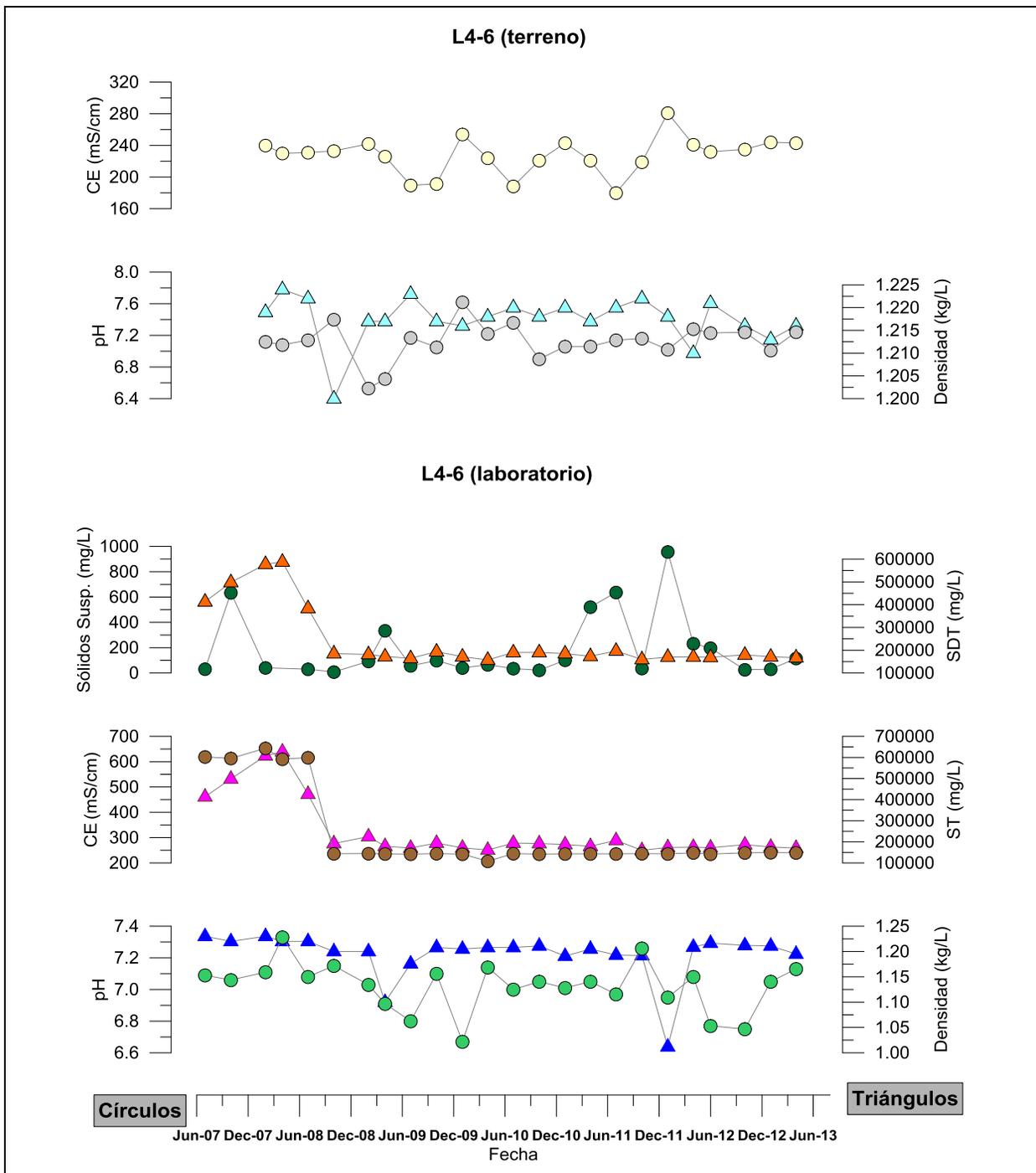


Figura 4-199: Resultados de análisis físico-químico del pozo L4-6¹⁰



¹⁰ Los Sólidos Suspendidos correspondiente a una medición de 2030 mg/L en abril de 2008 fue sacado del gráfico para evitar problemas de escala.

Figura 4-200: Resultados de análisis físico-químico del pozo L4-8

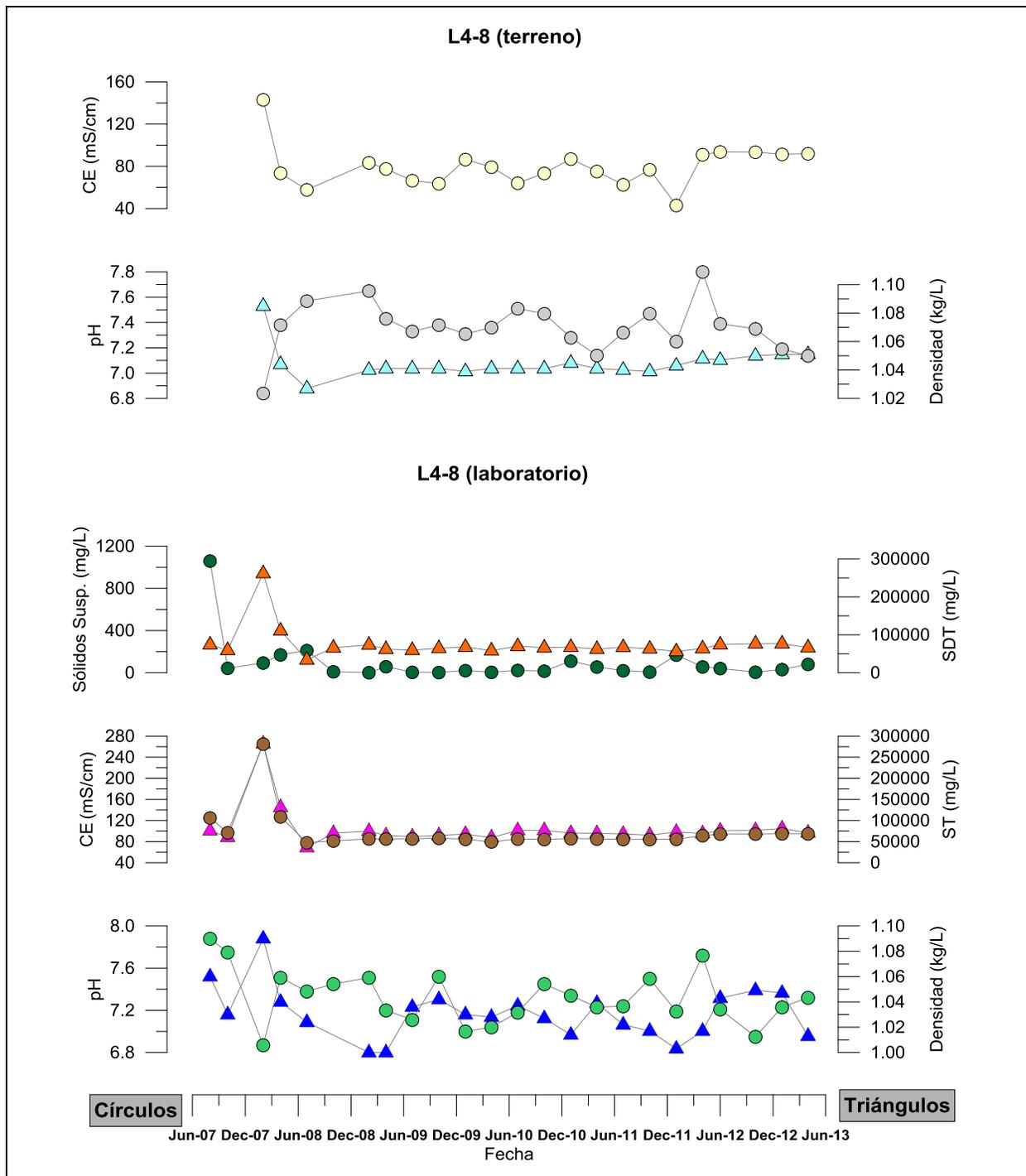
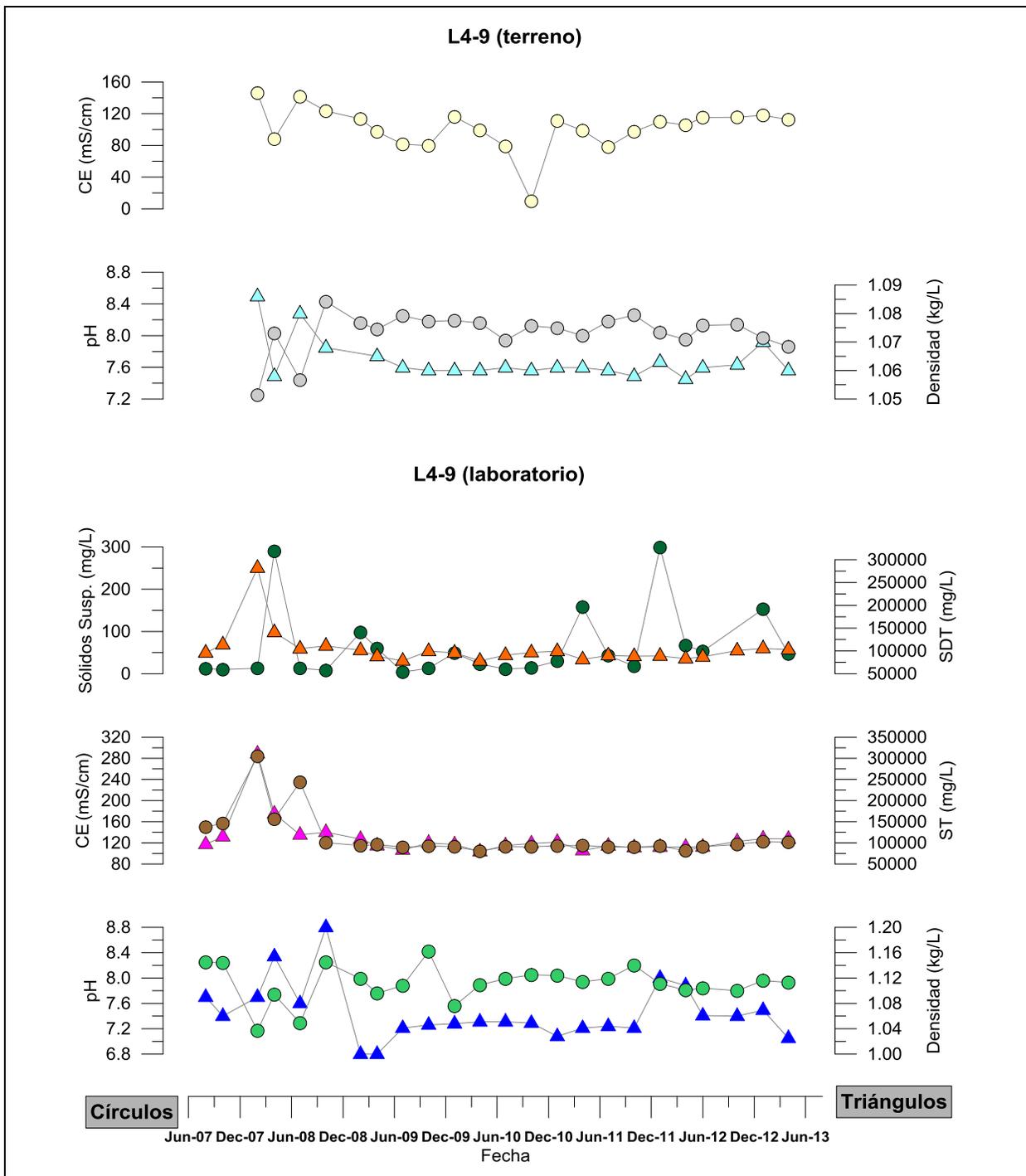


Figura 4-201: Resultados de análisis físico-químico del pozo L4-9¹¹



¹¹ Para evitar problemas de escala a la serie de densidad se le sacó el dato de febrero de 2009 correspondiente a un valor de 1,59 g/L.

Figura 4-202: Resultados de análisis físico-químico del pozo L4-12

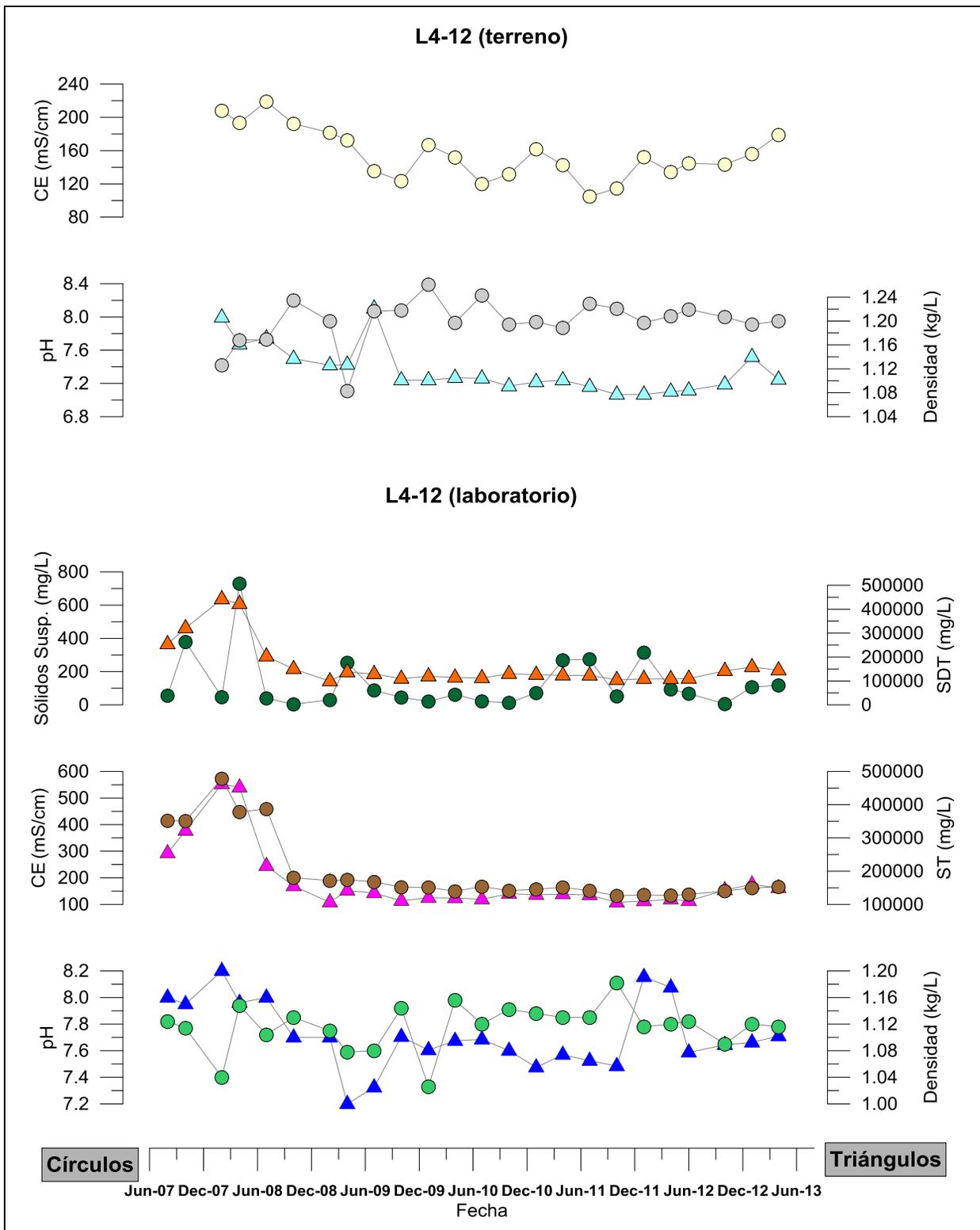


Figura 4-203: Resultados de análisis físico-químico del pozo L5-3

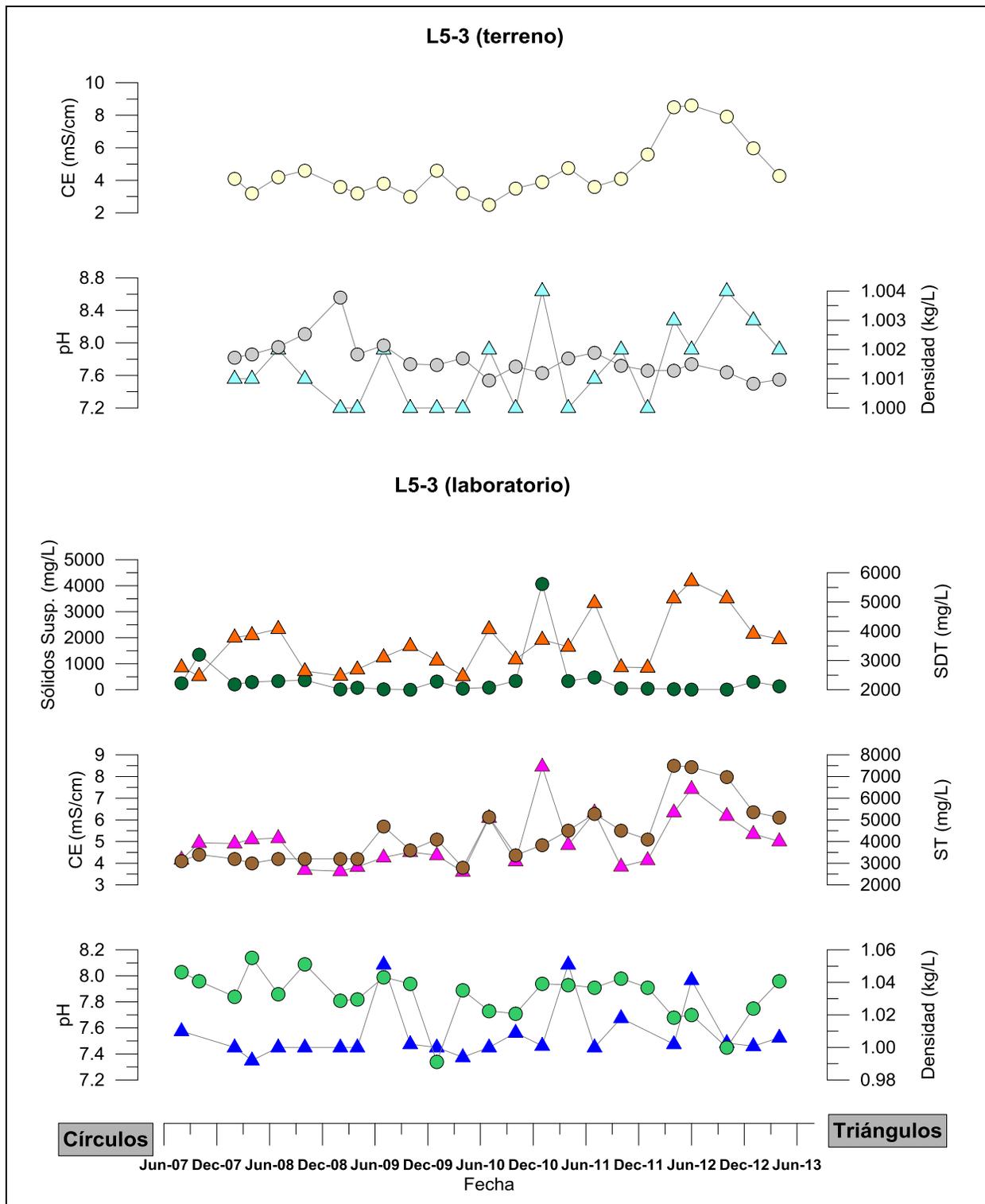
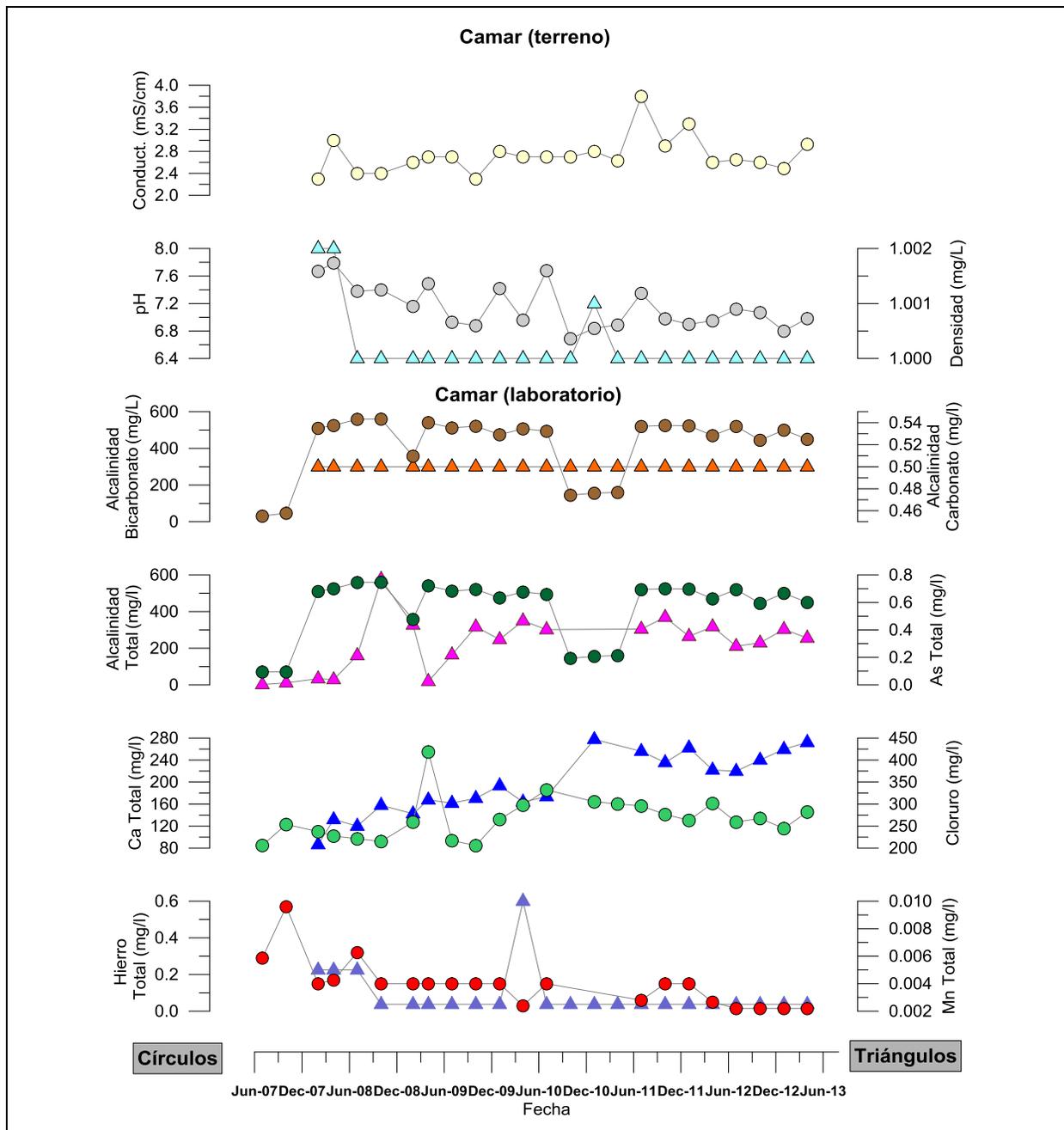
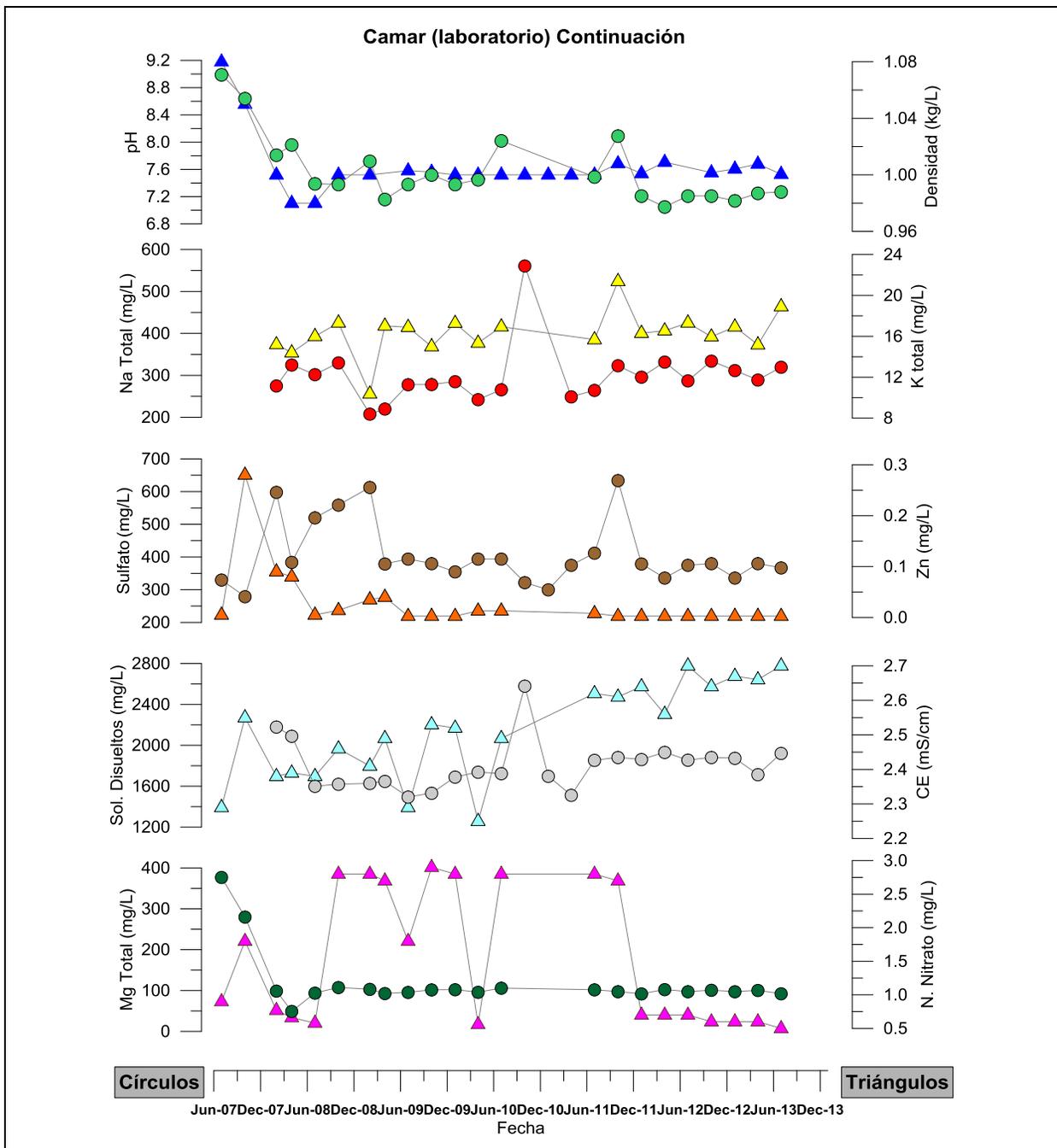


Figura 4-204: Resultados de análisis físico-químico del pozo Camar 2¹²



¹² Para evitar problemas de escala a la serie de alcalinidad carbonato se le sacó el dato de julio y octubre de 2007 correspondientes a un valor de 40 y 24 mg/L respectivamente; a la serie del Cloruro se le sacó el dato de julio y octubre de 2007 correspondiente a un valor de 7.420 y 6.570 mg/L respectivamente.

Figura 4-205: Resultados de análisis físico-químico del pozo Camar 2 (continuación)¹³



¹³ Para evitar problemas de escala a la serie del magnesio total se le sacó el dato de julio y octubre de 2007 correspondiente a un valor de 377 y 280 mg/L respectivamente; a la serie de SDT se le sacó el dato de julio y octubre de 2007 correspondiente a un valor de 19.500 y 15.600 mg/L respectivamente; a la serie de potasio total se le sacó el dato de julio y octubre de 2007 correspondiente a una medición de 350 y 420 mg/L respectivamente.

Figura 4-206: Resultados de análisis físico-químico del pozo Socaire 5B

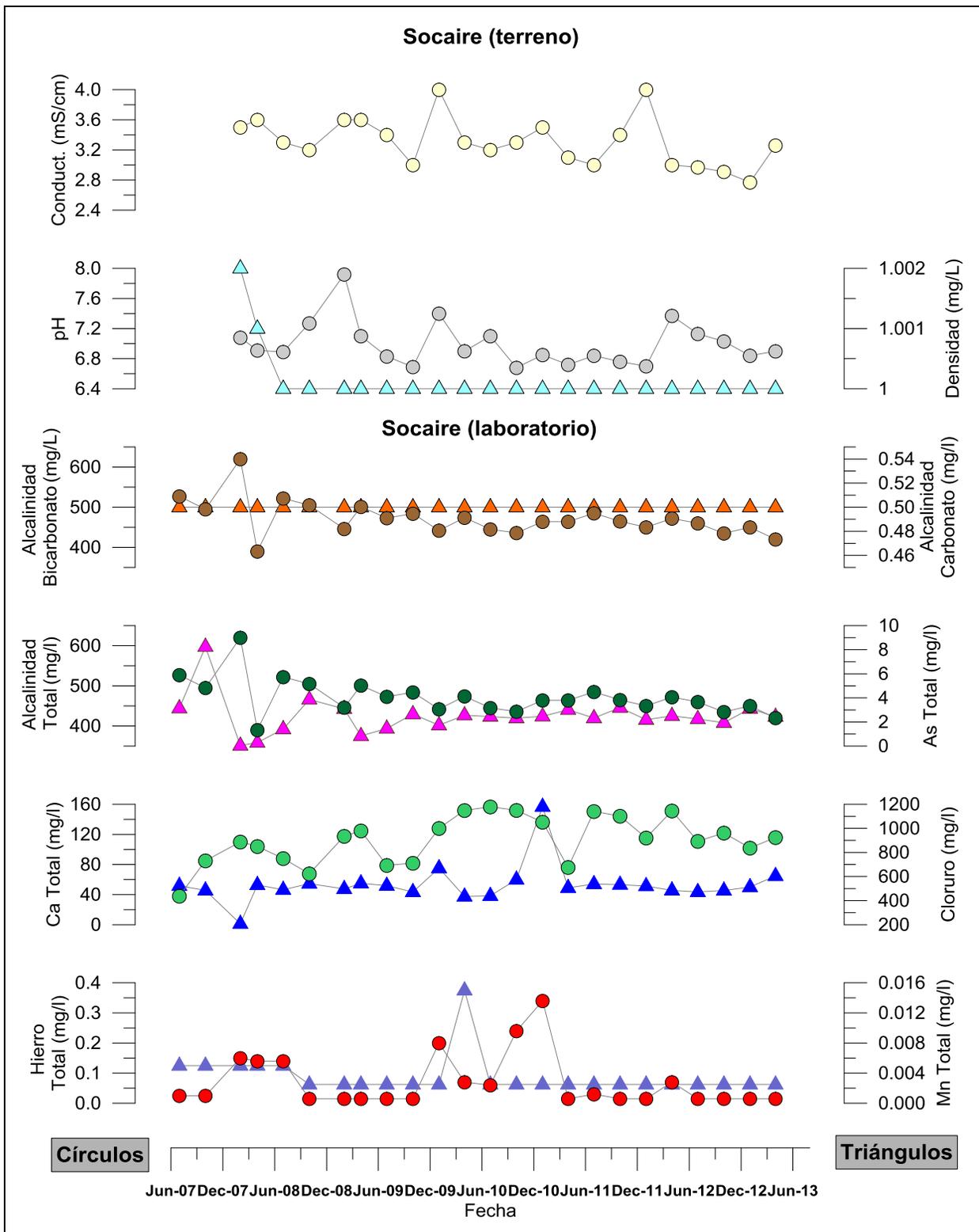


Figura 4-207: Resultados de análisis físico-químico del pozo Socaire 5B (continuación)

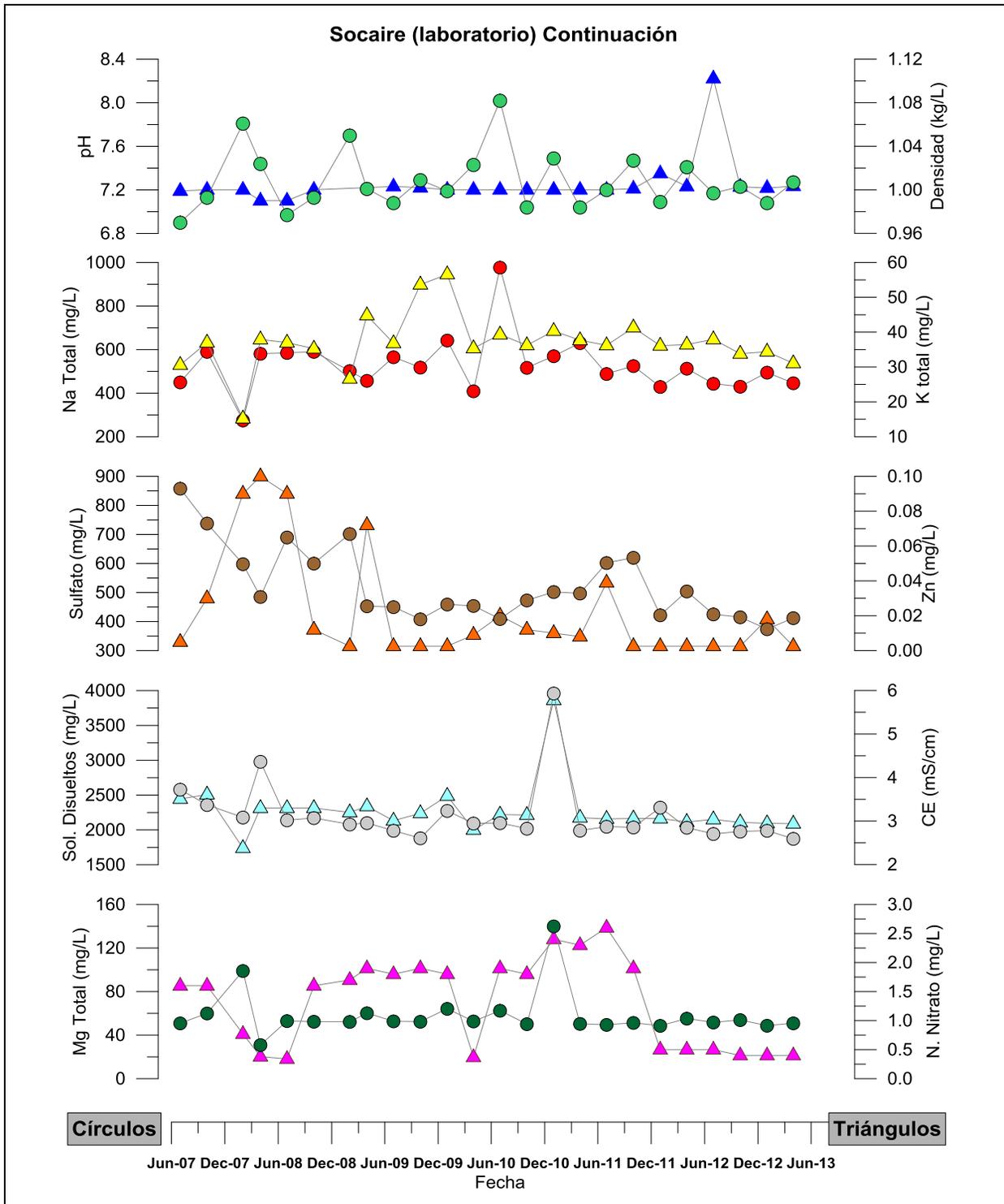
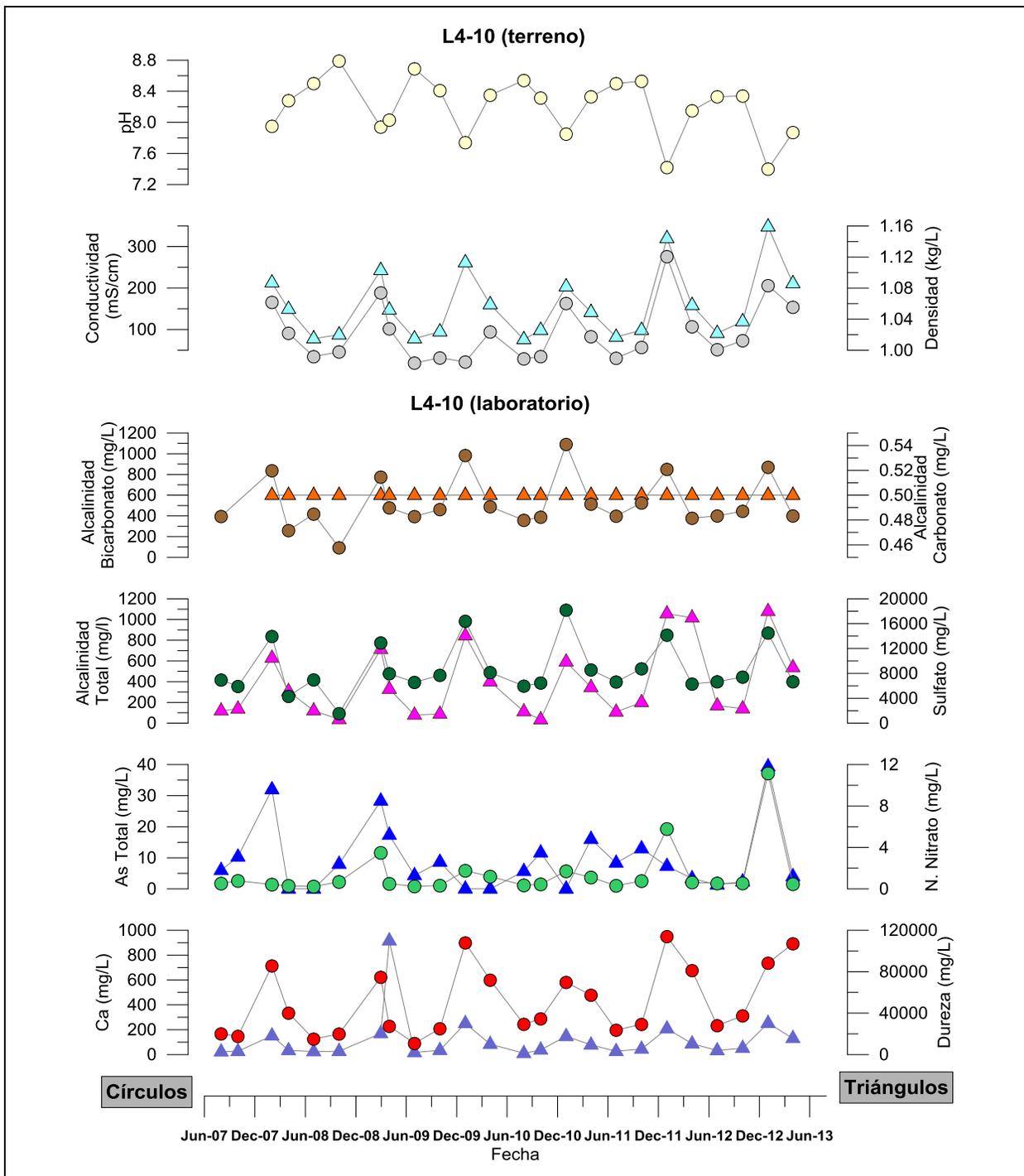
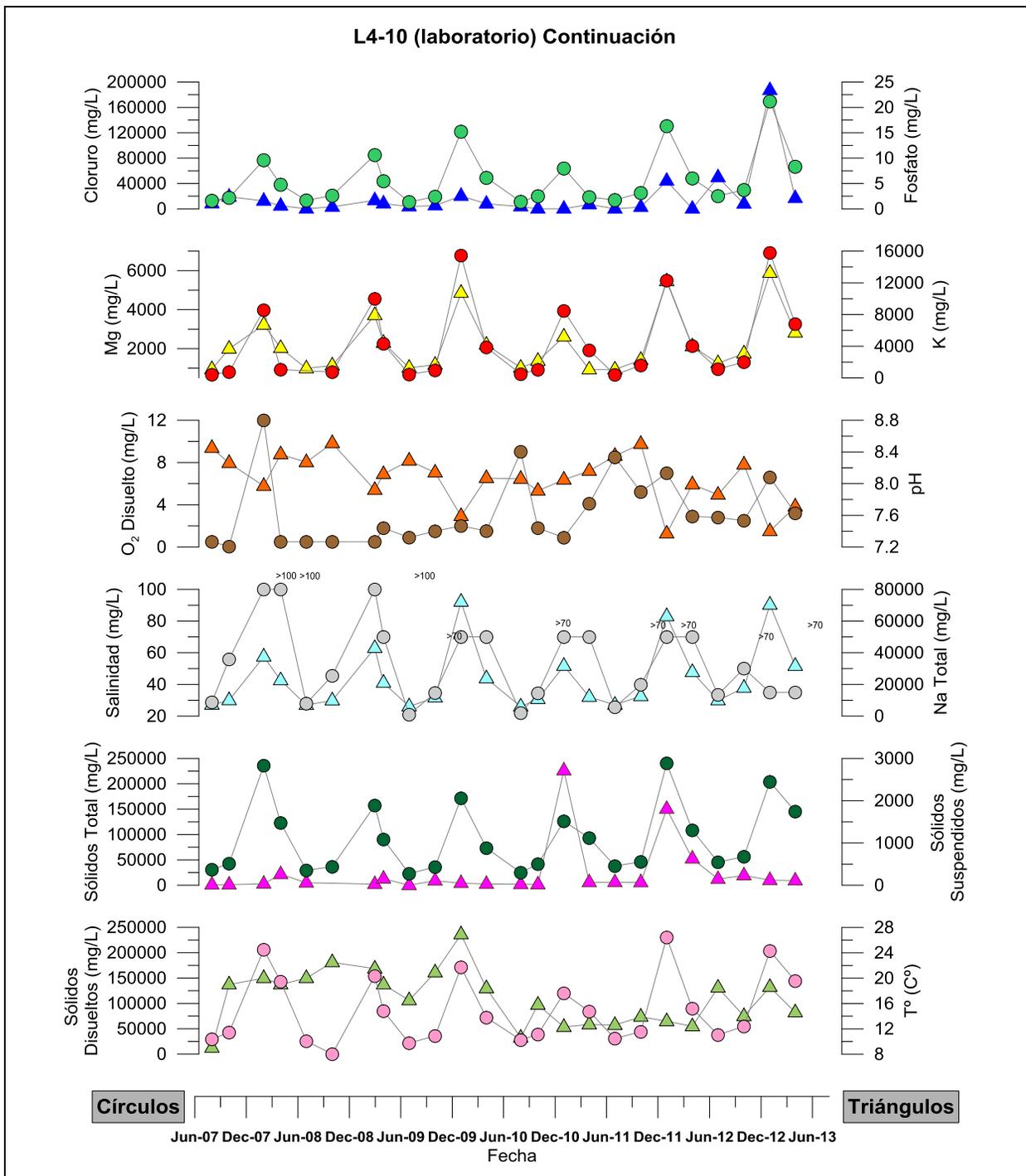


Figura 4-208: Resultados de análisis físico-químico del pozo L4-10¹⁴



¹⁴ Para evitar problemas de escala a la serie de alcalinidad carbonato se le sacó el dato de agosto de 2007 correspondiente a un valor de 22 mg/L.

Figura 4-209: Resultados de análisis físico-químico del pozo L4-10 (continuación)¹⁵



¹⁵ Para evitar problemas de escala a la serie de sólidos suspendidos se le sacó el dato de octubre de 2008, enero 2011 y enero 2012 correspondientes a un valor de 28.000, 2.714 y 1.805 mg/L respectivamente.

4.3 SISTEMA PEINE

Los puntos de monitoreo del sistema Peine se encuentran ubicados al sureste 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 4-210 se muestra la distribución geográfica de los puntos.

En la Tabla 4-5 se indican los puntos de monitoreo del sistema Peine, clasificándolos de acuerdo a la zona donde se encuentran emplazados (zona marginal 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 4-210: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Peine

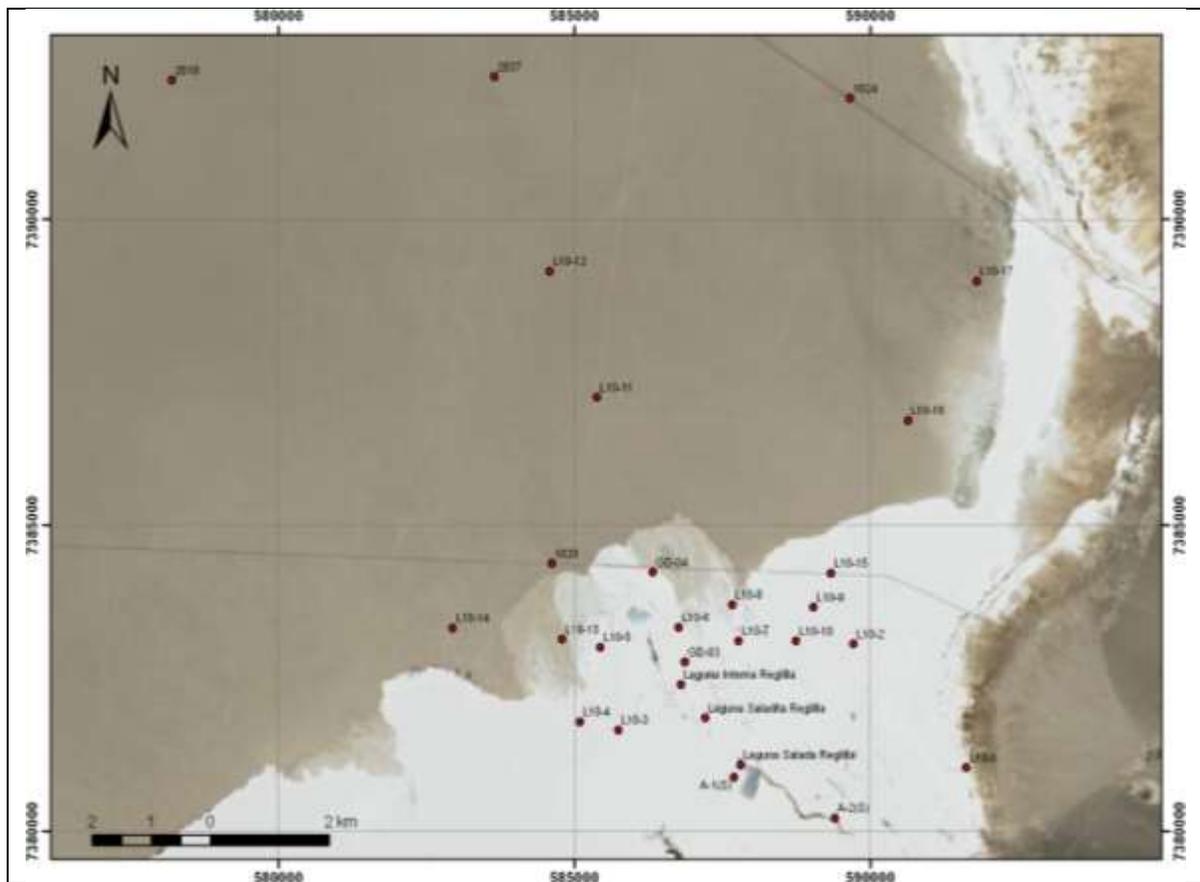


Tabla 4-5: Puntos de monitoreo del sistema Peine

Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Pág.	Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Pág.
GD-04	Zona marginal	Pozo profundo	182	2037	Salmuera	Pozo somero	190
L10-1	Zona marginal	Pozo profundo	183	GD-03	Salmuera	Pozo profundo	191
L10-2	Zona marginal	Pozo somero	183	L10-11	Salmuera	Pozo somero	191
L10-3	Zona marginal	Pozo somero	184	L10-12	Salmuera	Pozo somero	192
L10-4	Zona marginal	Pozo somero	184	L10-13	Salmuera	Pozo somero	192
L10-5	Zona marginal	Pozo somero	185	L10-14	Salmuera	Pozo somero	193
L10-6	Zona marginal	Pozo somero	185	L10-16	Salmuera	Pozo somero	193
L10-7	Zona marginal	Pozo somero	186	L10-17	Salmuera	Pozo somero	194
L10-8	Zona marginal	Pozo somero	186	Laguna Salada Reglilla	Zona marginal	Lacustre	195
L10-9	Zona marginal	Pozo somero	187	Laguna Saladita Reglilla	Zona marginal	Lacustre	196
L10-10	Zona marginal	Pozo somero	187	Laguna Interna Reglilla	Zona marginal	Lacustre	196
L10-15	Zona marginal	Pozo somero	188	Aforo Salada	Zona marginal	Aforo	209
1024	Salmuera	Pozo somero	189	Aforo Saladita	Zona marginal	Aforo	210
1028	Salmuera	Pozo profundo	189				
2018	Salmuera		190				

4.3.1 Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presenta 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 4-212) es parte del monitoreo de los sistemas Peine y Cuña Salina y será presentado sólo en esta sección.

Adicionalmente, dentro del periodo correspondiente al presente informe, GeoHidrología realizó mediciones en diciembre de 2012 en los pozos GD-04, L10-1, L10-6, L10-7, L10-10 y L10-15.

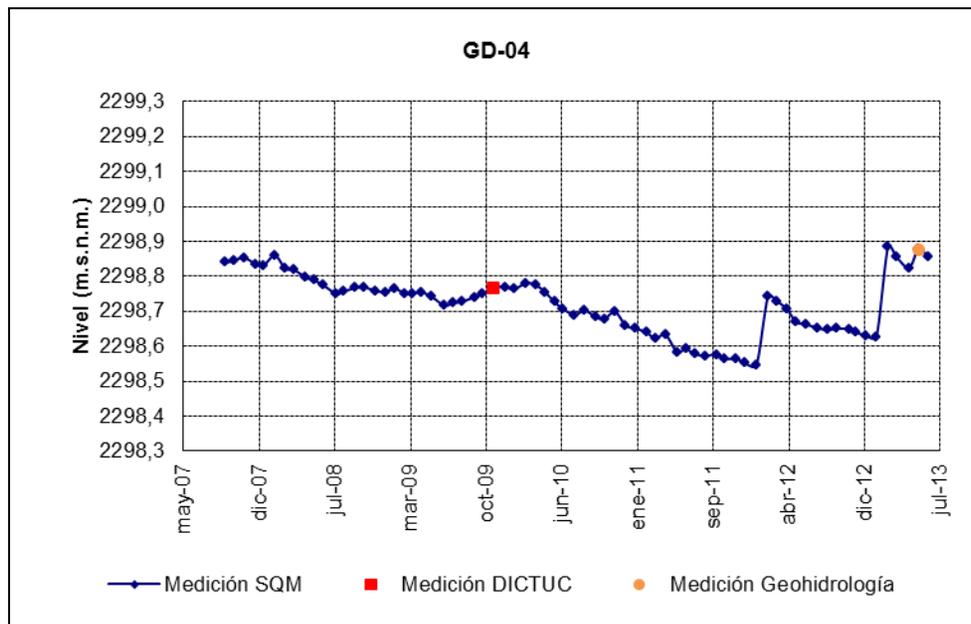
4.3.1.1 Pozos en zona marginal

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 oscilatorio, 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.

En términos generales se observa una leve tendencia de disminución de niveles en la mayoría de los pozos de este sistema, con un aumento de la pendiente de descenso a partir

de abril del 2010 aprox., hasta enero de 2012, donde las lluvias en el borde este del Salar de Atacama generaron un aumento en el nivel de los pozos (10 cm aprox.), salvo los pozos L10-1, L10-2 y L10-10 cuyos niveles se han mantenido estables en el último periodo. Estos ascensos pueden estar asociados a la dinámica de interacción entre la zona marginal y el núcleo de salmuera, que se observa especialmente activa en esta zona, como lo demuestra el avance hacia el núcleo que ha presentado la laguna Interna en el último tiempo, y a un aumento de recarga asociado a la precipitación.

Figura 4-211: Nivel mensual observado en el pozo GD-04



Posterior a un muestreo de agua en el pozo L10-1 (Figura 4-212), el cual se realizó con una bomba de bajo caudal, la recuperación del nivel inicial tardó más de lo esperado. Se puede observar que la recuperación podría estar afectada por la estacionalidad invierno/verano lo que se refleja de forma similar a escalones de ascenso en lugar de ascenso continuo. Se observa que a junio de 2013 este pozo presenta niveles por sobre los que se tenían a finales de 2007.

Figura 4-212: Nivel mensual observado en el pozo L10-1

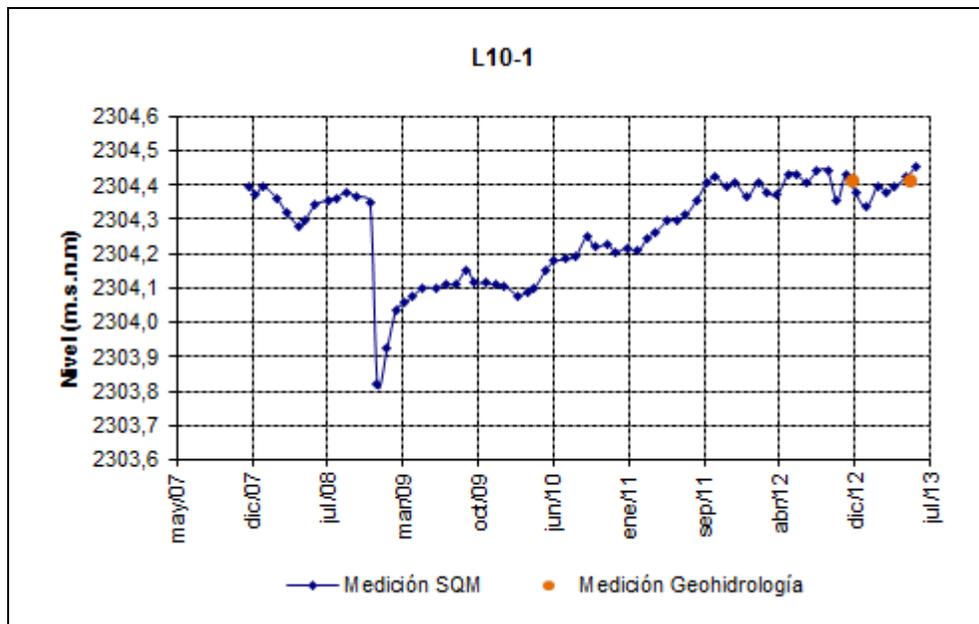


Figura 4-213: Nivel mensual observado en el pozo L10-2

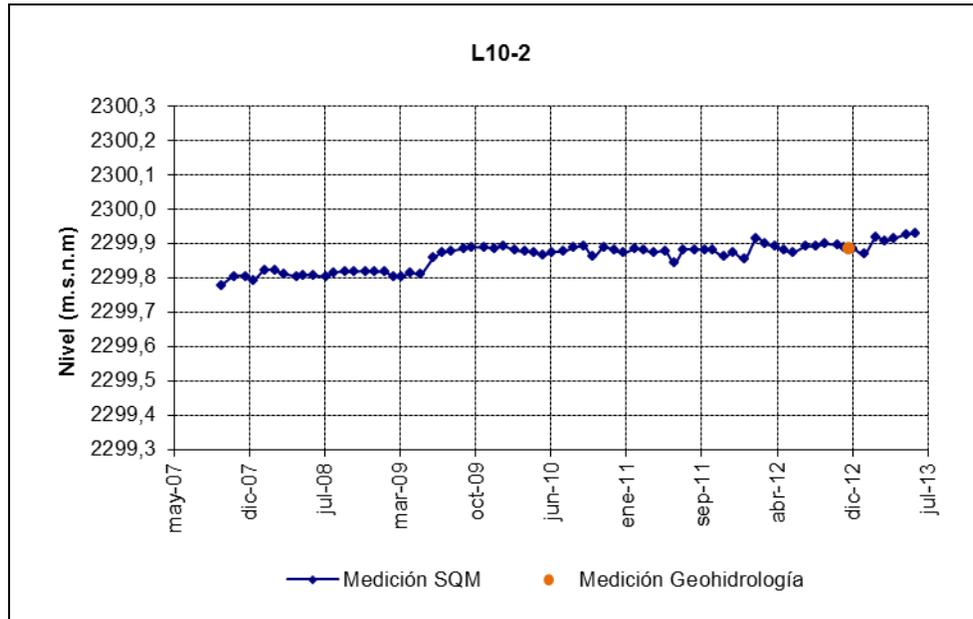


Figura 4-214: Nivel mensual observado en el pozo L10-3

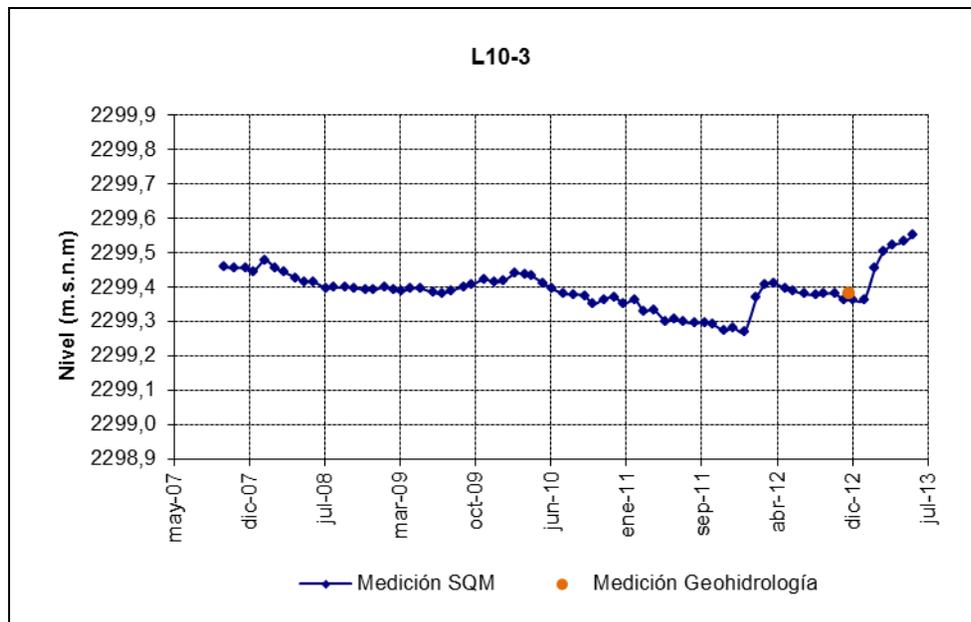


Figura 4-215: Nivel mensual observado en el pozo L10-4

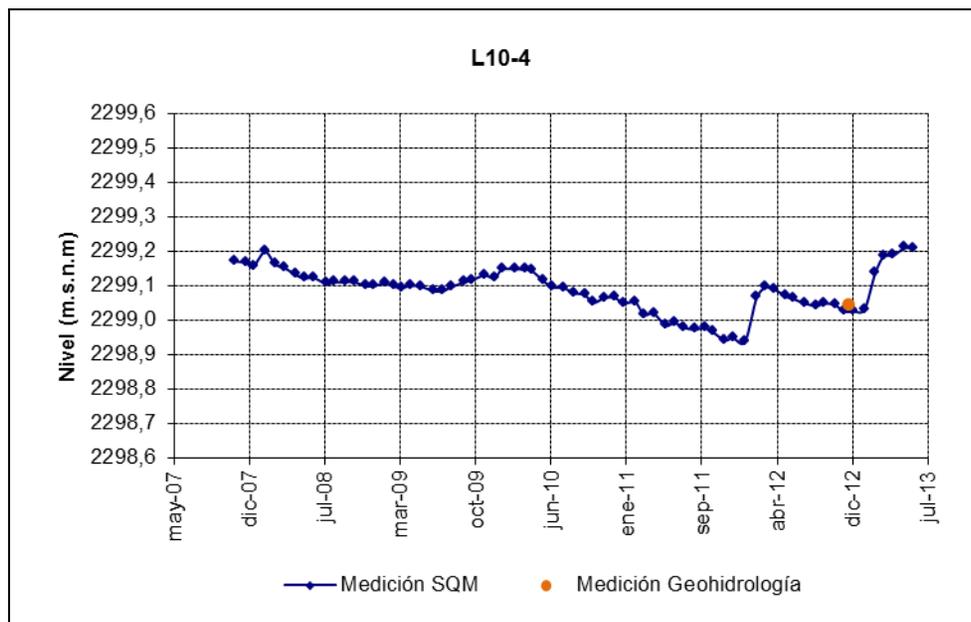


Figura 4-218: Nivel mensual observado en el pozo L10-7

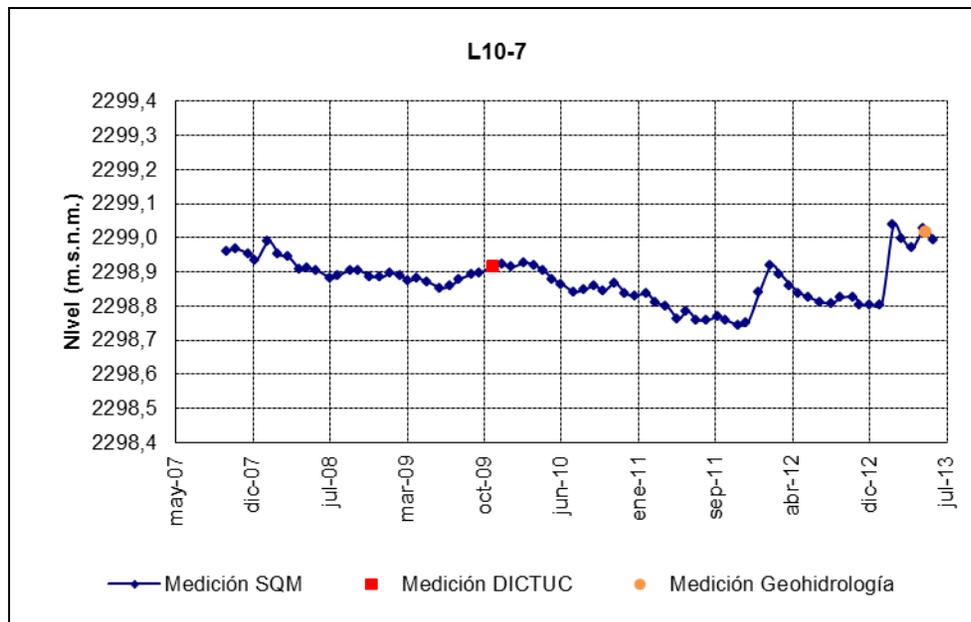


Figura 4-219: Nivel mensual observado en el pozo L10-8

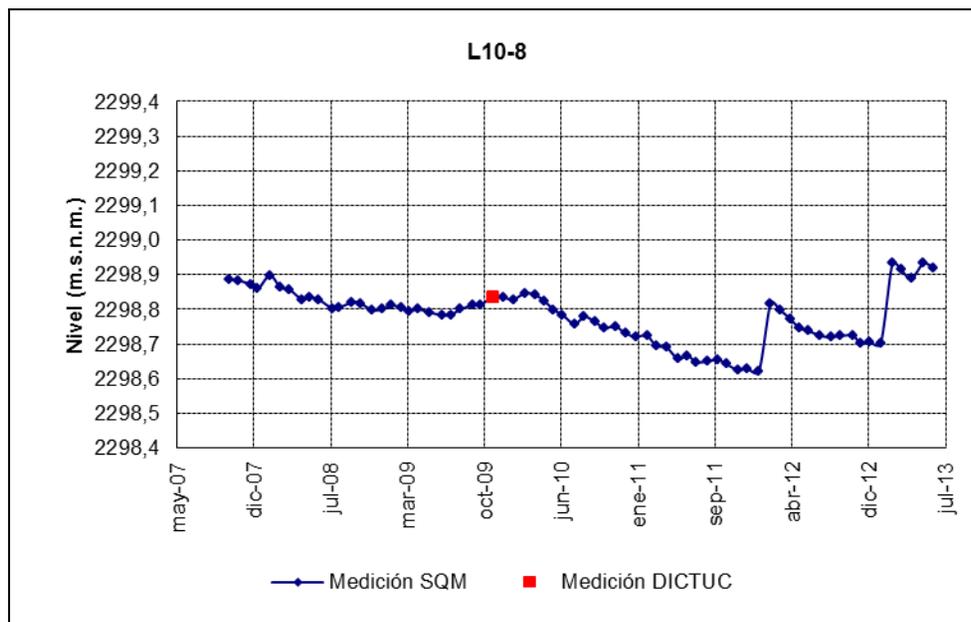


Figura 4-220: Nivel mensual observado en el pozo L10-9

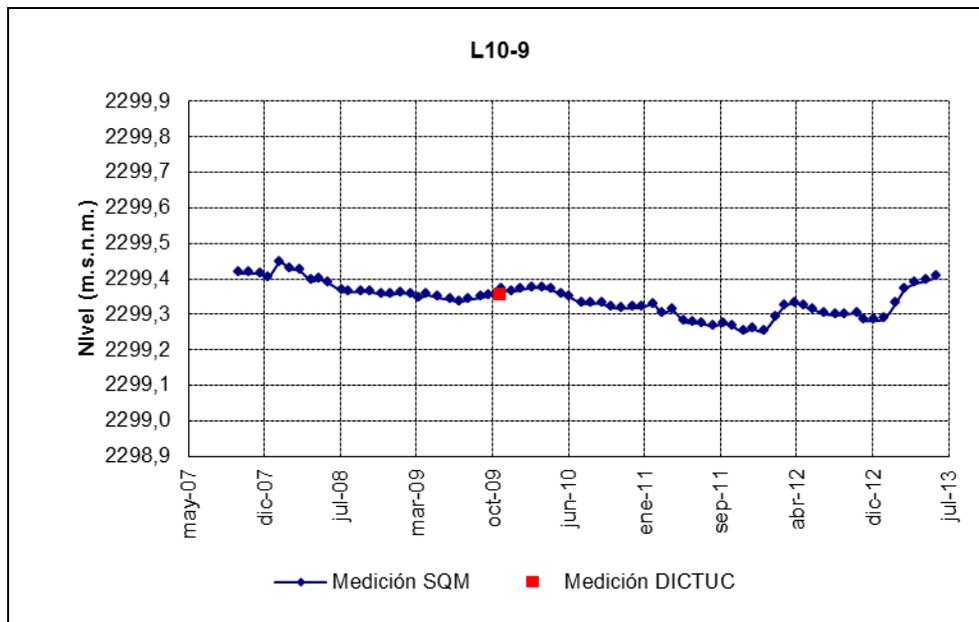


Figura 4-221: Nivel mensual observado en el pozo L10-10

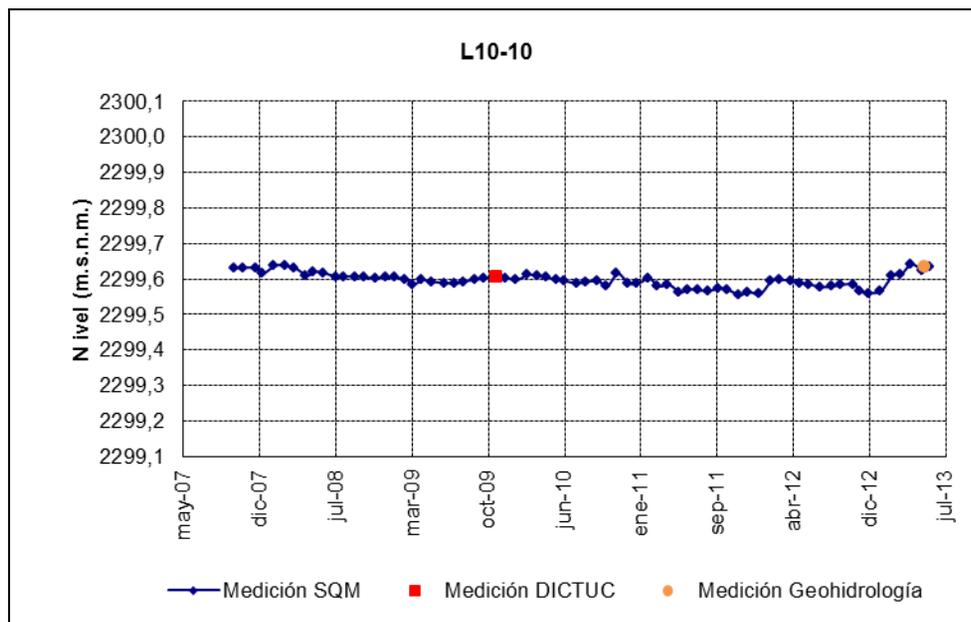
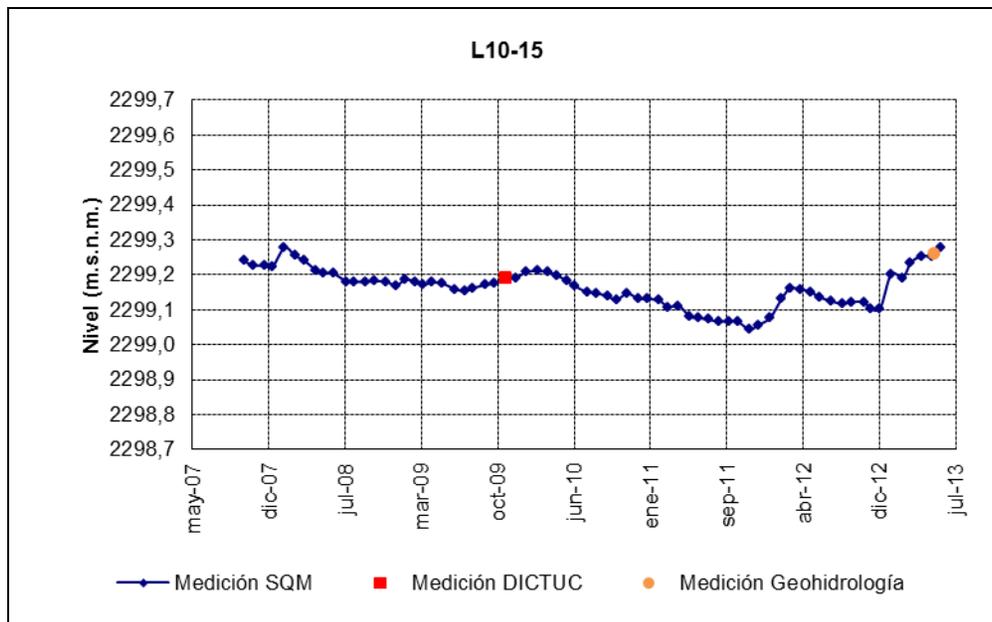


Figura 4-222: Nivel mensual observado en el pozo L10-15



4.3.1.2 Pozos de salmuera

Los pozos que se muestran a continuación presentan ascensos bruscos de nivel producto de las precipitaciones ocurridas en febrero de 2012 y 2013, y en su mayoría estos niveles son mayores a los observados al inicio del proyecto (2007).

