SQM SALAR S.A.

INFORME Nº28 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 DICIEMBRE DE 2020

ÍNDICE

1. RESUMEN 22

2. INTRODUCCIÓN 28

3. OBJETIVOS DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO (PSAH) 33

4. MATERIALES Y MÉTODOS 34

4.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 34

4.1.1. Descripción general del área de estudio 34

4.1.2. Descripción de los sistemas objeto del PSAH 34

4.2. PARÁMETROS PARA CARACTERIZAR LAS VARIABLES AMBIENTALES 39

4.3. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS O ÁREAS DE MONITOREO 41

4.3.1. Sistema Soncor 43

4.3.2. Sistema Aguas de Quelana 50

4.3.3. Sistema Vegetación Borde Este 54

4.3.4. Sistema Peine 57

4.3.5. Sector Vegas de Tilopozo 61

4.3.6. Núcleo del Salar de Atacama 63

4.3.7. Cuña Salina 66

4.3.8. Plan de Contingencias 68

4.4. MATERIALES, EQUIPOS Y METODOLOGÍAS DE MONITOREO 72

4.4.1. Monitoreo manual de nivel de agua y salmuera subterránea en piezómetros y pozos 72

4.4.2. Monitoreo manual de nivel de agua superficial 74
4.4.3. Monitoreo continuo de nivel de agua subterránea....75
4.4.4. Medición de superficie lacustre....77
4.4.5. Monitoreo de caudal de pozos de bombeo de agua industrial....81
4.4.6. Monitoreo manual de caudal superficial (aforos)....82
4.4.7. Monitoreo continuo de caudal superficial (aforos)....83
4.4.8. Monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas 84
4.4.9. Perfilaje de conductividad eléctrica en pozos....93
4.4.10. Medición Meteorología....94
4.5. FECHA DE MEDICIÓN, MUESTREO Y/O ANÁLISIS 94
4.6. INCERTIDUMBRES ASOCIADAS A LOS MÉTODOS UTILIZADOS 95
4.7. EVENTOS RELACIONADOS CON EL PERÍODO REPORTADO.... 98
5. RESULTADOS DEL SEGUNDO SEMESTRE DE 2020 100
5.1. MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO 102
5.1.1. Resumen de puntos no visitados 104
5.1.2. Sistema Soncor 108
5.1.3. Sistema Aguas de Quelana 153
5.1.4. Sistema Vegetación Borde Este 181
5.1.5. Sistema Peine....194
5.1.6. Sector Vegas de Tilopozo....206
5.1.7. Núcleo del Salar de Atacama....209
5.1.8. Cuña Salina 222
5.2. MONITOREO Y ESTADO DEL PLAN DE CONTINGENCIAS.... 227
5.2.1. Sistema Soncor 230

5.2.2. Sistema Aguas de Quelana 235
5.2.3. Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Hidromorfa 238
5.2.4. Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Brea-Atriplex....240
5.2.5. Sistema Vegetación Borde Este: Alerta Temprana 243
5.2.6. Sistema Peine....247
5.2.7. Pozos adicionales al Plan de Contingencias....251
6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS....256
6.1. ANÁLISIS DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL 256
6.1.1. Sistema Soncor 259
6.1.2. Sistema Aguas de Quelana 332
6.1.3. Sistema Vegetación Borde Este 374
6.1.4. Sistema Peine....383
6.1.5. Sector Vegas de Tilopozo....406
6.1.6. Núcleo del Salar de Atacama....410
6.1.7. Cuña Salina 423
6.2. ANÁLISIS DEL PLAN DE CONTINGENCIAS.... 434
6.2.1. Sistema Soncor 434
6.2.2. Sistema Aguas de Quelana 439
6.2.3. Sistema Borde Este - Vegetación Hidromorfa....442
6.2.4. Sistema Borde Este - Vegetación Brea-Atriplex....444
6.2.5. Sistema Borde Este - Alerta Temprana....447
6.2.6. Pozos Adicionales al Plan de Contingencia 452
6.2.7. Indicadores de estado Sistema Peine....455
7. CONCLUSIONES....460
8. REFERENCIAS 465

9. GLOSARIO Y ABREVIACIONES 466

LISTADO DE FIGURAS

Figura 4-1: Ubicación esquemática de los sistemas y sectores ambientales del PSA Hidrogeológico 37
Figura 4-2: Zonificación del Salar de Atacama 39
Figura 4-3: Ubicación de todos los puntos de monitoreo del PSAH 42
Figura 4-4: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Soncor 44
Figura 4-5:Representación gráfica de las reglillas cercanas al puente San Luis 50
Figura 4-6: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana 51
Figura 4-7: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Vegetación Borde Este 55
Figura 4-8: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Peine 59
Figura 4-9: Distribución geográfica puntos de monitoreo Sistema Vegas de Tilopozo 62
Figura 4-10: Distribución espacial puntos de monitoreo Núcleo del Salar de Atacama 64
Figura 4-11: Distribución geográfica puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina 67
Figura 4-12: Ubicación indicadores de estado 71
Figura 4-13: Esquema conceptual de pozos de monitoreo 74
Figura 4-14: Correlaciones CE-SDT, Densidad – CE y Densidad -SDT para las muestras colectadas desde 2016. 92
Figura 5-1: Detalle de la barrera que corta el acceso al sector de Tambillo 108
Figura 5-2: Nivel observado (m s.n.m.) en zona aluvial del Sistema Soncor 113
Figura 5-3: Nivel dinámico observado (m s.n.m.) en zona aluvial de Sistema Soncor – Pozos de extracción de agua industrial 114
Figura 5-4: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal Sistema Soncor – Subsector Puilar 117
Figura 5-5: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal Sistema Soncor – Subsector Este de las Lagunas Chaxa y Barros Negros 119
Figura 5-6: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal Sistema Soncor – Subsector descarga oeste de Barros Negros 125
Figura 5-7: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal Sistema Soncor – Subsector descarga sur Barros Negros 128
Figura 5-8: Nivel observado (m s.n.m.) en zona aluvial Sistema Soncor 130

Figura 5-9: Nivel observado (m s.n.m.) en las reglillas del Sistema Soncor 133
Figura 5-10: Nivel observado (m s.n.m.) del Sistema Soncor – sector Puente San Luis 135
Figura 5-11: Nivel observado (m s.n.m.) del Sistema Soncor – niveles en las lagunas 137
Figura 5-12: Series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura Estación Meteorológica de Chaxa 139
Figura 5-13: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Soncor 141
Figura 5-14: Resultados de calidad de agua Sistema Soncor 145
Figura 5-15: Resultados de calidad del agua en pozos de extracción Mullay-1 y Allana 147
Figura 5-16: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Soncor 150
Figura 5-17: Caudales medidos en el punto Puente San Luis Aforo, del sistema Soncor 152
Fuente: Elaboración propia. Figura 5-18: Nivel observado (m s.n.m.) en zona aluvial del sistema Aguas de Quelana 156
Figura 5-19: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Aguas de Quelana – área del pozo Camar-2 159
Figura 5-20: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Aguas de Quelana – área del pozo Socaire-5B 162
Figura 5-21: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Aguas de Quelana – área del pozo Camar-2 al oeste de las lagunas difusas 165
Figura 5-22: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Aguas de Quelana – área del pozo Socaire-5B al oeste de las lagunas difusas 168
Figura 5-23: Nivel observado (m s.n.m.) en zona núcleo del sistema Aguas de Quelana 170
Figura 5-24: Nivel observado (m s.n.m.) en las reglillas del Sistema Aguas de Quelana 172
Figura 5-25: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Aguas de Quelana 174
Figura 5-26: Resultados calidad del agua Sistema Aguas de Quelana 177
Figura 5-27: Resultados del análisis fisicoquímico en Camar- 2 y Socaire-5B 179
Figura 5-28: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Aguas de Quelana 181
Figura 5-29: Nivel observado en zona aluvial del sistema Vegetación Borde Este 184
Figura 5-30: Nivel observado (m s.n.m) en zona marginal del sistema Vegetación Borde Este 187

Figura 5-31: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Vegetación Borde Este 189
Figura 5-32: Resultados del análisis fisicoquímico del pozo CA-2015 192
Figura 5-33: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Vegetación Borde Este 194
Figura 5-34: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Peine 197
Figura 5-35: Nivel observado (m s.n.m.) en zona núcleo del sistema Peine 200
Figura 5-36: Resultados de calidad del agua en pozos del Sistema Peine 203
Figura 5-37: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Peine 205
Figura 5-38: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sector Vegas de Tilopozo 208
Figura 5-39: Nivel observado (m s.n.m.) de la reglilla del sector Vegas de Tilopozo 209
Figura 5-40: Nivel observado (m s.n.m.) alejado de la zona productiva del núcleo 212
Figura 5-41: Nivel observado (m s.n.m.) próximo a la zona productiva del núcleo 214
Figura 5-42: Nivel observado (m s.n.m.) al norte de la zona productiva del núcleo 216
Figura 5-43: Series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura Estación Meteorológica de KCL para el segundo semestre de 2020 217
Figura 5-44: Resultados calidad del agua Sistema Núcleo del Salar de Atacama 220
Figura 5-45: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Núcleo 221
Figura 5-46: Nivel observado (m s.n.m.) en los pozos para el seguimiento de la cuña salina .. 224
Figura 5-47: Registro de CE para los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 a diciembre de 2020 .. 226
Figura 5-48: Registro de CE para los pozos L4-3 y Cuña 4 a diciembre de 2020 227
Figura 5-49: Niveles observados (m s.n.m.) en indicadores de estado L1-4 del PC del Sistema Soncor junto con los umbrales correspondientes 233
Figura 5-50: Niveles observados (m s.n.m.) en indicadores de estado L1-5 del PC del Sistema Soncor junto con los umbrales correspondientes 234
Figura 5-51: Niveles observados (m s.n.m.) en indicadores de estado L1-G4 Reglilla del PC del Sistema Soncor junto con los umbrales correspondientes 235
Figura 5-52: Descensos observados (m) en los indicadores de estado del PC de Aguas de Quelana junto con los umbrales correspondientes 238

Figura 5-53: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este – Vegetación Hidromorfa 240
Figura 5-54: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este – Vegetación Brea Atriplex 243
Figura 5-55: Descensos observados (m) en L4-3 Sistema Borde Este Alerta Temprana 245
Figura 5-56: Descensos observados (m) en L2-25 Sistema Borde Este Alerta Temprana 245
Figura 5-57: Descensos observados (m) en L7-13 Sistema Borde Este Alerta Temprana 246
Figura 5-58: Descensos observados (m) L3-11 y L9-1 Sistema Borde Este Alerta Temprana . 247
Figura 5-59: Niveles observados en el indicador de estado L10-4 del Sistema Peine 249
Figura 5-60: Niveles observados en el indicador de estado L10-11 del Sistema Peine 250
Figura 5-61: Niveles observados en el indicador de estado 1028 del Sistema Peine 250
Figura 5-62: Descenso observado (m) pozos adicionales L2-25, L4-17, L7-14 y L9-2 del PC Sistema Borde Este, Vegetación Brea Atriplex 253
Figura 5-63: Descenso observado (m) pozos adicionales L2-26 del PC Sistema Borde Este, Alerta Temprana 254
Figura 5-64: Descenso observado (m) pozos adicionales L3-15 del PC Sistema Borde Este, Alerta Temprana 255
Figura 6-1: Infraestructura englobada en el sistema Soncor y clasificada según comportamiento de los niveles 261
Figura 6-2: Niveles dinámicos medidos en los pozos de agua industrial del sistema Soncor ... 263
Figura 6-3: Descensos calculados de los puntos del sistema Soncor que muestran un comportamiento asociado al acuífero aluvial 265
Figura 6-4: Niveles medidos en las reglillas ubicadas en el entorno de la laguna Puilar 266
Figura 6-5: Niveles medidos en las reglillas ubicadas en el entorno de medición del aforo Puente San Luís 267
Figura 6-6: Niveles medidos en las reglillas en la salida de la laguna de Chaxa 268
Figura 6-7: Niveles medidos en las reglillas del cuerpo principal de la laguna Barros Negros . 269
Figura 6-8: Niveles medidos en las reglillas que se encuentran entre la laguna de Chaxa y la de Barros Negros 271
Figura 6-9: Descensos calculados en los pozos ubicados en la zona marginal más cercanos al acuífero aluvial 273

Figura 6-10: Descensos calculados en los pozos asociados al comportamiento marginal 275
Figura 6-11: Comparación de los descensos entre L1-17 y L2-27 276
Figura 6-12: Niveles medidos en los pozos influenciados por el sistema lagunar de Chaxa y Barros Negros (L7-10 y L7-11) 277
Figura 6-13: Niveles medidos en los pozos influenciados por el sistema lagunar de Chaxa y Barros Negros (L1-15 y L1-16) 278
Figura 6-14: Niveles medidos en los pozos influenciados por el sistema lagunar de Chaxa y Barros Negros (L1-9 y L1-10) 279
Figura 6-15: Niveles medidos en los pozos influenciados por el sistema lagunar de Chaxa y Barros Negros (L1-4, L1-7 y L2-5) 280
Figura 6-16: Niveles medidos en los pozos que reciben la recarga directa del desborde de Cola de Pez 282
Figura 6-17: Niveles medidos en los pozos que reciben la recarga de forma indirecta del desborde de Cola de Pez 283
Figura 6-18: Niveles medidos en los pozos influenciados por la descarga a través de Desborde Sur (parte 1) 286
Figura 6-19: Niveles medidos en los pozos influenciados por la descarga a través de Desborde Sur (parte 2) 287
Figura 6-20: Niveles medidos en los pozos ubicados al oeste del sistema de lagunas de Soncor 289
Figura 6-21: Niveles medidos en el núcleo del sistema Soncor 291
Figura 6-22: Superficie histórica de las lagunas del Sistema Soncor 292
Figura 6-23: Meteorología Estación Chaxa 294
Figura 6-24: Caudal histórico de los pozos de Agua Industrial del Sistema Soncor (Zona Aluvial) 295
Figura 6-25: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L2-4 297
Figura 6-26: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L1-4 298
Figura 6-27: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L1-5 299
Figura 6-28: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L1-6 300
Figura 6-29: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L2-3 301
Figura 6-30: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L2-5 302

Figura 6-31: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L7-3 303
Figura 6-32: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo SOPM-7 (L2-6) 304
Figura 6-33: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo SOPM-14 305
Figura 6-34: Evolución histórica de la calidad del agua en el L1-G4 Reglilla 306
Figura 6-35: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L7-G1 307
Figura 6-36: Evolución histórica de la calidad del agua en pozo de extracción Mullay-1 310
Figura 6-37: Evolución histórica de la calidad del agua en pozo de extracción Allana 313
Figura 6-38: Diagrama de Piper para los puntos Mullay-1 y Allana 316
Figura 6-39: Evolución histórica de la calidad del agua en canal de Burro Muerto 318
Figura 6-40: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Chaxa 320
Figura 6-41: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Barros Negros 323
Figura 6-42: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Puilar 326
Figura 6-43: Diagrama de Piper para las lagunas del sistema Soncor 328
Figura 6-44: Concentración de cloruros en canal Burro Muerto, laguna Chaxa y laguna Barros Negros 329
Figura 6-45: Registro de mediciones de aforo en el sistema Soncor 331
Figura 6-46: Infraestructura englobada en el sistema Aguas de Quelana y clasificada según comportamiento de los niveles 333
Figura 6-47: Niveles en los pozos de agua industrial del sistema Aguas de Quelana 335
Figura 6-48: Descensos calculados a partir de 2008 de los puntos del sistema Aguas de Quelana que muestran un comportamiento asociado al acuífero aluvial 337
Figura 6-49: Descensos calculados de los puntos del sistema Aguas de Quelana que muestran un comportamiento de transición entre la zona marginal y el acuífero aluvial 339
Figura 6-50: Niveles en los puntos L4-3 y L4-4, del sistema Aguas de Quelana 340
Figura 6-51: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (series L2 y L13) 343
Figura 6-52: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (series L3) 344
Figura 6-53: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (series L4 y L14) 345
Figura 6-54: Detalle del pozo L14-3 345

Figura 6-55: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (series L5) 346
Figura 6-56: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L13) 347
Figura 6-57: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L3) 348
Figura 6-58: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L14) 349
Figura 6-59: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L4) 350
Figura 6-60: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L5) 351
Figura 6-61: Niveles medidos en los pozos que muestran comportamiento asociado al núcleo en el sistema Aguas de Quelana 352
Figura 6-62: Superficie histórica del Sistema Aguas de Quelana 354
Figura 6-63: Caudal bombeado del sistema Aguas de Quelana (Zona Aluvial) 355
Figura 6-64: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-3 357
Figura 6-65: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-6 358
Figura 6-66: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-8 359
Figura 6-67: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-9 360
Figura 6-68: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-12 361
Figura 6-69: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L5-3 362
Figura 6-70: Evolución histórica de la calidad del agua en la reglilla L4-10 363
Figura 6-71 (Continuación) Evolución histórica de la calidad del agua en la reglilla L4-10 364
Figura 6-72(Continuación) Evolución histórica de la calidad del agua en la reglilla L4-10 365
Figura 6-73: Diagrama Piper para las muestras con balance de cargas <10% en L4-10 367
Figura 6-74: Evolución histórica de la calidad del agua el pozo de extracción Camar-2 368
Figura 6-75: Evolución histórica de la calidad del agua el pozo de extracción Socaire-5B 371
Figura 6-76: Diagrama de Piper para las muestras con BI<10% colectadas en Camar-2 y Socaire-5B 374

Figura 6-77: Infraestructura englobada en el sistema Vegetación Borde Este y clasificada según comportamiento de los niveles 375
Figura 6-78: Niveles medidos en el pozo de agua industrial perteneciente al sistema de Vegetación Borde Este 376
Figura 6-79: Descensos calculados en los puntos L9-1 y L9-2 del sistema Vegetación Borde Este 377
Figura 6-80: Caudal bombeado en el sistema Borde Este (Zona Aluvial) 378
Figura 6-81: Evolución histórica de la calidad del agua en los pozos de extracción P2 y CA-2015 (a partir de abril de 2017 corresponden al pozo CA-2015) 380
Figura 6-84: Diagrama de Piper de muestras con BI <10% para los puntos P2 (hasta enero de 2017) y CA-2015 (desde abril de 2017) 383
Figura 6-85: Infraestructura englobada en el sistema Peine y clasificada según comportamiento de los niveles 384
Figura 6-86: Niveles medidos en la zona aluvial del sistema Peine 386
Figura 6-87: Niveles medidos en los puntos que muestran un comportamiento de transición entre el acuífero aluvial y el núcleo 387
Figura 6-88: Niveles en las reglillas de agua superficial del sistema Peine 389
Figura 6-89: Niveles medidos en los puntos asociados al comportamiento en el núcleo, para el sistema Peine 390
Figura 6-90: Superficie histórica de las lagunas del sistema Peine 391
Figura 6-91: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L10-1 394
Figura 6-92: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L10-4 395
Figura 6-93: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo 1028 396
Figura 6-94: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Salada 397
Figura 6-95: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Saladita 400
Figura 6-96: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Interna 402
Figura 6-97: Diagrama de Piper para las muestras en las lagunas del sistema Peine, con un BI>10% 404
Figura 6-98: Evolución cloruros en las lagunas Salada, Saladita e Interna 405
Figura 6-99: Registro histórico de las mediciones de aforo en el sistema Peine 406

Figura 6-100: Infraestructura englobada en el sector Tilopozo y clasificada según comportamiento de los niveles 407
Figura 6-101: Descensos calculados en los puntos de la zona marginal y núcleo del sector Vegas de Tilopozo 409
Figura 6-102: Niveles medidos en la reglilla del sector Vegas de Tilopozo 410
Figura 6-103: Infraestructura englobada en el sector Tilopozo y clasificada según comportamiento de los niveles 411
Figura 6-104: Niveles medidos en los pozos que se encuentran en el borde Este del núcleo del salar 413
Figura 6-105: Niveles medidos en los pozos que se encuentra entre las pozas de SQM y Albemarle 414
Figura 6-106: Niveles medidos en los pozos que se encuentra entre las pozas de SQM y Albemarle. Detalle para los puntos 2040, E-101 y M1-C 415
Figura 6-107: Niveles medidos en los pozos ubicados en el borde oeste del núcleo del salar. 416
Figura 6-108: Niveles medidos en el sector norte del núcleo del salar 417
Figura 6-109: Descensos calculados para los puntos ubicados en el sector norte del núcleo del salar 418
Figura 6-110: Estación meteorológica KCL 6-420
Figura 6-111: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo SOPM-12C 422
Figura 6-112: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo 1001 423
Figura 6-113: Descensos calculados en los pozos que miden la cuña salina (parte 1) 425
Figura 6-114: Descensos calculados en los pozos que miden la cuña salina (parte 2) 426
Figura 6-115: Evolución histórica de perfiles de conductividad en Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 (de arriba abajo ordenados según dirección este) 428
Figura 6-116: Evolución perfiles CE en Cuña 5, Cuña 4 y L4-3 (de arriba abajo ordenados según dirección oeste - este) 430
Figura 6-117: Conductividad eléctrica histórica de los pozos Cuña 7, L10-1 y Cuña 6 (de arriba abajo ordenados según dirección suroeste - sureste) 432
Figura 6-118: Niveles medidos en la Reglilla L1-G4 junto con sus umbrales del Plan de Contingencia 436
Figura 6-119: Niveles medidos en el L1-5 junto con sus umbrales del Plan de Contingencia .. 437

Figura 6-120: Niveles medidos en el L1-4 junto con sus umbrales del Plan de Contingencia .. 438
Figura 6-121: Niveles medidos en el L7-4 junto con sus umbrales del Plan de Contingencia .. 439
Figura 6-122: Descensos de los indicadores de Aguas de Quelana para el bombeo de los pozos de agua industrial junto con los umbrales del Plan de Contingencia 441
Figura 6-123: Descensos de los indicadores de Aguas de Quelana para el bombeo de salmuera del núcleo junto con los umbrales del Plan de Contingencia 442
Figura 6-124: Descensos de los indicadores de Vegetación Hidromorfa junto con los umbrales del Plan de Contingencia 444
Figura 6-125: Descensos de los indicadores de Vegetación Brea-Atriplex con comportamiento asociado al acuífero aluvial, junto con sus umbrales del PC..... 446
Figura 6-126: Descensos de los indicadores L2-28, L3-3, L9-1 y L4-7, junto con sus umbrales del PC 447
Figura 6-127: Descenso del indicador L4-3 junto al umbral perteneciente al subsistema Alerta Temprana del Plan de Contingencia..... 449
Figura 6-128: Descenso del indicador L2-25 junto al umbral perteneciente al subsistema Alerta Temprana del Plan de Contingencia..... 450
Figura 6-129: Descenso del indicador L7-13 junto al umbral perteneciente al subsistema Alerta Temprana del Plan de Contingencia..... 451
Figura 6-130: Descenso de los indicadores L3-11 y L9-1 junto al umbral perteneciente al subsistema Alerta Temprana del PC 452
Figura 6-131: Descenso del indicador L2-26, junto con sus umbrales del PC..... 453
Figura 6-132: Descensos de los indicadores L2-25, L4-17, L7-14 y L9-2, junto con sus umbrales del PC 454
Figura 6-133: Descenso del indicador L3-15, junto con sus umbrales del PC..... 455
Figura 6-134: Niveles medidos en el 1028 junto con sus umbrales, pertenecientes al Plan de Contingencia del sistema Peine 457
Figura 6-135: Niveles medidos en el L10-11 junto con sus umbrales, pertenecientes al Plan de Contingencia del sistema Peine 458
Figura 6-136: Niveles medidos en el L10-4 junto con sus umbrales, pertenecientes al Plan de Contingencia del sistema Peine 459

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1: Responsable y participantes de las actividades de muestreo, medición, análisis y/o control del presente informe 31
Tabla 2-2: Cronograma de entrega de informes y revisiones del Plan de Contingencia 32
Tabla 4-1: Sistemas objeto de protección 38
Tabla 4-2: Parámetros considerados en PSAH 40
Tabla 4-3: Puntos de monitoreo del Sistema Soncor 45
Tabla 4-4: Detalle de los parámetros que se incluyen en la variable de calidad del agua 49
Tabla 4-5: Puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana 52
Tabla 4-6: Puntos de monitoreo del Sistema Vegetación Borde Este 56
Tabla 4-7: Puntos de monitoreo del Sistema Peine 60
Tabla 4-8: Puntos de monitoreo del sistema Vegas de Tilopozo 63
Tabla 4-9: Puntos monitoreo Sistema Núcleo del Salar de Atacama 65
Tabla 4-10: Detalle de los parámetros que se incluyen en la variable de calidad del agua 66
Tabla 4-11: Puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina 68
Tabla 4-12: Piezómetros Indicadores de Estado del Plan de Contingencia 70
Tabla 4-13: Relación número serial de Level Troll con el nombre de infraestructura y el periodo instalado 76
Tabla 4-14: Métodos y frecuencia para la medición de la superficie lagunar en el PSAH 78
Tabla 4-15: Relación número serial del flujómetro con el nombre de infraestructura y el periodo instalado 81
Tabla 4-16: Relación número serial de Level Troll con el nombre de infraestructura y el periodo instalado 84
Tabla 4-17: Materiales y equipos para llevar a cabo el muestreo de aguas superficiales y subterráneas 85
Tabla 4-18: Normativas de referencia para el muestreo de aguas superficiales y subterráneas 86
Tabla 4-19: Etapas de muestreo en puntos subterráneos y superficiales 86
Tabla 4-20 Rangos según SDT para definición de agua dulce, transición y salmuera. 90
Tabla 4-21 Clasificación de tipos de agua en base a TSD, CE y Densidad. 93

Tabla 5-1: Detalle de la frecuencia y el responsable de las mediciones según éstas sean comprometidas o tomadas de forma voluntaria 102
Tabla 5-2: Resumen de puntos no visitados en el Sistema Soncor por una ETFA 109
Tabla 5-3: Registro de niveles zona aluvial Sistema Soncor 112
Tabla 5-4: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 113
Tabla 5-5: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector Puilar 116
Tabla 5-6: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 116
Tabla 5-7: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector este de las lagunas Chaxa y Barros Negros 118
Tabla 5-8: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 119
Tabla 5-9: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector Oeste y Sur de la Laguna Chaxa 120
Tabla 5-10: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector descarga Cola de Pez 122
Tabla 5-11: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 124
Tabla 5-12: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector descarga sur Barros Negros 126
Tabla 5-13: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 127
Tabla 5-14: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector norte 128
Tabla 5-15: Registro de niveles zona núcleo Sistema Soncor 129
Tabla 5-16: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 130
Tabla 5-17: Registro de niveles en reglillas del sector Soncor 132
Tabla 5-18: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 132
Tabla 5-19: Registro de niveles en reglillas del Sistema Soncor – subsector del Puente San Luis 134
Tabla 5-20: Registro de niveles para las lagunas del sector Soncor 136
Tabla 5-21: Estadígrafos series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura de la estación meteorológica de Chaxa 138
Tabla 5-22: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Soncor 141
Tabla 5-23: Resultados calidad del agua Sistema Soncor segundo semestre de 2020 144

Tabla 5-24: Resultados calidad del agua en pozos de extracción para el segundo semestre de 2020 146
Tabla 5-25 Resultados calidad del agua en agua superficial segundo semestre de 2020 148
Tabla 5-26: Resultados validación Soncor 149
Tabla 5-27: Resultados aforos manuales en el punto de Aforo Barros Negros y Puente San Luis 152
Tabla 5-28: Resumen de puntos no visitados en el Sistema Aguas de Quelana 153
Tabla 5-29: Registro de niveles zona aluvial del sistema Aguas de Quelana 155
Tabla 5-30: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 156
Tabla 5-31: Registro de niveles zona marginal del Sistema Aguas de Quelana – área del pozo Camar-2 158
Tabla 5-32: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 158
Tabla 5-33: Registro de niveles zona marginal del Sistema Aguas de Quelana – área del pozo Socaire-5B 160
Tabla 5-34: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 162
Tabla 5-35: Registro de niveles zona marginal del Sistema Aguas de Quelana – área del pozo Camar-2 al oeste de las lagunas difusas 164
Tabla 5-36: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 165
Tabla 5-37: Registro de niveles zona marginal del Sistema Aguas de Quelana – área del pozo Socaire-5B al oeste de las lagunas difusas 167
Tabla 5-38: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 168
Tabla 5-39: Registro de niveles zona núcleo del sistema Aguas de Quelana 169
Tabla 5-40: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 170
Tabla 5-41: Registro de niveles en reglillas del sector Aguas de Quelana 171
Tabla 5-42: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Aguas de Quelana 173
Tabla 5-43: Resultados calidad del agua Sistema Aguas de Quelana 176
Tabla 5-44: Resultados del análisis fisicoquímico del pozo SOCAIRE-5B, Camar-2 y L4-10 178
Tabla 5-45: Resultados de la validación en el sistema Aguas de Quelana 180
Tabla 5-46: Registro de niveles zona aluvial del sistema Vegetación Borde Este 183
Tabla 5-47: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 184
Tabla 5-48: Registro de niveles zona marginal del sistema Vegetación Borde Este 186

Tabla 5-49: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 187
Tabla 5-50: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Vegetación Borde Este 188
Tabla 5-51: Resultados de análisis fisicoquímico para el pozo CA-2015 191
Tabla 5-52 Resultados de la validación en el sistema Vegetación Borde Este. 193
Tabla 5-53: Resumen de puntos no visitados en el Sistema Peine..... 195
Tabla 5-54: Registro de niveles zona marginal del Sistema Peine..... 196
Tabla 5-55: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 196
Tabla 5-56: Registro de niveles zona núcleo del Sistema Peine..... 198
Tabla 5-57: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 199
Tabla 5-58: Tabla 5-59: Registro de niveles para las lagunas del sector Peine 201
Tabla 5-60: Resultados calidad del agua en pozos del sistema Peine, segundo semestre de 2020 202
Tabla 5-61: Resultados calidad del agua en agua superficial segundo semestre de 2020..... 204
Tabla 5-62 Resultados de la validación en el sistema Peine. 205
Tabla 5-63: Resultados aforos manuales Saladita y Salada 206
Tabla 5-64: Registro de niveles zona marginal del sector Vegas de Tilopozo..... 207
Tabla 5-65: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 207
Tabla 5-66: Registro de niveles en la reglilla del sector Vegas de Tilopozo 208
Tabla 5-67: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 209
Tabla 5-68: Registro de niveles alejado de la zona productiva del núcleo 211
Tabla 5-69: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa..... 212
Tabla 5-70: Registro de niveles próximos a la zona productiva del núcleo 213
Tabla 5-71: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 214
Tabla 5-72: Registro de niveles al norte de la zona productiva del núcleo..... 215
Tabla 5-73: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 215
Tabla 5-74: Estadígrafos series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura en la estación meteorológica de KCL 216
Tabla 5-75: Resultados calidad del agua del Sistema Núcleo del Salar de Atacama..... 219
Tabla 5-76: Resumen de puntos no visitados para los puntos de seguimiento de cuña salina 222
Tabla 5-77: Registro de niveles en pozos para el seguimiento la cuña salina..... 223
Tabla 5-78: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa 223

Tabla 5-79: Puntos singulares obtenidos de los perfiles CE del presente semestre 225
Tabla 5-80: Sistemas objeto del PC e instancia que define cada uno..... 227
Tabla 5-81: Estado del Plan de Contingencias 229
Tabla 5-82: Niveles observados (m s.n.m.) en indicadores de estado del PC del Sistema Soncor junto con los umbrales correspondientes..... 232
Tabla 5-83: Descensos observados (m) en los indicadores de estado del PC de Aguas de Quelana junto con los umbrales correspondientes..... 237
Tabla 5-84: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC del..... 239
Tabla 5-85: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este- Vegetación Brea-Atriplex 242
Tabla 5-86: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC Sistema Borde Este Alerta Temprana junto con los umbrales correspondientes 244
Tabla 5-87: Niveles observados (m s.n.m.) en indicadores de estado del Sistema Peine..... 249
Tabla 5-88: Indicadores de estado adicionales al Plan de Contingencias..... 251
Tabla 5-89: Descenso observado (m) en pozos adicionales de contingencia del PC Sistema Borde Este..... 252

LISTADO DE ANEXOS

	Nombre Anexo	Tipo documento
Anexo 1	**RESPONSABLES Y PARTICIPANTES**	pdf
Anexo 2	**CATASTRO INFRAESTRUCTURAS PSAH**	pdf
Anexo 3	**METODOLOGIAS**	
Anexo 3.1	*Instructivos y procedimientos*	pdf
Anexo 3.2	*Certificaciones y calibraciones de equipos utilizados (no LT)*	pdf
Anexo 3.3	*Certificados calibración Level troll (LT)*	pdf
Anexo 3.4	*Currículums monitores SQM (cumplimiento RES. 127/2019)*	pdf
Anexo 4	**INFORMES ETFA** *(formato RES. 127/2019)*	pdf
Anexo 5	**COMUNICACIONES, ORDINARIOS Y RESOLUCIONES**	
Anexo 5.1	*Gestión ingreso a Sistema Peine*	pdf
Anexo 5.2	*Cartas informativas activación de fase*	pdf
Anexo 6	**NIVEL AGUA SUBTERRÁNEA y SUPERFICIAL**	
Anexo 6.1	*Resultado de niveles (formato RES. 894/2020)*	xls
Anexo 6.2	*Informe de Investigación: activación Fase II L15 y L1-G4 Reglilla*	pdf
Anexo 6.3	*Reporte de fiscalización independiente GOLDER (según RCA 226/2006)*	pdf
Anexo 7	**CALIDAD QUÍMICA**	
Anexo 7.1	*Informes de laboratorio ETFA*	pdf
Anexo 7.2	*Comunicaciones con el laboratorio*	pdf
Anexo 7.3	*Calidad de Agua resultante (formato RES. 894/2020)*	xls
Anexo 8	**CAUDAL AGUA INDUSTRIAL** *(formato RES. 894/2020)*	xls
Anexo 9	**CAUDAL AGUA SUPERFICIAL** *(formato RES. 894/2020)*	xls
Anexo 10	**VARIABLES METEOROLOGICAS**	
Anexo 10.1	*Resultados variables meteorológicas*	xls
Anexo 10.2	*Informes para el relleno de series*	pdf
Anexo 11	**ESTRATIGRAFIA Y HABILITACIÓN DE PIEZÓMETROS Y POZOS**	pdf
Anexo 12	**INDICADORES, UMBRALES Y MEDIDAS APLICABLES AL SISTEMA PEINE**	
Anexo 12.1	*Anexo 4.1 del PdC: Definición de umbrales de activación de Fase I y Fase II en Sistema Peine*	pdf
Anexo 12.2	*Anexo 4.2 del PdC: Definición de medidas de control frente a activación de Fase I y Fase II en Sistema Peine*	pdf
Anexo 12.3	*Anexo 4.3 del PdC: Monitoreo Plan de Contingencia Ambiental*	pdf

1. RESUMEN

Mediante el presente informe se reporta y analiza la información del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (PSAH) que se realiza en el Salar de Atacama, para el período julio-diciembre de 2020, de acuerdo con los compromisos establecidos en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) Nº226/2006, cuyo titular es SQM Salar S.A. Dichos compromisos han sido actualizados y ampliados en el Programa de Cumplimiento (PdC) en actual evaluación[1] en el marco del procedimiento sancionatorio Rol F-041-2016 de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) [2].

En este informe se presentan tanto los registros obtenidos en el semestre antes referido del PSAH, así como un análisis de las tendencias históricas para cada uno de los sistemas ambientales objeto del seguimiento ambiental hidrogeológico a partir de la información levantada. En particular, se presentan los registros y análisis de los parámetros hidrogeológicos observados, correspondientes a: nivel de la napa de salmuera y de agua dulce, nivel y superficies lacustres, parámetros meteorológicos (precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura), calidad fisicoquímica de las aguas, caudal bombeado de agua dulce y caudal de recarga superficial a sistemas lacustres. De acuerdo con el considerando 10.2.7 de la RCA 226/2006, los resultados del caudal bombeado de salmuera se entregan a la autoridad ambiental en un informe anual independiente.

Las mediciones y acciones consideradas en el PSAH están orientadas al seguimiento y resguardo de los sistemas protegidos de la cuenca de Salar de Atacama, a proveer información para operar el Plan de Contingencia (PC) y a caracterizar el comportamiento de las variables hidrogeológicas

[1] A la fecha de presentación de este informe, se ha ingresado con fecha 30 de noviembre de 2020 ante la Superintendencia del Medio Ambiente un nuevo Programa de Cumplimiento refundido que aborda las observaciones contenidas en la Res. Ex. N°29/Rol F-041-2016. Esta propuesta se encuentra pendiente de resolución por parte de la autoridad.

[2] Asimismo, a la fecha de presentación de este informe, la Superintendencia del Medio Ambiente ha ordenado medidas provisionales a través de Resolución Exenta N°1367/2020, de 6 de agosto de 2020, renovadas mediante Res. Ex. 2141/2020, de 28 de octubre de 2020, que disponen la continuidad de parte de las acciones incluidas en el programa de cumplimiento propuesto por SQM Salar S.A., en los términos que se explican en la sección 4.7.

que permitirá evaluar el estado ambiental y el funcionamiento hidrogeológico y biótico de los sistemas. Además, toda la información recopilada en el marco del PSAH sirve para nutrir las actualizaciones bienales del Modelo Numérico Hidrogeológico mediante el cual se evaluó el proyecto.

Los sistemas y sectores considerados en el PSAH del titular son los siguientes:

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

Adicionalmente, y según lo comprometido en la RCA de referencia, se ha realizado el monitoreo de la Cuña Salina.

El PSAH está constituido por 225 puntos de monitoreo, que se desglosan de la siguiente manera:

- 196 pozos para el seguimiento de las aguas subterráneas;
- 5 pozos de bombeo de agua industrial;
- 18 reglillas para el seguimiento de agua superficial;
- 4 estaciones de aforo de agua superficiales;
- 2 estaciones meteorológicas.

La dinámica de los sistemas hidrogeológicos del Salar de Atacama depende principalmente del balance hídrico y de la actividad antrópica en las distintas unidades acuíferas presentes en el sector donde se ubica el proyecto. Sin desmedro de lo anterior, esta dinámica también puede verse influenciada por fenómenos locales identificados en la cuenca.

Las estructuras hidrogeológicas asociadas al proyecto de SQM en la cuenca de Salar de Atacama son las siguientes:

- Acuífero aluvial del Borde Este del Salar
- Reservorio de salmuera del Núcleo

En la zona marginal del Salar de Atacama convergen los flujos subterráneos provenientes de las zonas altas de la cuenca que fluyen a través del acuífero aluvial hasta llegar al límite del núcleo del Salar. El contacto entre los dos tipos de fluido se da en la zona marginal del Salar; debido al contraste de densidades entre la salmuera y el agua dulce/salobre. Esta última asciende produciendo una somerización de los niveles freáticos hasta la superficie del terreno y originando la formación de distintos sistemas lagunares y/o humedales, potenciando así la descarga por evaporación.

Cabe señalar que la mayoría de los puntos de medición del PSAH se ubican en la zona marginal, justamente donde se encuentran los sistemas ambientales que son objeto de protección. Por otra parte, los caudales de bombeo de salmuera asociados al proyecto se diseñaron de manera que las extracciones no afectaran a los sistemas objeto de protección. Hasta la fecha, se han realizado cuatro aumentos de extracción de salmuera acorde a los escalones de extracción definidos en la RCA. En el período reportado, el proyecto se encuentra en el cuarto escalón, con una extracción promedio anual de 1.600 L/s.

Como se señaló anteriormente, uno de los objetivos del PSAH es proveer información para operar el PC, el cual está orientado a dar una respuesta pronta y oportuna frente a desviaciones no previstas según lo definido originalmente.

El PC establecido con motivo del EIA del proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama”, se sustenta en los resultados de más de 12 años de monitoreo de variables hidrogeológicas y bióticas, que indican que los sistemas a proteger toleran adecuadamente variaciones hidrológicas estacionales e interanuales ya sean naturales o antrópicas, situación que se ha corroborado desde el inicio del monitoreo del PSAH (mayo 2007) a la fecha.

El PC tiene como objetivo establecer un área de control alrededor de los sistemas de lagunas y en los sectores de vegetación en el Borde Este, que consta de piezómetros o reglillas indicadores

de estado ubicados a cierta distancia de estos sistemas objeto de protección. Estos indicadores tienen asociada la activación del PC en una o dos fases, cada una con sus respectivas acciones de control:

Fase I: Alerta Temprana → aumento de la frecuencia de medición

Fase II: Medidas de Contingencia → reducción de extracción de agua/salmuera

En la sección 4.3.8 se identifican los indicadores de estado que componen el PC, mientras que en las secciones 5.2 y 6.2 se evalúan los resultados obtenidos y se describen las acciones implementadas en el periodo reportado en cumplimiento del Plan de Contingencia. Este análisis se presenta para cada uno de los sistemas que se busca proteger. Para ello, se identifican los elementos a proteger, el tipo de seguimiento y el comportamiento para cada uno de los sistemas y sectores que conforman el PSAH.

Cabe señalar que, de acuerdo con los compromisos propuestos en el PdC, la frecuencia de medición de los indicadores de estado del PC pasó de mensual a diaria. No obstante, para aquellos indicadores que se encuentran dentro de la Reserva Nacional los Flamencos (RNF), la frecuencia de monitoreo se debe ajustar a lo indicado en el protocolo de ingreso aprobado por la resolución Nº 56/2019, de CONAF de la Región de Antofagasta.

Finalmente, debido al requerimiento establecido en el PdC, a partir de octubre de 2018, SQM incluye en el PC del Sistema Peine los indicadores de estado PN-05B y PN-08A del PAT del Proyecto “Modificación y mejoramiento del sistema de pozas de evaporación solar en el Salar de Atacama” de Albemarle, junto con los indicadores de estado de SQM, 1028, L10-11 y L10-4. La reportabilidad de los dos primeros indicadores en los informes del PSAH está condicionado al aviso de activación por parte de la SMA a SQM. Para el actual periodo reportado, no se ha producido dicho aviso, por lo que el presente informe solo contempla los análisis derivados de los indicadores propiedad de SQM.

Es necesario mencionar que las mediciones durante este segundo semestre de 2020 de los indicadores de estado definidos han evolucionado, en términos generales, de acuerdo con lo esperado. Lo indicado, sin perjuicio de lo que se indica en el apartado 4.7 de este informe.

A modo de resumen, para el presente periodo reportado (julio a diciembre 2020) se ha registrado una activación y posterior desactivación de Fase II (correspondiente a los indicadores de estado L1-5 y L1-G4 del Sistema Soncor). En este periodo, se contabilizan 6 indicadores que se han mostrado con la Fase I activada, que en algunos casos ha sido de forma continua durante todo el periodo (L7-6, L2-7, y L1-3 del Sistema Vegetación Borde Este- Brea Atriplex); en otros se ha intercalado con las desactivaciones del PC (L1-5 del Sistema Soncor y L2-28 del Sistema Vegetación Borde Este- Brea Atriplex), o bien, con la activación de la Fase II (mencionados anteriormente). En todos los casos se adoptaron las acciones de control comprometidas. A continuación, se detalla la situación de cada indicador mencionado:

i. **L1-5 (Sistema Soncor):** Inicia el periodo con la Fase I activada (se activó en mayo de 2020). El día 1 de agosto activa la Fase II y el día 26 del mismo mes se desactiva. Se mantiene con la Fase I activada hasta el 14 de septiembre y nuevamente el día 29 de diciembre se activa la Fase I.
ii. **Reglilla L1-G4 (Sistema Soncor):** Inicia el periodo con la Fase I activada (se activó en mayo de 2020). El día 4 de agosto activa la Fase II y el día 26 del mismo mes se desactiva. Permanece con la Fase I activada durante el resto del periodo reportado.
iii. **L7-6 (Sistema Borde Este – Vegetación Brea Atriplex):** Activó la Fase I en junio de 2015 y así se ha mantenido durante todo el periodo reportado. Cabe indicar que este punto se declaró en Fase I, posterior a la formulación de cargos por parte de la SMA y durante la elaboración del PdC, aunque no representa un Indicador de Estado adecuado para la vegetación Brea Atriplex.
iv. **L1-3**: Activó la Fase I en noviembre de 2019 y así se ha mantenido durante todo el periodo reportado.
v. **L2-7**: Activó la Fase I en diciembre de 2019 y así se ha mantenido durante todo el periodo reportado.
vi. **L2-28**: Inicia el periodo con la Fase I activada (se activó en febrero de 2020). El 12 de agosto de 2020 desactiva el PC para posteriormente, el día 26 de noviembre de 2020 activar Fase I de nuevo, estado que se mantiene hasta el final del periodo reportado.

El resto de las variables monitoreadas muestra un comportamiento estable, sin presentar variaciones relevantes salvo situaciones puntuales que no reflejarían un comportamiento de

tendencia de largo plazo del sistema. Ello lleva a conducir que los objetos de protección se encuentran dentro de su variabilidad natural dentro de lo esperado.

A continuación, se sintetizan los principales resultados, análisis y conclusiones obtenidas para los distintos sistemas y sectores que conforman el PSAH.

2. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe N°28 del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (en adelante PSAH) y tiene por objeto reportar y analizar la información recolectada durante el segundo semestre del año 2020 (periodo julio – diciembre del 2020), de acuerdo a los compromisos ambientales derivados de la Resolución de Calificación Ambiental (en adelante RCA Nº226/2006), que calificó favorablemente el proyecto "Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama", cuyo titular es SQM Salar S.A. (en adelante e indistintamente, SQM) y en específico los compromisos asumidos en los considerandos 10.2 y 11.1 de la RCA Nº226/2006.

El presente PSAH considera la medición de las variables ambientales relativas a la componente ambiental agua, las cuales reflejan el comportamiento hidrogeológico del sistema, así como la variable meteorología. Entre los parámetros de medición se encuentran nivel del agua y salmuera subterránea, nivel de cuerpos de agua superficial, calidad química de los acuíferos y cuerpos superficiales, caudal de canales afluentes y/o efluentes de cuerpos de agua, superficies lacustres, caudales de bombeo de agua industrial y parámetros meteorológicos (precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura).

El PSAH contempla mediciones en los sistemas del Salar de Atacama que son representativos de la dinámica del núcleo, en los sistemas lacustres emplazados en el borde este y sur del salar y en el acuífero aluvial que alimenta la vegetación del borde este. Los sistemas y sectores objeto de monitoreo del PSAH son los siguientes:

- Sistema Soncor
- Sistema Agua de Quelana
- Sistema Peine
- Sistema Vegetación Borde Este
- Sector Vegas de Tilopozo
- Núcleo del Salar de Atacama

Adicionalmente, el presente informe da cuenta de los resultados del monitoreo de la Cuña Salina asociado a cada uno de los sistemas lacustres (Soncor, Aguas de Quelana y Peine).

Tal y como establece la RCA Nº226/2006, se define el Plan de Contingencia (en adelante PC), que consta de un grupo de indicadores de estado, obtenidos de entre los puntos de la red de monitoreo de niveles subterráneos de los sistemas Soncor, Aguas de Quelana y Vegetación Borde Este, en los que se han definido umbrales en forma de nivel o descenso máximos. El objetivo de este sistema de alarma es prevenir posibles efectos adversos sobre los sistemas ambientalmente sensibles producto de la actividad extractiva definida en el proyecto. En el presente reporte, se exponen los resultados y análisis de la red completa del PSAH y en otro apartado se hace especial atención a los puntos del PC con relación a los umbrales.

A las exigencias de la RCA indicada anteriormente, se suman las acciones comprometidas en el Programa de Cumplimiento (en adelante PdC), relacionadas con el PSAH, que son los siguientes:

i. Definir y aplicar indicadores de estado, umbrales de activación y medidas de control a implementar frente a la activación de Fase I y Fase II para el Sistema Peine.
ii. Aumentar la frecuencia de monitoreo de mensual a diaria en los indicadores de estado de los Planes de Contingencia de los sistemas Soncor, Aguas de Quelana, Vegetación Borde Este y Peine[3].

El Decreto Supremo N°38/2013 del Ministerio del Medio Ambiente establece que todas las actividades de muestreo, medición y/o análisis que reporten los titulares de actividades o fuentes reguladas por la SMA, aquellas actividades con frecuencias menores a diarias deberán ser ejecutadas por una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (en adelante ETFA) con autorización vigente, y aquellas diarias o con mayor frecuencia corresponde medir por el mismo titular. Para dar cumplimiento al decreto mencionado, y de acuerdo con la Res. Ex. Nº 127 de 2019, para el período objeto del presente reporte (segundo semestre de 2020), las mediciones de nivel y caudal efectuadas con frecuencias menores a diarias han sido realizadas por la ETFA SEGEA y las mediciones diarias de nivel han sido realizadas por personal de SQM. Por su parte,

[3] Para el caso de los indicadores que están dentro de la Reserva Nacional Los Flamencos (sectores Aguas de Quelana y Sistema Hidrológico de Soncor), la frecuencia de monitoreo se ajustará a lo indicado en el Protocolo de ingreso aprobado por la Resolución Nº 56 de junio de 2019 de CONAF.

los muestreos, mediciones y análisis de calidad del agua fueron realizadas por la ETFA ALS Environmental que contrató para el muestreo en terreno a la empresa Algoritmos en julio y a SOPROCERT en octubre.

Como ha sido reportado en informes anteriores, en diciembre de 2018 finalizó el convenio CONAF-SQM, establecido en la RCA N°226/2006, mediante el cual CONAF se comprometía a compartir información relativa a mediciones de nivel de agua superficial, extensión lacustre y calidad química de las aguas en las lagunas Barros Negros, Chaxa, Puilar y canal de Burro Muerto. Las mediciones comprometidas en el marco de dicho convenio fueron asumidas por SQM, mediante la contratación de una entidad ETFA.

Un antecedente relevante asociado a la ejecución del PSAH en el período del presente reporte es la restricción de acceso a las zonas que forman parte de la Reserva Nacional Los Flamencos (en adelante RNF). Mediante Resolución N°56/2019, CONAF[4] aprobó el Protocolo de monitoreo ambiental para sector Soncor, Tambillo y Aguas de Quelana de la Reserva Nacional Los Flamencos, que entró en vigor a contar del 14 de junio de 2019 el que define un procedimiento, requisitos y limitaciones para autorizar actividades de monitoreo al interior de la Reserva. A su vez, por motivos de la contingencia sanitaria producida por el COVID-19, el ingreso a las áreas silvestres protegidas, incluyendo la RNF, fue cerrado desde el mes de marzo de 2020 (Resolución Nº 162/2020). Esta medida de restricción de acceso se ha mantenido hasta el final del periodo reportado y se ha traducido en un impacto importante sobre los compromisos del monitoreo del PSAH.

[4] Actual entidad administradora de esta área silvestre protegida, en conjunto con la Comunidad Atacameña de Toconao, en lo que respecta al Sistema Hidrológico Soncor, en conformidad a Contrato de Asociatividad suscrito entre ambas partes en 2002.

En la Tabla 2-1 se presentan los responsables de las actividades ejecutadas durante el segundo semestre del año 2020 y que se reportan a través del presente informe. Adicionalmente en el Anexo 1, se listan las personas participantes e involucradas en cada actividad.

Tabla 2-1: Responsable y participantes de las actividades de muestreo, medición, análisis y/o control del presente informe

Responsable y participantes	Actividad realizada
SQM Salar S.A.	Mediciones diarias de nivel freático, caudales de pozos de agua industrial y perfiles de conductividad eléctrica. Mediciones en campo de parámetros fisicoquímicos[5]
	Mantención y descarga de datos de estaciones meteorológicas
SEGEA	Mediciones de nivel freático y nivel de agua superficial (incluidos los puntos del ex convenio CONAF-SQM). Caudales superficiales. Área de superficies lacustres mediante estacas perimetrales (en el marco de ex convenio CONAF-SQM)
ALS Environmental S.A.	Muestreo de aguas, medición de parámetros de campo y análisis de parámetros fisicoquímicos

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con lo requerido por la SMA mediante el Ord. MZN N°418/2016, en la Tabla 2-2 se indican las fechas aproximadas de entrega de los siguientes informes del PSAH indicándose, además, el número de informe en que corresponde realizar la revisión del Plan de Contingencia, según lo establecido por la RCA Nº226/2006.

[5] Mediciones complementarias a las efectuadas por las ETFAS.

Tabla 2-2: Cronograma de entrega de informes y revisiones del Plan de Contingencia

Número de Informe	Actualizado a:	Fecha de entrega	Observaciones
Informe PSAH N° 29	jun-21	oct-21	Revisión del Plan de Contingencia, según el Cons. 11.1 de RCA Nº226/2006. Medición de la superficie topográfica de las lagunas (RTK)[6]
Informe PSAH N° 30	dic-21	abr-22	
Informe PSAH N° 31	jun-22	oct-22	

Fuente: Elaboración propia.

6 La superficie topográfica (RTK) debía haberse medido el pasado abril 2020, correspondiente al Informe PSAH Nº 27, pero por restricciones de ingreso a RNF (hecho detallado en el informe citado), no se pudo llevar a cabo. Esta medición ha sido posible realizarse en el mes de abril (2021), por lo que los resultados serán entregados en el Informe PSAH Nº 29.

3. OBJETIVOS DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO (PSAH)

El objetivo del PSAH es efectuar un seguimiento sistemático de las variables hidrogeológicas para verificar que éstas evolucionan según lo proyectado en la evaluación ambiental, manteniendo las condiciones de funcionamiento natural del sistema, lo que permite identificar eventuales anomalías ambientales y decidir de forma temprana la pertinencia de implementar medidas de contingencia.

El PSAH posee las siguientes características:

- Incluye todas aquellas variables que son requeridas para que el PC permita identificar anomalías ambientales y, sobre esta base, decidir la pertinencia de implementar medidas de contingencia.
- Entrega información de apoyo para la cuantificación de las variables que rigen el balance hídrico de los sistemas lacustres, lo que permite estimar la magnitud de las recargas y descargas de estos sistemas y así poder identificar posibles modificaciones de su comportamiento natural.
- Provee la información necesaria para la actualización del modelo numérico. Dicha actualización consiste en incorporar en el modelo numérico la nueva información recopilada mediante el PSAH, esto es, las series actualizadas del nivel de los acuíferos, de las variables meteorológicas (precipitación y evaporación), de las recargas y de los bombeos de salmuera y de agua. Mediante el modelo actualizado con la información más reciente levantada en el PSAH, se pueden comparar los valores de los niveles de agua/salmuera esperados (simulados) con los observados, y verificar de esta manera que dicho modelo sigue siendo una herramienta válida para la gestión ambiental.

En particular, el presente informe tiene como objetivo presentar y analizar los resultados del PSAH durante el periodo julio–diciembre de 2020.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se presenta la descripción de la zona de estudio, la ubicación de las infraestructuras de monitoreo y de los puntos de muestreo, los parámetros que se miden para caracterizar el estado y evolución de las variables ambientales, las metodologías y materiales utilizados en las labores de muestreo, medición y/o análisis de cada parámetro, las fechas en que se realizaron estos muestreos, mediciones y/o análisis y finalmente, la identificación de principales incertidumbres asociadas a los métodos utilizados.

4.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Salar de Atacama se localiza en la Región de Antofagasta, a 55 km al sur de San Pedro de Atacama y 316 km al noreste de Antofagasta (capital regional). Se encuentra a una altura aproximada de 2.300 m.s.n.m., tiene unos 100 km de largo y 80 km de ancho aproximadamente, abarcando un área aproximada de 3.100 km^2. El núcleo del Salar, donde se ubican las faenas extractivas de salmuera, posee una superficie aproximada de 1.100 km^2, y está rodeado por una zona marginal de unos 2.000 km^2 de extensión aproximadamente. Finalmente, al este de la zona marginal se dispone un relleno de tipo aluvial que alberga un acuífero desde donde el titular extrae el agua industrial para el Proyecto.

4.1.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS OBJETO DEL PSAH

Tal y como se ha mencionado anteriormente, el PSAH contempla mediciones en siete sistemas y/o sectores del salar de Atacama; en la Figura 4-2 se ubican respecto la cuenca del Salar de Atacama y se describen con más detalle a continuación:

- **El Sistema Soncor** se ubica al noreste del Núcleo del Salar y está compuesto por tres lagunas principales, dos de las cuales, Chaxa y Barros Negros, se encuentran conectadas superficialmente a través del Canal Burro Muerto y la tercera, laguna Puilar, es de menor tamaño y se ubica al noreste de las dos anteriores, sin conexión superficial entre ellas. El Canal Burro Muerto recibe aportes de agua superficial y subterránea a lo

largo de su trayecto de norte a sur, y es fundamental para el abastecimiento y mantención de las lagunas Chaxa y Barros Negros. Barros Negros es la laguna terminal del sistema, y los excedentes que recibe son vertidos en zonas de desbordes colindantes a la laguna a través de 2 puntos principales: uno levemente activo ubicado al oeste de la laguna (conocido como Cola de Pez) y el otro activo al extremo sur de la misma (conocido como Desborde sur).

- **El Sistema Aguas de Quelana** se sitúa al este del Núcleo del Salar de Atacama y está compuesto por afloramientos de agua alineados en una disposición aproximada N-S. Estos cuerpos de agua presentan un comportamiento errático, denotando una gran variabilidad temporal y espacial en su superficie. Los cuerpos más estables se reconocen exclusivamente sobre la zona marginal, mientras que, durante períodos con eventos de precipitación intensa, éstos pueden temporalmente canalizarse y escurrir superficialmente hacia el oeste, alcanzando incluso el límite con el núcleo del Salar.

- **El Sistema Peine** se sitúa al sureste del núcleo del Salar de Atacama, y en él se encuentran las lagunas Salada, Saladita e Interna, alineadas en una dirección aproximada SE-NW. La laguna Interna corresponde a la unidad terminal del sistema de lagunas Salada-Saladita-Interna, y su extensión depende de los desbordes o derrames que puedan ocurrir desde la laguna Saladita en épocas de abundancia hídrica. Por esta misma razón, su forma y dimensión es errática, lo que impide un registro y seguimiento adecuado y continuo de niveles y superficie.

- **El Sector Vegas de Tilopozo** se encuentra al sur del núcleo del Salar de Atacama, En este sector el nivel freático se encuentra muy cercano a la superficie, lo que favorece la presencia de un ecosistema tipo vegas, donde destaca la Vega de Tilopozo. En este sector se encuentran las lagunas La Punta y La Brava.

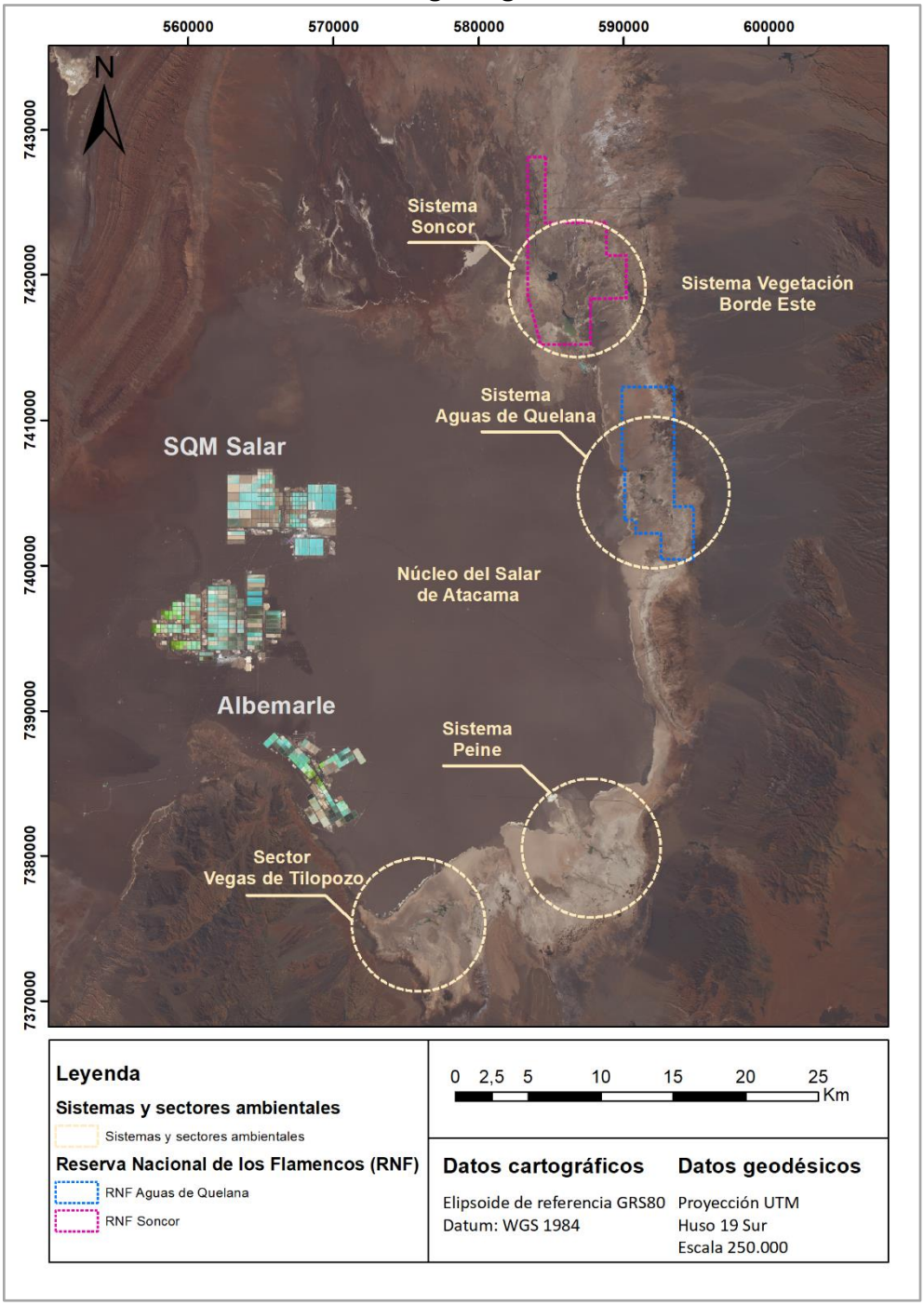
- **El Sistema Vegetación Borde Este** se extiende por gran parte de la zona marginal este del Salar de Atacama, y en él se concentra el contenido vegetacional del sector, destacándose los sectores caracterizados por la presencia de vegetación Hidromorfa y de Brea-Atriplex (ambos definidos como objeto de protección en la RCA). La zona de

vegetación hidromorfa se ubica en el límite occidental del sistema y está compuesta por especies que viven de la humedad que se genera por encontrarse el nivel somero del agua subterránea. La vegetación Brea-Atriplex se encuentra en los sectores donde sus raíces potencialmente pueden estar conectadas con el acuífero del Borde Este.

- **El Núcleo del Salar de Atacama** corresponde al punto más bajo de la cuenca del Salar de Atacama, compuesto principalmente por materiales evaporíticos donde se ha desarrollado un acuífero salino del cual SQM y otros titulares extraen salmuera.

- **Cuña salina**: la red de monitoreo de la cuña salina consta de 9 puntos de monitoreo, distribuidos en tres perfiles. En cada sector, los puntos de monitoreo se distribuyen formando una línea en el sentido del gradiente de concentraciones y a una distancia aproximada de 1.500 m entre uno y otro, con la finalidad de observar las posibles variaciones de la profundidad, pendiente y forma de la cuña salina.

Figura 4-1: Ubicación esquemática de los sistemas y sectores ambientales del PSA Hidrogeológico



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

En la Tabla 4-1 se indican los sistemas objeto de protección ambiental del PSAH asociados a la RCA 226/2006 y se indican además los objetos de protección definidos para cada uno de ellos. Cabe mencionar, además, que en la zona marginal se encuentra la Reserva Nacional Los Flamencos. En la anterior Figura 4-2 puede verse también los actuales polígonos que delimitan la Reserva Nacional los Flamencos, para Soncor y Aguas de Quelana.

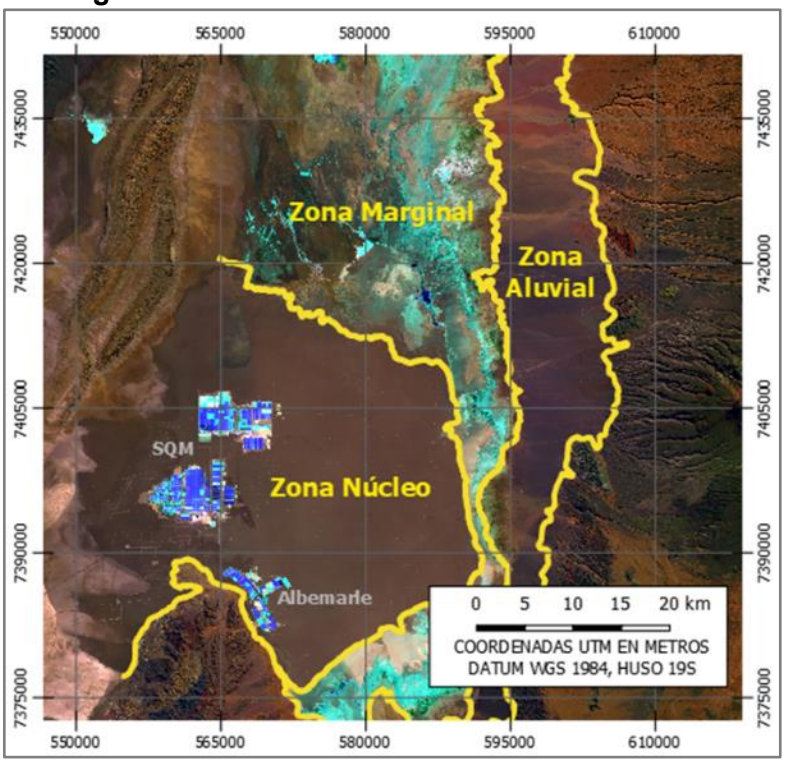
Tabla 4-1: Sistemas objeto de protección

Sistema	Objetos de protección
Soncor	Lagunas Puilar, Chaxa y Barros Negros
Aguas de Quelana	Sector lagunar heterogéneo y variable en extensión
Peine	Lagunas Salada, Saladita e Interna
Vegetación Borde Este	Zona de Vegetación hidromorfa Zona de vegetación Brea-Atriplex conectada con el acuífero

Fuente: Elaboración propia

Para una mejor comprensión del seguimiento ambiental objeto del presente reporte, y sobre la base a los distintos comportamientos esperados, los resultados del monitoreo en cada sistema han sido sectorizados de acuerdo con las zonas acuíferas definidas en la Figura 4-2, esto es; zona aluvial, zona marginal y zona núcleo. Se deberá entender que esta zonificación es referencial y no considera singularidades como las que se observan en las inmediaciones y alrededores de las lagunas Chaxa y Barros Negros.

Figura 4-2: Zonificación del Salar de Atacama



Fuente: Elaboración propia.

4.2. PARÁMETROS PARA CARACTERIZAR LAS VARIABLES AMBIENTALES

La definición de este PSAH parte de la RCA 226/2006 y la Res. Ex. N° 223, que "Dicta instrucciones generales sobre la elaboración del plan de seguimiento de variables ambientales, los informes de seguimiento ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental". La forma en que se reportan estos parámetros en los anexos de este informe se basa en las indicaciones contenidas en la Res. Ex. Nº 894/2019 que "Dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento del componente ambiental agua". En 2020 la SMA emitió una actualización de estos formatos y que aplica a los subcomponentes de Agua superficial (calidad y caudal de agua) y Agua subterránea (calidad, caudal y nivel de agua).

Si bien para la elaboración del presente informe se clasifican los monitoreos meteorológicos como componente Aire, su objetivo dice relación con el complemento de la hidrología del sistema y por

consiguiente no corresponde a un compromiso del componente Aire, quedando consignado en la RCA como parte del PSAH. En relación con esta variable, cabe mencionar que la Res. Ex. N° 894/2019 no menciona la forma en que debe ser reportada en los anexos. Por consiguiente, se han adaptado las planillas de las otras variables para este fin. Lo mismo ocurre con el parámetro de superficie lacustre, de la variable Cantidad de agua superficial, para el cual no se ha determinado el formato de entrega de los datos, por lo que se ha elaborado una planilla con el formato más adecuado para su reportabilidad.

En la Tabla 4-2 se muestran las variables y los parámetros que se reportan en el presente informe y que parte del compromiso adquirido en la RCA Nº223/2006. Tal y como se ha descrito anteriormente, en la tabla se detalla la resolución que marca el formato de entrega de la data y, a modo resumen, se muestra también el anexo donde se encuentran los datos en el presente informe, aunque en el capítulo de resultados (Capítulo 5), se describe con más detalle el contenido de cada anexo.

Tabla 4-2: Parámetros considerados en PSAH

Componente	Subcomponente	Variable	Parámetro	Formato de reportabilidad	ANEXO
Agua	Agua subterránea	Cantidad de agua	Nivel	Res. Ex. N° 894/2020	Anexo 6
			Caudal bombeo	Res. Ex. N° 894/2020	Anexo 8
		Calidad de agua	Físico y químicos	Res. Ex. N° 894/2020	Anexo 7
	Agua superficial	Cantidad de agua	Nivel	Res. Ex. N° 894/2020[7]	Anexo 6
			Superficie Lacustre	Propio	[8]-
			Caudal	Res. Ex. N° 894/2020	Anexo 9
		Calidad de agua	Físico y químicos	Res. Ex. N° 894/2020	Anexo 7
Aire	Aire	Meteorología	Precipitación Evaporación Velocidad del viento Temperatura	Propio	Anexo 10

Fuente: Elaboración propia.

[7] Se entregan los datos en el formato establecido por la Res. Ex. Nº 894/2020 de forma voluntaria ya que, según la misma, no se establece formato definido para esta variable de agua superficial.

[8] Para este semestre no existe información levantada de áreas lagunares.

4.3. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS O ÁREAS DE MONITOREO

El PSAH contempla un total de 225 puntos de monitoreo, de los cuales 74 corresponden a puntos de monitoreo existentes y con registros previos a la RCA Nº226/2006 y 151 corresponden a puntos de monitoreo construidos como parte del proyecto, los cuales se encontraban todos habilitados el 31 de octubre de 2007. Todos los puntos de monitoreo corresponden a puntos fijos en el tiempo y, en algunos casos, estos puntos forman parte de más de uno de los sistemas objeto de protección anteriormente indicados.