Figura 4-223: Nivel mensual observado en el pozo 1024

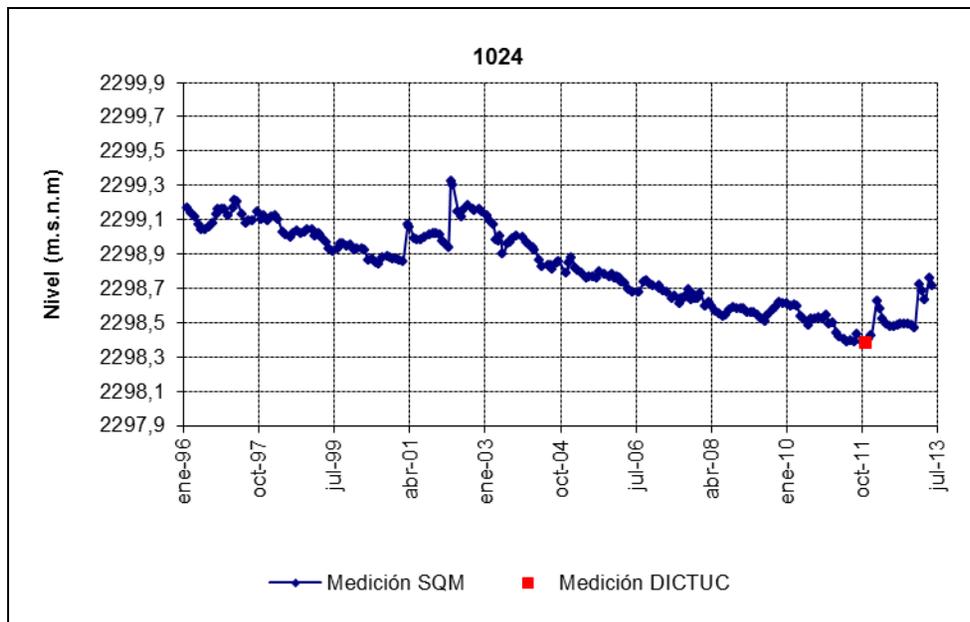


Figura 4-224: Nivel mensual observado en el pozo 1028

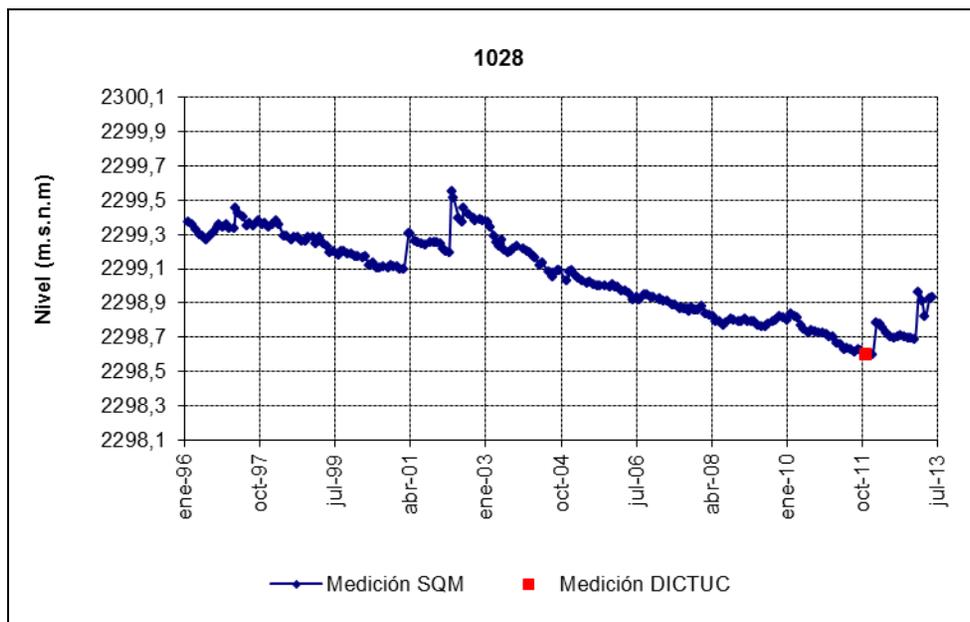


Figura 4-225: Nivel mensual observado en el pozo 2018

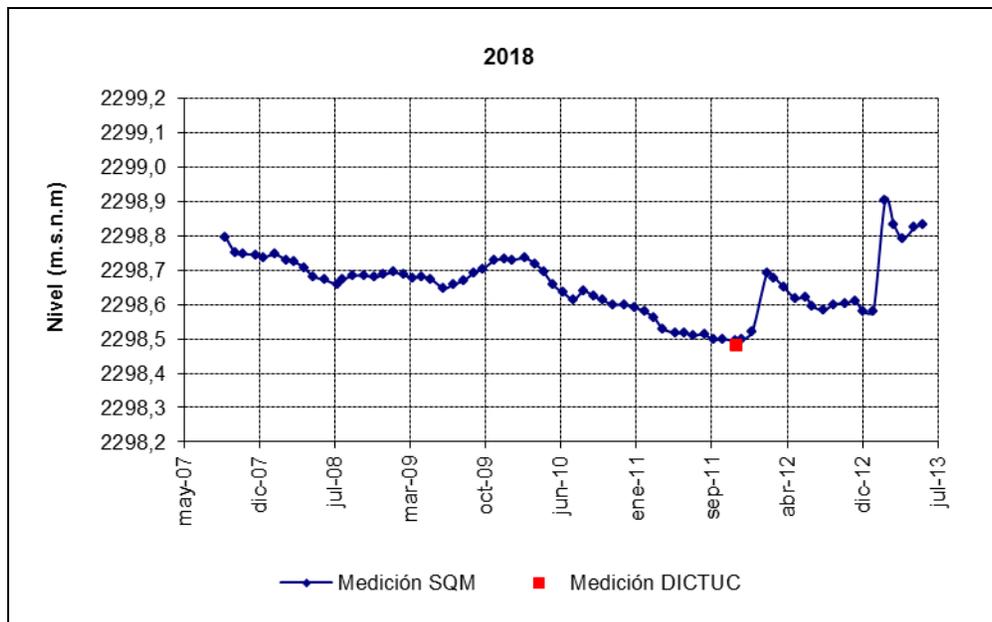


Figura 4-226: Nivel mensual observado en el pozo 2037

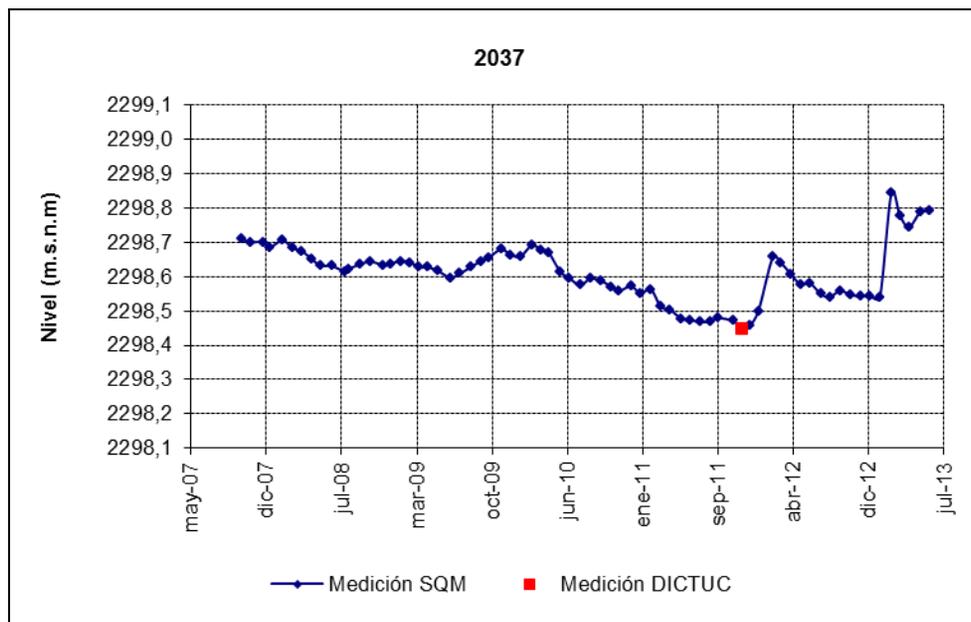


Figura 4-227: Nivel mensual observado en el pozo GD-03

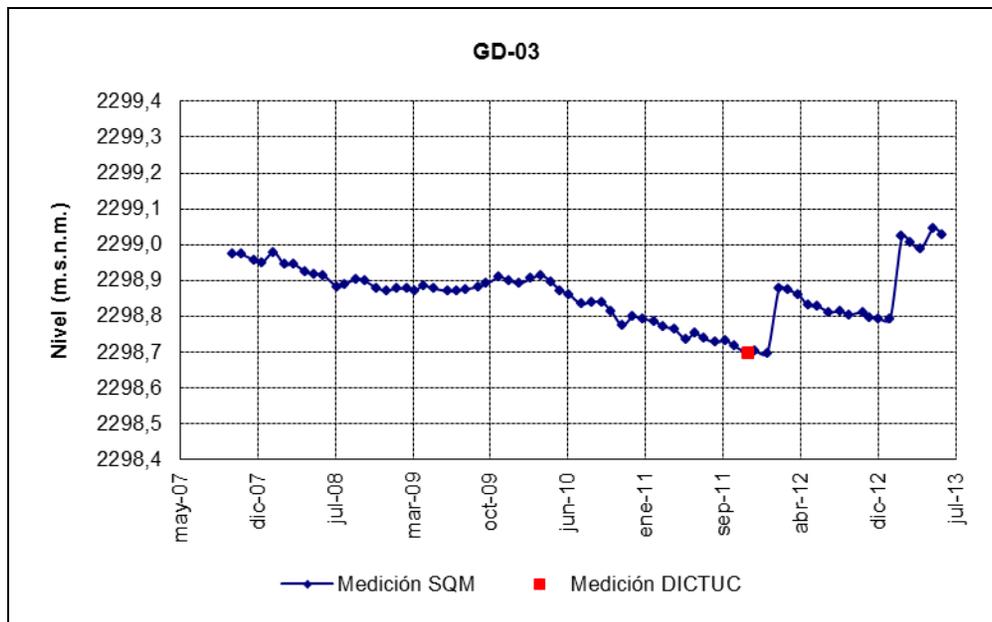


Figura 4-228: Nivel mensual observado en el pozo L10-11

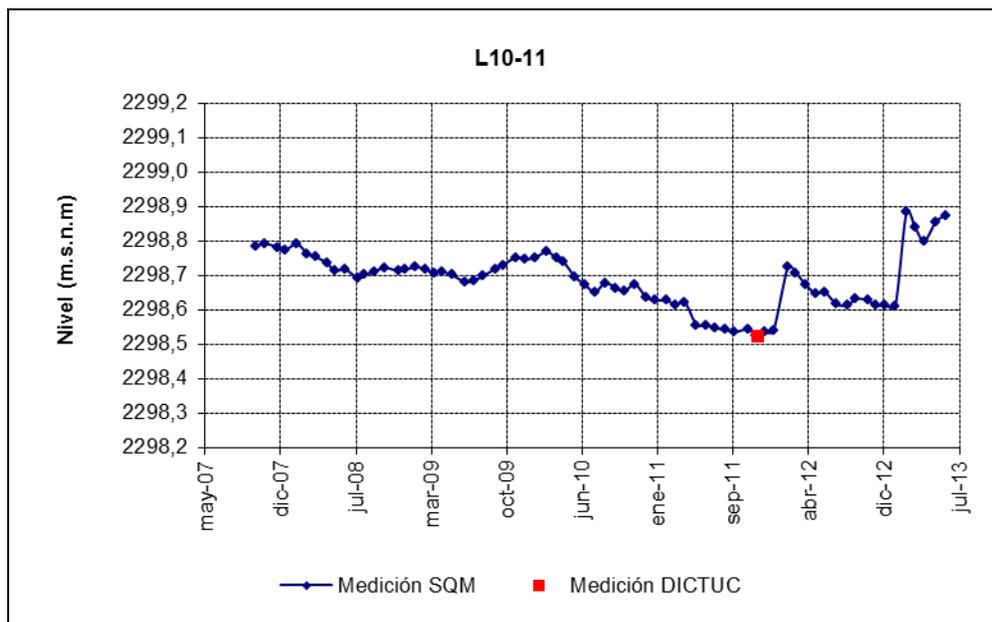


Figura 4-229: Nivel mensual observado en el pozo L10-12

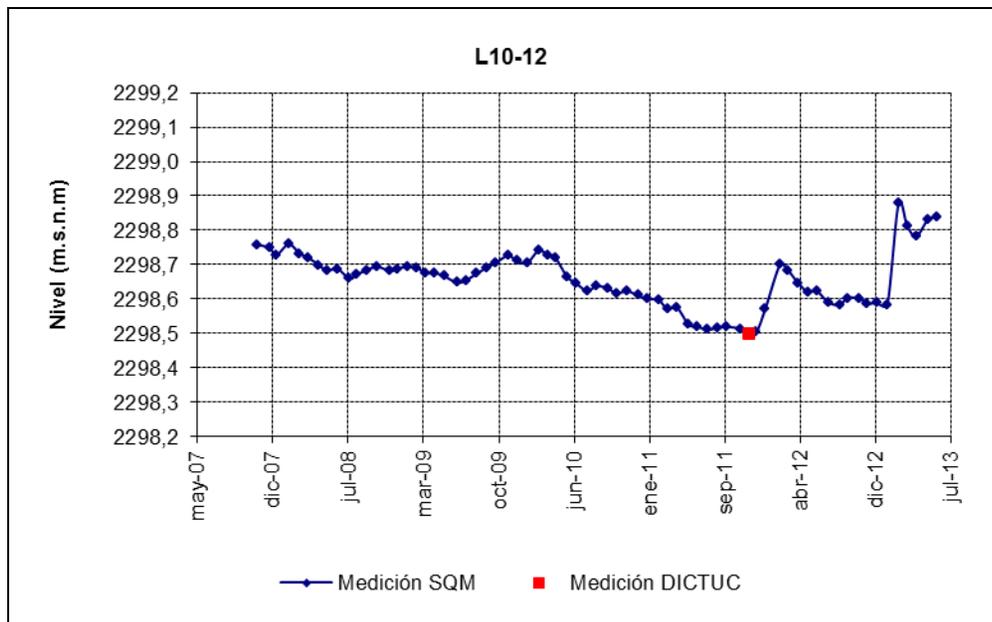


Figura 4-230: Nivel mensual observado en el pozo L10-13

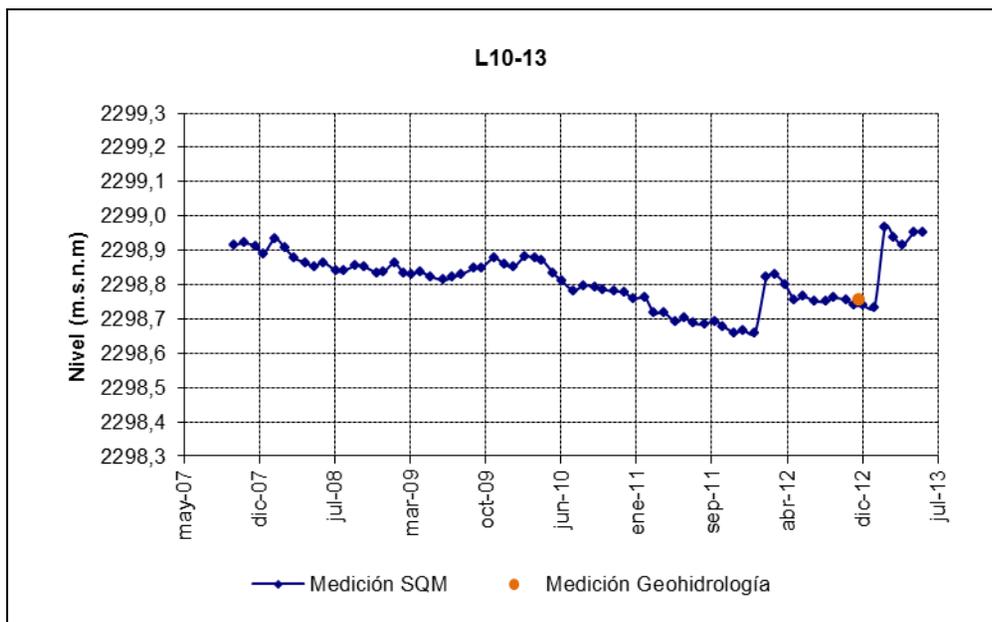
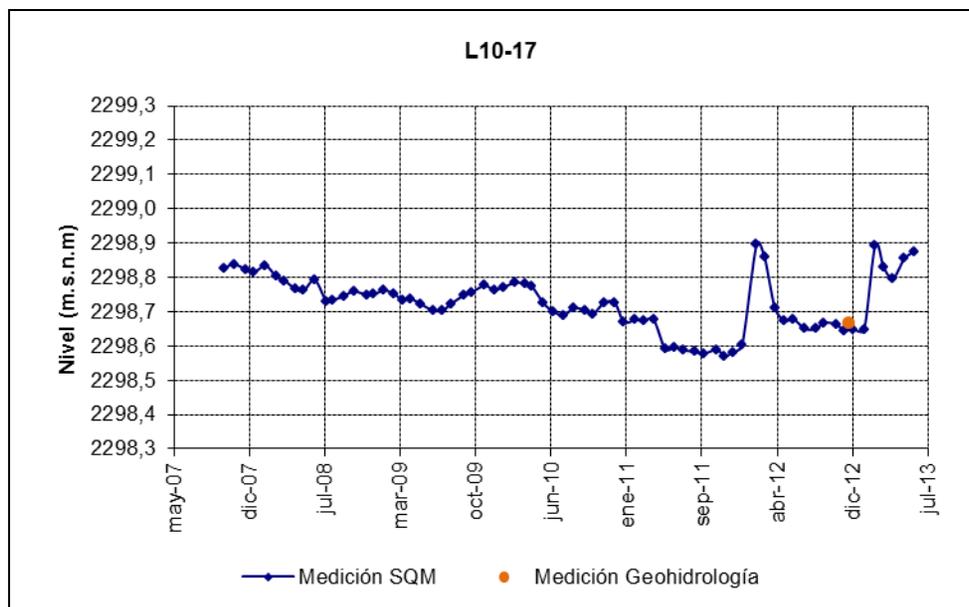


Figura 4-233: Nivel mensual observado en el pozo L10-17



4.3.1.3 Nivel lacustre

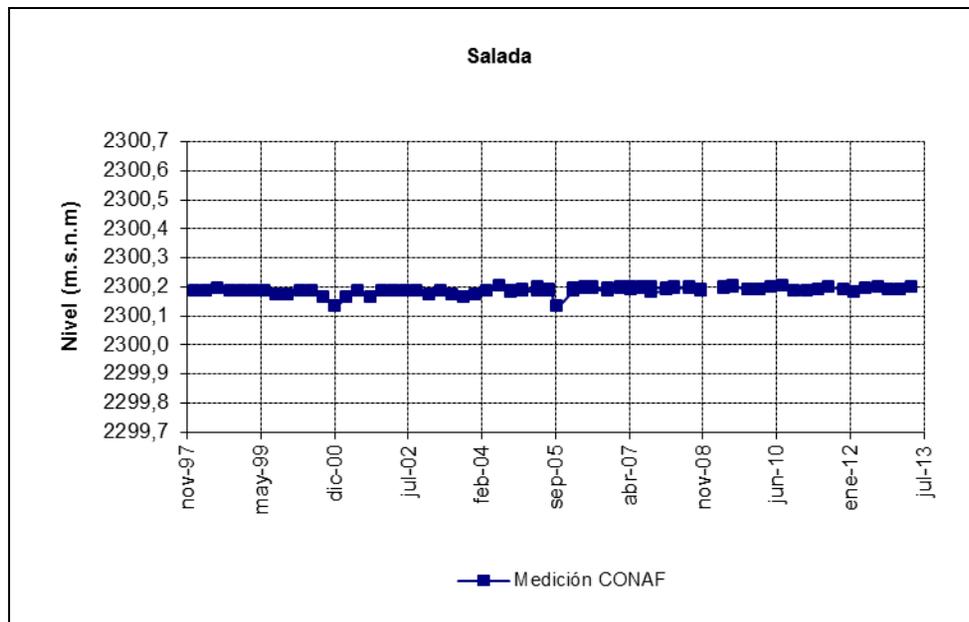
Las lagunas Salada (Figura 4-234) y Saladita (Figura 4-235) presentan un comportamiento bastante estable a través del tiempo, a diferencia de la laguna Interna (Figura 4-236) que tuvo un descenso durante el año 2005 para luego estabilizarse en un nuevo nivel.

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.

A partir del año 2010, CONAF decide realizar una sola medición para los niveles de las superficies lacustres de Peine, similar a lo que se indica para las lagunas del sistema Soncor, eliminando la que se había registrado como limnómetro, por lo que a partir de ese momento se decide llamar a las medidas realizadas por CONAF como "Medición CONAF".

La cota topográfica de la reglilla de la laguna 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. valor que se utiliza en la Figura 4-234.

Figura 4-234: Nivel mensual observado en la laguna Salada



El único antecedente topográfico que se tenía de la reglilla de la laguna 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 4-235.

La cota topográfica de la reglilla de la laguna 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 4-236.

Figura 4-235: Nivel mensual observado en la laguna Saladita

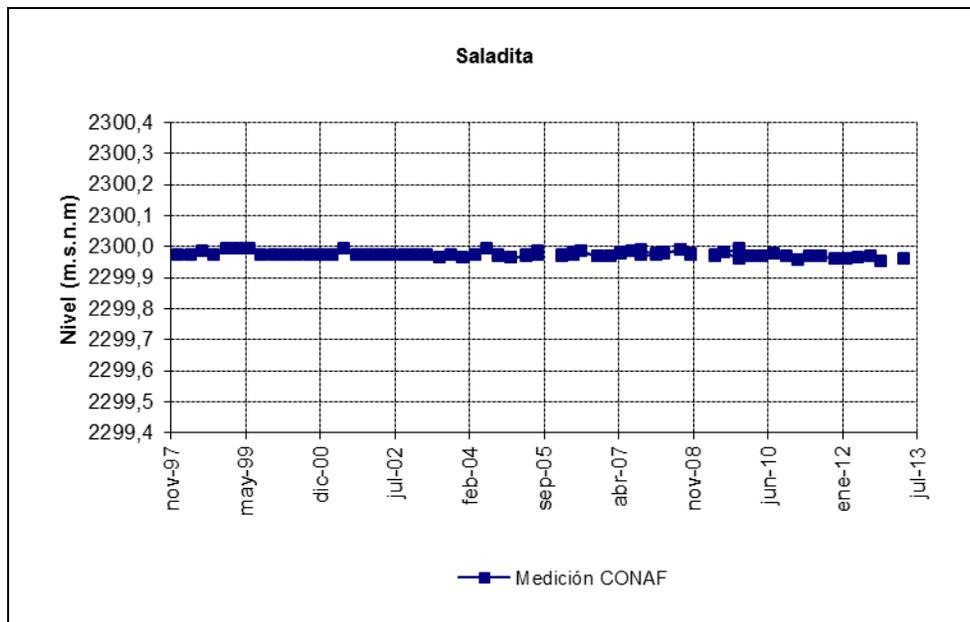
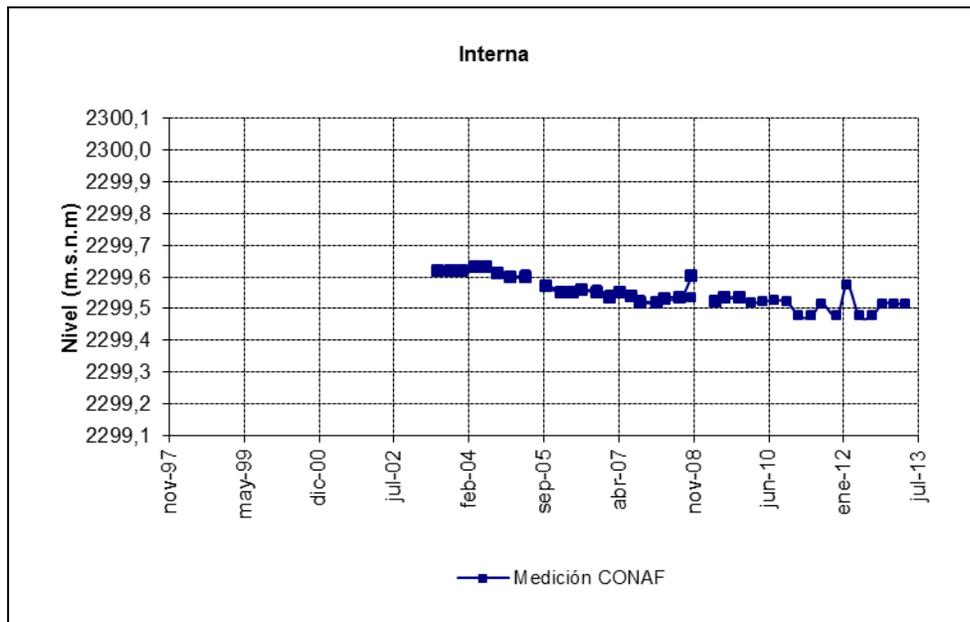


Figura 4-236: Nivel mensual observado en la laguna Interna



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 Figura 4-237 a la Figura 4-239 se presenta 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 3 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 Figura 4-240 a la Figura 4-245 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.

Es importante notar que en los gráficos de hidroquímica, las series representadas con un círculo están asociadas a los ejes del lado izquierdo y las que se encuentran representadas por un triángulo están asociadas a los ejes del lado derecho.

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.

Figura 4-237: Resultados de análisis físico-químico del pozo 1028

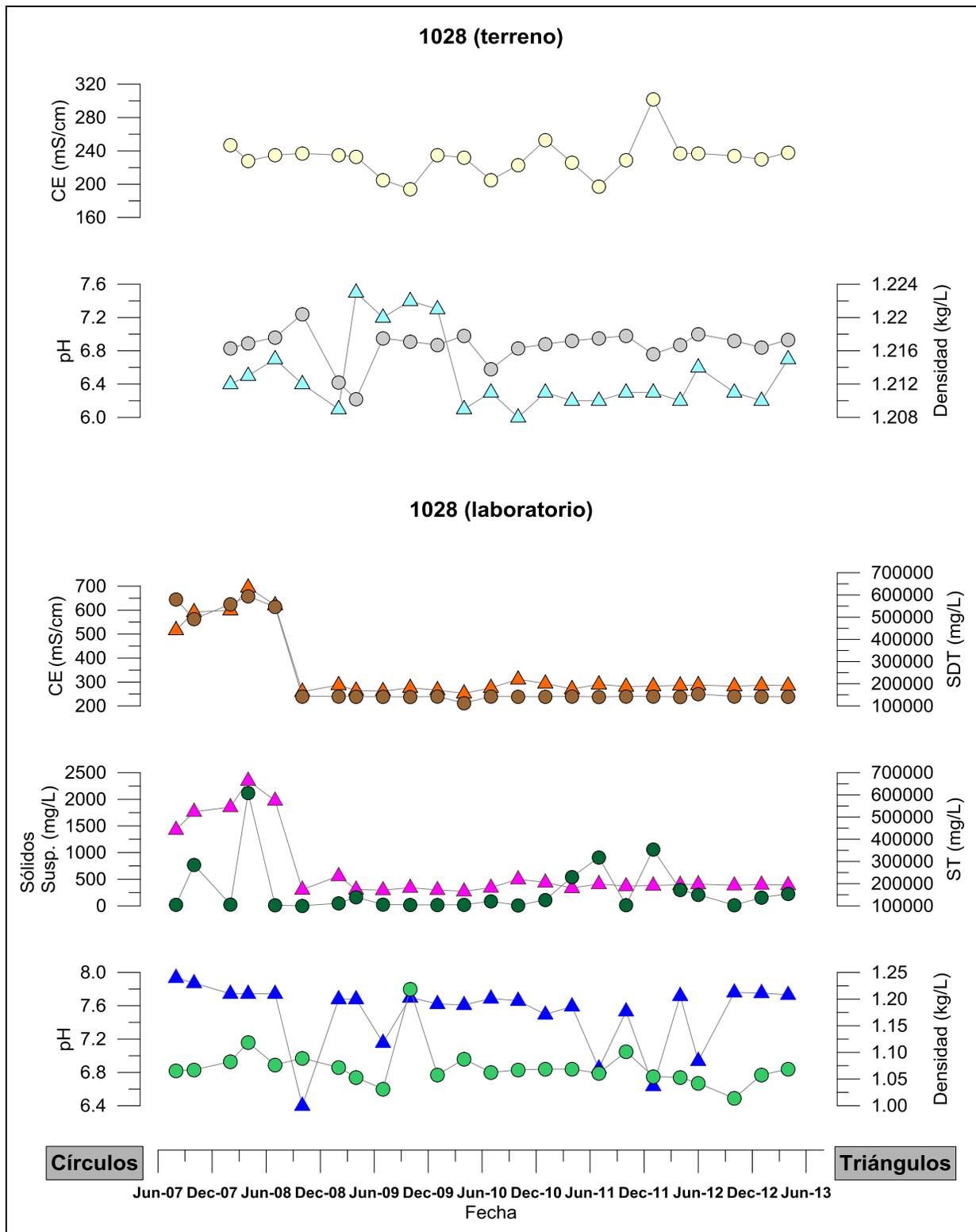
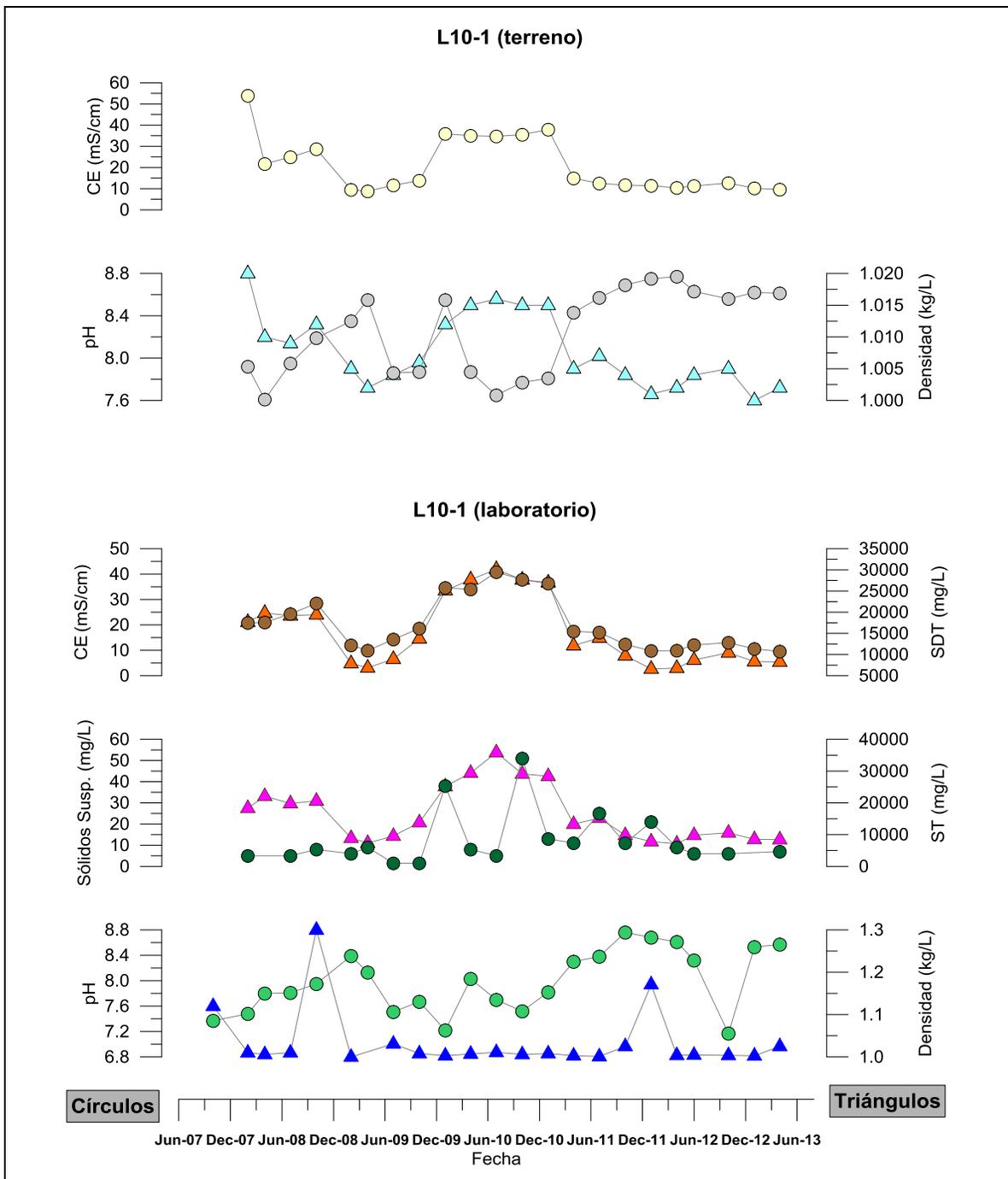
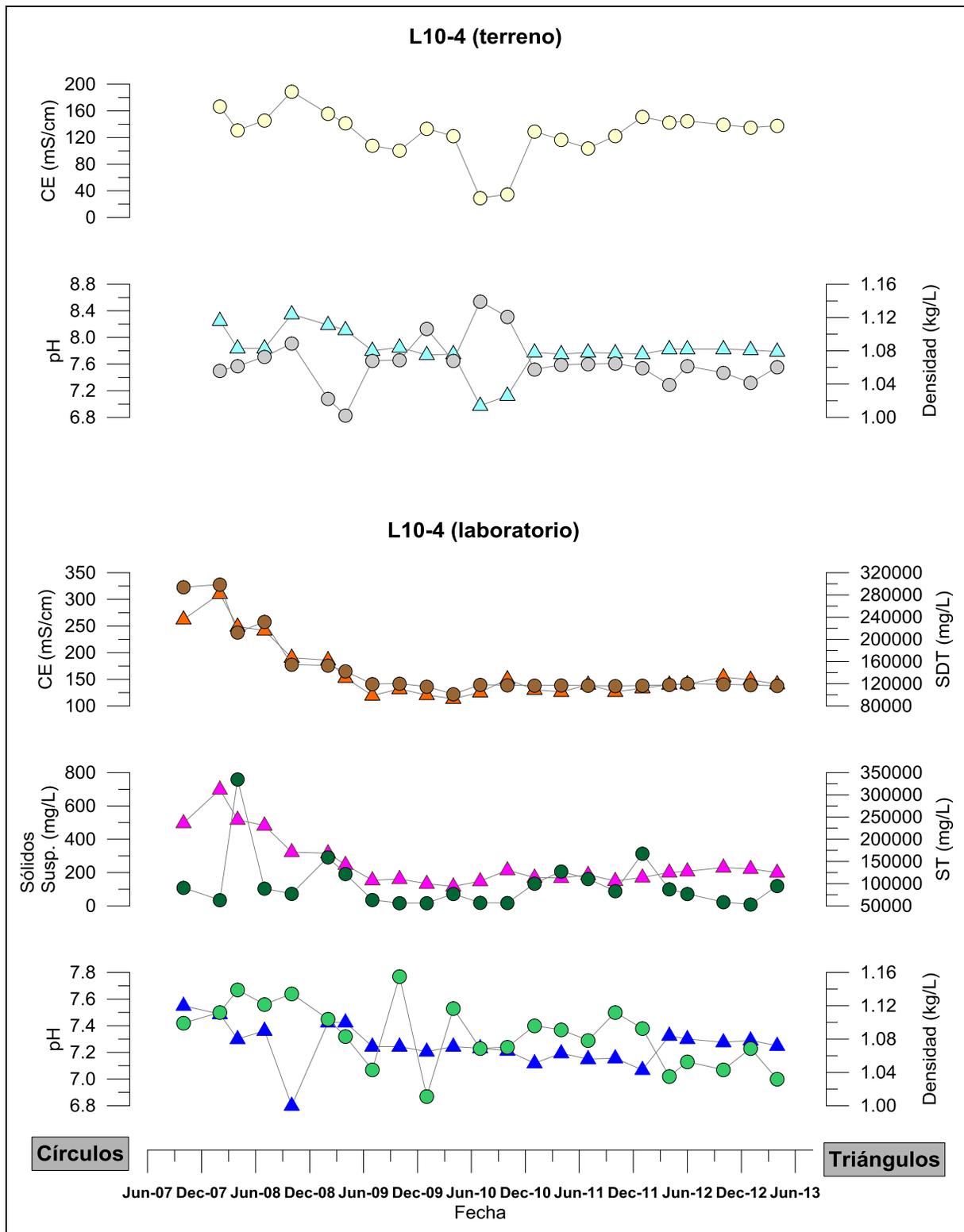


Figura 4-238: Resultados de análisis físico-químico del pozo L10-1¹⁶



¹⁶ Para evitar problemas de escala, se sacaron los datos de octubre de 2007, a las series de: conductividad correspondiente a un valor de 313 mS/cm; sólidos disueltos totales correspondiente a un valor de 244.000 mg/L; sólidos suspendidos correspondiente a un valor de 442 mg/L; sólidos totales correspondiente a un valor de 244.800 mg/L.

Figura 4-239: Resultados de análisis físico-químico del pozo L10



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.

Figura 4-240: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la laguna Interna

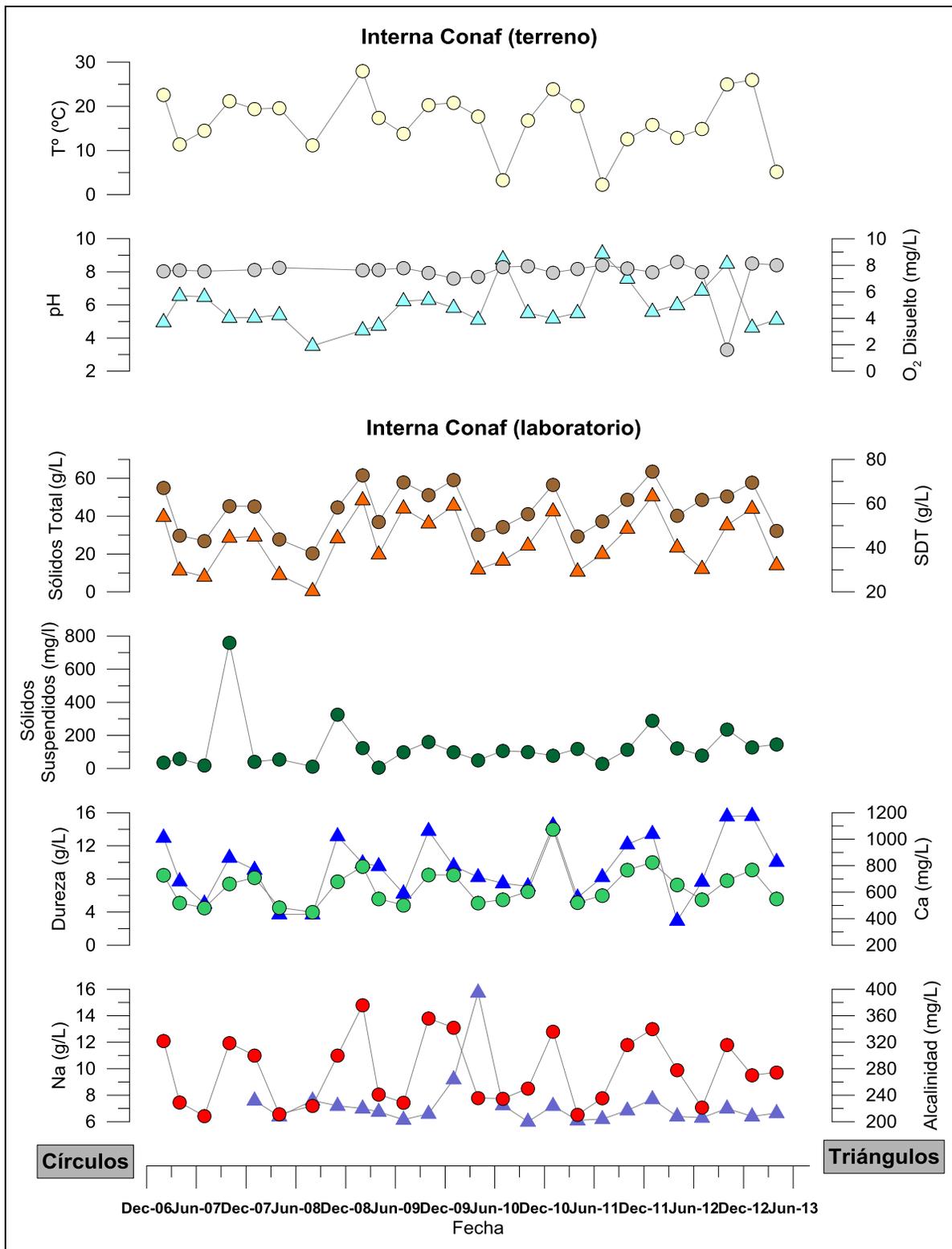
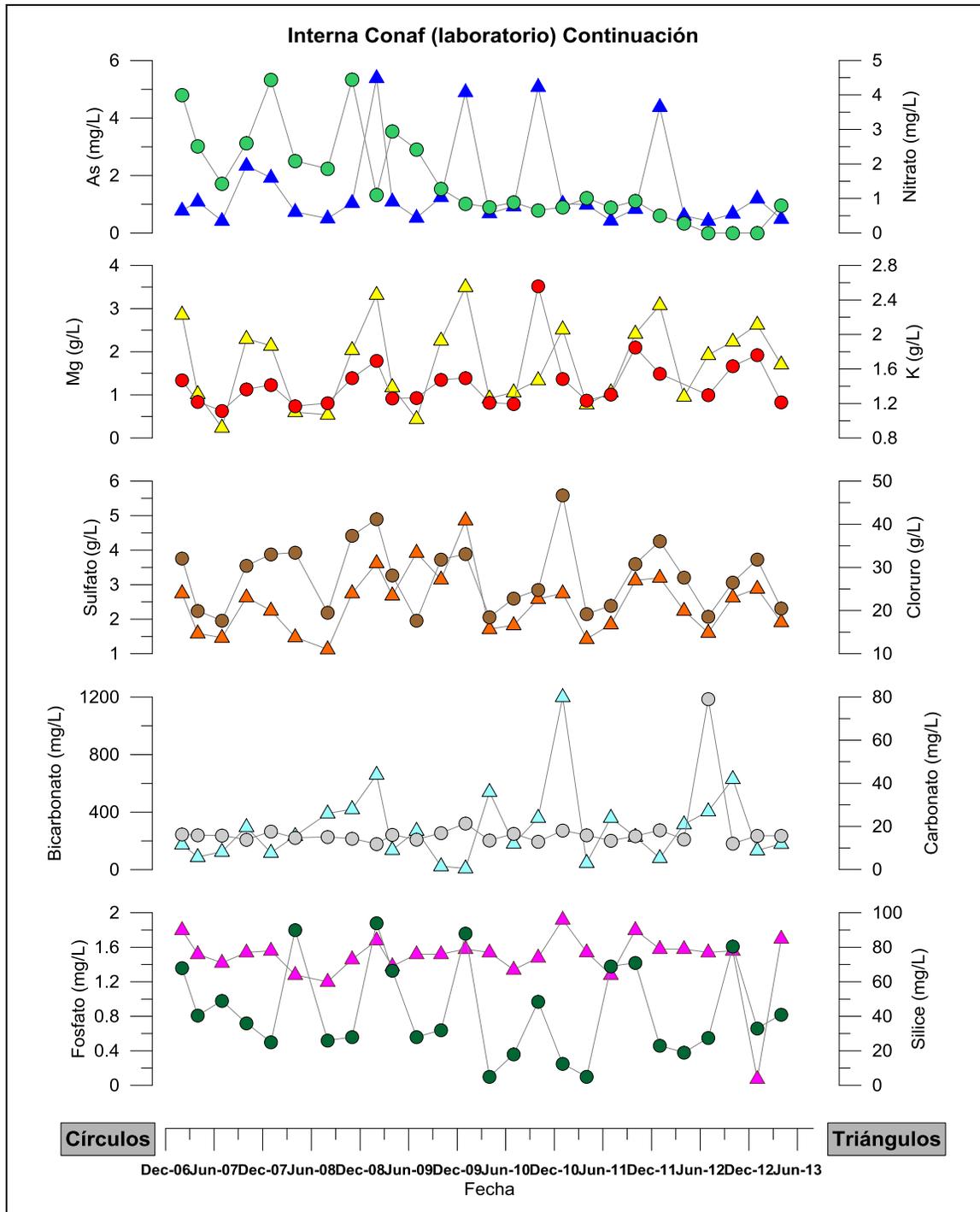


Figura 4-241: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la laguna Interna (continuación)¹⁷



¹⁷ Para evitar problemas de escala a la serie de magnesio se le sacó el dato de abril de 2012 correspondiente a un valor de 501 g/L.

Figura 4-242: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la laguna Salada

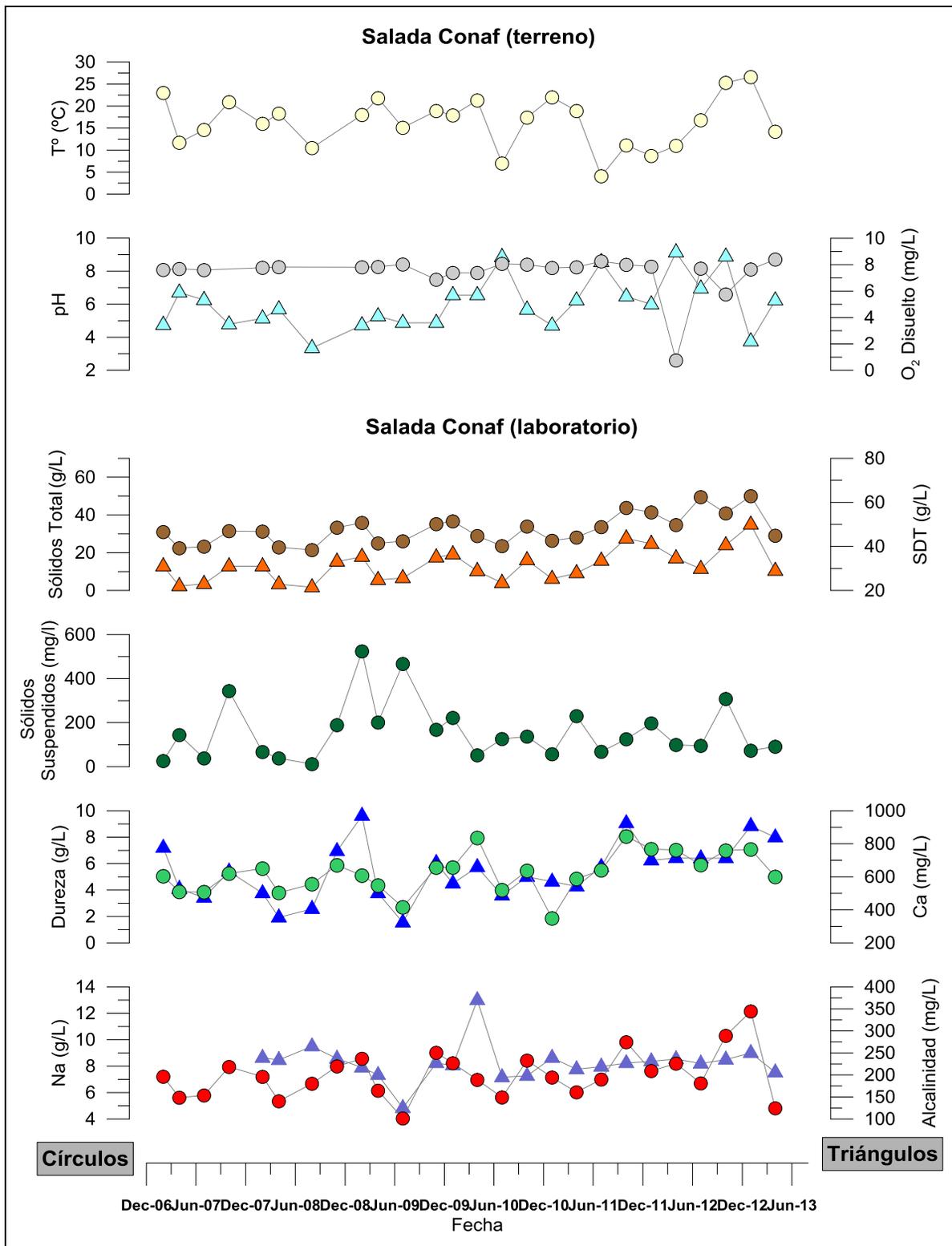
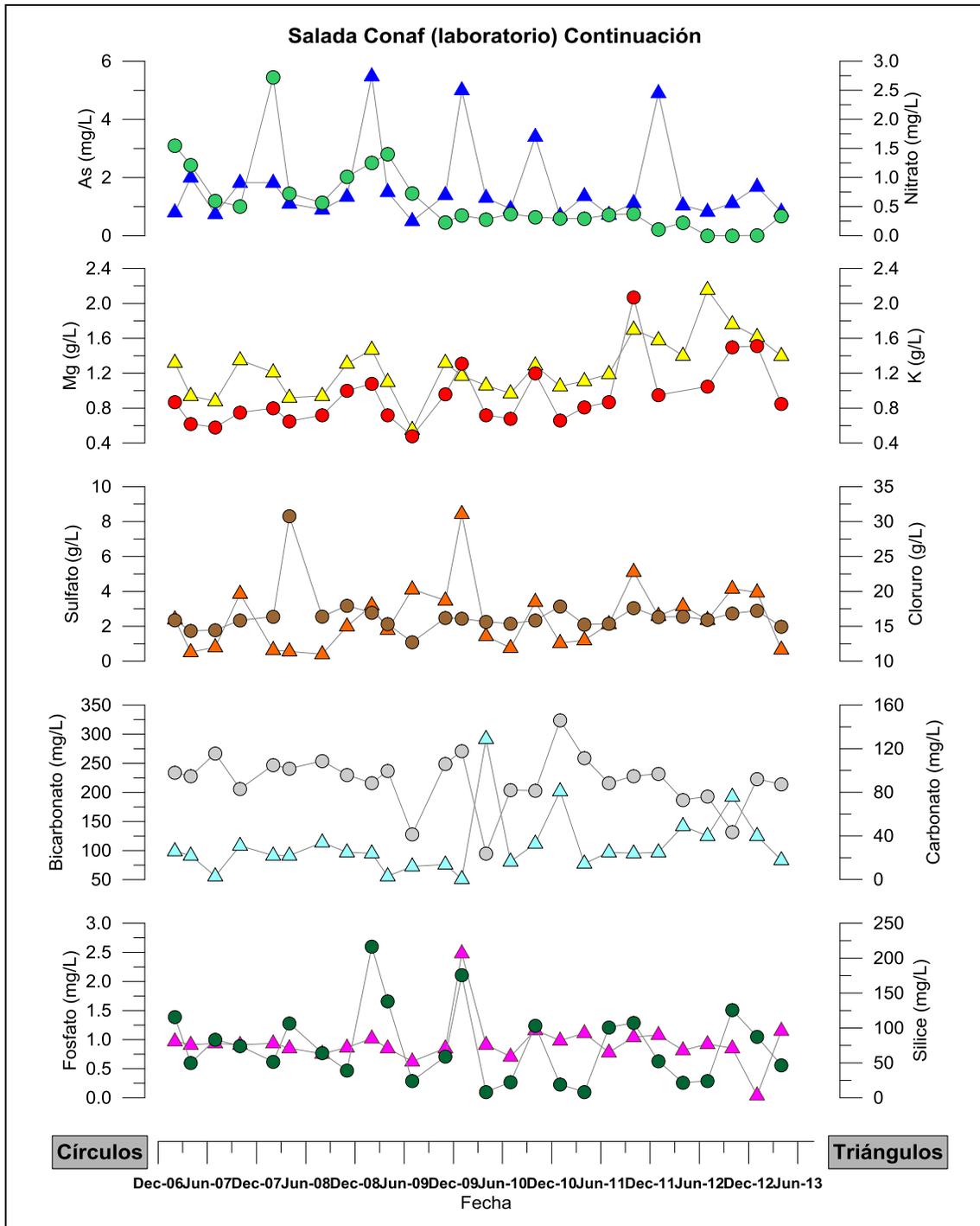


Figura 4-243: Resultados de análisis físico- químico CONAF de la laguna Salada (continuación)¹⁸



¹⁸ Para evitar problemas de escala a la serie de magnesio se le sacó el dato de abril de 2012 correspondiente a un valor de 990 g/L.

Figura 4-244: Resultados de análisis físico- químico CONAF de la laguna Saladita

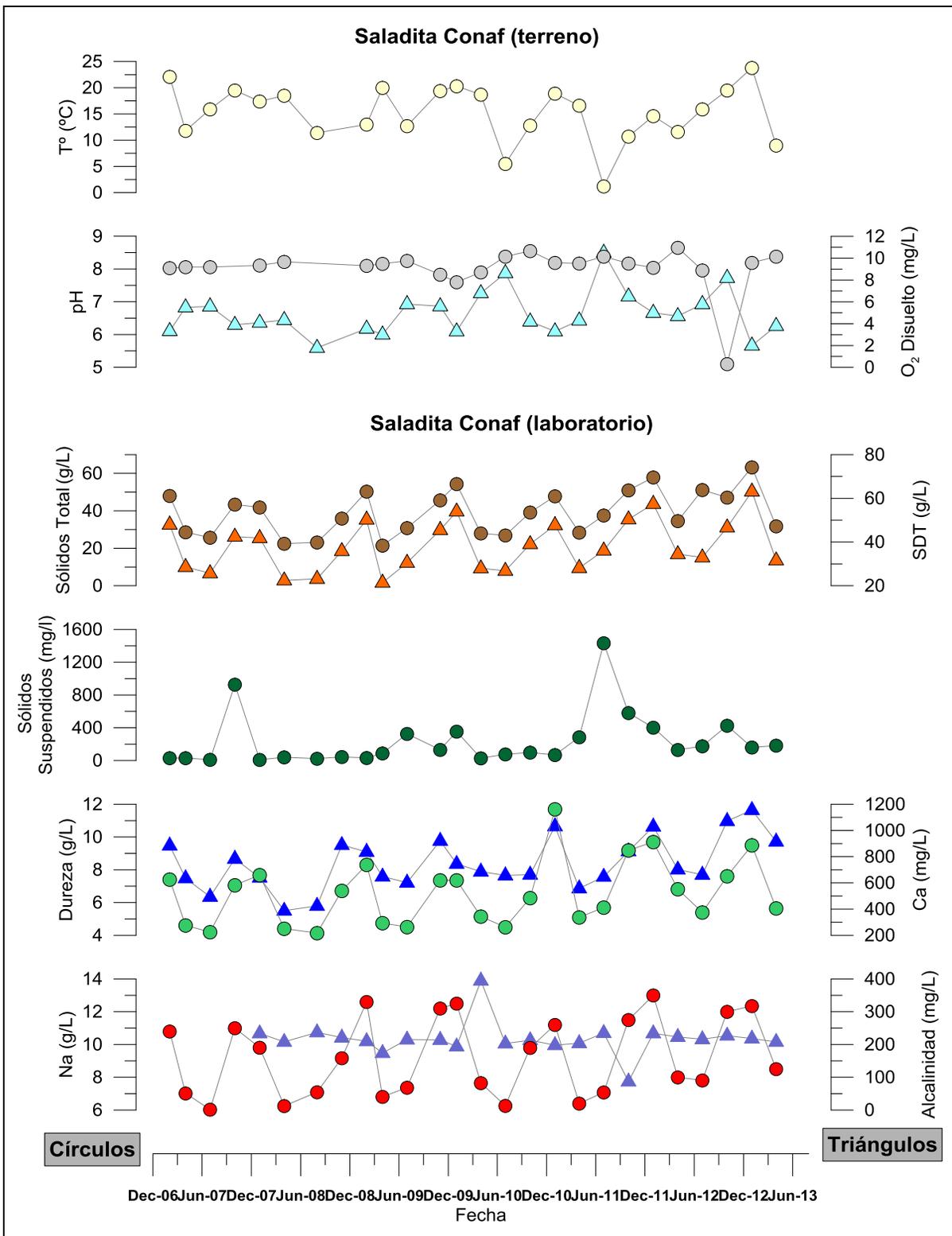
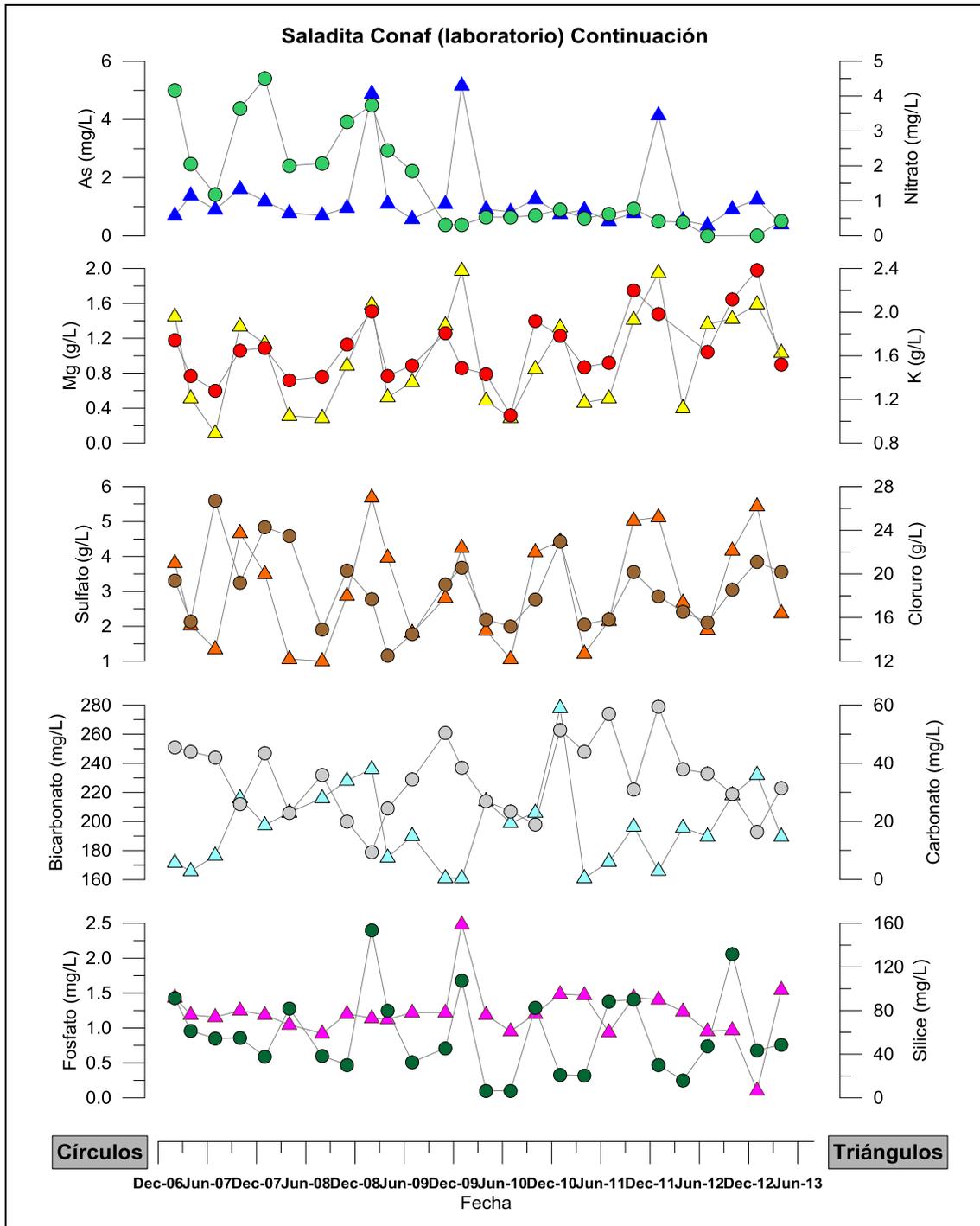


Figura 4-245: Resultados de análisis físico- químico CONAF de la laguna Saladita (continuación)¹⁹



¹⁹ Para evitar problemas de escala a la serie de magnesio se le sacó el dato de abril de 2012 correspondiente a un valor de 978 g/L.

4.3.3 Aforos

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

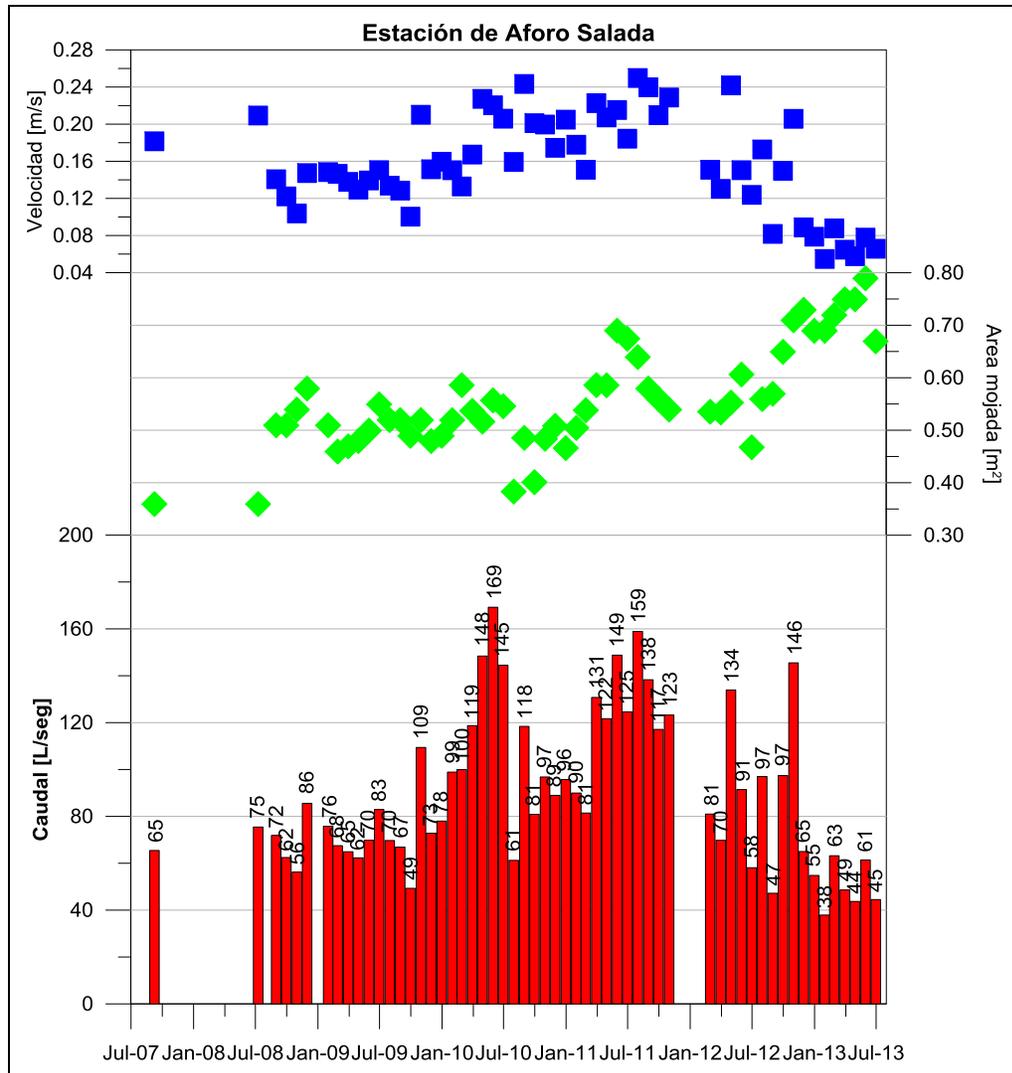
Durante los meses de noviembre y diciembre de 2011 y enero de 2012 no se pudo realizar visitas a las estaciones de aforo de las lagunas Salada y Saladita debido a las restricciones existentes durante la época reproductiva de los flamencos.

4.3.3.1 Laguna Salada

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 ya que no fueron satisfactorias. Por lo que se mide sólo a través de un sistema manual con frecuencia mensual que consiste en medir la velocidad y sección en el punto de aforo, dando así cumplimiento preciso a lo contenido en la RCA N°226/2006.

Los caudales calculados son presentados en la Figura 4-246.

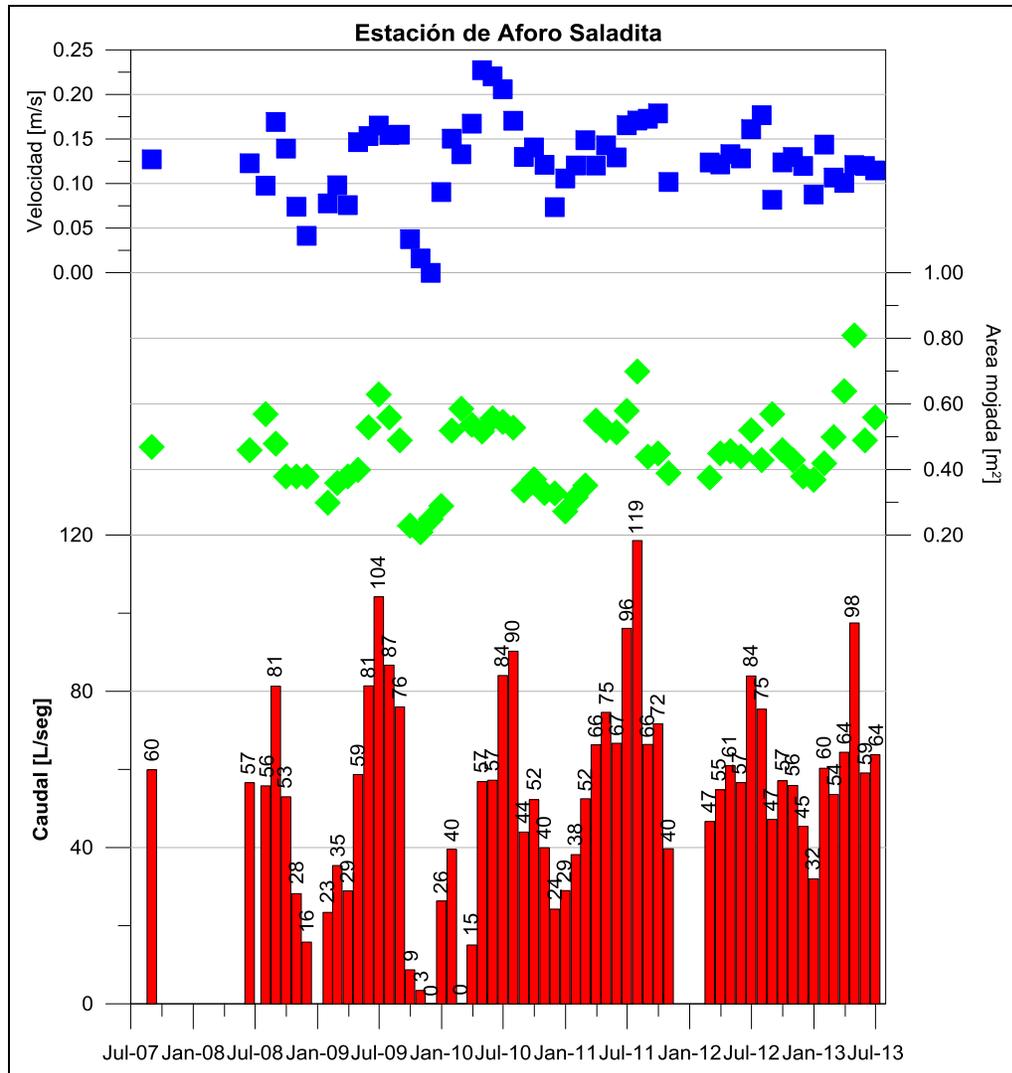
Figura 4-246: Aforo laguna Salada. En barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m²)



4.3.3.2 Laguna Saladita

Los registros manuales de caudal con que cuenta SQM para esta estación de aforo se presentan en la Figura 4-247

Figura 4-247: Aforo laguna 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

En el marco del convenio específico CONAF – SQM Salar S.A. vigente para el periodo 2004-2009 y el Addendum que lo renueva hasta enero de 2014, relativo al Plan de Monitoreo Ambiental Hábitat y Avifauna del Salar de Atacama, se presenta a continuación los resultados de las mediciones de perfiles de las lagunas, efectuadas con estacas perimetrales. Se observa que la superficie en la laguna Salada se ha mantenido constante prácticamente desde el año 1996, mientras que la laguna Saladita presenta un descenso durante 2009 en las mediciones realizadas por CONAF; se debe destacar que esta tendencia no es coincidente con la observada a través de imágenes satelitales presentadas en el informe N°7. Una situación similar se presenta en 2011, sin embargo, se debe recordar

que las mediciones de CONAF son trimestrales y tal diferencia puede deberse al efecto de la evaporación ya que al recorrer en terreno el sector se observa que esta laguna presenta una dinámica de sectores que se inundan y luego se vacían.

En la Tabla 4-6 se presenta las mediciones realizadas a través de topografía y del método de imágenes satelitales, las mediciones de topografía sólo se realizaron hasta el año 2010, ya que a través de la Resolución Exenta 244/2010, queda establecido que las mediciones de topografía sólo se realizarán cada 5 años y por otro lado en la misma resolución se establece la metodología para realizar la medición a través de imagen satelital, actividad que se realiza en el mes de abril de cada año. Cabe destacar el aumento en la superficie lacustre de la laguna interna pasando de 246.828 a 331.075 m².

Figura 4-248: Evolución de la superficie lacustre sistema Peine medida por CONAF (CONAF 2009-2011, informes de avance plan de monitoreo ambiental hábitat y avifauna del salar de Atacama)

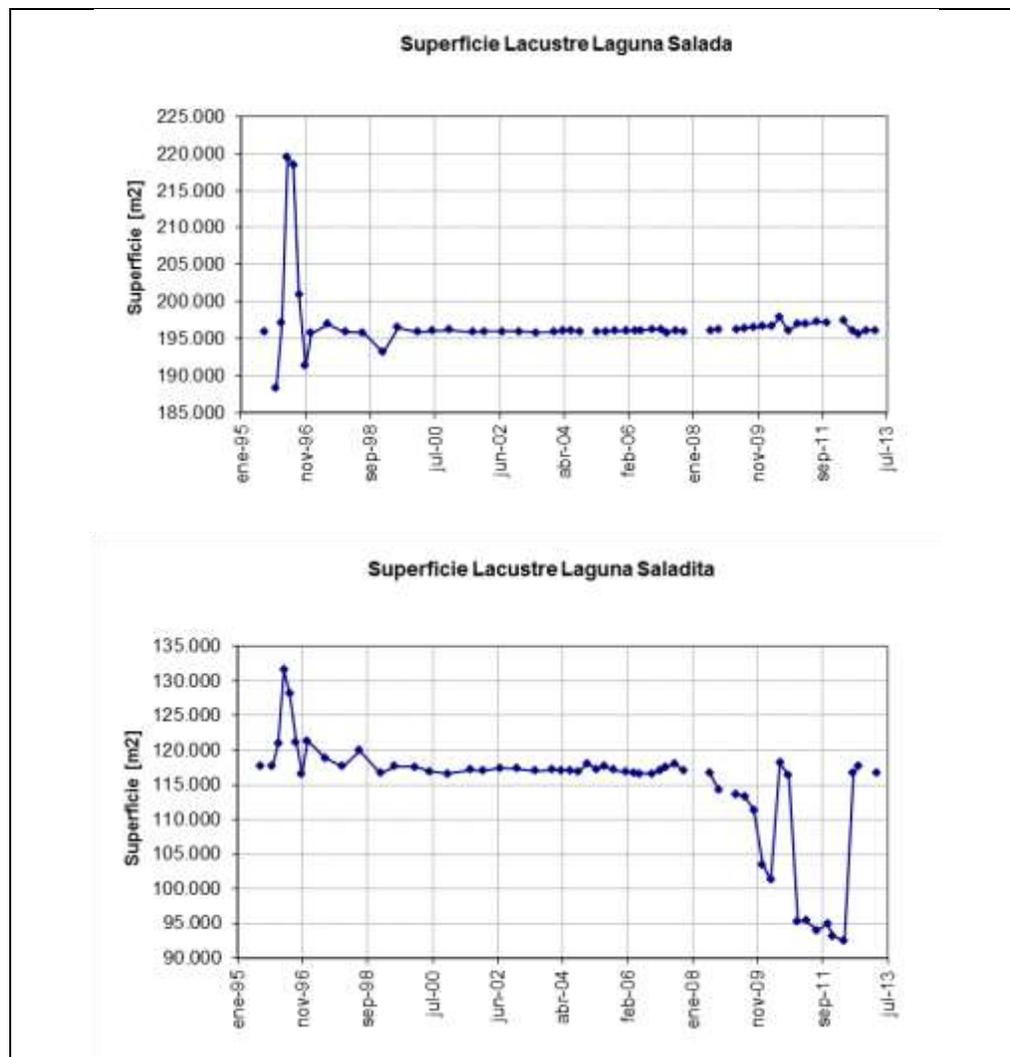


Tabla 4-6: Superficies lacustres medidas desde abril de 2008 hasta abril de 2012

SISTEMA LACUSTRE	LAGUNA	Superficie (m ²) – 2008			Superficie (m ²) -2009			Superficie (m ²) - 2010			Superficie (m ²) - 2011	Superficie (m ²) - 2012	Superficie (m ²) - 2013
		Topografía	Imagen satelital	DIF. SUP. (%)	Topografía	Imagen satelital	DIF. SUP. (%)	Topografía	Imagen satelital	DIF. SUP. (%)	Imagen satelital	Imagen satelital	Imagen satelital
Peine	Salada	147.500	176.126	19.4	199.394	196.616	2	199.067	198.178	0.4	199.521	196.398	197.314
	Saladita	118.284	99.665	18.7	110.502	105.274	5	107.149	108.022	0.8	110.394	116.315	110.227
	Interna	-	-	-	246.295	199.968	23	231.590	198.838	16.5	182.616	246.828	331.075

4.4 SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE

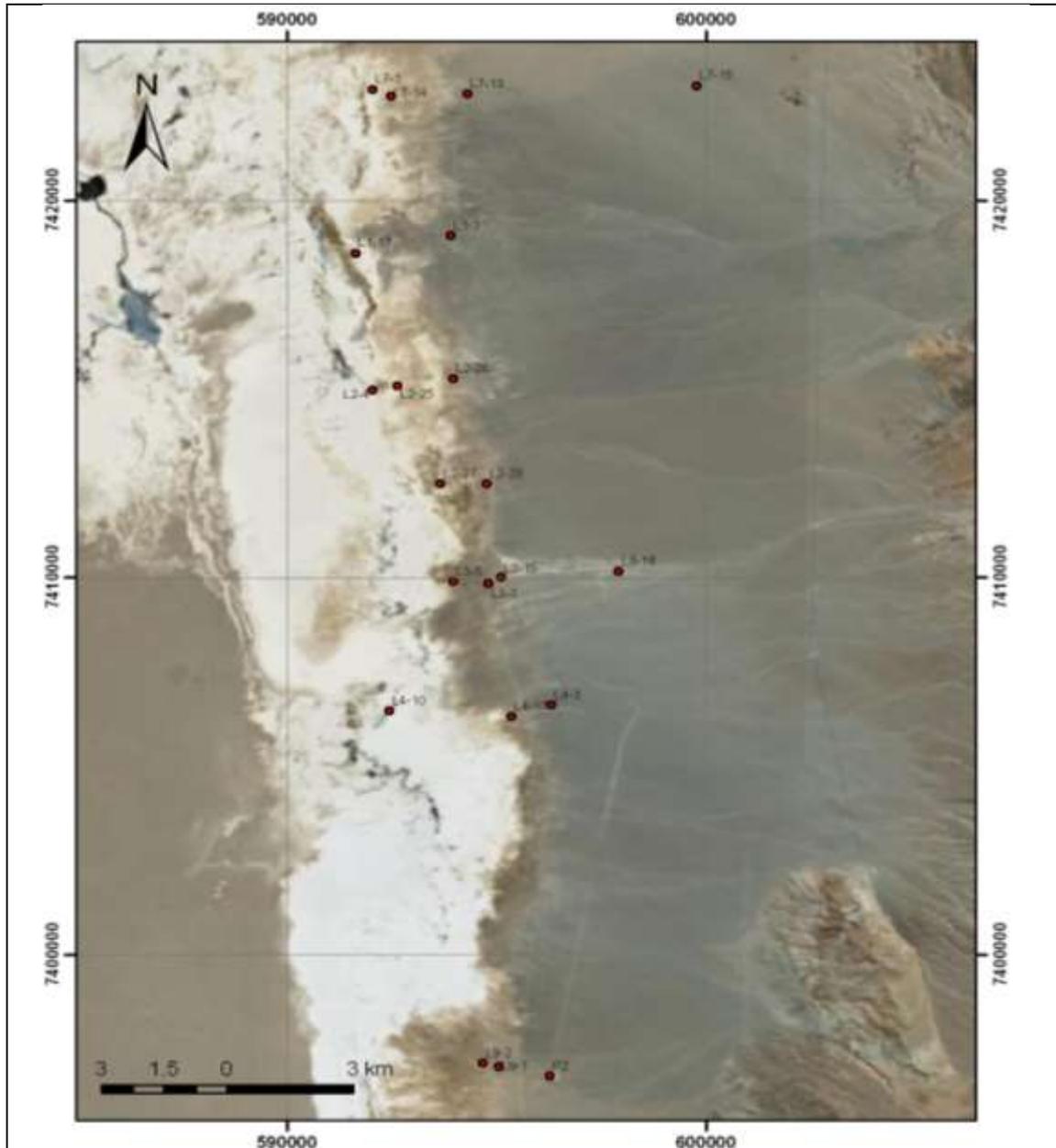
Los puntos de monitoreo del sistema Vegetación Borde Este se encuentran al este del Salar de Atacama entre las coordenadas 7.423.000 a 7.396.000 norte y 591.000 a 598.000 este. En la Figura 4-249 se muestra la distribución geográfica de los puntos.

En la Tabla 4-7 se presenta los puntos de monitoreo del sistema Vegetación Borde Este clasificando de acuerdo a la zona donde se encuentran emplazados (zona marginal o aluvial y sector de salmuera) y su tipología (pozo profundo y pozo somero). Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra de manera gráfica el registro de nivel.

Tabla 4-7: Puntos de monitoreo del sistema Vegetación Borde Este

Punto de monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
P2	Zona Aluvial	Pozo profundo	216
L1-17	Zona marginal	Pozo somero	217
L2-25	Zona marginal	Pozo somero	217
L2-26	Zona marginal	Pozo profundo	218
L2-27	Zona marginal	Pozo somero	218
L2-28	Zona marginal	Pozo profundo	219
L3-15	Zona marginal	Pozo profundo	219
L3-16	Zona marginal	Pozo profundo	220
L4-17	Zona marginal	Pozo somero	220
L7-13	Zona marginal	Pozo profundo	221
L7-14	Zona marginal	Pozo somero	221
L7-15	Zona marginal	Pozo profundo	222
L9-1	Zona marginal	Pozo profundo	222
L9-2	Zona marginal	Pozo profundo	223
P2	Zona aluvial	Pozo de bombeo	224

Figura 4-249: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Vegetación Borde Este



4.4.1 Nivel del agua subterránea

En esta sección se presenta 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 4.1.1 (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 4.2.1, donde también se muestra que el pozo L3-3 presenta un 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 se encuentra muy cercano a éste y no presenta este descenso.

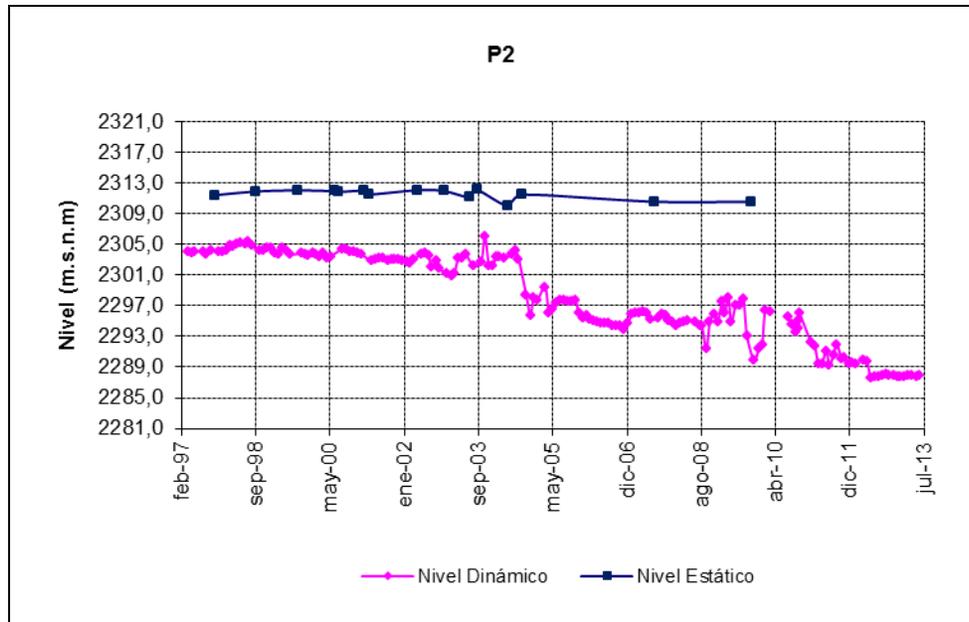
El pozo L3-4 (SOPM-8) es parte del monitoreo de los sistemas Vegetación Borde Este y Núcleo del salar de Atacama y será presentado sólo en esta sección.

Adicionalmente, dentro del periodo correspondiente al presente informe, GeoHidrología realizó mediciones en diciembre de 2012 en los pozos L2-25, L2-26, L3-15, L4-17, L7-13, L7-14, L9-1 y L9-2.

4.4.1.1 Pozos en zona aluvial

En la Figura 4-250 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 4-264.

Figura 4-250: Nivel mensual estático (línea magenta) y dinámico (línea azul) observado en el pozo de bombeo P2



4.4.1.2 Pozos en zona marginal

Existen pozos en los cuales la variación de nivel está fuertemente controlada por la evaporación con un 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 depende de la profundidad del agua subterránea. Dadas las lluvias ocurridas en febrero de 2012 y 2013, se observa un aumento en los niveles de estos pozos con una variación en la tendencia observada en años anteriores.

Existen pozos que muestran el efecto de pozos de bombeo cercanos que iniciaron su actividad, con una leve tendencia al descenso en función de la cercanía al pozo (L3-15, L3-16). En estos sectores el acuífero aún está buscando su equilibrio y se aprecia durante el último periodo una tendencia a la estabilización.

Existen pozos con un comportamiento mixto, donde se mezclan los 2 comportamientos anteriormente descritos, es decir, estacional y leve tendencia al descenso (L2-28, L3-15, L4-17). En estos pozos la tasa de descenso depende de su cercanía al pozo de bombeo.

En particular, los pozos L3-16 y L7-15 muestran un descenso que concuerda con el inicio del bombeo de los pozos de agua industrial que se encuentran muy cerca, sin embargo a partir de 2010 se puede apreciar que este último tiende a estabilizarse.

Figura 4-255: Nivel mensual observado en el pozo L2-28

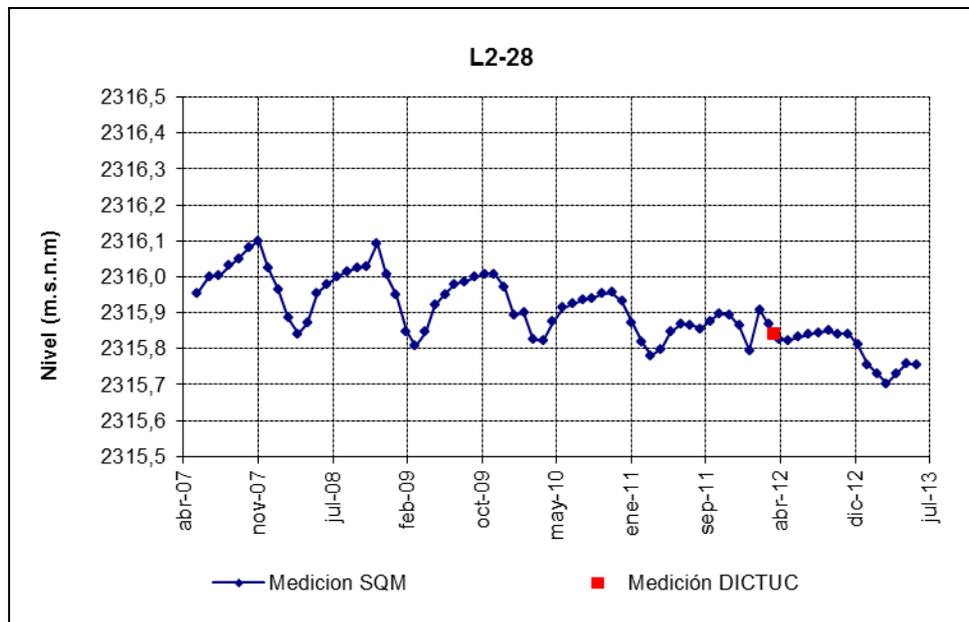


Figura 4-256: Nivel mensual observado en el pozo L3-15

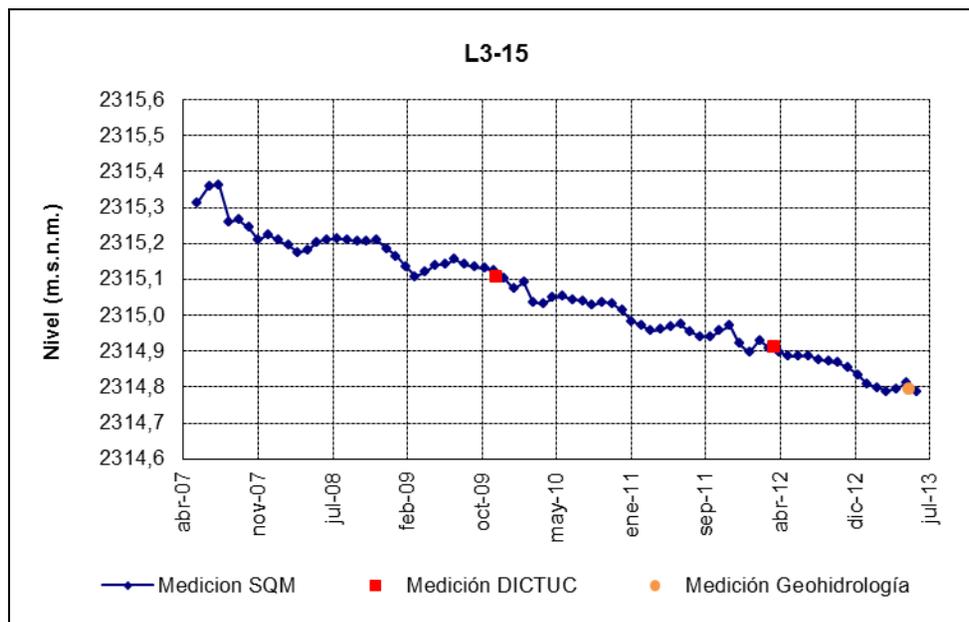


Figura 4-257: Nivel mensual observado en el pozo L3-16

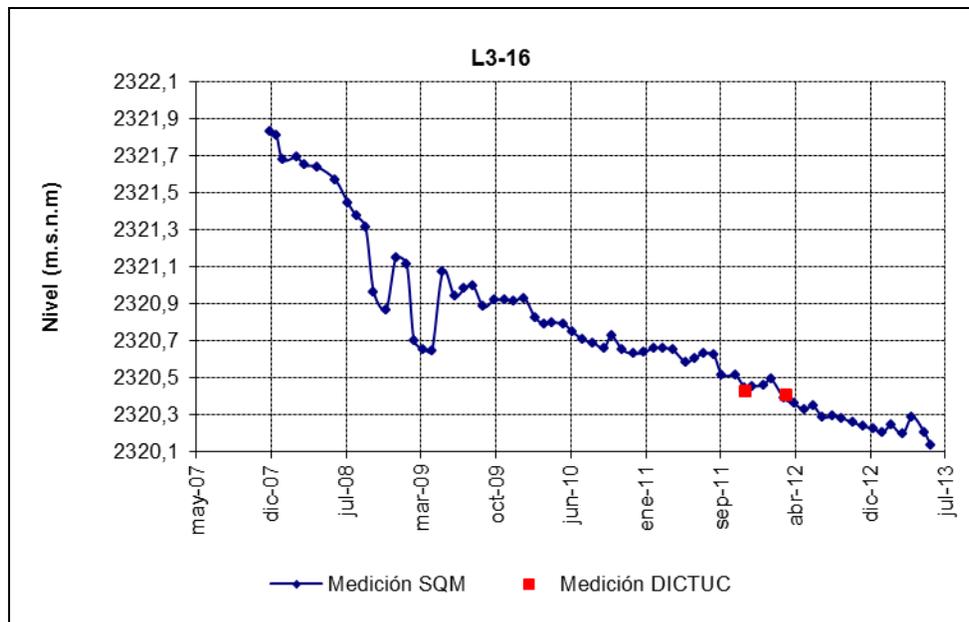


Figura 4-258: Nivel mensual observado en el pozo L4-17

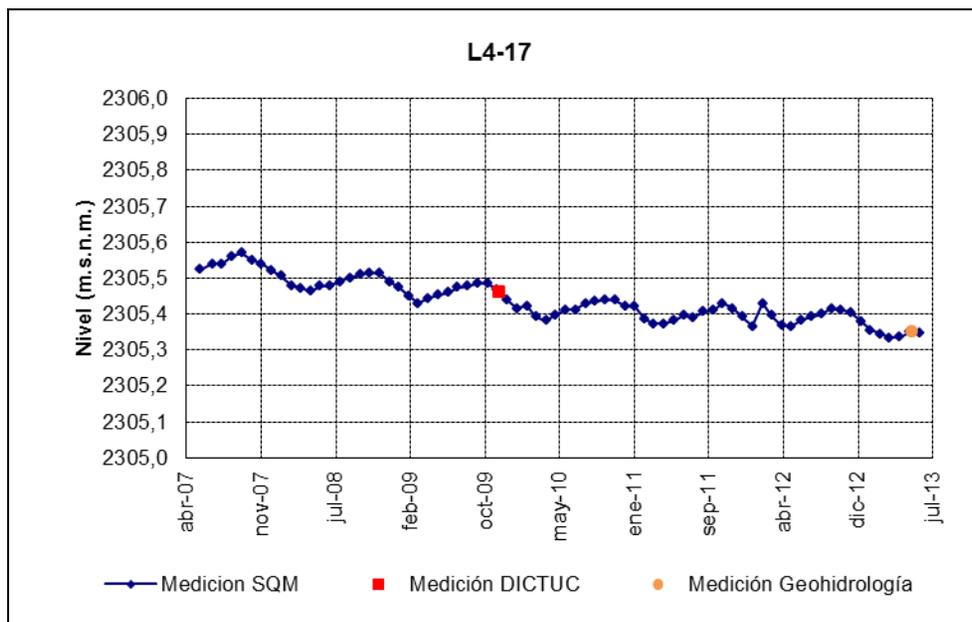


Figura 4-259: Nivel mensual observado en el pozo L7-13

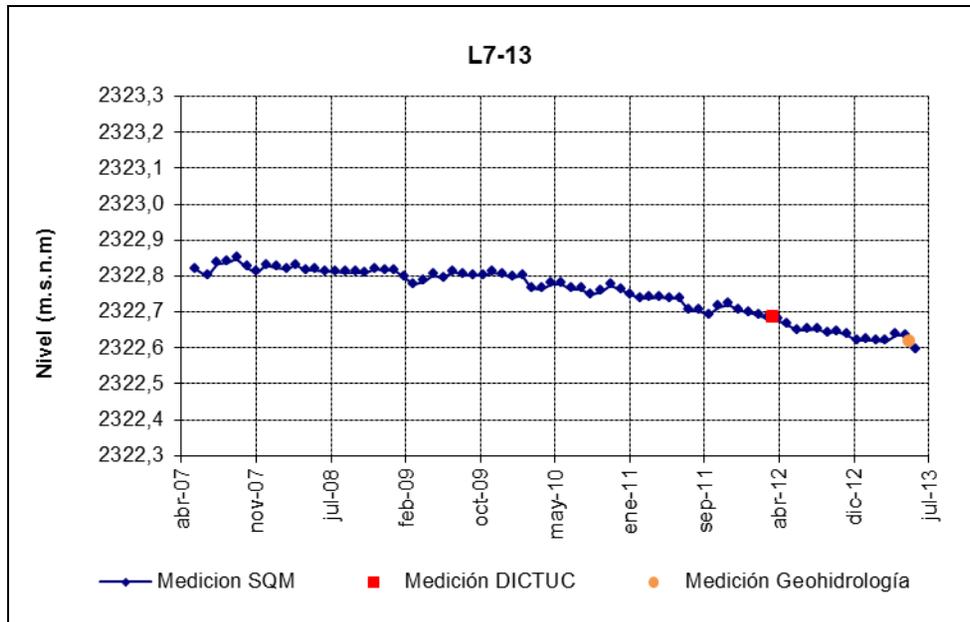


Figura 4-260: Nivel mensual observado en el pozo L7-14

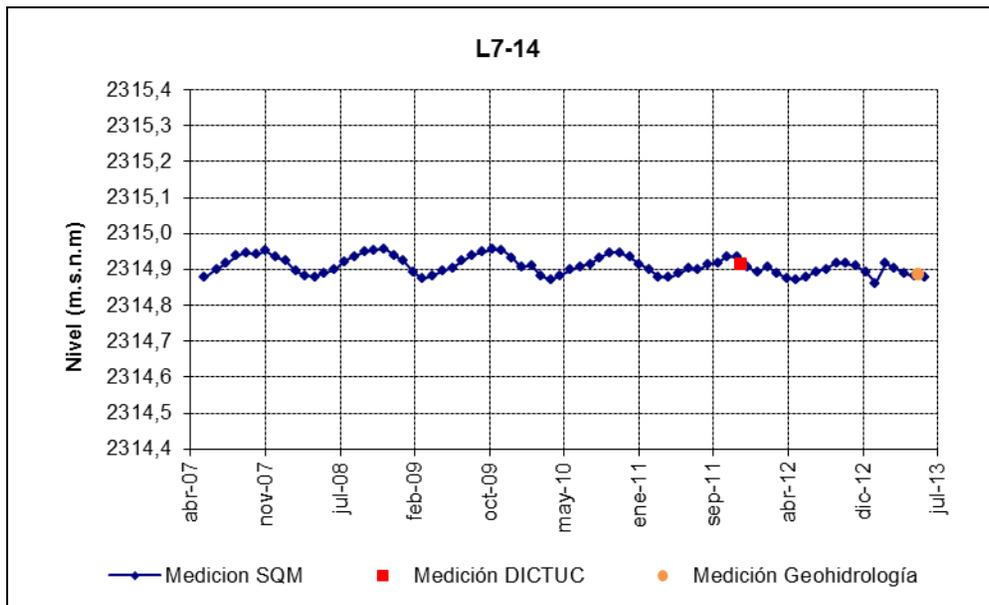


Figura 4-261: Nivel mensual observado en el pozo L7-15

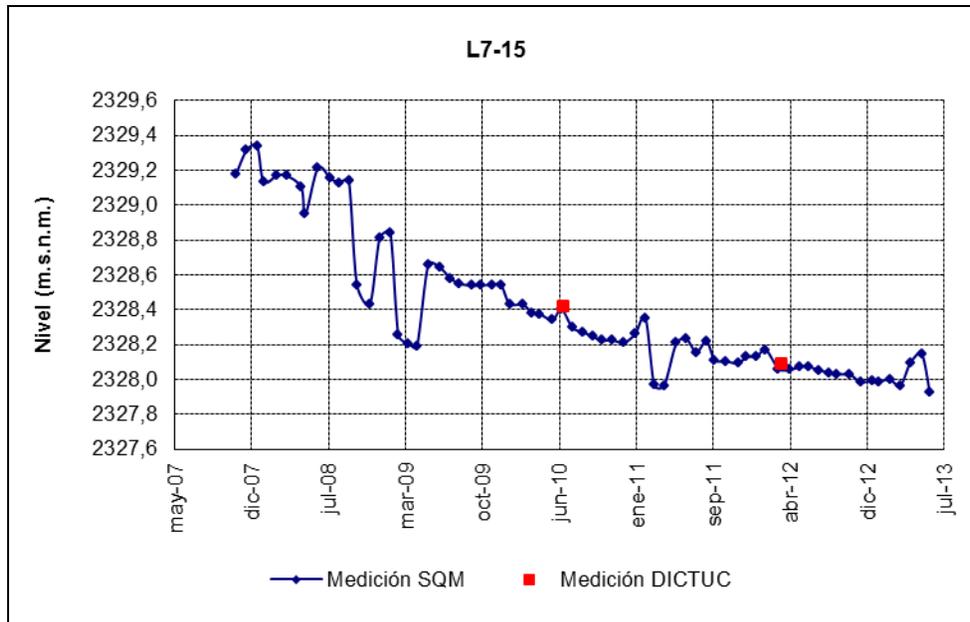


Figura 4-262: Nivel mensual observado en el pozo L9-1

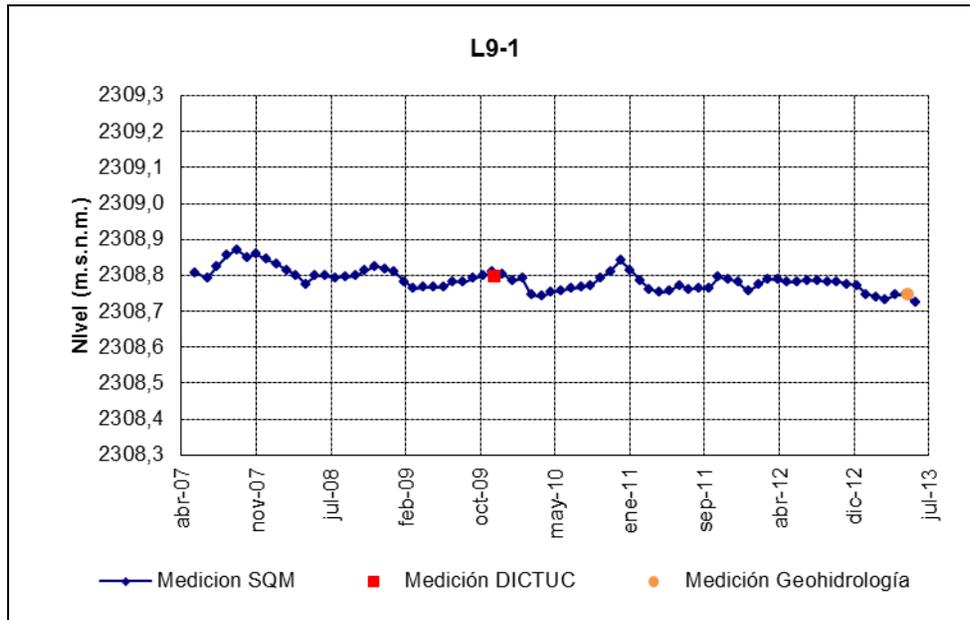
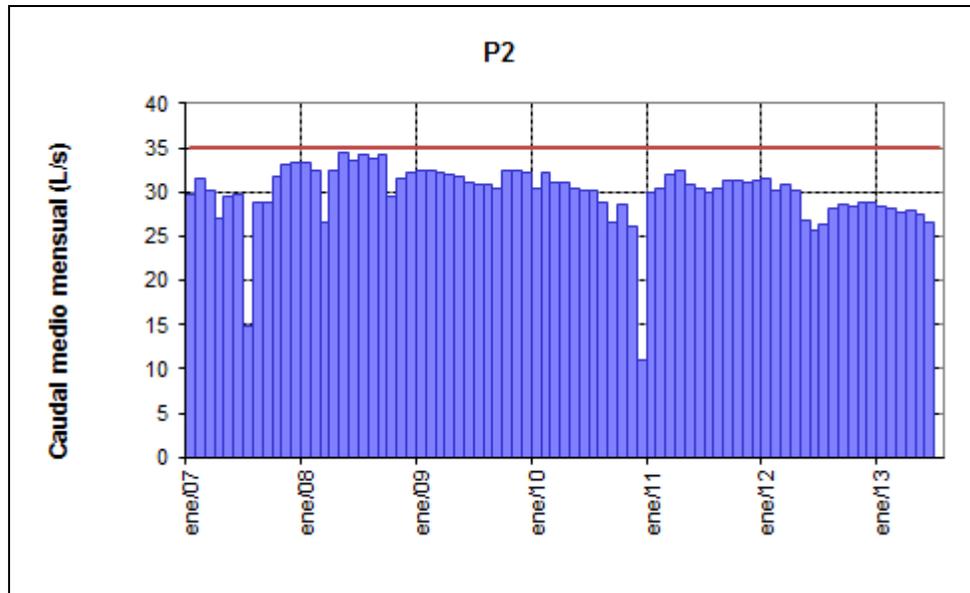


Figura 4-264: Caudal medio mensual bombeado desde el pozo P2



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 3.

Los resultados de los análisis químicos de los pozos L2-4 y L7-3 se presentan en la sección 4.1.4, mientras que los resultados del pozo L4-3 se presentan en la sección 4.2.3. En la Figura 4-265 y Figura 4-266 se muestra los resultados de los análisis químicos realizados en el pozo de bombeo P2.

Figura 4-265: Resultados de análisis físico-químico del pozo P2

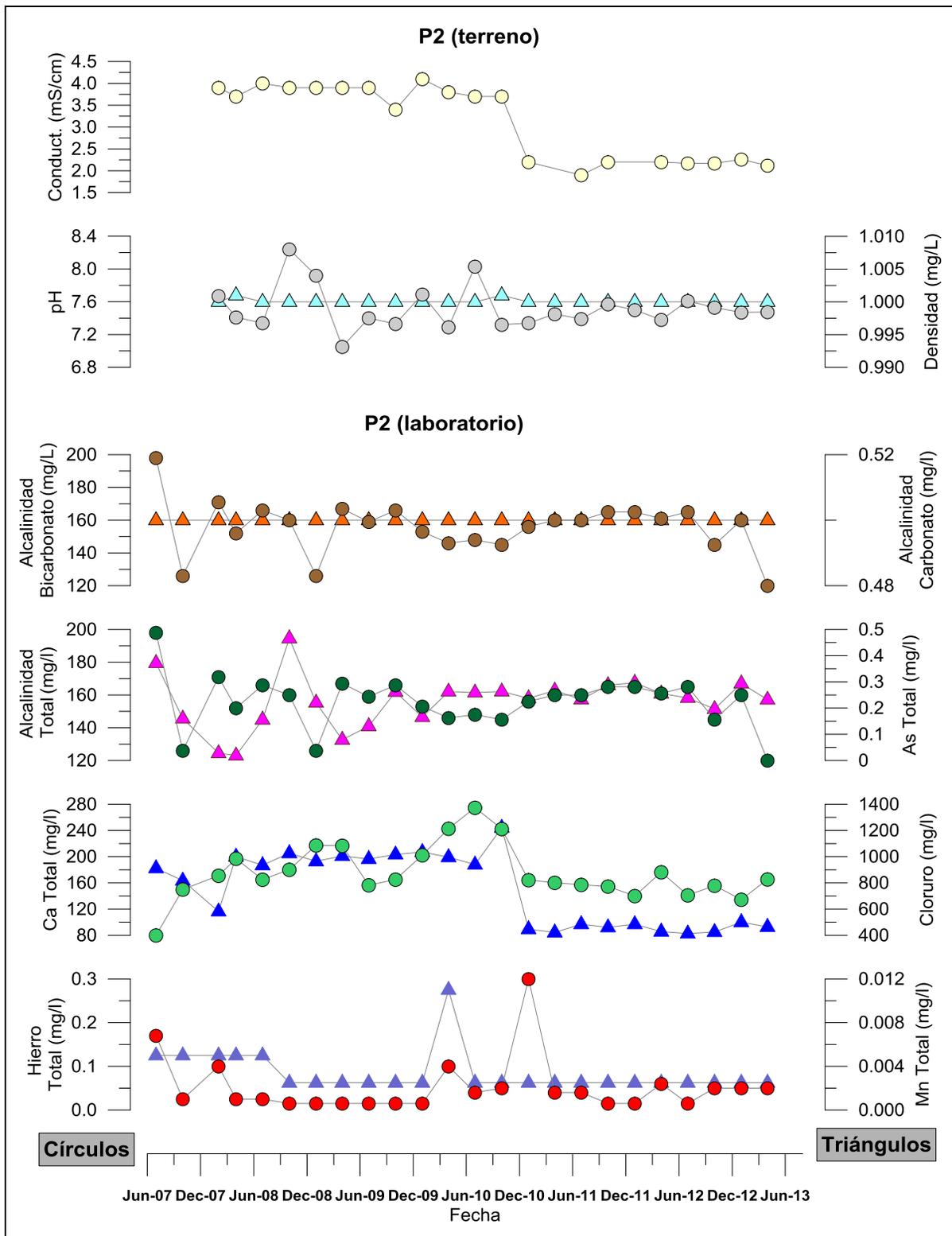
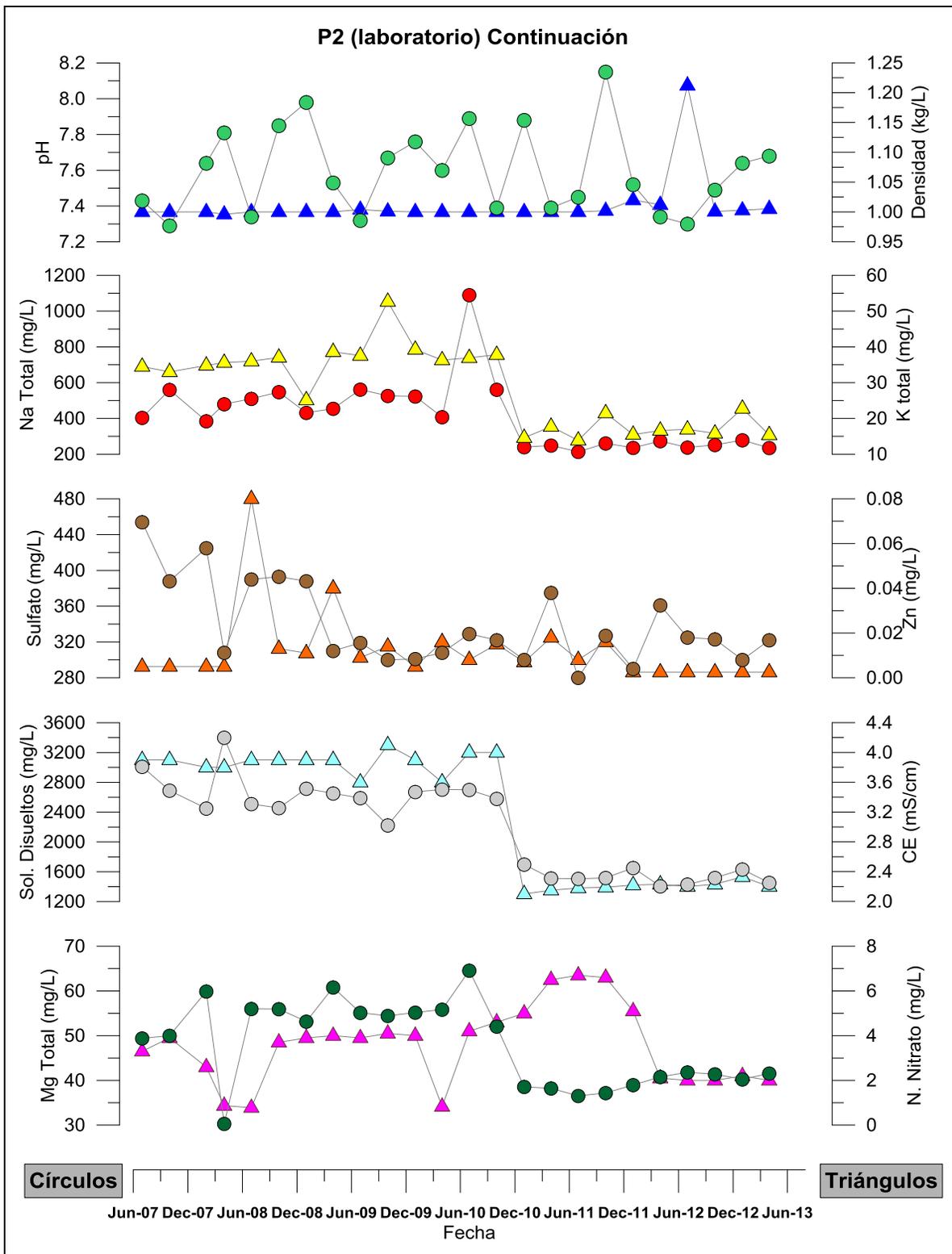


Figura 4-266: Resultados de análisis físico-químico del pozo P2 (continuación)



4.5 SISTEMA VEGAS DE TILOPOZO

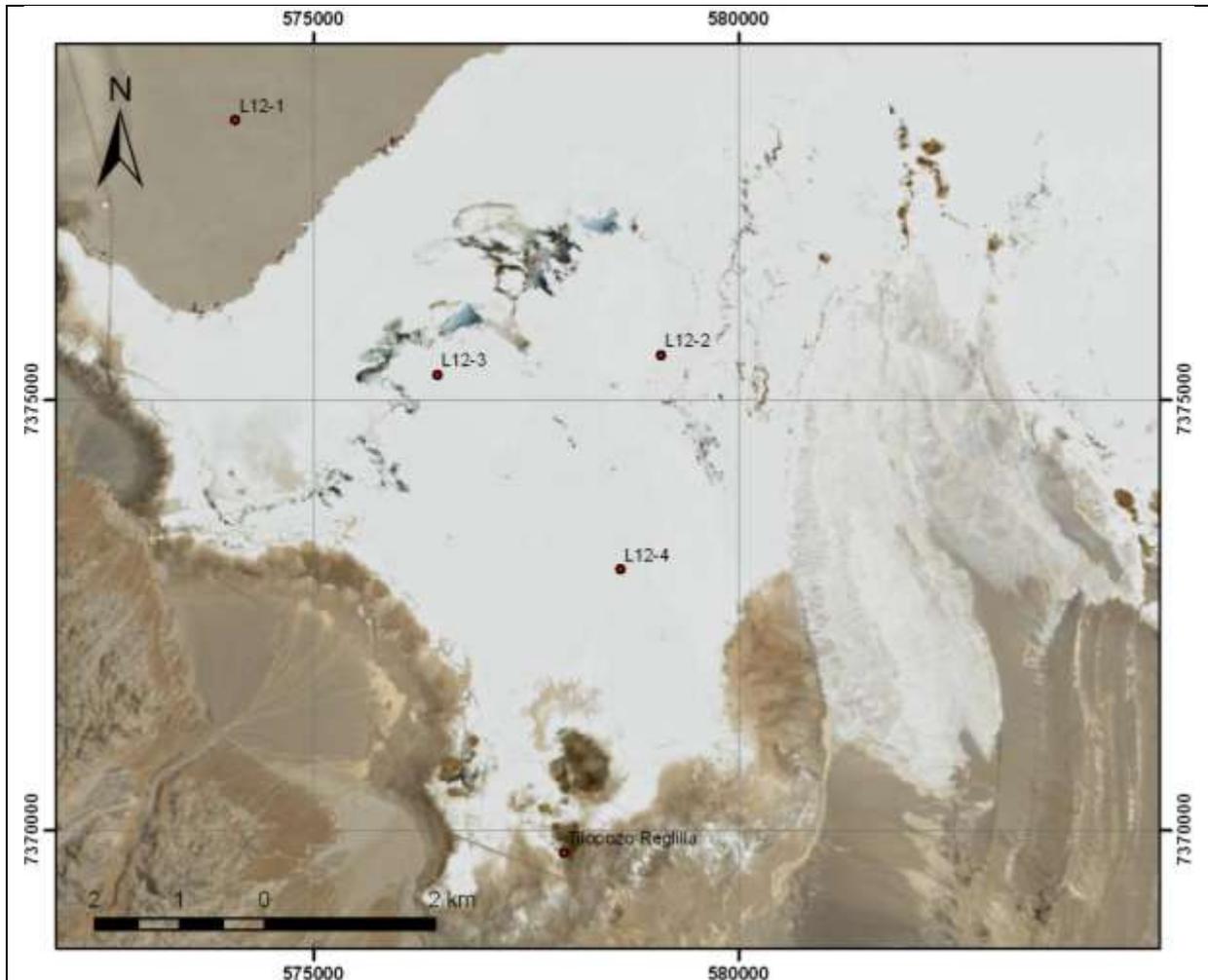
Los puntos de monitoreo del sistema Vegas de Tilopozo se encuentran al sureste del Salar de Atacama, entre las coordenadas 7.378.000 a 7.369.000 norte y 573.000 a 581.000 este. En la Figura 4-267 se muestra la distribución geográfica de los puntos.

En la Tabla 4-8 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 4-8: Puntos de monitoreo del sistema Vegas de Tilopozo.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
Tilopozo Reglilla	Zona marginal	Reglilla	229
L12-1	Zona marginal	Pozo somero	230
L12-2	Zona marginal	Pozo somero	230
L12-3	Zona marginal	Pozo somero	231
L12-4	Zona marginal	Pozo somero	231

Figura 4-267: 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 Vegas de 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. 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 Rockwood Lithium²⁰.

Los pozos L12-2, L12-3, L12-4, no pudieron ser monitoreados en febrero de 2012 porque los caminos se encontraban cortados, dada las lluvias que ocurrieron durante ese mes. Por esta

²⁰ Cambio de nombre, corresponde a ex Sociedad Chilena del Litio (SCL)

misma razón, se observa un aumento en los niveles durante el verano de 2012 y 2013, que de acuerdo al comportamiento histórico debiesen disminuir por efecto de la evaporación.

Adicionalmente, dentro del periodo correspondiente al presente informe, Geohidrología realizó mediciones en este sistema durante en mayo de 2013 en el pozo L12-4.