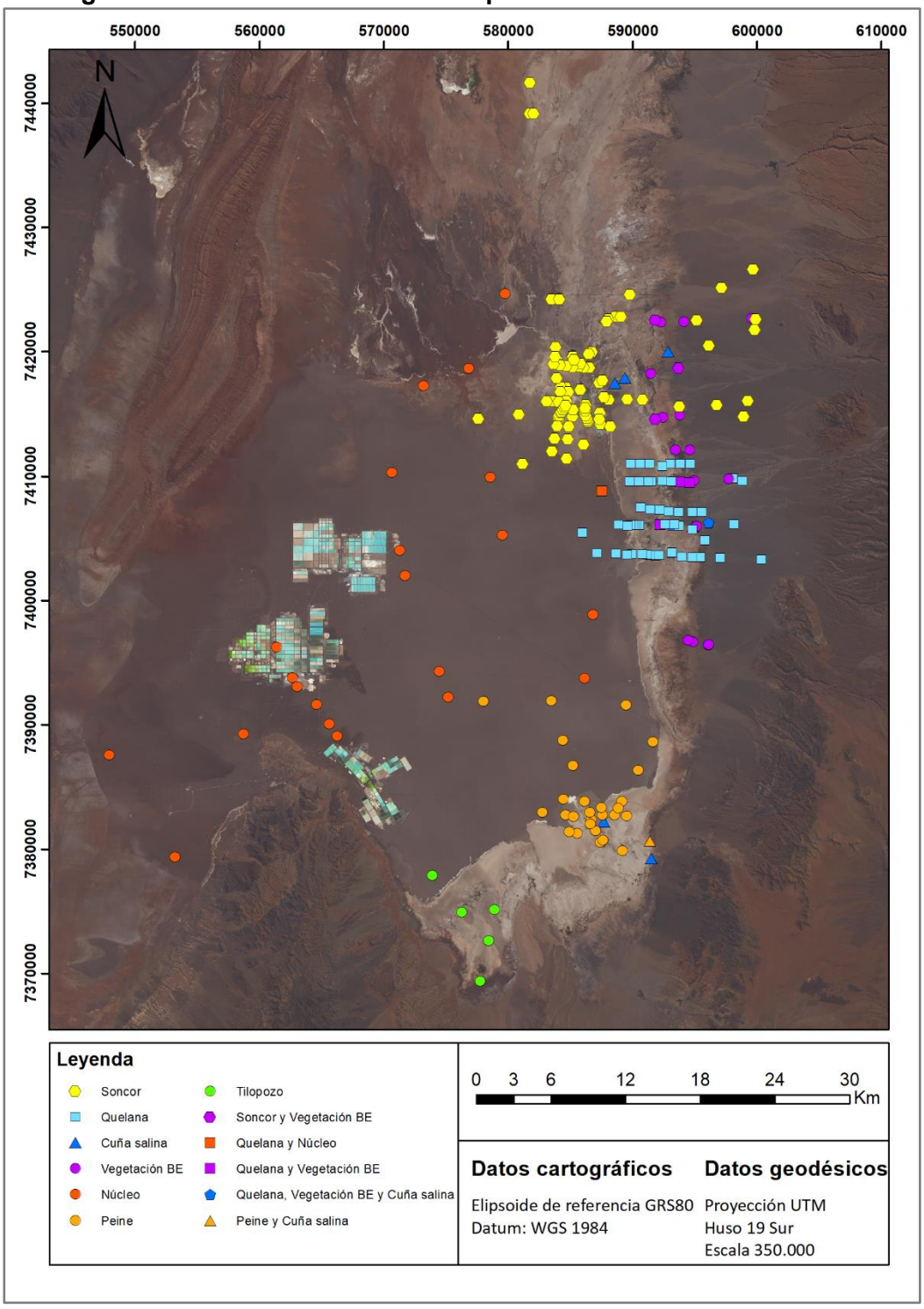
Los puntos de monitoreo del PSAH del proyecto se pueden clasificar en función de la variable ambiental objeto de monitoreo, de la siguiente manera:

- 196 pozos de monitoreo de nivel de agua/salmuera subterránea
- 5 pozos de bombeo de agua industrial
- 18 reglillas para la medición del nivel de agua superficial
- 4 estaciones de aforo de flujos de agua superficiales
- 2 estaciones meteorológicas

La ubicación de los puntos de monitoreo que conforman el PSAH se muestran en el mapa de la Figura 4-3, donde se diferencia por color los sistemas objeto del PSAH del proyecto. Las coordenadas presentadas corresponden a las obtenidas en la campaña de levantamiento topográfico de detalle realizada el año 2007, de acuerdo con el considerando 10.2.1 de RCA Nº226/2006. Dichas coordenadas se levantaron en proyección UTM Huso 19S, considerando datum WGS 1984 y elipsoide de referencia GRS80.

En los apartados que siguen, se describe y presenta la ubicación de las redes de monitoreo para cada sistema o sector considerados.

Figura 4-3: Ubicación de todos los puntos de monitoreo del PSAH



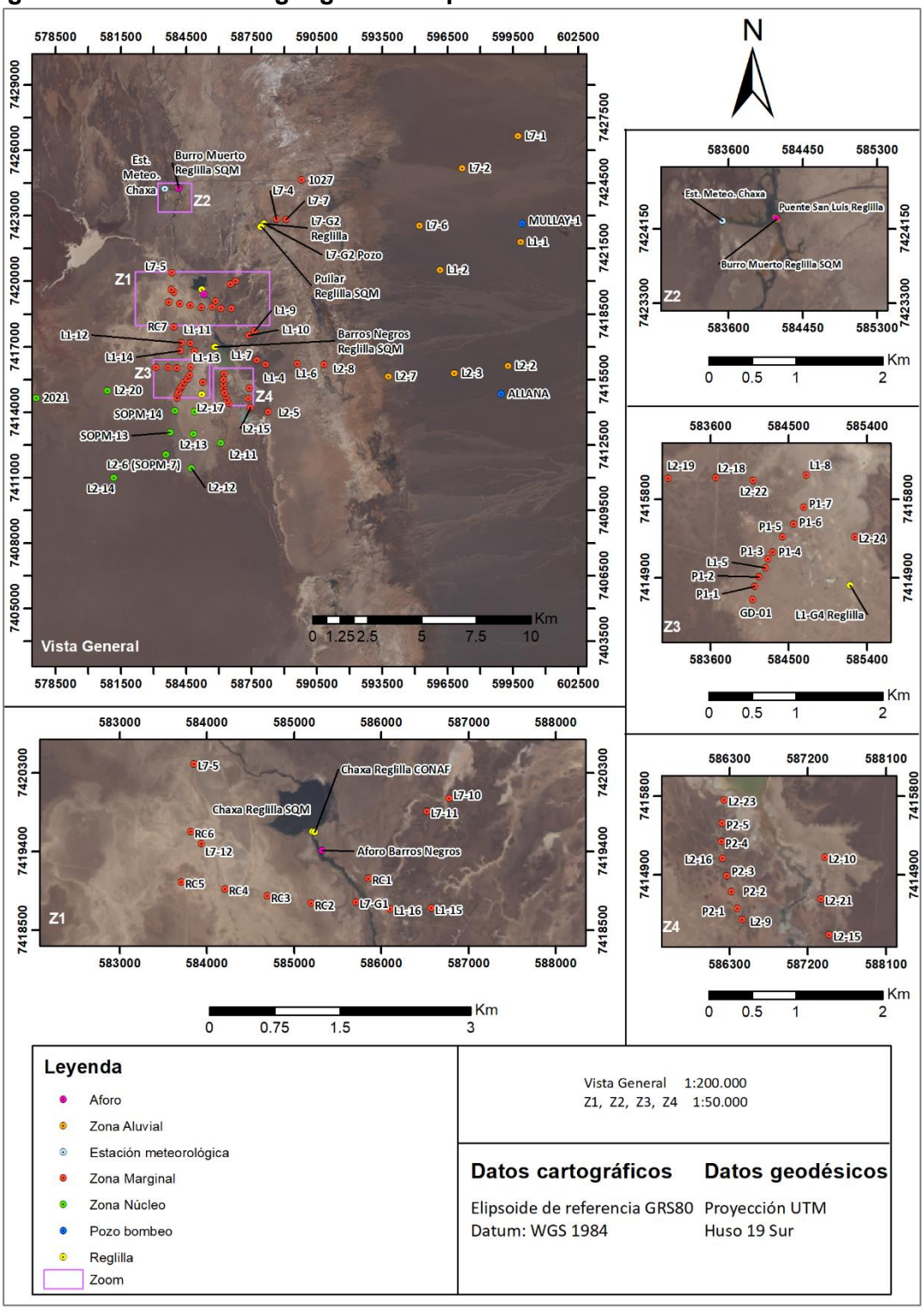
Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

4.3.1. SISTEMA SONCOR

Los puntos de monitoreo del PSAH del Sistema Soncor se ubican entre las coordenadas UTM 7.442.000 a 7.410.000 norte y 577.000 a 600.000 este. La red de monitoreo de este sistema contempla los puntos de monitoreo de nivel de agua y salmuera del sector, la medición de la extensión lagunar de Puilar, Chaxa y Barros Negros, la estación Meteorológica de Chaxa, las secciones de aforo del Puente San Luis y Barros Negros (ubicado a la salida de laguna Chaxa) y los pozos de extracción de Agua Industrial denominados Mullay-1 y Allana. De entre éstos, una parte de los pozos y todos los cuerpos de agua superficial (incluyendo el Canal de Burro Muerto) son muestreados para calidad.

La ubicación de los puntos que conforman la red de monitoreo del sistema Soncor se muestra en la Figura 4-4, donde se ha diferenciado con un código de colores las infraestructuras en función de la zonificación presentada en la Figura 4-2. En la Tabla 4-3 se detallan las coordenadas UTM y tipología de los puntos de monitoreo, además de las variables que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respectiva.

Figura 4-4: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

Tabla 4-3: Puntos de monitoreo del Sistema Soncor[9]

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / Parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L1-6	Pozo	7.416.216,460	589.607,280	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L1-7	Pozo	7.416.377,660	587.729,780	Nivel	Mensual
L1-8	Pozo	7.416.079,590	584.706,270	Nivel	Mensual
L1-9	Pozo	7.417.742,330	587.632,210	Nivel	Mensual
L1-10	Pozo	7.417.519,370	587.382,180	Nivel	Mensual
L1-11	Pozo	7.417.156,520	584.692,920	Nivel	Mensual
L1-12	Pozo	7.417.177,420	584.274,720	Nivel	Mensual
L1-13	Pozo	7.416.803,940	584.879,540	Nivel	Mensual
L1-14	Pozo	7.416.826,930	584.228,120	Nivel	Mensual
L1-15	Pozo	7.418.751,860	586.572,230	Nivel	Mensual
L1-16	Pozo	7.418.741,730	586.100,990	Nivel	Mensual
L2-7	Pozo	7.415.628,870	593.776,830	Nivel	Mensual
L2-8	Pozo	7.416.184,710	590.828,170	Nivel	Mensual
L2-9	Pozo	7.414.388,910	586.444,890	Nivel	Continuo
L2-10	Pozo	7.415.103,770	587.393,930	Nivel	Mensual
L2-11	Pozo	7.412.578,240	586.094,560	Nivel	Mensual
L2-12	Pozo	7.411.424,440	584.748,210	Nivel	Mensual
L2-13	Pozo	7.412.988,930	584.841,100	Nivel	Mensual
L2-14	Pozo	7.410.995,840	581.183,370	Nivel	Mensual
L2-15	Pozo	7.414.216,520	587.447,080	Nivel	Mensual
L2-16	Pozo	7.415.088,340	586.220,870	Nivel	Continuo
L2-17	Pozo	7.414.013,150	584.891,720	Nivel	Mensual
L2-18	Pozo	7.416.049,210	583.665,360	Nivel	Mensual
L2-19	Pozo	7.416.047,040	583.117,580	Nivel	Mensual
L2-20	Pozo	7.414.991,080	580.892,430	Nivel	Mensual
L2-21	Pozo	7.414.623,110	587.351,840	Nivel	Mensual

[9] Para los indicadores de estado asociados al Plan de Contingencias del Sistema Soncor denominados pozos L1-5 y L1-4, si bien se señala una frecuencia mensual para la medición de nivel (conforme a RCA 226/2006), mediante Programa de Cumplimiento presentado ante la SMA en el procedimiento F-041-2016, se propuso un incremento en la frecuencia de monitoreo, pasando a ser diaria. La misma situación ocurre para los pozos L7-6 y L2-7 que forman parte del Plan de Contingencias del Sistema Borde Este, pero se listan en la presente tabla. Adicionalmente, para el pozo L7-4 y reglilla L1-G4, si bien se señala una frecuencia continua para la medición de nivel (conforme a RCA 226/2006), SQM adicionalmente, realiza mediciones manuales en forma mensual, frecuencia de monitoreo que también fue incrementada, pasando a ser diaria.

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / Parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L2-22	Pozo	7.416.018,440	584.095,060	Nivel	Mensual
L2-23	Pozo	7.415.762,070	586.243,780	Nivel	Continuo
L2-24	Pozo	7.415.372,730	585.261,400	Nivel	Mensual
L7-10	Pozo	7.420.010,680	586.780,320	Nivel	Mensual
L7-11	Pozo	7.419.861,280	586.521,820	Nivel	Mensual
L7-12	Pozo	7.419.493,440	583.933,510	Nivel	Mensual
L7-6	Pozo	7.422.551,970	595.207,430	Nivel	Mensual
L7-7	Pozo	7.422.842,990	589.093,500	Nivel	Mensual
L11-1	Pozo	7.441.707,880	581.776,790	Nivel	Mensual
L11-2	Pozo	7.439.199,350	581.780,850	Nivel	Mensual
P1-1	Pozo	7.414.806,510	584.113,590	Nivel	Continuo
P1-2	Pozo	7.414.914,370	584.160,130	Nivel	Continuo
P1-3	Pozo	7.415.116,900	584.260,370	Nivel	Continuo
P1-4	Pozo	7.415.196,070	584.319,070	Nivel	Continuo
P1-5	Pozo	7.415.371,580	584.435,040	Nivel	Continuo
P1-6	Pozo	7.415.521,190	584.560,000	Nivel	Continuo
P1-7	Pozo	7.415.711,360	584.675,850	Nivel	Continuo
P2-1	Pozo	7.414.518,190	586.394,920	Nivel	Continuo
P2-2	Pozo	7.414.712,530	586.329,180	Nivel	Continuo
P2-3	Pozo	7.414.892,180	586.271,530	Nivel	Continuo
P2-4	Pozo	7.415.282,240	586.212,910	Nivel	Continuo
P2-5	Pozo	7.415.498,330	586.219,670	Nivel	Continuo
1027	Pozo	7.424.644,590	589.797,120	Nivel	Mensual
L1-1	Pozo	7.421.793,680	599.847,360	Nivel	Mensual
L1-2	Pozo	7.420.524,990	596.153,540	Nivel	Mensual
L1-3[10]	Pozo	7.418.707,925	593.724,574	Nivel	Mensual
L1-4	Pozo	7.416.184,620	588.137,910	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L1-5	Pozo	7.415.017,400	584.234,490	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L7-1	Pozo	7.426.657,160	599.732,770	Nivel	Mensual

[10] El pozo L1-3 se reconstruyó durante el año 2012, dado que el original fue tapado por un aluvión. Esta situación fue informada a través del Informe PSAH N° 11 el mismo año 2012, dado que el nuevo pozo (ubicado en el mismo sector del pozo original) supone una pequeña variación de las coordenadas de ubicación y de la cota del punto de referencia. La diferencia entre la cota del punto de referencia del pozo destruido por el aluvión de 2012 y la del pozo de reemplazo es de 0,183 metros, por lo tanto, a partir de marzo de 2012, se adicionan 0,183 m a la "medición desde punto de referencia" inicial de mayo de 2007.

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / Parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L7-2	Pozo	7.425.182,290	597.177,200	Nivel	Mensual
L7-3	Pozo	7.422.583,150	591.858,280	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L7-4	Pozo	7.422.857,860	588.645,260	Nivel	Continuo
L7-5	Pozo	7.420.404,720	583.851,590	Nivel	Mensual
L2-2	Pozo	7.416.112,700	599.286,650	Nivel	Mensual
L2-3	Pozo	7.415.774,080	596.808,820	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L2-4	Pozo	7.414.608,960	591.850,740	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L2-5	Pozo	7.414.004,440	588.272,060	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L2-6 (SOPM-7)	Pozo	7.412.045,650	583.567,770	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
SOPM-13	Pozo	7.413.064,810	583.766,440	Nivel	Mensual
SOPM-14	Pozo	7.414.053,450	583.989,190	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
GD-01	Pozo	7.414.650,920	584.086,180	Nivel	Mensual
2021	Pozo	7.414.638,580	577.629,340	Nivel	Continuo
Reglilla L1-G4	Reglilla	7.414.816,880	585.209,910	Nivel Calidad 1	Continuo Trimestral
L7-G2	Reglilla	7.422.647,339	588.065,183	Nivel	Continuo[11]
Barros Negros	Reglilla	7.416.975,777	585.802,725	Nivel Calidad 2	Continuo Trimestral
Chaxa	Reglilla	7.419.630,863	585.209,976	Nivel Calidad 2	Continuo Trimestral
Puilar	Reglilla	7.422.497,026	587.947,438	Nivel Calidad 3	Continuo Trimestral
Burro Muerto	Reglilla	7.424.265,027	584.156,079	Nivel Calidad 3	Continuo Trimestral
L11-G1	Reglilla	7.439.198,280	582.072,080	Nivel	Mensual
L7-G1	Reglilla	7.418.821,780	585.706,580	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
Puente San Luis	Reglilla	7.424.281,174	584.141,109	Nivel	Mensual
RC-1[12]	Pozo	7.418.722,684	585.667,119	Nivel	Mensual
RC-2	Pozo	7.418.806,692	585.190,752	Nivel	Mensual

[11] Si bien para la reglilla L7-G2 (Laguna Puilar) se estableció un monitoreo mensual, se implementó un sistema de medición continua ya que se ubica en una zona con alto potencial de nidificación de flamencos, lo que permite realizar un monitoreo adecuado durante el período reproductivo de estos.

[12] Los pozos RC-1, RC-2, RC-3, RC-4, RC-5, RC-6 y RC-7 reemplazaron a las calicatas C1-C7 según fuera informado en Informe Nº8 del PSAH. Las coordenadas presentadas corresponden a aquellas presentadas en el Informe N°8 del PSAH transformadas a DATUM WGS-1984.

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / Parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
RC-3	Pozo	7.418.891,062	584.692,245	Nivel	Mensual
RC-4	Pozo	7.418.973,515	584.205,221	Nivel	Mensual
RC-5	Pozo	7.419.052,710	583.702,710	Nivel	Mensual
RC-6	Pozo	7.419.629,187	583.815,200	Nivel	Mensual
RC-7	Pozo	7.417.527,959	583.752,413	Nivel	Mensual
E. Puente San Luis	E. Aforo	7.424.268,999	584.148,170	Caudal	Continuo
E. Barros Negros	E. Aforo	7.419.414,100	585.318,180	Caudal	Mensual
E. Meteo. Chaxa	E. Meteorológica	7.424.240,320	583.530,010	Meteorología	Continuo
MULLAY-1	Pozo Bombeo	7.422.645,060	599.918,950	Nivel Calidad 4 Volumen	Mensual Trimestral Mensual
ALLANA	Pozo Bombeo	7.414.838,020	598.957,610	Nivel Calidad 4 Volumen	Mensual Trimestral Mensual
Laguna Barros Negros[13]	Laguna	NA	NA	Superficie Estacas Superficie Topográfica (RTK) Superficie Imagen	Trimestral 5 años[14] Anual
Laguna Chaxa	Laguna	NA	NA	Superficie Estacas Superficie Topográfica (RTK) Superficie Imagen	Trimestral 5 años Anual
Laguna Puilar	Laguna	NA	NA	Superficie Estacas Superficie Topográfica (RTK) Superficie Imagen	Trimestral 5 años Anual

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 4-3, respecto al monitoreo de calidad del agua es posible diferenciar 4 grupos de puntos de control, de acuerdo con los parámetros que se incluyen y que se muestran en la Tabla 4-4.

[13] En el presente periodo corresponde el monitoreo de superficie lacustre en base a estacas.

[14] Cabe señalar que las mediciones de topografía solo se realizaron con frecuencia anual hasta el año 2010, ya que a través de la Resolución Exenta 244/2010, se estableció que las mediciones de topografía se realizarían cada 5 años siendo la última medición la que se realizó en abril de 2015. La metodología aprobada formalmente por la autoridad para realizar la medición es a través de imagen satelital, la que se realiza anualmente en abril.

Tabla 4-4: Detalle de los parámetros que se incluyen en la variable de calidad del agua

Nombre grupo parámetros	Parámetros incluidos
Calidad 1	Densidad, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, pH y Conductividad.
Calidad 2	Salinidad, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, Sodio total, Potasio total, Calcio total, Magnesio total, Dureza Total, Carbonato, Bicarbonato, Sulfato, Cloruro, Arsénico total, Nitratos, Fosfato, pH, Temperatura, Alcalinidad, Oxígeno Disuelto, Conductividad, Hidrocarburos Totales, Detergentes Aniónicos, Coliformes Fecales y Nitrógeno Amoniacal.
Calidad 3	Salinidad, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, Sodio total, Potasio total, Calcio total, Magnesio total, Dureza Total, Carbonato, Bicarbonato, Sulfato, Cloruro, Arsénico total, Nitratos, Fosfato, pH, Temperatura, Alcalinidad y Oxígeno Disuelto.
Calidad 4	Alcalinidad Total, Carbonato, Bicarbonato, pH, Sólidos Disueltos Totales, Cloruro, Nitratos, Sulfato, Arsénico total, Calcio total, Hierro total, Magnesio total, Manganeso total, Potasio total, Sodio total y Zinc total

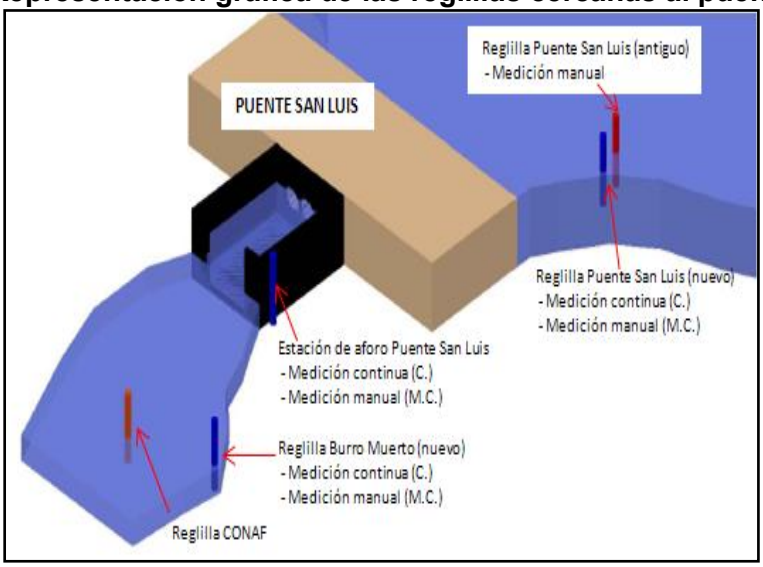
Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de la Estación Meteorológica de Chaxa, se considera la medición de los parámetros Precipitación (mm), Evaporación (mm), Velocidad del Viento (m/s) y Temperatura (ºC).

A modo explicativo, en la Figura 4-5 se presentan las reglillas y aforos instalados en el entorno del puente San Luis (Figura 4-5):

i. **Reglilla Puente San Luis**: Aguas arriba del puente San Luis 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), desde septiembre de 2007 hasta la actualidad.
ii. **Aforo puente San Luis**: 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.
iii. **Reglilla Burro Muerto:** aguas abajo del puente San Luis existen dos grupos de reglillas, unas medidas e instaladas por SQM (monitoreada desde septiembre de 2007), y otras que corresponden a reglillas instaladas por CONAF.

Figura 4-5:Representación gráfica de las reglillas cercanas al puente San Luis



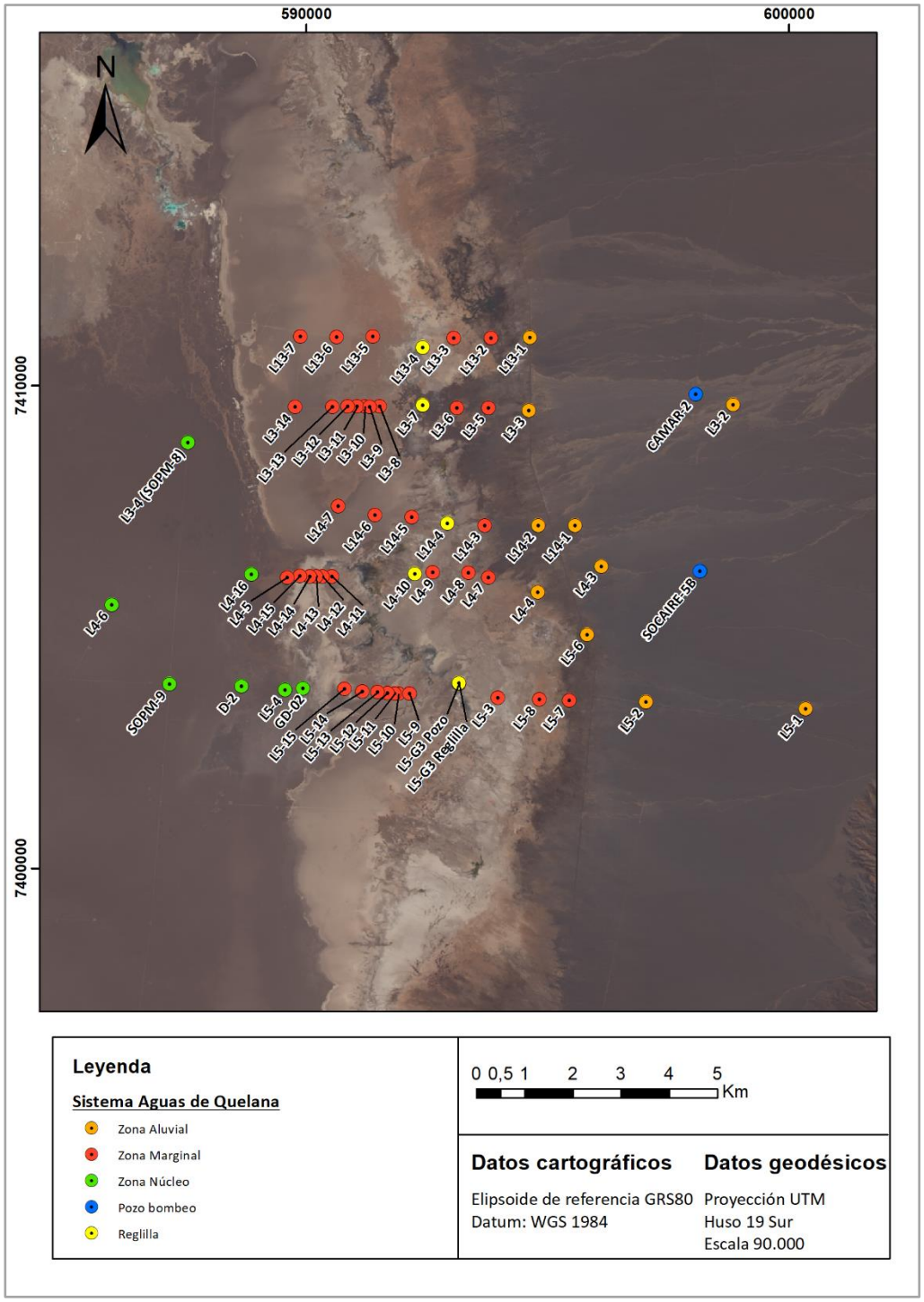
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. SISTEMA AGUAS DE QUELANA

Los puntos que conforman la red de monitoreo del PSAH del Sistema Aguas de Quelana se ubica entre las coordenadas UTM 7.415.000 a 7.400.000 norte y 585.000 a 602.000 este. La totalidad de los puntos corresponden a piezómetros de monitoreo de nivel de agua o salmuera y a reglillas.

La ubicación de los puntos que conforman la red de monitoreo de este sistema se muestra en la Figura 4-6, donde se ha diferenciado con un código de colores las infraestructuras en función de la zonificación presentada en la Figura 4-2. En la Tabla 4-5 se detallan las coordenadas UTM y tipología de los puntos de monitoreo, además de las variables que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respectiva.

Figura 4-6: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

Tabla 4-5: Puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana[15]

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L3-5	Pozo	7.409.547,430	593.776,020	Nivel	Continuo
L3-6	Pozo	7.409.554,850	593.121,380	Nivel	Continuo
L3-8	Pozo	7.409.579,480	591.523,730	Nivel	Mensual
L3-9	Pozo	7.409.573,460	591.314,030	Nivel	Continuo
L3-10	Pozo	7.409.577,910	591.215,470	Nivel	Continuo
L3-11	Pozo	7.409.581,800	591.057,160	Nivel	Mensual
L3-12	Pozo	7.409.581,410	590.857,320	Nivel	Mensual
L3-13	Pozo	7.409.571,530	590.538,580	Nivel	Continuo
L3-14	Pozo	7.409.571,030	589.772,730	Nivel	Mensual
L4-7	Pozo	7.406.037,970	593.769,460	Nivel	Continuo
L4-8	Pozo	7.406.127,780	593.360,430	Nivel Calidad 1	Continuo Trimestral
L4-9	Pozo	7.406.144,430	592.623,500	Nivel Calidad 1	Continuo Trimestral
L4-11	Pozo	7.406.056,460	590.533,410	Nivel	Mensual
L4-12	Pozo	7.406.056,630	590.333,970	Nivel Calidad 1	Continuo Trimestral
L4-13	Pozo	7.406.057,990	590.201,700	Nivel	Continuo
L4-14	Pozo	7.406.059,640	590.068,600	Nivel	Mensual
L4-15	Pozo	7.406.063,310	589.870,940	Nivel	Mensual
L4-16	Pozo	7.406.099,710	588.869,960	Nivel	Mensual
L13-1	Pozo	7.411.009,380	594.639,530	Nivel	Continuo
L13-2	Pozo	7.410.993,520	593.833,900	Nivel	Continuo
L13-3	Pozo	7.410.998,360	593.054,200	Nivel	Continuo
L13-5	Pozo	7.411.029,600	591.375,830	Nivel	Mensual
L13-6	Pozo	7.411.019,590	590.625,640	Nivel	Mensual
L13-7	Pozo	7.411.028,930	589.876,440	Nivel	Mensual
L14-1	Pozo	7.407.109,560	595.569,210	Nivel	Mensual
L14-2	Pozo	7.407.113,030	594.810,170	Nivel	Mensual
L14-3	Pozo	7.407.115,770	593.698,940	Nivel	Mensual

[15] Para los indicadores de estado asociados al Plan de Contingencias del Sistema Aguas de Quelana, esto es pozos L5-8, L4-8, L3-5, L3-9, L5-10 y L4-12, si bien se señala una frecuencia continua para la medición de nivel (conforme a RCA 226/2006), SQM adicionalmente realiza mediciones manuales en forma mensual. No obstante, lo anterior, mediante Programa de Cumplimiento (PdC) presentado ante la SMA, se propuso un incremento en la frecuencia de monitoreo manual, pasando a ser diaria. La misma situación ocurre para los pozos L4-7 y L3-11 que forman parte del Plan de Contingencias del Sistema Borde este, pero se listan en la presente tabla.

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L14-5	Pozo	7.407.286,220	592.186,920	Nivel	Mensual
L14-6	Pozo	7.407.328,430	591.425,980	Nivel	Mensual
L14-7	Pozo	7.407.519,580	590.655,990	Nivel	Mensual
L5-6	Pozo	7.404.843,410	595.818,480	Nivel	Continuo
L5-7	Pozo	7.403.481,350	595.448,970	Nivel	Continuo
L5-8	Pozo	7.403.503,250	594.827,120	Nivel	Continuo
L5-9	Pozo	7.403.630,730	592.139,000	Nivel	Mensual
L5-10	Pozo	7.403.629,280	591.910,900	Nivel	Continuo
L5-11	Pozo	7.403.629,660	591.830,740	Nivel	Mensual
L5-12	Pozo	7.403.639,730	591.686,420	Nivel	Mensual
L5-13	Pozo	7.403.659,850	591.481,590	Nivel	Mensual
L5-14	Pozo	7.403.675,640	591.163,340	Nivel	Continuo
L5-15	Pozo	7.403.723,310	590.791,180	Nivel	Mensual
L3-2	Pozo	7.409.615,430	598.844,960	Nivel	Mensual
L3-3	Pozo	7.409.496,340	594.614,770	Nivel	Mensual
L3-4 (SOPM-8)	Pozo	7.408.833,140	587.551,700	Nivel	Mensual
L4-3	Pozo	7.406.265,010	596.113,200	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L4-4	Pozo	7.405.733,370	594.797,860	Nivel	Mensual
L4-5	Pozo	7.406.037,022	589.607,694	Nivel	Mensual
L4-6	Pozo	7.405.467,670	585.967,230	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L5-1	Pozo	7.403.308,440	600.351,660	Nivel	Mensual
L5-2	Pozo	7.403.455,330	597.045,650	Nivel	Mensual
L5-3	Pozo	7.403.543,670	593.971,420	Nivel Calidad 1	Continuo Trimestral
L5-4	Pozo	7.403.702,590	589.565,670	Nivel	Mensual
SOPM-9	Pozo	7.403.823,460	587.169,690	Nivel	Mensual
GD-02	Pozo	7.403.739,160	589.933,790	Nivel	Mensual
D-2	Pozo	7.403.779,680	588.662,620	Nivel	Mensual
L4-10[16]	Reglilla	7.406.210,740	592.251,599	Nivel Calidad 3	Mensual Trimestral
L13-4	Reglilla	7.410.799,970	592.412,370	Nivel	Continuo
L14-4	Reglilla	7.407.155,280	592.926,140	Nivel	Continuo
L3-7	Reglilla	7.409.604,100	592.414,490	Nivel	Continuo

[16] Con fecha 26 de septiembre de 2019, se efectúa una campaña topográfica de verificación en algunos puntos del PSAH, para este punto se encontró una diferencia en su ubicación de 95,74m. Esto fue debidamente reportado en el Informe PSAH número 25.

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L5-G3	Reglilla	7.403.843,512	593.160,262	Nivel	Continuo
CAMAR-2	Pozo Bombeo	7.409.831,330	598.072,110	Nivel Volumen Calidad 4	Mensual Mensual Trimestral
SOCAIRE-5B	Pozo Bombeo	7.406.165,630	598.163,880	Nivel Volumen Calidad 4	Mensual Mensual Trimestral

Fuente: Elaboración propia

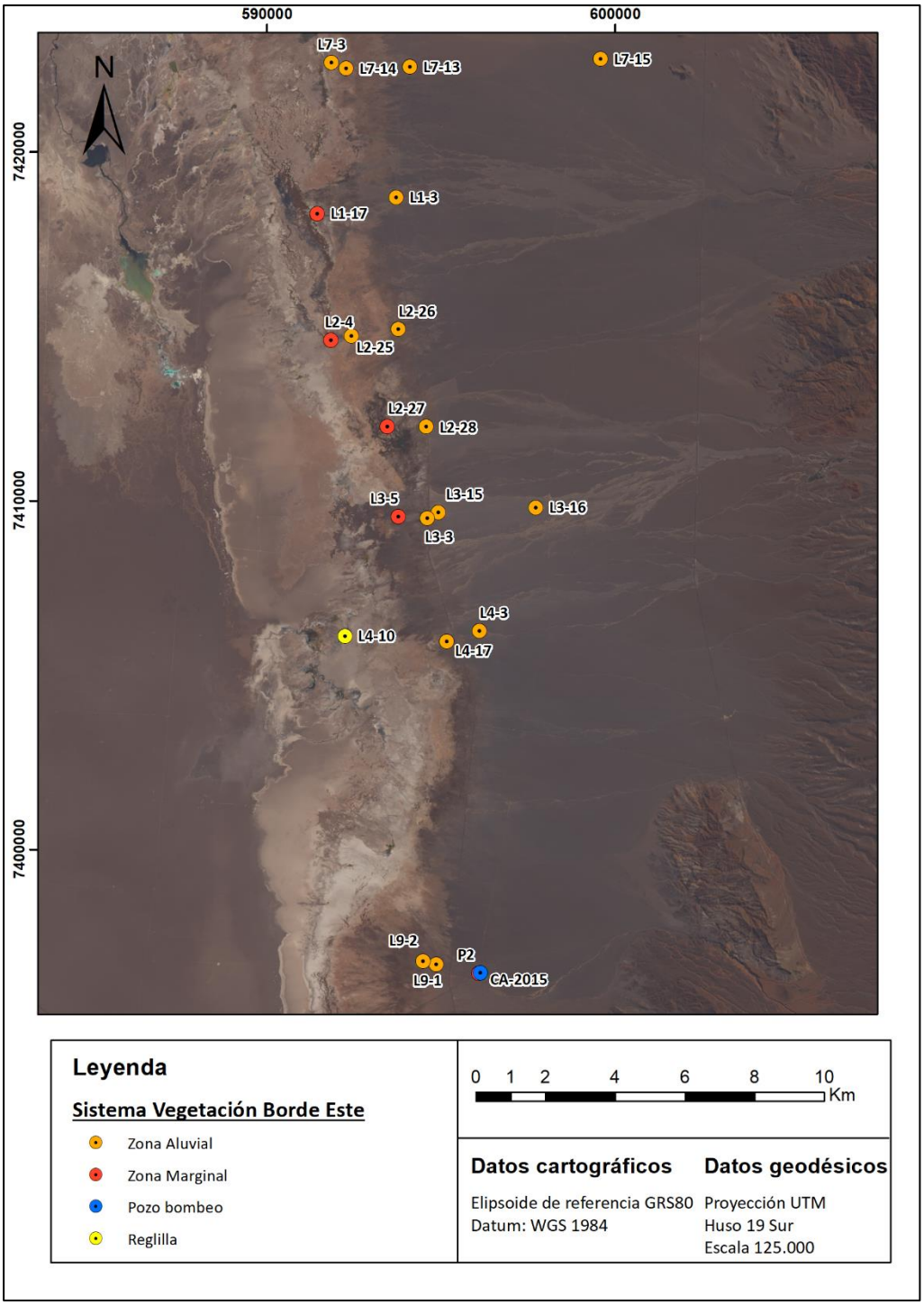
Como se observa en la Tabla 4-5, respecto al monitoreo de calidad del agua, y en base a los parámetros evaluados, es posible diferenciar los grupos de puntos de control denominados Calidad 1, Calidad 3 y Calidad 4 (en la Tabla 4-4, del apartado del Sistema Soncor, se detallan los analitos medidos en cada grupo).

4.3.3. SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE

Los puntos de monitoreo del Sistema Vegetación Borde Este se encuentran entre las coordenadas UTM 7.425.000 a 7.395.000 norte y 590.000 a 600.000 este. La totalidad de ellos corresponde a puntos de monitoreo de nivel, reglilla y pozo de extracción de agua industrial.

En la siguiente Figura 4-7 se muestra la distribución geográfica de los puntos que conforman la red de monitoreo de este sistema, en función de la zonificación presentada en la Figura 4-2. A continuación, en la Tabla 4-6, se detallan las coordenadas de ubicación de dichos puntos, su tipología y se indica además las variables y parámetros que se miden en cada uno de ellos y su frecuencia de medición.

Figura 4-7: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Vegetación Borde Este



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

Tabla 4-6: Puntos de monitoreo del Sistema Vegetación Borde Este[17]

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L2-25	Pozo	7.414.726,680	592.439,510	Nivel	Mensual
L3-5	Pozo	7.409.547,430	593.776,020	Nivel	Continuo
L7-14	Pozo	7.422.403,410	592.286,510	Nivel	Mensual
L9-1	Pozo	7.396.682,170	594.862,350	Nivel	Mensual
L9-2	Pozo	7.396.786,420	594.486,720	Nivel	Mensual
L7-13	Pozo	7.422.455,200	594.116,420	Nivel	Mensual
L2-26	Pozo	7.414.918,140	593.786,540	Nivel	Mensual
L3-15	Pozo	7.409.664,060	594.922,470	Nivel	Mensual
L1-17	Pozo	7.418.238,880	591.453,180	Nivel	Mensual
L2-27	Pozo	7.412.130,850	593.470,530	Nivel	Mensual
L2-28	Pozo	7.412.131,550	594.586,000	Nivel	Mensual
L4-17	Pozo	7.405.962,950	595.169,370	Nivel	Mensual
L4-10	Reglilla	7.406.115,110	592.247,070	Nivel	Mensual
L3-16	Pozo	7.409.802,830	597.731,310	Nivel	Mensual
L7-15	Pozo	7.422.678,150	599.594,220	Nivel	Mensual
L2-4	Pozo	7.414.608,960	591.850,740	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L3-3	Pozo	7.409.496,340	594.614,770	Nivel	Mensual
L7-3	Pozo	7.422.583,150	591.858,280	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L1-3[18]	Pozo	7.418.707,925	593.724,574	Nivel	Mensual

[17] Para los indicadores de estado asociados al Plan de Contingencias del Sistema Vegetación Borde Este, denominados pozos L7-3, L2-4, L4-10, L1-17, L2-27, L3-3, L9-1, L1-3, L2-28, L7-13, L2-25, L4-3 y L9-1, si bien se señala una frecuencia mensual para la medición de nivel (conforme a RCA 226/2006), mediante Programa de Cumplimiento presentado ante la SMA, se propuso un incremento en la frecuencia de monitoreo, pasando a ser diaria. La misma situación ocurre para los pozos L2-25, L7-14, L4-17, L9-2, L2-26 y L3-15 que, si bien no fueron identificados en la RCA vigente como indicadores de estado de Planes de Contingencia, han sido asumidos por SQM como pozos adicionales al Plan de Contingencias. Adicionalmente, para el pozo L3-5, si bien se señala una frecuencia continua para la medición de nivel (conforme a RCA 226/2006), SQM adicionalmente realiza mediciones manuales en forma mensual, frecuencia de monitoreo que también fue incrementada, pasando a ser diaria.

[18] El pozo L1-3 se reconstruyó durante el año 2012, dado que el original fue tapado por un aluvión. Esta situación fue informada a través del Informe PSAH N° 11 el mismo año 2012, dado que el nuevo pozo (ubicado en el mismo sector del pozo original) supone una pequeña variación de las coordenadas de ubicación y de la cota del punto de referencia. La diferencia entre la cota del punto de

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L4-3	Pozo	7.406.265,010	596.113,200	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
CA-2015[19]	Pozo Bombeo	7.396.451,888	596.135,704	Nivel Calidad 4 Volumen	Mensual Trimestral Mensual

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 4-6, respecto al monitoreo de calidad del agua, y en base a los parámetros evaluados, es posible diferenciar los grupos de puntos de control denominados Calidad 1, Calidad 3 y Calidad 4 (en la Tabla 4-4, del apartado del Sistema Soncor, se detallan los analitos medidos en cada grupo).

Aunque el pozo de extracción de agua industrial P2 fue reemplazado por el CA-2015, la medición mensual de nivel en este punto se ha mantenido y se incluye en el presente reporte de forma complementaria.

4.3.4. SISTEMA PEINE

Los puntos de monitoreo del Sistema Peine se encuentran ubicados entre las coordenadas UTM (WGS1984) 7.393.000 a 7.379.000 norte y 577.000 a 592.000 este. La red de monitoreo de este sistema contempla los puntos de monitoreo de nivel de agua y salmuera del sector y las lagunas de Salada, Saladita e Interna, donde se incluyen las secciones de aforo de las lagunas Salada y Saladita.

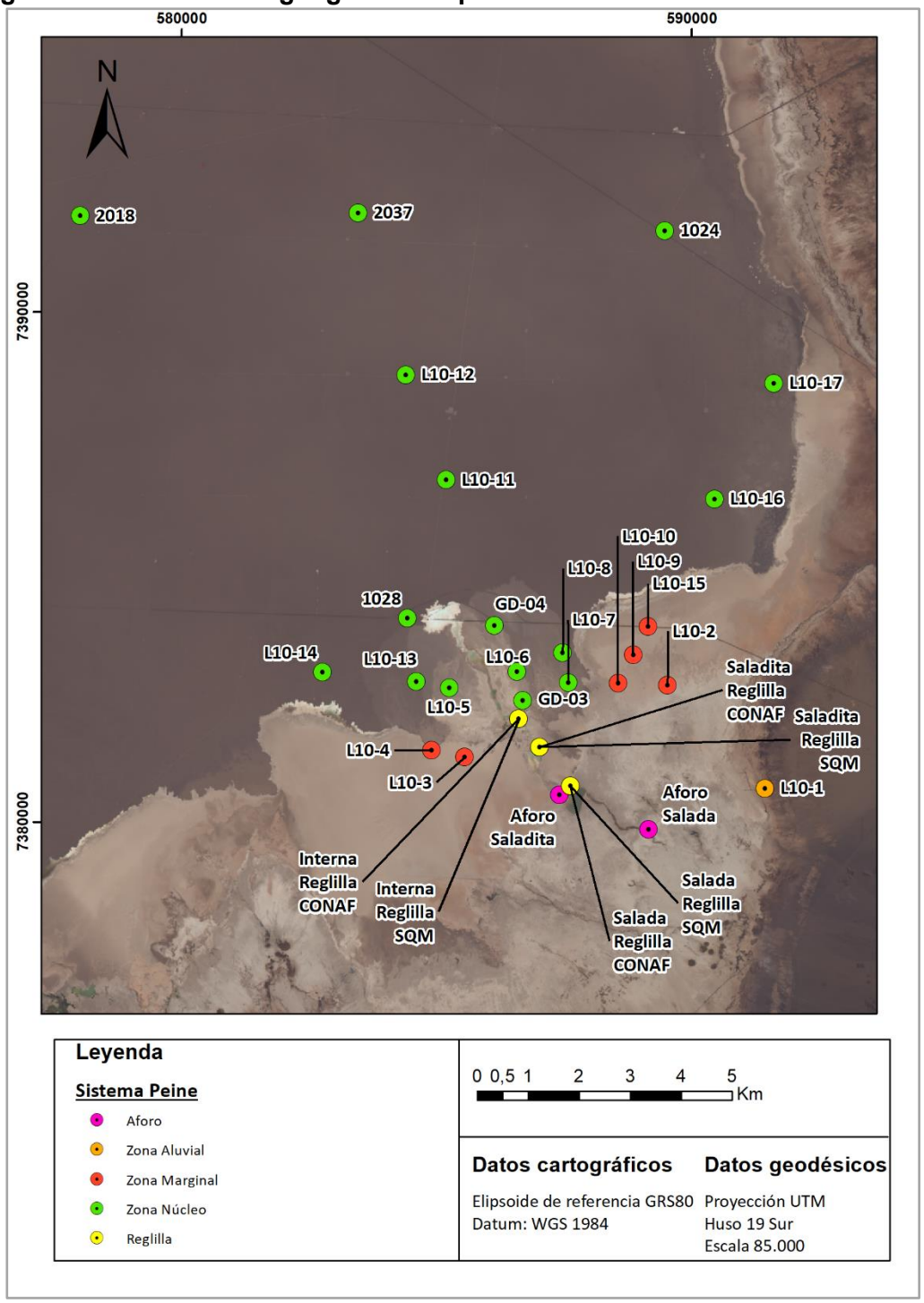
La ubicación de los puntos que conforman la red de monitoreo de este sistema se muestra en la Figura 4-8, donde se ha diferenciado con un código de colores las infraestructuras en función de la zonificación presentada en la Figura 4-2. A continuación, en la Tabla 4-7 se detallan las

referencia del pozo destruido por el aluvión de 2012 y la del pozo de reemplazo es de 0,183 metros, por lo tanto, a partir de marzo de 2012, se adicionan 0,183 m a la "medición desde punto de referencia" inicial de mayo de 2007.

[19] El pozo de bombeo de agua industrial (pozo P2) fue reemplazado por el pozo CA-2015, a partir de febrero de 2017, según Res. 296/2016 de la DGA.

coordenadas UTM y tipología de los puntos de monitoreo, además de las variables que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respectiva.

Figura 4-8: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Peine



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

Tabla 4-7: Puntos de monitoreo del Sistema Peine[20]

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L10-1	Pozo	7.380.660,660	591.440,070	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L10-2	Pozo	7.382.683,180	589.534,380	Nivel	Mensual
L10-3	Pozo	7.381.276,010	585.556,470	Nivel	Mensual
L10-4	Pozo	7.381.407,758	584.907,774	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L10-5	Pozo	7.382.630,960	585.257,670	Nivel	Mensual
L10-6	Pozo	7.382.951,640	586.579,510	Nivel	Mensual
L10-7	Pozo	7.382.733,400	587.591,240	Nivel	Mensual
L10-8	Pozo	7.383.323,180	587.479,410	Nivel	Mensual
L10-9	Pozo	7.383.281,370	588.859,800	Nivel	Mensual
L10-10	Pozo	7.382.729,910	588.561,220	Nivel	Mensual
L10-11	Pozo	7.386.713,220	585.193,010	Nivel	Mensual
L10-12	Pozo	7.388.772,890	584.400,100	Nivel	Mensual
L10-13	Pozo	7.382.758,820	584.610,140	Nivel	Mensual
L10-14	Pozo	7.382.944,900	582.762,630	Nivel	Mensual
L10-15	Pozo	7.383.839,760	589.152,940	Nivel	Mensual
L10-16	Pozo	7.386.333,410	590.452,500	Nivel	Mensual
L10-17	Pozo	7.388.611,170	591.616,700	Nivel	Mensual
GD-03	Pozo	7.382.384,730	586.688,010	Nivel	Mensual
GD-04	Pozo	7.383.853,990	586.142,950	Nivel	Mensual
1028	Pozo	7.383.997,750	584.432,980	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
2018	Pozo	7.391.893,050	578.015,440	Nivel	Mensual
2037	Pozo	7.391.949,150	583.465,290	Nivel	Mensual
1024	Pozo	7.391.600,130	589.474,550	Nivel	Mensual
Saladita	Reglilla	7.381.471,230	587.023,020	Nivel Calidad 3	Mensual Trimestral
Salada	Reglilla	7.380.706,650	587.624,460	Nivel Calidad 3	Mensual Trimestral
Interna	Reglilla	7.382.021,410	586.614,800	Nivel Calidad 3	Mensual Trimestral
Aforo Salada [A-2 (S)]	E. Aforo	7.379.852,460	589.165,200	Caudal	Mensual
Aforo Saladita [A-1 (S)]	E. Aforo	7.380.535,230	587.408,430	Caudal	Mensual

[20] Los pozos 1028, L10-11 y L10-4 fueron definidos como indicadores de estado del Sistema Peine en el marco del Programa de Cumplimiento propuesto a la SMA en el procedimiento F-041-2016.

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
Laguna Salada	Laguna	7.380.706,645	587.624,464	Superficie Estacas Superficie Topográfica (RTK) Superficie Imagen	Trimestral 5 años Anual
Laguna Saladita	Laguna	7.381.471,227	587.023,022	Superficie Estacas Superficie Topográfica (RTK) Superficie Imagen	Trimestral 5 años Anual
Laguna Interna	Laguna	7.382.021,412	586.614,799	Superficie Estacas Superficie Topográfica (RTK) Superficie Imagen	Trimestral 5 años Anual

Fuente: Elaboración propia.

La superficie topográfica (RTK) debía haberse medido en abril de 2020, correspondiente al Informe PSAH Nº 27, pero por restricciones de ingreso a la Reserva Nacional los Flamencos (hecho detallado en el informe citado), no se pudo llevar a cabo. Esta actividad se ha realizado en el mes de abril de 2021, por lo que será descrito en el Informe PSAH Nº 29.

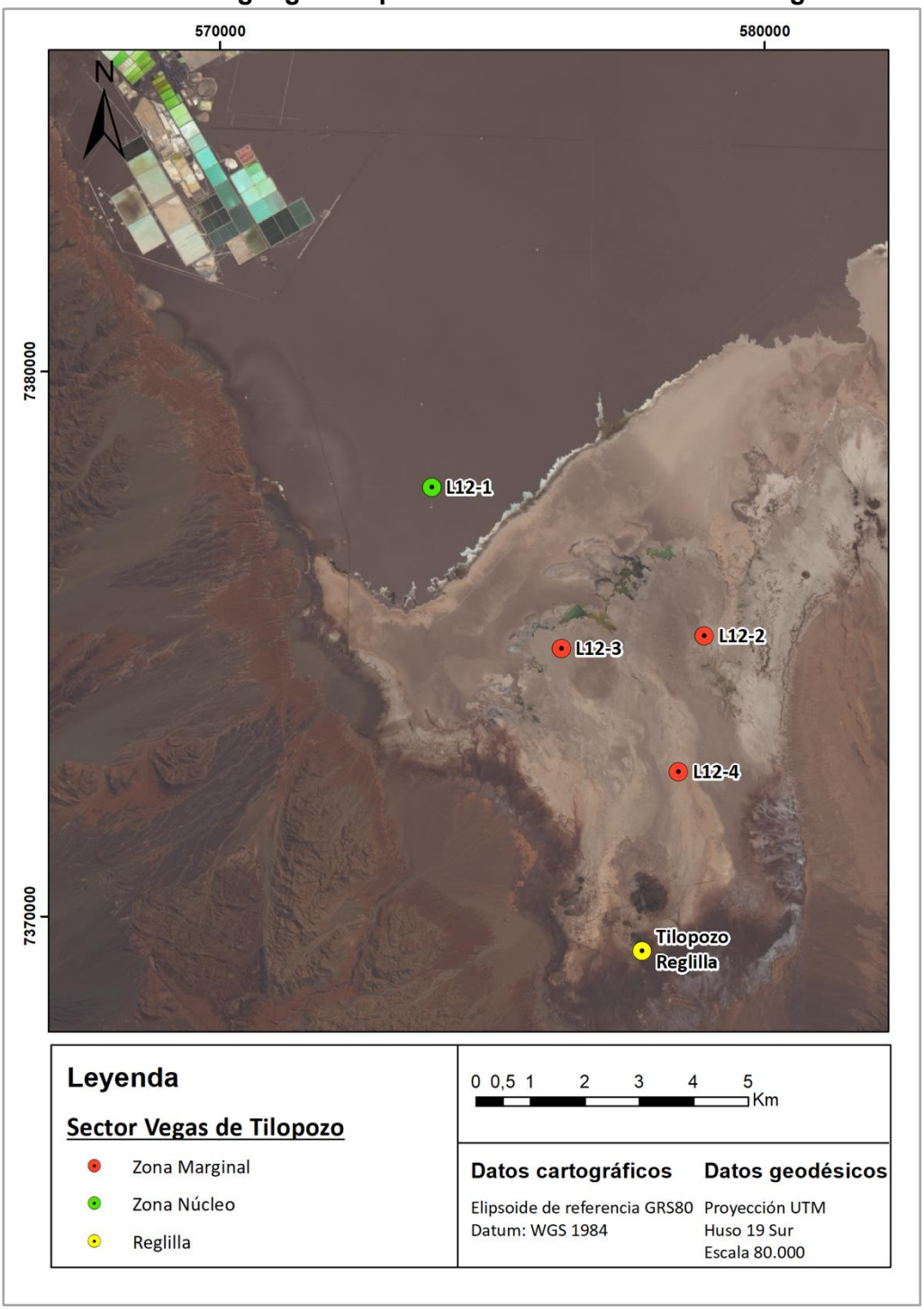
Como se observa en la Tabla 4-7, respecto al monitoreo de calidad del agua, y en base a los parámetros evaluados, es posible diferenciar los grupos de puntos de control denominados Calidad 1 y Calidad 3 (en la Tabla 4-4, del apartado del Sistema Soncor, se detallan los analitos medidos en cada grupo).

4.3.5. SECTOR VEGAS DE TILOPOZO

Los puntos de monitoreo del Sector Vegas de Tilopozo se ubican entre las coordenadas UTM (WGS84) 7.378.000 a 7.370.000 norte y 573.000 a 580.000 este. La totalidad de ellos corresponde a pozos de monitoreo de nivel y reglilla.

La ubicación de los puntos que conforman la red de monitoreo de este sistema se muestra en la Figura 4-9, donde se ha diferenciado con un código de colores las infraestructuras en función de la zonificación presentada en la Figura 4-2. A continuación, en la Tabla 4-8 se detallan las coordenadas UTM y tipología de los puntos de monitoreo, además de las variables que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respectivas.

Figura 4-9: Distribución geográfica puntos de monitoreo Sistema Vegas de Tilopozo



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

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

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable	Frecuencia
		Norte	Este		
L12-1[21]	Pozo	7.377.872,510	573.891,040	Nivel	Mensual
L12-2	Pozo	7.375.144,820	578.896,150	Nivel	Mensual
L12-3	Pozo	7.374.917,350	576.268,700	Nivel	Mensual
L12-4	Pozo	7.372.652,700	578.423,070	Nivel	Mensual
Tilopozo	Reglilla	7.369.363,760	577.756,460	Nivel	Mensual

Fuente: Elaboración propia.

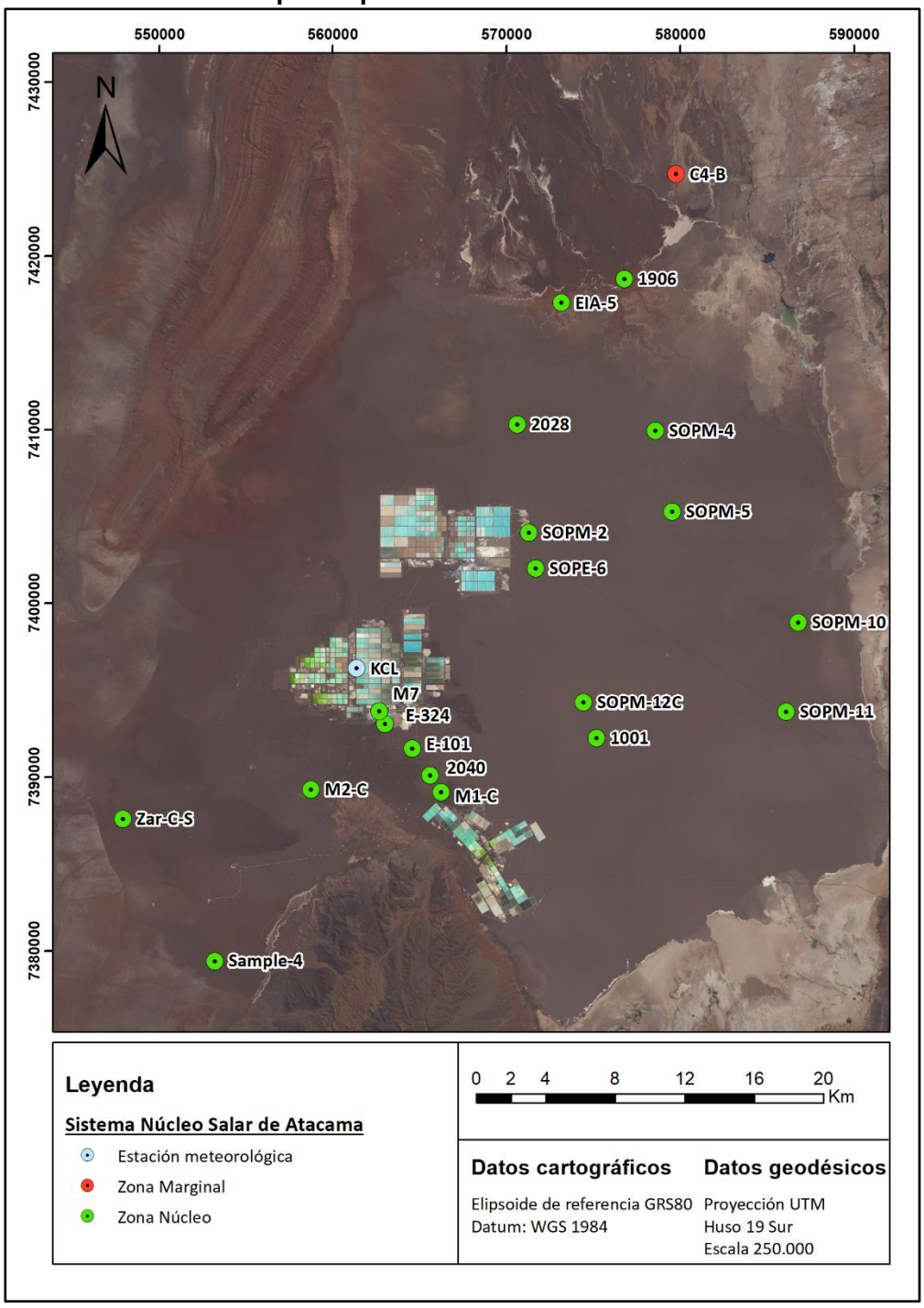
4.3.6. NÚCLEO DEL SALAR DE ATACAMA

Los puntos de monitoreo del Núcleo del Salar de Atacama se encuentran entre las coordenadas UTM (WGS 1984) 7.425.000 a 7.379.000 norte y 57.000 a 588.000 este. La totalidad de ellos corresponde a pozos de monitoreo de nivel y una estación meteorológica (estación KCL).

La ubicación de los puntos que conforman la red de monitoreo de este sistema se muestra en la Figura 4-10. A continuación, en la Tabla 4-9 se detallan las coordenadas UTM y tipología de los puntos de monitoreo, además de las variables que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respectiva.

[21] Durante el segundo semestre de 2016, el Antepozo del punto L12-1 fue destruido por un camión por lo cual se reconstruyó. Lo anterior implica un cambio en la cota del punto de referencia desde los 2302,348 a los 2302,296 (m s.n.m) DATUM WGS-1984. Todo lo anterior se reportó en el Informe N°20 del PSAH y fue informado a la SMA mediante carta GS185 del 2017.

Figura 4-10: Distribución espacial puntos de monitoreo Núcleo del Salar de Atacama



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

Tabla 4-9: Puntos monitoreo Sistema Núcleo del Salar de Atacama[22]

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 84 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
M7	Pozo	7.393.786,880	562.662,520	Nivel	Mensual
E-324	Pozo	7.393.056,030	563.023,210	Nivel	Mensual
E-101	Pozo	7.391.636,430	564.581,510	Nivel	Mensual
2040	Pozo	7.390.079,710	565.600,100	Nivel	Mensual
M1-C	Pozo	7.389.114,680	566.253,540	Nivel	Mensual
SOPM-2	Pozo	7.404.051,550	571.302,230	Nivel	Mensual
SOPE-6	Pozo	7.402.011,780	571.691,000	Nivel	Mensual
SOPM-12C	Pozo	7.394.294,050	574.439,390	Nivel Calidad 5	Mensual Trimestral
1001	Pozo	7.392.245,760	575.189,800	Nivel Calidad 5	Mensual Trimestral
SOPM-4	Pozo	7.409.930,500	578.577,310	Nivel	Mensual
SOPM-5	Pozo	7.405.276,740	579.550,510	Nivel	Mensual
L3-4 (SOPM-8)	Pozo	7.408.833,140	587.551,700	Nivel	Mensual
SOPM-10	Pozo	7.398.886,220	586.801,850	Nivel	Mensual
SOPM-11	Pozo	7.393.742,610	586.119,550	Nivel	Mensual
Zar-C-S	Pozo	7.387.589,960	547.921,520	Nivel	Mensual
M2-C	Pozo	7.389.269,260	558.734,480	Nivel	Mensual
Sample-4	Pozo	7.379.370,300	553.220,510	Nivel	Mensual
EIA-5	Pozo	7.417.291,460	573.177,570	Nivel	Mensual
C4-B	Pozo	7.424.698,440	579.751,950	Nivel	Mensual
2028	Pozo	7.410.286,460	570.639,500	Nivel	Mensual
1906	Pozo	7.418.675,340	576.809,170	Nivel	Mensual
E. meteorológica KCL	E. Meteorológica	7.396.240,540	561.376,160	Meteorología	Continuo

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 4-9, respecto al monitoreo de calidad del agua, y en base a los parámetros evaluados, todos ellos corresponden al grupo denominado Calidad 5 (Tabla 4-10).

[22] Cabe señalar que, en relación con el punto de monitoreo establecido en la tabla 10 de la RCA Nº226/2006, asociada al punto de monitoreo “acuífero del núcleo de salmuera”, el reporte del volumen mensual de salmuera bombeado y reinyectado se presenta en el denominado “Informe de Extracción Anual de Salmuera de las Operaciones en el Salar de Atacama”, con una frecuencia anual.

Tabla 4-10: Detalle de los parámetros que se incluyen en la variable de calidad del agua

Nombre grupo parámetros	Parámetros incluidos
Calidad 5	Densidad y Sólidos Disueltos Totales

Fuente: Elaboración propia.

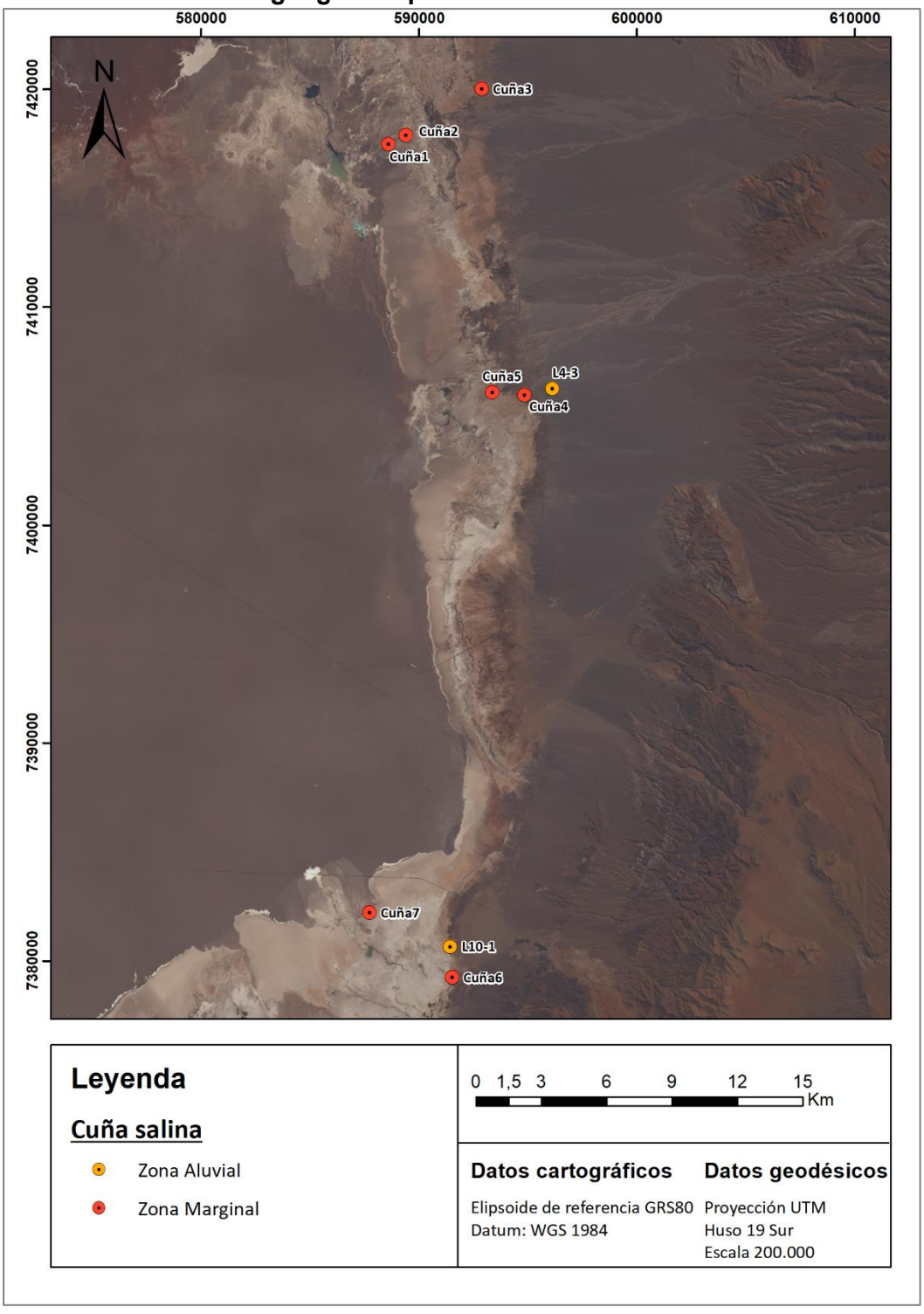
Para el caso de la Estación Meteorológica de KCL, se considera la medición de los parámetros Precipitación (mm), Evaporación (mm), Velocidad del Viento (m/s) y Temperatura (ºC).

4.3.7. CUÑA SALINA

Los 9 puntos de monitoreo de la Cuña Salina, agrupados en tres perfiles, se encuentran entre las coordenadas 7.420.000 a 7.381.000 norte y 587.000 a 597.000 este. La totalidad de ellos corresponde a pozos de monitoreo de conductividad eléctrica, nivel y calidad química, ubicados en el sector marginal.

La ubicación de los puntos que conforman la red de monitoreo de la cuña salina se muestra en la Figura 4-11. A continuación, en la Tabla 4-11 se detallan las coordenadas UTM y tipología de los puntos de monitoreo, además de las variables que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respectiva.

Figura 4-11: Distribución geográfica puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

Tabla 4-11: Puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
Cuña 1	Pozo	7.417.502,390	588.591,760	Conductividad Eléctrica	Semestral
Cuña 2	Pozo	7.417.900,830	589.402,320	Conductividad Eléctrica	Semestral
Cuña 3	Pozo	7.420.047,170	592.879,010	Conductividad Eléctrica	Semestral
L4-3	Pozo	7.406.265,010	596.113,200	Conductividad Eléctrica	Semestral
Cuña 4	Pozo	7.405.987,030	594.841,820	Conductividad Eléctrica	Semestral
Cuña 5	Pozo	7.406.109,500	593.361,940	Conductividad Eléctrica	Semestral
Cuña 6	Pozo	7.379.240,900	591.524,350	Conductividad Eléctrica	Semestral
Cuña 7	Pozo	7.382.218,750	587.722,590	Conductividad Eléctrica	Semestral
L10-1[23]	Pozo	7.380.660,660	591.440,070	Nivel Calidad 5	Mensual Trimestral

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 4-11, respecto al monitoreo de calidad del agua, y en base a los parámetros evaluados, todos ellos corresponden al grupo denominado Calidad 5 (ver Tabla 4-10).

4.3.8. PLAN DE CONTINGENCIAS

Uno de los objetivos principales del PSAH es proveer información para operar el Plan de Contingencias (PC), el cual está orientado a dar respuesta oportuna frente a impactos no previstos.

Para efectos del presente informe, se ha tenido a la vista lo indicado en la Resolución N°1/Rol F-041-2016, y su rectificación contenida en la Resolución N°4/Rol F-041-2016. Conforme a lo

[23] Se mide Conductividad Eléctrica en el perfil (en profundidad) de forma voluntaria.

anterior, el Plan de Contingencias se ajusta a lo indicado en los considerandos 11.2.1, 11.3.1 y 11.4.1 de la RCA N°226/2006.

En el caso del Sistema Lagunar de Peine, provisoriamente, se han definido tres indicadores de estado (Piezómetros 1028, L10-11 y L10-4) y sus correspondientes umbrales de activación de medidas correctivas (Fases I y II)[24].

Cabe mencionar que, adicionalmente, se ha asumido en forma provisoria la adopción de medidas de contingencia en caso de activación de los pozos PN-05B y PN-08A del sector Alerta Núcleo del Plan de Alerta Temprana del considerando 10.18 de la RCA Nº21/16, una vez que la Superintendencia del Medio Ambiente notifique a SQM Salar S.A. tal activación[25].

Además, SQM ha asumido como compromiso voluntario considerar 6 indicadores de estado adicionales a los definidos en la RCA Nº226/2006, que se identifican como Pozos Adicionales y que se distribuyen en el Sistema de Vegetación Borde Este; cuatro en el sistema Brea-Atriplex L2-25, L7-14, L4-17 y L9-2) y dos en el sistema Alerta Temprana (L2-26 y 3-15). Para todos se definieron los umbrales respectivos bajo los mismos criterios que en la RCA vigente.

De acuerdo con lo anterior, los Indicadores de Estado del Plan de Contingencias, que además forman parte de los puntos de control del PSAH señalados en las secciones anteriores, se identifican en la Tabla 4-12, y su ubicación espacial se presentan en el mapa de la Figura 4-12.

[24] Estos indicadores fueron propuestos para el Sistema Peine en el Programa de Cumplimiento presentado en el procedimiento F-041-2016, de la Superintendencia del Medio Ambiente, organismo que a la fecha de presentación de este reporte ha ordenado medidas provisionales a través de Resolución Exenta N°1367/2020, de 6 de agosto de 2020, renovadas mediante Res. Ex. 2141/2020, de 28 de octubre de 2020, y mediante Res. Ex. N°962/2021, de 30 de abril de 2021, que disponen la continuidad a estas acciones, en los términos que se explican en la sección 4.7.