Figura 4-268: Nivel mensual observado en la reglilla de Tilopozo

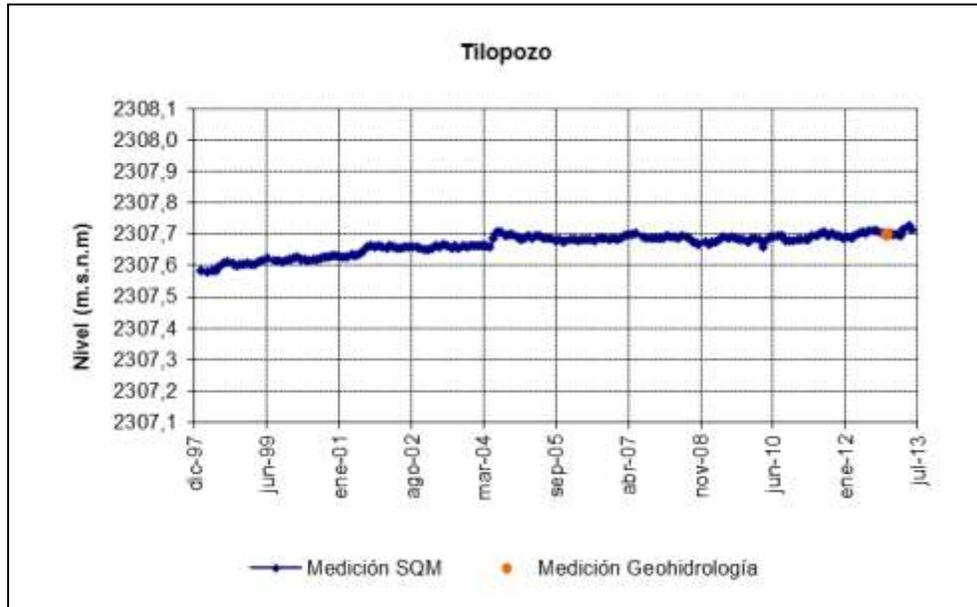


Figura 4-269: Nivel mensual observado en el pozo L12-1

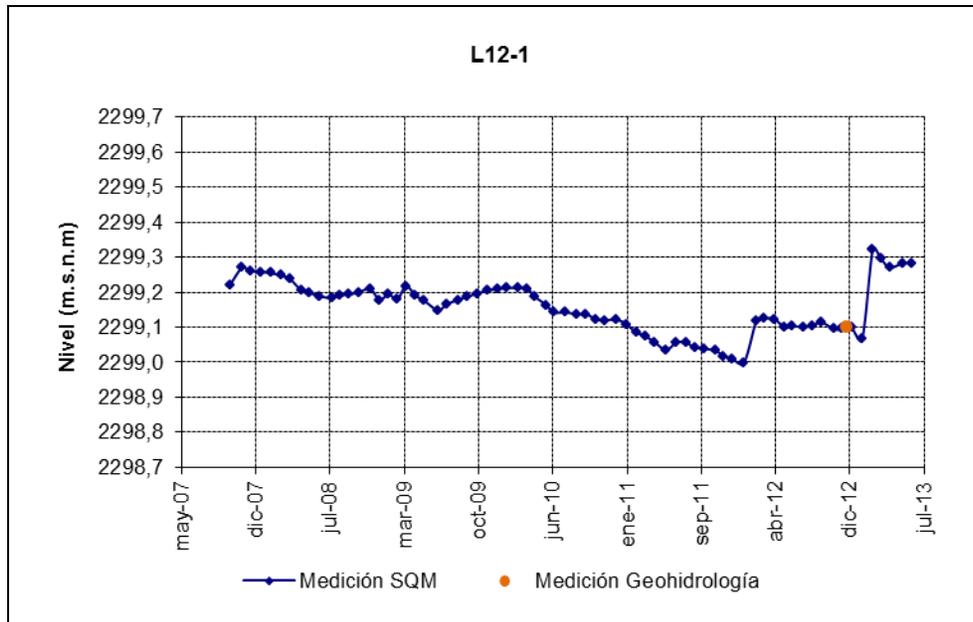


Figura 4-270: Nivel mensual observado en el pozo L12-2

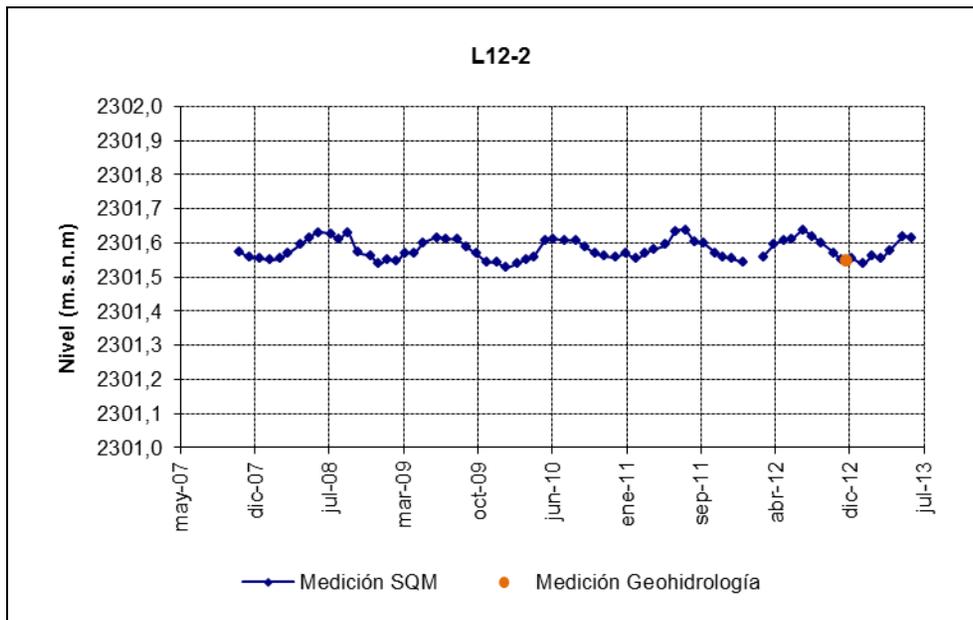


Figura 4-271: Nivel mensual observado en el pozo L12-3

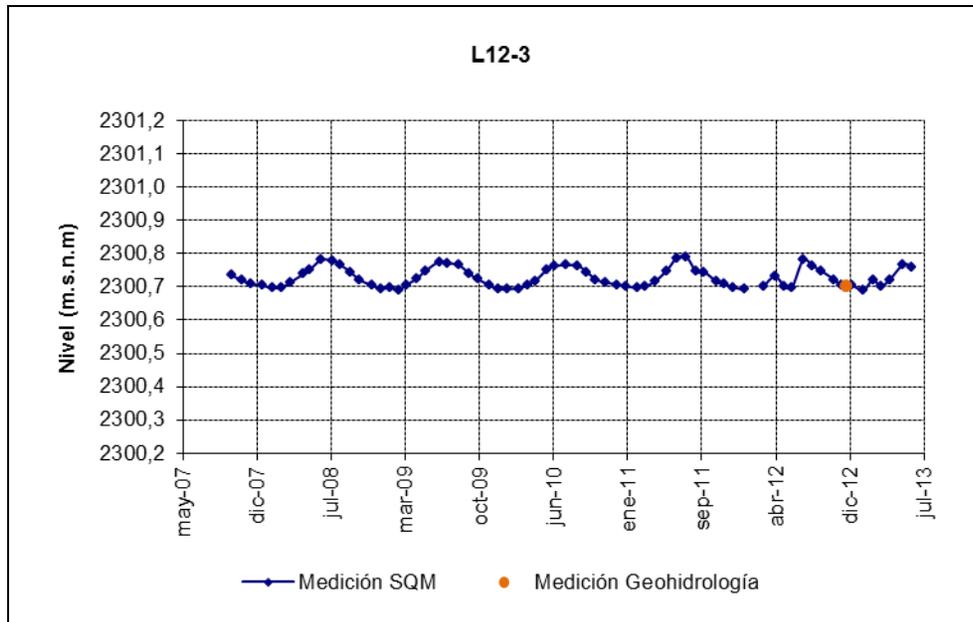
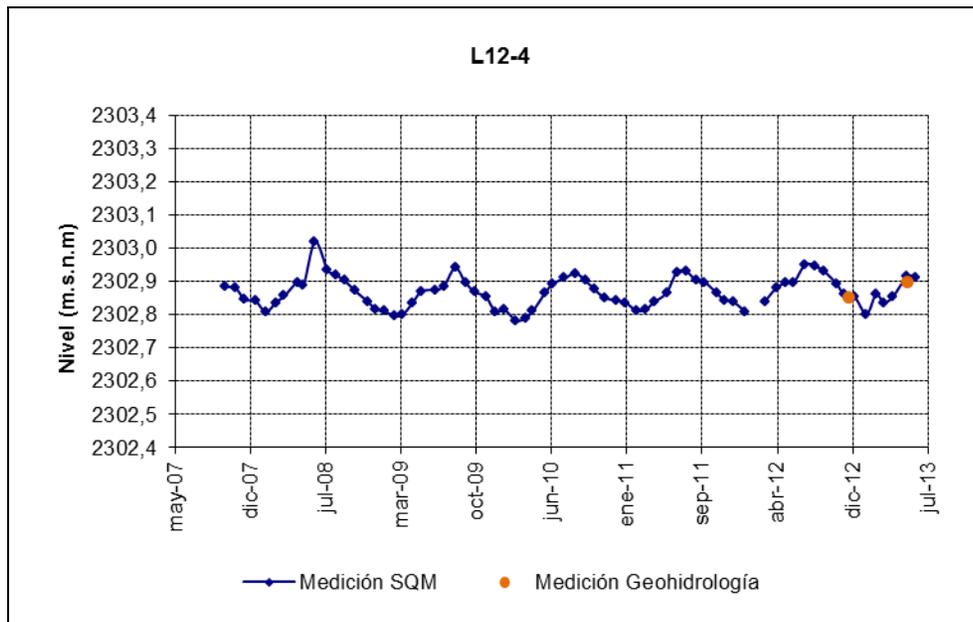


Figura 4-272: Nivel mensual observado en el pozo L12-4



4.6 SISTEMA NÚCLEO DEL SALAR DE ATACAMA

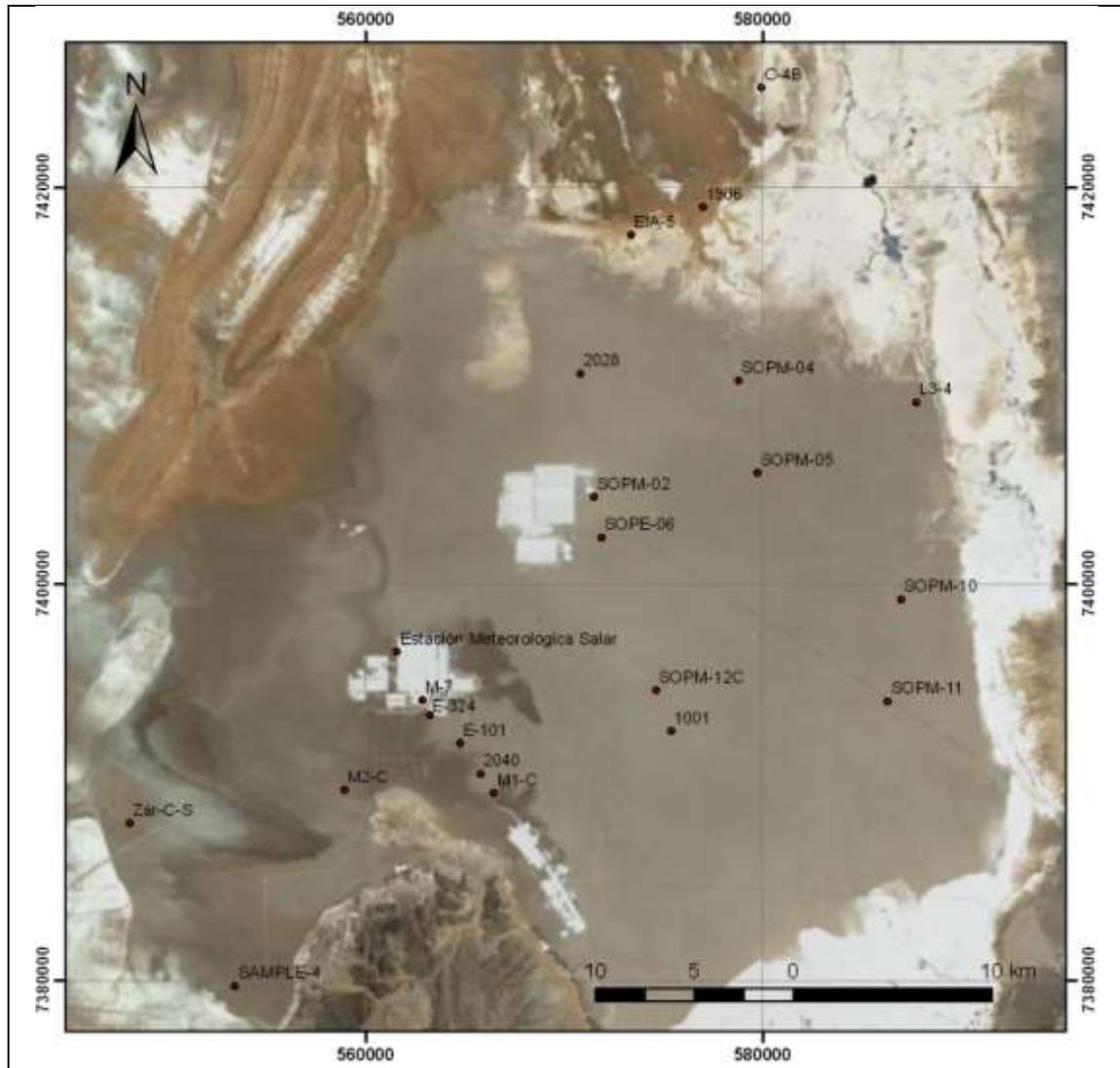
Los puntos de monitoreo del sistema Núcleo del Salar de Atacama se encuentran entre las coordenadas 7.425.000 a 7.379.000 norte y 547.000 a 588.000 este. En la Figura 4-273 se muestra la distribución geográfica de dichos puntos.

En la Tabla 4-9 se indican los puntos de monitoreo del sistema Núcleo del Salar de Atacama, siendo todos clasificados como salmuera. Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el registro de nivel en formato gráfico.

Tabla 4-9: Puntos monitoreo Sistema Núcleo del Salar de Atacama

Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
1001	Salmuera	Pozo profundo	235
1906	Salmuera	Pozo profundo	235
2028	Salmuera	Pozo profundo	236
2040	Salmuera	Pozo profundo	236
C4-B	Salmuera	Pozo somero	237
M1-C	Salmuera	Pozo profundo	237
M2-C	Salmuera	Pozo profundo	237
M7	Salmuera	Pozo profundo	238
E-101	Salmuera	Pozo profundo	239
E-324	Salmuera	Pozo profundo	239
EIA-5	Salmuera	Pozo profundo	240
Sample-4	Salmuera	Pozo somero	240
SOPE-6	Salmuera	Pozo profundo	241
SOPM -02	Salmuera	Pozo profundo	241
SOPM -04	Salmuera	Pozo profundo	242
SOPM -05	Salmuera	Pozo profundo	242
SOPM-10	Salmuera	Pozo profundo	243
SOPM -11	Salmuera	Pozo somero	243
SOPM -12C	Salmuera	Pozo profundo	244
Zar-C-S	Salmuera	Pozo somero	244
Estación meteorológica Salar	Salmuera	Estación meteorológica	245

Figura 4-273: 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 presenta los niveles de todos los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema 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, presentándose en el subcapítulo sistema Aguas de Quelana. Su gráfico puede ser consultado en la sección 4.2.1.

Se puede observar en los gráficos, que los pozos más alejados del bombeo (SOPM) presentaron durante el año 2008 y 2009 una estabilización de sus niveles. A partir de la mitad del año 2010, los niveles vuelven a descender a tasas similares a las observadas con anterioridad al año 2008. Este comportamiento puede explicarse por cambios en los caudales 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. Asimismo se observa el efecto de la precipitación ocurrida durante febrero de 2012 y 2013 en el aumento de los niveles en estos pozos.

El resto de los pozos muestran tendencia a la disminución especialmente los que se ubican cercanos a sectores de bombeo (2040, M1-C, M2-C). La napa en el sector suroeste (Sample-4 y Zar-C-S) ha disminuido sin tendencia a la estabilización, lo que 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, sin embargo en este sector se observa un aumento de hasta 70 cm en los niveles de los pozos por las lluvias ocurridas en febrero de 2012 y 2013 las que generan un aumento de la recarga (EIA-5, C4-B, 1906). Estos 3 pozos no están en el núcleo, por eso su comportamiento. Dado que las lluvias provocaron inundaciones y cortes de camino, los pozos 1906 y C4-B no pudieron ser monitoreados en febrero de 2012.

Figura 4-274: Nivel mensual observado en el pozo 1001

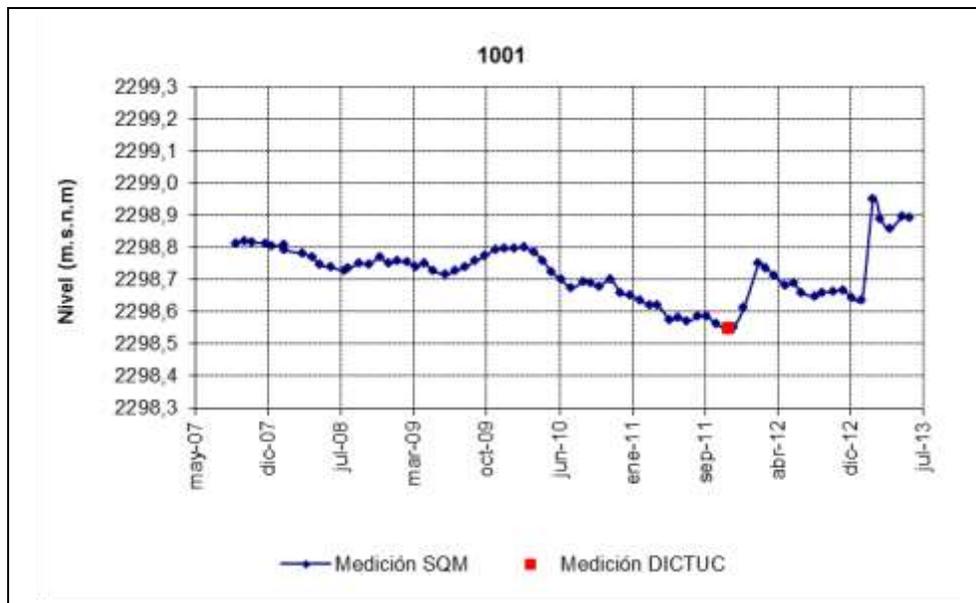


Figura 4-275: Nivel mensual observado en el pozo 1906

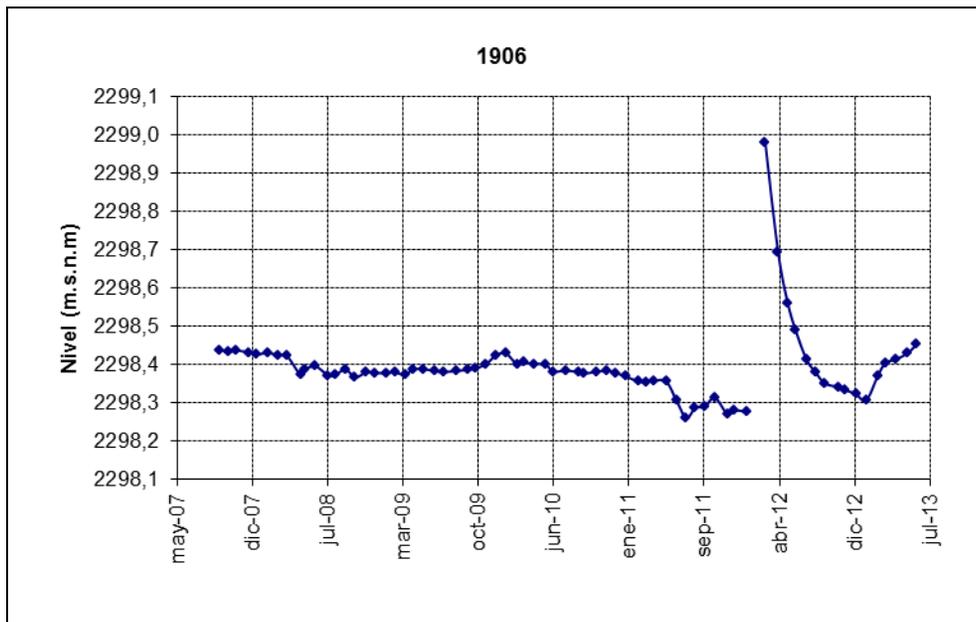


Figura 4-276: Nivel mensual observado en el pozo 2028

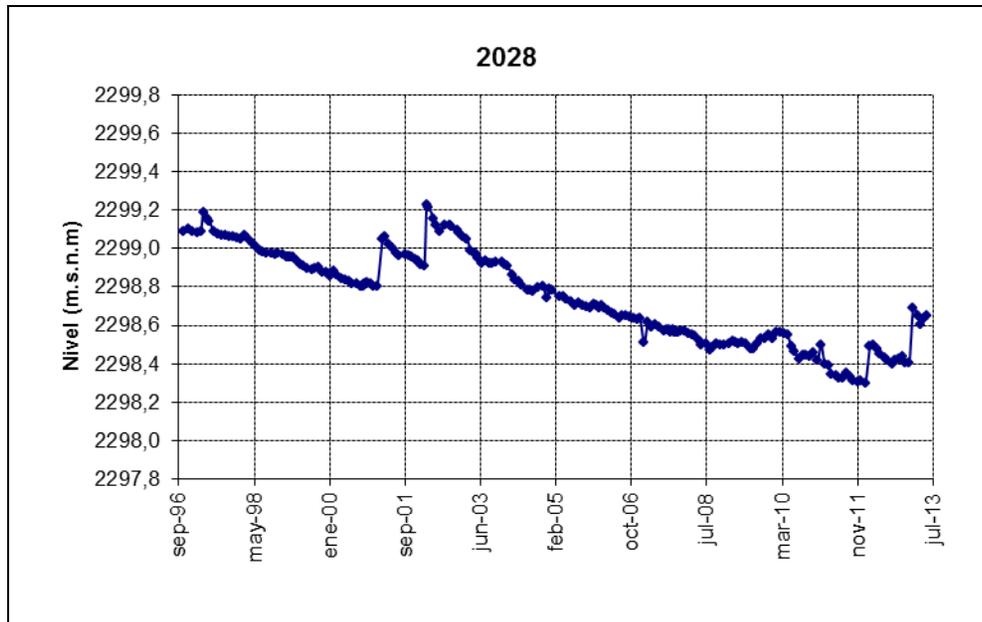


Figura 4-277: Nivel mensual observado en el pozo 2040

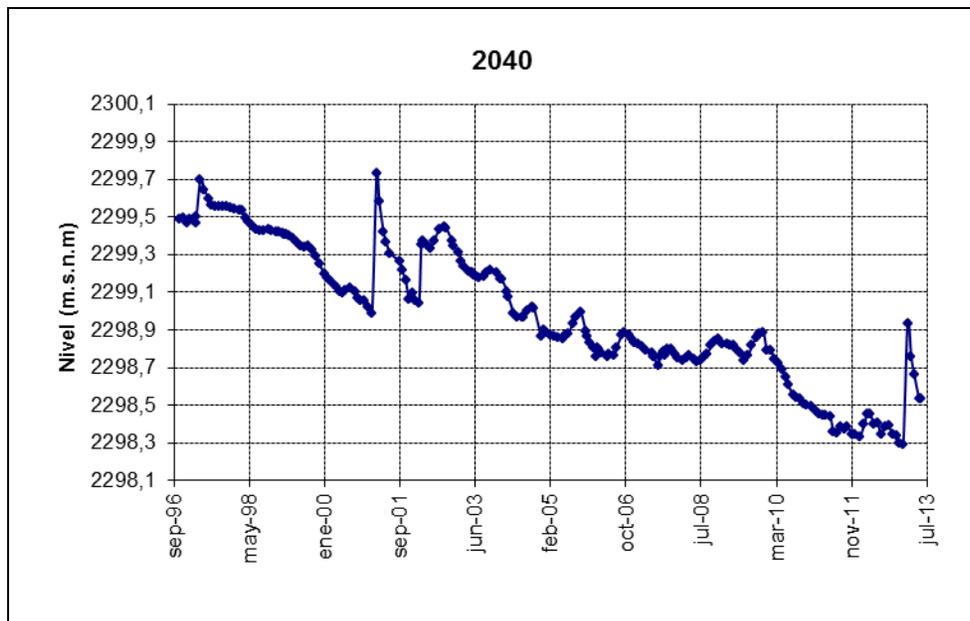


Figura 4-278: Nivel mensual observado en el pozo C4-B

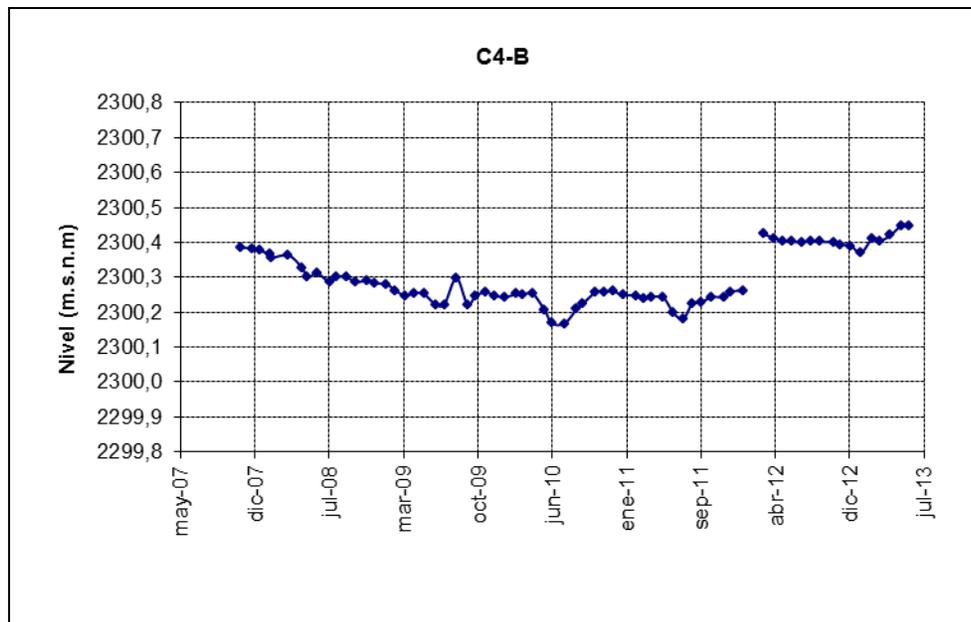


Figura 4-279: Nivel mensual observado en el pozo M1-C

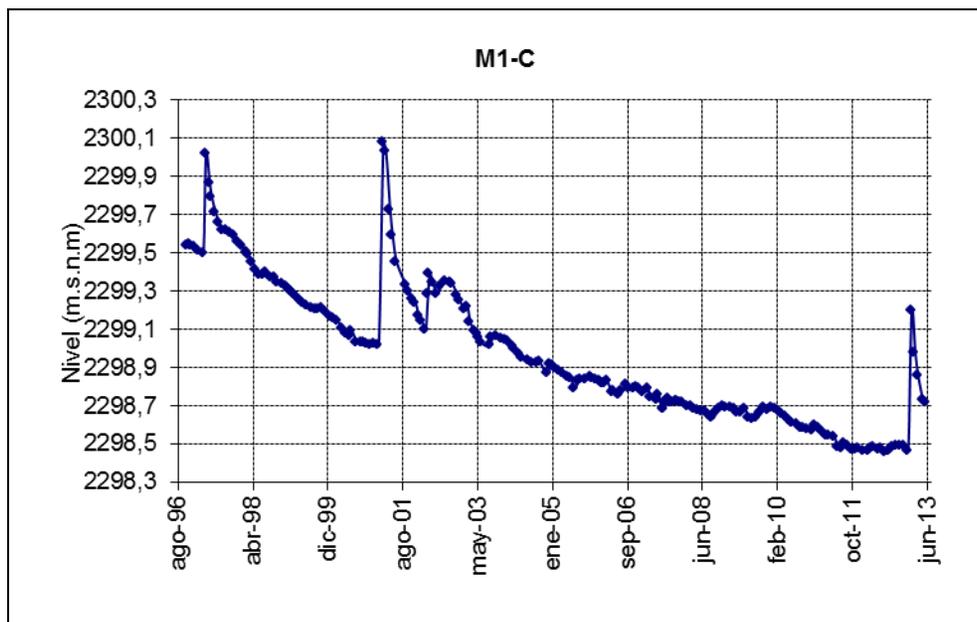
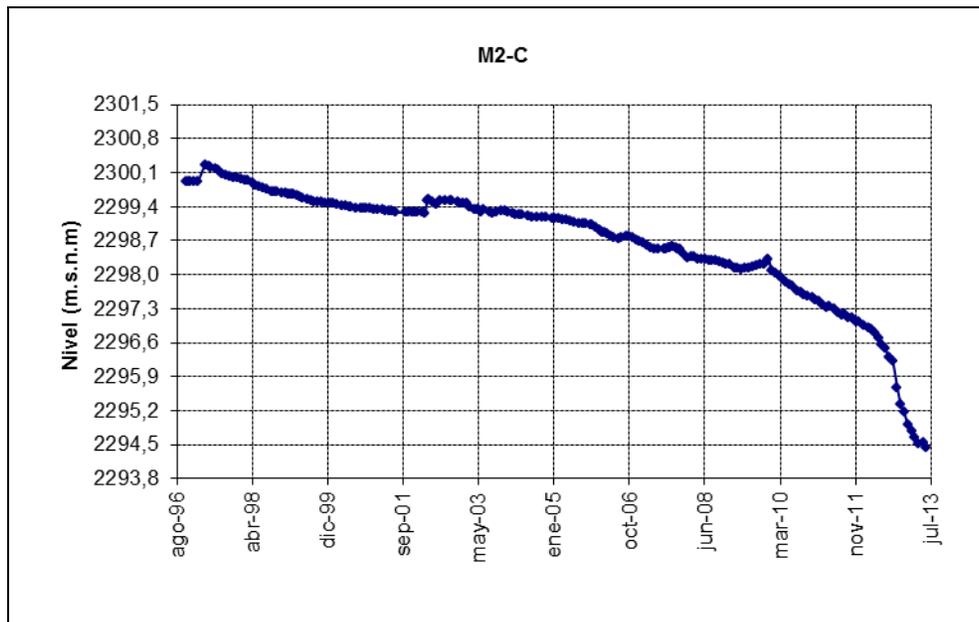


Figura 4-280: Nivel mensual observado en el pozo M2-C



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 4-281: Nivel mensual observado en el pozo M7

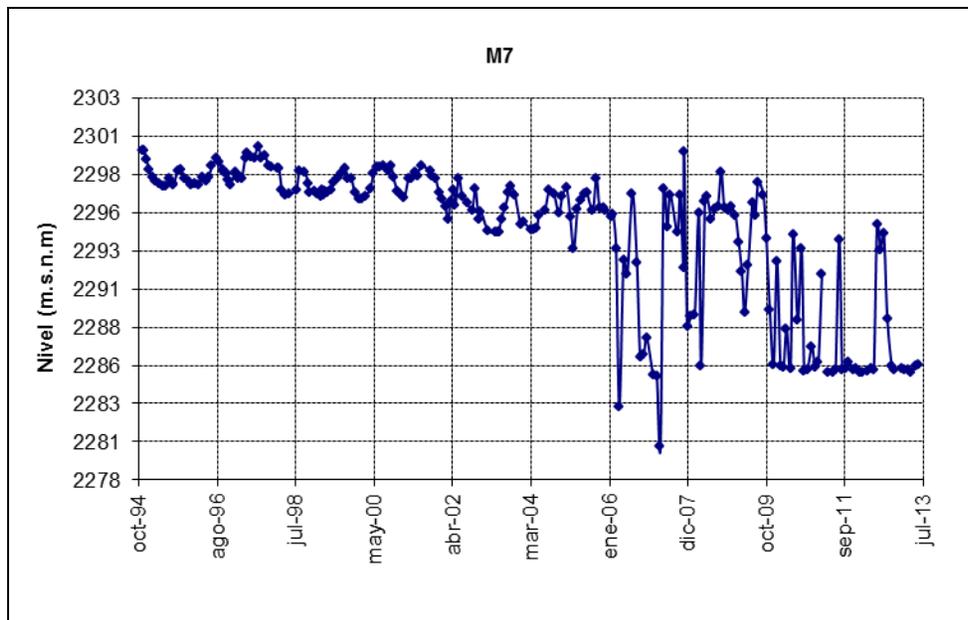


Figura 4-282: Nivel mensual observado en el pozo E-101

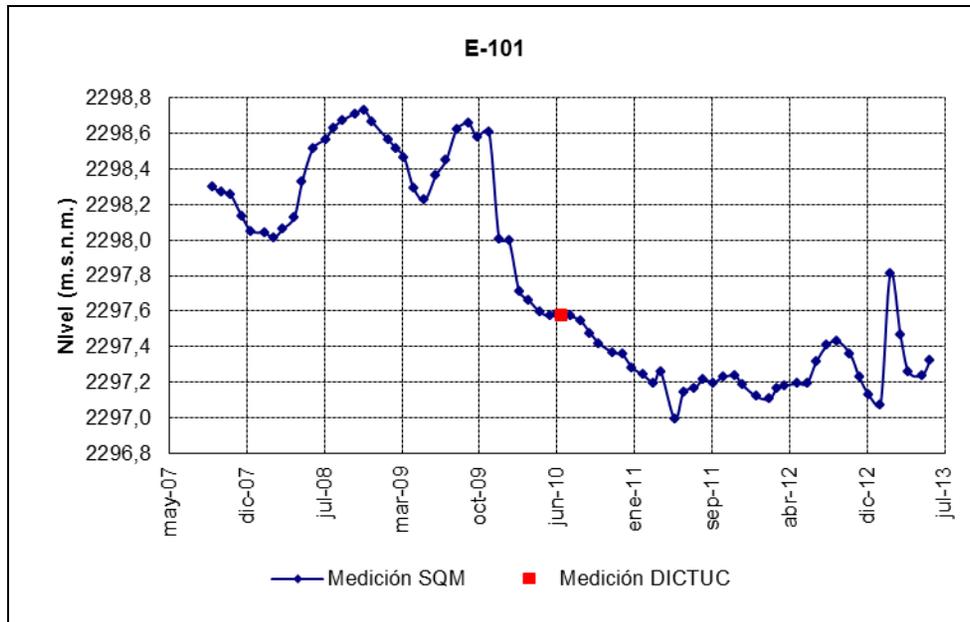


Figura 4-283: Nivel mensual observado en el pozo E-324

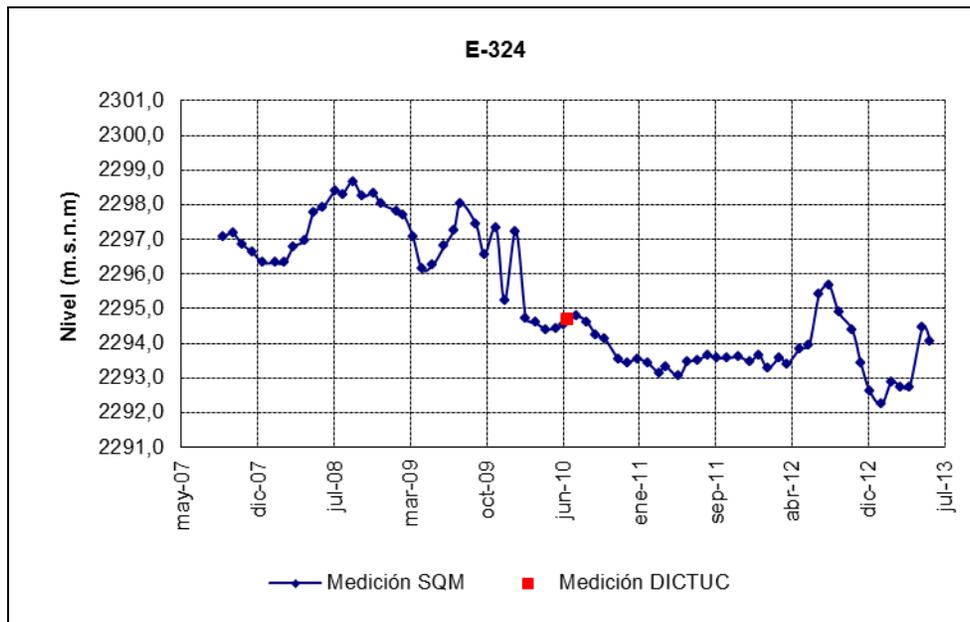


Figura 4-284: Nivel mensual observado en el pozo EIA-5

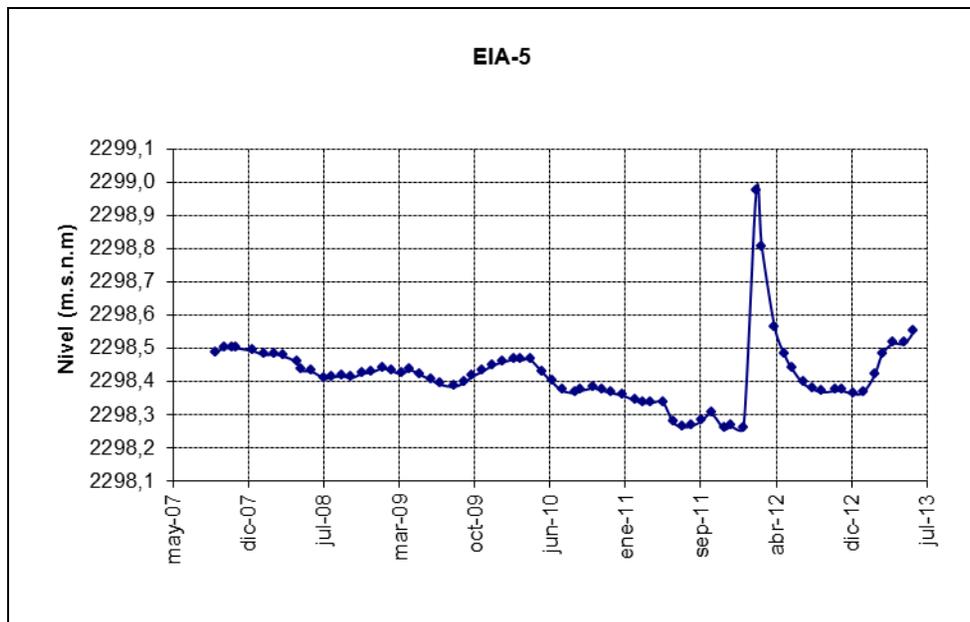


Figura 4-285: Nivel mensual observado en el pozo Sample 4

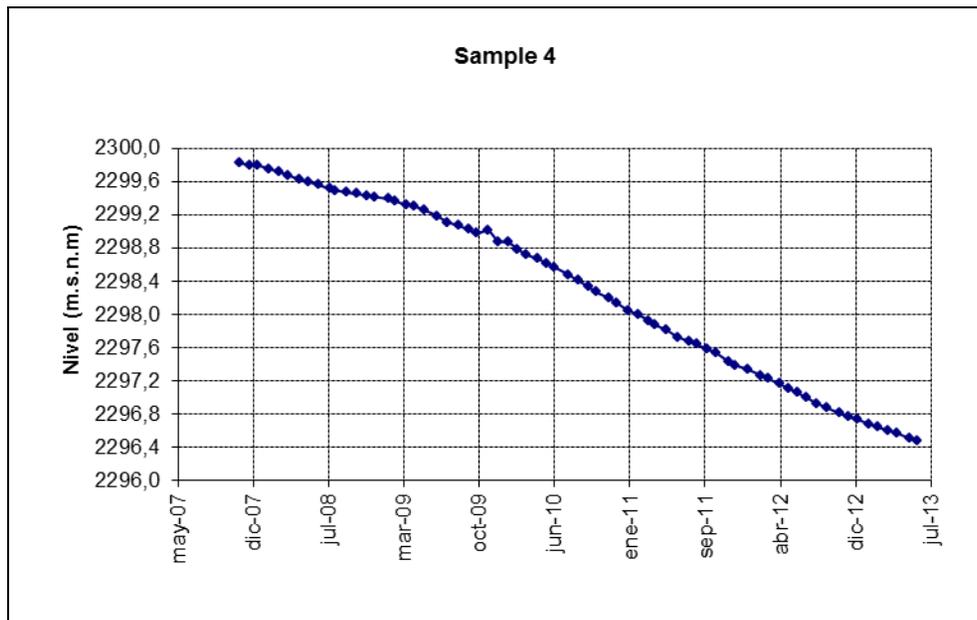


Figura 4-286: Nivel mensual observado en el pozo SOPE-6

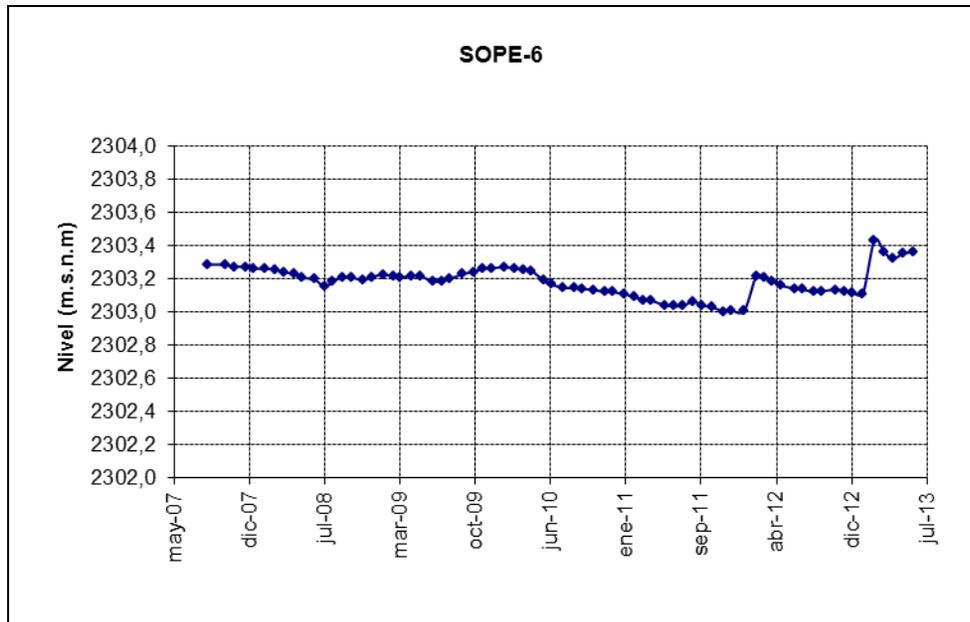


Figura 4-287: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-2

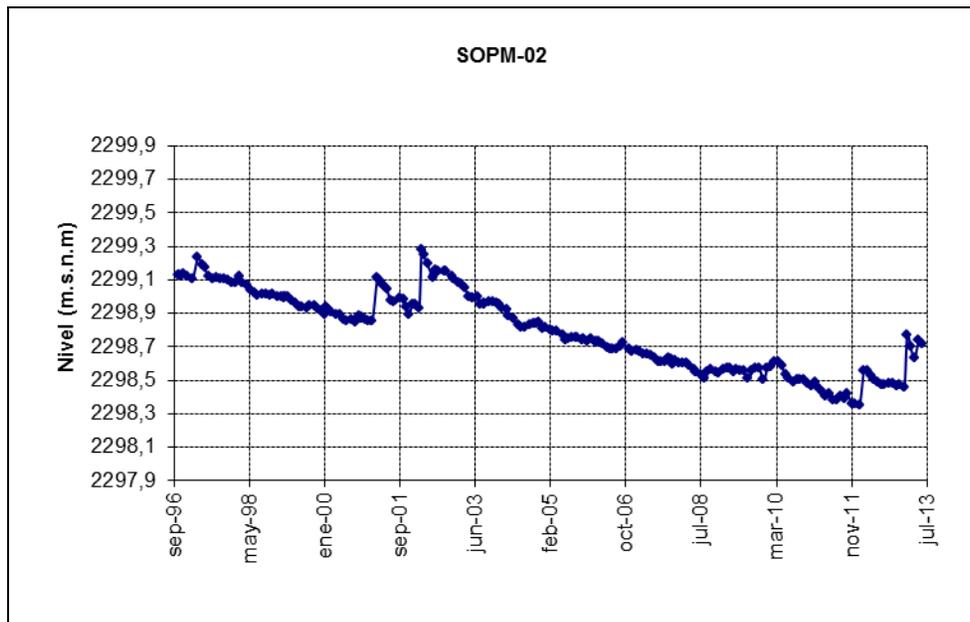


Figura 4-288: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-4

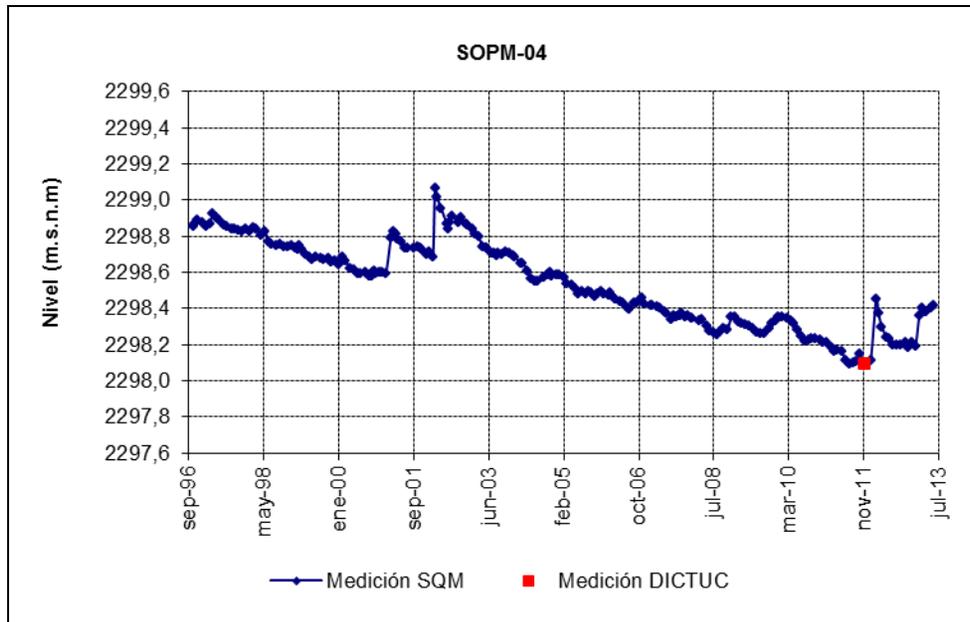


Figura 4-289: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-5

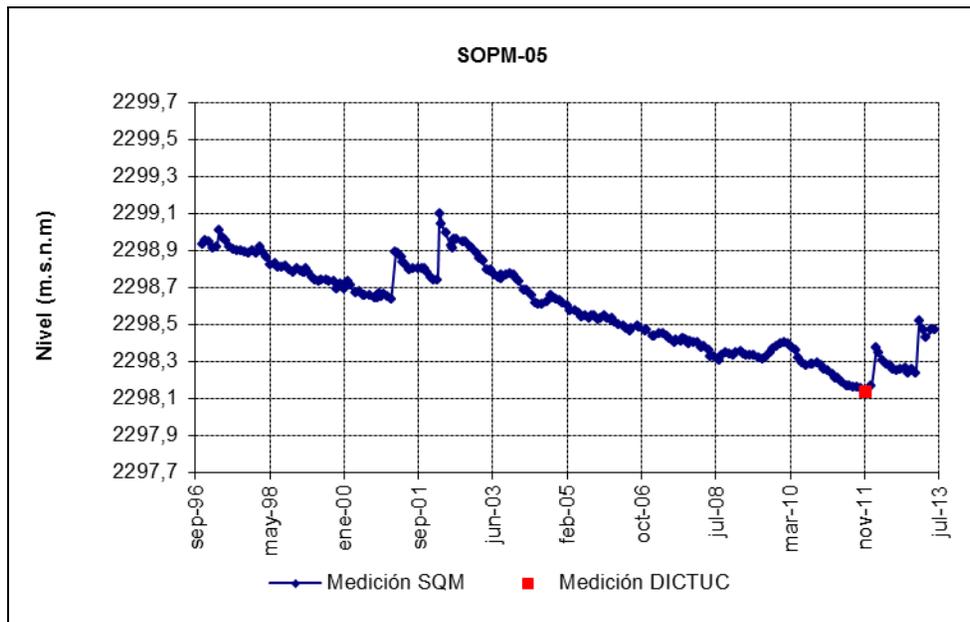


Figura 4-290: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-10

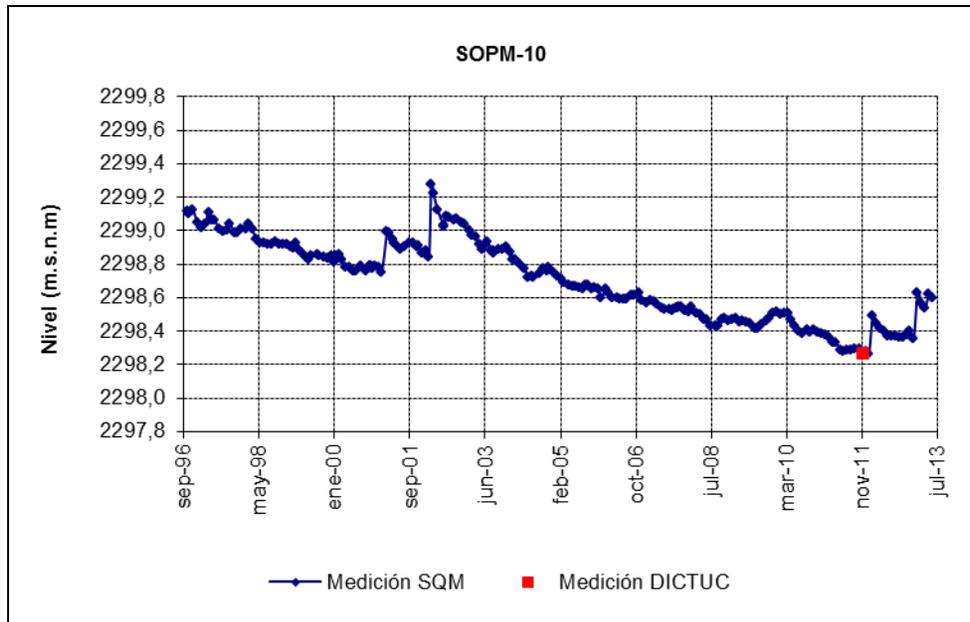


Figura 4-291: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-11

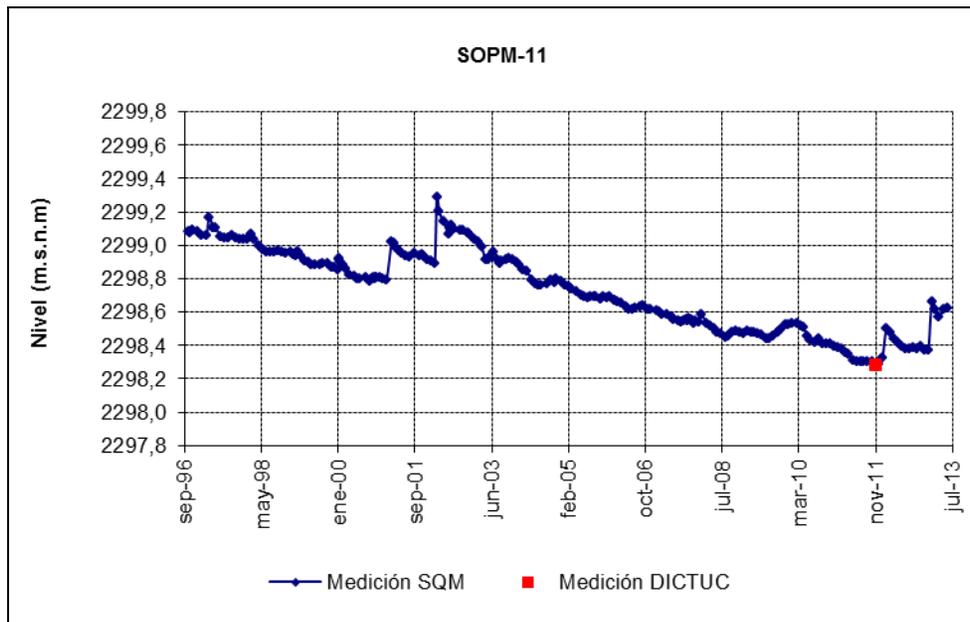


Figura 4-292: Nivel mensual observado en el pozo SOPM-12C

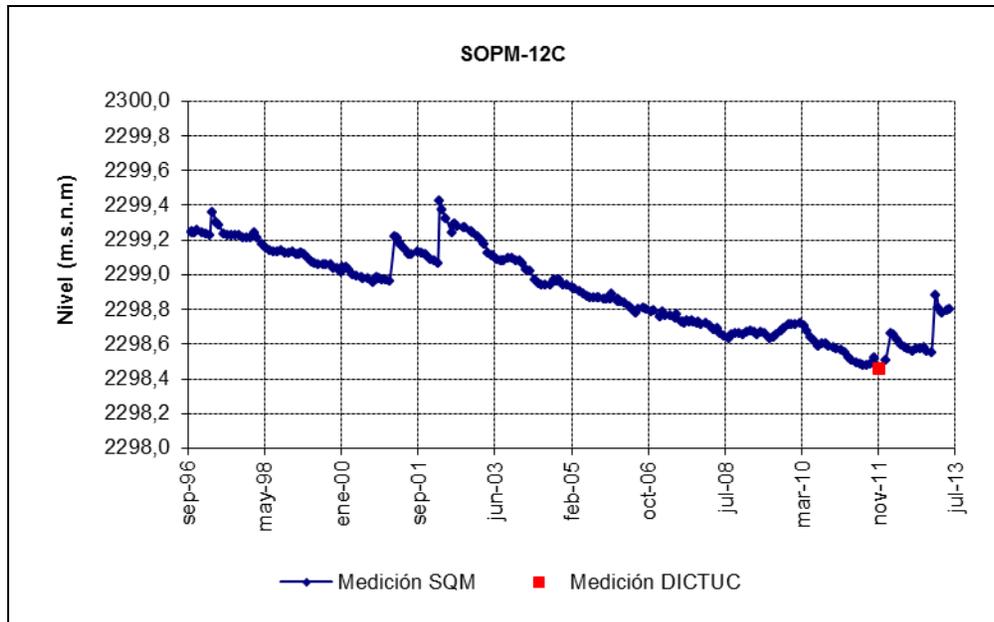
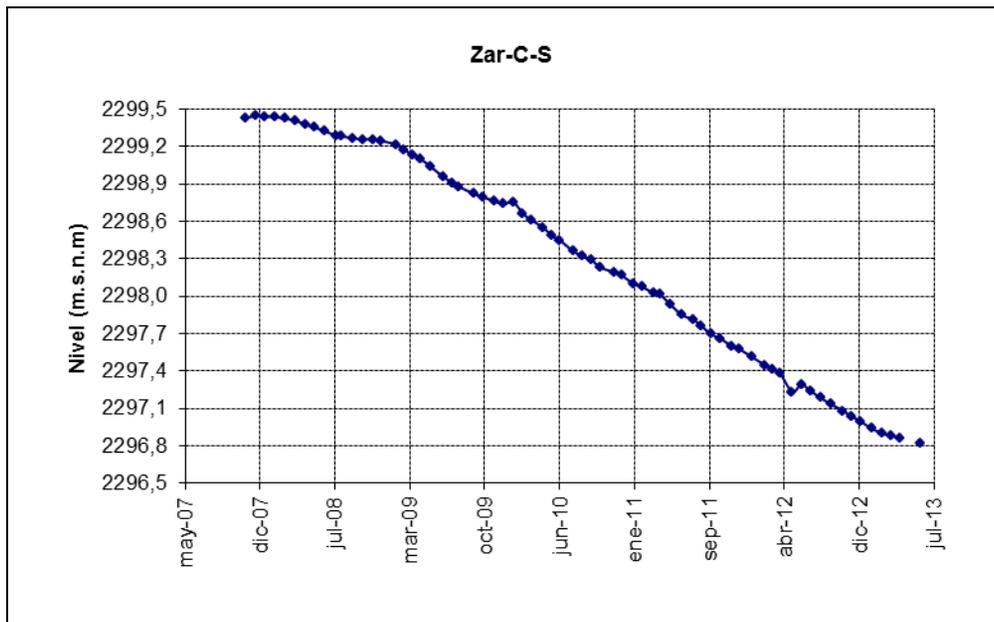


Figura 4-293: Nivel mensual observado en el pozo Zar-C-S



4.6.2 Meteorología

Entre la Figura 4-294 y la Figura 4-297 se presenta las variables registradas por la estación meteorológica Salar, que son parte del PSAH. Se puede observar que las últimas precipitaciones registradas son inferiores a los 6 mm. Las precipitaciones ocurridas durante el año 2011 se dieron los días 2 de febrero, 25 de febrero y 18 de junio, registrándose en este último día 3,8 mm de lluvia siendo la de mayor magnitud en 2011. Durante el primer semestre de 2012 ocurrieron lluvias los días 11 de febrero y 13 de abril con 4 y 1 mm de agua caída respectivamente. Se observa que las lluvia registrada en la estación Salar, son sistemáticamente menores en magnitud que la registrada en la estación Chaxa.

Se detectaron mediciones anómalas en la evaporación de la estación Salar, con valores sobre 24 mm/d en julio de 2008, los que se escapan de la variación histórica natural de esta variable meteorológica, por lo que se eliminaron del gráfico.

Figura 4-294: Precipitación diaria registrada en la estación Salar

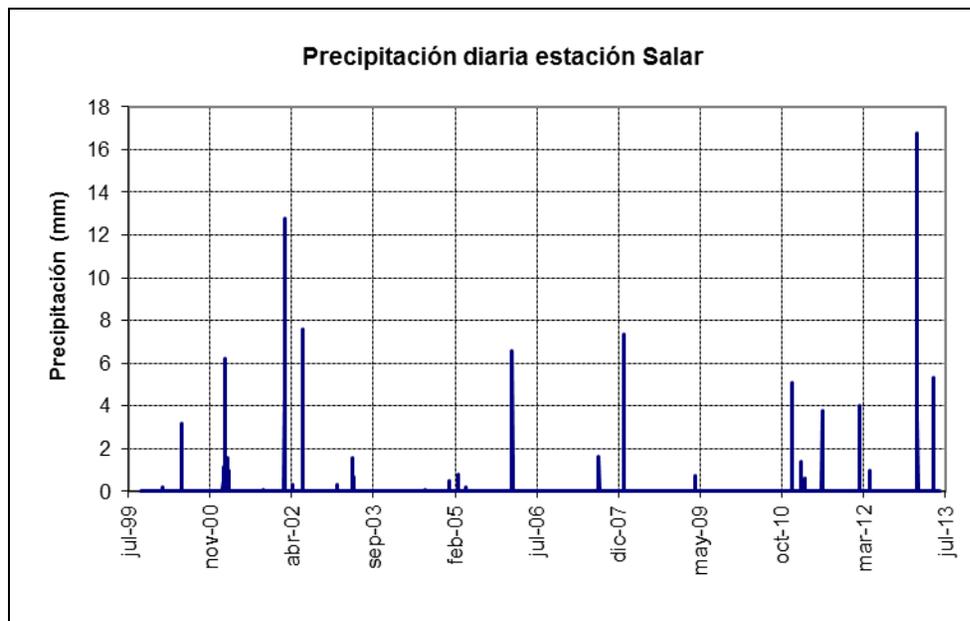


Figura 4-295: Evaporación diaria registrada en la estación Salar

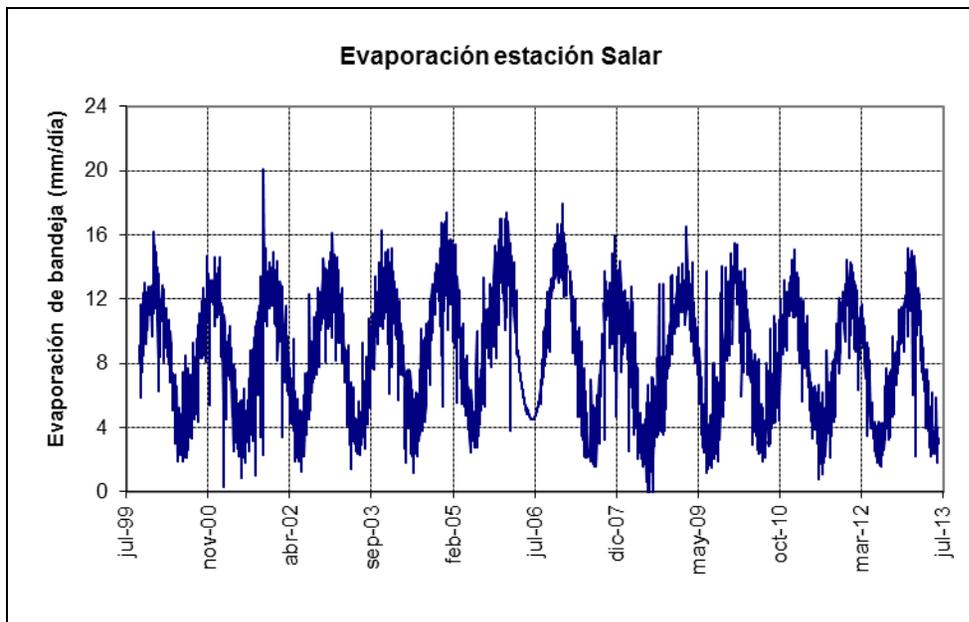


Figura 4-296: Velocidad del viento diaria registrada en la estación Salar

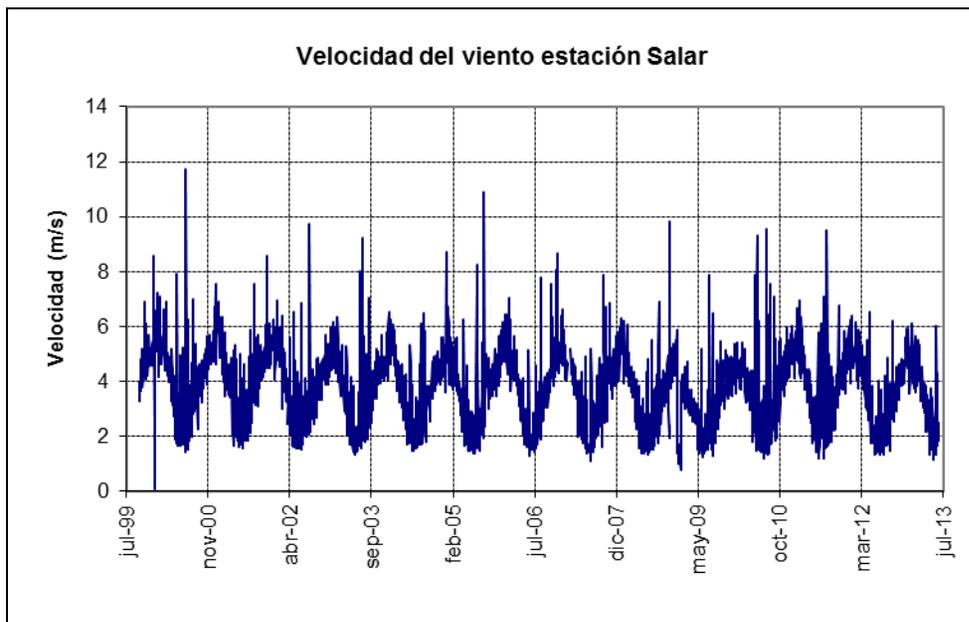
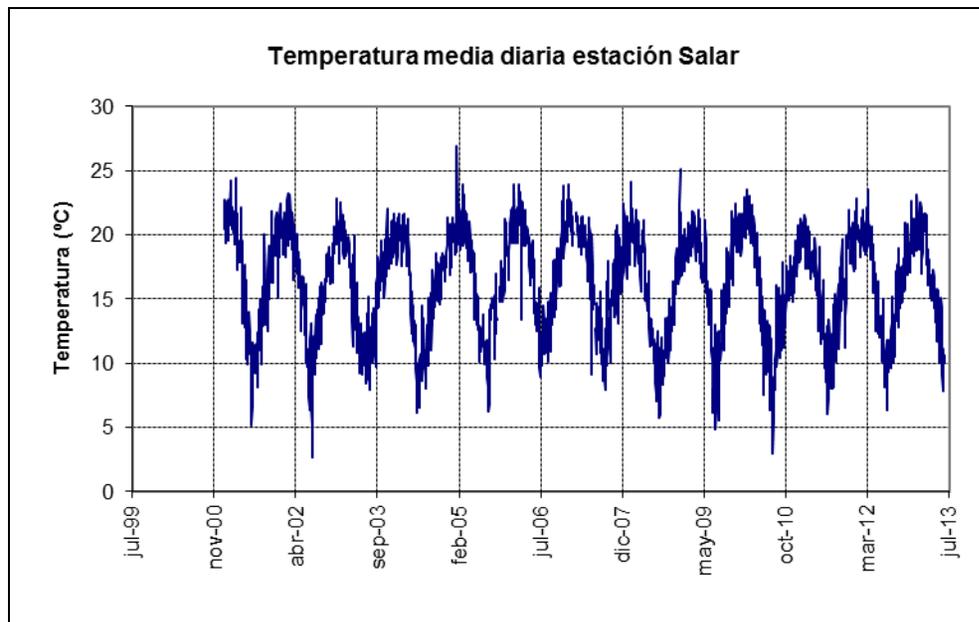


Figura 4-297: Temperatura media diaria registrada en la estación Salar



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 3 se adjuntan los informes de los análisis químicos de estos pozos. Los resultados se presentan desde la Figura 4-298 a la Figura 4-299.

Figura 4-298: Resultados de análisis físico-químico pozo SOPM-12c

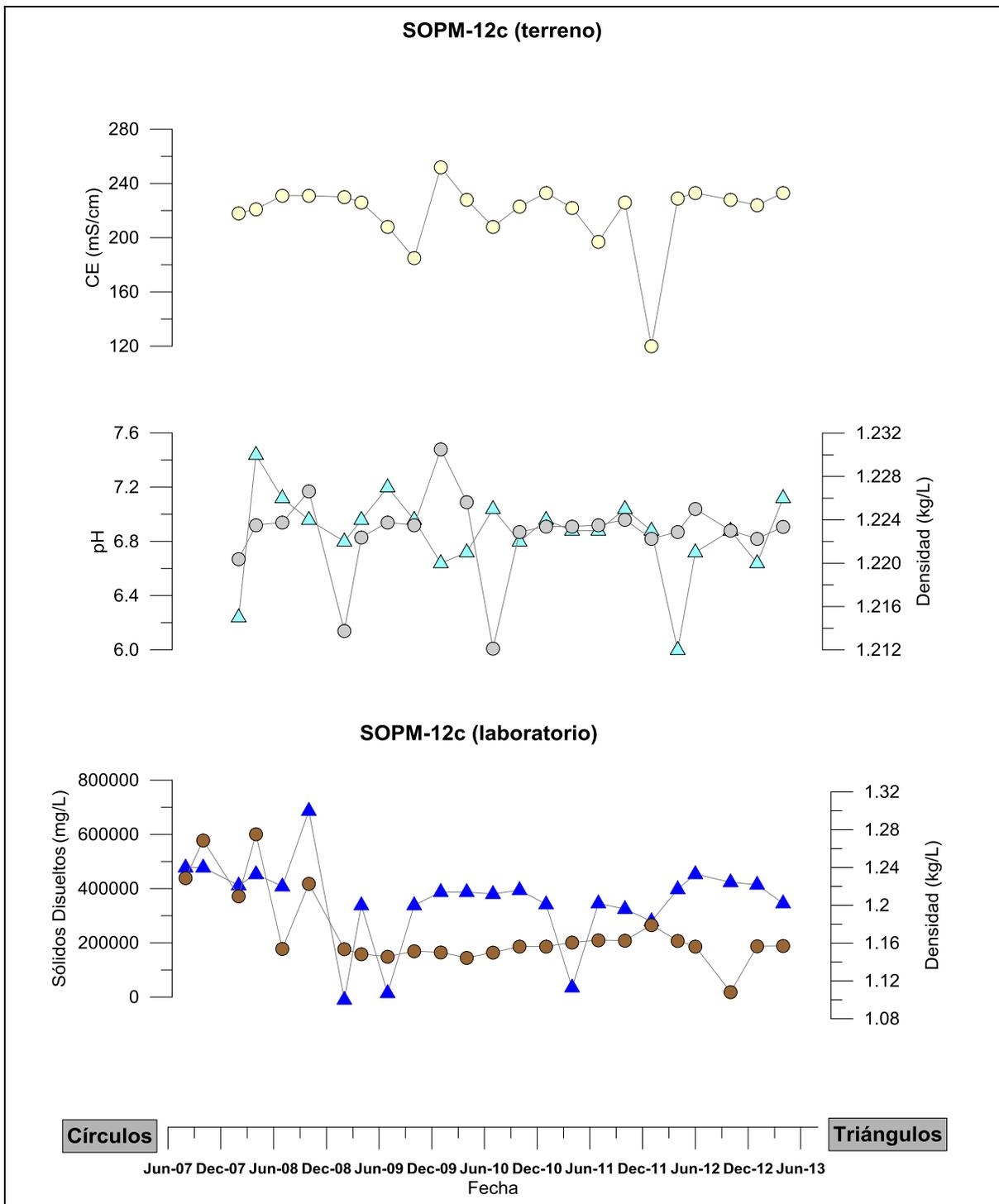
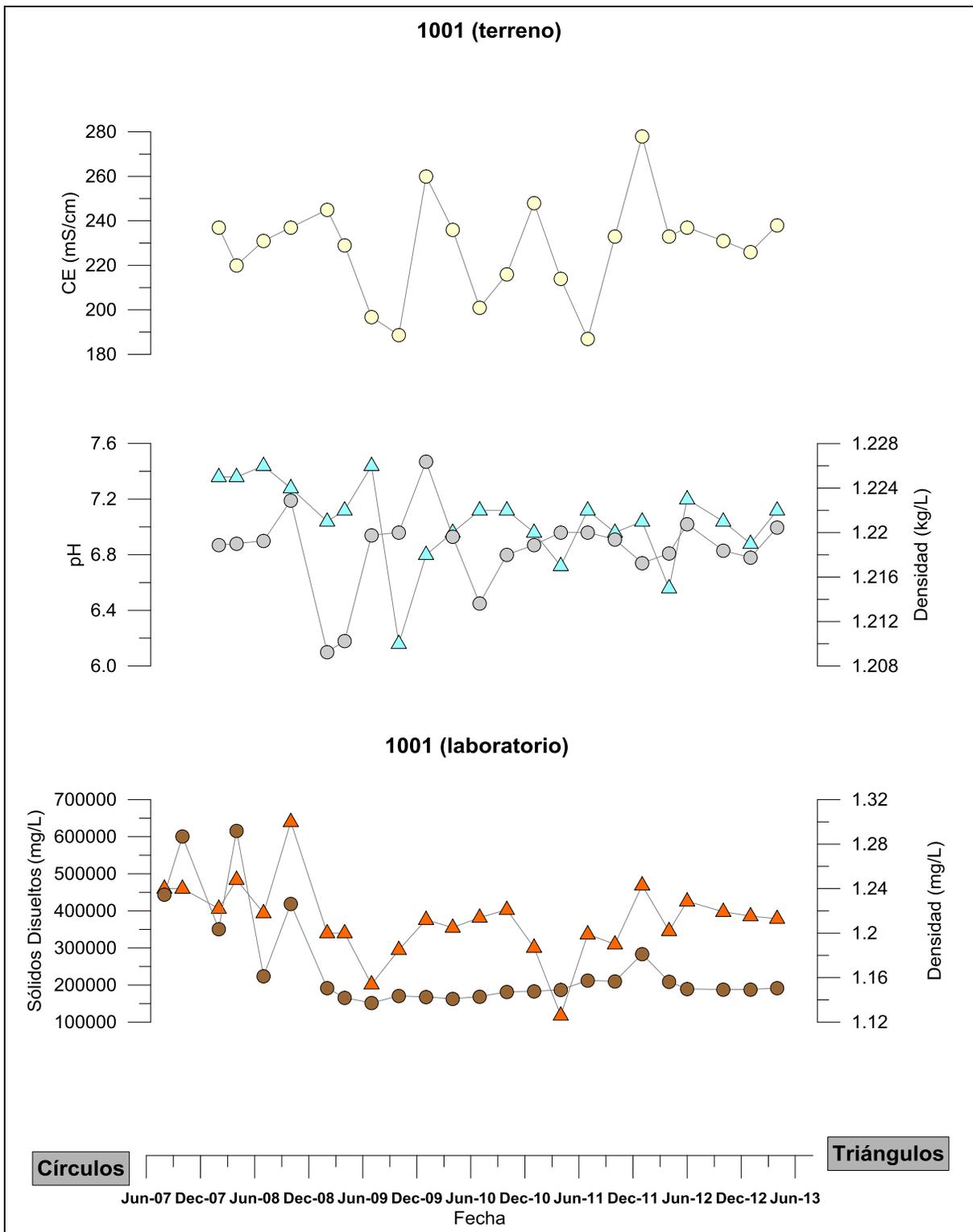


Figura 4-299: Resultados de análisis físico-químico pozo 1001



4.7 SISTEMA CUÑA SALINA

Los puntos de monitoreo del sistema 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 4-301 se aprecia la distribución geográfica de dichos puntos.