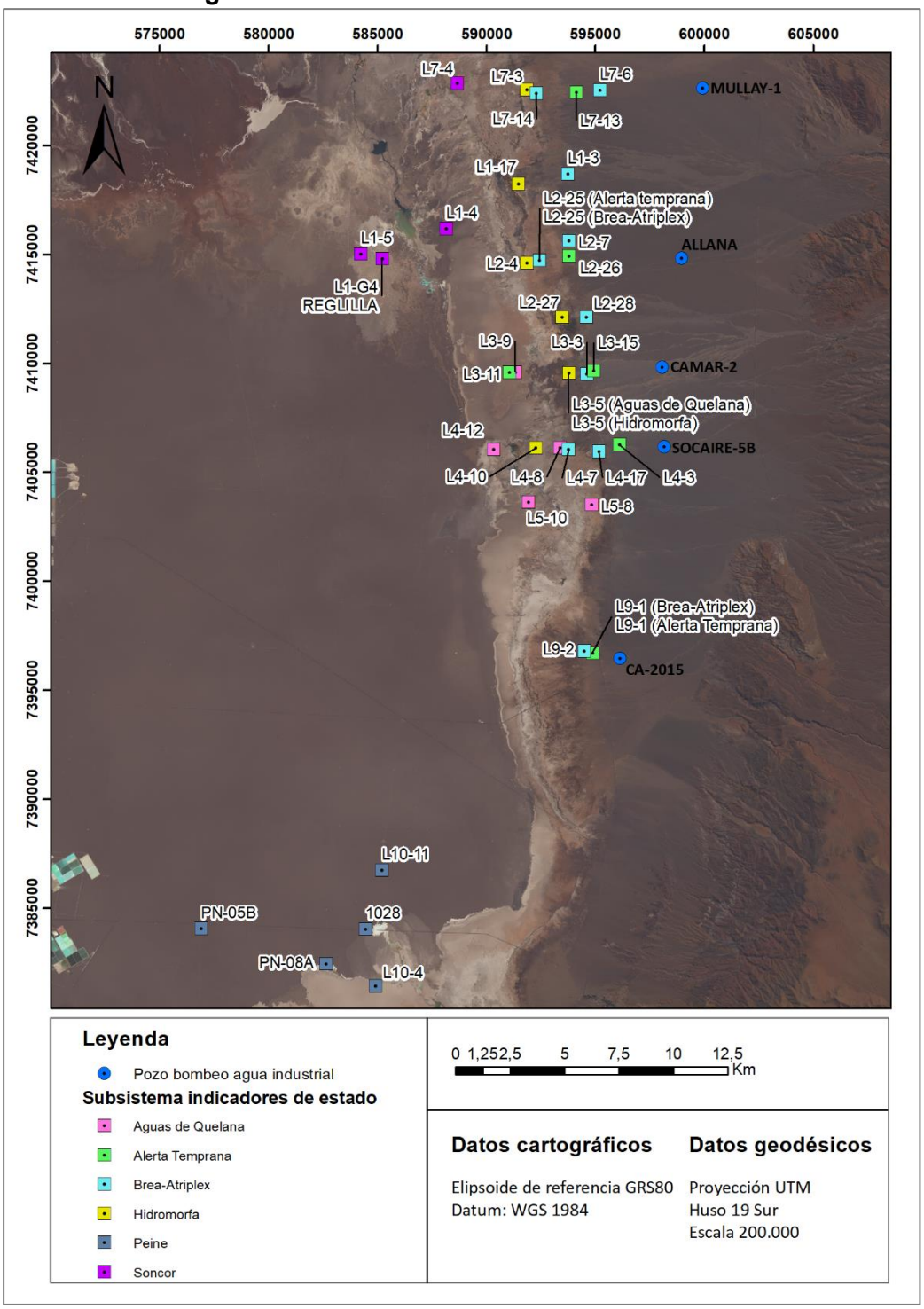
[25] Este compromiso forma parte del Programa de Cumplimiento propuesto a la Superintendencia del Medio Ambiente en el marco del procedimiento F-041-2016. Cabe mencionar que las medidas provisionales decretadas a través de Resolución Exenta N°1367/2020, de 6 de agosto de 2020, y renovadas mediante Res. Ex. 2141/2020, de 28 de octubre de 2020, y mediante Res. Ex. N°962/2021, de 30 de abril de 2021, disponen la continuidad de esta acción.

Tabla 4-12: Piezómetros Indicadores de Estado del Plan de Contingencia

Sistema	Subsistema	Indicador de Estado	Origen
Soncor	-	L1-5 L1-4 L7-4 L1-G4	RCA Nº 226/2006
Aguas de Quelana	-	L5-8 L4-8 L3-5 L3-9 L5-10 L4-12	
Vegetación Borde Este	Vegetación Hidromorfa	L7-3 L2-4 L3-5 L4-10 L1-17 L2-27	
	Vegetación Brea-Atriplex	L7-6 L2-7 L3-3 L4-7 L9-1 L1-3 L2-28	
	Alerta Temprana	L7-13 L2-25 L3-11 L4-3 L9-1	
Peine	-	1028 L10-11 L10-4 PN-05B PN-08A	PdC presentado en proceso SMA F-041-2016 y Res. Ex. N°962/2021 de la SMA
Pozos adicionales	Vegetación Brea-Atriplex	L2-25 L7-14 L4-17 L9-2	Pozos adicionales SQM
	Alerta Temprana	L2-26 L3-15	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-12: Ubicación indicadores de estado



Fuente: Elaboración propia.

4.4. MATERIALES, EQUIPOS Y METODOLOGÍAS DE MONITOREO

A continuación, se expone un listado general de las metodologías y consideraciones utilizadas para el muestreo, medición y análisis que se llevan a cabo para la caracterización de las distintas variables ambientales incluidas en el PSAH, en adición a los materiales y equipos utilizados. En el Anexo 3 se entrega un mayor detalle sobre los procedimientos e instructivos.

4.4.1. MONITOREO MANUAL DE NIVEL DE AGUA Y SALMUERA SUBTERRÁNEA EN PIEZÓMETROS Y POZOS

En este apartado se describen los equipos y las metodologías implementadas para la medida manual de los niveles en piezómetros y pozos.

Materiales y/o equipos

- Pozómetro Solinst Model 101 Punta P2 de 30, 60 o 150 metros
- Vástago para proyectar medición del punto de referencia al eje central del pozo
- Piseta con agua destilada
- Flexómetro
- Tablet y/o planilla de pozos a monitorear

Metodología de medición

El monitoreo manual de nivel en pozos es efectuado por SQM (mediciones diarias) y el resto de las mediciones con frecuencia mayor a diaria, por la ETFA (ver Anexo 3.1).

Para el caso de las mediciones ETFA, estas se realizan de acuerdo con el procedimiento P-HIDRO-04 definido por SEGEA; se encuentra descrito en el Anexo 4 y cuyos principales pasos se detallan a continuación:

1) Se posiciona el pozómetro en el collar del pozo y luego se ubica sobre el Punto de Referencia establecido, de acuerdo al compromiso ambiental. En caso que el pozo cuente con Casing (tapapozo), utilizará un nivel de burbujas para proyectar el punto de referencia al centro del pozo.

2) Se enciende el pozómetro, se introduce la cinta al interior del pozo, evitando que roce con el brocal del Casing.
3) La cinta debe descender hasta que la chicharra emita un sonido y encienda la señal luminosa. En ese momento, se afina la medición ascendiendo y descendiendo el sensor, hasta que la lectura sea precisa al milímetro.
4) Se retira la cinta del pozómetro, evitando el contacto de ésta con el suelo y el brocal.

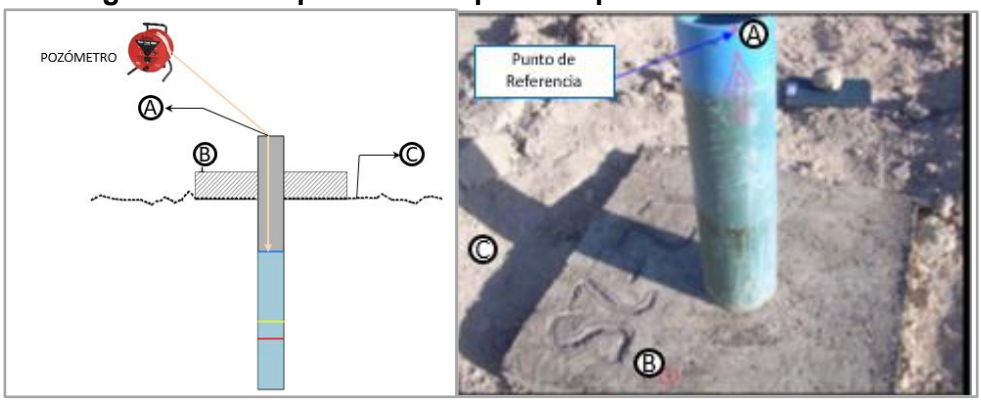
Las mediciones efectuadas directamente por SQM se realizan sobre la base de la siguiente metodología:

1) Verificar estado de pozómetro de acuerdo con el instructivo interno Operaciones I-009 (adjunto en Anexo 3.1).
2) Registrar fecha y hora de visita.
3) Medir con pozómetro el nivel (estático o dinámico) en el pozo desde el punto de referencia establecido o desde el centro del pozo a través de un vástago cruzado sobre la superficie del brocal.
4) Registrar el nivel estático obtenido.
5) Realizar limpieza del pozómetro con agua destilada una vez realizada la medición.
6) Registrar observaciones (cuando corresponda).

Con el objeto de facilitar el análisis de la información asociada a la medición del nivel en los pozos que conforman el PSAH (y en consecuencia aquellos que forman parte del plan de Contingencias), en la Figura 4-13 muestra la nomenclatura estandarizada para este informe de la siguiente forma:

- Punto A: Punto de referencia de la medición de nivel
- Punto B: Monolito
- Punto C: Terreno

Figura 4-13: Esquema conceptual de pozos de monitoreo



Fuente: Elaboración propia.

Así, para la determinación del nivel freático, tanto en los pozos que componen el Plan de Contingencias, como en aquellos que forman parte del PSAH, a la cota (m s.n.m.) del punto A, debe restarse la medición obtenida con el pozómetro.

4.4.2. MONITOREO MANUAL DE NIVEL DE AGUA SUPERFICIAL

En este apartado se describen los equipos y metodologías implementadas en la medición del nivel de aguas superficiales. La ETFA, en este caso SEGEA, describe su procedimiento P-HIDRO-14 en el Anexo 4. En general el proceso y los materiales se describen a continuación:

Materiales y/o equipos

- Pozómetro y/o flexómetro
- Piseta con agua destilada
- Reglilla
- Tablet y/o planilla de pozos a monitorear

Metodología de medición

1) Registrar fecha y hora de visita.
2) Medir nivel de agua en la reglilla (m) o en el tubo según corresponda.
3) Registrar el nivel obtenido y las observaciones que correspondan.

4) Para la determinación del nivel del cuerpo de agua superficial, se debe restar a la cota del punto de referencia de la reglilla (m s.n.m.) y el nivel obtenido (m).

4.4.3. MONITOREO CONTINUO DE NIVEL DE AGUA SUBTERRÁNEA

Materiales y/o equipos

- Sensor de presión In Situ Level Troll 500 o similar
- Pozómetro Solinst Model 101 Punta P2 de 30, 60 y 150 metros
- Palm Win Situ, cable conector RS232, cargador para camioneta (según corresponda)
- Piseta con agua destilada
- Flexómetro
- Densímetros
- Tablet y/o planilla de pozos a monitorear

Metodología de medición

Para el caso de puntos de control de nivel que se monitorean en forma continua, la metodología se encuentra descrita en procedimiento P-004 (adjunto en Anexo 3.1) y consiste en la realización de las siguientes actividades:

1) Instalación y configuración del sensor de presión.
2) Descarga de los datos en cada visita mensual.
3) Medición de densidad en cada visita mensual.
4) Medición manual del nivel con pozómetro (ver metodología en apartado 4.4.1).
5) Reinicio de transductor de presión y configuración para nuevo período de medición.
6) Registro de observaciones (cuando corresponda).

El transductor de presión permite medir la presión de la columna de agua existente sobre el sensor. Como se trata de salmuera y para obtener la altura de agua sobre el mismo, se debe conocer la densidad del medio, parámetro que es ingresado manualmente al sensor. Para lo anterior, mensualmente SQM mide la densidad del agua en cada punto de medición continua y programa dicha densidad en el sensor de presión, valor que permanece fijo hasta la siguiente medición mensual de densidad.

Debido a lo anterior, es posible que registros obtenidos mediante los sensores de presión difieran de las mediciones manuales efectuadas con pozómetro, ya que, de existir variaciones de la densidad del agua, estas no serían reconocidas por el equipo continuo hasta el nuevo reinicio mensual del mismo. De esta forma, se considera la medición manual como aquella representativa de la profundidad del nivel.

En la Tabla 4-13 se muestra la relación de los números de serial correspondiente al equipo de Level Troll, relacionado con la infraestructura en la que ha estado instalado durante el periodo reportado (segundo semestre de 2020). Los certificados de calibración de cada Level Troll (identificado por el número se serial) está disponible en el Anexo 3.3. Es necesario destacar que, debido al cierre de RNF a partir de marzo de 2020 producto de la pandemia, algunos de los equipos instalados dentro de la reserva podrían estar sin el certificado de calibración vigente.

Tabla 4-13: Relación número serial de Level Troll con el nombre de infraestructura y el periodo instalado

Infraestructura	Periodo de instalación	Serial
2021	27/06/2019 10:15 - 15/08/2020 10:02	650725
	15/08/2020 10:02 - Vigente al cierre del periodo	685486
L13-1	16/03/2020 10:01 - Vigente al cierre del periodo	685612
L13-2	16/05/2020 13:37 - 23/08/2020 19:00	685824
	23/08/2020 19:00 - Vigente al cierre del periodo	685839
L13-3	17/12/2018 09:21 - Vigente al cierre del periodo	621857
L13-4	17/12/2018 10:06 - Vigente al cierre del periodo	620201
L14-4	16/01/2018 14:00 - Vigente al cierre del periodo	548031
L1-G4 POZO	15/03/2019 17:15 - 15/07/2020 15:31	396408
	15/07/2020 15:31 - Vigente al cierre del periodo	685723
L2-16	15/04/2020 15:51 - Vigente al cierre del periodo	711693
L2-23	28/08/2019 15:45 - Vigente al cierre del periodo	153017
L2-9	15/03/2019 17:54 - 15/07/2020 16:31	389513
	15/07/2020 16:32 - Vigente al cierre del periodo	685599
L3-10	16/03/2019 11:59 - Vigente al cierre del periodo	638539
L3-13	15/11/2018 17:29 - Vigente al cierre del periodo	614294
L3-5	17/06/2019 10:40 - 16/08/2020 12:17	645267
	16/08/2020 12:18 - 24/08/2020 15:58	685603
	24/08/2020 15:59 - Vigente al cierre del periodo	685731
L3-6	17/06/2019 11:10 - Vigente al cierre del periodo	651775
L3-7	17/06/2019 11:30 - Vigente al cierre del periodo	637860
L3-9	15/04/2020 16:41 - Vigente al cierre del periodo	650515
L4-12	16/04/2020 10:51 - Vigente al cierre del periodo	713330
L4-13	15/11/2018 17:55 - Vigente al cierre del periodo	613466
L4-7	16/06/2019 13:55 - 16/08/2020 10:20	645274
	16/08/2020 10:21 - Vigente al cierre del periodo	685600
L4-8	16/01/2018 12:59 - Vigente al cierre del periodo	553068

Infraestructura	Periodo de instalación	Serial
L4-9	16/01/2018 13:00 - Vigente al cierre del periodo	553082
L5-10	16/04/2020 11:51 - Vigente al cierre del periodo	712948
L5-14	16/11/2018 08:45 - Vigente al cierre del periodo	613464
L5-3	16/03/2019 16:51 - Vigente al cierre del periodo	637817
L5-6	16/06/2020 11:02 - 16/09/2020 13:00	685598
	16/09/2020 13:00 - Vigente al cierre del periodo	685598
L5-7	16/05/2020 09:01 - Vigente al cierre del periodo	685815
L5-8	19/12/2019 11:15 - Vigente al cierre del periodo	680316
L5-G3 POZO	16/01/2018 10:59 - Vigente al cierre del periodo	446778
L7-4	28/06/2019 09:50 - Vigente al cierre del periodo	650738
L7-G2 POZO	17/10/2018 11:15 - Vigente al cierre del periodo	593903
P1-1	15/06/2020 10:02 - Vigente al cierre del periodo	685601
P1-2	06/09/2019 10:11 - Vigente al cierre del periodo	670606
P1-3	31/12/2019 12:20 - Vigente al cierre del periodo	548042
P1-4	17/10/2019 13:09 - Vigente al cierre del periodo	535930
P1-5	17/10/2019 13:36 - Vigente al cierre del periodo	548471
P1-6	17/10/2019 14:06 - Vigente al cierre del periodo	675834
P1-7	17/10/2019 14:41 - Vigente al cierre del periodo	675845
P2-1	15/03/2020 11:01 - Vigente al cierre del periodo	685343
P2-2	16/01/2020 14:03 - Vigente al cierre del periodo	553243
P2-3	15/03/2020 11:01 - Vigente al cierre del periodo	685602
P2-4	28/08/2019 16:45 - Vigente al cierre del periodo	670994
P2-5	28/08/2019 16:20 - Vigente al cierre del periodo	409352
PUENTE SAN LUIS POZO	27/05/2020 11:46 - Vigente al cierre del periodo	685833
REGLILLA BARROS NEGROS SQM	26/02/2019 13:01 - Vigente al cierre del periodo	405897
REGLILLA BURRO MUERTO SQM	27/05/2020 13:15 - Vigente al cierre del periodo	685812
REGLILLA CHAXAS SQM	15/06/2018 11:00 - Vigente al cierre del periodo	583551
REGLILLA PUILAR SQM	28/06/2019 10:50 - Vigente al cierre del periodo	651111

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4. MEDICIÓN DE SUPERFICIE LACUSTRE

Para el seguimiento de esta variable se cuenta con varias técnicas y la frecuencia en que se lleva a cabo fue ajustada mediante la Resolución Exenta Nº 244/2010 de la COREMA de la Región de Antofagasta. Para el presente informe Nº 28 correspondería la medición mediante una de las tres metodologías previstas (ver Tabla 4-14).

Tabla 4-14: Métodos y frecuencia para la medición de la superficie lagunar en el PSAH

Tipo de mediciones	Frecuencia de monitoreo según RCA Nº226/2006 y Res. Ex. 244/2010	Monitoreo a reportar en el presente informe PSAH	Próximo informe PSAH en que se reportará
Medición mediante imágenes satelitales	Anual (meses de abril)	No	Informe 29 (Primer semestre 2021)
Medición mediante recorrido a pie (RTK)	Cada 5 años	No	Informe 37 (Primer semestre 2025)
Medición mediante estacas perimetrales	Trimestral	Sí	Informe 29 (Primer semestre 2021)

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detallan los materiales necesarios y la metodología seguida para cada una de estas técnicas de análisis y/o medición.

Medición mediante imágenes satelitales

La medición de las superficies lagunares mediante la imagen satelital de alta resolución consta de una visita a terreno durante el mes de abril (coincidiendo con el mes de captura de la imagen) con el objetivo de tomar puntos de control, que permiten mejorar el posterior análisis de los índices de vegetación y agua y que determinan el resultado final.

Materiales y/o equipos

- Imágenes satelitales de alta resolución para el mes de abril (Quickbird-II; 2,4x0,6 m; Worldview-II; 2x0,5 m; Imagen Geoeye-1; 1,65x0,4 m)
- GPS cartográfico Trimble® Nomad® 900G

Metodología de medición

La metodología seguida para la medición de superficies lacustres a través de imágenes satelitales fue aprobada por la COREMA Región de Antofagasta, mediante la Resolución Exenta N°244/2010 y consta de las siguientes actividades:

1) Obtención de las imágenes satelitales de alta resolución
2) Georreferenciación de las imágenes satelitales

3) Fusión de imágenes multiespectral y pancromática
4) Realización de las transformaciones digitales, obteniendo así los Índices MNDWI, TSAVI e IHS
5) Digitalización de los contornos
6) Implementación en el análisis de los puntos de control que previamente se han tomado en terreno
7) Delimitación de la superficie lacustre
8) Definición de límites de cada laguna, según los puntos establecidos por CONAF
9) Identificación de áreas de inundación
10) Cálculo de la superficie lacustre

Medición mediante recorrido a pie (RTK)

Para las mediciones de los perímetros y áreas de las lagunas se realiza un levantamiento topográfico con GPS y con la técnica de levantamiento RTK, lo que permite obtener las coordenadas en tiempo real.

Cabe señalar que las mediciones de topografía solo se realizaron hasta el año 2010 con frecuencia anual, ya que a través de la Resolución Exenta 244/2010, se estableció que las mediciones de topografía se realizarían cada 5 años, siendo la última medición la que se realizó en abril 2015[26]. La metodología aprobada formalmente por la autoridad para realizar la medición es a través de imagen satelital, la que se realiza anualmente en abril.

Materiales y/o equipos

- GPS marca Trimble modelo R4
- 4 receptores GNSS, modelo Trimble R10 o equivalente.

[26] La última medición debía de haberse realizado el pasado abril de 2020 (correspondiente al Informe PSAH Nº 27), pero no fue posible debido a la restricción de ingreso en la Reserva Nacional Los Flamencos (ver detalles en el informe referido). Esta medición se ha realizado en el mes de abril de 2021, los resultados serán presentados en el próximo Informe PSAH Nº 29.

- 1 radio UHF externa de 30W de potencia, que permite enviar el mensaje de corrección en un radio no inferior a los 25 km.

Metodología de medición

1) Se fija la base del GPS en el hito de cada laguna.
2) El receptor móvil se desplaza por el margen de la laguna registrando puntos.
3) Posteriormente se procesa la información registrada con el GPS obteniendo un polígono lagunar, desde donde se obtiene el perímetro y área de cada laguna.

Medición mediante estacas perimetrales

Para obtener los datos de área de superficie lacustre, se realizan mediciones en puntos demarcados por estacas (que indican el perímetro de referencia) ubicadas alrededor de cada laguna.

Cabe señalar que todos los datos y resultados obtenidos hasta octubre del 2013 fueron de responsabilidad del cuerpo técnico de CONAF. A partir de enero de 2014, la empresa consultora SEARCH, contratada por CONAF, implementó su metodología de cálculo de área lacustre mediante estacas perimetrales. En el presente periodo estas actividades están a cargo de la consultora Geobiota, contratada por SQM para la ejecución de estas mediciones desde 2019.

Materiales y/o equipos

- GPS cartográfico modelo Trimble® Nomad® 900G o equivalente
- Mediciones topográficas de perímetro con estacas de CONAF
- Cinta métrica o Flexómetro

Metodología de medición

1) En terreno, desde cada estaca existente se mide con una cinta métrica o flexómetro, la distancia desde la estaca hacia el borde del nivel de agua, pudiendo esta ser positiva o negativa, según el nivel del agua en relación con la estaca.
2) Posteriormente, los datos son ingresados al software ArcGis donde se generan los nuevos polígonos de las lagunas y se calcula el área del espejo de agua.

Esta metodología presenta imprecisiones, pero CONAF mantuvo su aplicación con el objeto de dar continuidad al seguimiento, dado que corresponde a la forma en que esa entidad ha realizado la estimación de superficies lacustres desde el inicio del convenio de monitoreo con SQM en 1997, estipulado en las RCA Nº 403/1995 y Nº 226/2006.

4.4.5. MONITOREO DE CAUDAL DE POZOS DE BOMBEO DE AGUA INDUSTRIAL

En los siguientes apartados se describe el equipo y metodología seguida para la obtención del parámetro de caudal de los pozos de agua industrial que se reporta en el presente informe.

En la Tabla 4-15 se muestra la relación de los números de serial correspondiente al flujómetro, relacionado con el pozo la infraestructura en la que ha estado instalado durante el periodo reportado (segundo semestre de 2020). Los certificados de calibración de cada flujómetro (identificado por el número se serial) está disponible en el Anexo 3.2.

Tabla 4-15: Relación número serial del flujómetro con el nombre de infraestructura y el periodo instalado

Infraestructura	Fechas de instalación en el periodo reportado	Serial
CA-2015	01/07/2020 0:00 - 01/01/2021 0:00	S5V203117
Camar-2	01/07/2020 0:00 - 01/01/2021 0:00	S5V203120
Socaire-5	01/07/2020 0:00 - 08/11/2020 18:25	S5VB11760
	08/11/2020 18:26 - 01/12/2020 0:00	S5W504501
Allana 1	01/07/2020 0:00 - 01/01/2021 0:00	S5V203119
Mullay 1	01/07/2020 0:00 - 01/01/2021 0:00	S5V203118

Fuente: Elaboración propia.

Materiales y/o equipos

- Flujómetro (Totalizadores): Endress+Hauser Flowtec o similar conectados vía API al SQM en Línea.

Metodología de medición

La determinación del volumen mensual se obtiene a partir de la lectura del flujómetro del primer día del mes (t) y de la lectura del primer día del mes siguiente (t_{+1}) (la primera medida del 1 de

cada mes), la diferencia entre ambas lecturas corresponde al volumen total del mes t. Para obtener el caudal medio mensual del mes t, se divide el volumen total obtenido entre el número de días que conforma el mes t.

Las lecturas de los flujómetros se están enviando de forma automática vía API a un sistema receptor de datos, la que reporta directamente a las distintas autoridades ambientales, a través del SQM en Línea[27]. Esta plataforma contiene además el cálculo directo del caudal promedio mensual, además del detalle de los cambios de flujómetro. De manera que esta información, para el reporte en los Informes del PSAH, procede directamente de esta fuente y no se realiza ningún cálculo ni aproximación posterior.

4.4.6. MONITOREO MANUAL DE CAUDAL SUPERFICIAL (AFOROS)

En los siguientes apartados se describen los materiales, equipos y metodologías seguidas para la medición manual del parámetro de caudal de agua superficial realizadas por SQM, también conocido como aforos. En el caso de la ETFA, en este caso SEGEA, define su procedimiento P-HIDRO-05, el cual se encuentra descrito en el Anexo 4 de este reporte.

Materiales y/o equipos

- Micromolinete OTT C2 o similar
- Flexómetro
- Planillas de terreno

Metodología de medición

La medición del caudal pasante por las distintas secciones de aforo es realizada por la ETFA SEGEA y se realiza mediante la metodología denominada área-velocidad, para lo cual se efectúan las siguientes actividades:

[27] https://www.sqmsenlinea.com/agua-industrial

- Para cada uno de los puntos del canal o cauce que se van a aforar, y que están preestablecidos, se define el número de secciones transversales en las que se harán las mediciones.
- Medición del ancho de cada sección (m) y la altura de agua en el centro (de cada sección) (m). Se obtiene el área de cada sección como la multiplicación de estas dos medidas (m^2).
- Medición de la velocidad del agua (m/s) en el centro de cada sección mediante molinete.
- Cálculo del flujo pasante en cada sección (m^3/s), obtenido mediante la multiplicación del área de la sección por la velocidad obtenida.
- Obtención del caudal de aforo del canal o cauce a partir de la suma del flujo pasante en cada sección.

4.4.7. MONITOREO CONTINUO DE CAUDAL SUPERFICIAL (AFOROS)

En los siguientes apartados se describen los materiales, equipos y metodologías seguidas para la medición continua del parámetro de caudal de agua superficial, también conocido como aforo continuo.

Materiales y/o equipos

- Sensor de presión In Situ Level Troll 500 o silimar

Metodología de medición

La medición continua del caudal se realiza mediante la instalación de un sensor de presión que registra la altura de la columna de agua en una sección de aforo de control conocida y que no cambia en el tiempo. Luego, se aplica una curva de descarga preestablecida para relacionar dicha altura con el caudal pasante.

1) Instalación y configuración del sensor de presión.
2) Descarga de los datos.
3) Reinicio de transductor de presión y configuración para nuevo período de medición.
4) Determinación de caudal pasante a partir de los datos descargados mediante utilización de curva de descarga preestablecida.

En la Tabla 4-16 se muestra la relación de los números de serial correspondiente al equipo de Level Troll, relacionado con la infraestructura en la que ha estado instalado durante el periodo reportado (segundo semestre de 2020). Los certificados de calibración de cada Level Troll (identificado por el número serial) está disponible en el Anexo 3.3.

Tabla 4-16: Relación número serial de Level Troll con el nombre de infraestructura y el periodo instalado

Infraestructura	Periodo de instalación	Serial
PUENTE SAN LUIS AFORO	27/05/2020 12:45 - Vigente al cierre del periodo	685841

Fuente: Elaboración propia.

4.4.8. MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS

En este capítulo se describen los materiales, equipos y metodologías seguidas para el monitoreo de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. Esto implica que en terreno se realiza la recolección de muestras (muestreo) tanto para agua superficial como subterránea (donde el procedimiento es similar) y la medición in situ de los parámetros fisicoquímicos. En las siguientes secciones de describe cada caso.

Las muestras recogidas en terreno son luego enviadas al laboratorio. Las muestras son analizadas por ETFAS, que para el periodo reportado en el presente informe son: ALS Environmental que contrató para el muestreo en terreno a Algoritmos en julio y a SOPROCERT en octubre. Los procedimientos seguidos son de acuerdo con las metodologías acreditadas para cada parámetro en particular, generalmente siguiendo las directrices de la serie Standard Methods, o aquellas que corresponda para cada punto de muestreo y parámetro. El detalle de las metodologías de los análisis se describe en los respectivos certificados de laboratorio que se encuentran adjunto en Anexo 10.1.

De toda la información recopilada en terreno y en laboratorio, se realiza un proceso de validación de los datos a partir de distintos criterios y que se describe en la última sección de este apartado.

Muestreo de aguas superficiales y subterráneas

El muestreo de aguas superficiales y subterráneas tienen similitudes, por lo que se tratan en el mismo apartado, ya que la única diferencia está en el método de la recolección de la muestra, el tratamiento y transporte posterior es el mismo dependiendo del parámetro a analizar.

Materiales y/o equipos

En la Tabla 4-17 se muestran los materiales necesarios para llevar a cabo el muestreo de aguas y se detalla el que corresponde a aguas superficiales y subterráneas.

Tabla 4-17: Materiales y equipos para llevar a cabo el muestreo de aguas superficiales y subterráneas

	Agua subterránea	Agua superficial
Pozómetro Solinst Model 101 Punta P2 de 30, 60 o 150 metros	•	•
Piseta con agua destilada	•	•
Flexómetro		•
Bomba para purga y muestreo (si corresponde)	•	
Bailer de muestreo (si corresponde)	•	
Guantes desechables	•	•
Envases plásticos/vidrio de distintos volúmenes.	•	•
Preservantes para las muestras	•	•
Etiquetas autoadhesivas (si corresponde)	•	•
Sistema de refrigeración (cooler y/o ice pack).	•	•
Ficha de información de muestreo, puntos y parámetros de terreno	•	•
Registro de actividades realizadas en cadena de custodia	•	•

Fuente: Elaboración propia.

Metodología de muestreo

El muestreo de agua, que es realizado por las ETFAs correspondientes, se hace de acuerdo con las normas de referencia principales que se muestran en la Tabla 4-18, según sea agua subterránea o superficial.

Tabla 4-18: Normativas de referencia para el muestreo de aguas superficiales y subterráneas

	Normativas de referencia
Agua subterránea	• Norma Chilena 411/3 2014 Calidad del agua. Muestreo – Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras. • Norma NCh 411/11: Guía para el muestreo de aguas subterráneas.
Agua superficial	• NCh-ISO 5667/4 Calidad del Agua. Parte 4: Guía para la toma de muestras de lagos naturales y artificiales. • NCh-ISO 5667/6 Calidad del Agua. Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua. • Norma Chilena 411/3 2014 Calidad del agua. Muestreo – Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras.

Fuente: Elaboración propia.

Aunque de forma genérica, el muestreo incluye las siguientes etapas:

Tabla 4-19: Etapas de muestreo en puntos subterráneos y superficiales

		Agua subterránea	Agua superficial
1	Medición del nivel freático, antes y después de tomar la muestra	•	
2	Purga de pozo (cuando corresponda [28])	•	
3	Selección del envase adecuado de acuerdo con el volumen de muestra necesario y tipo de análisis, que depende de cada analito	•	•
4	Homogeneización de la muestra, ambientación del envase y toma de la muestra	•	•
5	Adición con preservantes si se requiere en función del analito a analizar	•	•
6	Identificación de la muestra	•	•
7	Almacenamiento de la muestra	•	•
8	Transporte de la muestra	•	•
9	Entrega de la muestra en laboratorio	•	•
10	Registro de actividades realizadas en cadena de custodia	•	•

Fuente: Elaboración propia.

[28] Existen puntos que se encuentran en áreas de baja permeabilidad y el purgado para el muestreo podría ser contraproducente, afectando a los niveles de áreas sensibles. Se han dado casos de purgados que han tardado años en recuperar el nivel anterior, como L10-1.

Medición de parámetros fisicoquímicos en terreno

Materiales y/o equipos

- Medidor multiparamétrico marca WTW, modelo pH_Cond 330-340i o similar
- Manuales correspondientes de los medidores usados, que deben ser llevados a terreno y ser consultados en caso de dudas o manipulaciones no rutinarias
- Soluciones de calibración para pH y conductividad eléctrica
- Densímetros (rangos: 1,0-1.1; 1,1-1,2; 1,2-1,3; 1,3-1,4 g/ml) cuando se requiera
- Solución de mantención de electrodos, para el medidor multiparamétrico
- Papel “tissue” u otros no abrasivos, paños de algodón de poca pelusa
- Ficha de información de muestreo y parámetros de terreno
- Guantes desechables (especialmente para medición de parámetros orgánicos)
- Agua destilada/desionizada

Metodología de medición

Para la correcta medición de parámetros fisicoquímicos en terreno, se deben efectuar las labores indicadas en la Tabla 4-19 que permitan contar con una muestra representativa del cuerpo de agua. Cabe señalar que las mediciones en terreno son realizadas en forma paralela tanto por una ETFA autorizada por la SMA, como por SQM. La metodología que se sigue en terreno para la medición de los parámetros fisicoquímicos se detalla a continuación:

- Calibración de equipos (sonda multiparámetro).
- Purgado de pozos en caso de aguas subterráneas (cuando corresponda).
- Toma de muestra (Tabla 4-19).
- Vaciar muestra en probeta u otro recipiente (volumen según sea el caso) para medición de parámetros de terreno.
- Medición con equipo multiparámetro y posterior registro de datos.
- Registrar profundidad de la bomba (cuando corresponda).
- Registrar datos, condiciones ambientales y observaciones.
- Limpieza del material utilizado con agua destilada.

Validación de los datos de calidad del agua

En esta sección se realiza un breve resumen del procedimiento seguido para la revisión de los resultados (en el capítulo 5) con el objetivo de identificar si han existido desviaciones importantes en los resultados de algunos parámetros que puedan dificultar los análisis e interpretaciones a realizar posteriormente. Los principales criterios de validación son los siguientes;

- **Balance en masa de Sólidos**. Para aquellas muestras que se analizan Sólidos Disueltos Totales (SDT), Sólidos Suspendidos (SS) y Sólidos totales (ST), debe cumplirse la siguiente expresión:

$$Balance = 100 * \frac{ST - SDT - SS}{ST}$$

  En el caso de encontrarse desviaciones importantes, mayores al 20%, se solicita un chequeo al laboratorio. En caso de no poder corregirse, se consideran los resultados de los parámetros afectados no validados.

- **Balance iónico**. Para aquellas muestras que se analizan los iones mayoritarios se verifica el error de cargas entre cationes totales (cat) y aniones (an). Por lo general se suele admitir un valor de 5% con cationes disueltos según la bibliografía existente (Custodio & Llamas, 2001). Dadas las elevadas concentraciones que se encuentran en la salmuera, de acuerdo con la literatura disponible para el análisis de muestras de salmueras con elevadas concentraciones (Garcés et al, 1996), se ha definido un valor inferior a 7,5%, como valor recomendable, aceptándose algún valor máximo puntual del 10%.

  El cálculo de Balance iónico (BI) se realiza mediante la expresión:

$$BI(\%) = 100\frac{\sum \text{cat}\left(\frac{\text{meq}}{\text{L}}\right) - \sum \text{an}\left(\frac{\text{meq}}{\text{L}}\right)}{\sum \text{cat}\left(\frac{\text{meq}}{\text{L}}\right) + \sum \text{an}\left(\frac{\text{meq}}{\text{L}}\right)}$$

  En los casos que el BI ofrece resultados mayores de 10%, se solicita la revisión del análisis al laboratorio. Si después de la revisión por parte del laboratorio se mantiene el mismo valor o si no se ha podido efectuar un nuevo análisis de la muestra, se mantiene como no validado y se sugiere que para los futuros análisis no sea considerado.