Los pozos que monitorean el sistema Cuña Salina son: L4-3, Cuña 1, Cuña 2, Cuña 3, Cuña 4, Cuña 5, Cuña 6, Cuña 7 y L10-1, los que se muestran en la Tabla 4-10, donde se muestra su profundidad y número de página del gráfico con registro de nivel. 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, y su gráfico puede ser consultado en la sección 4.3.1. Los pozos clasificados como cuña están emplazados íntegramente en la zona marginal.

Tabla 4-10: Puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina

Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Profundidad (m)	Página
Cuña 1	Zona marginal	Pozo cuña	22	253 y 255
Cuña 2	Zona marginal	Pozo cuña	24	254 y 255
Cuña 3	Zona marginal	Pozo cuña	140	254 y 255
Cuña 4	Zona marginal	Pozo cuña	95	255y 257
Cuña 5	Zona marginal	Pozo cuña	38	256 y 257
L4-3	Zona marginal	Pozo cuña	95	256 y 257
Cuña 6	Zona marginal	Pozo cuña	122	257 y 259
Cuña 7	Zona marginal	Pozo cuña	42	258y 259
L10-1	Zona marginal	Pozo cuña	162	183 y 259

El sistema 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 (2001²¹) 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 4-11). 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 4-12). Los valores utilizados se presentan además expresados en unidades de conductividad eléctrica en la Tabla 4-12, en base a la relación empírica de la Figura 4-300.

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

²¹ 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 4-300.

Figura 4-300: Relación empírica entre la CE del agua subterránea y la concentración de SDT para el salar de Atacama (línea negra: regresión lineal; línea roja: IC +/- 75%)

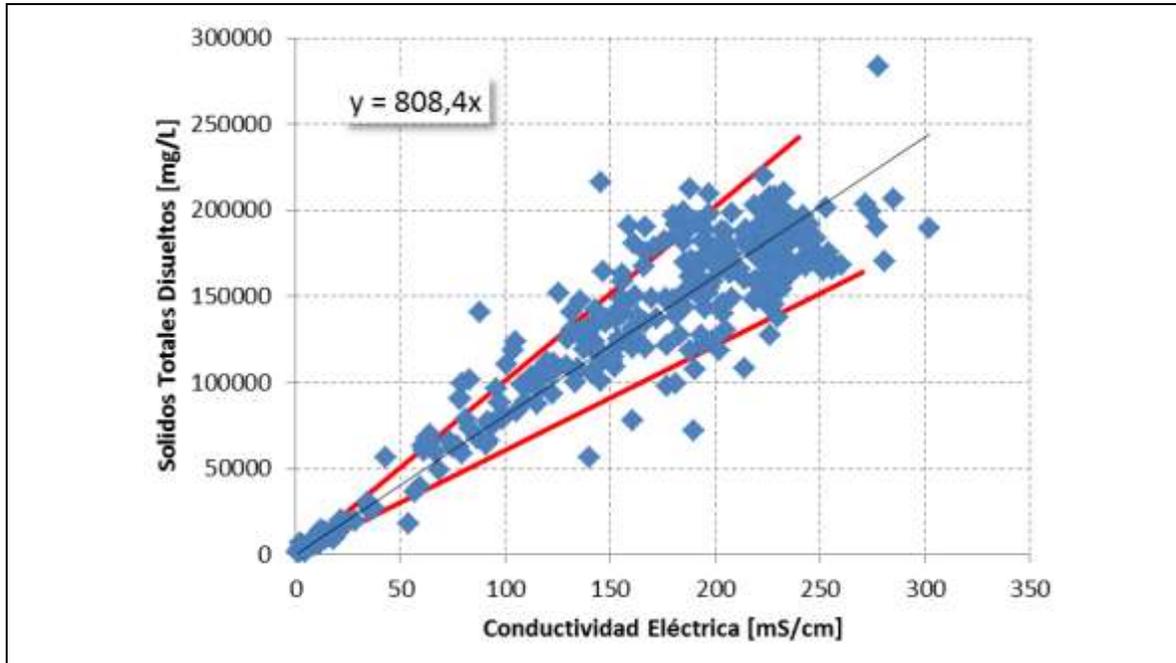


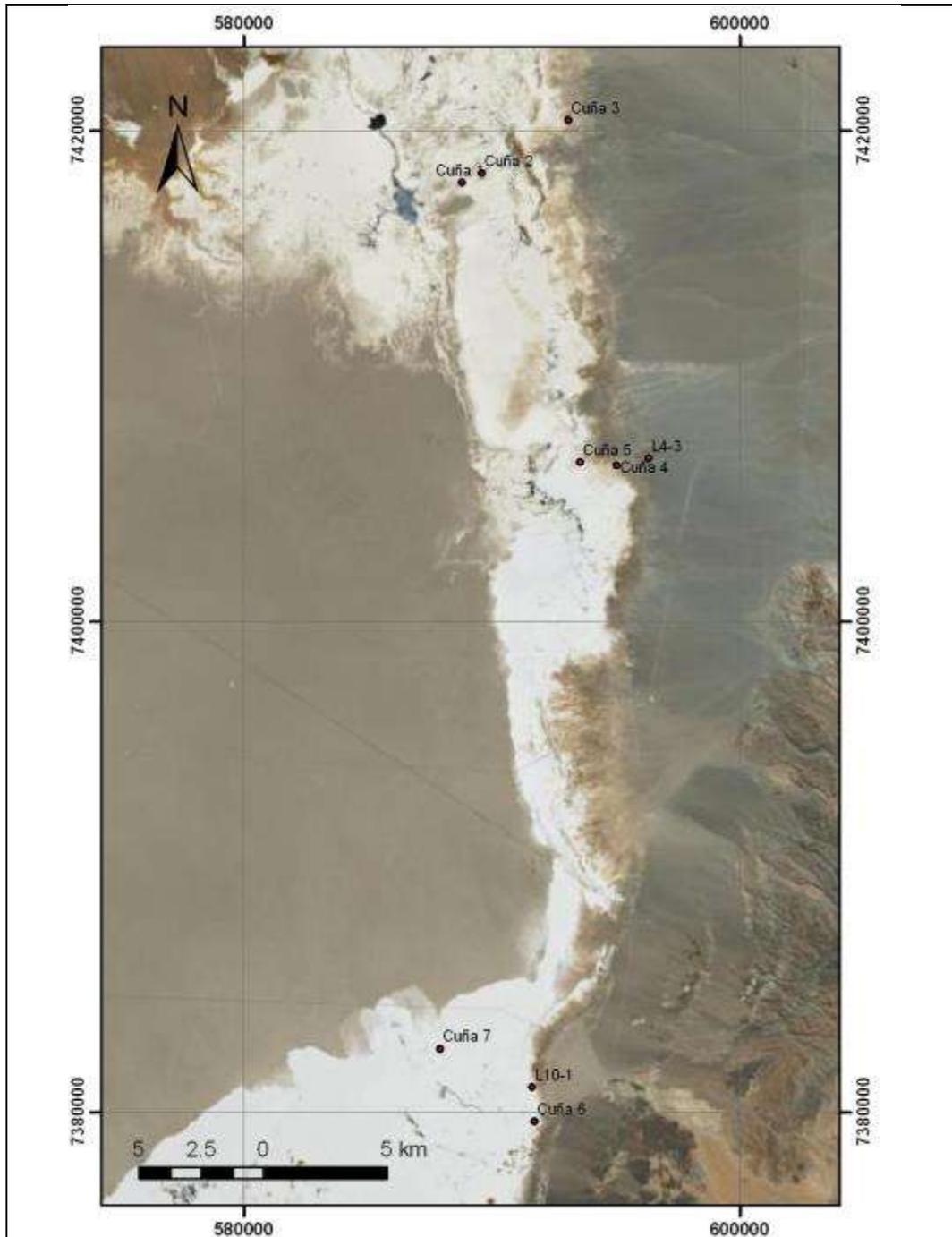
Tabla 4-11: Criterios de clasificación de agua de acuerdo a salinidad en unidad de SDT

Fetter		Fetter Modificado	
Categoría	Rango SDT [mg/L]	Categoría	Rango SDT [mg/L]
Agua fresca	0-1.000	Agua fresca	0-3.000
Aguas salobres	1.000-10.000	Zona de transición	3.000-100.000
Aguas saladas	10.000-100.000		
Salmuera	>100.000	Salmuera	>100.000

Tabla 4-12: Criterios de clasificación de agua de acuerdo a salinidad en unidad de CE

Categoría	Rango [mS/cm]
Agua fresca	0 – 3,7
Zona de transición	3,7 – 123,7
Salmuera	> 123,7

Figura 4-301. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina.



SQM Salar realizó mediciones del perfil de conductividad y temperatura en todos los pozos listados en la Tabla 4-10. Estos perfiles se presentan en la Figura 4-305, Figura 4-309 y Figura 4-312.

Los registros de nivel de los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 se muestran en la Figura 4-302, Figura 4-303 y Figura 4-304, respectivamente. Durante febrero de 2012 no se pudo monitorear los dos primeros pozos ya que los caminos se encontraban cortados por las lluvias ocurridas durante ese mes. Las precipitaciones registradas generaron un aumento en los niveles de estos pozos.

Los perfiles de conductividad de los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 se presentan en la Figura 4-305. Los pozos Cuña 1 y Cuña 2 están emplazados directamente en la cuña salina, registrando valores mayores al límite de la categoría definido en 123,7 mS/cm, mientras que el pozo Cuña 3 atraviesa la denominada zona de transición en sus primeros 126 metros (conductividades entre 6,9 y 121,9 mS/cm), para luego internarse en la zona de salmuera por los 14 metros restantes.

En general, el nivel de la napa medido en los pozos utilizados para realizar el seguimiento del sistema Cuña Salina presenta un comportamiento estable, con algún comportamiento estacional dependiendo de la profundidad de la napa, durante marzo de 2012 se observa el efecto de las precipitaciones en el aumento de los niveles. La excepción son los pozos Cuña 3 y Cuña 4 cuyos niveles se ven influenciados por la toma de muestras para análisis químico (nótese que estos 2 pozos presentan un comportamiento artesiano).

Adicionalmente, dentro del periodo correspondiente al presente informe, Geohidrología realizó mediciones durante mayo de 2013 en el pozo Cuña 6.

Figura 4-302: Nivel mensual observado en el pozo Cuña 1

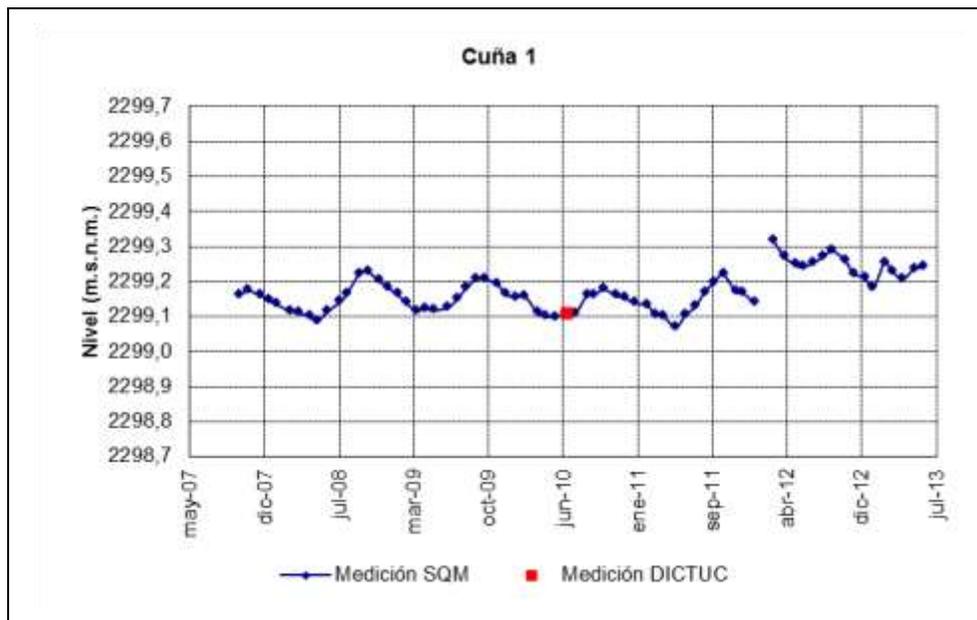


Figura 4-303: Nivel mensual observado en el pozo Cuña 2

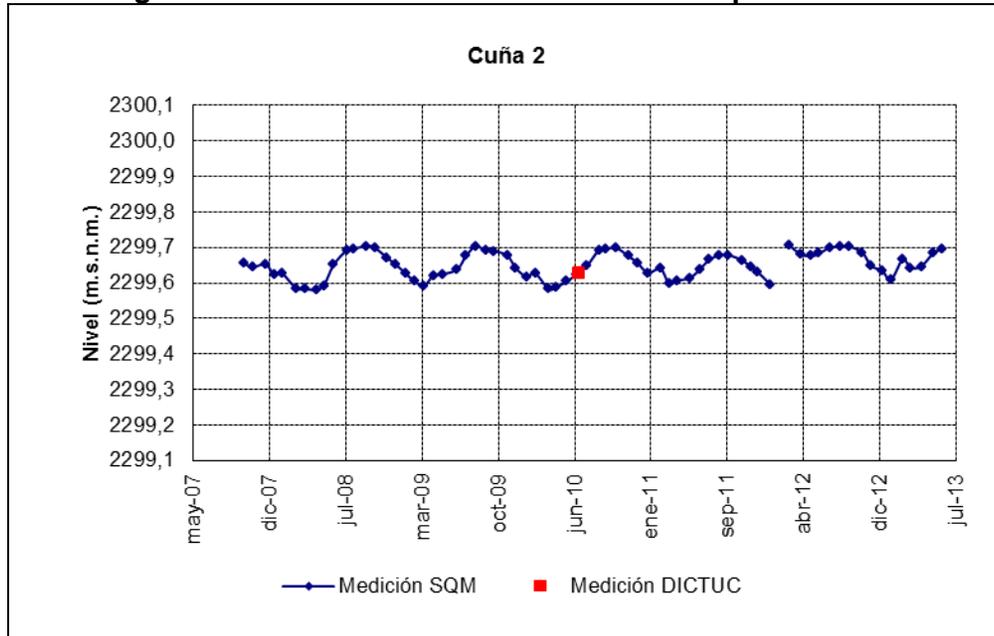


Figura 4-304: Nivel mensual observado en el pozo Cuña 3

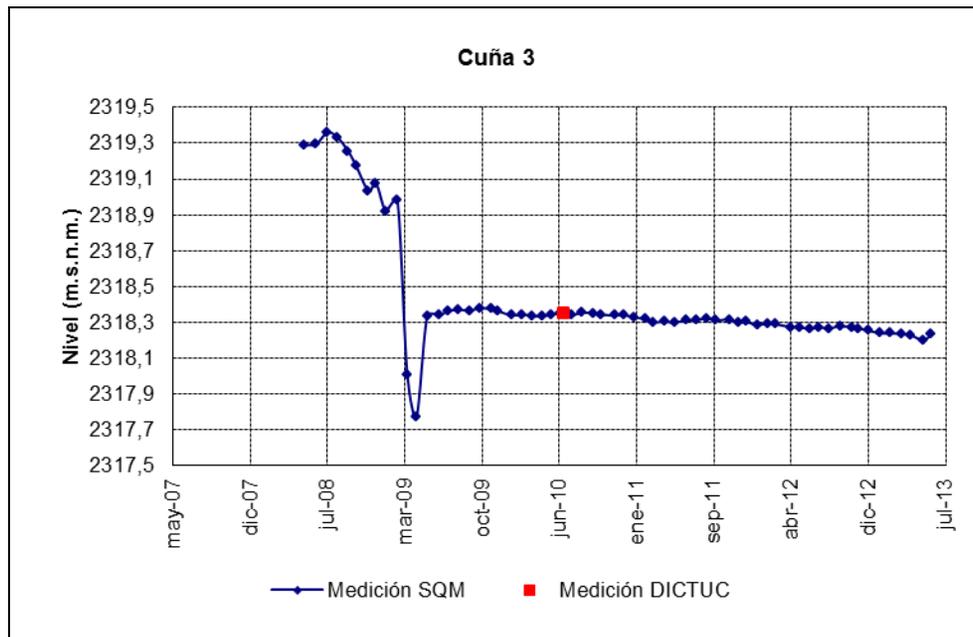


Figura 4-305: Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina en los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 a junio de 2013

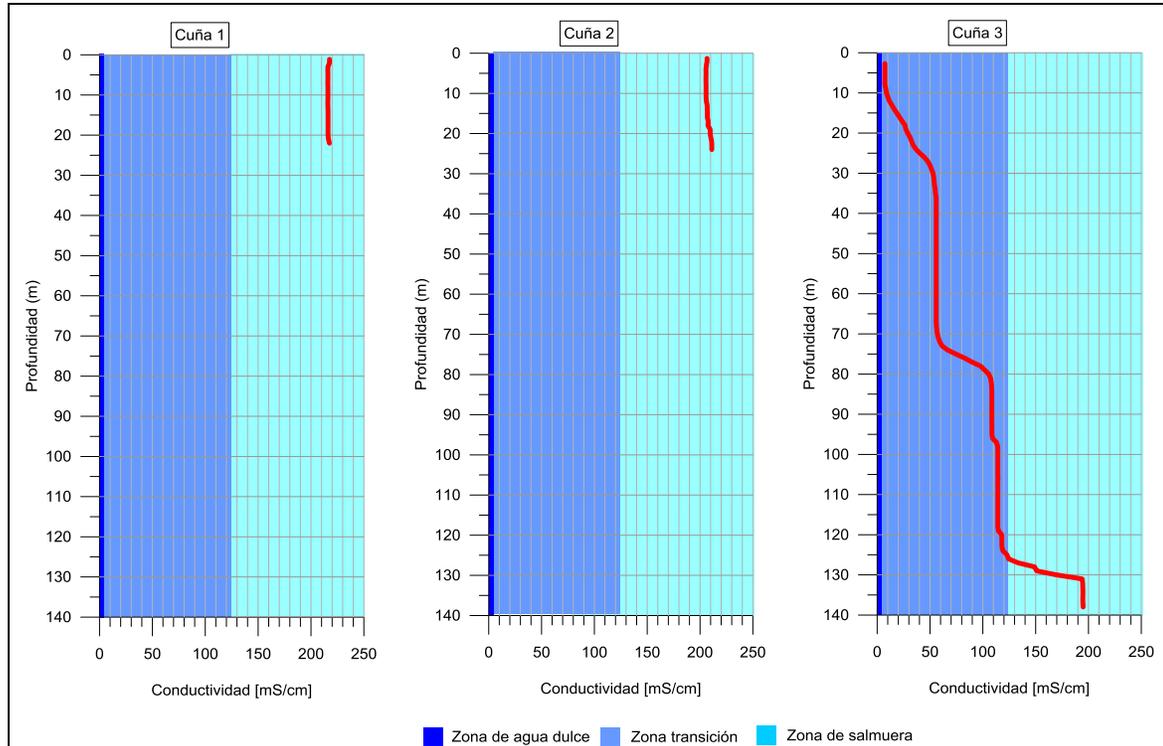


Figura 4-306: Nivel mensual observado en el pozo Cuña 4 (surgente)

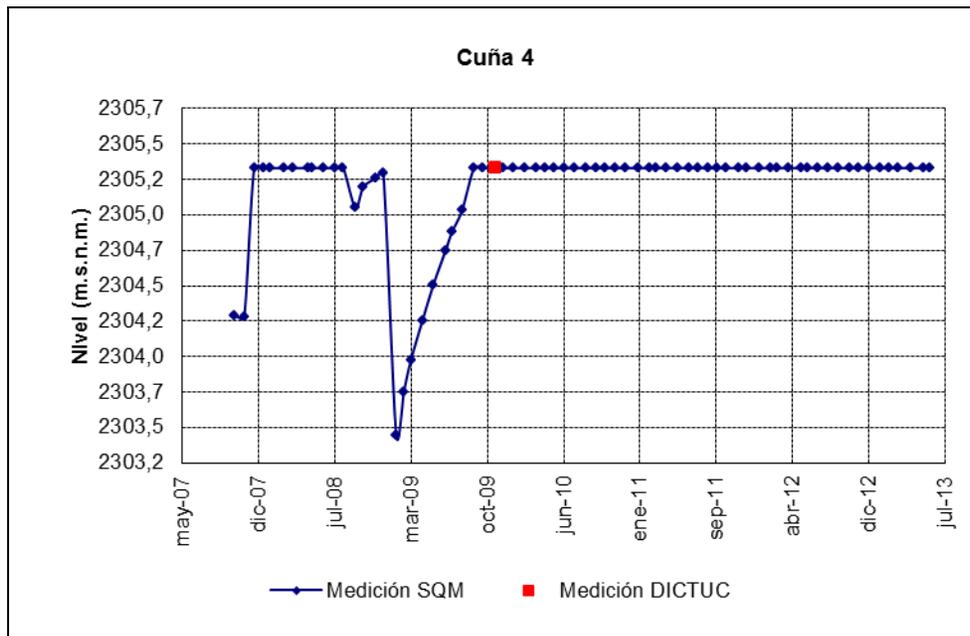


Figura 4-307: Nivel mensual observado en el pozo Cuña 5

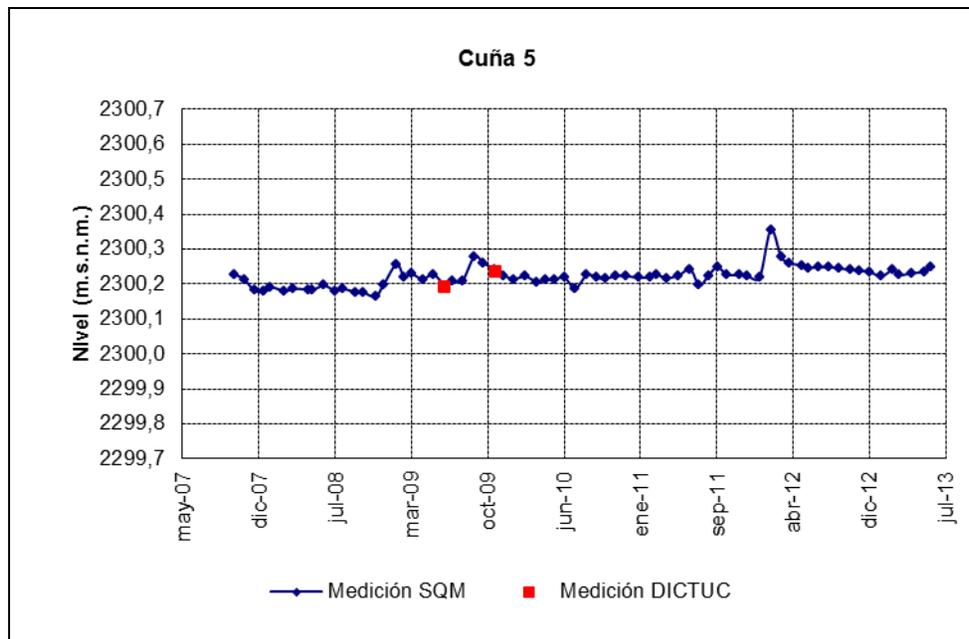
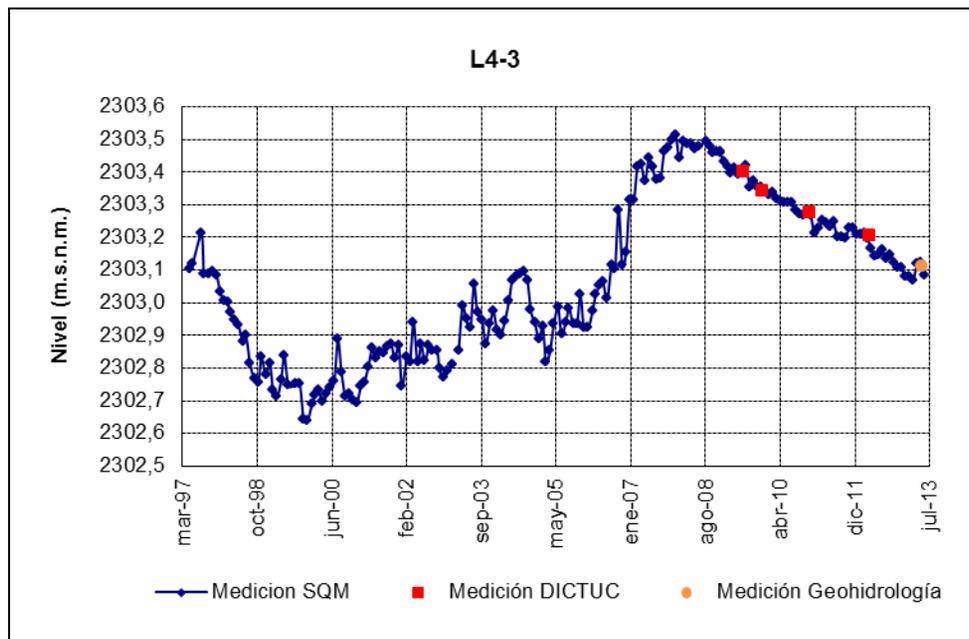


Figura 4-308: Nivel mensual observado en el pozo L4-3



La Figura 4-309 presenta los perfiles de conductividad eléctrica para los pozos Cuña 4, Cuña 5 y L4-3. Se aprecia que el pozo Cuña 4 y Cuña 5 se ubican totalmente dentro de la zona de salmuera y el pozo L4-3 inicialmente se encuentra en la zona de transición (hasta los 40 m de profundidad aprox.) para luego ubicarse dentro de la zona de salmuera.

Figura 4-309. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 5, Cuña 4 y L4-3 a junio de 2013

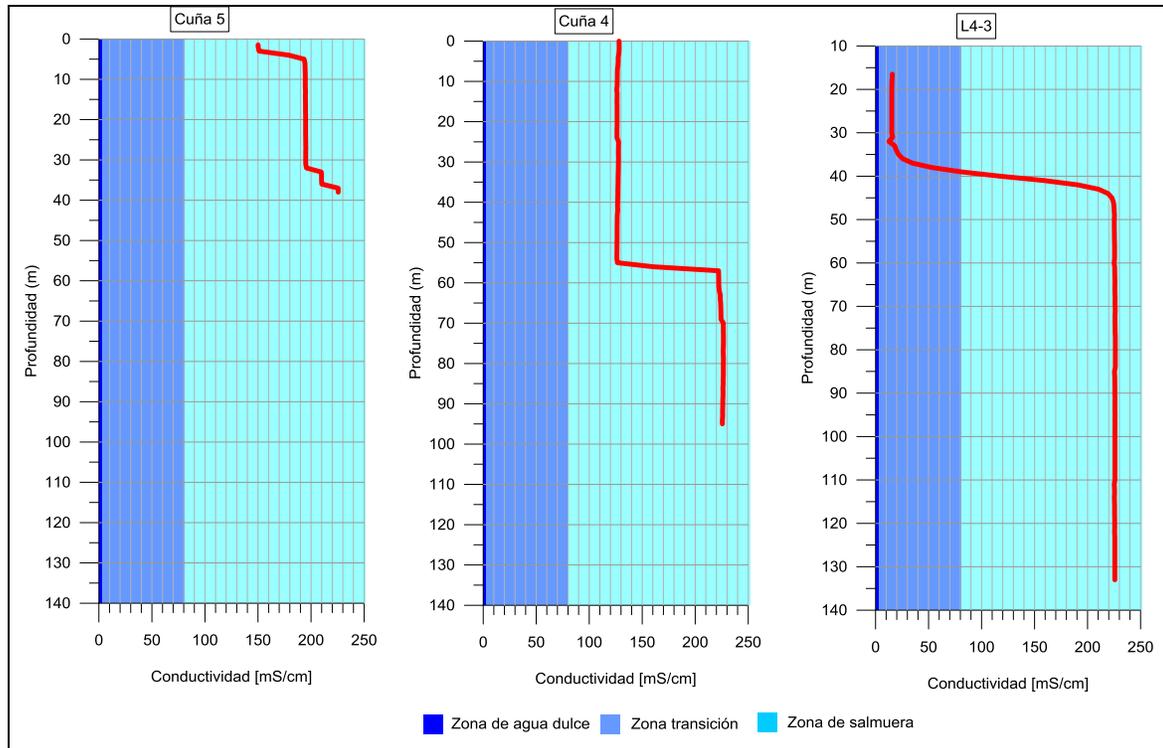


Figura 4-310. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 6

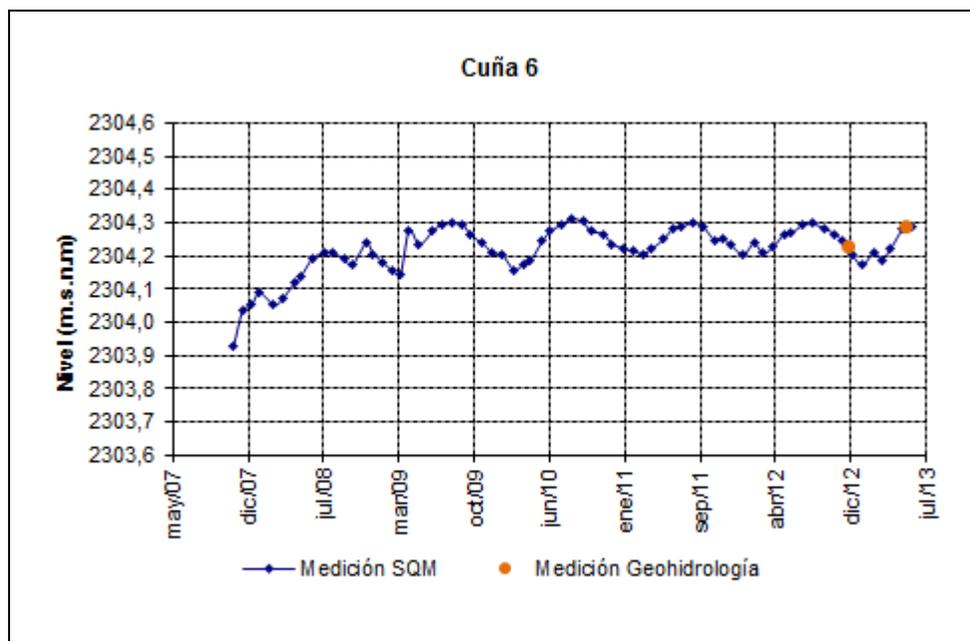
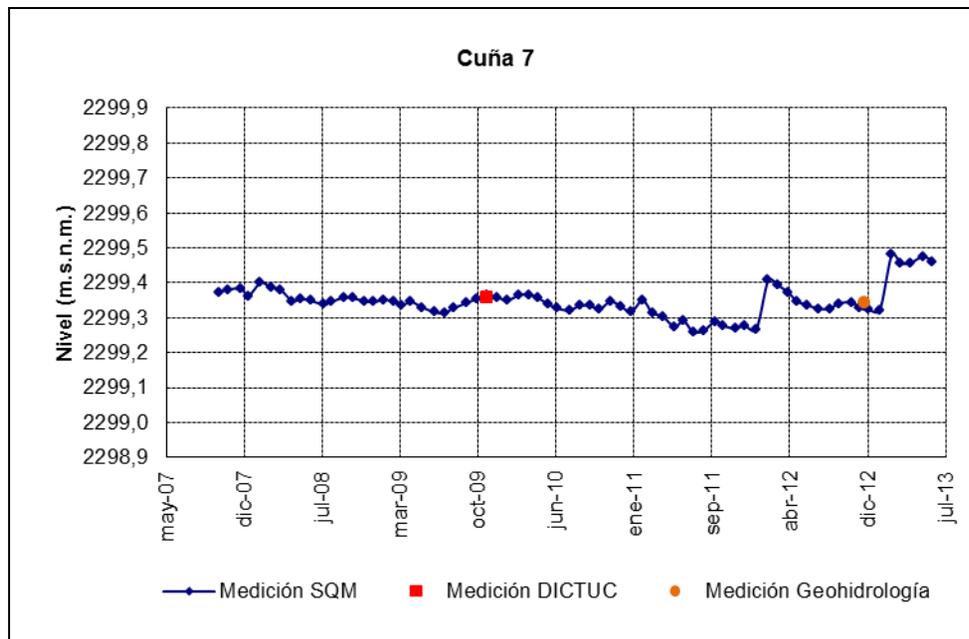


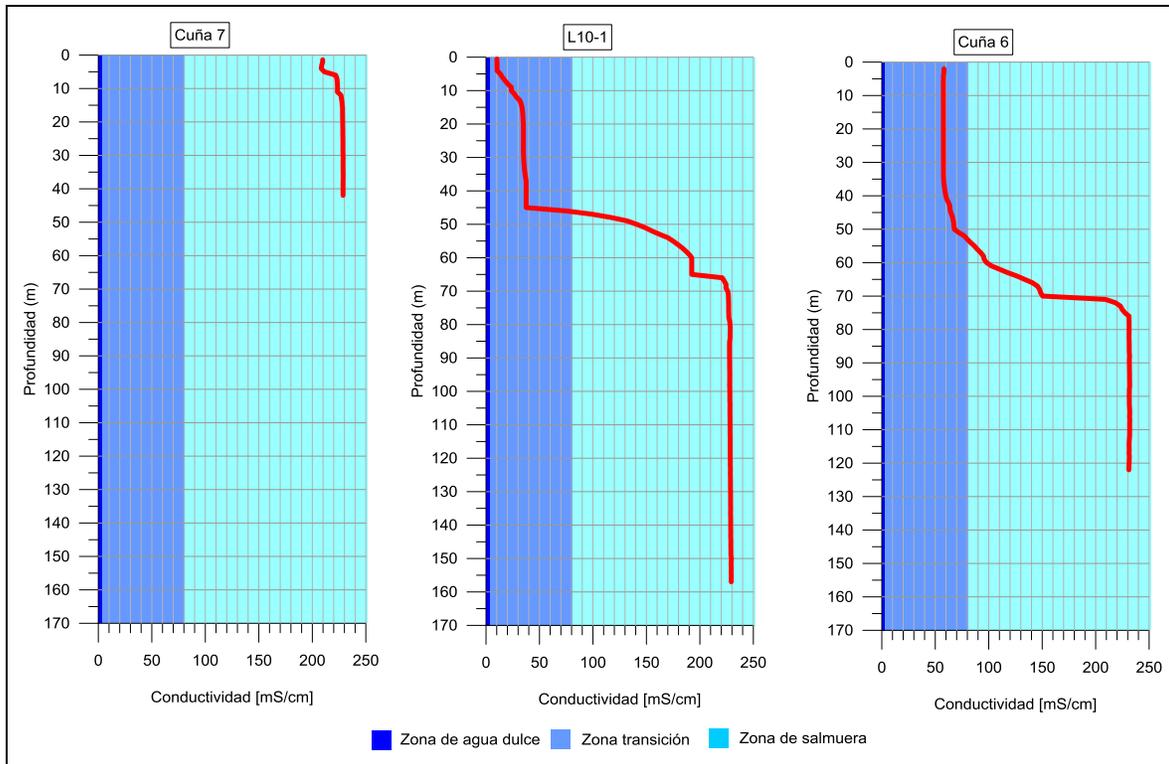
Figura 4-311: Nivel mensual observado en el pozo Cuña 7



La Figura 4-312 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 hasta los 48 metros, luego de lo cual se supera el umbral de 123,7 mS/cm que define la zona de salmuera por los 109 metros restantes.

En el pozo Cuña 6 la zona de transición se extiende hasta los 63 metros, mientras que en profundidades mayores se detectó la zona de salmuera.

Figura 4-312. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 7, L10-1 y Cuña 6 a junio de 2013



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: Solución altamente concentrada en sales, puede estar presente de manera superficial o subterránea con concentraciones de sólidos totales disueltos mayores a 100.000 mg/L. o análogamente de acuerdo a lo definido en este informe para el Salar de Atacama, con conductividades mayores a 142,9 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 2,2 y 142,9 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 Hidrogeológico.

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

ANEXOS

ANEXO 1: NIVELES DE LOS POZOS DEL PLAN DE CONTINGENCIA (M.S.N.M.)

Sistema Soncor

Pozo L7-4 (Cota Fase I: 2.301,35; Cota Fase II: 2.301,33)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
04-ago-2007	2301,43
11-ago-2007	2301,43
18-ago-2007	2301,45
26-ago-2007	2301,45
08-sep-2007	2301,44
22-sep-2007	2301,44
07-oct-2007	2301,45
04-nov-2007	2301,44
16-dic-2007	2301,43
17-ene-2008	2301,42
16-feb-2008	2301,41
15-mar-2008	2301,40
23-abr-2008	2301,40
21-may-2008	2301,41
17-jun-2008	2301,42
18-jul-2008	2301,44
14-ago-2008	2301,45
19-sep-2008	2301,45
15-oct-2008	2301,45
21-nov-2008	2301,45
22-dic-2008	2301,44
17-ene-2009	2301,43
15-feb-2009	2301,42
13-mar-2009	2301,41
12-abr-2009	2301,40

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
14-may-2009	2301,41
19-jun-2009	2301,42
18-jul-2009	2301,43
15-ago-2009	2301,44
20-sep-2009	2301,45
15-oct-2009	2301,45
21-nov-2009	2301,44
20-dic-2009	2301,43
16-ene-2010	2301,42
21-feb-2010	2301,43
21-mar-2010	2301,42
17-abr-2010	2301,41
20-may-2010	2301,40
15-jun-2010	2301,42
18-jul-2010	2301,43
21-ago-2010	2301,43
23-sep-2010	2301,45
22-oct-2010	2301,45
19-nov-2010	2301,45
18-dic-2010	2301,44
21-ene-2011	2301,43
19-feb-2011	2301,43
19-mar-2011	2301,41
17-abr-2011	2301,40
24-may-2011	2301,41

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
15-jun-2011	2301,42
15-jul-2011	2301,44
16-ago-2011	2301,45
17-sep-2011	2301,45
25-oct-2011	2301,45
20-nov-2011	2301,44
20-dic-2011	2301,43
20-ene-2012	2301,41
25-feb-2012	2301,44
17-mar-2012	2301,42
20-abr-2012	2301,42
21-may-2012	2301,42
15-jun-2012	2301,42
16-jul-2012	2301,44
14-ago-2012	2301,45
13-sep-2012	2301,45
23-oct-2012	2301,45
17-nov-2012	2301,44
13-dic-2012	2301,43
16-ene-2013	2301,41
15-feb-2013	2301,43
25-mar-2013	2301,41
22-abr-2013	2301,41
19-may-2013	2301,42
17-jun-2013	2301,42

Pozo L1-4 (Cota Fase I: 2.298,89; Cota Fase II: 2.298,81)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2007	2298,92
20-sep-2007	2298,94
20-oct-2007	2298,95
20-nov-2007	2298,93
20-dic-2007	2298,92
20-ene-2008	2298,90
20-feb-2008	2298,90
20-mar-2008	2298,89
20-abr-2008	2298,89
20-may-2008	2298,91
20-jun-2008	2298,92
20-jul-2008	2298,94
20-ago-2008	2298,96
20-sep-2008	2298,98
20-oct-2008	2298,99
20-nov-2008	2298,98
20-dic-2008	2298,96
20-ene-2009	2298,97
20-feb-2009	2298,93
20-mar-2009	2298,93
20-abr-2009	2298,94
20-may-2009	2298,97
20-jun-2009	2298,97
20-jul-2009	2298,99

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2009	2299,00
20-sep-2009	2299,03
20-oct-2009	2299,03
20-nov-2009	2299,03
20-dic-2009	2299,01
20-ene-2010	2298,99
20-feb-2010	2298,99
20-mar-2010	2298,96
20-abr-2010	2298,94
20-may-2010	2298,95
20-jun-2010	2298,96
20-jul-2010	2298,98
20-ago-2010	2299,00
20-sep-2010	2299,01
20-oct-2010	2299,01
20-nov-2010	2299,00
20-dic-2010	2298,98
20-ene-2011	2298,95
20-feb-2011	2298,96
20-mar-2011	2298,95
20-abr-2011	2298,96
20-may-2011	2298,95
20-jun-2011	2298,96
20-jul-2011	2298,96

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2011	2298,99
20-sep-2011	2298,99
20-oct-2011	2298,99
20-nov-2011	2298,97
20-dic-2011	2298,95
20-ene-2012	2299,11
21-feb-2012	2299,19
20-mar-2012	2299,12
20-abr-2012	2299,11
20-may-2012	2299,09
20-jun-2012	2299,06
20-jul-2012	2299,05
20-ago-2012	2299,05
20-sep-2012	2299,07
20-oct-2012	2299,06
20-nov-2012	2299,03
20-dic-2012	2299,01
20-ene-2013	2298,98
20-feb-2013	2299,10
20-mar-2013	2299,07
20-abr-2013	2299,04
20-may-2013	2299,10
20-jun-2013	2299,07

Pozo L1-5 (Cota Fase I: 2.298,51; Cota Fase II: 2.298,35)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2007	2298,71
20-sep-2007	2298,67
20-oct-2007	2298,60
20-nov-2007	2298,57
20-dic-2007	2298,54
20-ene-2008	2298,54
20-feb-2008	2298,52
20-mar-2008	2298,52
20-abr-2008	2298,52
20-may-2008	2298,53
20-jun-2008	2298,59
20-jul-2008	2298,71
20-ago-2008	2298,76
20-sep-2008	2298,74
20-oct-2008	2298,69
20-nov-2008	2298,63
20-dic-2008	2298,61
20-ene-2009	2298,60
20-feb-2009	2298,58
20-mar-2009	2298,57
20-abr-2009	2298,58
20-may-2009	2298,60
20-jun-2009	2298,65
20-jul-2009	2298,73

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2009	2298,76
20-sep-2009	2298,72
20-oct-2009	2298,68
20-nov-2009	2298,65
20-dic-2009	2298,64
20-ene-2010	2298,63
20-feb-2010	2298,64
20-mar-2010	2298,61
20-abr-2010	2298,61
20-may-2010	2298,58
20-jun-2010	2298,58
20-jul-2010	2298,67
20-ago-2010	2298,71
20-sep-2010	2298,67
20-oct-2010	2298,62
20-nov-2010	2298,59
20-dic-2010	2298,57
20-ene-2011	2298,55
20-feb-2011	2298,55
20-mar-2011	2298,55
20-abr-2011	2298,57
20-may-2011	2298,59
20-jun-2011	2298,62
20-jul-2011	2298,59

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2011	2298,58
20-sep-2011	2298,57
20-oct-2011	2298,56
20-nov-2011	2298,54
20-dic-2011	2298,53
20-ene-2012	2298,52
21-feb-2012	2298,78
20-mar-2012	2298,75
20-abr-2012	2298,74
20-may-2012	2298,70
20-jun-2012	2298,70
20-jul-2012	2298,69
20-ago-2012	2298,66
20-sep-2012	2298,68
20-oct-2012	2298,64
20-nov-2012	2298,63
20-dic-2012	2298,63
20-ene-2013	2298,60
20-feb-2013	2298,73
20-mar-2013	2298,77
20-abr-2013	2298,77
20-may-2013	2298,77
20-jun-2013	2298,81

Pozo L1-G4 (Cota Fase I: 2.298,51; Cota Fase II: 2.298,35)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
04-ago-2007	2298,93
11-ago-2007	2298,93
18-ago-2007	2298,92
20-ago-2007	2298,90
25-ago-2007	2298,92
08-sep-2007	2298,90
20-sep-2007	2298,82
23-sep-2007	2298,84
08-oct-2007	2298,77
20-oct-2007	2298,72
05-nov-2007	2298,67
20-nov-2007	2298,62
20-dic-2007	2298,57
20-ene-2008	2298,55
20-feb-2008	2298,55
20-mar-2008	2298,52
20-abr-2008	2298,52
20-may-2008	2298,59
20-jun-2008	2298,72
20-jul-2008	2298,81
20-ago-2008	2298,85
20-sep-2008	2298,82
20-oct-2008	2298,70
20-nov-2008	2298,63
20-dic-2008	2298,58
20-ene-2009	2298,57
20-feb-2009	2298,55

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-mar-2009	2298,53
20-abr-2009	2298,55
20-may-2009	2298,63
20-jun-2009	2298,74
20-jul-2009	2298,85
20-ago-2009	2298,84
20-sep-2009	2298,76
20-oct-2009	2298,66
20-nov-2009	2298,63
20-dic-2009	2298,61
20-ene-2010	2298,59
20-feb-2010	2298,58
20-mar-2010	2298,57
20-abr-2010	2298,56
20-may-2010	2298,57
20-jun-2010	2298,61
20-jul-2010	2298,73
20-ago-2010	2298,75
20-sep-2010	2298,72
20-oct-2010	2298,66
20-nov-2010	2298,61
20-dic-2010	2298,60
20-ene-2011	2298,57
20-feb-2011	2298,55
20-mar-2011	2298,54
20-abr-2011	2298,55
20-may-2011	2298,57

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-jun-2011	2298,63
20-jul-2011	2298,73
20-ago-2011	2298,76
20-sep-2011	2298,69
20-oct-2011	2298,63
20-nov-2011	2298,59
20-dic-2011	2298,58
20-ene-2012	2298,58
21-feb-2012	2298,92
20-mar-2012	2298,80
20-abr-2012	2298,80
20-may-2012	2298,76
20-jun-2012	2298,77
20-jul-2012	2298,78
20-ago-2012	2298,75
20-sep-2012	2298,73
20-oct-2012	2298,69
20-nov-2012	2298,67
20-dic-2012	2298,65
20-ene-2013	2298,63
20-feb-2013	2298,70
20-mar-2013	2298,75
20-abr-2013	2298,75
20-may-2013	2298,76
20-jun-2013	2298,82

Sistema Aguas de Quelana

Pozo L3-5 (Cota Fase I: 2.302,99; Cota Fase II: 2.302,96)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
04-ago-2007	2303,15
11-ago-2007	2303,15
18-ago-2007	2303,16
26-ago-2007	2303,16
08-sep-2007	2303,17
22-sep-2007	2303,17
07-oct-2007	2303,17
04-nov-2007	2303,16
16-dic-2007	2303,13
16-ene-2008	2303,11
16-feb-2008	2303,09
20-feb-2008	2303,09
15-mar-2008	2303,08
20-mar-2008	2303,08
20-abr-2008	2303,08
23-abr-2008	2303,09
17-may-2008	2303,10
20-may-2008	2303,10
17-jun-2008	2303,10
17-jul-2008	2303,11
17-ago-2008	2303,11
21-sep-2008	2303,13
18-oct-2008	2303,12
22-nov-2008	2303,12
21-dic-2008	2303,11
19-ene-2009	2303,09
13-feb-2009	2303,08

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
15-mar-2009	2303,06
11-abr-2009	2303,08
14-may-2009	2303,08
20-jun-2009	2303,11
16-jul-2009	2303,11
14-ago-2009	2303,12
17-sep-2009	2303,12
17-oct-2009	2303,11
19-nov-2009	2303,12
17-dic-2009	2303,11
20-ene-2010	2303,07
20-feb-2010	2303,08
20-mar-2010	2303,05
20-abr-2010	2303,06
20-may-2010	2303,10
20-jun-2010	2303,11
20-jul-2010	2303,11
20-ago-2010	2303,13
20-sep-2010	2303,12
20-oct-2010	2303,13
20-nov-2010	2303,12
20-dic-2010	2303,11
20-ene-2011	2303,10
20-feb-2011	2303,09
20-mar-2011	2303,07
20-abr-2011	2303,08
20-may-2011	2303,10

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-jun-2011	2303,11
20-jul-2011	2303,11
20-ago-2011	2303,13
20-sep-2011	2303,12
20-oct-2011	2303,13
20-nov-2011	2303,13
20-dic-2011	2303,12
20-ene-2012	2303,08
20-feb-2012	2303,14
20-mar-2012	2303,12
20-abr-2012	2303,11
20-may-2012	2303,12
20-jun-2012	2303,13
20-jul-2012	2303,07
20-ago-2012	2303,08
20-sep-2012	2303,10
20-oct-2012	2303,10
20-nov-2012	2303,09
20-dic-2012	2303,07
20-ene-2013	2303,04
20-feb-2013	2303,05
20-mar-2013	2303,03
20-abr-2013	2303,05
20-may-2013	2303,15
20-jun-2013	2303,15

Pozo L3-9 (Cota Fase I: 2.299,37; Cota Fase II: 2.299,34)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
04-ago-2007	2299,49
11-ago-2007	2299,49
18-ago-2007	2299,50
25-ago-2007	2299,50
08-sep-2007	2299,51
22-sep-2007	2299,51
08-oct-2007	2299,51
04-nov-2007	2299,50
16-dic-2007	2299,50
16-ene-2008	2299,49
18-feb-2008	2299,48
17-mar-2008	2299,48
25-abr-2008	2299,47
18-may-2008	2299,47
19-jun-2008	2299,47
19-jul-2008	2299,49
16-ago-2008	2299,51
22-sep-2008	2299,52
19-oct-2008	2299,52
23-nov-2008	2299,51
28-dic-2008	2299,50
19-ene-2009	2299,51
14-feb-2009	2299,50
15-mar-2009	2299,48
13-abr-2009	2299,49

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
18-may-2009	2299,48
15-jun-2009	2299,48
17-jul-2009	2299,50
17-ago-2009	2299,52
18-sep-2009	2299,53
16-oct-2009	2299,53
19-nov-2009	2299,52
19-dic-2009	2299,51
18-ene-2010	2299,50
19-feb-2010	2299,51
19-mar-2010	2299,52
16-abr-2010	2299,51
18-may-2010	2299,47
14-jun-2010	2299,48
18-jul-2010	2299,49
20-ago-2010	2299,51
15-sep-2010	2299,52
24-oct-2010	2299,52
21-nov-2010	2299,52
17-dic-2010	2299,51
18-ene-2011	2299,49
17-feb-2011	2299,49
19-mar-2011	2299,49
18-abr-2011	2299,48
23-may-2011	2299,48

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
14-jun-2011	2299,46
16-jul-2011	2299,49
19-ago-2011	2299,49
16-sep-2011	2299,52
28-oct-2011	2299,51
20-nov-2011	2299,51
18-dic-2011	2299,50
18-ene-2012	2299,49
16-feb-2012	2299,55
15-mar-2012	2299,58
16-abr-2012	2299,56
18-may-2012	2299,55
19-jun-2012	2299,56
16-jul-2012	2299,55
16-ago-2012	2299,57
15-sep-2012	2299,57
16-oct-2012	2299,56
16-nov-2012	2299,56
16-dic-2012	2299,54
16-ene-2013	2299,53
18-feb-2013	2299,52
17-mar-2013	2299,51
18-abr-2013	2299,52
17-may-2013	2299,52
16-jun-2013	2299,53

Pozo L4-8 (Cota Fase I: 2.300,26; Cota Fase II: 2.300,23)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
04-ago-2007	2300,42
11-ago-2007	2300,37
18-ago-2007	2300,37
26-ago-2007	2300,37
08-sep-2007	2300,37
22-sep-2007	2300,38
07-oct-2007	2300,38
04-nov-2007	2300,37
16-dic-2007	2300,36
16-ene-2008	2300,37
18-feb-2008	2300,35
15-mar-2008	2300,36
23-abr-2008	2300,36
17-may-2008	2300,37
18-jun-2008	2300,37
17-jul-2008	2300,38
17-ago-2008	2300,38
18-sep-2008	2300,38
18-oct-2008	2300,36
22-nov-2008	2300,36
22-dic-2008	2300,36
19-ene-2009	2300,35
14-feb-2009	2300,35
15-mar-2009	2300,35
12-abr-2009	2300,35

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
14-may-2009	2300,36
21-jun-2009	2300,37
16-jul-2009	2300,37
15-ago-2009	2300,37
17-sep-2009	2300,37
15-oct-2009	2300,37
18-nov-2009	2300,36
18-dic-2009	2300,35
15-ene-2010	2300,35
20-feb-2010	2300,36
19-mar-2010	2300,36
17-abr-2010	2300,37
19-may-2010	2300,36
17-jun-2010	2300,36
19-jul-2010	2300,36
21-ago-2010	2300,39
22-sep-2010	2300,37
22-oct-2010	2300,37
18-nov-2010	2300,36
16-dic-2010	2300,36
17-ene-2011	2300,36
16-feb-2011	2300,36
21-mar-2011	2300,36
19-abr-2011	2300,35
24-may-2011	2300,37

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
16-jun-2011	2300,37
14-jul-2011	2300,37
21-ago-2011	2300,37
17-sep-2011	2300,37
23-oct-2011	2300,37
19-nov-2011	2300,36
15-dic-2011	2300,36
21-ene-2012	2300,35
24-feb-2012	2300,44
16-mar-2012	2300,37
20-abr-2012	2300,37
20-may-2012	2300,37
19-jun-2012	2300,37
16-jul-2012	2300,37
15-ago-2012	2300,37
12-sep-2012	2300,37
18-oct-2012	2300,36
15-nov-2012	2300,36
14-dic-2012	2300,35
14-ene-2013	2300,33
15-feb-2013	2300,35
15-mar-2013	2300,34
15-abr-2013	2300,32
17-may-2013	2300,36
15-jun-2013	2300,36

Pozo L4-12 (Cota Fase I: 2.298,72; Cota Fase II: 2.298,69)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
04-ago-2007	2298,96
11-ago-2007	2298,95
18-ago-2007	2298,94
25-ago-2007	2298,90
08-sep-2007	2298,90
22-sep-2007	2298,84
08-oct-2007	2298,82
04-nov-2007	2298,79
16-dic-2007	2298,76
16-ene-2008	2298,75
18-feb-2008	2298,74
17-mar-2008	2298,74
26-abr-2008	2298,78
18-may-2008	2298,85
21-jun-2008	2298,94
19-jul-2008	2298,96
16-ago-2008	2298,95
22-sep-2008	2298,86
20-oct-2008	2298,81
23-nov-2008	2298,77
30-dic-2008	2298,75
18-ene-2009	2298,74
14-feb-2009	2298,74
15-mar-2009	2298,73
13-abr-2009	2298,77

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
19-may-2009	2298,82
15-jun-2009	2298,93
17-jul-2009	2298,97
17-ago-2009	2298,93
18-sep-2009	2298,85
16-oct-2009	2298,83
19-nov-2009	2298,80
18-dic-2009	2298,79
18-ene-2010	2298,78
19-feb-2010	2298,78
19-mar-2010	2298,78
16-abr-2010	2298,80
18-may-2010	2298,81
13-jun-2010	2298,95
18-jul-2010	2298,96
20-ago-2010	2298,96
15-sep-2010	2298,88
24-oct-2010	2298,82
21-nov-2010	2298,79
17-dic-2010	2298,77
18-ene-2011	2298,75
17-feb-2011	2298,75
20-mar-2011	2298,75
19-abr-2011	2298,75
23-may-2011	2298,83

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
14-jun-2011	2298,90
16-jul-2011	2298,98
17-ago-2011	2298,90
16-sep-2011	2298,86
28-oct-2011	2298,78
20-nov-2011	2298,77
20-dic-2011	2298,75
18-ene-2012	2298,73
28-feb-2012	2299,15
15-mar-2012	2299,06
20-abr-2012	2299,01
18-may-2012	2299,03
17-jun-2012	2299,05
16-jul-2012	2299,05
15-ago-2012	2299,01
15-sep-2012	2298,92
16-oct-2012	2298,85
16-nov-2012	2298,82
16-dic-2012	2298,80
16-ene-2013	2298,77
18-feb-2013	2298,81
17-mar-2013	2298,80
17-abr-2013	2298,84
17-may-2013	2298,90
15-jun-2013	2299,04

Pozo L5-8 (Cota Fase I: 2.302,64; Cota Fase II: 2.302,61)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
04-ago-2007	2302,82
11-ago-2007	2302,82
18-ago-2007	2302,83
26-ago-2007	2302,83
08-sep-2007	2302,83
22-sep-2007	2302,82
07-oct-2007	2302,82
04-nov-2007	2302,81
16-dic-2007	2302,74
16-ene-2008	2302,72
18-feb-2008	2302,71
15-mar-2008	2302,72
22-abr-2008	2302,74
18-may-2008	2302,76
21-jun-2008	2302,79
17-jul-2008	2302,80
17-ago-2008	2302,81
18-sep-2008	2302,81
18-oct-2008	2302,79
22-nov-2008	2302,78
29-dic-2008	2302,75
19-ene-2009	2302,74
14-feb-2009	2302,73
15-mar-2009	2302,72
13-abr-2009	2302,75

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
19-may-2009	2302,78
20-jun-2009	2302,81
16-jul-2009	2302,82
15-ago-2009	2302,83
17-sep-2009	2302,82
15-oct-2009	2302,82
18-nov-2009	2302,80
18-dic-2009	2302,77
13-ene-2010	2302,75
20-feb-2010	2302,75
19-mar-2010	2302,74
18-abr-2010	2302,77
18-may-2010	2302,78
17-jun-2010	2302,82
18-jul-2010	2302,84
20-ago-2010	2302,85
20-sep-2010	2302,84
20-oct-2010	2302,83
20-nov-2010	2302,82
20-dic-2010	2302,80
20-ene-2011	2302,78
20-feb-2011	2302,77
20-mar-2011	2302,75
20-abr-2011	2302,77
20-may-2011	2302,81

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-jun-2011	2302,82
20-jul-2011	2302,82
20-ago-2011	2302,82
20-sep-2011	2302,82
20-oct-2011	2302,83
20-nov-2011	2302,82
20-dic-2011	2302,80
20-ene-2012	2302,77
20-feb-2012	2302,91
20-mar-2012	2302,79
20-abr-2012	2302,79
20-may-2012	2302,81
20-jun-2012	2302,83
14-jul-2012	2302,84
14-ago-2012	2302,85
16-sep-2012	2302,83
17-oct-2012	2302,83
15-nov-2012	2302,78
14-dic-2012	2302,77
20-ene-2013	2302,74
20-feb-2013	2302,74
20-mar-2013	2302,73
20-abr-2013	2302,77
20-may-2013	2302,83
20-jun-2013	2302,81

Pozo L5-10 (Cota Fase I: 2.299,05; Cota Fase II: 2.299,02)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
04-ago-2007	2299,25
11-ago-2007	2299,25
18-ago-2007	2299,24
25-ago-2007	2299,24
08-sep-2007	2299,24
22-sep-2007	2299,22
08-oct-2007	2299,21
04-nov-2007	2299,19
16-dic-2007	2299,16
16-ene-2008	2299,17
18-feb-2008	2299,15
18-mar-2008	2299,14
26-abr-2008	2299,14
18-may-2008	2299,16
20-jun-2008	2299,21
19-jul-2008	2299,25
16-ago-2008	2299,25
22-sep-2008	2299,22
20-oct-2008	2299,20
23-nov-2008	2299,17
30-dic-2008	2299,15
18-ene-2009	2299,14
14-feb-2009	2299,14
15-mar-2009	2299,12
13-abr-2009	2299,13

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
19-may-2009	2299,14
15-jun-2009	2299,16
17-jul-2009	2299,21
17-ago-2009	2299,22
18-sep-2009	2299,20
16-oct-2009	2299,18
20-nov-2009	2299,16
18-dic-2009	2299,15
18-ene-2010	2299,13
19-feb-2010	2299,12
17-mar-2010	2299,12
16-abr-2010	2299,13
18-may-2010	2299,13
13-jun-2010	2299,16
18-jul-2010	2299,20
18-ago-2010	2299,19
15-sep-2010	2299,20
24-oct-2010	2299,17
21-nov-2010	2299,15
17-dic-2010	2299,14
18-ene-2011	2299,13
17-feb-2011	2299,13
20-mar-2011	2299,13
19-abr-2011	2299,12
23-may-2011	2299,13

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
14-jun-2011	2299,12
16-jul-2011	2299,17
17-ago-2011	2299,17
16-sep-2011	2299,17
28-oct-2011	2299,14
20-nov-2011	2299,12
20-dic-2011	2299,11
18-ene-2012	2299,09
28-feb-2012	2299,45
15-mar-2012	2299,37
20-abr-2012	2299,31
18-may-2012	2299,28
17-jun-2012	2299,28
16-jul-2012	2299,29
15-ago-2012	2299,28
15-sep-2012	2299,25
16-oct-2012	2299,22
16-nov-2012	2299,20
16-dic-2012	2299,18
16-ene-2013	2299,14
18-feb-2013	2299,16
17-mar-2013	2299,14
17-abr-2013	2299,16
17-may-2013	2299,17
15-jun-2013	2299,24

Sistema Vegetación Hidromorfa
Pozo L7-3 (Cota Fase I: 2.312,53; Cota Fase II: 2.312,48)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
01-ago-2007	2312,87
20-ago-2007	2312,89
20-sep-2007	2312,89
20-oct-2007	2312,87
20-nov-2007	2312,86
20-dic-2007	2312,84
20-ene-2008	2312,82
20-feb-2008	2312,77
20-mar-2008	2312,76
20-abr-2008	2312,78
20-may-2008	2312,81
20-jun-2008	2312,85
20-jul-2008	2312,87
20-ago-2008	2312,89
20-sep-2008	2312,89
20-oct-2008	2312,88
20-nov-2008	2312,86
20-dic-2008	2312,83
20-ene-2009	2312,81
20-feb-2009	2312,77
20-mar-2009	2312,75
20-abr-2009	2312,77
20-may-2009	2312,81
20-jun-2009	2312,84

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-jul-2009	2312,86
20-ago-2009	2312,87
20-sep-2009	2312,88
20-oct-2009	2312,86
20-nov-2009	2312,84
20-dic-2009	2312,81
20-ene-2010	2312,77
20-feb-2010	2312,78
20-mar-2010	2312,73
20-abr-2010	2312,75
20-may-2010	2312,78
20-jun-2010	2312,82
20-jul-2010	2312,84
20-ago-2010	2312,86
20-sep-2010	2312,86
20-oct-2010	2312,86
20-nov-2010	2312,84
20-dic-2010	2312,83
20-ene-2011	2312,79
20-feb-2011	2312,78
20-mar-2011	2312,75
20-abr-2011	2312,77
20-may-2011	2312,80
20-jun-2011	2312,77

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-jul-2011	2312,84
20-ago-2011	2312,86
20-sep-2011	2312,85
20-oct-2011	2312,85
20-nov-2011	2312,83
20-dic-2011	2312,80
20-ene-2012	2312,77
20-feb-2012	2312,87
20-mar-2012	2312,77
20-abr-2012	2312,77
20-may-2012	2312,79
20-jun-2012	2312,81
20-jul-2012	2312,84
20-ago-2012	2312,84
20-sep-2012	2312,84
20-oct-2012	2312,82
20-nov-2012	2312,80
20-dic-2012	2312,76
20-ene-2013	2312,72
20-feb-2013	2312,81
20-mar-2013	2312,76
20-abr-2013	2312,77
20-may-2013	2312,83
20-jun-2013	2312,80

Pozo L1-17 (Cota Fase I: 2.305,44; Cota Fase II: 2.305,39)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2007	2305,95
20-sep-2007	2305,93
20-oct-2007	2305,92
20-nov-2007	2305,86
20-dic-2007	2305,86
20-ene-2008	2305,80
20-feb-2008	2305,71
20-mar-2008	2305,63
20-abr-2008	2305,73
20-may-2008	2305,82
20-jun-2008	2305,89
20-jul-2008	2305,91
20-ago-2008	2305,92
20-sep-2008	2305,92
20-oct-2008	2305,92
20-nov-2008	2305,90
20-dic-2008	2305,85
20-ene-2009	2305,80
20-feb-2009	2305,71
20-mar-2009	2305,66
20-abr-2009	2305,72
20-may-2009	2305,81
20-jun-2009	2305,88
20-jul-2009	2305,91

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2009	2305,92
20-sep-2009	2305,92
20-oct-2009	2305,91
20-nov-2009	2305,88
20-dic-2009	2305,83
20-ene-2010	2305,75
20-feb-2010	2305,74
20-mar-2010	2305,64
20-abr-2010	2305,63
20-may-2010	2305,75
20-jun-2010	2305,86
20-jul-2010	2305,89
20-ago-2010	2305,91
20-sep-2010	2305,91
20-oct-2010	2305,91
20-nov-2010	2305,89
20-dic-2010	2305,86
20-ene-2011	2305,81
20-feb-2011	2305,78
20-mar-2011	2305,74
20-abr-2011	2305,74
20-may-2011	2305,84
20-jun-2011	2305,89
20-jul-2011	2305,91

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2011	2305,92
20-sep-2011	2305,92
20-oct-2011	2305,92
20-nov-2011	2305,90
20-dic-2011	2305,86
20-ene-2012	2305,79
20-feb-2012	2305,91
20-mar-2012	2305,86
20-abr-2012	2305,86
20-may-2012	2305,88
20-jun-2012	2305,91
20-jul-2012	2305,92
20-ago-2012	2305,92
20-sep-2012	2305,92
20-oct-2012	2305,91
20-nov-2012	2305,88
20-dic-2012	2305,84
20-ene-2013	2305,76
20-feb-2013	2305,83
20-mar-2013	2305,77
20-abr-2013	2305,82
20-may-2013	2305,90
20-jun-2013	2305,90

Pozo L2-4 (Cota Fase I: 2.302,33; Cota Fase II: 2.302,28)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
01-ago-2007	2302,67
20-ago-2007	2302,68
20-sep-2007	2302,68
20-oct-2007	2302,68
20-nov-2007	2302,66
20-dic-2007	2302,64
20-ene-2008	2302,61
20-feb-2008	2302,58
20-mar-2008	2302,57
20-abr-2008	2302,60
20-may-2008	2302,63
20-jun-2008	2302,65
20-jul-2008	2302,68
20-ago-2008	2302,68
20-sep-2008	2302,69
20-oct-2008	2302,68
20-nov-2008	2302,66
20-dic-2008	2302,63
20-ene-2009	2302,61
20-feb-2009	2302,57
20-mar-2009	2302,61
20-abr-2009	2302,60
20-may-2009	2302,62
20-jun-2009	2302,64

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-jul-2009	2302,66
20-ago-2009	2302,68
20-sep-2009	2302,68
20-oct-2009	2302,67
20-nov-2009	2302,64
20-dic-2009	2302,61
20-ene-2010	2302,58
20-feb-2010	2302,59
20-mar-2010	2302,59
20-abr-2010	2302,58
20-may-2010	2302,60
20-jun-2010	2302,63
20-jul-2010	2302,64
20-ago-2010	2302,66
20-sep-2010	2302,67
20-oct-2010	2302,66
20-nov-2010	2302,65
20-dic-2010	2302,63
20-ene-2011	2302,59
20-feb-2011	2302,59
20-mar-2011	2302,57
20-abr-2011	2302,58
20-may-2011	2302,61
20-jun-2011	2302,64

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-jul-2011	2302,64
20-ago-2011	2302,65
20-sep-2011	2302,65
20-oct-2011	2302,65
20-nov-2011	2302,63
20-dic-2011	2302,61
20-ene-2012	2302,58
20-feb-2012	2302,78
20-mar-2012	2302,67
20-abr-2012	2302,63
20-may-2012	2302,63
20-jun-2012	2302,64
20-jul-2012	2302,65
20-ago-2012	2302,65
20-sep-2012	2302,65
20-oct-2012	2302,64
20-nov-2012	2302,63
20-dic-2012	2302,61
20-ene-2013	2302,57
20-feb-2013	2302,63
20-mar-2013	2302,58
20-abr-2013	2302,59
20-may-2013	2302,66
20-jun-2013	2302,62

Pozo L3-5 (Cota Fase I: 2.302,81; Cota Fase II: 2.302,76)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
04-ago-2007	2303,15
11-ago-2007	2303,15
18-ago-2007	2303,16
26-ago-2007	2303,16
08-sep-2007	2303,17
22-sep-2007	2303,17
07-oct-2007	2303,17
04-nov-2007	2303,16
16-dic-2007	2303,13
16-ene-2008	2303,11
16-feb-2008	2303,09
20-feb-2008	2303,09
15-mar-2008	2303,08
20-mar-2008	2303,08
20-abr-2008	2303,08
23-abr-2008	2303,09
17-may-2008	2303,10
20-may-2008	2303,10
17-jun-2008	2303,10
17-jul-2008	2303,11
17-ago-2008	2303,11
21-sep-2008	2303,13
18-oct-2008	2303,12
22-nov-2008	2303,12
21-dic-2008	2303,11
19-ene-2009	2303,09
13-feb-2009	2303,08

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
15-mar-2009	2303,06
11-abr-2009	2303,08
14-may-2009	2303,08
20-jun-2009	2303,11
16-jul-2009	2303,11
14-ago-2009	2303,12
17-sep-2009	2303,12
17-oct-2009	2303,11
19-nov-2009	2303,12
17-dic-2009	2303,11
20-ene-2010	2303,07
20-feb-2010	2303,08
20-mar-2010	2303,05
20-abr-2010	2303,06
20-may-2010	2303,10
20-jun-2010	2303,11
20-jul-2010	2303,11
20-ago-2010	2303,13
20-sep-2010	2303,12
20-oct-2010	2303,13
20-nov-2010	2303,12
20-dic-2010	2303,11
20-ene-2011	2303,10
20-feb-2011	2303,09
20-mar-2011	2303,07
20-abr-2011	2303,08
20-may-2011	2303,10

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-jun-2011	2303,11
20-jul-2011	2303,11
20-ago-2011	2303,13
20-sep-2011	2303,12
20-oct-2011	2303,13
20-nov-2011	2303,13
20-dic-2011	2303,12
20-ene-2012	2303,08
20-feb-2012	2303,14
20-mar-2012	2303,12
20-abr-2012	2303,11
20-may-2012	2303,12
20-jun-2012	2303,13
20-jul-2012	2303,07
20-ago-2012	2303,08
20-sep-2012	2303,10
20-oct-2012	2303,10
20-nov-2012	2303,09
20-dic-2012	2303,07
20-ene-2013	2303,04
20-feb-2013	2303,05
20-mar-2013	2303,03
20-abr-2013	2303,05
20-may-2013	2303,15
20-jun-2013	2303,15

Vegetación Brea Atriplex
Pozo L7-14 (Cota Fase I: 2.314,38; Cota Fase II: 2.313,88)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2007	2314,94
20-sep-2007	2314,95
20-oct-2007	2314,94
20-nov-2007	2314,95
20-dic-2007	2314,93
20-ene-2008	2314,93
20-feb-2008	2314,90
20-mar-2008	2314,88
20-abr-2008	2314,88
20-may-2008	2314,89
20-jun-2008	2314,90
20-jul-2008	2314,92
20-ago-2008	2314,94
20-sep-2008	2314,95
20-oct-2008	2314,95
20-nov-2008	2314,96
20-dic-2008	2314,94
20-ene-2009	2314,92
20-feb-2009	2314,89
20-mar-2009	2314,87
20-abr-2009	2314,88
20-may-2009	2314,90
20-jun-2009	2314,90
20-jul-2009	2314,92

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2009	2314,94
20-sep-2009	2314,95
20-oct-2009	2314,96
20-nov-2009	2314,95
20-dic-2009	2314,93
20-ene-2010	2314,91
20-feb-2010	2314,91
20-mar-2010	2314,88
20-abr-2010	2314,87
20-may-2010	2314,88
20-jun-2010	2314,90
20-jul-2010	2314,91
20-ago-2010	2314,91
20-sep-2010	2314,93
20-oct-2010	2314,95
20-nov-2010	2314,95
20-dic-2010	2314,94
20-ene-2011	2314,91
20-feb-2011	2314,90
20-mar-2011	2314,88
20-abr-2011	2314,88
20-may-2011	2314,89
20-jun-2011	2314,90
20-jul-2011	2314,90

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2011	2314,92
20-sep-2011	2314,92
20-oct-2011	2314,94
20-nov-2011	2314,93
20-dic-2011	2314,91
20-ene-2012	2314,89
20-feb-2012	2314,91
20-mar-2012	2314,89
20-abr-2012	2314,88
20-may-2012	2314,87
20-jun-2012	2314,88
20-jul-2012	2314,89
20-ago-2012	2314,90
20-sep-2012	2314,92
20-oct-2012	2314,92
20-nov-2012	2314,91
20-dic-2012	2314,89
20-ene-2013	2314,86
20-feb-2013	2314,92
20-mar-2013	2314,90
20-abr-2013	2314,89
20-may-2013	2314,88
20-jun-2013	2314,88

Pozo L1-3 (Cota Fase I: 2.319,06; Cota Fase II: 2.318,56)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2007	2319,57
20-sep-2007	2319,59
20-oct-2007	2319,57
20-nov-2007	2319,57
20-dic-2007	2319,58
20-ene-2008	2319,57
20-feb-2008	2319,57
20-mar-2008	2319,59
20-abr-2008	2319,55
20-may-2008	2319,56
20-jun-2008	2319,55
20-jul-2008	2319,55
20-ago-2008	2319,55
20-sep-2008	2319,56
20-oct-2008	2319,56
20-nov-2008	2319,57
20-dic-2008	2319,56
20-ene-2009	2319,56
20-feb-2009	2319,55
20-mar-2009	2319,54
20-abr-2009	2319,55
20-may-2009	2319,55
20-jun-2009	2319,54
20-jul-2009	2319,55

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2009	2319,55
20-sep-2009	2319,55
20-oct-2009	2319,56
20-nov-2009	2319,56
20-dic-2009	2319,55
20-ene-2010	2319,55
20-feb-2010	2319,55
20-mar-2010	2319,53
20-abr-2010	2319,52
20-may-2010	2319,52
20-jun-2010	2319,52
20-jul-2010	2319,51
20-ago-2010	2319,51
20-sep-2010	2319,51
20-oct-2010	2319,51
20-nov-2010	2319,52
20-dic-2010	2319,51
20-ene-2011	2319,50
20-feb-2011	2319,49
20-mar-2011	2319,50
20-abr-2011	2319,49
20-may-2011	2319,49
20-jun-2011	2319,48
20-jul-2011	2319,45

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2011	2319,45
20-sep-2011	2319,45
20-oct-2011	2319,47
20-nov-2011	2319,47
20-dic-2011	2319,46
20-ene-2012	2319,45
20-feb-2012	-
20-mar-2012	2319,44
20-abr-2012	2319,45
20-may-2012	2319,44
20-jun-2012	2319,42
20-jul-2012	2319,42
20-ago-2012	2319,42
20-sep-2012	2319,41
20-oct-2012	2319,42
20-nov-2012	2319,41
20-dic-2012	2319,40
20-ene-2013	2319,39
20-feb-2013	2319,40
20-mar-2013	2319,40
20-abr-2013	2319,41
20-may-2013	2319,41
20-jun-2013	2319,37

Pozo L2-25 (Cota Fase I: 2.307,40; Cota Fase II: 2.306,90)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2007	2307,92
20-sep-2007	2307,92
20-oct-2007	2307,92
20-nov-2007	2307,90
20-dic-2007	2307,91
20-ene-2008	2307,90
20-feb-2008	2307,90
20-mar-2008	2307,89
20-abr-2008	2307,89
20-may-2008	2307,91
20-jun-2008	2307,92
20-jul-2008	2307,93
20-ago-2008	2307,94
20-sep-2008	2307,93
20-oct-2008	2307,93
20-nov-2008	2307,94
20-dic-2008	2307,93
20-ene-2009	2307,93
20-feb-2009	2307,90
20-mar-2009	2307,89
20-abr-2009	2307,86
20-may-2009	2307,92
20-jun-2009	2307,93
20-jul-2009	2307,93
20-ago-2009	2307,94
20-sep-2009	2307,94

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-oct-2009	2307,94
20-nov-2009	2307,93
20-jul-2009	2307,93
20-ago-2009	2307,94
20-sep-2009	2307,94
20-oct-2009	2307,94
20-nov-2009	2307,93
20-dic-2009	2307,93
20-ene-2010	2307,91
20-feb-2010	2307,92
20-mar-2010	2307,91
20-abr-2010	2307,90
20-may-2010	2307,92
20-jun-2010	2307,93
20-jul-2010	2307,93
20-ago-2010	2307,94
20-sep-2010	2307,94
20-oct-2010	2307,95
20-nov-2010	2307,95
20-dic-2010	2307,94
20-ene-2011	2307,93
20-feb-2011	2307,93
20-mar-2011	2307,92
20-abr-2011	2307,93
20-may-2011	2307,93
20-jun-2011	2307,94

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-jul-2011	2307,93
20-ago-2011	2307,94
20-sep-2011	2307,94
20-oct-2011	2307,95
20-nov-2011	2307,95
20-dic-2011	2307,94
20-ene-2012	2307,93
20-feb-2012	2307,99
20-mar-2012	2307,97
20-abr-2012	2307,96
20-may-2012	2307,95
20-jun-2012	2307,95
20-jul-2012	2307,95
20-ago-2012	2307,94
20-sep-2012	2307,96
20-oct-2012	2307,96
20-nov-2012	2307,95
20-dic-2012	2307,95
20-ene-2013	2307,93
20-feb-2013	2307,94
20-mar-2013	2307,93
20-abr-2013	2307,94
20-may-2013	2307,94
20-jun-2013	2307,93

Pozo L3-3 (Cota Fase I: 2.309,81; Cota Fase II: 2.309,31)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2007	2310,33
20-sep-2007	2310,35
20-oct-2007	2310,33
20-nov-2007	2310,32
20-dic-2007	2310,29
20-ene-2008	2310,28
20-feb-2008	2310,25
20-mar-2008	2310,26
20-abr-2008	2310,29
20-may-2008	2310,30
20-jun-2008	2310,31
20-jul-2008	2310,31
20-ago-2008	2310,32
20-sep-2008	2310,32
20-oct-2008	2310,32
20-nov-2008	2310,31
20-dic-2008	2310,28
20-ene-2009	2310,26
20-feb-2009	2310,23
20-mar-2009	2310,22
20-abr-2009	2310,25
20-may-2009	2310,28
20-jun-2009	2310,29
20-jul-2009	2310,30

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2009	2310,31
20-sep-2009	2310,31
20-oct-2009	2310,31
20-nov-2009	2310,29
20-dic-2009	2310,26
20-ene-2010	2310,22
20-feb-2010	2310,21
20-mar-2010	2310,18
20-abr-2010	2310,21
20-may-2010	2310,26
20-jun-2010	2310,27
20-jul-2010	2310,27
20-ago-2010	2310,27
20-sep-2010	2310,27
20-oct-2010	2310,28
20-nov-2010	2310,26
20-dic-2010	2310,24
20-ene-2011	2310,19
20-feb-2011	2310,18
20-mar-2011	2310,17
20-abr-2011	2310,19
20-may-2011	2310,23
20-jun-2011	2310,25
20-jul-2011	2310,23

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2011	2310,24
20-sep-2011	2310,23
20-oct-2011	2310,25
20-nov-2011	2310,24
20-dic-2011	2310,20
20-ene-2012	2310,15
20-feb-2012	2310,44
20-mar-2012	2310,27
20-abr-2012	2310,22
20-may-2012	2310,21
20-jun-2012	2310,22
20-jul-2012	2310,22
20-ago-2012	2310,22
20-sep-2012	2310,23
20-oct-2012	2310,21
20-nov-2012	2310,18
20-dic-2012	2310,13
20-ene-2013	2310,07
20-feb-2013	2310,02
20-mar-2013	2309,99
20-abr-2013	2310,05
20-may-2013	2310,13
20-jun-2013	2310,13

Pozo L4-17 (Cota Fase I: 2.305,02; Cota Fase II: 2.304,52)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2007	2305,56
20-sep-2007	2305,57
20-oct-2007	2305,55
20-nov-2007	2305,54
20-dic-2007	2305,52
20-ene-2008	2305,51
20-feb-2008	2305,48
20-mar-2008	2305,47
20-abr-2008	2305,46
20-may-2008	2305,48
20-jun-2008	2305,48
20-jul-2008	2305,49
20-ago-2008	2305,50
20-sep-2008	2305,51
20-oct-2008	2305,51
20-nov-2008	2305,51
20-dic-2008	2305,49
20-ene-2009	2305,47
20-feb-2009	2305,45
20-mar-2009	2305,43
20-abr-2009	2305,44
20-may-2009	2305,45
20-jun-2009	2305,46
20-jul-2009	2305,47

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2009	2305,48
20-sep-2009	2305,49
20-oct-2009	2305,48
20-nov-2009	2305,47
20-dic-2009	2305,44
20-ene-2010	2305,42
20-feb-2010	2305,42
20-mar-2010	2305,39
20-abr-2010	2305,38
20-may-2010	2305,40
20-jun-2010	2305,41
20-jul-2010	2305,41
20-ago-2010	2305,43
20-sep-2010	2305,43
20-oct-2010	2305,44
20-nov-2010	2305,44
20-dic-2010	2305,42
20-ene-2011	2305,42
20-feb-2011	2305,39
20-mar-2011	2305,37
20-abr-2011	2305,37
20-may-2011	2305,38
20-jun-2011	2305,40
20-jul-2011	2305,39

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2011	2305,41
20-sep-2011	2305,41
20-oct-2011	2305,43
20-nov-2011	2305,42
20-dic-2011	2305,39
20-ene-2012	2305,37
20-feb-2012	2305,43
20-mar-2012	2305,40
20-abr-2012	2305,37
20-may-2012	2305,37
20-jun-2012	2305,38
20-jul-2012	2305,39
20-ago-2012	2305,40
20-sep-2012	2305,42
20-oct-2012	2305,41
20-nov-2012	2305,40
20-dic-2012	2305,38
20-ene-2013	2305,36
20-feb-2013	2305,34
20-mar-2013	2305,33
20-abr-2013	2305,34
20-may-2013	2305,35
20-jun-2013	2305,35

Pozo L9-2 (Cota Fase I: 2.307,49; Cota Fase II: 2.306,99)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2007	2308,05
20-sep-2007	2308,07
20-oct-2007	2308,05
20-nov-2007	2308,04
20-dic-2007	2308,05
20-ene-2008	2308,04
20-feb-2008	2308,01
20-mar-2008	2307,98
20-abr-2008	2307,96
20-may-2008	2307,99
20-jun-2008	2307,99
20-jul-2008	2308,00
20-ago-2008	2308,01
20-sep-2008	2308,02
20-oct-2008	2308,03
20-nov-2008	2308,05
20-dic-2008	2308,03
20-ene-2009	2308,03
20-feb-2009	2307,98
20-mar-2009	2307,94
20-abr-2009	2307,95
20-may-2009	2307,96
20-jun-2009	2307,97
20-jul-2009	2307,99

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2009	2307,99
20-sep-2009	2308,01
20-oct-2009	2308,02
20-nov-2009	2308,03
20-dic-2009	2308,02
20-ene-2010	2307,99
20-feb-2010	2308,01
20-mar-2010	2307,95
20-abr-2010	2307,94
20-may-2010	2307,94
20-jun-2010	2307,95
20-jul-2010	2307,97
20-ago-2010	2307,98
20-sep-2010	2307,98
20-oct-2010	2308,01
20-nov-2010	2308,02
20-dic-2010	2308,04
20-ene-2011	2308,02
20-feb-2011	2307,99
20-mar-2011	2307,95
20-abr-2011	2307,94
20-may-2011	2307,95
20-jun-2011	2307,96
20-jul-2011	2307,96

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2011	2307,97
20-sep-2011	2307,98
20-oct-2011	2308,01
20-nov-2011	2308,01
20-dic-2011	2308,00
20-ene-2012	2307,97
20-feb-2012	2308,03
20-mar-2012	2308,05
20-abr-2012	2308,04
20-may-2012	2308,03
20-jun-2012	2308,03
20-jul-2012	2308,03
20-ago-2012	2308,03
20-sep-2012	2308,02
20-oct-2012	2308,03
20-nov-2012	2308,02
20-dic-2012	2308,00
20-ene-2013	2307,97
20-feb-2013	2307,96
20-mar-2013	2307,94
20-abr-2013	2307,95
20-may-2013	2307,95
20-jun-2013	2307,94

**Sistema Alerta Temprana
Pozo L7-13 (Cota Fase II: 2.321,40)**

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2007	2322,84
20-sep-2007	2322,85
20-oct-2007	2322,82
20-nov-2007	2322,81
20-dic-2007	2322,83
20-ene-2008	2322,82
20-feb-2008	2322,82
20-mar-2008	2322,83
20-abr-2008	2322,81
20-may-2008	2322,82
20-jun-2008	2322,81
20-jul-2008	2322,81
20-ago-2008	2322,81
20-sep-2008	2322,81
20-oct-2008	2322,81
20-nov-2008	2322,82
20-dic-2008	2322,82
20-ene-2009	2322,82
20-feb-2009	2322,80
20-mar-2009	2322,78
20-abr-2009	2322,78
20-may-2009	2322,80
20-jun-2009	2322,79
20-jul-2009	2322,81

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2009	2322,80
20-sep-2009	2322,80
20-oct-2009	2322,80
20-nov-2009	2322,81
20-dic-2009	2322,80
20-ene-2010	2322,80
20-feb-2010	2322,80
20-mar-2010	2322,77
20-abr-2010	2322,76
20-may-2010	2322,78
20-jun-2010	2322,78
20-jul-2010	2322,76
20-ago-2010	2322,76
20-sep-2010	2322,75
20-oct-2010	2322,76
20-nov-2010	2322,77
20-dic-2010	2322,76
20-ene-2011	2322,75
20-feb-2011	2322,74
20-mar-2011	2322,74
20-abr-2011	2322,74
20-may-2011	2322,74
20-jun-2011	2322,74
20-jul-2011	2322,70

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2011	2322,70
20-sep-2011	2322,69
20-oct-2011	2322,71
20-nov-2011	2322,72
20-dic-2011	2322,70
20-ene-2012	2322,70
20-feb-2012	2322,69
20-mar-2012	2322,68
20-abr-2012	2322,68
20-may-2012	2322,66
20-jun-2012	2322,65
20-jul-2012	2322,65
20-ago-2012	2322,65
20-sep-2012	2322,64
20-oct-2012	2322,64
20-nov-2012	2322,64
20-dic-2012	2322,62
20-ene-2013	2322,62
20-feb-2013	2322,62
20-mar-2013	2322,62
20-abr-2013	2322,64
20-may-2013	2322,63
20-jun-2013	2322,60

Pozo L2-26 (Cota Fase II: 2.317,14)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2007	2317,95
20-sep-2007	2317,96
20-oct-2007	2317,95
20-nov-2007	2317,95
20-dic-2007	2317,97
20-ene-2008	2317,95
20-feb-2008	2317,94
20-mar-2008	2317,91
20-abr-2008	2317,91
20-may-2008	2317,93
20-jun-2008	2317,94
20-jul-2008	2317,94
20-ago-2008	2317,96
20-sep-2008	2317,96
20-oct-2008	2317,96
20-nov-2008	2317,98
20-dic-2008	2317,97
20-ene-2009	2317,96
20-feb-2009	2317,93
20-mar-2009	2317,91
20-abr-2009	2317,91
20-may-2009	2317,94
20-jun-2009	2317,94
20-jul-2009	2317,96

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2009	2317,96
20-sep-2009	2317,96
20-oct-2009	2317,95
20-nov-2009	2317,97
20-dic-2009	2317,95
20-ene-2010	2317,92
20-feb-2010	2317,93
20-mar-2010	2317,90
20-abr-2010	2317,90
20-may-2010	2317,91
20-jun-2010	2317,91
20-jul-2010	2317,91
20-ago-2010	2317,91
20-sep-2010	2317,91
20-oct-2010	2317,92
20-nov-2010	2317,92
20-dic-2010	2317,91
20-ene-2011	2317,89
20-feb-2011	2317,88
20-mar-2011	2317,85
20-abr-2011	2317,87
20-may-2011	2317,87
20-jun-2011	2317,88
20-jul-2011	2317,83

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2011	2317,83
20-sep-2011	2317,85
20-oct-2011	2317,87
20-nov-2011	2317,86
20-dic-2011	2317,85
20-ene-2012	2317,84
20-feb-2012	2317,87
20-mar-2012	2317,88
20-abr-2012	2317,87
20-may-2012	2317,84
20-jun-2012	2317,82
20-jul-2012	2317,81
20-ago-2012	2317,80
20-sep-2012	2317,82
20-oct-2012	2317,82
20-nov-2012	2317,81
20-dic-2012	2317,80
20-ene-2013	2317,78
20-feb-2013	2317,78
20-mar-2013	2317,77
20-abr-2013	2317,77
20-may-2013	2317,78
20-jun-2013	2317,75

Pozo L3-15 (Cota Fase II: 2.314,46)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2007	2315,26
20-sep-2007	2315,27
20-oct-2007	2315,25
20-nov-2007	2315,21
20-dic-2007	2315,23
20-ene-2008	2315,21
20-feb-2008	2315,20
20-mar-2008	2315,18
20-abr-2008	2315,18
20-may-2008	2315,20
20-jun-2008	2315,21
20-jul-2008	2315,21
20-ago-2008	2315,21
20-sep-2008	2315,21
20-oct-2008	2315,21
20-nov-2008	2315,21
20-dic-2008	2315,19
20-ene-2009	2315,16
20-feb-2009	2315,13
20-mar-2009	2315,11
20-abr-2009	2315,12
20-may-2009	2315,14
20-jun-2009	2315,14
20-jul-2009	2315,16

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2009	2315,14
20-sep-2009	2315,13
20-oct-2009	2315,13
20-nov-2009	2315,13
20-dic-2009	2315,10
20-ene-2010	2315,07
20-feb-2010	2315,09
20-mar-2010	2315,04
20-abr-2010	2315,03
20-may-2010	2315,05
20-jun-2010	2315,05
20-jul-2010	2315,04
20-ago-2010	2315,04
20-sep-2010	2315,03
20-oct-2010	2315,04
20-nov-2010	2315,03
20-dic-2010	2315,01
20-ene-2011	2314,98
20-feb-2011	2314,97
20-mar-2011	2314,96
20-abr-2011	2314,96
20-may-2011	2314,97
20-jun-2011	2314,98
20-jul-2011	2314,95

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2011	2314,94
20-sep-2011	2314,94
20-oct-2011	2314,96
20-nov-2011	2314,97
20-dic-2011	2314,92
20-ene-2012	2314,90
20-feb-2012	2314,93
20-mar-2012	2314,91
20-abr-2012	2314,90
20-may-2012	2314,89
20-jun-2012	2314,89
20-jul-2012	2314,89
20-ago-2012	2314,88
20-sep-2012	2314,87
20-oct-2012	2314,87
20-nov-2012	2314,85
20-dic-2012	2314,83
20-ene-2013	2314,81
20-feb-2013	2314,80
20-mar-2013	2314,79
20-abr-2013	2314,80
20-may-2013	2314,81
20-jun-2013	2314,79

Pozo L4-3 (Cota Fase II: 2.301,72)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
31-ago-2007	2303,38
30-sep-2007	2303,46
28-oct-2007	2303,47
30-nov-2007	2303,50
31-dic-2007	2303,51
30-ene-2008	2303,44
29-feb-2008	2303,49
30-mar-2008	2303,48
30-abr-2008	2303,48
31-may-2008	2303,47
30-jun-2008	2303,48
31-ago-2008	2303,49
29-sep-2008	2303,47
20-oct-2008	2303,46
20-nov-2008	2303,46
20-dic-2008	2303,45
23-dic-2008	2303,46
20-ene-2009	2303,43
20-feb-2009	2303,41
20-mar-2009	2303,39
20-abr-2009	2303,41
20-may-2009	2303,39
20-jun-2009	2303,39
20-jul-2009	2303,42

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2009	2303,35
20-sep-2009	2303,37
20-oct-2009	2303,35
20-nov-2009	2303,35
20-dic-2009	2303,34
20-ene-2010	2303,33
20-feb-2010	2303,33
20-mar-2010	2303,32
20-abr-2010	2303,31
20-may-2010	2303,30
20-jun-2010	2303,30
20-jul-2010	2303,31
20-ago-2010	2303,28
20-sep-2010	2303,27
20-oct-2010	2303,27
20-nov-2010	2303,27
20-dic-2010	2303,26
20-ene-2011	2303,21
20-feb-2011	2303,23
20-mar-2011	2303,25
20-abr-2011	2303,24
20-may-2011	2303,23
20-jun-2011	2303,24
20-jul-2011	2303,20

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2011	2303,20
20-sep-2011	2303,19
20-oct-2011	2303,23
20-nov-2011	2303,23
20-dic-2011	2303,21
20-ene-2012	2303,21
20-feb-2012	2303,21
20-mar-2012	2303,19
20-abr-2012	2303,16
20-may-2012	2303,14
20-jun-2012	2303,14
20-jul-2012	2303,16
20-ago-2012	2303,13
20-sep-2012	2303,15
20-oct-2012	2303,12
20-nov-2012	2303,11
20-dic-2012	2303,10
20-ene-2013	2303,08
20-feb-2013	2303,08
20-mar-2013	2303,07
20-abr-2013	2303,12
20-may-2013	2303,12
20-jun-2013	2303,08

Pozo L9-1 (Cota Fase II: 2.307,94)

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2007	2308,86
20-sep-2007	2308,87
20-oct-2007	2308,85
20-nov-2007	2308,86
20-dic-2007	2308,84
20-ene-2008	2308,83
20-feb-2008	2308,81
20-mar-2008	2308,80
20-abr-2008	2308,78
20-may-2008	2308,80
20-jun-2008	2308,80
20-jul-2008	2308,79
20-ago-2008	2308,80
20-sep-2008	2308,80
20-oct-2008	2308,81
20-nov-2008	2308,83
20-dic-2008	2308,82
20-ene-2009	2308,81
20-feb-2009	2308,78
20-mar-2009	2308,76
20-abr-2009	2308,77
20-may-2009	2308,77
20-jun-2009	2308,77
20-jul-2009	2308,78

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2009	2308,78
20-sep-2009	2308,79
20-oct-2009	2308,80
20-nov-2009	2308,81
20-dic-2009	2308,80
20-ene-2010	2308,78
20-feb-2010	2308,79
20-mar-2010	2308,75
20-abr-2010	2308,74
20-may-2010	2308,75
20-jun-2010	2308,76
20-jul-2010	2308,76
20-ago-2010	2308,77
20-sep-2010	2308,77
20-oct-2010	2308,79
20-nov-2010	2308,81
20-dic-2010	2308,84
20-ene-2011	2308,81
20-feb-2011	2308,79
20-mar-2011	2308,76
20-abr-2011	2308,75
20-may-2011	2308,76
20-jun-2011	2308,77
20-jul-2011	2308,76

Fecha	Nivel [m.s.n.m.]
20-ago-2011	2308,76
20-sep-2011	2308,76
20-oct-2011	2308,80
20-nov-2011	2308,79
20-dic-2011	2308,78
20-ene-2012	2308,76
20-feb-2012	2308,77
20-mar-2012	2308,79
20-abr-2012	2308,79
20-may-2012	2308,78
20-jun-2012	2308,78
20-jul-2012	2308,79
20-ago-2012	2308,79
20-sep-2012	2308,78
20-oct-2012	2308,78
20-nov-2012	2308,78
20-dic-2012	2308,77
20-ene-2013	2308,75
20-feb-2013	2308,74
20-mar-2013	2308,73
20-abr-2013	2308,75
20-may-2013	2308,75
20-jun-2013	2308,72

ANEXO 2: REGISTRO DE CAUDALES BOMBeadOS POR MES EN LOS POZOS DE AGUA INDUSTRIAL

Mes/Pozo	Allana	Camar 2	Mullay	P2	Socaire
Enero-07	-	-	-	29,72	53,83
Febrero-07	-	-	-	31,48	61,15
Marzo-07	-	-	-	30,13	51,40
Abril-07	-	-	-	27,04	57,70
Mayo-07	-	-	-	29,38	55,77
Junio-07	-	-	-	29,69	49,93
Julio-07	-	-	-	14,72	51,13
Agosto-07	-	-	-	28,88	50,17
Septiembre-07	-	-	-	28,70	53,44
Octubre-07	-	-	-	31,83	47,16
Noviembre-07	-	-	-	33,02	60,47
Diciembre-07	-	-	-	33,40	58,24
Enero-08	-	-	-	33,35	58,31
Febrero-08	-	-	-	32,39	60,40
Marzo-08	-	14,39	-	26,56	63,72
Abril-08	-	15,94	-	32,40	63,15
Mayo-08	-	12,57	-	34,53	64,84
Junio-08	-	20,47	-	33,64	62,36
Julio-08	-	25,96	-	34,30	63,62
Agosto-08	-	34,47	-	33,86	56,77
Septiembre-08	6,31	50,52	29,42	34,14	60,93
Octubre-08	26,35	51,73	31,73	29,59	61,16
Noviembre-08	35,30	53,25	35,55	31,59	62,16
Diciembre-08	39,10	59,00	38,92	32,10	64,36
Enero-09	39,68	57,56	39,73	32,43	64,91
Febrero-09	39,72	58,51	39,76	32,33	64,05
Marzo-09	39,99	59,90	37,36	32,24	63,21
Abril-09	39,82	59,55	39,57	31,88	64,15
Mayo-09	39,14	59,85	39,98	31,65	57,41
Junio-09	39,77	59,64	39,99	31,03	56,66
Julio-09	37,34	47,12	39,75	30,93	64,63
Agosto-09	39,90	57,00	39,99	30,84	63,29
Septiembre-09	39,74	59,99	39,99	30,45	60,18
Octubre-09	39,50	59,81	39,98	32,43	64,03
Noviembre-09	39,99	59,33	39,99	32,32	64,80
Diciembre-09	39,99	57,44	39,79	32,10	64,94
Enero-10	39,50	56,98	38,70	30,44	61,72
Febrero-10	39,99	59,98	39,94	32,18	64,94
Marzo-10	39,05	59,15	39,26	31,05	64,87
Abril-10	39,93	59,87	39,99	31,10	64,89

Mes/Pozo	Allana	Camar 2	Mullay	P2	Socaire
Mayo-10	37,87	56,91	37,52	30,36	58,32
Junio-10	39,99	59,99	39,99	30,11	64,99
Julio-10	39,91	57,17	39,93	30,05	65,00
Agosto-10	39,57	58,84	39,44	28,85	61,80
Septiembre-10	40,00	59,80	39,90	26,51	56,47
Octubre-10	39,92	60,00	39,61	28,49	64,14
Noviembre-10	39,65	60,00	39,70	26,03	64,95
Diciembre-10	34,98	60,00	40,00	10,99	64,83
Enero-11	38,82	59,30	39,81	29,95	64,77
Febrero-11	36,87	55,09	38,23	30,43	64,67
Marzo-11	38,42	59,19	39,84	31,89	56,32
Abril-11	37,69	58,59	40,00	32,35	57,19
Mayo-11	36,25	55,06	31,00	30,82	63,63
Junio-11	34,79	58,16	38,18	30,33	58,41
Julio-11	31,01	46,40	38,99	29,83	61,15
Agosto-11	38,89	55,54	39,99	30,42	61,93
Septiembre-11	39,95	59,87	39,18	31,39	61,45
Octubre-11	38,19	59,77	39,88	31,40	64,87
Noviembre-11	39,91	59,71	39,84	31,17	63,56
Diciembre-11	37,38	58,63	39,44	31,40	61,87
Enero-12	36,98	51,58	35,78	31,48	64,03
Febrero-12	38,02	51,12	35,40	30,27	56,65
Marzo-12	37,12	55,77	36,59	30,81	60,14
Abril-12	39,42	59,84	37,60	30,15	56,13
Mayo-12	39,64	59,57	39,35	26,73	64,05
Junio-12	38,89	57,75	38,91	25,64	64,42
Julio-12	39,36	59,06	38,98	26,44	61,17
Agosto-12	36,52	58,56	38,52	28,22	61,91
Septiembre-12	39,75	59,42	39,48	28,48	63,94
Octubre-12	39,69	57,53	36,95	28,38	62,35
Noviembre-12	39,83	54,16	38,87	28,86	64,40
Diciembre-12	39,84	59,14	39,80	28,92	64,07
Enero-13	39,70	59,40	39,64	28,46	63,55
Febrero-13	31,70	51,89	32,36	28,23	56,17
Marzo-13	39,54	59,35	39,19	27,63	64,13
Abril-13	39,74	59,22	39,70	27,94	63,40
Mayo-13	32,66	51,49	33,05	27,50	55,24
Junio-13	39,21	59,62	39,65	26,58	64,62



ANEXO 3: INFORMES DE CALIDAD QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO

AE1300243



Alcance acreditación LE 277, 279

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **JAIME RAMIREZ**
Fecha de Informe : 08-Feb-13
Fecha de Recepción : 28-Jan-13
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis Densidad, Sólidos Totales, SST, SDT, pH, Conduc.
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA Enero-2013

ALS ENVIRONMENTAL

ELIZABETH.HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel:(56 2)6546192

AE1300243

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L1-4	L1-5	L1-6
Fecha de Muestreo				26-Jan-13	26-Jan-13	26-Jan-13
Hora de Muestreo				10:19	12:17	10:33
Código ALS				AE1300243-001	AE1300243-002	AE1300243-003
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	31-Jan-13	232000	181600	201000
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	05-Feb-13	1.2181	1.1156	1.1378
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	7.09	7.53	7.31
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-Feb-13	186220	150565	192060
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	185600	148912	188940
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-Feb-13	63	28	25

AE1300243

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L7-3	L2-3	L2-4
Fecha de Muestreo				26-Jan-13	26-Jan-13	26-Jan-13
Hora de Muestreo				14:13	15:45	14:59
Código ALS				AE1300243-004	AE1300243-005	AE1300243-006
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	31-Jan-13	2180	3210	10990
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	05-Feb-13	1.0031	1.009	1.0063
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	8.11	7.39	8.02
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-Feb-13	1568	2564	7470
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	1360	2484	6770
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-Feb-13	176	10	663

<= Menor que el límite de detección Indicado
AT (Agua Subterránea)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1300243

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L2-5	SOPM-7	SOPM-14
Fecha de Muestreo				26-Jan-13	26-Jan-13	26-Jan-13
Hora de Muestreo				10:02	11:02	11:18
Código ALS				AE1300243-007	AE1300243-008	AE1300243-009
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	31-Jan-13	221000	232000	231000
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	05-Feb-13	1.1865	1.2104	1.2132
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	7.21	7.04	7.15
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-Feb-13	187880	196270	208270
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	183430	193240	196350
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-Feb-13	66	73	81

<= Menor que el límite de detección Indicado
AT (Agua Subterránea)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1300243

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L1-G4	L7-G1	L4-8
Fecha de Muestreo				26-Jan-13	26-Jan-13	27-Jan-13
Hora de Muestreo				12:39	11:42	13:13
Código ALS				AE1300243-010	AE1300243-011	AE1300243-012
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	31-Jan-13	202000	222000	95000
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	05-Feb-13	1.1346	1.1815	1.0471
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	7.31	7.03	7.23
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-Feb-13	190070	183970	80800
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	181800	179820	76700
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-Feb-13	1314	2899	31

<= Menor que el límite de detección Indicado
AT (Agua Subterránea)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1300243

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L4-9	L4-12	L4-3
Fecha de Muestreo				27-Jan-13	26-Jan-13	26-Jan-13
Hora de Muestreo				13:29	09:32	16:25
Código ALS				AE1300243-013	AE1300243-014	AE1300243-015
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	31-Jan-13	122400	161800	16190
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	05-Feb-13	1.0693	1.0925	1.0023
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	7.96	7.80	5.82
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-Feb-13	109910	160200	10650
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	105500	158180	9760
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-Feb-13	153	107	45

AE1300243

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L4-6	L5-3	L10-1
Fecha de Muestreo				26-Jan-13	26-Jan-13	27-Jan-13
Hora de Muestreo				08:51	17:11	15:02
Código ALS				AE1300243-016	AE1300243-017	AE1300243-018
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	31-Jan-13	241000	6360	10560
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	05-Feb-13	1.2111	1.0008	1.0027
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	7.05	7.75	8.53
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-Feb-13	175774	4348	8520
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	171110	3916	8350
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-Feb-13	30	306	<3

<= Menor que el límite de detección Indicado
AT (Agua Subterránea)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1300243

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L10-4	1028
Fecha de Muestreo				27-Jan-13	27-Jan-13
Hora de Muestreo				15:43	17:08
Código ALS				AE1300243-019	AE1300243-020
Tipo de Muestra				AT	AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	31-Jan-13	139300	239000
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	05-Feb-13	1.0784	1.2113
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	7.23	6.77
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-Feb-13	133500	195910
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	127200	193590
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-Feb-13	9	157

PARAMETROS CRITICOS

pH Hora análisis: 10:25

AE1300243

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

L1-G4

26-Jan-13

12:39

AE1300243-010

AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	31-Jan-13	202000	202000
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	7.31	7.31
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-Feb-13	190070	191070
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	181800	183400
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-Feb-13	1314	1394

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1300243

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación
Fecha de Muestreo
Hora de Muestreo
Código ALS
Tipo de Muestra
Parámetro / LD

1028
27-Jan-13
17:08
AE1300243-020
AT

	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	31-Jan-13	239000	239000
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	6.77	6.78
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-Feb-13	195910	196710
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	193590	194790
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-Feb-13	157	154

AE1300243

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	31-Jan-13	<2	111700	111800	100	80-120	Pt-CE-1-9
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	---	6.99	7.00	100	80-120	Pt-pH-1-2
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-Feb-13	<10	1976	2000	99	80-120	Pt-ST-1-5
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	<10	1944	2000	97	80-120	Pt-STD-1-6
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-Feb-13	<3	152	150	101	80-120	Pt-SST-1-2

AE1300243

Anexo 3 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 20 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ El análisis de pH y conductividad es realizado a 25°C.
- ✚ Los resultados expuestos son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.

Referencias de Métodos

- ✚ **ECE-POT401 (CE)** : Laboratory Method. APHA 2510-B, page 2-47 to 2-48, 21st ed.
- ✚ **EOA-DEN778 (Dens.)** : Chang Raymond. 2007. 9ª Edición. Química. Editorial: McGraw- Hill. Interamericana de México S.A. de C.V.
- ✚ **EPH-POT403 (pH)** : Electrometric Method. APHA 4500-H-B, page 4-90 to 4-94, 21st ed.
- ✚ **EST-GRA203 (ST)** : Total Solids Dried at 103-105 °C. APHA 2540-B, page 2-56, 21st ed.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.
- ✚ **ESTS-GRA203 (STS)** : Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C. APHA 2540-D, page 2-58 to 2-59, 21st ed.

AE1300243

Anexo 4

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
ECE-POT401	Conductividad por potenciometria
EOA-DEN778	Densidad
EPH-POT403	pH por potenciometria
EST-GRA203	Sólidos Totales por gravimetria
ESTD-GRA203	Sólidos Totales Disueltos, gravimetria
ESTS-GRA203	Sólidos Totales Suspendidos, gravimetria

**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

AE1300244



Alcance acreditación LE 277, 279

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **JAIME RAMIREZ**
Fecha de Informe : 08-Feb-13
Fecha de Recepción : 28-Jan-13
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis Densidad y SDT
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA. Muestreo 27-01-2013

ALS ENVIRONMENTAL

ELIZABETH.HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel:(56 2)6546192

AE1300244

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				SOPM12-C	1001
Fecha de Muestreo				27-Jan-13	27-Jan-13
Hora de Muestreo				18:14	17:18
Código ALS				AE1300244-001	AE1300244-002
Tipo de Muestra				AT	AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	07-Feb-13	1.2218	1.2153
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	187600	188000

<= Menor que el límite de detección Indicado
AT (Agua Subterránea)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1300244

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

1001

27-Jan-13

17:18

AE1300244-002

AT

	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
--	---------	----------	-------------------	------	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	188000	189000
------------------	-----	------	-----------	--------	--------

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1300244

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	<10	1944	2000	97	80-120	Pt-STD-1-6

AE1300244

Anexo 3 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 2 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ Los resultados expuestos son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.

Referencias de Métodos

- ✚ **EOA-DEN778 (Dens.)** : Chang Raymond. 2007. 9ª Edición. Química. Editorial: McGraw- Hill. Interamericana de México S.A. de C.V.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.

AE1300244

Anexo 4

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
EOA-DEN778	Densidad
ESTD-GRA203	Sólidos Totales Disueltos, gravimetría

**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

AE1300245



Alcance acreditación LE 277, 279

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **JAIME RAMIREZ**
Fecha de Informe : 08-Feb-13
Fecha de Recepción : 28-Jan-13
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis Varios
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA. Muestreo 27-01-2013

ALS ENVIRONMENTAL

ELIZABETH.HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel:(56 2)6546192

AE1300245

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación L4-10
Fecha de Muestreo 27-Jan-13
Hora de Muestreo 13:45
Código ALS AE1300245-001
Tipo de Muestra AS
Parámetro / LD

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	
PARAMETROS FISICOQUIMICOS				
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	01-Feb-13	870
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	01-Feb-13	<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	01-Feb-13	870
EDURT-CAL756 / 0.5	Dur Total	mg CaCO3/L	07-Feb-13	30316.1
EOA-MD758 / 0.1	Temp.	°C	28-Jan-13	18.6
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	7.40
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-Feb-13	204000
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	203600
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-Feb-13	120
SALINIDAD	Salinidad	%	05-Feb-13	>70
PARAMETROS INORGANICOS				
Aniones				
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-13	169630.9
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	05-Feb-13	17990
Fosfatos				
EP-COL110 / 0.03	P-Total	mg/L	30-Jan-13	23.39
Nitrógeno				
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	29-Jan-13	0.15
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	30-Jan-13	11.8
Otros				
EOD-VOL311 / 0.1	O2 D	mg/L	28-Jan-13	6.6
METALES TOTALES				
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	07-Feb-13	37.1950
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	05-Feb-13	736.10
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-Feb-13	13251.00
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	05-Feb-13	6915.50
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	06-Feb-13	70290.00
PARAMETROS CRITICOS				
pH	Hora análisis: 10:25			
Nitrógeno Nitrito	Hora análisis: 15:00			
Nitrógeno Nitrato	Hora análisis: 10:00			
Oxígeno Disuelto	Hora análisis: 17:45			

<= Menor que el límite de detección Indicado
AS (Agua Superficial)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1300245

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación
Fecha de Muestreo
Hora de Muestreo
Código ALS
Tipo de Muestra
Parámetro / LD

L4-10
27-Jan-13
13:45
AE1300245-001
AS

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	AS	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>						
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	01-Feb-13	870		870
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	01-Feb-13	<1		<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	01-Feb-13	870		870
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	7.40		7.41
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-Feb-13	204000		208200
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	203600		205000
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-Feb-13	120		128
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
<u>Aniones</u>						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-13	169630.9		172071.6
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	05-Feb-13	17990		18322
<u>Fosfatos</u>						
EP-COL110 / 0.03	P-Total	mg/L	30-Jan-13	23.39		23.91
<u>Nitrógeno</u>						
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	29-Jan-13	0.15		0.15
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	30-Jan-13	11.8		11.9
<u>METALES TOTALES</u>						
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	07-Feb-13	37.1950		36.6740
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	05-Feb-13	736.10		723.80
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-Feb-13	13251.00		13657.00
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	05-Feb-13	6915.50		6830.00
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	06-Feb-13	70290.00		70630.00

<= Menor que el límite de detección Indicado
AS (Agua Superficial)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1300245

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Adiciones

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Rango(%)	%Recup.	Código ALS
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
<u>Aniones</u>						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-13	<80-120>	102.5	AE1300245-001
<u>Fosfatos</u>						
EP-COL110 / 0.03	P-Total	mg/L	30-Jan-13	<75-125>	97.9	AE1300245-001
<u>Nitrógeno</u>						
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	29-Jan-13	<75-125>	118.4	AE1300245-001
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	30-Jan-13	<75-125>	NA	AE1300245-001
<u>METALES TOTALES</u>						
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	07-Feb-13	<85-115>	NA	AE1300245-001
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	05-Feb-13	<85-115>	95.1	AE1300245-001
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-Feb-13	<85-115>	97.1	AE1300245-001
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	05-Feb-13	<85-115>	92.5	AE1300245-001
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	06-Feb-13	<85-115>	88.9	AE1300245-001

AE1300245

Anexo 3 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
PARAMETROS FISICOQUIMICOS									
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	01-Feb-13	----	984	1000	98	80-120	Pt-Alc-1-3
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	01-Feb-13	----	984	1000	98	80-120	Pt-Alc-1-3
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	01-Feb-13	----	984	1000	98	80-120	Pt-Alc-1-3
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	----	7.03	7.00	100	80-120	Pt-pH-1-2
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-Feb-13	<10	1976	2000	99	80-120	Pt-ST-1-5
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	<10	1944	2000	97	80-120	Pt-STD-1-6
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-Feb-13	<3	152	150	101	80-120	Pt-SST-1-2
PARAMETROS INORGANICOS									
Aniones									
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-13	<0.5	103.5	100.0	104	80-120	Pt-Cl-1-4
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	05-Feb-13	<10	99	100	99	80-120	Pt-SO4-1-8
Fosfatos									
EP-COL110 / 0.03	P-Total	mg/L	30-Jan-13	<0.03	7.04	7.00	101	80-120	Pt-PO4-1-6
Nitrógeno									
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	29-Jan-13	<0.01	0.05	0.05	100	80-120	Pt-N-NO2-1-1
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	30-Jan-13	<0.1	0.9	0.9	100	80-120	Pt-N-NO3-1-2
METALES TOTALES									
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	07-Feb-13	<0.0005	0.0096	0.0100	96	80-120	Pt-As-1-8
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	05-Feb-13	<0.05	9.92	10.00	99	80-120	Pt-Ca-1-4
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-Feb-13	<0.01	10.62	10.00	106	80-120	Pt-K-1-6
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	05-Feb-13	<0.01	9.59	10.00	96	80-120	Pt-Mg-1-6
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	06-Feb-13	<0.01	9.95	10.00	100	80-120	Pt-Na-1-1

<= Menor que el límite de detección Indicado

AE1300245

Anexo 4 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 1 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ El análisis de pH y conductividad es realizado a 25 °C.
- ✚ Los resultados expuestos son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.

Referencias de Métodos

- ✚ **EALCB-VOL304 (Alc HCO₃)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EALCC-VOL304 (Alc CO₃)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EALCT-VOL304 (Alc Total)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EAS-GH64 (As)** : APHA 3030-F: Nitric Acid Hydrochloric Acid Digestion, Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. APHA 3114-C, page 3-37 to 3-38, 21st ed.2005.
- ✚ **ECA-AAS3 (Ca)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method, APHA 3111-D, page 3-20 to 3-22, 21st ed.
- ✚ **ECL-VOL309 (Cl)** : Argentometric Method. APHA 4500-Cl-B, page.4-70 to 4-71, 21st ed.2005.
- ✚ **EDURT-CAL756 (Dur Total)** : Hardness by Calculation. APHA 2340-B, page 2-37, 21st ed.
- ✚ **EK-EA10 (K)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Flame Photometric Method. APHA 3500-K-B, page 3-88 to 3-89, 21st ed.2005.
- ✚ **EMG-AAS4 (Mg)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
- ✚ **ENA-EA10 (Na)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Flame Emission Photometric. APHA 3500-Na-B, page 3-99 to 3-100, 21st ed.2005.
- ✚ **ENO2-COL115 (N-NO₂)** : Colorimetric Method. APHA 4500-NO2-B, page 4-118 to 4-119, 21st ed.2005.
- ✚ **ENO3-COL123 (N-NO₃)** : Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method. APHA 4500-NO3-B, page 4-120 to 4-121, 21st ed.
- ✚ **EOA-MD758 (Temp.)** : Temperature - Laboratory and Field Methods. APHA 2550-B, page 2-61 to 2-62, 21st ed.
- ✚ **EOD-VOL311 (O₂ D)** : Azide Modification. APHA 4500 O-C, page 4-138 to 4-140, 21st ed.2005.
- ✚ **EP-COL110 (P-Total)** : APHA 4500-P-B: Sample Preparation. Perchloric Acid Digestion., Ascorbic Acid Method. APHA 4500-P-E, page 4-153 to 4-155, 21st ed.2005.
- ✚ **EPH-POT403 (pH)** : Electrometric Method. APHA 4500-H-B, page 4-90 to 4-94, 21st ed.
- ✚ **ESO4-GRA205b (SO₄)** : Gravimetric Method with Drying of Residue. APHA 4500-SO4-D, page 4-187 to 4-188, 21st ed.2005.
- ✚ **EST-GRA203 (ST)** : Total Solids Dried at 103-105 °C. APHA 2540-B, page 2-56, 21st ed.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.
- ✚ **ESTS-GRA203 (STS)** : Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C. APHA 2540-D, page 2-58 to 2-59, 21st ed.

AE1300245

Anexo 5

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
EALCB-VOL304	Alcalinidad Bicarbonato por volumetria
EALCC-VOL304	Alcalinidad Carbonato por volumetria
EALCT-VOL304	Alcalinidad Total por volumetria
EAS-GH64	Arsénico Total por HGAAS
ECA-AAS3	Calcio total por FAAS
ECL-VOL309	Cloruro por Volumetria
EDURT-CAL756	Dureza Total Cálculo
EK-EA10	Potasio total por FAES
EMG-AAS4	Magnesio total por FAAS
ENA-EA10	Sodio total por FAES
ENO2-COL115	Nitrito por Colorimetria
ENO3-COL123	Nitrato por Colorimetria
EOA-MD758	Temperatura en liquidos
EOD-VOL311	Oxígeno Disuelto por Volumetria
EP-COL110	Fósforo Total, Colorimetria
EPH-POT403	pH por potenciometria
ESO4-GRA205b	Sulfato por gravimetria
EST-GRA203	Sólidos Totales por gravimetria
ESTD-GRA203	Sólidos Totales Disueltos, gravimetria
ESTS-GRA203	Sólidos Totales Suspendidos, gravimetria

**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

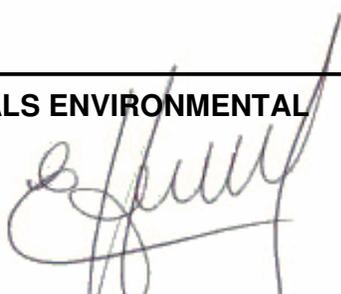
AE1300246



Alcance acreditación LE 277, 279

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **JAIME RAMIREZ**
Fecha de Informe : 08-Feb-13
Fecha de Recepción : 28-Jan-13
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis Varios
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA. Muestreo 27-01-2013

ALS ENVIRONMENTAL



ELIZABETH.HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel:(56 2)6546192

AE1300246

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				MULLAY	ALLANA	CAMAR
Fecha de Muestreo				27-Jan-13	27-Jan-13	27-Jan-13
Hora de Muestreo				11:12	10:43	10:20
Código ALS				AE1300246-001	AE1300246-002	AE1300246-003
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>						
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	04-Feb-13	290	170	500
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	04-Feb-13	<1	<1	<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	04-Feb-13	290	170	500
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Jan-13	2270	4110	2670
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	07-Feb-13	1.0015	1.0008	1.0042
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	7.51	7.39	7.14
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	1506	3936	1874
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
<u>Aniones</u>						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-13	537.0	507.7	424.7
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	05-Feb-13	186	1612	336
<u>Nitrógeno</u>						
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	29-Jan-13	<0.01	<0.01	<0.01
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	30-Jan-13	0.3	0.4	0.6
<u>METALES TOTALES</u>						
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	07-Feb-13	4.2395	0.0673	0.4041
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	05-Feb-13	82.77	291.37	115.07
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	04-Feb-13	<0.03	0.07	<0.03
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-Feb-13	29.20	25.36	16.93
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	05-Feb-13	32.11	231.95	97.40
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	31-Jan-13	<0.005	0.007	<0.005
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	06-Feb-13	324.74	424.32	311.71
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	04-Feb-13	<0.005	<0.005	<0.005

<= Menor que el límite de detección Indicado
 AT (Agua Subterránea)
 NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1300246

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				SOCAIRE 5	P 2
Fecha de Muestreo				27-Jan-13	27-Jan-13
Hora de Muestreo				09:39	09:00
Código ALS				AE1300246-004	AE1300246-005
Tipo de Muestra				AT	AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	04-Feb-13	450	160
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	04-Feb-13	<1	<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	04-Feb-13	450	160
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Jan-13	2950	2330
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	07-Feb-13	1.0016	1.0028
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	7.08	7.64
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	1990	1632
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>					
<u>Aniones</u>					
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-13	512.6	500.4
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	05-Feb-13	374	300
<u>Nitrógeno</u>					
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	29-Jan-13	<0.01	<0.01
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	30-Jan-13	0.4	2.2
<u>METALES TOTALES</u>					
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	07-Feb-13	3.1100	0.2941
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	05-Feb-13	101.94	134.48
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	04-Feb-13	<0.03	0.05
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-Feb-13	34.38	22.78
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	05-Feb-13	48.73	40.24
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	31-Jan-13	<0.005	<0.005
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	06-Feb-13	494.67	278.61
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	04-Feb-13	0.018	<0.005
<u>PARAMETROS CRITICOS</u>					
pH			Hora análisis: 10:15		
Nitrógeno Nitrito			Hora análisis: 10:00		
Nitrógeno Nitrato			Hora análisis: 15:46		

<= Menor que el límite de detección Indicado
AT (Agua Subterránea)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1300246

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación
Fecha de Muestreo
Hora de Muestreo
Código ALS
Tipo de Muestra
Parámetro / LD

CAMAR
27-Jan-13
10:20
AE1300246-003
AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	04-Feb-13	500	505
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	04-Feb-13	<1	<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	04-Feb-13	500	505
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Jan-13	----	----
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	----	----
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	----	----
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>					
<u>Aniones</u>					
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-13	----	----
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	05-Feb-13	----	----
<u>Nitrógeno</u>					
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	29-Jan-13	----	----
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	30-Jan-13	----	----
<u>METALES TOTALES</u>					
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	07-Feb-13	----	----
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	05-Feb-13	----	----
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	04-Feb-13	----	----
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-Feb-13	----	----
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	05-Feb-13	----	----
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	31-Jan-13	----	----
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	06-Feb-13	----	----
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	04-Feb-13	----	----

<= Menor que el límite de detección Indicado
AT (Agua Subterránea)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1300246

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación
Fecha de Muestreo
Hora de Muestreo
Código ALS
Tipo de Muestra
Parámetro / LD

P 2
27-Jan-13
09:00
AE1300246-005
AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	AT	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>						
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	04-Feb-13	----		----
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	04-Feb-13	----		----
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	04-Feb-13	----		----
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Jan-13	2330		2330
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	7.64		7.65
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	1632		1626
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
<u>Aniones</u>						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-13	500.4		497.9
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	05-Feb-13	300		306
<u>Nitrógeno</u>						
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	29-Jan-13	<0.01		<0.01
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	30-Jan-13	2.2		2.2
<u>METALES TOTALES</u>						
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	07-Feb-13	0.2941		0.2924
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	05-Feb-13	134.48		133.42
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	04-Feb-13	0.05		0.06
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-Feb-13	22.78		22.72
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	05-Feb-13	40.24		39.97
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	31-Jan-13	<0.005		<0.005
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	06-Feb-13	278.61		276.55
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	04-Feb-13	<0.005		<0.005

<= Menor que el límite de detección Indicado
AT (Agua Subterránea)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1300246

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Adiciones

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Rango(%)	%Recup.	Código ALS
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
<u>Aniones</u>						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-13	<80-120>	105.0	AE1300246-001
<u>Nitrógeno</u>						
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	29-Jan-13	<75-125>	100.0	AE1300246-001
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	30-Jan-13	<75-125>	NA	AE1300246-001
<u>METALES TOTALES</u>						
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	07-Feb-13	<85-115>	102.0	AE1300246-005
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	05-Feb-13	<85-115>	104.4	AE1300246-001
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	04-Feb-13	<85-115>	102.0	AE1300246-004
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-Feb-13	<85-115>	109.3	AE1300246-003
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	05-Feb-13	<85-115>	110.0	AE1300246-004
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	31-Jan-13	<85-115>	101.2	AE1300246-001
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	06-Feb-13	<85-115>	111.4	AE1300246-001
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	04-Feb-13	<85-115>	99.8	AE1300246-001

AE1300246

Anexo 3 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	04-Feb-13	----	980	1000	98	80-120	Pt-Alc-1-3
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	04-Feb-13	----	980	1000	98	80-120	Pt-Alc-1-3
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	04-Feb-13	----	980	1000	98	80-120	Pt-Alc-1-3
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Jan-13	<2	1411	1417	100	80-120	Pt-CE-1-2
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Jan-13	----	7.03	7.00	100	80-120	Pt-pH-1-2
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	06-Feb-13	<10	1944	2000	97	80-120	Pt-STD-1-6
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>									
<u>Aniones</u>									
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-13	<0.5	103.5	100.0	104	80-120	Pt-Cl-1-4
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	05-Feb-13	<10	99	100	99	80-120	Pt-SO4-1-8
<u>Nitrógeno</u>									
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	29-Jan-13	<0.01	0.05	0.05	100	80-120	Pt-N-NO2-1-1
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	30-Jan-13	<0.1	0.9	0.9	100	80-120	Pt-N-NO3-1-2
<u>METALES TOTALES</u>									
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	07-Feb-13	<0.0005	0.0096	0.0100	96	80-120	Pt-As-1-8
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	05-Feb-13	<0.05	9.92	10.00	99	80-120	Pt-Ca-1-4
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	04-Feb-13	<0.03	0.94	1.00	94	80-120	Pt-Fe-1-5
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-Feb-13	<0.01	10.66	10.00	107	80-120	Pt-K-1-6
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	05-Feb-13	<0.01	9.59	10.00	96	80-120	Pt-Mg-1-6
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	31-Jan-13	<0.005	0.984	1.000	98	80-120	Pt-Mn-1-6
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	06-Feb-13	<0.01	9.99	10.00	100	80-120	Pt-Na-1-1
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	04-Feb-13	<0.005	1.003	1.000	100	80-120	Pt-Zn-1-6

AE1300246

Anexo 4 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 5 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ El análisis de pH y conductividad es realizado a 25 °C.
- ✚ Los resultados expuestos son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.