- **Comparativa con respecto las concentraciones históricas**. Se revisa la coherencia del resultado actual con los resultados anteriores para el mismo punto y analito. El criterio empleado consiste en el cálculo de:

$$[X_{Punto,analito}] \leq Validado\ [X]$$

$$Validado\ [X] = \bar{x} + 2\,\sigma$$

, "Validado [X]" representa la concentración empleada como valor para detectar valores que pueden considerarse *outliers*, "$\bar{x}$" representa el valor promedio de todas las mediciones existentes y "σ" la desviación estándar de las concentraciones para un punto y analito. Los valores que superan este valor son revisados y si procede, se solicita la revisión del análisis al laboratorio. Si después de la revisión por parte del laboratorio se mantiene el mismo valor o si no se ha podido efectuar un nuevo análisis de la muestra, este dato se mantiene como no validado. Si las campañas posteriores confirman ese resultado, dejará de ser considerado valor anómalo y se investigará que ha podido producir ese cambio. Los resultados validados por esta condición aparecerán con resalte en los gráficos del capítulo 5.

Además de estos criterios definidos se realizan también correlaciones para ver la coherencia de los resultados y comprender las posibles desviaciones en el sistema natural, en caso de presentarse. En este sentido, se comparan los resultados de los parámetros fisicoquímicos en terreno y laboratorio, tales como pH, conductividad, densidad. En caso de existir diferencias notables entre ambos puede deberse a que la muestra se haya visto alterada en el tiempo que se produce entre la medición en terreno y laboratorio. Los procesos que se pueden dar durante este espacio de tiempo pueden ser muy variados; precipitación o disolución química, evaporación, interacción con la atmósfera, contaminación o incluso cambio de muestras en el etiquetado. Estos resultados no se muestran en los apartados siguientes, salvo en el caso concreto de que exista alguna desviación que sea importante hacer notar.

En esta misma línea, se revisa también la coherencia entre densidad, conductividad (CE) y sólidos disueltos totales (STD) para las muestras. Esta validación puede llevarse a cabo por medio de la correlación que existe entre estas variables, para ello existen ejemplos publicados para el Salar de Atacama: (SGA, 2015) y (Marazuela, y otros, 2018). Nótese que entre la densidad

y los STD, la correlación es prácticamente lineal, sin embargo, para las correlaciones con CE (CE vs densidad o CE vs STD), la correlación es lineal únicamente hasta los 150.000 µS/cm aproximadamente; para valores mayores, la correlación de igual manera existe, pero se expresa mediante un grado polinómico mayor, conllevando mayor incertidumbre en la conversión de un parámetro a otro.

La aplicación de esta técnica de validación permite completar la revisión que se hace de estos analitos cuando se comparan con los resultados históricos; las variaciones que puedan darse en el sistema natural objeto de seguimiento deberán producir desviaciones en todos a la vez (CE, TSD y densidad) y en una cierta proporción según sea la correlación. Si se diera una desviación de uno solo de estos analitos, sin verse afectados los otros, el motivo que lleve a esta situación será con toda probabilidad, ajeno a un cambio en el sistema natural.

Clasificación agua dulce, salobre y salmuera

La cuenca del Salar de Atacama presenta fluidos de distinta naturaleza y características, que son clasificados como agua dulce, agua salobre o salmuera. Esta clasificación se efectúa desde la clasificación de Fetter (2001) modificado, la cual puede verse en la Tabla 4-20. La definición de los valores o límites a partir de los cuales se clasifican los distintos fluidos presentes en el Salar de Atacama debe mantenerse actualizada en base a correlaciones entre los distintos parámetros, que permiten robustecer esta clasificación.

Tabla 4-20 Rangos según SDT para definición de agua dulce, transición y salmuera.

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

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

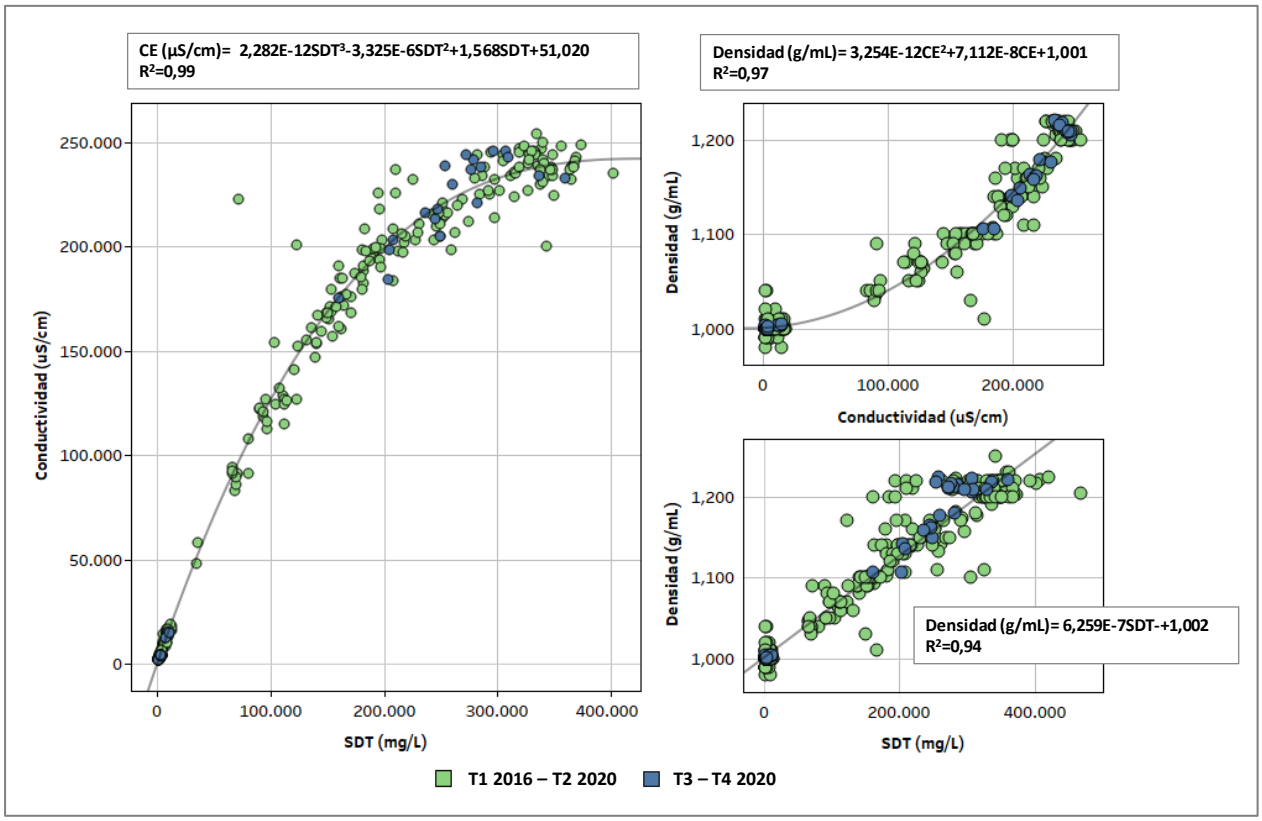
En la Figura 4-14 se presentan las correlaciones entre SDT vs CE y SDT vs densidad, obtenidas con los resultados obtenidos en los distintos informes PSAH. Estas correlaciones y sus ecuaciones de ajuste serán empleadas para definir los límites ente agua dulce, zona de transición y salmuera en base a mediciones de conductividad y densidad. En la misma Error! Reference

ource not found. se presenta también la correlación entre CE y densidad que resulta útil conocer para otros potenciales estudios.

Los datos empleados en la Figura 4-14 son los adquiridos en forma posterior a 2016, debido a que para los datos anteriores existió un problema con las mediciones de SDT para los valores de salmuera (Anexo 10.3, Informe PSAH 26). Los resultados históricos se presentan en color verde mientras que los del semestre reportado en este informe se presentan en color azul.

Para la elaboración de estas correlaciones se han empleado los resultados validados según el criterio de concentración histórica (4.4.8) y que no presentan una diferencia entre los datos de CE de laboratorio y de terreno mayor a un 20%, ni una diferencia entre densidad de laboratorio y densidad de terreno mayor a un 1%. Puede verse que las correlaciones empíricas obtenidas presentan resultados muy buenos para la correlación entre SDT y CE y CE-Densidad, con valores R^2 de 0,99 y 0,97, respectivamente y aceptable para SDT – densidad con un R^2 de 0,94.

Figura 4-14: Correlaciones CE-SDT, Densidad – CE y Densidad -SDT para las muestras colectadas desde 2016.



Fuente: Elaboración propia.[29]

Considerando estas correlaciones y la definición para agua dulce, zona de transición y salmuera mostrada en la Figura 4-14, se obtienen los distintos rangos para SDT, CE y densidad, mostrados en la Tabla 4-21. No obstante, dado que estos valores calculados se encuentran sujetos a cierta incertidumbre asociada a toda medición de laboratorio, se puede considerar aplicar un ±10 % en los valores de CE calculados y un rango de ±2‰ g/mL para los valores de densidad calculados.

[29] Se ha mejorado el ajuste entre SDT y CE con una ecuación de tercer grado. (En el informe PSAH 27 era una ecuación de 2°grado, lo que originaba que los valores de CE descendieran para valores muy elevados de SDT. Además, se detectaron dos errores de tipeo en el informe PSAH 27 respecto a las ecuaciones de Densidad y Conductividad, siendo las ecuaciones correctas:
Densidad= 3,128E-12CE^2+8,411E-8CE+1,000 (Se había omitido el E-8 en el segundo término de la ecuación
Conductividad = -2,124E-6SDT²+1,423SDT+1123,53 (Se había omitido el signo "-" al comienzo de la ecuación.

Tabla 4-21 Clasificación de tipos de agua en base a TSD, CE y Densidad.

Tipo Agua	TSD (mg/L)	CE (mS/cm)	Densidad (g/mL)
Dulce	0 - 3.000	0 a 5 ± 0,5 mS/cm	1 a 1,004 ± 0,002
Z. Transición	3.000-100.000	5 ± 0,5 a 126 ± 13 mS/cm	1,004 ± 0,002 a 1,065 ± 0,002
Salmuera	>100.000	>126 ± 13 mS/cm	>1,065 ± 0,002

Fuente: Elaboración propia

4.4.9. PERFILAJE DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN POZOS

Los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo los perfiles de conductividad eléctrica se listan a continuación. Luego, se detalla la forma en que se realiza este tipo de monitoreo en terreno.

Materiales y/o equipos

- Sonda Conductividad KLL-Q-2 SEBA HYDROMETRIE
- Piseta con agua dulce

Metodología de medición

La medición de la conductividad eléctrica en los pozos de cuña salina, mediante un proceso de perfilaje en profundidad, se realiza mediante el procedimiento P-014 de SQM (adjunto en el Anexo 3.1). Pero a continuación, de forma genérica, los pasos seguidos son:

1) Verificación de estado de funcionamiento de sonda multiparamétrica
2) Ingreso de sonda en pozo hasta alcanzar el nivel freático
3) Descenso de sonda de forma gradual (cada 1 metro) y a una velocidad adecuada para la correcta medición de los parámetros.
4) Registro manual de los valores de conductividad y temperatura entregados por la sonda para cada 1 metro de profundidad.
5) Limpieza del material utilizado con agua dulce.
6) Descarga de los datos desde la sonda.

4.4.10. MEDICIÓN METEOROLOGÍA

La medición de los parámetros meteorológicos se realiza a partir de las estaciones que SQM dispone en el Salar (KCL y Chaxa). Las estaciones se encuentran equipados con los sensores que se detallan a continuación:

Materiales y/o equipos

- Evaporímetro: NOVALYNX 255-100
- Pluviómetro: Texas Electronics 525 M
- Barómetro: PTB 110 Vaisala
- Monitoreo del viento: Young 05103-5 WS
- Temperatura: T° HR HMP45C Vaisala
- Piranómetro CMP3

Metodología de medición

La recolección de información meteorológica se realiza mediante estaciones de monitoreo operadas por SQM. La medición se realiza automáticamente cada 5 minutos para precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura, mediante los sensores que se encuentran instalados en las estaciones. Esta información es descargada desde el data logger por personal de SQM semanalmente en el caso de la estación KCL y mensualmente en el caso de la estación Chaxa, información que es almacenada en servidores internos.

4.5. FECHA DE MEDICIÓN, MUESTREO Y/O ANÁLISIS

Las fechas de muestreo, medición y/o análisis que se reportan en este informe corresponden al segundo semestre de 2020, que comprende el período entre el 01 de julio y el 31 de diciembre, de 2020.

En el capítulo 5, que corresponde a la exposición de los resultados, quedan indicadas todas las fechas en las que se han tomado las medidas o se han recogido las muestras.

4.6. INCERTIDUMBRES ASOCIADAS A LOS MÉTODOS UTILIZADOS

En la ejecución de cualquier medición existe siempre asociado un grado de error o incertidumbre que depende, entre otros, de los siguientes factores:

- Habilidad y el conocimiento de la persona que realiza el muestreo y/o la medición.
- Precisión de los equipos.
- Calibración de equipos.
- Representatividad de las muestras.
- Condiciones ambientales.

La definición de un procedimiento para realizar la medición y verificar su cumplimiento se realiza con el objetivo de minimizar y controlar las incertidumbres existentes.

En la obtención de la cota piezométrica las incertidumbres se concentran en la precisión de los equipos de medición como son el pozómetro (± 5 mm[30]), la observación de la medida por parte del monitor (± 1 mm) y la precisión con la que se haya medido la cota del punto de referencia (± 1 cm); esta última depende del equipo de medición topográfica usado, además de las condiciones climáticas, el tiempo transcurrido (minutos) durante los registros de la medición en el punto y la distancia a la estación base, aunque, en general, es del orden de centímetros.

Para el caso de los puntos de medición continua, el valor del nivel se obtiene mediante transductores de presión. El transductor registra la presión cada 1 minuto, tal y como establece la Res. Ex. Nº1314 y, mediante un valor de densidad de referencia ingresado por el usuario, calcula y reporta el nivel de salmuera en profundidad desde el punto de referencia. Dado que los valores de densidad de referencia para los cálculos son obtenidos por mediciones de terreno efectuadas con frecuencia mensual, los valores de nivel reportados por los transductores cada 1 minuto tienen una incertidumbre debida a no contar con medidas de densidad con la misma frecuencia. En general, en los puntos de control de nivel freático ya sea de agua o salmuera, los

[30] De acuerdo a especificaciones técnicas del equipo, adjuntas en Anexo 3.1.

valores de densidad presentan oscilaciones de densidad pequeñas y la mayoría de los puntos de medición continua son de este tipo. Los valores de densidad pueden variar en mayor grado cuando los puntos de medición están ubicados en zonas de aguas aflorantes (reglillas) o cercanos a éstos, donde la salinidad y, por ende, la densidad puede aumentar sensiblemente durante largos períodos de evaporación o disminuir durante los eventos de precipitación. Los puntos de este tipo son la minoría de los de medición continua.

En la medición de parámetros fisicoquímicos en terreno y los parámetros medidos en laboratorios externos, la incertidumbre recae en la representatividad de la muestra en la que se miden los parámetros, el estado de calibración y adecuación del rango de trabajo de los equipos de medición, además claro está del rango de precisión del mismo equipo. En el caso de la necesidad de procesos de preparación de la muestra, como diluciones u otras manipulaciones, se incrementan las incertidumbres. Seguir los procedimientos en el caso de la medición de parámetros “in situ”, muestreo y cumplimiento de los estándares de calidad por parte de los laboratorios, en adición a tomar muestras por duplicado, pueden contribuir en minimizar y controlar las incertidumbres de los parámetros.

En la medición de caudales en cauces naturales, la incertidumbre recae en la medición del área de las secciones (± 0,1 m^2), la precisión de medición del molinete (± 0,1 m/s) y el régimen del flujo de agua (laminar-turbulento).

Para el caso de las mediciones de precipitación, evaporación, temperatura y velocidad del viento, la incertidumbre asociada está ligada a la precisión de los equipos utilizados en las estaciones meteorológicas, los que se deben mantener limpios y calibrados, de acuerdo con lo indicado por el fabricante (mayor detalle Anexo 3.1).

En la obtención de la superficie de las lagunas mediante el procesamiento de imágenes satelitales que se realiza en abril de cada año, la incertidumbre se asocia a la resolución de dichas imágenes (lo que se mide en función del tamaño del píxel de la imagen) y las decisiones posteriores que se requieren para el procesamiento y el mismo cálculo de los índices.

Sobre el efecto de la resolución de la imagen; a cada píxel de las imágenes se le asigna un valor correspondiente a la longitud de onda registrada por el satélite, que integra toda la información

del área del mismo píxel. Como consecuencia, a mayor tamaño de píxel, menor precisión. Las imágenes satelitales utilizadas para la medición de superficies lacustres presentadas en este documento tienen alta resolución espacial (pixeles pequeños), la que se presenta a continuación:

- Quickbird-II; 2,4x0,6 m
- Worldview-II; 2x0,5 m
- Geoeye-1; 1,65x0,4 m

Adicionalmente, cada 5 años se mide topográficamente la superficie de las lagunas (RTK). El resultado es una medición directa de la superficie de las lagunas. De este modo, la medición del mes de abril se compara con los resultados de la medición a partir de las imágenes satelitales a modo de validación de éstas. La incertidumbre de este método depende de la cantidad de puntos que se tomen en el perímetro de la laguna y el número de satélites disponibles durante la medición. El GPS (dependiendo del modelo) tiene un error aproximado de:

- Horizontal: 3 mm + 0,5 ppm (x longitud de línea de base)
- Vertical: 5 mm+ 0,5 ppm (x longitud de línea de base)
- Horizontal: 10 mm +1,0ppm
- Vertical: 15 mm + 1,0ppm

Por otro lado, la superficie de las lagunas se mide mediante estacas perimetrales, en los meses de enero, abril, julio y octubre. Este método es aproximado ya que utiliza la presencia de agua en ciertos puntos prefijados (estacas) para generar polígonos y así estimar la superficie cubierta con agua, por lo que es menos exacto que el método de las imágenes satelitales y que la medición mediante topografía.

Con respecto los caudales medidos mediante flujómetro Endress+Hauser Flowtec y Yokogawa tienen un error de ± 0,5 % del flujo medido, de acuerdo con las especificaciones técnicas de los equipos.

4.7. EVENTOS RELACIONADOS CON EL PERÍODO REPORTADO

A la fecha de presentación de este informe, se han producido una serie de eventos de los que es necesario dejar constancia:

i. Mediante la Res. Ex. Nº 962/2021 del 30 de abril de 2021, la SMA ha renovado las medidas provisionales que habían sido ordenadas mediante Res. Ex. Nº 1367/2020, de 6 de agosto de 2020, y Res. Ex N° 2141/2020, del 28 de octubre de 2020, que incluyen la aplicación de los umbrales de activación de fase I y II definidos para el Sistema Peine, tanto en el seguimiento del proyecto calificado mediante RCA N° 226/2006, como en los pozos PN-05B y PN-08A del sector Alerta Núcleo del Plan de Alerta Temprana del considerando 10.18 de la RCA N°21/2016, y las correspondientes medidas de control, cuando corresponda, dando continuidad a las respectivas acciones que contempla el PdC propuesto en el proceso rol F-041-2016.

ii. Con fecha 26 de octubre de 2020, la SMA mediante la Res. Ex. N° 29/Rol F-041-2016, de 26 de octubre de 2020, formuló observaciones al Programa de Cumplimiento Refundido, Coordinado y Sistematizado presentado por SQM Salar de 14 de septiembre de 2018 y complementado, mediante presentación de fecha 20 de noviembre de 2018. Ante ello, con fecha 30 de noviembre de 2020, SQM Salar presentó en la forma y oportunidad exigida, una nueva versión del Programa de Cumplimiento Refundido, Coordinado y Sistematizado y sus Anexos, que incorpora las observaciones consignadas en el Resuelvo I de la Resolución Exenta N°29/Rol F-041-2016. A la fecha de cierre de edición del presente reporte, se encuentra pendiente la decisión de la SMA respecto de la aprobación o rechazo del programa de cumplimiento propuesto.

iii. Durante el segundo semestre de 2020 y hasta la fecha de cierre de edición del presente reporte, se han producido las siguientes activaciones de Fase II. Todas ellas corresponden al primer semestre de 2021, por lo que serán abordadas en el Informe del PSAH Nº29. A continuación el detalle:

   a) **L1-G4 y L1-5**: estos indicadores han activado la Fase II los días 10 y 23 de abril 2021 respectivamente. Estas activaciones fueron informadas mediante las cartas GMPL 073/2021 y GMPL 084/2021. El día 10 de mayo de 2021 se hizo entrega del informe

de investigación correspondiente (carta GMPL 92/2021). Ambos indicadores se mantienen con la Fase II activada en el momento de la elaboración del presente reporte.

b) **L1-17**: este indicador activó la Fase II el día 3 de marzo de 2021, lo que fue informado mediante la carta GMPL 040/2021. El día 5 de abril de 2021 se hizo entrega del informe de investigación correspondiente (carta GMPL 066/2021). Este indicador salió de Fase II el día 25 de abril de 2021, lo que fue informado mediante la carta GMPL 085/2021.

c) **L2-27**: este indicador activó la Fase II el día 9 de febrero de 2021, lo que fue informado mediante la carta GMPL 029/2021. El día 11 de marzo de 2021 se hizo entrega del informe de investigación correspondiente (carta GMPL 51/2021). Este indicador salió de Fase II el día 10 de junio de 2021, lo que fue informado mediante la carta GMPL 113/2021.

5. RESULTADOS DEL SEGUNDO SEMESTRE DE 2020

En esta sección se presentan los resultados del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico y del Plan de Contingencias (PC), en este orden, obtenidos durante el segundo semestre del año 2020.

Los resultados son presentados de acuerdo con los criterios en materia de seguimiento ambiental definidos por la Superintendencia del Medio Ambiente mediante Res. Ex. Nº223/2015, y teniendo a la vista los cargos formulados por la autoridad ambiental en relación con el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (PSAH) en el marco del procedimiento sancionatorio de la SMA con Rol F-041-2016.

Adicionalmente, se han incorporado los resultados de la implementación de las acciones consideradas en el Programa de Cumplimiento (PdC) que se encuentran relacionadas con el PSAH y el PC, cuyo inicio de ejecución se comprometió durante el segundo semestre de 2018 y que actualmente se encuentra en evaluación a partir de las observaciones formuladas por la Superintendencia mediante Res. Ex. N°29/Rol F-041-2016. Dichas acciones son:

- Aumento de frecuencia de monitoreo de indicadores de estado de los Planes de Contingencia y del Sector Peine de mensual a diaria, a partir del 1 de diciembre de 2018, salvo para el caso de los indicadores que están dentro de la Reserva Nacional Los Flamencos (sectores Aguas de Quelana y Sistema Hidrológico de Soncor), donde la frecuencia de monitoreo se ajustará a lo indicado en el Protocolo de ingreso aprobado por Resolución Nº 56/2019 de CONAF.
- Aplicación de los umbrales de activación de fase I y/o II definidos para el Sistema Peine, tanto en el seguimiento del proyecto calificado mediante RCA 226/2006, como en los pozos PN-05B y PN-08A del sector Alerta Núcleo del Plan de Alerta Temprana del considerando 10.18 de la RCA Nº21/16, y las correspondientes medidas de control, cuando corresponda.

Como resultado de la implementación de estas dos acciones, a partir del segundo semestre de 2018 se reportan niveles observados con frecuencia diaria en los indicadores de estado de los

Planes de Contingencia, y se analiza el estado del PC provisional del Sistema Peine en los indicadores de estado y según los umbrales definidos en el PdC.

De manera que, de acuerdo con el Decreto Supremo N°38/2013 y la Res. Ex. Nº 127/2019, las mediciones de los indicadores de estado son efectuadas por SQM, ya que tienen una frecuencia diaria.

Dicho todo lo anterior y junto con lo establecido en la RCA 226/2006, en la Tabla 5-1 se muestra la relación de cada parámetro junto con la frecuencia de medición comprometida y el detalle del responsable asociado, según deba ser una ETFA o SQM. Tal y como puede verse en la misma tabla, existen mediciones adicionales y voluntarias en el caso de los niveles y los aforos; en el caso de los niveles de los indicadores de estado, desde este semestre reportado (segundo semestre de 2020), SQM solicitó a la ETFA que realizara mediciones mensuales adicionales con el objetivo de validar las mediciones realizadas por SQM.

De esta forma, los resultados que se muestran en las tablas de este capítulo 5, corresponden solo a las mediciones comprometidas (ver “Medición comprometida” en la Tabla 5-1) y en los gráficos se muestran ambas mediciones (comprometida y voluntaria). No obstante, el resultado completo de las mediciones de este semestre (comprometidas y voluntarias) se entregan de forma tabulada en los respectivos anexos. Además, para todos los grupos de pozos, como novedad en este reporte, se presenta una tabla con el recuento mensual de las mediciones de nivel efectuadas en cada punto por cada empresa; SQM o SEGEA, que es la ETFA que ha realizado el monitoreo de esta variable durante este semestre.

Tabla 5-1: Detalle de la frecuencia y el responsable de las mediciones según éstas sean comprometidas o tomadas de forma voluntaria

Tipo de punto	Parámetro de medición	Medición comprometida		Medición voluntaria	
		Frecuencia de medición	Responsable de la medición	Frecuencia de medición	Responsable de la medición
Punto del PSAH	Nivel	Mensual	ETFA	Mensual	SQM
	Caudal de agua (aforos)	Mensual	ETFA	Mensual	SQM
	Calidad	Trimestral	ETFA	-	-
	Meteorología	5 minutos	SQM	-	-
	Superficie lacustre	5 años/ anual/trimestral	SQM (mediante empresa especializada)	-	-
	Caudal bombeado	1 minuto	SQM	-	-
Indicador de estado	Nivel	Diaria	SQM	Mensual	ETFA

Fuente: Elaboración propia

5.1. MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO

En el presente capítulo se exponen los registros de los monitoreos, mediciones y/o análisis efectuados en el marco del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico desde julio hasta diciembre de 2020, agrupados según los siguientes sistemas y áreas de control (ver apartado 4.1.2):

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

Las variables monitoreadas en cada uno de estos sistemas, según corresponda, han sido agrupadas de la siguiente forma (ver apartado 4.2):

- Nivel del agua (subterránea y superficial)
- Meteorología
- Caudal bombeado
- Calidad química
- Aforos de caudal
- Superficie lacustre

En los siguientes apartados, se hace una descripción sobre el contexto en que se han llevado a cabo las mediciones y/o análisis y en ocasiones también una breve descripción de los valores

resultantes, aunque el análisis más detallado respecto la tendencia histórica se desarrolla en el capítulo 6.

Para una mejor comprensión del seguimiento ambiental objeto del presente reporte, y sobre la base a los distintos comportamientos esperados, los resultados del monitoreo en cada sistema han sido sectorizados de acuerdo con las zonas acuíferas definidas en la Figura 4-2, esto es; zona aluvial, zona marginal y zona núcleo.

A modo de facilitar la visualización e interpretación conjunta del seguimiento ambiental, se ha optado por presentar mediante gráficos todos los resultados obtenidos en el período, ya sean éstos puntuales, continuos o efectuados por alguna entidad externa (si fuere el caso), junto con las tablas que detallan la fecha y la medición puntual correspondiente. En el caso de los pozos pertenecientes al PC, que disponen de una medida diaria, en las tablas se exponen los máximos y mínimos mensuales a modo de referencia. No obstante, los datos diarios tabulados resultantes, se entregan en el anexo correspondiente a los niveles (Anexo 6).

En el caso de los niveles, para cada punto se presenta tanto la fecha de monitoreo como el nivel del agua subterránea o superficial (según corresponda) expresado en metros por sobre el nivel medio del mar (msnm). En el Anexo 6.1 se presenta en forma tabulada la información de todos los monitoreos efectuados para el período objeto del presente informe de agua subterránea y superficial, de acuerdo con el formato establecido en la Res. Ex. N° 894/2020, que incluye las mediciones en metros por sobre el nivel medio del mar (msnm), metros bajo el punto de referencia (mbpr) y metros bajo el nivel del terreno (mbnt).

Cabe mencionar que en este semestre se ha efectuado una auditoría realizada por Golder Associates (solicitada por SQM), la que se ha llevado a cabo en noviembre de 2020; los antecedentes se encuentran en el Anexo 6.3.

En el Anexo 4 se adjuntan los informes elaborados por parte de la ETFA de niveles y medición de caudal de agua subterránea, donde además se respalda y justifica en el caso que los puntos no hayan podido ser visitados.

Los resultados de los aforos (caudal de agua superficial) se encuentra en el Anexo 9 de acuerdo con el formato establecido en la Res. Ex. 894/2029. El caudal medio mensual resultante de las extracciones de los pozos de agua industrial para este semestre se entrega en el Anexo 8. En el Anexo 10.1 se presentan las mediciones recopiladas de las estaciones meteorológicas.

En el Anexo 7 se agrupa toda la información referente al monitoreo de calidad: en el Anexo 7.1 se entregan todos los informes entregados por las ETFAs, donde también se indican los puntos que no pudieron ser muestreados. En el Anexo 7.2 se entregan todas las comunicaciones que se han intercambiado con los diferentes laboratorios. Finalmente, en el Anexo 7.3 se entregan todos los resultados de calidad obtenidos para este segundo semestre de 2020 de acuerdo con el formato establecido en la Res. Ex. 894/2029, esto incluye también los perfiles de conductividad eléctrica.

Por otro lado, en el Anexo 5 se presentan todas las comunicaciones y resoluciones que afectan al actual periodo reportado; para este semestre caracterizado por el cierre total de la Reserva durante todo el periodo, no hay cartas ni resoluciones de gestión de ingreso. En el Anexo 5.1 se agrupa todo lo referente a la gestión de ingreso al sector del Sistema Peine que está controlado por la Comunidad de Peine (cartas de SQM solicitando ingreso y comunicaciones por parte de la comunidad). En el Anexo 5.2 se entregan ordenadas todas las cartas (junto con los comprobantes de ingreso) con las que se han notificado las activaciones y desactivaciones de Plan de Contingencia.

Por último, en el Anexo 11 se entrega de forma tabulada el detalle de la estratigrafía y habilitación de los piezómetros y pozos que forman parte de la red del PSAH que se presentan en este reporte.

5.1.1. RESUMEN DE PUNTOS NO VISITADOS

Este semestre, así como los anteriores, se caracteriza por las restricciones que supone para el monitoreo del PSAH el “Protocolo de monitoreo ambiental para sector Soncor, Tambillo y Aguas de Quelana de la Reserva Nacional Los Flamencos”, ya que mantiene limitado el acceso a las zonas de la Reserva Nacional Los Flamencos (RNF). Este protocolo entró en vigor el 14 de junio de 2019 de forma permanente, según Resolución Nº 56/2019 de la Región de Antofagasta.

En adición, debido a la contingencia sanitaria producida por la pandemia de la COVID-19, a través de la Resolución Nº162/2020, se determinó el cierre preventivo de todas las Áreas Silvestres Protegidas del Estado administradas por CONAF desde el 18 de marzo de 2020[31] y hasta nuevo aviso. Por lo que durante el segundo semestre de 2020 se ha mantenido cerrado el ingreso a las áreas de RNF Soncor y Aguas de Quelana. A continuación, se dan detalles del efecto que esto ha producido sobre el monitoreo del PSAH para el periodo reportado.

Respecto el sistema Soncor, no han podido visitarse las lagunas Barros Negros, Chaxa y Puilar. Esto ha implicado que no ha sido posible su muestreo de calidad, medidas de nivel (en las reglillas) ni tampoco ha sido posible la medición de su superficie mediante estacas perimetrales. Dentro del área se encuentran además 41 puntos de monitoreo (dos de los cuales son aforos, el resto son pozos) y que no han podido ser visitados. Esto implica que no se han podido tomar medidas de nivel ni se han podido descargar los datos continuos de los Level Troll.

No obstante, el 4 de enero de 2021 se informó a SQM mediante la carta oficial Nº 1/2021 de CONAF del restablecimiento del protocolo definido en la resolución Nº 56/2019 a partir del 18 de enero de 2021 como fecha tentativa. Finalmente, el día 28 de enero de 2021, CONAF emitió la carta oficial Nº 4/2021 en la que informa de los días disponibles para ingreso de nuevo a la reserva entre enero y marzo de 2021 y, más tarde, en la carta Nº 7/2021 se informa los días de acceso de los meses entre abril y junio de 2021[32]. Por lo que durante el primer semestre de 2021 se ha logrado ingresar a RNF y se ha procedido a rescatar la información de todos los niveles continuos (a excepción del L7-G2 Pozo y la Reglilla Chaxa SQM, del Sistema Soncor). Cabe mencionar que algunos puntos llevaban sin ser visitados desde el segundo semestre de 2019, por lo que en el Anexo 6 se entrega la información de niveles tabulada y que completa el registro faltante de los informes PSAH Nº 25, 26 y/o 27, en cada caso.

Es necesario recalcar que, de entre los puntos que no han podido visitarse en RNF Soncor durante el segundo semestre de 2020, se encuentra el pozo L7-4. Se trata de un indicador de

[31] Esto fue referenciado en el informe PSAH Nº27.

[32] Se darán más detalles en el informe PSAH Nº29, ya que estos detalles corresponden al primer semestre de 2021.

estado del Plan de Contingencia del sistema Soncor; este punto llevaba sin poderse visitar desde septiembre de 2019, y aunque recién en marzo de 2021 se pudo visitar, durante este tiempo no se conocía el estado en el que se encontraba con respecto a sus umbrales de fase. En otro sentido, como consecuencia de la restricción de acceso a RNF del sistema Soncor, hay dos pozos (1027 y L7-7) que, si bien no se encuentran dentro del área de RNF, sus caminos de acceso se encuentran controlados por CONAF y la comunidad de Toconao, por lo que, en estos casos, tampoco ha sido posible su visita durante este segundo semestre de 2020.

Con respecto el sistema Aguas de Quelana, el cierre de la reserva implica que no han podido ser visitados un total de 33 puntos; 5 reglillas, 27 pozos y 1 punto para el seguimiento de la interfaz salina (Cuña 5). De entre los pozos, se encuentran 6 indicadores de estado (L3-9, L3-11, L4-8, L4-10, L4-12, L5-10) que, de la misma forma, no han podido ser visitados durante el segundo semestre de 2020. No obstante, el pozo L2-27, que también es indicador de estado (sistema de Vegetación del Borde Este - Vegetación Hidromorfa) y que se encuentra dentro de la reserva, sí ha mantenido su visita diaria[33]. Este punto activó Fase II en abril de 2020 (al mes siguiente recuperó el nivel desactivando tanto la Fase I como la Fase II[34]). Como consecuencia y debido al comportamiento que se viene registrando en este punto, se hace necesario su seguimiento continuo. De hecho, en el momento de la elaboración del presente reporte, este indicador sobrepasó el nivel de la Fase II, en específico, el día 9 de febrero de 2021. Este hecho fue debidamente informado a la autoridad, tomándose todas las medidas comprometidas y será reportado en el informe PSAH correspondiente (Informe Nº 29, actualizado con información del primer semestre 2021).

Además de las restricciones de acceso a la Reserva Nacional antes descrito, otro factor que ha impedido realizar el levantamiento de información ha sido la negativa por parte de la Comunidad de Peine al ingreso del personal de SQM (o personal subcontratado por SQM) a parte del Sistema

[33] El acceso a este indicador se ha mantenido sin respaldo formal ya que el pozo se encuentra a 20m del límite de la reserva, por lo que no se estima que se hayan producidos afectaciones a la Reserva y de esta forma se ha podido mantener el control de estado del indicador con respecto su s umbrales de activación.

[34] Estos hechos fueron descritos y reportados en el anterior informe PSAH Nº 27.