Referencias de Métodos

- ✚ **EALCB-VOL304 (Alc HCO₃)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EALCC-VOL304 (Alc CO₃)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EALCT-VOL304 (Alc Total)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EAS-GH64 (As)** : APHA 3030-F: Nitric Acid Hydrochloric Acid Digestion, Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. APHA 3114-C, page 3-37 to 3-38, 21st ed.2005.
- ✚ **ECA-AAS3 (Ca)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method, APHA 3111-D, page 3-20 to 3-22, 21st ed.
- ✚ **ECE-POT401 (CE)** : Laboratory Method. APHA 2510-B, page 2-47 to 2-48, 21st ed.
- ✚ **ECL-VOL309 (Cl)** : Argentometric Method. APHA 4500-Cl-B, page.4-70 to 4-71, 21st ed.2005.
- ✚ **EFE-AAS4 (Fe)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
- ✚ **EK-EA10 (K)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Flame Photometric Method. APHA 3500-K-B, page 3-88 to 3-89, 21st ed.2005.
- ✚ **EMG-AAS4 (Mg)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
- ✚ **EMN-AAS4 (Mn)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
- ✚ **ENA-EA10 (Na)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Flame Emission Photometric. APHA 3500-Na-B, page 3-99 to 3-100, 21st ed.2005.
- ✚ **ENO2-COL115 (N-NO₂)** : Colorimetric Method. APHA 4500-NO2-B, page 4-118 to 4-119, 21st ed.2005.
- ✚ **ENO3-COL123 (N-NO₃)** : Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method. APHA 4500-NO3-B, page 4-120 to 4-121, 21st ed.
- ✚ **EOA-DEN778 (Dens.)** : Chang Raymond. 2007. 9ª Edición. Química. Editorial: McGraw- Hill. Interamericana de México S.A. de C.V.
- ✚ **EPH-POT403 (pH)** : Electrometric Method. APHA 4500-H-B, page 4-90 to 4-94, 21st ed.
- ✚ **ESO4-GRA205b (SO₄)** : Gravimetric Method with Drying of Residue. APHA 4500-SO4-D, page 4-187 to 4-188, 21st ed.2005.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.

✚ **EZN-AAS4 (Zn)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.

AE1300246

Anexo 5

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
EALCB-VOL304	Alcalinidad Bicarbonato por volumetria
EALCC-VOL304	Alcalinidad Carbonato por volumetria
EALCT-VOL304	Alcalinidad Total por volumetria
EAS-GH64	Arsénico Total por HGAAS
ECA-AAS3	Calcio total por FAAS
ECE-POT401	Conductividad por potenciometria
ECL-VOL309	Cloruro por Volumetria
EFE-AAS4	Hierro total por FAAS
EK-EA10	Potasio total por FAES
EMG-AAS4	Magnesio total por FAAS
EMN-AAS4	Manganeso total por FAAS
ENA-EA10	Sodio total por FAES
ENO2-COL115	Nitrito por Colorimetria
ENO3-COL123	Nitrato por Colorimetria
EOA-DEN778	Densidad
EPH-POT403	pH por potenciometria
ESO4-GRA205b	Sulfato por gravimetria
ESTD-GRA203	Sólidos Totales Disueltos, gravimetria
EZN-AAS4	Zinc total por FAAS

**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

AE1300247



Alcance acreditación LE 277, 279

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **JAIME RAMIREZ**
Fecha de Informe : 20-Feb-13
Fecha de Recepción : 28-Jan-13
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis SAAM, HC Totales, N-NH3, Conductividad y Coliformes
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA. Muestreo 28-01-2013

ALS ENVIRONMENTAL

ELIZABETH.HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel:(56 2)6546192

AE1300247

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				CHAXA	BARROS NEGROS
Fecha de Muestreo				28-Jan-13	28-Jan-13
Hora de Muestreo				11:12	10:00
Código ALS				AE1300247-001	AE1300247-002
Tipo de Muestra				AS	AS

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		
-----------------------	----------------	-----------------	--------------------------	--	--

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Jan-13	207000	213000
----------------	----	-------	-----------	--------	--------

PARAMETROS ORGANICOS

EHT-CAL812 / 2	Hid Totales	mg/L	14-Feb-13	17	<2
ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	29-Jan-13	1.02	1.11

PARAMETROS SUB CONTRATADOS

ESUBC-513 / 1.8	Colif Fec	NMP/100 mL	29-Jan-13	<1.8	<1.8
ESUBC-514 / 1.8	Colif Tot	NMP/100 mL	29-Jan-13	<1.8	<1.8
ENH3-COL143 / 0.01	N-NH3	mg/L	06-Feb-13	2.32	3.82

PARAMETROS CRITICOS

Detergente	Hora análisis: 09:00
Coliforme Fecal	Hora análisis: 09:20
Coliforme Total	Hora análisis: 09:20

AE1300247

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación
Fecha de Muestreo
Hora de Muestreo
Código ALS
Tipo de Muestra
Parámetro / LD

BARROS NEGROS
28-Jan-13
10:00
AE1300247-002
AS

	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Jan-13	213000	213000
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u>					
ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	29-Jan-13	1.11	1.18

AE1300247

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Adiciones

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Rango(%)	%Recup.	Código ALS
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u> ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	29-Jan-13	<75-125>	NA	AE1300247-001

AE1300247

Anexo 3 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Jan-13	<2	111600	111800	100	80-120	Pt-CE-1-9
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u>									
ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	29-Jan-13	<0.01	0.16	0.15	107	80-120	Pt-SAAM-1-3

AE1300247

Anexo 4 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 2 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ El análisis de coliforme es subcontratado a un laboratorio acreditado por la ISO 17025.
- ✚ Los resultados expuestos son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ Análisis de Hidrocarburos Volátiles y Nitrógeno Amoniacal fueron subcontratado por ALS Santiago

Referencias de Métodos

- ✚ **ECE-POT401 (CE)** : Laboratory Method. APHA 2510-B, page 2-47 to 2-48, 21st ed.
- ✚ **EHT-CAL812 (Hid Totales)** : NCh 2313/7, Oficial 1997.
- ✚ **ESAAM-COL117 (SAAM)** : Anionic Surfactants as MBAS. APHA 5540-C, page 5-50 to 5-52, 21st ed.2005.

Referencias de Métodos - Parámetros Subcontratados

- ✚ **ESUBC-513 (Colif Fec)** : Fecal Coliform Procedure. APHA 9221-E, page 9-56 to 9-57, 21st ed.2005..
- ✚ **ESUBC-514 (Colif Tot)** : Standard Total Coliform Fermentation Technique, APHA 9221-B, page 9-49 to 9-52, 21st ed. 2005.
- ✚ **ENH3-COL143 (N-NH3)** : Nitrógeno Amoniacal. APHA 4500-NH3-H, page 4-116 to 4-117, 21 st ed. 2005.

AE1300247

Anexo 5

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
ECE-POT401	Conductividad por potenciometria
EHT-CAL812	Hidrocarburos Totales
ESAAM-COL117	Surfactantes Aniónicos por Colorimetria
ESUBC-513	Coliformes Fecales por Tubos Multiples
ESUBC-514	Coliformes Totales por Tubos Multiples
ENH3-COL143	Nitrógeno Amoniacal

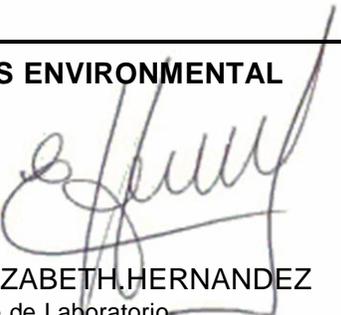
**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

AE1301106

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **JAIME RAMIREZ**
Fecha de Informe : 14-May-13
Fecha de Recepción : 29-Apr-13
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis Varios
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA Muestreo 26-04-2013

ALS ENVIRONMENTAL


ELIZABETH HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutenberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel:(56 2)6546192

AE1301106

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				MULLAY	ALLANA	CAMAR
Fecha de Muestreo				26-Apr-13	26-Apr-13	26-Apr-13
Hora de Muestreo				17:20	16:00	16:30
Código ALS				AE1301106-001	AE1301106-002	AE1301106-003
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>						
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	09-May-13	220	140	450
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	09-May-13	<1	<1	<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	09-May-13	220	140	450
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	08-May-13	2280	4080	2660
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	07-May-13	1.0052	1.0058	1.0077
EPH-POT403 / 0.01	pH		30-Apr-13	7.75	7.77	7.25
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	09-May-13	1338	3432	1714
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
<u>Aniones</u>						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	07-May-13	498.4	509	440.3
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	10-May-13	219	1254	380
<u>Nitrógeno</u>						
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	30-Apr-13	<0.01	<0.01	<0.01
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	30-Apr-13	0.2	0.4	0.6
<u>METALES TOTALES</u>						
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	08-May-13	3.6596	0.0603	0.3408
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	09-May-13	109.84	302.67	145.78
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	06-May-13	0.16	0.15	0.38
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	09-May-13	28.44	24.38	15.18
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	09-May-13	31.34	238.19	100.54
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	07-May-13	<0.005	0.015	0.006
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-13	317.76	396.27	289.14
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	06-May-13	<0.005	<0.005	0.210

<= Menor que el límite de detección Indicado
 AT (Agua Subterránea)
 NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1301106

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				SOCAIRE	P2
Fecha de Muestreo				26-Apr-13	26-Apr-13
Hora de Muestreo				17:00	16:00
Código ALS				AE1301106-004	AE1301106-005
Tipo de Muestra				AT	AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	09-May-13	420	120
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	09-May-13	<1	<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	09-May-13	420	120
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	08-May-13	2940	2200
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	07-May-13	1.0033	1.0052
EPH-POT403 / 0.01	pH		30-Apr-13	7.27	7.68
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	09-May-13	1874	1452

PARAMETROS INORGANICOS

Aniones

ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	07-May-13	604.9	464.5
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	10-May-13	412	322

Nitrógeno

ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	30-Apr-13	<0.01	<0.01
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	30-Apr-13	0.4	2.0

METALES TOTALES

EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	08-May-13	2.4362	0.2322
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	09-May-13	241.90	165.4
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	06-May-13	0.26	<0.1
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	09-May-13	31.06	15.39
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	09-May-13	50.93	41.56
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	07-May-13	0.006	<0.005
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-13	445.99	235.34
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	06-May-13	0.214	<0.005

PARAMETROS CRITICOS

pH	Hora análisis: 09:00
Nitrógeno Nitrito	Hora análisis: 13:26
Nitrógeno Nitrato	Hora análisis: 15:50

<= Menor que el límite de detección Indicado
 AT (Agua Subterránea)
 NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1301106

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

MULLAY
26-Apr-13
17:20
AE1301106-001
AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	09-May-13	----	----
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	09-May-13	----	----
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	09-May-13	----	----
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	08-May-13	----	----
EPH-POT403 / 0.01	pH		30-Apr-13	----	----
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	09-May-13	----	----
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>					
<u>Aniones</u>					
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	07-May-13	----	----
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	10-May-13	----	----
<u>Nitrógeno</u>					
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	30-Apr-13	----	----
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	30-Apr-13	----	----
<u>METALES TOTALES</u>					
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	08-May-13	3.6596	3.7820
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	09-May-13	----	----
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	06-May-13	----	----
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	09-May-13	----	----
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	09-May-13	----	----
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	07-May-13	----	----
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-13	----	----
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	06-May-13	<0.005	<0.005

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1301106

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

P2
26-Apr-13
16:00
AE1301106-005
AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	09-May-13	120	120
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	09-May-13	<1	<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	09-May-13	120	120
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	08-May-13	2200	2210
EPH-POT403 / 0.01	pH		30-Apr-13	7.68	7.68
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	09-May-13	1452	1418
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>					
<u>Aniones</u>					
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	07-May-13	464.5	479.1
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	10-May-13	322	326
<u>Nitrógeno</u>					
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	30-Apr-13	<0.01	<0.01
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	30-Apr-13	2.0	2.0
<u>METALES TOTALES</u>					
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	08-May-13	----	----
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	09-May-13	165.4	166.7
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	06-May-13	4.63	4.52
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	09-May-13	15.39	15.49
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	09-May-13	41.56	41.41
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	07-May-13	0.017	0.016
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-13	235.34	236.84
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	06-May-13	----	----

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1301106**Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Adiciones**

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Rango(%)	%Recup.	Código ALS
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
<u>Aniones</u>						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	07-May-13	<80-120>	100.4	AE1301106-001
<u>Nitrógeno</u>						
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	30-Apr-13	<80-120>	100.0	AE1301106-004
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	30-Apr-13	<80-120>	NA	AE1301106-002
<u>METALES TOTALES</u>						
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	08-May-13	<85-115>	NA	AE1301106-001
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	09-May-13	<85-115>	102.9	AE1301106-003
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	06-May-13	<85-115>	105.8	AE1301106-005
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	09-May-13	<85-115>	99.3	AE1301106-001
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	09-May-13	<85-115>	91.2	AE1301106-002
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	07-May-13	<85-115>	90.4	AE1301106-001
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-13	<85-115>	95.5	AE1301106-003
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	06-May-13	<85-115>	106.4	AE1301106-003

AE1301106

Anexo 3 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	09-May-13	----	90	100	90	80-120	Pt-Alc-1-5
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	09-May-13	----	90	100	90	80-120	Pt-Alc-1-5
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	09-May-13	----	90	100	90	80-120	Pt-Alc-1-5
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	08-May-13	<2	1417	1417	100	80-120	Pt-CE-1-2
EPH-POT403 / 0.01	pH		30-Apr-13	----	7.01	7.00	100	80-120	Pt-pH-1-2
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	09-May-13	<10	1960	2000	98	80-120	Pt-STD-1-6
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>									
<u>Aniones</u>									
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	07-May-13	<0.5	411.3	400.0	103	80-120	Pt-Cl-1-10
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	10-May-13	<10	97	100	97	80-120	Pt-SO4-1-8
<u>Nitrógeno</u>									
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	30-Apr-13	<0.01	0.05	0.05	100	80-120	Pt-N-NO2-1-1
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	30-Apr-13	<0.1	0.9	0.9	100	80-120	Pt-N-NO3-1-2
<u>METALES TOTALES</u>									
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	08-May-13	<0.0005	0.0093	0.0100	93	80-120	Pt-As-1-8
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	09-May-13	<0.05	9.82	10.00	98	80-120	Pt-Ca-1-4
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	06-May-13	<0.03	1.07	1.00	107	80-120	Pt-Fe-1-5
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	09-May-13	<0.01	9.84	10.00	98	80-120	Pt-K-1-6
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	09-May-13	<0.01	9.94	10.00	99	80-120	Pt-Mg-1-6
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	07-May-13	<0.005	0.984	1.000	98	80-120	Pt-Mn-1-6
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-13	<0.01	10.01	10.00	100	80-120	Pt-Na-1-1
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	06-May-13	<0.005	1.001	1.000	100	80-120	Pt-Zn-1-6

AE1301106

Anexo 4 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 5 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ El análisis de pH y conductividad es realizado a 25°C.
- ✚ Los resultados expuestos son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.

Referencias de Métodos

- ✚ **EALCB-VOL304 (Alc HCO₃)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EALCC-VOL304 (Alc CO₃)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EALCT-VOL304 (Alc Total)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EAS-GH64 (As)** : APHA 3030-F: Nitric Acid Hydrochloric Acid Digestion, Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. APHA 3114-C, page 3-37 to 3-38, 21st ed.2005.
- ✚ **ECA-AAS3 (Ca)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method, APHA 3111-D, page 3-20 to 3-22, 21st ed.
- ✚ **ECE-POT401 (CE)** : Laboratory Method. APHA 2510-B, page 2-47 to 2-48, 21st ed.
- ✚ **ECL-VOL309 (Cl)** : Argentometric Method. APHA 4500-Cl-B, page.4-70 to 4-71, 21st ed.2005.
- ✚ **EFE-AAS4 (Fe)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
- ✚ **EK-EA10 (K)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Flame Photometric Method. APHA 3500-K-B, page 3-88 to 3-89, 21st ed.2005.
- ✚ **EMG-AAS4 (Mg)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
- ✚ **EMN-AAS4 (Mn)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
- ✚ **ENA-EA10 (Na)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Flame Emission Photometric. APHA 3500-Na-B, page 3-99 to 3-100, 21st ed.2005.
- ✚ **ENO2-COL115 (N-NO₂)** : Colorimetric Method. APHA 4500-NO2-B, page 4-118 to 4-119, 21st ed.2005.
- ✚ **ENO3-COL123 (N-NO₃)** : Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method. APHA 4500-NO3-B, page 4-120 to 4-121, 21st ed.
- ✚ **EOA-DEN778 (Dens.)** : Chang Raymond. 2007. 9º Edición. Química. Editorial: McGraw- Hill. Interamericana de México S.A. de C.V.
- ✚ **EPH-POT403 (pH)** : Electrometric Method. APHA 4500-H-B, page 4-90 to 4-94, 21st ed.
- ✚ **ESO4-GRA205b (SO₄)** : Gravimetric Method with Drying of Residue. APHA 4500-SO4-D, page 4-187 to 4-188, 21st ed.2005.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.

🔥 **EZN-AAS4 (Zn)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.

AE1301106

Anexo 5

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
EALCB-VOL304	Alcalinidad Bicarbonato por volumetria
EALCC-VOL304	Alcalinidad Carbonato por volumetria
EALCT-VOL304	Alcalinidad Total por volumetria
EAS-GH64	Arsénico Total por HGAAS
ECA-AAS3	Calcio total por FAAS
ECE-POT401	Conductividad por potenciometria
ECL-VOL309	Cloruro por Volumetria
EFE-AAS4	Hierro total por FAAS
EK-EA10	Potasio total por FAES
EMG-AAS4	Magnesio total por FAAS
EMN-AAS4	Manganeso total por FAAS
ENA-EA10	Sodio total por FAES
ENO2-COL115	Nitrito por Colorimetria
ENO3-COL123	Nitrato por Colorimetria
EOA-DEN778	Densidad
EPH-POT403	pH por potenciometria
ESO4-GRA205b	Sulfato por gravimetria
ESTD-GRA203	Sólidos Totales Disueltos, gravimetria
EZN-AAS4	Zinc total por FAAS

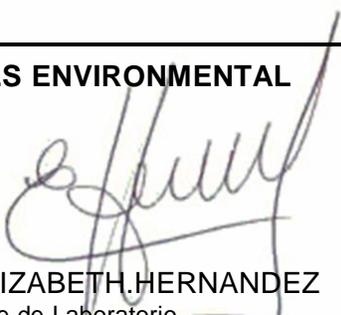
**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

AE1301107

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **JAIME RAMIREZ**
Fecha de Informe : 22-May-13
Fecha de Recepción : 29-Apr-13
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis SAAM, HC Totales, N-NH3, Conductividad y Coliformes
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA Muestreo 29-04-2013

ALS ENVIRONMENTAL



ELIZABETH HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel: (56 2) 6546192

AE1301107

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				CHAXA	BARROS NEGROS
Fecha de Muestreo				29-Apr-13	29-Apr-13
Hora de Muestreo				07:40	08:13
Código ALS				AE1301107-001	AE1301107-002
Tipo de Muestra				AS	AS

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		
----------------	---------	----------	-------------------	--	--

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	10-May-13	118500	174500
----------------	----	-------	-----------	--------	--------

PARAMETROS ORGANICOS

EHT-CAL812 / 2	Hid Totales	mg/L	20-May-13	<2	<2
ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	30-Apr-13	0.17	0.31

PARAMETROS SUB CONTRATA DOS

ESUBC-513 / 1.8	Colif Fec	NMP/100 mL	29-Apr-13	<1.8	<1.8
ESUBC-514 / 1.8	Colif Tot	NMP/100 mL	29-Apr-13	<1.8	<1.8
ENH3-COL143 / 0.01	N-NH3	mg/L	06-Feb-13	0.3	1.20

PARAMETROS CRITICOS

Detergente	Hora análisis: 10:00
Coliforme Fecal	Hora análisis: 17:50
Coliforme Total	Hora análisis: 17:50

<= Menor que el límite de detección Indicado
AS (Agua Superficial)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1301107

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación
Fecha de Muestreo
Hora de Muestreo
Código ALS
Tipo de Muestra
Parámetro / LD

CHAXA
29-Apr-13
07:40
AE1301107-001
AS

	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	10-May-13	----	----
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u>					
ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	30-Apr-13	0.17	0.18

AE1301107

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

BARROS NEGROS

29-Apr-13

08:13

AE1301107-002

AS

	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	10-May-13	174500	174400
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u>					
ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	30-Apr-13	----	----

<= Menor que el límite de detección Indicado

AS (Agua Superficial)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1301107

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Adiciones

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Rango(%)	%Recup.	Código ALS
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u>						
ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	30-Apr-13	<80-120>	-120.0	AE1301107-002

AE1301107

Anexo 3 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

<u>Parámetro / LD</u>	<u>Analito</u>	<u>Unidades</u>	<u>Fecha de Análisis</u>	<u>Blanco</u>	<u>Valor STD</u>	<u>Valor Nominal</u>	<u>% Recup.</u>	<u>Limites</u>	<u>Nombre STD</u>
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	10-May-13	<2	1409	1417	99	80-120	Pt-CE-1-2
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u>									
ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	30-Apr-13	<0.01	0.09	0.08	113	80-120	Pt-SAAM-1-5

AE1301107

Anexo 4 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 2 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ Los resultados expuestos son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ Análisis de Coliformes es Subcontratado en otro Laboratorio Acreditado por ISO 17025.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ Análisis de Hidrocarburos Volátiles y Nitrógeno Amoniacal fueron subcontratado por ALS Santiago

Referencias de Métodos

- ✚ **ECE-POT401 (CE)** : Laboratory Method. APHA 2510-B, page 2-47 to 2-48, 21st ed.
- ✚ **EHT-CAL812 (Hid Totales)** : NCh 2313/7, Oficial 1997.
- ✚ **ESAAM-COL117 (SAAM)** : Anionic Surfactants as MBAS. APHA 5540-C, page 5-50 to 5-52, 21st ed.2005.

Referencias de Métodos - Parámetros Subcontratados

- ✚ **ESUBC-513 (Colif Fec)** : Fecal Coliform Procedure. APHA 9221-E, page 9-56 to 9-57, 21st ed.2005..
- ✚ **ESUBC-514 (Colif Tot)** : Standard Total Coliform Fermentation Technique, APHA 9221-B, page 9-49 to 9-52, 21st ed. 2005.
- ✚ **ENH3-COL143 (N-NH3)** : Nitrógeno Amoniacal. APHA 4500-NH3-H, page 4-116 to 4-117, 21 st ed. 2005.

AE1301107

Anexo 5

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
ECE-POT401	Conductividad por potenciometria
EHT-CAL812	Hidrocarburos Totales
ESAAM-COL117	Surfactantes Aniónicos por Colorimetria
ESUBC-513	Coliformes Fecales por Tubos Multiples
ESUBC-514	Coliformes Totales por Tubos Multiples
ENH3-COL143	Nitrógeno Amoniacal

**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

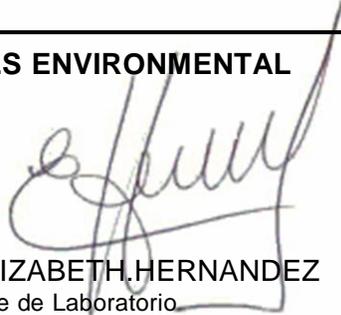
AE1301108



Alcance acreditación LE 277, 279

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **JAIME RAMIREZ**
Fecha de Informe : 15-May-13
Fecha de Recepción : 29-Apr-13
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis Varios
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA Muestreo 28-04-2013

ALS ENVIRONMENTAL



ELIZABETH.HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel:(56 2)6546192

AE1301108

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación L4-10
Fecha de Muestreo 28-Apr-13
Hora de Muestreo 07:20
Código ALS AE1301108-001
Tipo de Muestra AS
Parámetro / LD

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICO :</u>				
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	09-May-13	400
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	09-May-13	<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	09-May-13	400
EDURT-CAL756 / 0.5	Dur Total	mg CaCO3/L	14-May-13	15683.8
EOA-MD758 / 0.1	Temp.	°C	29-Apr-13	14.6
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-13	7.71
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	08-May-13	145407
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	02-May-13	144296
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	30-Apr-13	111
SALINIDAD	Salinidad	%	02-May-13	>70

PARAMETROS INORGANICOS

Aniones

ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	30-Apr-13	66632.0
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	10-May-13	8961

Fosfatos

EP-COL110 / 0.03	P-Total	mg/L	02-May-13	2.10
------------------	---------	------	-----------	------

Nitrógeno

ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	29-Apr-13	0.03
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	29-Apr-13	1.2

Otros

EOD-VOL311 / 0.1	O2 D	mg/L	29-Apr-13	3.2
------------------	------	------	-----------	-----

METALES TOTALES

EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	06-May-13	1.5489
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	09-May-13	892.20
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	09-May-13	5711.5
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	09-May-13	3267.60
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-13	31662

PARAMETROS CRITICOS

pH	Hora análisis: 16:15
Nitrógeno Nitrito	Hora análisis: 13:27
Nitrógeno Nitrato	Hora análisis: 15:53
Oxígeno Disuelto	Hora análisis: 16:20

<= Menor que el límite de detección Indicado
AS (Agua Superficial)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1301108

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación						
Fecha de Muestreo					L4-10	
Hora de Muestreo					28-Apr-13	
Código ALS					07:20	
Tipo de Muestra					AE1301108-001	
Parámetro / LD					AS	
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	AS	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>						
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	09-May-13	400		410
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	09-May-13	<1		<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	09-May-13	400		410
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-13	7.71		7.72
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	08-May-13	145407		146398
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	02-May-13	144296		144596
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	30-Apr-13	111		109
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
<u>Aniones</u>						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	30-Apr-13	66632.0		67120.1
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	10-May-13	8961		9280
<u>Fosfatos</u>						
EP-COL110 / 0.03	P-Total	mg/L	02-May-13	2.10		2.33
<u>Nitrógeno</u>						
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	29-Apr-13	0.03		0.03
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	29-Apr-13	1.2		1.2
<u>METALES TOTALES</u>						
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	06-May-13	1.5489		1.3261
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	09-May-13	892.20		896.90
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	09-May-13	5711.5		5720.9
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	09-May-13	3267.60		3351.20
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-13	31662		31703

<= Menor que el límite de detección Indicado
AS (Agua Superficial)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1301108

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Adiciones

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Rango(%)	%Recup.	Código ALS
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
<u>Aniones</u>						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	30-Apr-13	<80-120>	106.2	AE1301108-001
<u>Fosfatos</u>						
EP-COL110 / 0.03	P-Total	mg/L	02-May-13	<80-120>	109.2	AE1301108-001
<u>Nitrógeno</u>						
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	29-Apr-13	<80-120>	100.0	AE1301108-001
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	29-Apr-13	<80-120>	NA	AE1301108-001
<u>METALES TOTALES</u>						
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	06-May-13	<85-115>	NA	AE1301108-001
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	09-May-13	<85-115>	100.2	AE1301108-001
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	09-May-13	<85-115>	108.7	AE1301108-001
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	09-May-13	<85-115>	93.4	AE1301108-001
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-13	<85-115>	111.6	AE1301108-001

AE1301108

Anexo 3 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	09-May-13	----	90	100	90	80-120	Pt-Alc-1-5
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	09-May-13	----	90	100	90	80-120	Pt-Alc-1-5
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	09-May-13	----	90	100	90	80-120	Pt-Alc-1-5
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-13	----	7.01	7.00	100	80-120	Pt-pH-1-2
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	08-May-13	<10	1980	2000	99	80-120	Pt-ST-1-5
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	02-May-13	<10	2068	2000	103	80-120	Pt-STD-1-6
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	30-Apr-13	<3	152	150	101	80-120	Pt-SST-1-2
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>									
<u>Aniones</u>									
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	30-Apr-13	<0.5	390.5	400.0	98	80-120	Pt-Cl-1-10
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	10-May-13	<10	97	100	97	80-120	Pt-SO4-1-8
<u>Fosfatos</u>									
EP-COL110 / 0.03	P-Total	mg/L	02-May-13	<0.03	6.65	7.00	95	80-120	Pt-PO4-1-6
<u>Nitrógeno</u>									
ENO2-COL115 / 0.01	N-NO2	mg/L	29-Apr-13	<0.01	0.05	0.05	100	80-120	Pt-N-NO2-1-1
ENO3-COL123 / 0.1	N-NO3	mg/L	29-Apr-13	<0.1	0.5	0.5	100	80-120	Pt-N-NO3-1-1
<u>METALES TOTALES</u>									
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	06-May-13	<0.0005	0.0115	0.0100	115	80-120	Pt-As-1-8
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	09-May-13	<0.05	9.82	10.00	98	80-120	Pt-Ca-1-4
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	09-May-13	<0.01	19.82	20.00	99	80-120	Pt-K-1-5
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	09-May-13	<0.01	9.94	10.00	99	80-120	Pt-Mg-1-6
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-13	<0.01	10.04	10.00	100	80-120	Pt-Na-1-1

AE1301108

Anexo 4 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 1 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ El análisis de pH y conductividad es realizado a 25°C.
- ✚ Los resultados expuestos son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.

Referencias de Métodos

- ✚ **EALCB-VOL304 (Alc HCO₃)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EALCC-VOL304 (Alc CO₃)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EALCT-VOL304 (Alc Total)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EAS-GH64 (As)** : APHA 3030-F: Nitric Acid Hydrochloric Acid Digestion, Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. APHA 3114-C, page 3-37 to 3-38, 21st ed.2005.
- ✚ **ECA-AAS3 (Ca)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method, APHA 3111-D, page 3-20 to 3-22, 21st ed.
- ✚ **ECL-VOL309 (Cl)** : Argentometric Method. APHA 4500-Cl-B, page.4-70 to 4-71, 21st ed.2005.
- ✚ **EDURT-CAL756 (Dur Total)** : Hardness by Calculation. APHA 2340-B, page 2-37, 21st ed.
- ✚ **EK-EA10 (K)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Flame Photometric Method. APHA 3500-K-B, page 3-88 to 3-89, 21st ed.2005.
- ✚ **EMG-AAS4 (Mg)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
- ✚ **ENA-EA10 (Na)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Flame Emission Photometric. APHA 3500-Na-B, page 3-99 to 3-100, 21st ed.2005.
- ✚ **ENO2-COL115 (N-NO₂)** : Colorimetric Method. APHA 4500-NO₂-B, page 4-118 to 4-119, 21st ed.2005.
- ✚ **ENO3-COL123 (N-NO₃)** : Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method. APHA 4500-NO₃-B, page 4-120 to 4-121, 21st ed.
- ✚ **EOA-MD758 (Temp.)** : Temperature - Laboratory and Field Methods. APHA 2550-B, page 2-61 to 2-62, 21st ed.
- ✚ **EOD-VOL311 (O₂ D)** : Azide Modification. APHA 4500 O-C, page 4-138 to 4-140, 21st ed.2005.
- ✚ **EP-COL110 (P-Total)** : APHA 4500-P-B: Sample Preparation. Perchloric Acid Digestion., Ascorbic Acid Method. APHA 4500-P-E, page 4-153 to 4-155, 21st ed.2005.
- ✚ **EPH-POT403 (pH)** : Electrometric Method. APHA 4500-H-B, page 4-90 to 4-94, 21st ed.
- ✚ **ESO4-GRA205b (SO₄)** : Gravimetric Method with Drying of Residue. APHA 4500-SO₄-D, page 4-187 to 4-188, 21st ed.2005.
- ✚ **EST-GRA203 (ST)** : Total Solids Dried at 103-105 °C. APHA 2540-B, page 2-56, 21st ed.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.
- ✚ **ESTS-GRA203 (STS)** : Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C. APHA 2540-D, page 2-58 to 2-59, 21st ed.

AE1301108

Anexo 5

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
EALCB-VOL304	Alcalinidad Bicarbonato por volumetria
EALCC-VOL304	Alcalinidad Carbonato por volumetria
EALCT-VOL304	Alcalinidad Total por volumetria
EAS-GH64	Arsénico Total por HGAAS
ECA-AAS3	Calcio total por FAAS
ECL-VOL309	Cloruro por Volumetria
EDURT-CAL756	Dureza Total Cálculo
EK-EA10	Potasio total por FAES
EMG-AAS4	Magnesio total por FAAS
ENA-EA10	Sodio total por FAES
ENO2-COL115	Nitrito por Colorimetria
ENO3-COL123	Nitrato por Colorimetria
EOA-MD758	Temperatura en líquidos
EOD-VOL311	Oxígeno Disuelto por Volumetria
EP-COL110	Fósforo Total, Colorimetria
EPH-POT403	pH por potenciometria
ESO4-GRA205b	Sulfato por gravimetria
EST-GRA203	Sólidos Totales por gravimetria
ESTD-GRA203	Sólidos Totales Disueltos, gravimetria
ESTS-GRA203	Sólidos Totales Suspendidos, gravimetria

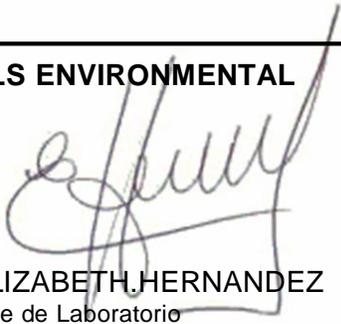
**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

AE1301109

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **EDWIN GUZMAN**
Fecha de Informe : 13-May-13
Fecha de Recepción : 29-Apr-13
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis Densidad y SDT
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA. Muestreo 28-04-2013

ALS ENVIRONMENTAL


ELIZABETH HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel:(56 2)6546192

AE1301109

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				SOPM12-C	1001
Fecha de Muestreo				28-Apr-13	28-Apr-13
Hora de Muestreo				08:20	08:58
Código ALS				AE1301109-001	AE1301109-002
Tipo de Muestra				AT	AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	07-May-13	1.202	1.213
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	02-May-13	188730	191970

<= Menor que el límite de detección Indicado
AT (Agua Subterránea)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1301109

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación
Fecha de Muestreo
Hora de Muestreo
Código ALS
Tipo de Muestra
Parámetro / LD

1001
28-Apr-13
08:58
AE1301109-002
AT

	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	02-May-13	191970	190637

AE1301109

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

<u>Parámetro / LD</u>	<u>Analito</u>	<u>Unidades</u>	<u>Fecha de Análisis</u>	<u>Blanco</u>	<u>Valor STD</u>	<u>Valor Nominal</u>	<u>% Recup.</u>	<u>Limites</u>	<u>Nombre STD</u>
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	02-May-13	<10	2068	2000	103	80-120	Pt-STD-1-6

AE1301109

Anexo 3 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 2 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ Los resultados expuestos son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.

Referencias de Métodos

- ✚ **EOA-DEN778 (Dens.)** : Chang Raymond. 2007. 9º Edición. Química. Editorial: McGraw- Hill. Interamericana de México S.A. de C.V.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.

AE1301109

Anexo 4

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
EOA-DEN778	Densidad
ESTD-GRA203	Sólidos Totales Disueltos, gravimetría

**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

AE1301110

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **JAIME RAMIREZ**
Fecha de Informe : 13-May-13
Fecha de Recepción : 29-Apr-13
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis Densidad, Solidos Totales, SST, SDT, pH, Conduc.
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA Muestreo Abril 2013

ALS ENVIRONMENTAL


ELIZABETH.HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutenberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel:(56 2)6546192

AE1301110

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L1-4	L1-5	L1-6
Fecha de Muestreo				27-Apr-13	27-Apr-13	27-Apr-13
Hora de Muestreo				11:00	18:40	10:40
Código ALS				AE1301110-001	AE1301110-002	AE1301110-003
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	08-May-13	229000	182700	203000
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	07-May-13	1.209	1.101	1.143
EPH-POT403 / 0.01	pH		30-Apr-13	7.02	7.49	7.31
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	08-May-13	183200	149814	190820
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	02-May-13	181760	149473	190651
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	07-May-13	280	30	22

AE1301110

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L7-3	L2-3	L2-4
Fecha de Muestreo				26-Apr-13	27-Apr-13	27-Apr-13
Hora de Muestreo				12:05	15:00	10:25
Código ALS				AE1301110-004	AE1301110-005	AE1301110-006
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	08-May-13	2520	3640	13470
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	07-May-13	1.009	1.008	1.013
EPH-POT403 / 0.01	pH		30-Apr-13	8.10	7.48	8.13
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	08-May-13	1940	3317	10697
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	02-May-13	1746	3184	9566
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	07-May-13	181	109	663

<= Menor que el límite de detección Indicado
AS (Agua Superficial); AT (Agua Subterránea)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1301110

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L2-5	SOMPM-7	SOMPM-14
Fecha de Muestreo				27-Apr-13	27-Apr-13	27-Apr-13
Hora de Muestreo				10:00	11:30	11:55
Código ALS				AE1301110-007	AE1301110-008	AE1301110-009
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	08-May-13	221000	234000	234000
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	07-May-13	1.128	1.203	1.206
EPH-POT403 / 0.01	pH		30-Apr-13	7.32	7.10	7.20
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	08-May-13	183430	191880	198900
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	02-May-13	180124	190360	195311
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	07-May-13	170	220	231

<= Menor que el límite de detección Indicado
AS (Agua Superficial); AT (Agua Subterránea)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1301110

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L1-G4	L7-G1	L4-8
Fecha de Muestreo				27-Apr-13	27-Apr-13	26-Apr-13
Hora de Muestreo				18:00	16:41	09:50
Código ALS				AE1301110-010	AE1301110-011	AE1301110-012
Tipo de Muestra				AT	AS	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	08-May-13	204000	176900	94800
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	07-May-13	1.149	1.111	1.013
EPH-POT403 / 0.01	pH		30-Apr-13	7.37	7.63	7.32
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	08-May-13	183600	143289	70897
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	02-May-13	178750	139880	66296
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	07-May-13	628	510	80

<= Menor que el límite de detección Indicado
AS (Agua Superficial); AT (Agua Subterránea)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1301110

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L4-9	L4-12	L4-3
Fecha de Muestreo				26-Apr-13	28-Apr-13	28-Apr-13
Hora de Muestreo				09:20	10:20	08:35
Código ALS				AE1301110-013	AE1301110-014	AE1301110-015
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	08-May-13	121400	166200	16070
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	07-May-13	1.025	1.102	1.030
EPH-POT403 / 0.01	pH		30-Apr-13	7.93	7.78	5.06
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	08-May-13	109260	149580	12997
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	02-May-13	102860	144763	11256
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	07-May-13	47	118	69

<= Menor que el límite de detección Indicado
AS (Agua Superficial); AT (Agua Subterránea)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1301110

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L4-6	L5-3	L10-1
Fecha de Muestreo				28-Apr-13	26-Apr-13	26-Apr-13
Hora de Muestreo				10:00	07:50	17:10
Código ALS				AE1301110-016	AE1301110-017	AE1301110-018
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	08-May-13	240000	6110	9560
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	07-May-13	1.195	1.006	1.025
EPH-POT403 / 0.01	pH		30-Apr-13	7.13	7.96	8.57
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	08-May-13	170430	4012	8457
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	02-May-13	167150	3732	8256
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	07-May-13	115	139	7

AE1301110

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L10-4	1028
Fecha de Muestreo				28-Apr-13	28-Apr-13
Hora de Muestreo				11:58	11:25
Código ALS				AE1301110-019	AE1301110-020
Tipo de Muestra				AT	AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	08-May-13	137800	239000
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	07-May-13	1.072	1.208
EPH-POT403 / 0.01	pH		30-Apr-13	7.00	6.84
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	08-May-13	124944	193615
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	02-May-13	119297	192070
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	07-May-13	120	227

PARAMETROS CRITICOS

pH Hora análisis: 10:45

AE1301110

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación
Fecha de Muestreo
Hora de Muestreo
Código ALS
Tipo de Muestra
Parámetro / LD

L1-G4
27-Apr-13
18:00
AE1301110-010
AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	08-May-13	204000	204000
EPH-POT403 / 0.01	pH		30-Apr-13	7.37	7.37
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	08-May-13	183600	179997
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	02-May-13	1787750	177010
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	07-May-13	628	630

AE1301110

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación
Fecha de Muestreo
Hora de Muestreo
Código ALS
Tipo de Muestra
Parámetro / LD

1028
28-Apr-13
11:25
AE1301110-020
AT

	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	08-May-13	239000	239000
EPH-POT403 / 0.01	pH		30-Apr-13	6.84	6.85
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	08-May-13	193615	194840
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	02-May-13	192070	191935
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	07-May-13	227	227

AE1301110

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	08-May-13	<2	1417	1417	100	80-120	Pt-CE-1-2
EPH-POT403 / 0.01	pH		30-Apr-13	----	7.01	7.00	100	80-120	Pt-pH-1-2
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	08-May-13	<10	1985	2000	99	80-120	Pt-ST-1-5
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	02-May-13	<10	2068	2000	103	80-120	Pt-STD-1-6
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	07-May-13	<3	148	150	99	80-120	Pt-SST-1-2

AE1301110

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

AE1301110

Anexo 3 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 20 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ El análisis de pH y conductividad es realizado a 25°C.
- ✚ Los resultados expuestos son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.

Referencias de Métodos

- ✚ **ECE-POT401 (CE)** : Laboratory Method. APHA 2510-B, page 2-47 to 2-48, 21st ed.
- ✚ **EOA-DEN778 (Dens.)** : Chang Raymond. 2007. 9º Edición. Química. Editorial: McGraw- Hill. Interamericana de México S.A. de C.V.
- ✚ **EPH-POT403 (pH)** : Electrometric Method. APHA 4500-H-B, page 4-90 to 4-94, 21st ed.
- ✚ **EST-GRA203 (ST)** : Total Solids Dried at 103-105 °C. APHA 2540-B, page 2-56, 21st ed.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.
- ✚ **ESTS-GRA203 (STS)** : Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C. APHA 2540-D, page 2-58 to 2-59, 21st ed.

AE1301110

Anexo 4

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
ECE-POT401	Conductividad por potenciometria
EOA-DEN778	Densidad
EPH-POT403	pH por potenciometria
EST-GRA203	Sólidos Totales por gravimetria
ESTD-GRA203	Sólidos Totales Disueltos, gravimetria
ESTS-GRA203	Sólidos Totales Suspendidos, gravimetria

**** FIN DEL REPORTE ****



ANEXO 4: CERTIFICADO DE ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO ALS ENVIROMENTAL

INSTITUTO NACIONAL

El Instituto Nacional de Normalización, INN, certifica que:

ALS ENVIRONMENTAL DE ALS PATAGONIA S.A., SEDE ANTOFAGASTA

LABORATORIO DE AGUAS Y AIRE

ubicado en Juan Gutemberg N°438, Galpón 9 y 10, Antofagasta

ha renovado su acreditación en el Sistema Nacional de Acreditación del INN, como

Laboratorio de ensayo

según NCh-ISO 17025.Of2005

en el área Físico-química para aguas, con el alcance indicado en anexo.

Primera acreditación: Desde el 15 de Noviembre de 2004

Vigencia de la Acreditación: hasta el 15 de Noviembre de 2015

Santiago de Chile, 3 de Mayo de 2012



Eduardo Ceballos Osorio
Jefe de División Acreditación



Sergio Toro Galleguillos
Director Ejecutivo



ACREDITACION LE 277

**INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACION**

LE 277
Anexo

**ALCANCE DE LA ACREDITACION DEL LABORATORIO DE AGUAS Y AIRE DE ALS ENVIRONMENTAL
DE ALS PATAGONIA S.A., SEDE ANTOFAGASTA, COMO LABORATORIO DE ENSAYO**

AREA : FISICO-QUIMICA PARA AGUAS
**SUBAREA : AGUA POTABLE Y SUS FUENTES DE CAPTACION Y AGUAS RESIDUALES, SEGUN
CONVENIO INN-SISS**

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
Arsénico	ME-12-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método por espectrofotometría de absorción atómica con generación de hidruros.	Agua potable y sus fuentes de captación
Cadmio	ME-13-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método por espectrofotometría de absorción atómica con aspiración directa.	Agua potable y sus fuentes de captación
Cinc	ME-11-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método por espectrofotometría de absorción atómica con aspiración directa.	Agua potable y sus fuentes de captación
Cloruro	ME-28-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método Argentométrico	Agua potable y sus fuentes de captación
Cloro libre residual	ME-33-2007 Determinación de cloro libre residual por método D.P.D Titrimetrico ferroso (F.A.S.). método para verificación de equipos de terreno	Agua potable y sus fuentes de captación
Cobre	ME-04-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método por espectrofotometría de absorción atómica con aspiración directa.	Agua potable y sus fuentes de captación
Color	ME-24-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método platino-cobalto	Agua potable y sus fuentes de captación
Compuestos fenólicos	ME-32-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método Espectrofotometría de Absorción Molecular.	Agua potable y sus fuentes de captación

**INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACION**

LE 277
Anexo

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
Cromo	ME-05-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método por espectrofotometría de absorción atómica con aspiración directa.	Agua potable y sus fuentes de captación
Hierro	ME-07-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método por espectrofotometría de absorción atómica con aspiración directa.	Agua potable y sus fuentes de captación
Magnesio	ME-09-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método por espectrofotometría de absorción atómica con aspiración directa.	Agua potable y sus fuentes de captación
Manganeso	ME-08-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método por espectrofotometría de absorción atómica con aspiración directa.	Agua potable y sus fuentes de captación
Mercurio	ME-15-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método por espectrofotometría de absorción atómica con generación de vapor atómico de Hg.	Agua potable y sus fuentes de captación
Nitrato	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Ed 21, 2005,. 4500-NO ₃ B	Agua potable y sus fuentes de captación
Nitrito	ME-17-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método espectrofotometría de absorción molecular ultravioleta-visible.	Agua potable y sus fuentes de captación
pH	ME-29-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método electrométrico	Agua potable y sus fuentes de captación
Plomo	ME-18-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método por espectrofotometría de absorción atómica con aspiración directa.	Agua potable y sus fuentes de captación
Turbiedad	ME-03-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método nefelométrico	Agua potable y sus fuentes de captación

**INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACION**

LE 277
Anexo

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
Sabor	ME-26-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método organoléptico	Agua potable y sus fuentes de captación
Selenio	ME-10-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método por espectrofotometría de absorción atómica con generación de hidruros.	Agua potable y sus fuentes de captación
Sólidos disueltos	ME-31-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método Gravimétrico	Agua potable y sus fuentes de captación
Sulfato	ME-30-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método gravimétrico con secado de residuos	Agua potable y sus fuentes de captación
Olor	ME-25-2007 Superintendencia de Servicios Sanitarios. Manual de métodos de ensayo para agua potable. Método organoléptico.	Agua potable y sus fuentes de captación
pH	NCh2313/1.Of95	Aguas residuales
Sólidos suspendidos totales	NCh2313/3.Of95	Aguas residuales
Sólidos sedimentables	NCh2313/4.Of95	Aguas residuales
Demanda bioquímica de oxígeno	NCh2313/5.Of2005	Aguas residuales
Arsénico	NCh2313/9.Of96	Aguas residuales
Hierro	NCh2313/10.Of96	Aguas residuales
Cadmio	NCh2313/10.Of96	Aguas residuales
Cobre	NCh2313/10.Of96	Aguas residuales
Cinc	NCh2313/10.Of96	Aguas residuales
Manganeso	NCh2313/10.Of96	Aguas residuales
Niquel	NCh2313/10.Of96	Aguas residuales
Plomo	NCh2313/10.Of96	Aguas residuales
Mercurio	NCh2313/12.Of96	Aguas residuales
Sulfatos	NCh2313/18.Of97	Aguas residuales
Índice de fenol	NCh2313/19.Of2001	Aguas residuales
Poder espumógeno	NCh2313/21.Of97	Aguas residuales
Cloruro	NCh2313/32.Of1999	Aguas Residuales
Demanda química de oxígeno (DQO)	NCh2313/24.Of97	Aguas Residuales
Fósforo total	NCh2313/15.Of97	Aguas Residuales
Molibdeno total	NCh2313/13.Of1998	Aguas Residuales
Selenio total	NCh2313/30.Of1999	Aguas Residuales
Surfactantes aniónicos	NCh2313/27.Of1998	Aguas Residuales

**INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACION**

LE 277
Anexo

SUBAREA : FISICO-QUIMICA PARA AGUA PARA BEBIDA, AGUAS RESIDUALES Y AGUAS CRUDAS

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
Aceites y grasas	QWI-ORG-AYG-01, Método basado en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 5520-B.	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Alcalinidad	QWI-IO-ALC-01 Método basado en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 2320-B	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Aluminio	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 3030 y 3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Arsenico	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 3114-C	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Bario	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 3030-3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Berilio	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 3030-3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Boro	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005 4500-B y C	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Bromuro	QWI-IO-BROMURO-01 Método basado en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 4500-Br-B	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Cadmio	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 3030 y 3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Calcio	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 3030 y 3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Cinc	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005 3030 y 3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Cloro Residual	Standard Methods for the Examination of Water and	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida

**INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACION**

LE 277
Anexo

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
	Wastewater, Ed 21, 2005, 4500-CI -F	
Cloruro	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 4500-CI B	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Cobalto	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 3030 y 3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Cobre	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 3030 y 3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Color	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 2120 -B	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Conductividad	QWI- IO-COND-01 Método basado en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21 2510 -B.	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Cromo	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005 3030-3111 B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Cromo Hexavalente	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 3500-Cr-B	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Demanda Química de Oxígeno	QWI-IO-DQO-01 Método basado en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 5220 - D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Estaño	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005 3030 - 3111- B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Estroncio	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005 3030-3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Fósforo Total	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005 4500-P- C	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Hidrocarburos Fijos	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 5520-F.	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Hierro	Standard Methods for the Examination of Water and	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida

**INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACION**

LE 277
Anexo

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
	Wastewater, Ed 21, 2005, 3030 y 3111-B y D	
Litio	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 3030 y 3500-Li-B	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Magnesio	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 3030 y 3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Manganeso	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 3030 y 3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Mercurio	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21 3112-B	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Molibdeno	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005 3030 y 3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Niquel	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005 3030-3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Nitrato	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 4500-NO3 B	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Nitrito	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 4500-NO2 B	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
pH	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 4500 H ⁺ B	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Plata	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 3030 y 3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Plomo	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 3030 y 3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Potasio	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 3030 y 3500 K-B	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Selenio	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005 3111 C	Aguas crudas, aguas residuales

**INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACION**

LE 277
Anexo

Ensayo	Norma/Especificación	Producto a que se aplica
Sílice	QWI-IO-SiO2-02 Método basado en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 4500-SiO2- C	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Silicio	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005 3030 y 3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Sodio	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 3030 y 3500 Na-B	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Sólidos disueltos totales	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 2540- C.	Aguas crudas y aguas residuales
Sólidos sedimentables	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 2540 -F	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Sólidos suspendidos totales	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 2540- D.	Aguas crudas y aguas residuales
Sulfato	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 4500 SO ₄ D.	Aguas crudas y aguas residuales
Surfactantes aniónicos	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 5540-C	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Temperatura	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 2550-B	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Turbiedad	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005, 2130- B.	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida
Vanadio	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 21, 2005 3030 y 3111-B y D	Aguas crudas, aguas residuales y agua para bebida



Eduardo Ceballos Osorio
Jefe de División Acreditación



Sergio Toro Galleguillos
Director Ejecutivo



ANEXO 5: INFORME DE SUPERFICIES LACUSTRES ABRIL 2013

PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL SALAR DE ATACAMA



Medición de superficie de cuerpos lacustres
Campaña Abril 2013

Junio - 2013 (Revisión 0)

REVISIÓN

Proyecto		Medición de superficie de cuerpos lacustres			SQM05700
REV	ID	EJECUTOR	REVISOR	REVISOR	DESCRIPCIÓN
A	NOMBRE	AH	RC	XA	Informe REV A
	FECHA	20 Junio 2013	25 Junio 2013	9 Julio 2013	
B	NOMBRE				
	FECHA	10 Julio 2013	11 Julio 2013		
0	NOMBRE	AH	RC		Informe REV.0
	FECHA	AH	RC		

Fuente: Geobiota, "2013"

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1-1
2.	AREA DE ESTUDIO.....	2-1
3.	METODOLOGÍA.....	3-3
3.1.	ANÁLISIS DE IMÁGENES SATELITALES	3-4
3.1.1.	Georeferenciación de la imagen satelital.....	3-4
3.1.2.	Fusión de Imágenes.....	3-4
3.1.3.	Transformaciones multiespectrales.....	3-6
3.2.	DIGITALIZACIÓN DE CONTORNOS	3-8
3.3.	CONTROL EN TERRENO.....	3-8
3.4.	DELIMITACIÓN DE SUPERFICIES LACUSTRES.....	3-9
3.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	3-10
4.	RESULTADOS.....	4-1
4.1.	SISTEMA SONCOR.....	4-1
4.1.1.	Laguna Chaxa	4-1
4.1.2.	Laguna Barros Negros.....	4-4
4.1.3.	Puilar.....	4-7
4.2.	SISTEMA PEINE	4-9
4.2.1.	Salada.....	4-10
4.2.2.	Saladita	4-13
4.2.3.	Interna.....	4-16
5.	CONCLUSIONES.....	4-18
6.	REFERENCIAS.....	6-19

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene por objeto la medición de superficies de los cuerpos lacustres del Borde Este del Salar de Atacama en la temporada 2013 utilizando las especificaciones metodológicas señaladas en la RCA N°244/2010.

La delimitación de las superficies lacustres se ha realizado anualmente como parte de las actividades del Plan de Seguimiento Ambiental (PSA) del EIA “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama”, aprobado ambientalmente por la Resolución exenta N°226/2006 de la Comisión Regional del Medio Ambiente¹ Región de Antofagasta. Conforme a lo indicado, el PSA considera efectuar una medición anual de la superficie lacustre de las principales Lagunas de los sistemas Soncor (Puilar, Chaxa y Barros Negros) y Peine (Salada, Saladita e Interna) mediante análisis de imágenes satelitales de alta resolución.

Posteriormente, mediante la Resolución exenta N°244/2010 de la COREMA Región de Antofagasta, acoge una nueva propuesta metodológica para la medición de las superficies lacustres mediante imágenes satelitales, incorporando mejoras en el procesamiento de la imagen satelital, el uso de diversos índices espectrales para la delimitación de contornos y puntos de terreno como control y corrección de límites, la cual fue implementada desde la temporada 2010.

La metodología descrita en la RCA 244/2010 señala una serie de diferencias al método anterior (RCA N°226/20106). Con la finalidad que las superficies fuesen comparables, se re-estimaron las superficies de los cuerpos lacustres de los años 2008 y 2009 (RCA 226/2006), agregándose también la temporada 2007, la cual no se había estimado anteriormente.

2. AREA DE ESTUDIO

Se estudió un total de seis (6) Lagunas ubicadas en el Borde Este del Salar de Atacama, pertenecientes a dos sistemas lacustres: Soncor y Peine (Figura 2-1).

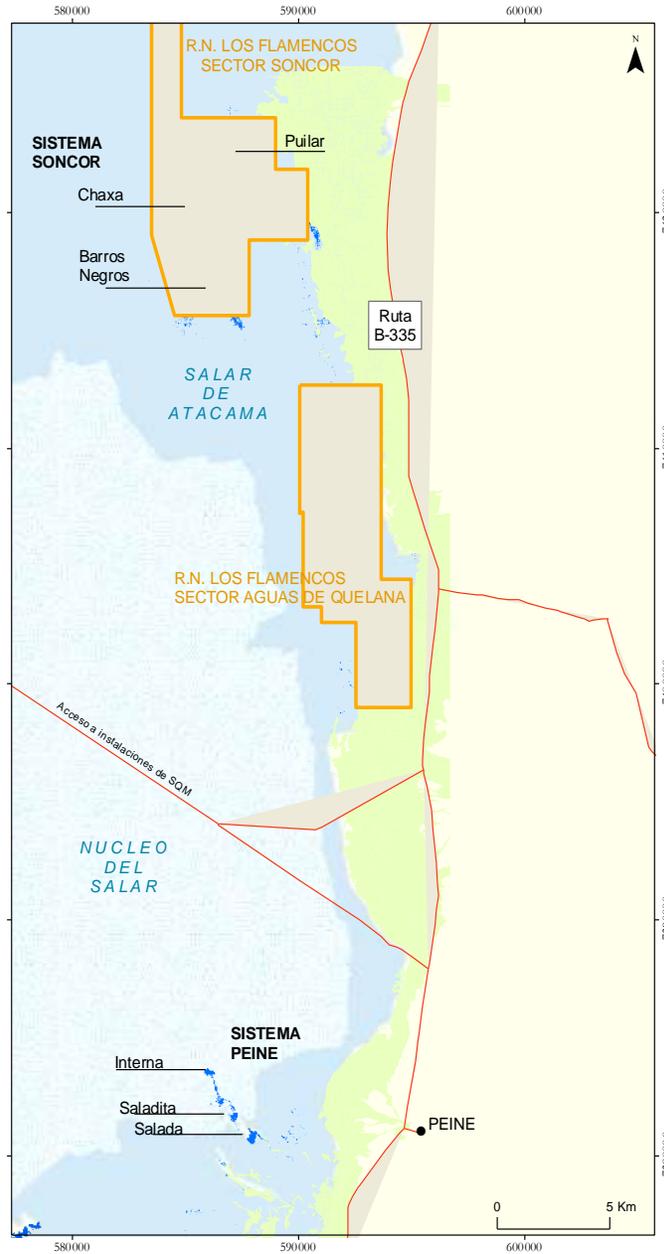
Las Lagunas del sistema Soncor forman parte de la Reserva Nacional Los Flamencos, y está conformado por tres Lagunas y un canal: Laguna Barros Negros, Chaxa y Puilar y Canal Burro Muerto. La Laguna de mayor tamaño de este sistema es Barros Negros, la Laguna de Barros Negros se conecta hacia el norte con la Laguna Chaxa mediante el Canal Burro Muerto. La Laguna Puilar se ubica al noreste de las Lagunas mencionadas anteriormente de las que no está directamente conectada y es la laguna más pequeña del sistema, no obstante, existe un gran número de cuerpos de agua pequeños y someros presentes en este sistema lacustre.

El sistema lacustre Peine está formado por tres (3) Lagunas distribuidas de norte a sur y conectadas entre sí por un canal. La más septentrional del sistema es la Laguna Interna, ésta

¹ Actualmente corresponde al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

laguna está conformada por pequeños cuerpos de agua sin poseer uno principal. Hacia el sur de esta Laguna se encuentra la Laguna Saladita y finalmente la Laguna Salada.

FIGURA 2-1
LAGUNAS DE LOS SISTEMAS SONCOR Y PEINE

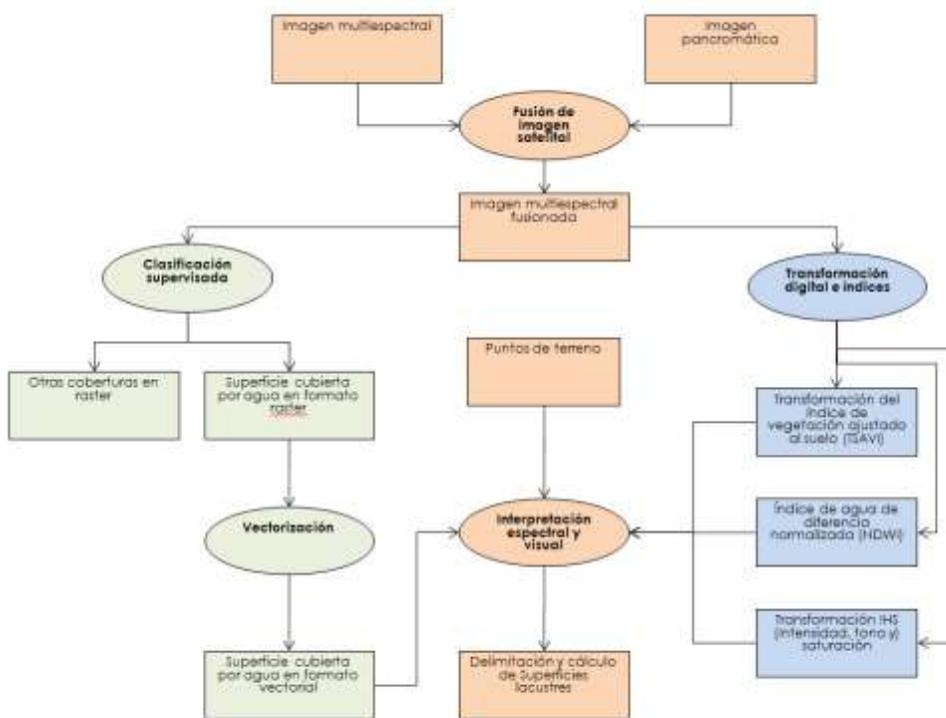


3. METODOLOGÍA

La medición de las superficies lacustres se realizó según la metodología establecida en la RCA 244/2010. En ella se señala la utilización de imágenes de alta resolución, aplicándose índices y transformaciones espectrales, posterior a la fusión de la imagen pancromática y la multiespectral.

A continuación, en la Figura 3-1 se muestra un diagrama general de la metodología descrita en la RCA 244/2010, empleada en el cálculo de superficie lacustre.

FIGURA 3-1
ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL CÁLCULO DE SUPERFICIE DE SISTEMAS LACUSTRES



A continuación se detallan las etapas de la metodología.

3.1. ANÁLISIS DE IMÁGENES SATELITALES

La primera etapa contempló la obtención y recopilación de las imágenes satelitales de alta resolución para el área de interés. Las imágenes utilizadas provienen de los satélites Quickbird-II y WorldView-II, ambas en modalidad Bundle. Ésta modalidad incluye una imagen pancromática de 1 banda y una imagen multiespectral de 4 bandas.

El detalle de las imágenes satelitales utilizadas se presenta en la Tabla 3-1.

TABLA 3-1
FECHA DE CAPTURA Y CARACTERÍSTICAS DE LAS IMÁGENES SATELITALES.

TEMPORADA DE ESTUDIO	FECHA DE CAPTURA	SATÉLITE	RESOLUCIÓN ESPACIAL
2007	06 de Abril		
2008	08 de Abril	Quickbird-II	Multiespectral 2,4 m; Pancromático 0,6 m
2009	16 de Abril		
2010	03 de Abril	Worldview-II	Multiespectral 2 m; Pancromático 0,5 m
2011	09 de Abril		
2012	01 de Abril	Quickbird-II	Multiespectral 2,4 m; Pancromático 0,6
2013	04 de Abril		

A continuación se detallan los principales pasos del procesamiento de la imagen satelital para la obtención de la superficie lacustre:

3.1.1. Georeferenciación de la imagen satelital

Para posicionar geográficamente la imagen satelital se utilizó un sistema de coordenadas UTM 19 Sur y Datum WGS 84. Este es un Datum global, utilizado como sistema nativo en GPS y en gran parte de las imágenes satelitales disponibles en el mercado. El uso de la imagen satelital en este sistema de referencia permite obtener una mayor precisión y mayor compatibilidad con los datos obtenidos mediante GPS, que si se utilizara la imagen en otro sistema. Esto debido a que al utilizar otro sistema de referencia geográfica es necesario realizar transformaciones que implica un aumento en la fuente error o de reducción de la precisión geográfica.

3.1.2. Fusión de Imágenes

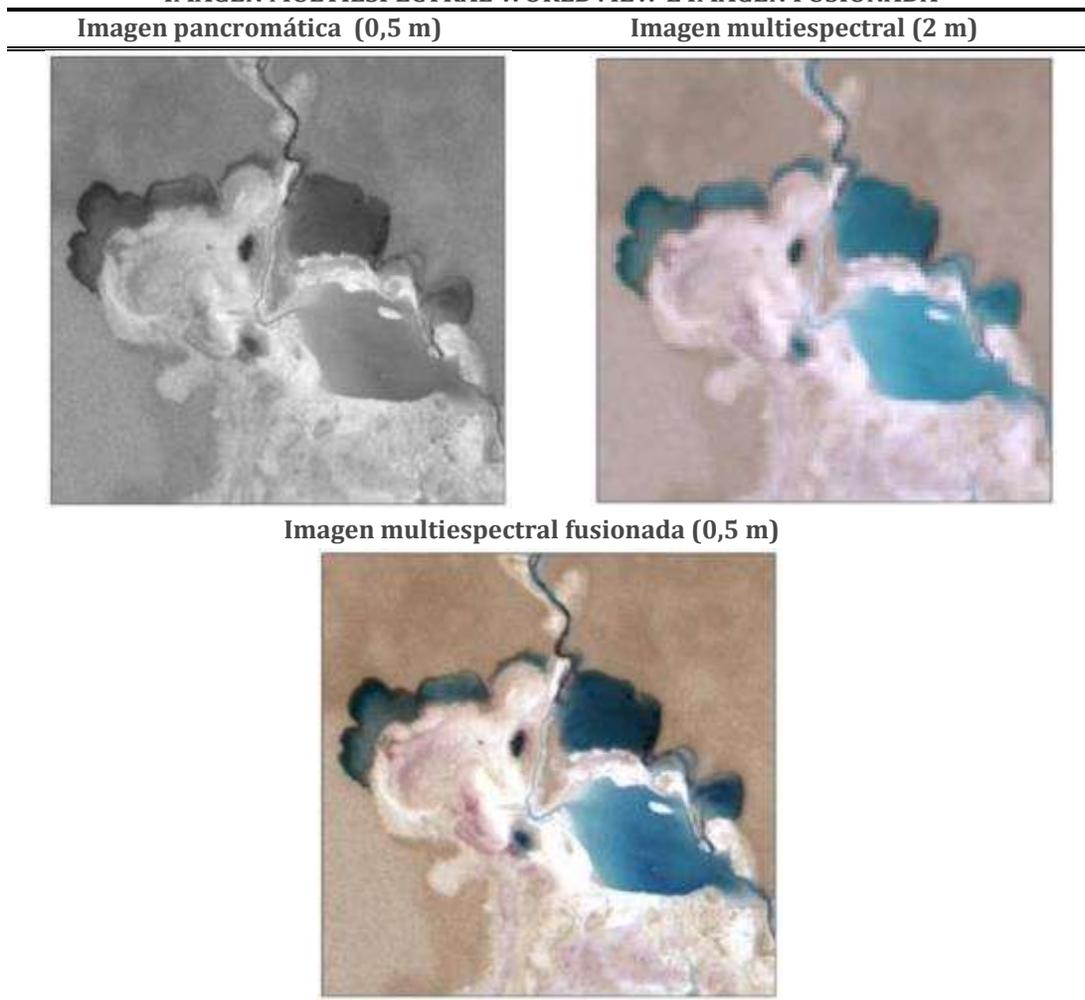
Con el fin mejorar la resolución espacial, de modo de obtener un mayor detalle en la imagen multiespectral, ésta se combinó con la imagen pancromática mediante el método modificado de fusión de imágenes satelitales denominado IHS (Intensidad, tono y saturación en sus siglas en inglés) (Siddiqui, 2003), con lo cual la imagen multiespectral alcanza la resolución espacial de la imagen pancromática.

Esta técnica corresponde a una modificación del tradicional método de fusión IHS, que consiste en una transformación de los colores elementales RGB (rojo, verde y azul, en sus siglas en inglés) al sistema IHS. Posteriormente, se realiza una transformación inversa (IHS a RGB) reemplazando

la componente intensidad por la imagen pancromática, dado que ambos se relacionan con las variables espaciales del albedo, presentando una buena correlación (Chuvieco, 2002).

Dado que la imagen pancromática no siempre se correlaciona de buena forma con la componente intensidad, se incluye una serie de modificaciones al modelo, debido a que la imagen fusionada con el tradicional método no se asemeja a la original (Siddiqui, 2003). Para corregir este problema se superpone espectralmente cada banda multispectral con la imagen pancromática, modificando la intensidad de esta última a partir de una ponderación, la cual se realiza en base a las longitudes de onda sobre cada banda (Siddiqui, 2003).

FIGURA 3-2
IMAGEN MULTIESPECTRAL WORLDVIEW E IMAGEN FUSIONADA



3.1.3. Transformaciones multiespectrales.

Con el fin de apoyar la fase de corrección y la delimitación de las superficies lacustres, se realizaron las siguientes transformaciones digitales: Índice de agua de diferencia normalizada (MNDWI), índice de vegetación ajustado al suelo (TSAVI) y la transformación IHS, los que se presentan en detalle a continuación (Figura 3-3):

a. Modificación del índice de agua de diferencia normalizada (MNDWI)

El índice MNDWI corresponde a un índice para la discriminación de aguas abiertas, cuya elaboración fue realizada para sensores de alta resolución espectral, especialmente para sensores que capturan información entre 0,76-0,9 micras (infrarrojo cercano) y las 1,55-1,75 micras (infrarrojo medio). Dada la ausencia del infrarrojo medio en la mayoría de los sensores de alta resolución espacial como Quickbird-II y Worldview-II, McFeeters (1996) realizó una modificación a este índice, calculándose a través de una diferencia normalizada entre la banda verde (ND_v) y el infrarrojo cercano (ND_{irc}), considerando la respuesta espectral del agua en dichas bandas, como se observa en la siguiente ecuación:

$$MNDWI = \frac{ND_v - ND_{irc}}{ND_v + ND_{irc}}$$

Donde

ND_v : Niveles Digitales verde

ND_{irc} : Niveles Digitales infrarrojo cercano

b. Transformación del índice de vegetación ajustado al suelo (TSAVI)

Éste pertenece a una familia de curvas que modifican el índice de vegetación normalizado NDVI, cuyo inconveniente principal es su sensibilidad a las propiedades ópticas del suelo. Las modificaciones del TSAVI se contextualizan en la introducción de parámetros radiométricos del suelo (Factores a y b en la ecuación), minimizando la sensibilidad a estos efectos (Gilbert *et al.*, 1997), como se puede observar en la siguiente ecuación:

$$TSAVI = \frac{a (ND_{irc} - a ND_r - b)}{ND_r + a ND_{irc} - ab + 0,08(1 + a^2)}$$

Donde

ND_r : Niveles Digitales rojo

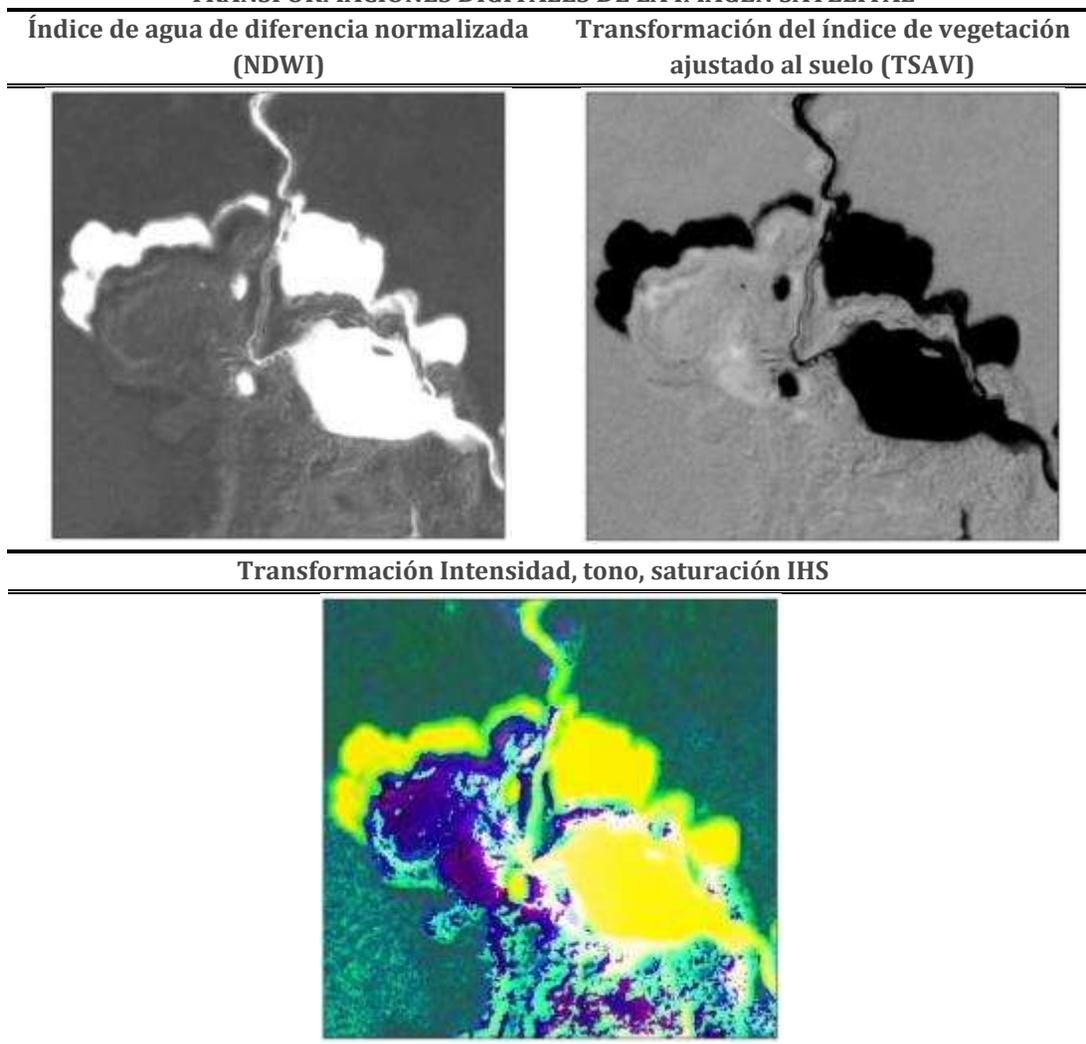
ND_{irc} : Niveles Digitales infrarrojo cercano

Debido a los antecedentes planteados, para este monitoreo no se utilizó como herramienta de apoyo el NDVI (Índice de diferencia normalizada de vegetación)

c. Transformación IHS

Como se mencionó en el método de fusión, básicamente transforma los valores de una composición de RGB (Bandas verde, roja e infrarroja para el caso de este estudio) en una forma alternativa de representar el color basado en sus propiedades. Se trata de la transformación intensidad, tono y saturación (IHS; del inglés intensity, hue and saturation). Su uso para la discriminación de agua, se basa en su potencialidad para la discriminación de algunos rasgos de carácter cromático (Chuvieco, 2002).

**FIGURA 3-3
TRANSFORMACIONES DIGITALES DE LA IMAGEN SATELITAL**



3.2. DIGITALIZACIÓN DE CONTORNOS

La identificación de coberturas se realizó mediante clasificación supervisada de imágenes satelitales fusionadas. Dada la resolución espacial y espectral de estas imágenes es posible realizar clasificaciones detalladas y de forma efectiva.

La clasificación supervisada implica una serie de procedimientos diseñados para categorizar automáticamente todos los píxeles de una imagen en distintas clases de cobertura de suelo. En términos generales, estos procesos corresponden a la creación de áreas de entrenamiento y la clasificación propiamente tal.

La creación de áreas de entrenamiento con el fin de identificar superficies lacustres, consistió en la identificación y selección de píxeles representativos tanto para las Lagunas como para las coberturas presentes en la superficie perimetral de cada Laguna. Para aquello se requirió la identificación de patrones de cobertura en la imagen a través de un software de análisis de imágenes.

La segunda etapa correspondió a la clasificación propiamente tal utilizando el método de máxima similitud, con el cual, los píxeles de la imagen fueron clasificados de acuerdo a las categorías asignadas a los Niveles Digitales (ND) de las zonas de muestreo. Esto se realizó mediante iteraciones a fin de ajustar estadísticamente los valores digitales al interior de cada categoría. Una vez calculada la desviación típica y la matriz de covarianza, se realizó un proceso de frontera espectral mediante un clasificador de mínima distancia. Este paso consiste en asignar el píxel a la clase más cercana. Una vez efectuado este proceso, se analizó y clasificó cada una de las categorías identificadas, las que fueron agrupadas en cuerpos de aguas y otras coberturas.

Producto del análisis de la imagen satelital se obtuvo información digital en formato raster (píxeles de resolución 0,6x0,6 m en el caso de escenas Quickbird-II y 0,5x0,5 m en escenas Worldview-II) de superficies cubiertas con agua y de otras coberturas.

Para efectos de revisión y posterior delimitación, se seleccionaron las coberturas correspondientes a cuerpos de agua. Éstas, fueron sometidas a un proceso de vectorización de sus contornos, identificando finalmente aquellos cuerpos lacustres de los sistemas en estudio.

3.3. CONTROL EN TERRENO

La RCA 244/2010 contempla toma de datos en terreno anuales, con el propósito de obtener coordenadas de puntos de control, demarcar y obtener información necesaria para la caracterización de las superficies lacustres. Los sectores prospectados fueron aquellos de difícil delimitación tanto en terreno como en la imagen satelital, dado que son zonas cuyos límites son difusos.

En terreno se describieron las propiedades fisonómicas de las Lagunas, considerando las características sedimentarias y de borde, más el espesor de la película de agua. Adicionalmente, se realizó un registro fotográfico de cada punto de control, respaldando la identificación de agua libre y suelo.

Tal como se ha realizado desde la temporada 2009, la prospección de terreno se llevó a cabo en el mes de Abril, concomitante a la captura de la imagen satelital. Específicamente, la campaña 2013 el control de terreno se realizó entre el 19 y el 27 de Abril. Para esta ocasión se utilizó un GPS cartográfico Trimble® Nomad® 900G, especial para aplicaciones SIG.

La aplicación del método propuesto en dicha RCA, se inició desde el año 2010. Esto implicó que a partir de ese año se formalizó la utilización de puntos de apoyo para la delimitación, los cuales se definieron a partir de puntos visitados de la campaña anterior (2009), en áreas de la laguna cuyo contorno fuese principalmente difuso. Para los análisis 2007 y 2008, la delimitación de las Lagunas no se realizó con el apoyo de terreno, dado que ello no fue contemplado en la RCA 226/2006, en esos casos se utilizó información topográfica de las Lagunas como herramienta adicional.

El total de descripciones en terreno por campaña se pueden apreciar en la Tabla 3-2.

TABLA 3-2
TOTAL DE DESCRIPCIONES EN TERRENO PARA LA DELIMITACIÓN DE LAS SUPERFICIES

SISTEMA LACUSTRE	LAGUNA	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Soncor	Barros Negros	-	-	29	22	29	29	21
	Chaxa	-	-	13	9	9	9	8
	Puilar	-	-	14	16	17	17	15
Peine	Salada	-	-	21	4	4	4	4
	Saladita	-	-	18	16	17	17	17
	Interna	-	-	13	-	-	30	38
Total		-	-	108	66	75	106	103

3.4. DELIMITACIÓN DE SUPERFICIES LACUSTRES

Una vez realizado el control de terreno, en un sistema de información geográfico (SIG) se procedió a la revisión y delimitación de los contornos de las Lagunas. La ausencia de puntos de terreno en las campañas 2007 y 2008, se compensó con la experiencia de las otras campañas realizadas, dado que es posible advertir una serie de patrones espaciales y radiométricos comunes que permiten explorar y revisar el perímetro de las Lagunas.

Los procedimientos de delimitación se efectuaron mediante una superposición digital, que incluyó los contornos provenientes de la clasificación supervisada, puntos de control de terreno y las transformaciones espectrales extraídas de la imagen multiespectral fusionada. A través de éstas, se verificó el calce uno a uno mediante identificación visual y rectificación vectorial del contorno de las superficies lacustres en los casos que fuese necesario.

Para efectos del monitoreo de las superficies, la delimitación consideró aspectos que faciliten la evaluación de los cuerpos de aguas, las que se señalan a continuación:

- a) Definición de límites de cada Laguna según criterio CONAF.

Para efectos de evaluar variaciones superficiales en el tiempo, se establecieron como límite aquellos sectores definidos históricamente por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), expuestos en los informes monitoreo efectuados en el marco del convenio SQM-CONAF “Hábitat y Poblaciones de Avifauna del Salar de Atacama”². Cabe señalar, que para Laguna Interna que no presenta límite definido por CONAF se utilizó el límite señalado en el Monitoreo realizado el 2010.

- b) Identificación áreas de inundación.

El análisis incorporó la identificación de áreas de inundación, con el fin de reconocer sectores que potencialmente podrían sufrir modificaciones perimetrales en el tiempo. La categorización requirió analizar los monitoreos anteriores y antecedentes hidrológicos.

En teoría, las áreas de inundación corresponden a sectores de Lagunas que, debido a su dinámica histórica, potencialmente presentarían una variación sostenida y significativa en su contorno. Para tales efectos, no se consideraron sectores cuyos cambios efímeros (probables dinámicas diarias de la Laguna) produzcan cambios marginales en los contornos de las Lagunas.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con la finalidad de analizar la dinámica de las superficies lacustres en las temporadas estudiadas, se realizaron análisis estadísticos descriptivos, con el objeto de evaluar cuantitativamente las variaciones de las superficies. Adicionalmente, se establecieron cuantitativamente las variaciones relativas de las superficies utilizando como referencia la temporada 2007.

Debido al bajo número de temporadas estudiadas, no fue posible establecer tendencias y estacionalidades a través del análisis de series de tiempo.

² Informe Hábitat y Poblaciones de Avifauna en el Salar de Atacama. CONAF - SQM Salar S.A. 2005.

4. RESULTADOS

El análisis de las variaciones de cada Sistema Lacustre y sus Lagunas constituyentes respecto del año base 2007, se presentan en las siguientes secciones.

4.1. SISTEMA SONCOR

Las variaciones en las superficies en las Lagunas que componen el sistema lacustre Soncor entre los años 2007 y 2013, se presentan en la **TABLA 4-1**.

TABLA 4-1
SUPERFICIES DE CUERPOS LACUSTRES MEDIDAS EN ABRIL EN TEMPORADAS 2007 A 2013 MEDIANTE ANÁLISIS DE IMÁGENES SATELITALES - SISTEMA SONCOR

LAGUNA	SUPERFICIES (m ²)						
	2007 ¹	2008 ²	2009 ³	2010	2011	2012	2013
CHAXA							
-Cuerpo principal	311.623	315.363	316.764	308.357	305.433	300.248	295.786
Total Chaxa	311.623	315.363	316.764	308.357	305.433	300.248	295.786
BARROS NEGROS							
-Cuerpo principal	1.058.915	1.060.666	1.080.628	1.048.924	1.083.311	1.085.391	1.063.325
-Área de inundación I	139.323	161.786	172.290	104.729	152.349	154.886	134.391
-Área de inundación II	18.251	31.086	41.712	40.084	53.035	57.004	41.454
-Área de inundación III	11.785	18.711	29.386	9.924	36.753	30.052	16.798
Total Barros Negros	1.228.274	1.272.249	1.324.016	1.203.661	1.325.448	1.327.333	1.255.968
PUILAR							
-Cuerpo principal	69.728	69.823	70.360	69.267	70.003	68.280	68.264
Total Puilar	69.728	69.823	70.360	69.267	70.003	68.280	68.264

1, 2 y 3. Estos valores corresponden a las superficies calculadas con las modificaciones técnicas señaladas en la RCA 244/2010.

A continuación se presenta el análisis superficial en detalle de las Lagunas del Sistema Soncor del Borde este del Salar de Atacama.

4.1.1. Laguna Chaxa.

Laguna Chaxa se encuentra constituida por un cuerpo principal cuyo contorno mayoritariamente se encuentra bien definido, a partir de una costra salina blanquecina. No obstante, casi todo el segmento Este (Figura 4-1, Punto CH-07) y al oeste del cauce de descarga ubicado en el sector sur, se presenta un contorno difuso y de compleja delimitación producto de un sedimento barroso oscuro que se encuentra anegado de agua (Figura 4-1, Punto CH-02). Dicho contorno, en algunos sectores presentan una lámina de agua milimétrica y en otras simplemente corresponde a suelo saturado.

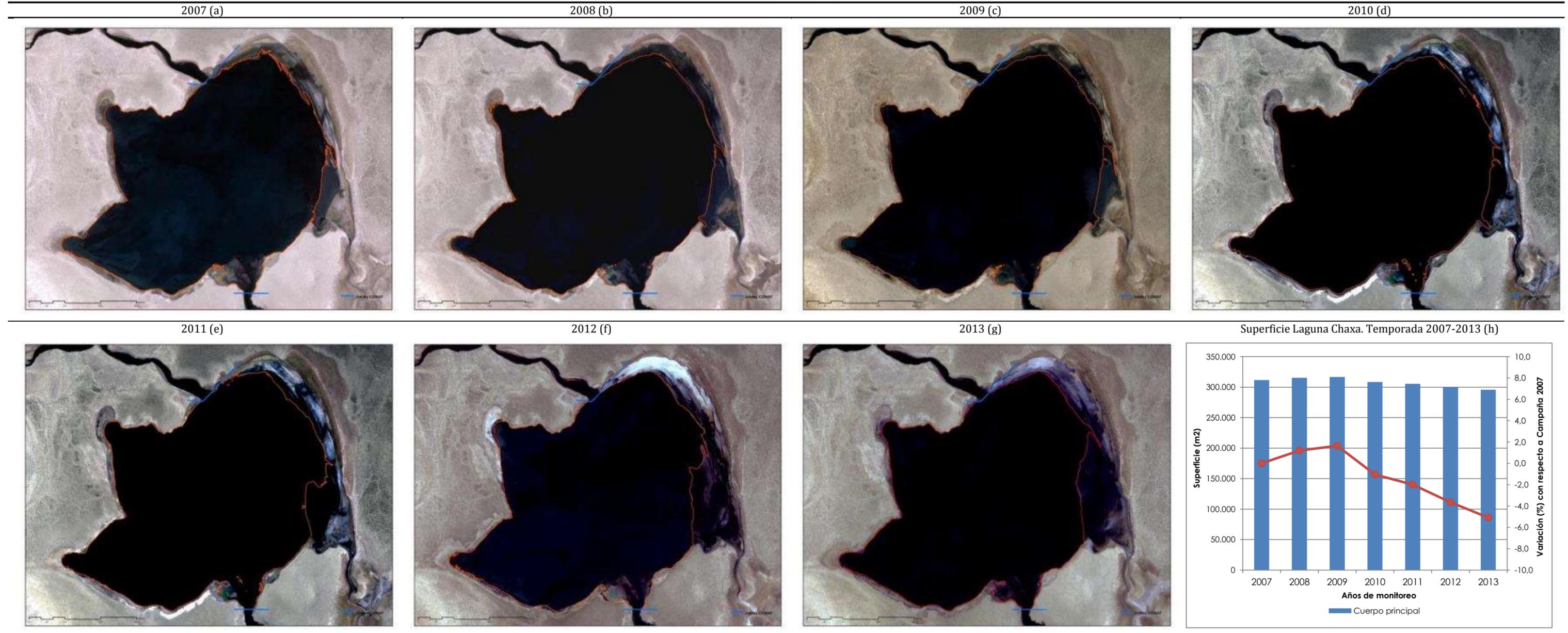
FIGURA 4-1
FOTOGRAFÍAS DE LAGUNA CHAXA



Chaxa presenta un perímetro relativamente constante durante las temporadas de estudio, con la evidente excepción del Borde este la laguna. En términos de superficie, desde el inicio de la temporada de estudio (2007) se observa un incremento progresivo hasta el año 2009, temporada en el cual se observa su máximo (316.764 m²). Posterior a este pick, la superficie disminuye sostenidamente, alcanzando su mínimo en el año 2013 (295.786m²), mermando en un 5,1% con respecto al año 2007. Dicha disminución se produce principalmente por la contracción del borde Este de la Laguna.

Tal como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, las variaciones e observan principalmente en los contornos difusos del sector Este de la laguna, tal como se señaló anteriormente.

FIGURA 4-2
DELIMITACIÓN LAGUNA CHAXA



4.1.2. Laguna Barros Negros.

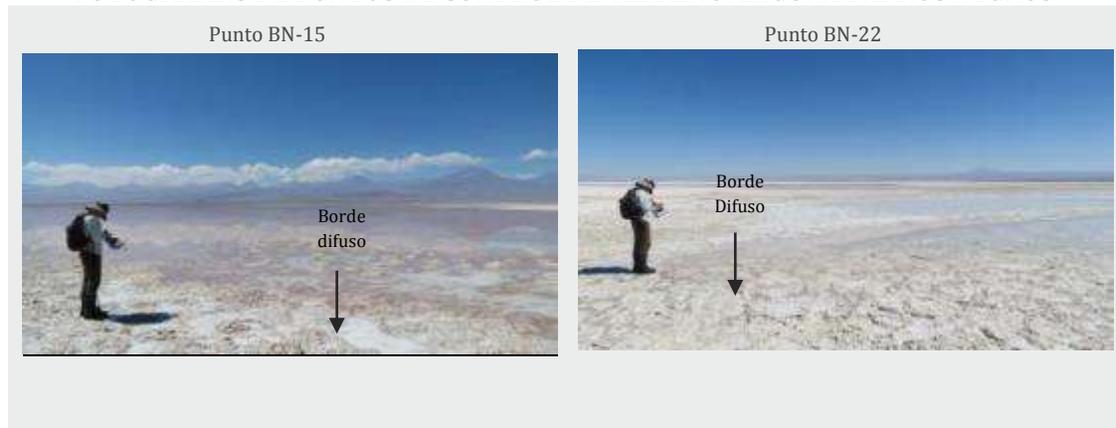
Barros Negros es la Laguna más grande del sistema Soncor. Está constituida por un cuerpo principal y tres (3) áreas de inundación. El cuerpo principal presenta contornos mayoritariamente bien definidos. También presenta algunos sectores morfológicamente muy irregulares, especialmente en el sector Sur y Noreste, donde los cuerpos de agua menores se conectan al cuerpo principal. Estos cuerpos afloran entre el sedimento con una lámina de agua superficial que en la mayoría de los casos posee profundidades milimétricas (Figura 4-3, Punto BN-15).

La primera de las áreas de inundación (área de inundación I) denominada “Cola de pez” se ubica en el sector Suroeste de la Laguna. Su contorno es definido en gran parte del perímetro, con excepción de determinados sectores de compleja delimitación (Figura 4-3, Punto BN-22).

La segunda área de inundación (área de inundación II) se ubica en el segmento Este de la Laguna. Presenta una configuración muy compleja, observándose afloramientos de agua que se conectan entre sí, cubriendo en ocasiones tan solo unos milímetros de agua (Figura 4-3, Punto BN-07).

La más pequeña de las áreas de inundación (área de inundación III) se ubica en el sector Sur. Corresponde a un cuerpo menor de agua de baja profundidad, el cual se conecta al cuerpo principal entre múltiples afloramientos sedimentarios (Figura 4-3, Punto BN-14).

FIGURA 4-3
FOTOGRAFÍAS DE PUNTOS DE CONTROL DE TERRENO. LAGUNA BARROS NEGROS



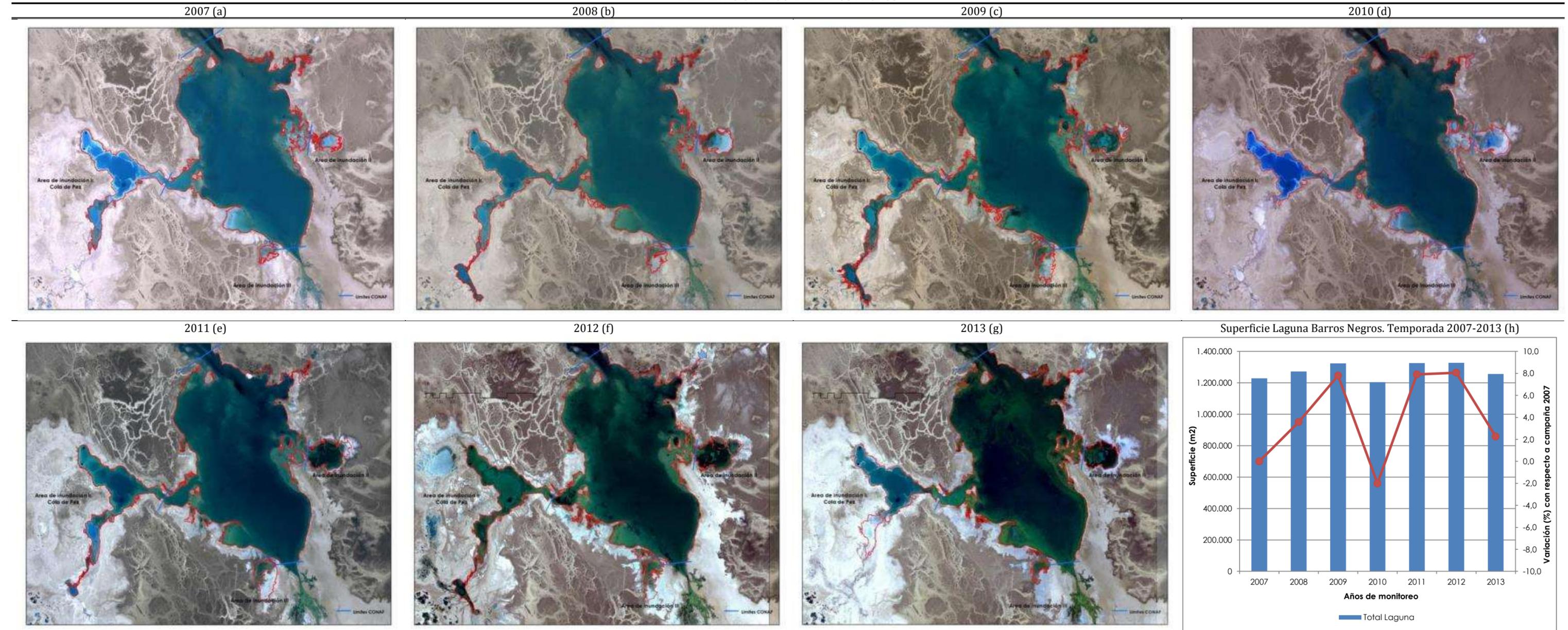


Barros negros ha sufrido algunas variaciones dentro de las temporadas de estudio, producidas principalmente en las áreas de inundación (ver Figura 4-4). Mientras que la superficie del cuerpo principal ha permanecido relativamente constante, alcanzando una variación del 0,4% el año 2013 respecto a la superficie registrada el 2007.

La dinámica de la superficie lacustre de Barros Negros presenta un aumento progresivo hasta el año 2009, incrementándose en un 7,8% con respecto al año 2007. Este incremento se debió principalmente a la expansión de las áreas de inundación. En la temporada 2010, la superficie disminuyó alcanzando su mínimo (1.203.635 m²), correspondiente a una merma de 2,0 % con respecto al año base. Posteriormente luego de alcanzar el mínimo, se observó un aumento progresivo de la superficie hasta el 2012, año en el cual este sistema lacustre presentó la máxima superficie (1.327.333 m²) conforme a los registros obtenidos entre 2007 y 2013, dicha superficie representó un incremento de 8,1% en relación al año base.

La temporada de Abril 2013, Barros Negros presentó una superficie 1.255.968 m², que refleja una disminución con respecto a la temporada precedente, pero es una mayor superficie con respecto al año 2007 (2,3%). El cuerpo principal presentó un perímetro prácticamente invariante en todas las temporadas de medición. Con respecto a la campaña de referencia, las áreas de inundación II y III presentaron superficies mayores en un 127,7% y en un 42,5% respectivamente, mientras que el área de inundación I (cola de pez) presentó una disminución de un 3,5%.

**FIGURA 4-4
DELIMITACIÓN LAGUNA BARROS NEGROS**



4.1.3. Puilar

La Laguna Puilar está constituida por un cuerpo principal que no presenta áreas de inundación evidentes. Ésta Laguna presenta bordes bien definidos en el segmento Este (Ver Figura 4-5, Punto PU-12), mientras que en los segmentos Norte, Oeste y Sur presenta bordes muy difusos, constituidos principalmente por un barro muy húmedo y montículos sedimentarios, correspondiente a nidos de flamencos utilizados en los periodos de nidificación (Ver Figura 4-5, punto PU-05).

En el límite Sur se observa un canal de descarga con flujo Norte-Sur cuyo borde es difuso en gran parte de su recorrido, debido a la presencia de barro muy húmedo y la existencia de montículos sedimentarios. Dada la condición de canal se propuso un límite permanente en la entrada, de modo que no se considere parte de la Laguna.

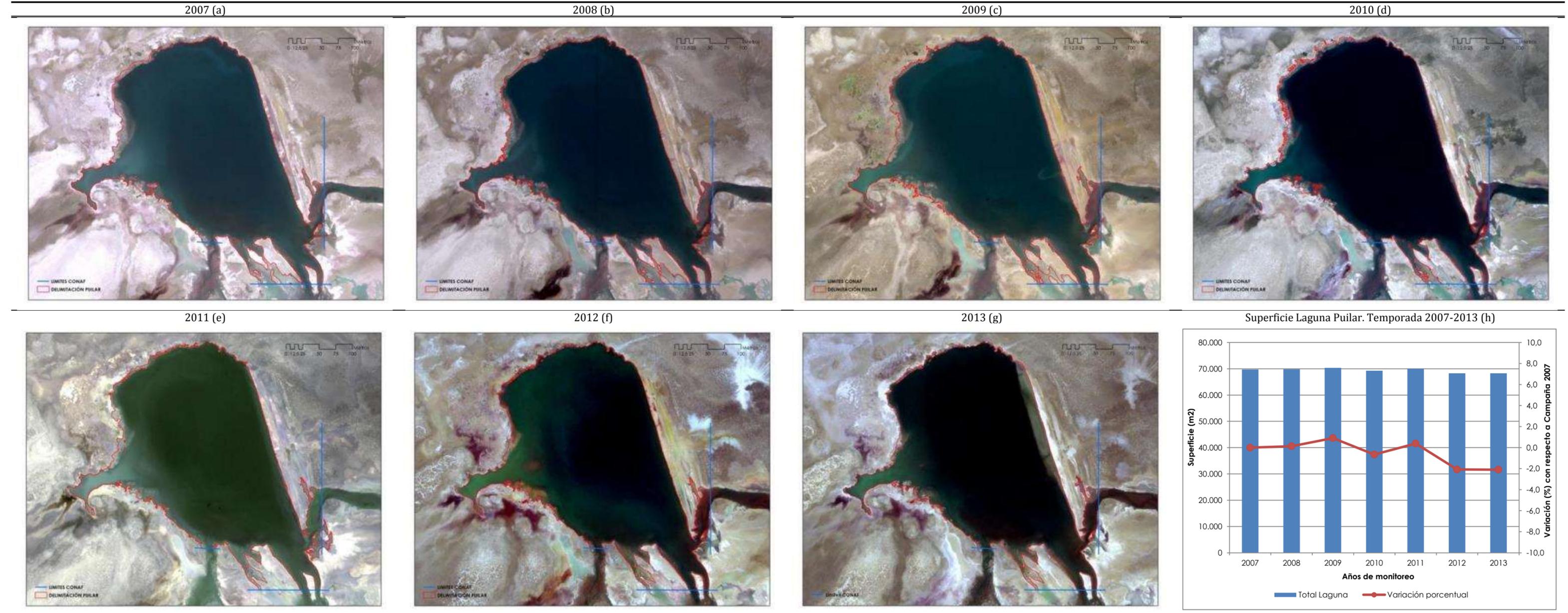
Al Este del canal de descarga, se observan dos entradas de agua, complejas en su configuración y que se unen entre si hacia el Sur. Los bordes de ambas áreas son muy similares a lo que ocurre en gran parte la Laguna, presentándose bordes definidos y difusos. En este sector no se observó flujo, sin embargo, se asignó un límite fijo considerando la configuración que posee hacia el sureste que sugiere la posibilidad que conforme un canal de descarga a partir de ciertas condiciones hidrológicas.

FIGURA 4-5
FOTOGRAFIAS DE PUNTOS DE CONTROL DE TERRENO. LAGUNA PUILAR



La Laguna Puilar no ha evidenciado cambios específicos en su morfología, permaneciendo su contorno relativamente constante, verificado con la bajísima dispersión de las superficies (Ver Figura 4-6, cuadro h). Es así como en las temporadas 2007-2011, la superficie de la laguna prácticamente no evidenció cambios. Luego, en la temporada 2012, la superficie desciende en un 2,1% con respecto al año base. En la temporada 2013, la superficie prácticamente idéntica al año anterior, no obstante, corresponde al valor mínimo observado en las temporadas de monitoreo, alcanzando los 68.264 m². No es posible identificar un sector específico asociado a ese descenso en superficie.

FIGURA 4-6
DELIMITACIÓN LAGUNA BARROS NEGROS

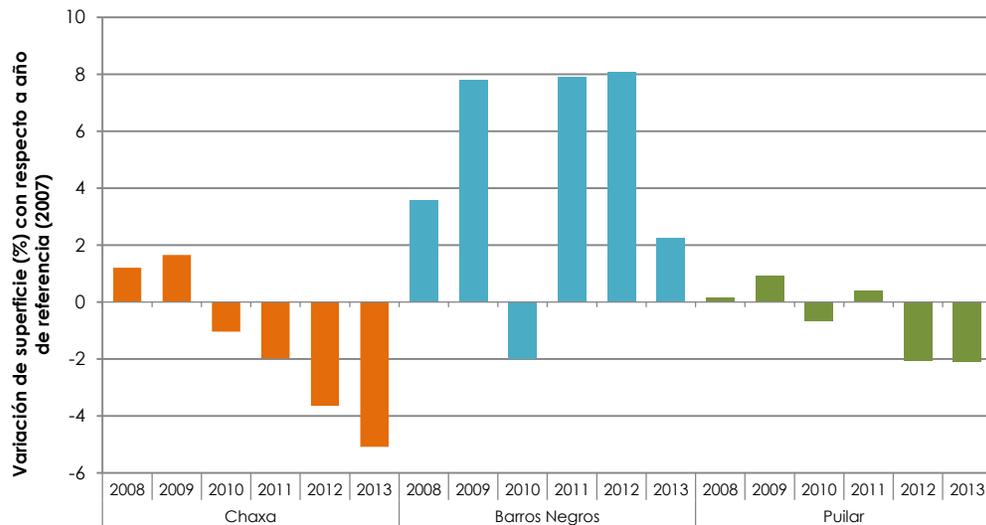


4.1.4. Análisis de la dinámica del Sistema Soncor.

Tal como se señaló anteriormente, las lagunas que componen el sistema Soncor presentan una variada tendencia. En efecto, Chaxa evidencia un sostenido descenso desde el año 2010. Barros Negros, solo en el año 2010 ha evidenciado una superficie menor con respecto al año de referencia. Mientras que Puilar ha mostrado una oscilante dinámica, presentando altos y bajos entre temporadas.

Como consecuencia, difícilmente se podría señalar una dinámica para el sistema Soncor, de acuerdo a los años estudiados, tal como se aprecia en la FIGURA 4-7.

FIGURA 4-7
VARIACIÓN DE LA SUPERFICIE (%) DE LAS LAGUNAS DEL SISTEMA SONCOR CON RESPECTO AL AÑO DE REFERENCIA (2007)



4.2. SISTEMA PEINE

Las variaciones en las superficies en las Lagunas que componen el sistema lacustre Peine entre los años 2007 y 2013, se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 4.2
SUPERFICIES DE CUERPOS LACUSTRES MEDIDAS EN TEMPORADAS 2007 A 2013
MEDIANTE ANÁLISIS DE IMÁGENES SATELITALES - SISTEMA PEINE.

LAGUNA	SUPERFICIES (m ²)						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
SALADA							
-Cuerpo principal	171.100	170.447	170.421	169.635	170.524	168.371	169.255
-Canal de recarga	23.424	23.397	23.214	22.662	22.951	22.480	22.347
-Canal de descarga	5.696	6.123	5.876	5.881	6.046	5.547	5.712
Total Salada	200.220	199.967	199.511	198.178	199.521	196.398	197.314
SALADITA							
-Cuerpo principal	113.001	113.240	109.968	108.022	110.394	116.315	110.227
Total Saladita	113.001	113.240	109.968	108.022	110.394	116.315	110.227
INTERNA							
-Cuerpo principal	182.497	175.958	191.671	198.838	182.616	246.828	331.075
Total Interna	182.497	175.958	191.671	198.838	182.616	246.828	331.075

Geobiota, 2013

A continuación se presenta el análisis superficial en detalle de las Lagunas del Sistema Peine del Borde este del Salar de Atacama.

4.2.1. Salada

Laguna Salada está compuesta por un cuerpo principal y dos canales superficiales. El cuerpo principal posee contornos definidos en gran parte de su perímetro, constituido en su mayoría por una costra salina y en menor medida por una cubierta abundante en materia orgánica. En el sector Suroeste se observan montículos de sedimentos, correspondiente a nidos que no han sido utilizados por los flamencos en los últimos años.

El canal de recarga se ubica en el sector Este de la Laguna, presentando contornos definidos excepto en el borde Sur, donde son difusos. (Ver Figura 4-8, Punto SA 02 y SA-04). El canal de descarga ubicado en la medianía de la Laguna en el sector Oeste, presenta contornos definidos de forma muy similar al cuerpo de agua principal.

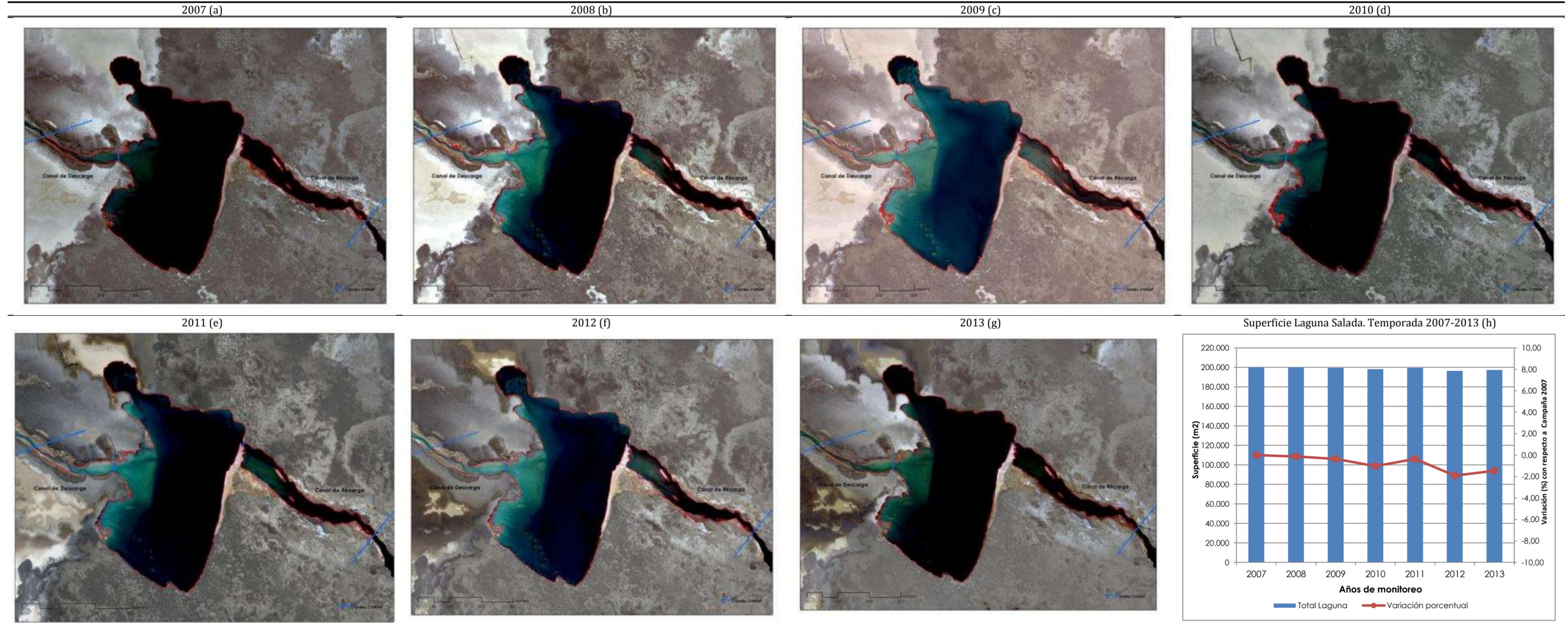
FIGURA 4-8
FOTOGRAFÍAS DE PUNTOS DE CONTROL DE TERRENO. LAGUNA SALADA



Laguna Salada no ha evidenciado cambios significativos en su morfología, permaneciendo prácticamente constante en las temporadas de estudio. Esta afirmación se respalda por la bajísima variación de las superficies. En efecto, las diferencia de las superficies máximas (200.220 m²) y mínimas (196.398 m²) son de un 1,91%, observadas en las temporadas 2007 y 2012, respectivamente (Ver Figura 4-9).

En el año 2013 siguió la misma dinámica que las otras temporadas, es así como evidenció una superficie de 197.314 m², lo que corresponde a una merma de 1,4% con respecto al año 2007.

FIGURA 4-9
DELIMITACIÓN LAGUNA CHAXA

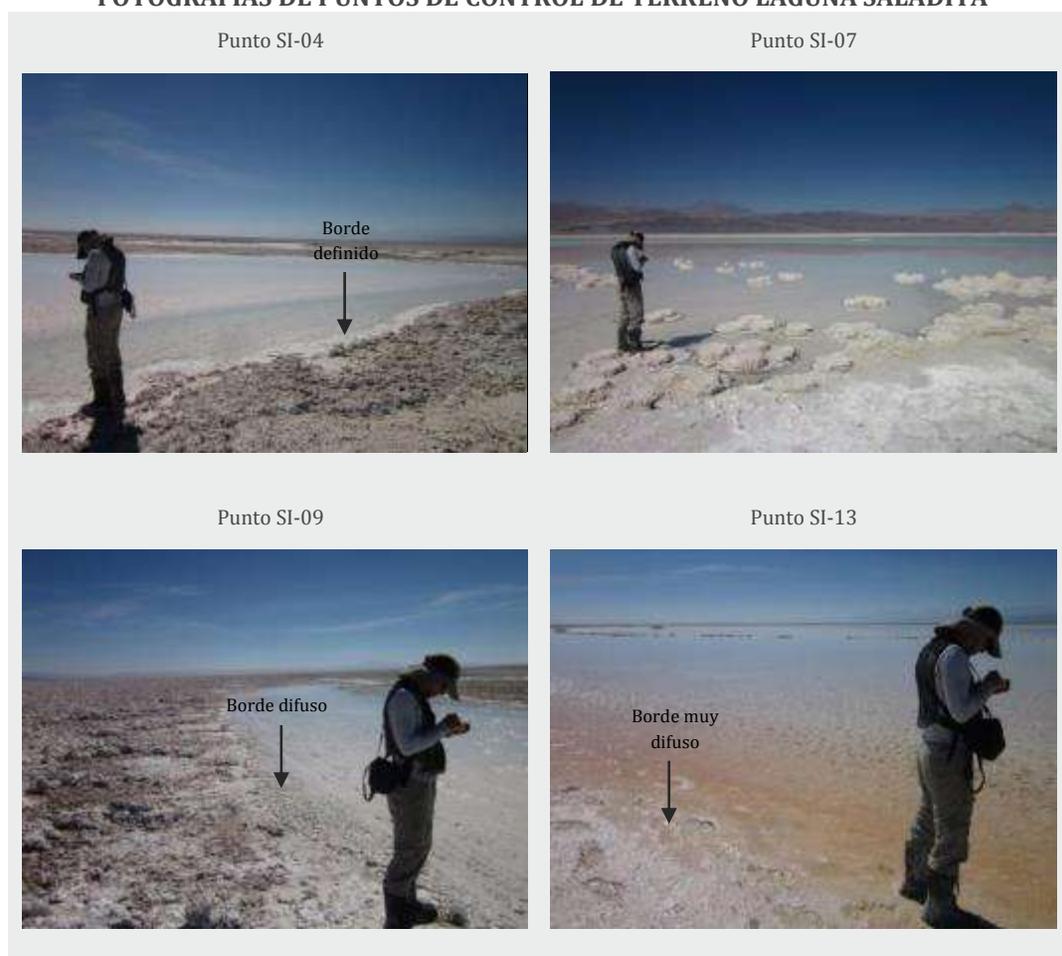


4.2.2. Saladita

Laguna Saladita está compuesta de un cuerpo principal sin áreas de inundación evidentes. En líneas generales, los bordes de Laguna son muy difusos, a excepción de los segmentos ubicados al Este, Noreste y segmentos del sector Norte que presenta un borde bien definido producto de una costra salina (Ver Figura 4-10, Punto SI-04). El resto de las secciones se encuentra constituido por un barro húmedo y/o muchas entradas de sedimento al interior de la Laguna. En la mayoría de los casos estos montículos sedimentarios, correspondientes a nidos de flamencos utilizados en los periodos de nidificación (Ver Figura 4-10, Punto SI-07).

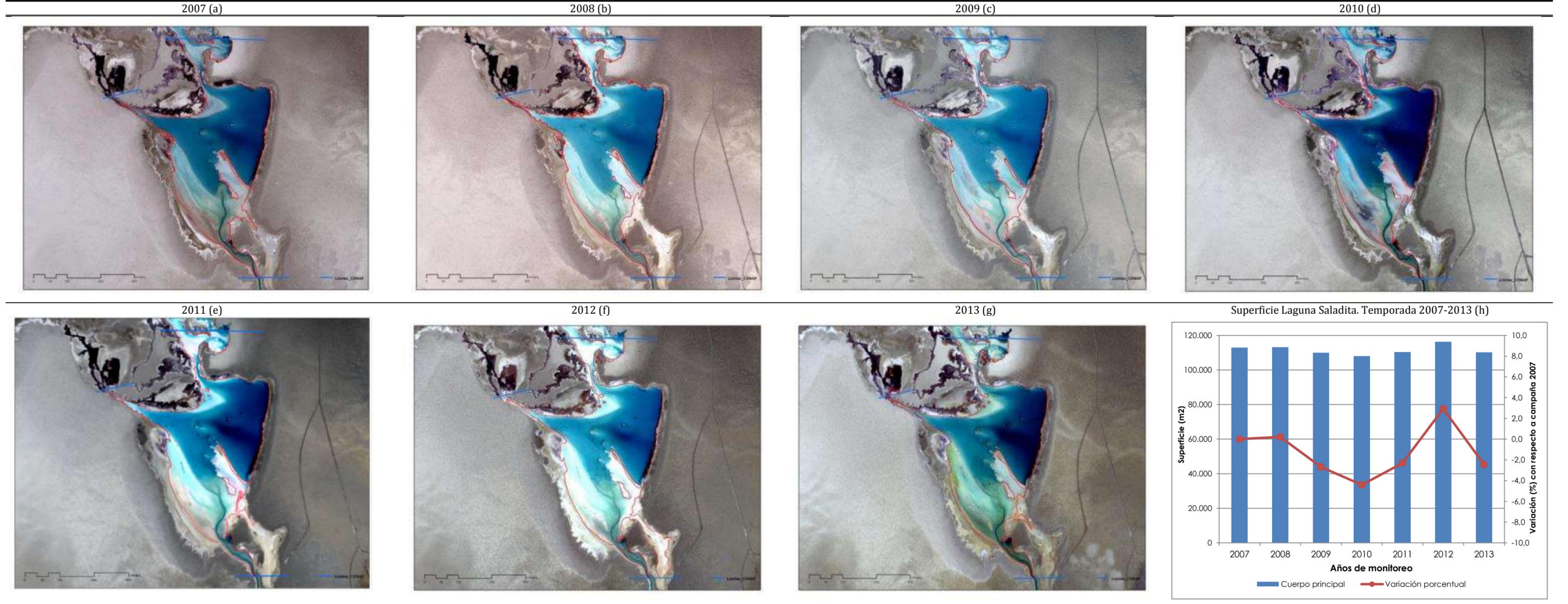
Es notable la presencia de dos sectores muy difusos, uno ubicado en el sector Suroeste y otro en el sector Sureste. Ambos corresponden a sectores cubiertos por milímetros de agua, aledaños a un suelo muy saturado (Figura 4-10, Puntos SI-09 y SI-13). Lo anterior ha implicado una compleja delimitación de sus contornos tanto en terreno como en la imagen satelital.

FIGURA 4-10
FOTOGRAFIAS DE PUNTOS DE CONTROL DE TERRENO LAGUNA SALADITA



Laguna Saladita ha sufrido algunas variaciones de su perímetro sin un patrón definido, producidos en sitios no específicos. En los dos primeros años de estudio (2007-2008) no se observan cambios de importancia, permaneciendo la superficie prácticamente constante. Luego, durante los años 2009 y 2010, disminuyeron las superficies respecto al año 2007, observándose el mínimo valor el año 2010. La superficie posteriormente tuvo un aumento durante el 2011 y 2012, alcanzado en este último la máxima superficie a la fecha, con una superficie de 116.315 m², constituyendo un aumento del 2,9 % respecto del año base (2007). Finalmente se aprecia un descenso de la superficie en la temporada 2013, alcanzando los 110.227 m², lo que indica una merma en 2,5 unidades porcentuales con respecto al año de referencia.

FIGURA 4-11
DELIMITACIÓN LAGUNA CHAXA



4.2.3. Interna

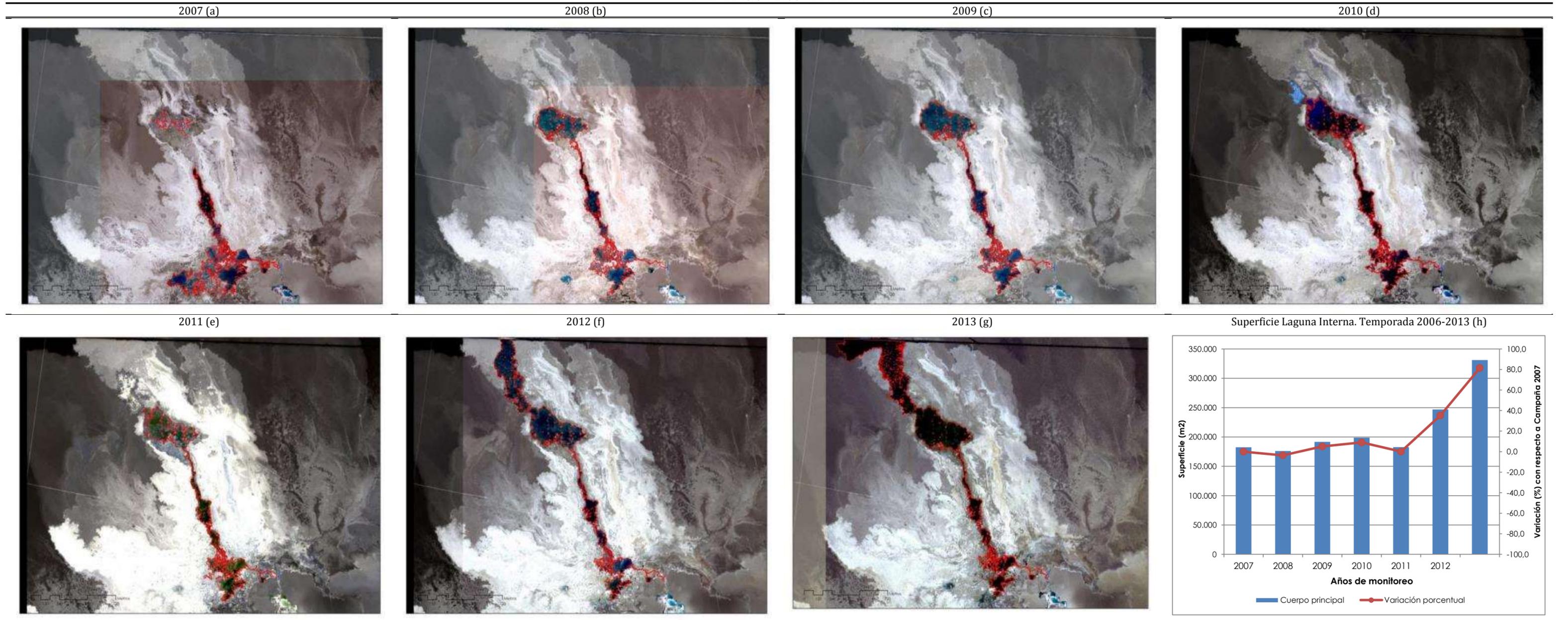
Tal como se señala en la validación de superficies lacustres del 2009, Interna no conforma un cuerpo lacustre de superficie continua, como es el caso del resto de las Lagunas analizadas. En efecto, no es posible distinguir un cuerpo de agua principal que se mantenga estable en el tiempo. Laguna Interna está constituida por un conjunto de cientos de cuerpos de agua someros y una gran cantidad de pequeñas áreas sin agua, señaladas como Islas de sedimento.

La Laguna Interna presentó una importante dinámica morfológica en las temporadas de estudio. Se observó durante la temporada 2007 una discontinuidad en la Laguna, es decir, la configuración de la Laguna estaba conformada por dos zonas. Una de mayor envergadura, ubicada en el sector Sur cuya forma se asemeja a una “Te” invertida. La segunda, ostensiblemente de menor superficie, ubicada en el sector norte, formada por una serie de cuerpos de agua aislados.

En los años 2008 y 2011 esta Laguna modificó su configuración, observándose la conexión entre ambas zonas a través de un canal no muy definido. También se evidenció una contracción del sector Sur en el segmento Oeste. Mientras que el sector Norte se expandió, produciéndose una consolidación de los cuerpos de agua aislados, uniéndose en único cuerpo de agua.

En términos cuantitativos, en la temporada 2008 se observa la superficie mínima, alcanzando los 175.958 m². Esta disminución corresponde a una merma del 3,58% con respecto al año base. Luego, en las temporadas 2009-2010 aumenta progresivamente, sobrepasando al año base en nueve unidades porcentuales. En el año 2011 disminuye la superficie, siendo casi idéntica a la del año 2007, pero morfológicamente muy distinta. Desde el año 2012 hasta el 2013 se evidencia un significativo aumento, que se explica principalmente por la extensión en el borde norte, el cual en la temporada 2013, prácticamente llegó a los límites del camino. Como consecuencia se alcanzó el máximo, correspondiente a 331.075 m² y que representa un aumento de un 81,4% con respecto a la temporada base.

FIGURA 4-12
DELIMITACIÓN LAGUNA INTERNA

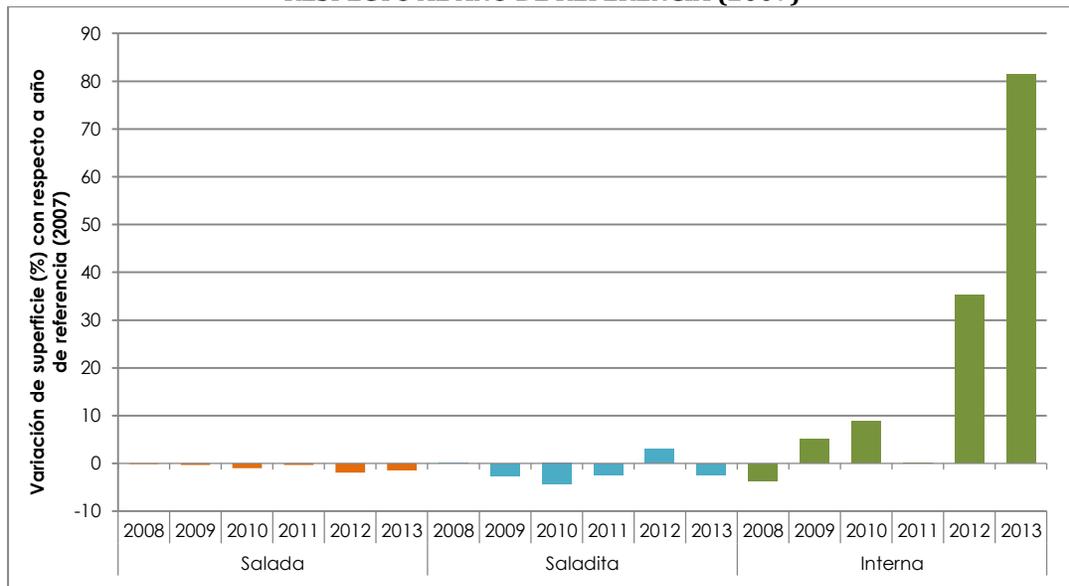


4.2.4. Análisis de la dinámica del Sistema Peine.

La dinámica del sistema Peine no es muy distinta al sistema Soncor. En efecto, Salada prácticamente no ha variado en tiempo y Saladita presenta algunas variaciones, cuyas superficies mayoritariamente no superan el año de referencia. Mientras que Interna ha aumentado sostenidamente desde el año 2009 a la fecha.

Como consecuencia a las diferentes dinámicas que presenta cada una de las lagunas que conforman este sistema, difícilmente se podría señalar una dinámica para el sistema, de acuerdo a los años estudiados, tal como se aprecia en la FIGURA 4-7.

FIGURA 4-13
VARIACIÓN DE LA SUPERFICIE (%) DE LAS LAGUNAS DEL SISTEMA PEINE CON RESPECTO AL AÑO DE REFERENCIA (2007)



5. CONCLUSIONES

Se confirma que el uso de imágenes satelitales de alta resolución fusionadas y el apoyo de índices alternativos (IHS, TSAVI, NDWI) representan una herramienta adecuada y necesaria para la definición de límites y cálculo de las superficies en las Lagunas analizadas.

Las lagunas del sistema Soncor no han evidenciado una tendencia en común. En efecto, Chaxa presenta una disminución sostenida desde la temporada 2009, alcanzando el mínimo la temporada 2013. Barros negros ha sufrido constantes oscilaciones en su perímetro, sin evidenciar una tendencia. Pese a estas oscilaciones, las superficies ha sido superiores al año base (2007), exceptuando la temporada 2010. Mientras que Puilar ha permanecido relativamente estable en tiempo, variando como máximo en un 2,1% (2013).

El caso del sistema Peine no es distinto. En detalle, Laguna Salada prácticamente no ha variado en tiempo, debido a su perímetro bien definido. La Laguna Saladita presenta oscilaciones, con superficies principalmente menores al año de referencia pero sin evidenciar una tendencia clara en tiempo. Contrariamente, Interna ha aumentado constantemente, evidenciando significativos cambios morfológicos con respecto a la temporada inicial.

Las lagunas Puilar, Salada y Saladita, evidenciaron escasas diferencias con respecto al año base (2007), siendo menores a las 2,5 unidades porcentuales. Mientras que Chaxa disminuyó en cinco unidades porcentuales. Barros negros e Interna aumentaron en un 2,3% y un 81,4%, respectivamente.

6. REFERENCIAS

Chuvioco, E., 2002. Teledetección Ambiental. La observación de la tierra desde el espacio. Ediciones Ariel. 578p.

Gilabert, M., González-Piqueras J. & Garcia-Haro J., 1997. Acerca de los índices de vegetación. Revista Española de teledetección N°8 Diciembre. 10 p.

McFeeters S.K., 1996. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. International Journal of Remote Sensing. 17(7):1425-1432.

Siddiqui, Y. 2003. The modified IHS method for fusing satellite imagery. ASPRS 2003 Annual Conference Proceedings, May 5-9, 2003.