Peine. Esto ha imposibilitado visitar en este segundo semestre 2020 2 pozos tipo cuña, 13 pozos para medida de nivel (1 de ellos se muestrea para calidad trimestralmente), 3 reglillas para medida de nivel agua superficial, 2 puntos de aforo y el acceso a las 3 lagunas para medidas de superficie lagunar (estacas perimetrales) y muestreo químico. SQM solicitó autorización a la Directiva de la Comunidad de Peine para el ingreso en los meses de julio, agosto y septiembre (de 2020), según las cartas GMPL 109/2020, GMPL 120/2020 y GMPL 162/2020, sucesivamente. No se recibió respuesta en ningún caso. El día 1 de diciembre de 2020 se recibió la carta Nº81/2020, de la Comunidad de Peine la cual decretaba el cierre de su área entre los meses de octubre de 2020 a febrero de 2021 como medida de protección a estas zonas sensibles durante los meses de reproducción y nidificación de flamencos. Todas las comunicaciones anteriormente mencionadas, se encuentran adjuntas en el Anexo 5. No obstante lo anterior, es necesario mencionar que la Comunidad procedió a dar autorización para el ingreso a partir del mes de enero de 2021, conforme a la cual se han podido visitar puntos que no se habían podido medir desde 2018. Estos datos y los respaldos correspondientes serán detallados en el informe PSAH Nº 29, que reportará el monitoreo efectuado durante el primer semestre de 2021.

Finalmente, los 3 puntos ubicados en el sector de Tambillo, al norte del sistema Soncor, siguen sin poder ser visitados debido a la existencia de una barrera y un pretil que corta el camino de acceso e impiden llegar a los puntos de medición (ver Figura 5-1), ya que este acceso se encuentra controlado por la Comunidad de Coyo desde noviembre de 2019, la que no ha entregado su autorización y por lo que no se ha podido visitar desde esta fecha. Esta situación se reporta en cada uno de los reportes mensuales que efectúa la ETFA y que se encuentran en el Anexo 4.

Figura 5-1: Detalle de la barrera que corta el acceso al sector de Tambillo



Fuente: Elaboración propia.

Los siguientes apartados describen el resultado del muestreo para el segundo semestre de 2020, para cada sistema o área de muestreo. Como se puede extraer de lo antes descrito, existe un importante número de puntos que no han podido visitarse, por lo que al inicio de cada apartado se expone una tabla resumen de los puntos que no han podido visitarse en cada mes, junto con el motivo principal que lleva a esa situación. El respaldo de los puntos no visitados se encuentra en el anexo respectivo a cada variable (nivel, calidad y aforos), los que ha sido reportado por la ETFA correspondiente en el caso que corresponda (ver "Medición comprometida" de la Tabla 5-1).

5.1.2. SISTEMA SONCOR

De acuerdo con lo indicado en la Sección 4, el PSAH del Sistema Soncor considera el monitoreo de las siguientes variables: nivel del agua superficial y subterránea (86 puntos), meteorología (1 estación), caudal bombeado (2 puntos), calidad química (17 puntos), aforos de caudal (2 puntos) y superficie lacustre (3 lagunas). Los resultados para el segundo semestre de 2020 se presentan a continuación. Previamente, en la Tabla 5-2 se muestra el resumen de la infraestructura no visitada para este periodo.

Tabla 5-2: Resumen de puntos no visitados en el Sistema Soncor por una ETFA

Identificación	Tipo	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	Motivos
E. Barros Negros	E. Aforo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
E. Puente San Luis	E. Aforo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
1027	Pozo	x	x	x	x	x	x	No se encuentra dentro de RNF, pero el camino para su acceso sí, a través de la carretera del centro turístico de Chaxa
L1-10	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L11-1	Pozo	x	x	x	x	x	x	Pretil corta acceso
L1-11	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L11-2	Pozo	x	x	x	x	x	x	Pretil corta acceso
L1-12	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L1-13	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L1-14	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L1-15	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L1-16	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L1-8	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L1-9	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L2-22	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L2-23	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L2-24	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L7-10	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L7-11	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L7-12	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L7-4	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L7-5	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L7-7	Pozo	x	x	x	x	x	x	No se encuentra dentro de RNF, pero el camino para su acceso sí, a través de la carretera del centro turístico de Chaxa
L7-G2 Pozo	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
P1-5	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
P1-6	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
P1-7	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
P2-4	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
P2-5	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
RC-1	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
RC-2	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
RC-3	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
RC-4	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
RC-5	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
RC-6	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
RC-7	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
Reglilla Barros Negros SQM	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
Reglilla Barros Negros CONAF	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
Reglilla Burro Muerto SQM	Reglilla	xx	x	x	xx	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
Reglilla Burro Muerto CONAF	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
Reglilla Chaxas SQM	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
Reglilla Chaxas CONAF	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L11-G1	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Pretil corta acceso
L7-G1	Reglilla	xx	x	x	xx	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
L7-G2 Reglilla	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
Puente San Luis Reglilla	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor

Puente San Luis Pozo	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
Reglilla Puilar SQM	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
Reglilla Puilar CONAF	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Soncor
Laguna Barros Negros	Laguna	xx	NA	NA	xx	NA	NA	Restricción de ingreso a RNF Soncor
Laguna Chaxas	Laguna	xx	NA	NA	xx	NA	NA	Restricción de ingreso a RNF Soncor
Laguna Puilar	Laguna	xx	NA	NA	xx	NA	NA	Restricción de ingreso a RNF Soncor

Fuente: Elaboración propia. x: punto no visitado; xx: punto no muestreado en la campaña de calidad-

Nivel del agua subterránea y superficial

Se presentan los niveles de todos los pozos y reglillas que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Soncor, tal como se muestra en la Figura 4-4 y en la Tabla 4-3. Los resultados de las mediciones del presente apartado no se contrastan con límites de control, ya que el PSAH solo define umbrales para aquellos puntos que pertenecen al PC y éstos se muestran junto con sus umbrales en el apartado 5.2.

Los pozos L1-3, L2-4 y L7-3 forman parte tanto del monitoreo de niveles del sistema Soncor como del sistema Vegetación Borde Este, pero para mayor claridad de su presentación, solo serán presentados en esta sección.

Pozos en zona aluvial

A continuación, se presentan los resultados de los monitoreos efectuados en el segundo semestre del año 2020 en los 11 puntos de control de nivel del acuífero de la zona aluvial del Sistema Soncor. El resultado de todo el monitoreo de niveles (tanto el comprometido, como el adicional) se muestra entre la Figura 5-2 (niveles estáticos) y la Figura 5-3 (niveles dinámicos de los pozos de extracción de agua industrial).En la Tabla 5-3 se muestra el resultado obtenido por la ETFA para estos puntos, que es quien debe realizar las mediciones. Por otro lado, en el caso de los pozos L1-3, L7-6 y L2-7 se muestran las medidas mínimas y máximas mensuales ya que esto puntos pertenecen al Plan de Contingencias y por tanto son monitoreados de forma diaria por SQM. No obstante, tal y como se ha descrito anteriormente, se ha solicitado a la ETFA que realice mediciones mensuales adicionales en estos puntos con el fin de respaldar las mediciones de SQM.

El detalle del número de mediciones efectuadas en cada infraestructura, para cada mes y para cada empresa se puede consultar en la Tabla 5-4, de esta forma se puede ver de forma clara el

número de mediciones totales que se han realizado en cada caso, pues en las tablas solo se muestran los resultados correspondientes a las mediciones comprometidas. Gráficamente sí se estan mostrando todos los valores y en el Anexo 6.1 se encuentran de forma tabulada.

Tal y como puede verse, toda la infraestructura de este sector ha podido visitarse con regularidad. Incluso existe un aumento en la frecuencia de medición L1-1, L1-2, L2-2 y L2-3 por parte de SQM, ya que se estimó oportuno aumentar el conocimiento de este sector debido a las recientes activaciones de fase II de los indicadores L1-17 y L2-27 (L2-27 en abril 2020 y febrero 2021; L1-17 en marzo 2021).

Tabla 5-3: Registro de niveles zona aluvial Sistema Soncor

L1-1		L1-2		L2-2		L2-3	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
19/07/2020 12:22	2.328,318	19/07/2020 15:42	2.324,452	19/07/2020 11:36	2.323,642	19/07/2020 11:55	2.322,572
24/07/2020 10:05	2328,328 (1)	21/08/2020 12:43	2.324,450	21/08/2020 10:57	2.323,632	28/07/2020 12:16	2322,580 (1)
21/08/2020 14:17	2.328,370	21/09/2020 14:20	2.324,445	27/08/2020 12:09	2323,634 (1)	21/08/2020 11:14	2.322,571
27/08/2020 12:37	2328,347 (1)	26/09/2020 10:07	2324,423 (1)	19/09/2020 17:27	2.323,637	27/08/2020 11:51	2322,572 (1)
21/09/2020 10:12	2.328,305	21/10/2020 17:12	2.324,453	26/09/2020 16:16	2323,635 (1)	19/09/2020 16:47	2.322,561
26/09/2020 13:58	2328,35 (1)	21/11/2020 16:32	2.324,450	21/10/2020 15:06	2.323,623	21/10/2020 14:51	2.322,568
21/10/2020 15:52	2.328,376	26/11/2020 14:25	2324,447 (1)	21/11/2020 12:15	2.323,622	21/11/2020 12:34	2.322,563
21/11/2020 12:57	2.328,385	19/12/2020 11:21	2.324,437	26/11/2020 15:21	2323,647 (1)	26/11/2020 15:00	2322,574 (1)
19/12/2020 12:37	2.328,403	26/12/2020 8:54	2324,428 (1)	19/12/2020 9:51	2.323,611	19/12/2020 10:06	2.322,550
26/12/2020 10:05	2328,386 (1)			25/12/2020 15:51	2323,652 (1)		

L7-1		L7-2		Mullay-1		Allana	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
19/07/2020 13:44	2.332,782	19/07/2020 13:58	2.329,783	19/07/2020 12:40	2.329,264	24/07/2020 16:19	2320,835
21/08/2020 13:43	2.332,792	28/07/2020 12:53	2329,786 (1)	21/08/2020 14:36	2.329,312	19/08/2020 17:15	2320,803
27/08/2020 10:19	2332,774 (1)	21/08/2020 13:20	2.329,796	21/09/2020 10:36	2.329,272	27/08/2020 13:19	2320,923 (1)
21/09/2020 11:37	2.332,754	27/08/2020 10:33	2329,775 (1)	26/09/2020 14:25	2329,320 (1)	19/09/2020 17:10	2320,872
26/09/2020 15:24	2332,800 (1)	21/09/2020 11:57	2.329,774	21/10/2020 16:09	2.329,347	26/09/2020 16:35	2320,872 (1)
23/10/2020 11:07	2.332,785	23/10/2020 11:30	2.329,787	21/11/2020 13:17	2.329,367	21/10/2020 15:23	2320,878
21/11/2020 15:37	2.332,843	21/11/2020 15:58	2.329,818	19/12/2020 12:53	2.329,392	21/11/2020 11:47	2320,864
19/12/2020 12:06	2.332,849	19/12/2020 11:48	2.329,810			19/12/2020 9:27	2320,854

L1-3			L7-6			L2-7		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	mínimo	máximo		mínimo	máximo		mínimo	máximo
jul-20	2.319,844	2.319,853	jul-20	2.318,790	2.318,795	jul-20	2.325,376	2.325,401
ago-20	2.319,843	2.319,859	ago-20	2.318,788	2.318,798	ago-20	2.325,377	2.325,407
sep-20	2.319,845	2.319,850	sep-20	2.318,792	2.318,802	sep-20	2.325,380	2.325,395
oct-20	2.319,840	2.319,849	oct-20	2.318,802	2.318,810	oct-20	2.325,384	2.325,409
nov-20	2.319,834	2.319,844	nov-20	2.318,796	2.318,806	nov-20	2.325,382	2.325,411
dic-20	2.319,822	2.319,839	dic-20	2.318,784	2.318,796	dic-20	2.325,393	2.325,414

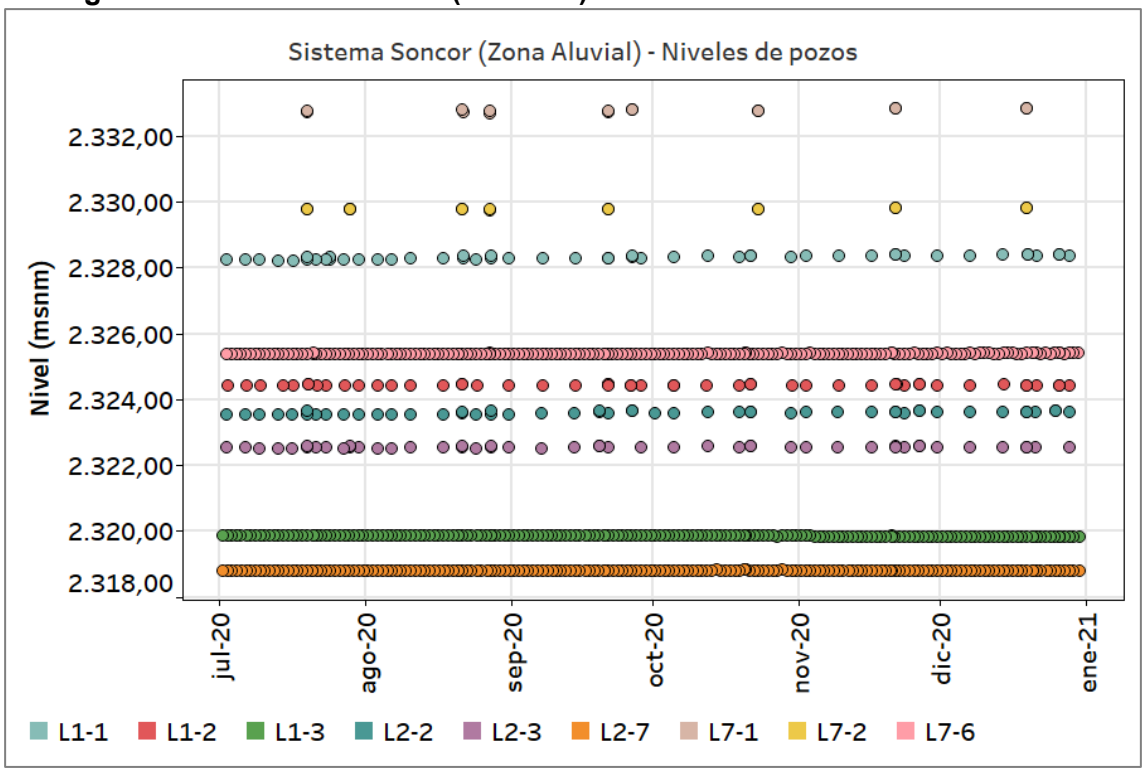
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. (1) Corresponde a una remedición.

Tabla 5-4: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
ALLANA	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1
L1-1	2	2	2	1	1	2	11	8	5	5	6	6
L1-2	1	1	2	1	2	2	10	7	6	6	7	6
L1-3	1	2	1	1	1	2	31	32	30	32	30	31
L2-2	1	2	2	1	2	2	10	8	5	6	7	6
L2-3	2	2	1	1	2	1	11	8	5	5	7	5
L2-7	1	1	1	1	1	1	31	31	30	32	30	30
L7-1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1
L7-2	2	2	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1
L7-6	1	2	1	1	1	2	31	32	30	32	30	31
MULLAY-1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1

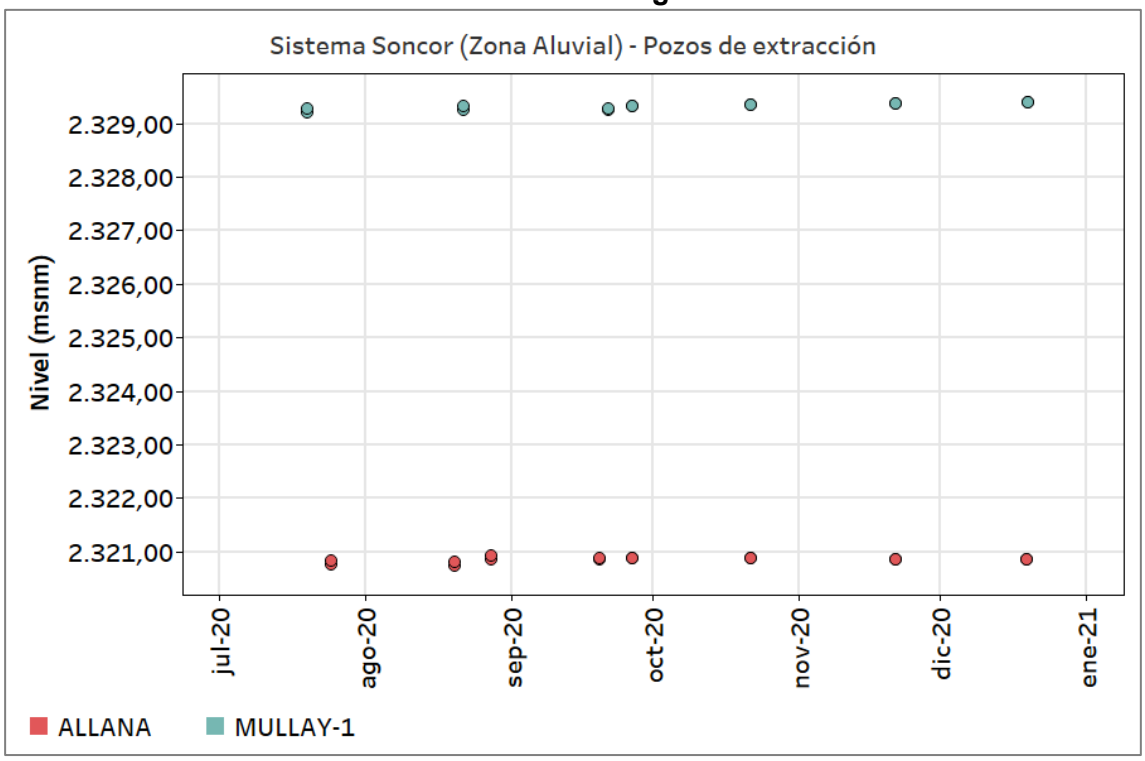
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-2: Nivel observado (m s.n.m.) en zona aluvial del Sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Figura 5-3: Nivel dinámico observado (m s.n.m.) en zona aluvial de Sistema Soncor – Pozos de extracción de agua industrial



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Pozos en zona marginal

En esta sección se presentan los resultados del monitoreo efectuado durante el segundo semestre del año 2020 en los 60 puntos de control de nivel ubicados en la zona marginal del Sistema Soncor, de los cuales 16 poseen medición continua.

Debido al número de puntos y a la extensión del Sistema Soncor se opta por subdividir la presentación de los resultados obtenidos de acuerdo con la ubicación geográfica, dando como resultado seis subgrupos: subsector Puilar, subsector Este de las Lagunas Chaxa y Barros Negros, subsector Oeste y Sur de la Laguna Chaxa, subsector Descarga Cola de Pez, subsector Desborde Sur de la Laguna Barros Negros y Sector Norte de Laguna Chaxa. A continuación, se muestran los resultados para cada grupo.

Subsector Puilar

A continuación, se presenta el resultado del monitoreo para este segundo semestre de 2020 en el subsector de Puilar. De este grupo, solo se ha tenido acceso al pozo L7-3 el cual, por ser indicador de estado, tiene una medición diaria por parte de SQM y, de la misma forma que en el resto de los sectores, también ha sido medido mensualmente por la ETFA. En la

Tabla 5-5 se muestra el valor máximo y mínimo mensual resultante de las mediciones de SQM, pero en el Anexo 6.1 se entregan de forma tabulada todas las mediciones efectuadas en el pozo (incluyendo las realizadas por la ETFA SEGEA). No obstante, en la Figura 5-4 se muestra el resultado gráfico de todas las mediciones (las realizadas por SQM y SEGEA). En la Tabla 5-6 se encuentra el detalle del recuento de las mediciones mensuales realizadas por cada empresa, de esta forma se puede ver de forma clara el número de mediciones totales que se han realizado en cada caso, pues en las tablas solo se muestran los resultados correspondientes a las mediciones comprometidas. Gráficamente sí se están mostrando todos los valores y en el Anexo 6.1 se encuentran de forma tabulada.

El pozo L7-4 también forma parte del Plan de Contingencias, por lo que se debe medir a diario, pero durante el periodo a reportar (segundo semestre de 2020), no se ha podido visitar el punto (se encuentra dentro de RNF), por lo que no se dispone de ninguna medida manual. Con respecto las medidas continuas, recién en el primer semestre de 2021 se ha podido acceder al punto, por lo que se ha procedido a la descarga de los datos. En la Figura 5-4 se muestran para el presente periodo de reporte y en el Anexo 6.1 se hace entrega de los datos que vienen faltando desde el 25 de septiembre de 2019, que fue el último día que se visitó. De esta forma se complementa lo faltante con respecto los informes PSAH Nº 26 y 27.

Los puntos L7-7 y 1027 no se encuentran dentro de RNF, pero como ya se ha mencionado anteriormente, el acceso a estos está controlado por CONAF y la Comunidad de Toconao, por lo que la visita a estos pozos queda supeditada a los permisos de traspaso de la barrera del centro turístico de Chaxa, de manera que, para este periodo de reporte, no se dispone de ninguna medida.

Tabla 5-5: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector Puilar

L7-4		L7-7		1027	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
ene-20	S/I	**20/07/2020 12:00**	S/I	**20/07/2020 12:00**	S/I
feb-20	S/I	**20/08/2020 12:00**	S/I	**20/08/2020 12:00**	S/I
mar-20	S/I	**20/09/2020 12:00**	S/I	**20/09/2020 12:00**	S/I
abr-20	S/I	**20/10/2020 12:00**	S/I	**20/10/2020 12:00**	S/I
may-20	S/I	**20/11/2020 12:00**	S/I	**20/11/2020 12:00**	S/I
jun-20	S/I	**20/12/2020 12:00**	S/I	**20/12/2020 12:00**	S/I

L7-3		
Mes	**Nivel (m s.n.m.)**	
	mínimo	**máximo**
jul-20	2.313,484	2.313,526
ago-20	2.313,525	2.313,581
sep-20	2.313,551	2.313,580
oct-20	2.313,512	2.313,552
nov-20	2.313,467	2.313,512
dic-20	2.313,422	2.313,466

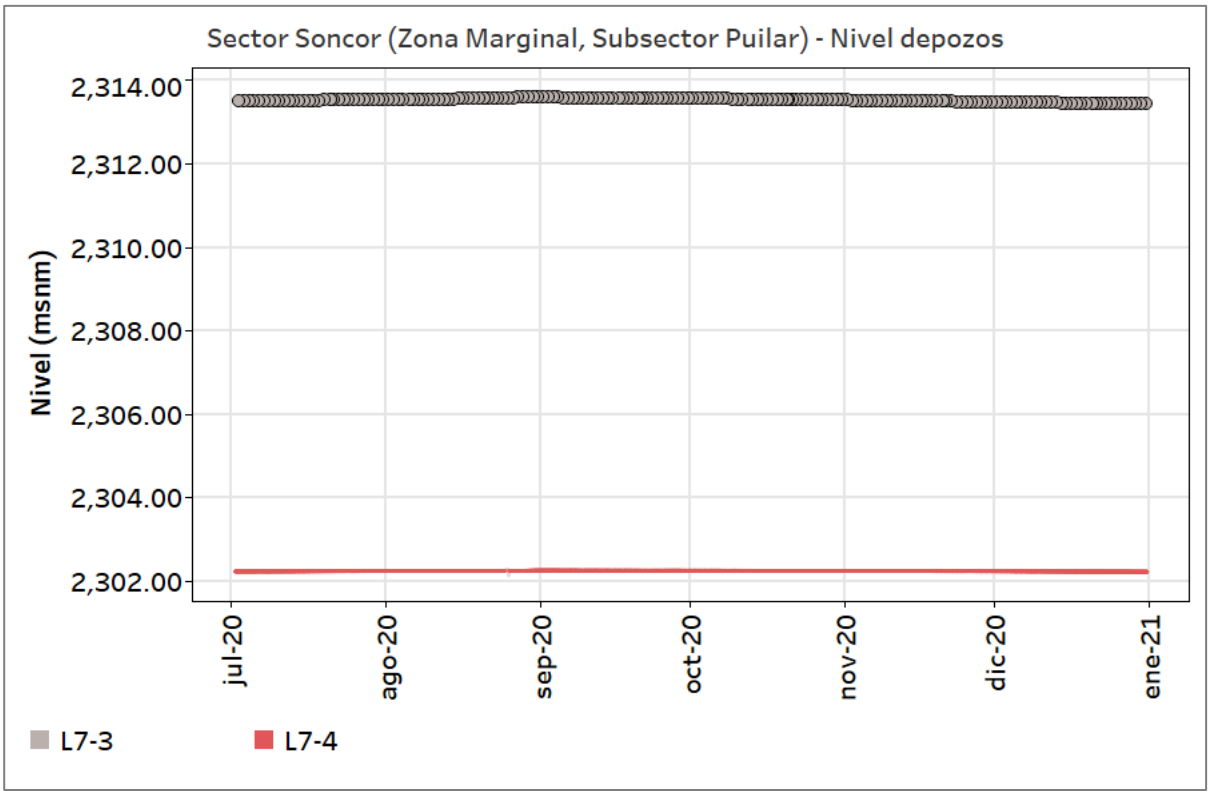
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

Tabla 5-6: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
L7-3	1	1	1	1	1	1	31	31	30	32	30	30

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-4: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal Sistema Soncor – Subsector Puilar



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Subsector este de lagunas Chaxa y Barros Negros

Para el subsector ubicado al este de las lagunas de Chaxa y Barros Negros, en la Tabla 5-7 se presentan los resultados de los niveles medidos para los 11 piezómetros ubicados en esta zona. De estos, el L1-4 y L2-4 pertenecen al PC, por lo que se muestran las medidas máximas y mínimas mensuales realizadas por SQM. En la Tabla 5-8 se encuentra el detalle del recuento de las mediciones mensuales realizadas por cada empresa, de esta forma se puede ver de forma clara el número de mediciones totales que se han realizado en cada caso, pues en la Tabla 5-7 solo se muestran los resultados correspondientes a las mediciones comprometidas. Gráficamente (Figura 5-5) sí se están mostrando todos los valores y en el Anexo 6.1 se encuentran de forma tabulada.

Como puede verse, los pozos L1-6, L2-8 y L1-7 y los indicadores de estado L1-4 y L2-4 son los puntos que han podido visitarse durante este segundo semestre de 2020, y han sido medidos con la frecuencia estipulada. Del resto de los pozos no se dispone de ninguna medición manual en este periodo al encontrarse dentro de RNF.

Tabla 5-7: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector este de las lagunas Chaxa y Barros Negros

L1-6		L1-7		L1-9		L1-10	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
17/07/2020 17:08	2.300,021	**17/07/2020 16:51**	2.299,824	**18/07/2020 12:00**	S/I	**18/07/2020 12:00**	S/I
18/08/2020 10:54	2.300,016	**18/08/2020 10:36**	2.299,818	**18/08/2020 12:00**	S/I	**18/08/2020 12:00**	S/I
18/09/2020 11:42	2.300,060	**18/09/2020 11:28**	2.299,923	**18/09/2020 12:00**	S/I	**18/09/2020 12:00**	S/I
18/10/2020 11:26	2.300,056	**18/10/2020 11:02**	2.299,897	**18/10/2020 12:00**	S/I	**18/10/2020 12:00**	S/I
19/11/2020 11:55	2.300,039	**19/11/2020 11:45**	2.299,849	**18/11/2020 12:00**	S/I	**18/11/2020 12:00**	S/I
18/12/2020 9:10	2.300,021	**18/12/2020 8:55**	2.299,822	**18/12/2020 12:00**	S/I	**18/12/2020 12:00**	S/I

L1-15		L1-16		L7-10		L7-11	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
19/07/2020 12:00	S/I	**19/07/2020 12:00**	S/I	**19/07/2020 12:00**	S/I	**19/07/2020 12:00**	S/I
19/08/2020 12:00	S/I	**19/08/2020 12:00**	S/I	**19/08/2020 12:00**	S/I	**19/08/2020 12:00**	S/I
19/09/2020 12:00	S/I	**19/09/2020 12:00**	S/I	**19/09/2020 12:00**	S/I	**19/09/2020 12:00**	S/I
19/10/2020 12:00	S/I	**19/10/2020 12:00**	S/I	**19/10/2020 12:00**	S/I	**19/10/2020 12:00**	S/I
19/11/2020 12:00	S/I	**19/11/2020 12:00**	S/I	**19/11/2020 12:00**	S/I	**19/11/2020 12:00**	S/I
19/12/2020 12:00	S/I	**19/12/2020 12:00**	S/I	**19/12/2020 12:00**	S/I	**19/12/2020 12:00**	S/I

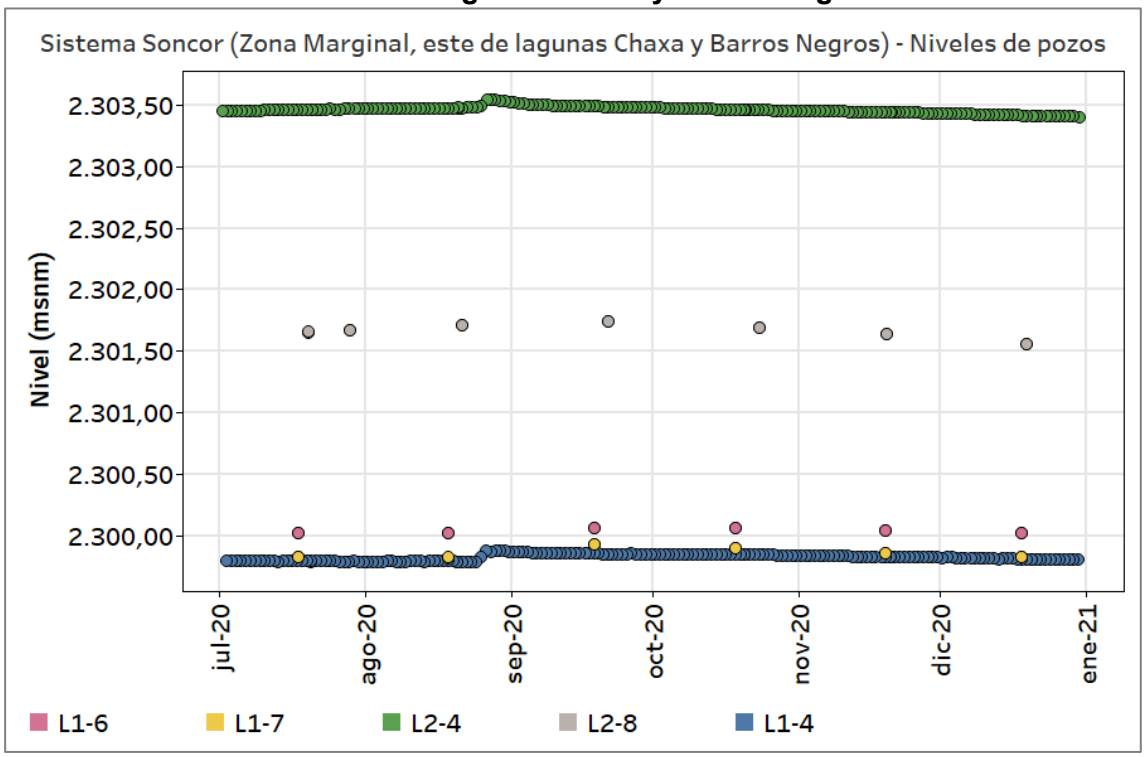
L2-8		L1-4			L2-4		
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Mes**	**Nivel (m s.n.m.)**		**Mes**	**Nivel (m s.n.m.)**	
19/07/2020 16:41	2.301,652		**mínimo**	**máximo**		**mínimo**	**máximo**
28/07/2020 13:34	2301,664 (1)	**jul-20**	2.299,784	2.299,798	**jul-20**	2.303,446	2.303,465
21/08/2020 11:48	2.301,703	**ago-20**	2.299,781	2.299,875	**ago-20**	2.303,463	2.303,540
21/09/2020 13:19	2.301,735	**sep-20**	2.299,845	2.299,867	**sep-20**	2.303,473	2.303,514
23/10/2020 12:36	2.301,690	**oct-20**	2.299,832	2.299,848	**oct-20**	2.303,449	2.303,473
19/11/2020 17:36	2.301,633	**nov-20**	2.299,818	2.299,833	**nov-20**	2.303,428	2.303,450
19/12/2020 10:33	2.301,552	**dic-20**	2.299,798	2.299,819	**dic-20**	2.303,399	2.303,428

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información. (1) corresponde a una remedición.

Tabla 5-8: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
L1-4	1	1	1	1	1	1	31	31	30	32	30	30
L1-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L1-7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-4	1	1	1	1	1	1	31	31	30	32	30	30
L2-8	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1

Figura 5-5: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal Sistema Soncor – Subsector Este de las Lagunas Chaxa y Barros Negros



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Subsector al oeste y sur de la laguna Chaxa

Para el subsector ubicado al oeste y sur de la laguna Chaxa, en la Tabla 5-9 se presentan los resultados del monitoreo efectuado en los 9 piezómetros, que como puede verse, ninguno pudo ser medido por las restricciones de acceso a RNF, tal y como se ha descrito anteriormente.

Tabla 5-9: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector Oeste y Sur de la Laguna Chaxa

RC-1		RC-2		RC-3		RC-4	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/07/2020 12:00	S/I	18/07/2020 12:00	S/I	18/07/2020 12:00	S/I	18/07/2020 12:00	S/I
18/08/2020 12:00	S/I	18/08/2020 12:00	S/I	18/08/2020 12:00	S/I	18/08/2020 12:00	S/I
18/09/2020 12:00	S/I	18/09/2020 12:00	S/I	18/09/2020 12:00	S/I	18/09/2020 12:00	S/I
18/10/2020 12:00	S/I	18/10/2020 12:00	S/I	18/10/2020 12:00	S/I	18/10/2020 12:00	S/I
18/11/2020 12:00	S/I	18/11/2020 12:00	S/I	18/11/2020 12:00	S/I	18/11/2020 12:00	S/I
18/12/2020 12:00	S/I	18/12/2020 12:00	S/I	18/12/2020 12:00	S/I	18/12/2020 12:00	S/I

RC-5		RC-6		RC-7		L7-5	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/07/2020 12:00	S/I	18/07/2020 12:00	S/I	18/07/2020 12:00	S/I	18/07/2020 12:00	S/I
18/08/2020 12:00	S/I	18/08/2020 12:00	S/I	18/08/2020 12:00	S/I	18/08/2020 12:00	S/I
18/09/2020 12:00	S/I	18/09/2020 12:00	S/I	18/09/2020 12:00	S/I	18/09/2020 12:00	S/I
18/10/2020 12:00	S/I	18/10/2020 12:00	S/I	18/10/2020 12:00	S/I	18/10/2020 12:00	S/I
18/11/2020 12:00	S/I	18/11/2020 12:00	S/I	18/11/2020 12:00	S/I	18/11/2020 12:00	S/I
18/12/2020 12:00	S/I	18/12/2020 12:00	S/I	18/12/2020 12:00	S/I	18/12/2020 12:00	S/I

L7-12	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/07/2020 12:00	S/I
18/08/2020 12:00	S/I
18/09/2020 12:00	S/I
18/10/2020 12:00	S/I
18/11/2020 12:00	S/I
18/12/2020 12:00	S/I

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

Subsector descarga oeste de Barros Negros

Respecto el subsector de la descarga oeste de la laguna Barros Negros, en el área conocida como Cola de Pez, en la Tabla 5-10 se muestran los resultados del monitoreo de los 22 puntos de control.

De este grupo, el L1-5 es el único indicador de estado, por lo que cuenta con medidas diarias efectuadas por SQM, de manera que la Tabla 5-10 se muestran los mínimos y máximos mensuales resultantes. No obstante, este punto dispone de forma adicional de medidas mensuales realizadas por la ETFA, tal y como ya se ha descrito anteriormente.

En la Tabla 5-11 se encuentra el detalle del recuento de las mediciones mensuales realizadas por cada empresa, de esta forma se puede ver de forma clara el número de mediciones totales que se han realizado en cada caso, pues en la Tabla 5-10 solo se muestran los resultados correspondientes a las mediciones comprometidas. Gráficamente (Figura 5-6), sí se están mostrando todos los valores y en el Anexo 6.1 se encuentran de forma tabulada.

En la Figura 5-6 se muestran también los niveles provenientes de la medición en continuo. Los puntos P1-1, P1-2, P1-3 y P1-4 cuentan con mediciones manuales efectuadas en este periodo, no así los puntos P1-5, P1-6 y P1-7, que no han podido ser visitados durante el segundo semestre 2020 por encontrarse dentro de RNF. No obstante, durante el primer semestre 2021 se consiguió acceder a éstos, por lo que descargó los datos; en la Figura 5-6 se muestran las mediciones correspondientes al presente semestre, pero en el Anexo 6.1 se encuentran los datos obtenidos desde el pasado 17 de octubre de 2019, que fue el último día que se visitó. De esta forma quedaría completo lo faltante de los informes PSAH Nº 26 y 27.

En la Figura 5-6 puede verse que se muestran los niveles continuos de los puntos del P1-5 y P1-6 de forma opaca, esto es porque se considera que este resultado no es válido dado los valores anómalos registrados, que no representan variaciones del acuífero. Estas situaciones suceden habitualmente y es por este motivo que es importante las mantenciones frecuentes los puntos equipados con medición continua. En el caso concreto del P1-5 se produce un escalón abrupto en el mes de julio de 2020, lo que se considera que no es un efecto representativo del medio si se observan el resto de los puntos del sector. Posteriormente, sí reproduce el comportamiento esperado, pero posiblemente la cota no es representativa. De todas formas, tal y como ya se ha dicho, estos datos se encuentran igualmente tabulados en el Anexo 6.1.

Por otro lado, puede verse que de entre los puntos que se encuentran fuera de RNF y que, por tanto, ha sido posible su visita, la frecuencia mantenida durante el segundo semestre de 2020 es la estipulada, contando incluso con más mediciones mensuales por parte de SQM en los casos

del L2-12 y L2-17 durante todo el semestre y en P1-1, P1-2, P1-3 y P1-4 en los meses de noviembre y diciembre de 2020 (ver Tabla 5-11).

Es necesario destacar, por último, que el punto P1-4 cuenta con una medición adicional efectuada por parte de Golder, que es la consultora que ha llevado a cabo la auditoría ambiental independiente en noviembre de 2020, solicitada por SQM. Ello forma parte del compromiso adquirido en la RCA 226/2006 y que se viene realizando todos los segundos semestres de cada año. El valor resultante de la auditoría se muestra junto con el resto de las mediciones en la Figura 5-6 y también se encuentra tabulado en el Anexo 6.1.

Tabla 5-10: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector descarga Cola de Pez

L1-8		L1-11		L1-12		L1-13	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
18/07/2020 12:00	S/I	**18/07/2020 12:00**	S/I	**18/07/2020 12:00**	S/I	**18/07/2020 12:00**	S/I
18/08/2020 12:00	S/I	**18/08/2020 12:00**	S/I	**18/08/2020 12:00**	S/I	**18/08/2020 12:00**	S/I
18/09/2020 12:00	S/I	**18/09/2020 12:00**	S/I	**18/09/2020 12:00**	S/I	**18/09/2020 12:00**	S/I
18/10/2020 12:00	S/I	**18/10/2020 12:00**	S/I	**18/10/2020 12:00**	S/I	**18/10/2020 12:00**	S/I
18/11/2020 12:00	S/I	**18/11/2020 12:00**	S/I	**18/11/2020 12:00**	S/I	**18/11/2020 12:00**	S/I
18/12/2020 12:00	S/I	**18/12/2020 12:00**	S/I	**18/12/2020 12:00**	S/I	**18/12/2020 12:00**	S/I

L1-14		GD-01		L2-11		L2-13	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
18/07/2020 12:00	S/I	**20/07/2020 10:03**	2.298,839	**17/07/2020 15:25**	2.298,860	**17/07/2020 15:12**	2.298,804
18/08/2020 12:00	S/I	**28/07/2020 9:44**	2298,822 (1)	**17/08/2020 16:05**	2.298,840	**17/08/2020 15:52**	2.298,792
18/09/2020 12:00	S/I	**20/08/2020 9:07**	2.298,809	**17/09/2020 16:35**	2.299,038	**17/09/2020 16:15**	2.298,997
18/10/2020 12:00	S/I	**20/09/2020 9:46**	2.298,980	**17/10/2020 15:54**	2.299,052	**17/10/2020 15:42**	2.299,006
18/11/2020 12:00	S/I	**20/10/2020 7:51**	2.299,000	**17/11/2020 14:56**	2.299,009	**17/11/2020 14:43**	2.298,965
18/12/2020 12:00	S/I	**20/11/2020 9:24**	2.298,975	**17/12/2020 16:16**	2.298,975	**17/12/2020 16:01**	2.298,936
		20/12/2020 8:21	2.298,952				

L2-18		L2-19		L2-22		L2-24	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
17/07/2020 13:06	2.299,010	**17/07/2020 12:56**	2.298,884	**18/07/2020 12:00**	S/I	**18/07/2020 12:00**	S/I
17/08/2020 14:26	2.298,973	**17/08/2020 14:17**	2.298,846	**18/08/2020 12:00**	S/I	**18/08/2020 12:00**	S/I
17/09/2020 14:39	2.299,044	**17/09/2020 14:27**	2.298,940	**18/09/2020 12:00**	S/I	**18/09/2020 12:00**	S/I
17/10/2020 12:41	2.299,076	**17/10/2020 12:34**	2.298,979	**18/10/2020 12:00**	S/I	**18/10/2020 12:00**	S/I

17/11/2020 12:35	2.299,081	**17/11/2020 12:22**	2.298,975	**18/11/2020 12:00**	S/I	**18/11/2020 12:00**	S/I
17/12/2020 13:03	2.299,068	**17/12/2020 12:51**	2.298,964	**18/12/2020 12:00**	S/I	**18/12/2020 12:00**	S/I

P1-1		**P1-2**		**P1-3**		**P1-4**	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
15/07/2020 13:19	2.299,185	**15/07/2020 14:14**	2.299,104	**15/07/2020 14:49**	2.299,210	**15/07/2020 15:16**	2.299,321
15/08/2020 11:08	2.299,146	**15/08/2020 11:47**	2.299,069	**15/08/2020 12:12**	2.299,179	**15/08/2020 12:43**	2.299,293
15/09/2020 9:23	2.299,266	**15/09/2020 9:42**	2.299,199	**15/09/2020 10:14**	2.299,299	**15/09/2020 10:40**	2.299,406
15/10/2020 11:12	2.299,304	**15/10/2020 11:47**	2.299,232	**15/10/2020 12:37**	2.299,331	**15/10/2020 12:56**	2.299,438
15/11/2020 10:57	2.299,293	**15/11/2020 11:06**	2.299,218	**15/11/2020 11:16**	2.299,318	**15/11/2020 11:25**	2.299,427
15/12/2020 11:04	2.299,273	**15/12/2020 11:12**	2.299,197	**15/12/2020 12:06**	2.299,300	**15/12/2020 12:13**	2.299,408
25/12/2020 9:13	2299,268 (1)	**25/12/2020 9:24**	2299,193 (1)	**25/12/2020 9:37**	2299,292 (1)	**25/12/2020 9:47**	2299,401 (1)

P1-5		**P1-6**		**P1-7**		**L2-12**	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
15/07/2020 12:00	S/I	**15/07/2020 12:00**	S/I	**15/07/2020 12:00**	S/I	**17/07/2020 14:59**	2.298,833
15/08/2020 12:00	S/I	**15/08/2020 12:00**	S/I	**15/08/2020 12:00**	S/I	**17/08/2020 15:41**	2.298,818
15/09/2020 12:00	S/I	**15/09/2020 12:00**	S/I	**15/09/2020 12:00**	S/I	**17/09/2020 16:05**	2.299,026
15/10/2020 12:00	S/I	**15/10/2020 12:00**	S/I	**15/10/2020 12:00**	S/I	**17/10/2020 15:32**	2.299,028
15/11/2020 12:00	S/I	**15/11/2020 12:00**	S/I	**15/11/2020 12:00**	S/I	**17/11/2020 14:34**	2.298,992
15/12/2020 12:00	S/I	**15/12/2020 12:00**	S/I	**15/12/2020 12:00**	S/I	**17/12/2020 15:47**	2.298,971

L2-17		**L1-5**		
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Mes**	**Nivel (m s.n.m.)**	
17/07/2020 14:15	2.298,899		**mínimo**	**máximo**
17/08/2020 14:47	2.298,878	**jul-20**	2.303,446	2.303,465
17/09/2020 15:04	2.299,022	**ago-20**	2.303,463	2.303,540
17/10/2020 13:04	2.299,055	**sep-20**	2.303,473	2.303,514
17/11/2020 12:57	2.299,033	**oct-20**	2.303,449	2.303,473
17/12/2020 14:29	2.299,014	**nov-20**	2.303,428	2.303,450
		dic-20	2.303,399	2.303,428

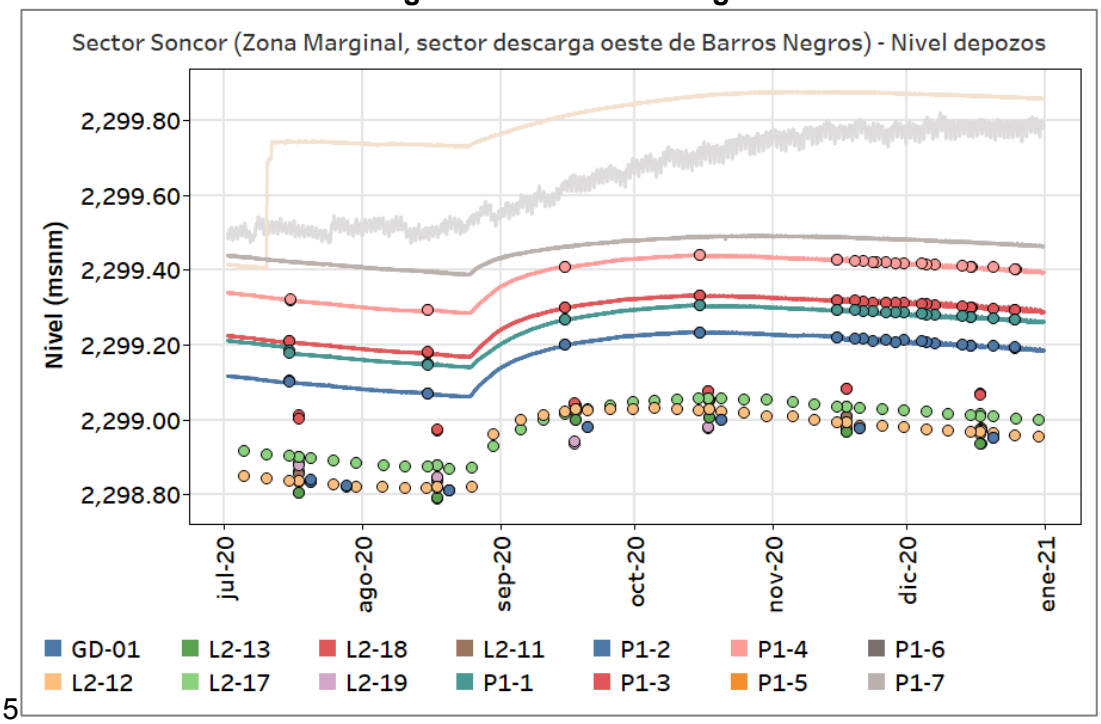
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información. (1) corresponde a una remedición.

Tabla 5-11: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	GOLDER	SEGEA						SQM					
	nov-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
GD-01		2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
L2-11		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-12		1	1	1	1	1	1	7	7	7	7	7	7
L2-13		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-17		1	1	1	1	1	1	7	7	7	7	7	7
L2-18		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-19		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P1-1		1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	7	7
P1-2		1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	7	7
P1-3		1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	7	7
P1-4	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	7	7

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-6: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal Sistema Soncor – Subsector descarga oeste de Barros Negros



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Subsector descarga sur de Barros Negros

Para la otra zona de descarga de Barros Negros, Descarga Sur, se presentan los resultados del monitoreo en la Tabla 5-12. Son un total de 12 puntos que se encuentran en este subsector, de los cuales 9 se encuentran fuera de la reserva por lo que han podido ser visitados durante el segundo semestre de 2020. Estos son medidos mensualmente por la ETFA, correspondiendo al resultado que se muestra en la Tabla 5-12 y cuentan con medidas adicionales por parte de SQM, tal y como puede comprobarse en la Tabla 5-13.

De forma gráfica se presenta el resultado completo del monitoreo (incluyendo las mediciones adicionales) en la Figura 5-7, donde se muestran además las medidas continuas. Como puede observarse, los pozos P2-4, P2-5 y L2-23 cuentan también con mediciones en continuo para este segundo semestre de 2020 a pesar de no haberlos podido visitar durante el periodo, esto es porque fueron visitados recién en el primer semestre 2021 pudiendo realizarse la descarga de los datos. El acceso se ha producido en el periodo que corresponde al informe Nº 29 (primer semestre

de 2021), por lo que será entonces cuando se describa y justifique esta entrada a la reserva. Por otro lado, estos puntos no habían sido visitados desde el 17 de octubre de 2019, por lo que los informes PSAH Nº 26 y 27 no contaron con esta información completa; en el presente Anexo 6.1 se hace entrega de los datos continuos desde el último día reportado anteriormente y hasta el 31 de diciembre de 2020.

Es necesario destacar, por último, que el punto P2-2 cuenta con una medición adicional por parte de Golder, que es la consultora que ha llevado a cabo la auditoría ambiental independiente en noviembre de 2020, solicitada por SQM. Ello forma parte del compromiso adquirido en la RCA 226/2006 y que se viene realizando todos los segundos semestres de cada año. El resultado completo del monitoreo, junto al correspondiente de esta auditoría se entrega de forma tabulada en el Anexo 6.1.

Tabla 5-12: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector descarga sur Barros Negros

L2-5		L2-9		L2-10		L2-21	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
17/07/2020 15:44	2.299,557	**15/07/2020 16:45**	2.299,072	**17/07/2020 17:47**	2.299,715	**17/07/2020 16:15**	2.299,662
17/08/2020 16:24	2.299,617	**15/08/2020 14:15**	2.299,049	**18/08/2020 10:19**	2.299,715	**17/08/2020 16:51**	2.299,676
17/09/2020 16:53	2.299,659	**15/09/2020 11:46**	2.299,164	**18/09/2020 11:15**	2.299,770	**18/09/2020 10:32**	2.299,702
17/10/2020 16:14	2.299,634	**27/09/2020 11:37**	2299,176 (1)	**18/10/2020 10:37**	2.299,749	**18/10/2020 10:09**	2.299,673
19/11/2020 10:18	2.299,570	**15/10/2020 13:54**	2.299,175	**19/11/2020 11:21**	2.299,714	**19/11/2020 10:53**	2.299,624
17/12/2020 16:40	2.299,546	**15/11/2020 12:21**	2.299,135	**18/12/2020 8:36**	2.299,677	**17/12/2020 17:03**	2.299,579
		15/12/2020 12:36	2.299,082				
		25/12/2020 10:19	2299,064 (1)				

L2-15		L2-16		L2-23		P2-1	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
17/07/2020 15:59	2.299,494	**16/07/2020 11:10**	2.299,570	**15/07/2020 12:00**	S/I	**16/07/2020 9:45**	2.299,127
17/08/2020 16:34	2.299,545	**15/08/2020 16:14**	2.299,570	**15/08/2020 12:00**	S/I	**15/08/2020 14:45**	2.299,108
17/09/2020 17:03	2.299,622	**15/09/2020 13:26**	2.299,614	**15/09/2020 12:00**	S/I	**15/09/2020 12:13**	2.299,203
18/10/2020 9:43	2.299,536	**15/10/2020 16:13**	2.299,594	**15/10/2020 12:00**	S/I	**27/09/2020 11:17**	2299,218 (1)
19/11/2020 10:32	2.299,393	**15/11/2020 12:47**	2.299,553	**15/11/2020 12:00**	S/I	**15/10/2020 14:46**	2.299,212
17/12/2020 16:49	2.299,316	**15/12/2020 13:10**	2.299,508	**15/12/2020 12:00**	S/I	**15/11/2020 12:27**	2.299,182
		25/12/2020 10:55	2299,490 (1)			**15/12/2020 12:43**	2.299,131
						25/12/2020 10:29	2299,117 (1)

P2-2		P2-3		P2-4		P2-5	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
16/07/2020 10:07	2.299,258	16/07/2020 10:42	2.299,400	15/07/2020 12:00	S/I	15/07/2020 12:00	S/I
15/08/2020 15:11	2.299,241	27/07/2020 9:35	2299,397 (1)	15/08/2020 12:00	S/I	15/08/2020 12:00	S/I
15/09/2020 12:47	2.299,313	15/08/2020 15:43	2.299,394	15/09/2020 12:00	S/I	15/09/2020 12:00	S/I
27/09/2020 11:29	2299,315 (1)	15/09/2020 13:10	2.299,455	15/10/2020 12:00	S/I	15/10/2020 12:00	S/I
15/10/2020 15:10	2.299,319	15/10/2020 15:41	2.299,441	15/11/2020 12:00	S/I	15/11/2020 12:00	S/I
15/11/2020 12:35	2.299,295	15/11/2020 13:12	2.299,419	15/12/2020 12:00	S/I	15/12/2020 12:00	S/I
15/12/2020 12:54	2.299,256	15/12/2020 13:03	2.299,379				
25/12/2020 10:38	2299,244 (1)	25/12/2020 10:46	2299,367 (1)				

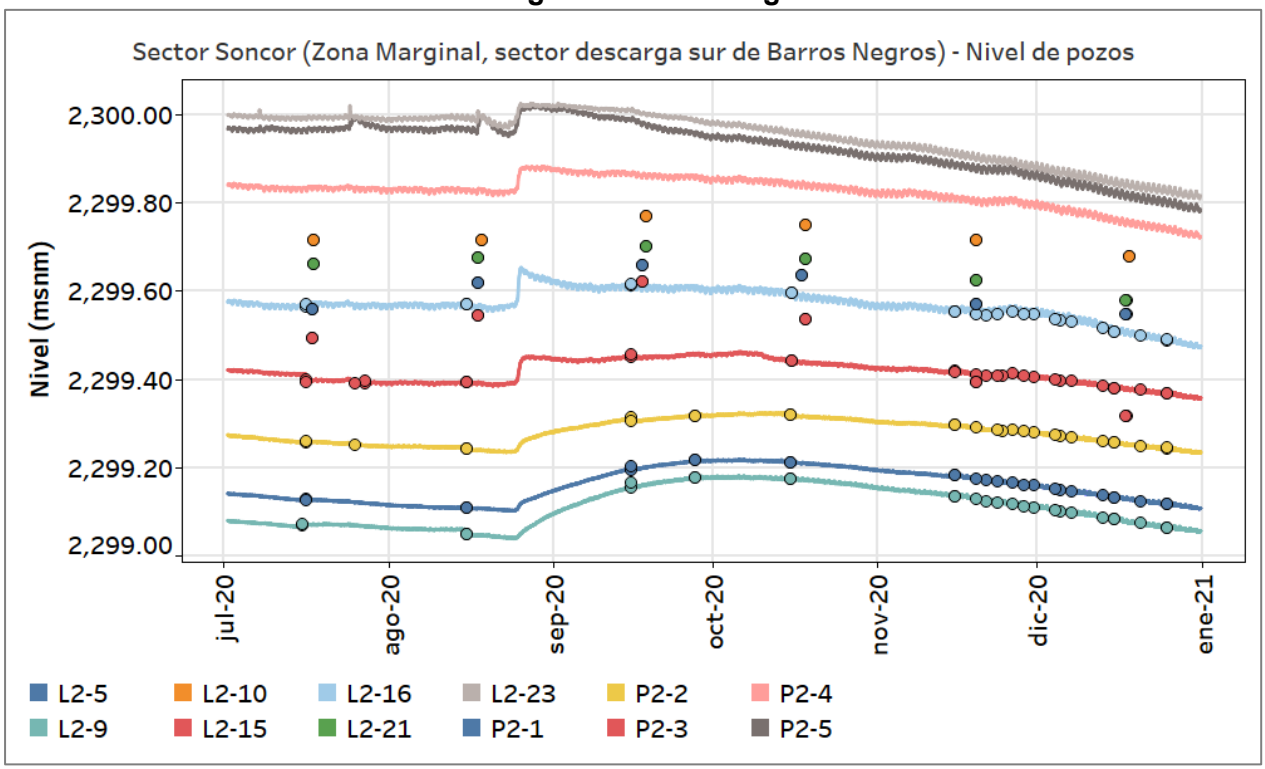
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información. (1) corresponde a una remedición.

Tabla 5-13: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	GOLDER	SEGEA						SQM					
	nov-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
L2-5		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-9		1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	7	7
L2-10		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-15		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-16		1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	7	7
L2-21		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P2-1		1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	7	7
P2-2	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1	6	7

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-7: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal Sistema Soncor – Subsector descarga sur Barros Negros



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Subsector norte del Salar

Para el subsector ubicado al norte del Salar, puede verse de la Tabla 5-14 que los puntos de monitoreo no han podido ser visitados en todo el periodo reportado. Como ya se ha mencionado, unos pretiles y una barrera impiden el acceso a la zona desde el pasado noviembre de 2019.

Tabla 5-14: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector norte

L11-1		L11-2	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
17/07/2020 12:00	S/I	**17/07/2020 12:00**	S/I
17/08/2020 12:00	S/I	**17/08/2020 12:00**	S/I
17/09/2020 12:00	S/I	**17/09/2020 12:00**	S/I
17/10/2020 12:00	S/I	**17/10/2020 12:00**	S/I
17/11/2020 12:00	S/I	**17/11/2020 12:00**	S/I
17/12/2020 12:00	S/I	**17/12/2020 12:00**	S/I

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

Pozos en zona Núcleo

En la Tabla 5-15 se presenta el resultado del monitoreo efectuado por la ETFA a los piezómetros del sistema Soncor ubicados en el núcleo del Salar. Se trata de un total 6 puntos que se pudieron medir con normalidad. De la misma forma que en todos los sectores, SQM ha tomado medidas adicionales mensualmente; el resultado completo del monitoreo (incluyendo las mediciones adicionales y las medidas continuas) se entrega tabulado en el Anexo 6.1 y se muestra gráficamente en la Figura 5-8.

Tabla 5-15: Registro de niveles zona núcleo Sistema Soncor

SOPM-07 (L2-6)		SOPM-13		SOPM-14	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
17/07/2020 14:50	2.298,838	**17/07/2020 14:04**	2.298,818	**17/07/2020 13:20**	2.298,800
17/08/2020 15:30	2.298,825	**17/08/2020 14:59**	2.298,793	**17/08/2020 14:36**	2.298,781
17/09/2020 15:46	2.299,030	**17/09/2020 15:16**	2.298,998	**17/09/2020 14:53**	2.298,962
17/10/2020 15:23	2.299,029	**17/10/2020 13:17**	2.298,999	**17/10/2020 12:53**	2.298,976
17/11/2020 14:25	2.298,993	**17/11/2020 13:22**	2.298,969	**17/11/2020 12:48**	2.298,951
17/12/2020 15:24	2.298,962	**17/12/2020 14:44**	2.298,935	**17/12/2020 14:15**	2.298,924

L2-14		L2-20		2021	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
17/07/2020 14:35	2.298,882	**17/07/2020 12:30**	2.298,820	**15/07/2020 12:18**	2.298,960
17/08/2020 15:15	2.298,858	**17/08/2020 13:15**	2.298,793	**15/08/2020 10:16**	2.298,922
17/09/2020 15:33	2.299,072	**17/09/2020 13:00**	2.298,949	**15/09/2020 8:30**	2.299,080
17/10/2020 13:56	2.299,072	**17/10/2020 12:16**	2.298,977	**27/09/2020 10:42**	2299,086 (1)
17/11/2020 13:42	2.299,041	**17/11/2020 12:02**	2.298,958	**15/10/2020 10:10**	2.299,094
17/12/2020 15:02	2.299,012	**17/12/2020 12:32**	2.298,934	**15/11/2020 10:10**	2.299,080
				15/12/2020 10:37	2.299,060
				25/12/2020 8:33	2299,055 (1)

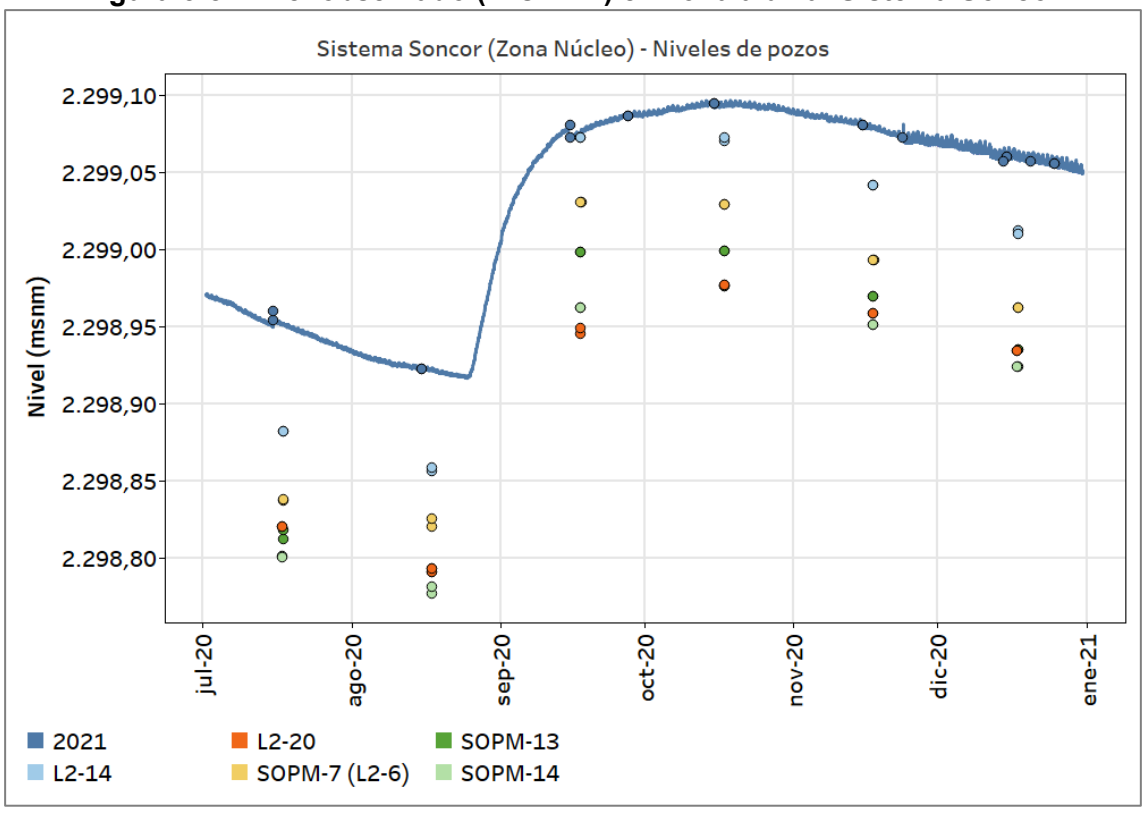
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. (1) corresponde a una remedición.

Tabla 5-16: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
2021	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2	4
L2-14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-7 (L2-6)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-8: Nivel observado (m s.n.m.) en zona aluvial Sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Nivel de agua superficial

En este apartado se presentan los niveles de agua superficial medidos de forma manual y continua en las reglillas L1-G4 (ubicada al sur de la laguna Barros Negros), L7-G1 (ubicada al oeste del canal Burro Muerto), L7-G2 (ubicada al este de la laguna Puilar) y L11-G1 (ubicada en el sector norte del Salar). En la Tabla 5-17 se muestra el resultado del monitoreo en estas reglillas para el segundo semestre. Los puntos que han podido ser medidos de forma manual son el L1-G4 Reglilla y Pozo[35], ya que son los únicos que se encuentran fuera del área de RNF.

El L1-G4 es un indicador de estado, por lo que sus mediciones diarias son efectuadas por SQM, de manera que en la Tabla 5-17 se muestran los máximos y mínimos mensuales resultantes. El L1-G4 Pozo es la infraestructura que ocupa el mismo punto, pero con distinta habilitación. Este punto forma parte de la red del PSAH, por lo que es medido mensualmente por la ETFA, no obstante, de forma adicional, SQM también realiza medidas. El resultado completo del monitoreo para este segundo semestre 2020 (incluyendo las medidas adicionales), se entregan de forma tabulada en el Anexo 6.1 y de muestra de forma gráfica en la Figura 5-9.

En la Tabla 5-18 se muestra en detalle el recuento de mediciones efectuadas por cada empresa para cada mes. Puede verse que SQM ha aumentado la frecuencia de medición del L1-G4 Pozo a diaria desde el mes de noviembre de 2020. Por otro lado, debe mencionarse la medición que fue efectuada por Golder en el mes de noviembre de 2020 en el indicador de estado L1-G4 Reglilla, durante la auditoría ambiental independiente solicitada por SQM como compromiso adquirido en la RCA 226/2006, y que se realiza todos los segundos semestres del año.

En la Figura 5-9 también se muestran los niveles continuos medidos en el L1-G4 Pozo para este periodo. La reglilla L7-G2 dispone también de LT para medición de nivel en continuo, pero no ha

[35] El L1-G4 Pozo es donde se encuentra instalado el transductor de presión, ya que en el L1-G4 Reglilla no es factible su instalación debido al esquema constructivo del mismo (ver Anexo 12). Se aclara, por tanto, que las mediciones de ambas infraestructuras están representando la misma área del acuífero. De esta forma, el L1-G4 Reglilla cuenta con mediciones diarias (indicador de estado) y el L1-G4 Pozo cuenta con mediciones manuales mensuales adicionales que, a su vez, permiten calibrar las mediciones continuas del mismo.

podido visitarse desde junio de 2019, tampoco durante el primer semestre 2021 como sí ha ocurrido con el resto de los puntos con medición continua, por lo que no se dispone de estos datos en el momento de la realización del informe.

Tabla 5-17: Registro de niveles en reglillas del sector Soncor

L11-G1		L1-G4 POZO		L7-G1		L7-G2 POZO	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/07/2020 12:00	S/I	15/07/2020 15:43	2.299,322	18/07/2020 12:00	S/I	17/07/2020 12:00	S/I
17/08/2020 12:00	S/I	15/08/2020 13:10	2.299,289	18/08/2020 12:00	S/I	17/08/2020 12:00	S/I
17/09/2020 12:00	S/I	15/09/2020 11:26	2.299,365	18/09/2020 12:00	S/I	17/09/2020 12:00	S/I
17/10/2020 12:00	S/I	15/10/2020 13:29	2.299,406	18/10/2020 12:00	S/I	17/10/2020 12:00	S/I
17/11/2020 12:00	S/I	15/11/2020 11:41	2.299,398	18/11/2020 12:00	S/I	17/11/2020 12:00	S/I
17/12/2020 12:00	S/I	15/12/2020 12:25	2.299,381	18/12/2020 12:00	S/I	17/12/2020 12:00	S/I

L7-G2 REGLILLA		L1-G4 REGLILLA		
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Mes	Nivel (m s.n.m.)	
17/07/2020 12:00	S/I		mínimo	máximo
17/08/2020 12:00	S/I	jul-20	2.299,302	2.299,336
17/09/2020 12:00	S/I	ago-20	2.299,285	2.299,313
17/10/2020 12:00	S/I	sep-20	2.299,317	2.299,387
17/11/2020 12:00	S/I	oct-20	2.299,387	2.299,405
17/12/2020 12:00	S/I	nov-20	2.299,389	2.299,402
		dic-20	2.299,372	2.299,390

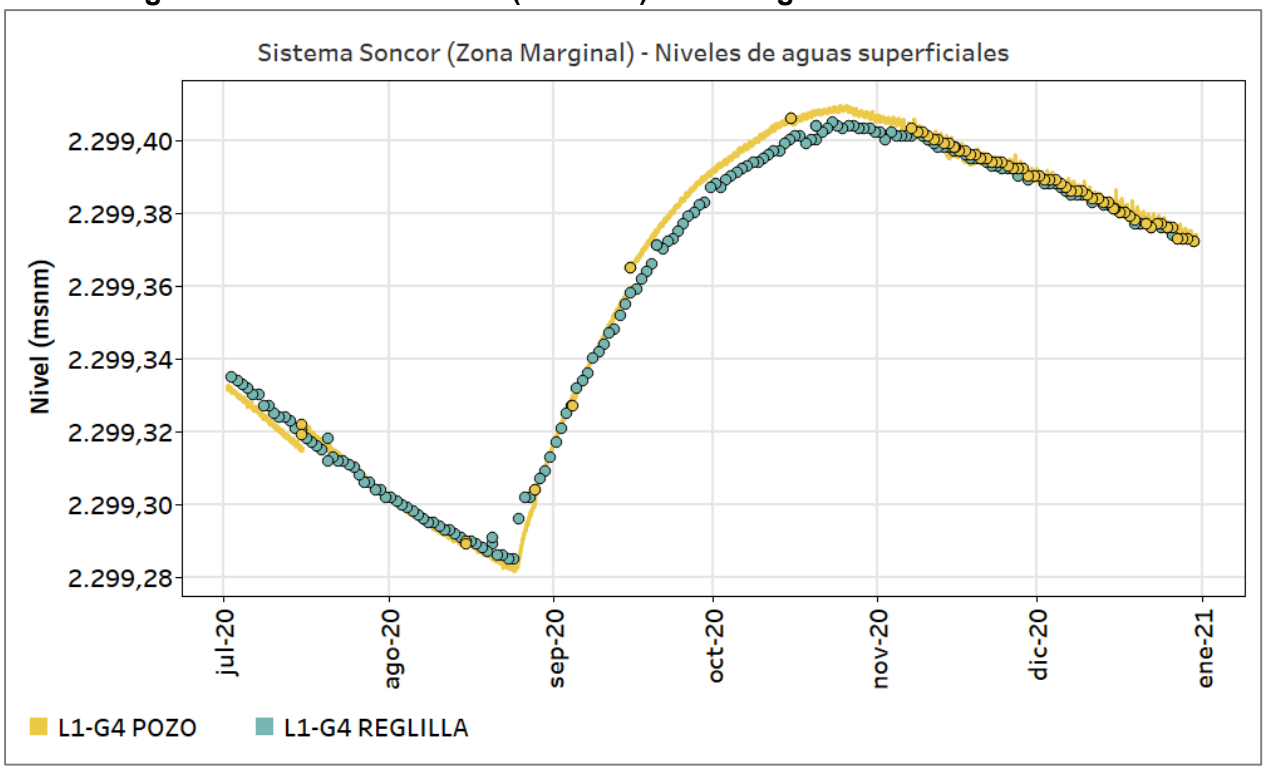
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

Tabla 5-18: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	GOLDER	SEGEA						SQM					
	nov-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
L1-G4 POZO		1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	25	30
L1-G4 REGLILLA	1	1	1	1	1	1	1	31	31	30	32	30	30

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-9: Nivel observado (m s.n.m.) en las reglillas del Sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Nivel sector Puente San Luis

En el sector del Puente San Luis, se encuentran 4 puntos de medición de agua superficial (reglillas). En la Tabla 5-19 se presenta el resultado de las mediciones manuales para este segundo semestre de 2020. Como puede verse, no ha sido posible visitar ninguno de estos puntos durante este periodo, por encontrarse todos ellos dentro de RNF.

Los puntos Reglilla Puente San Luis y Reglilla Burro Muerto SQM disponen de medición en continuo además de mediciones manuales. En el caso de la infraestructura Puente San Luis, está

conformado por dos puntos medición (denominados Pozo y Reglilla), el transductor de presión se encuentra en el Pozo[36].

En este sector los puntos que cuentan con medición continua son el Puente San Luis Pozo y la Reglilla Burro Muerto SQM, a pesar de no haber podido ser medidos de forma manual durante el segundo semestre de 2020, sí recientemente en 2021 se han podido descargar los datos continuos; en la Figura 5-10 se muestran los correspondientes al presente periodo de reporte y en el Anexo 6.1 se entregan de forma tabulada las mediciones desde el día 27 de mayo de 2020, lo que estaría completando lo faltante del informe PSAH Nº 27.

En la Figura 5-10 puede verse como se visualizan algunos datos de la Reglilla Burro Muerto SQM de forma opaca, esto es porque se consideran no representativos del comportamiento en el acuífero por lo que no se han validado. De todas formas, en el Anexo 6.1 se entregan igualmente tabulados con el resto de las medidas.

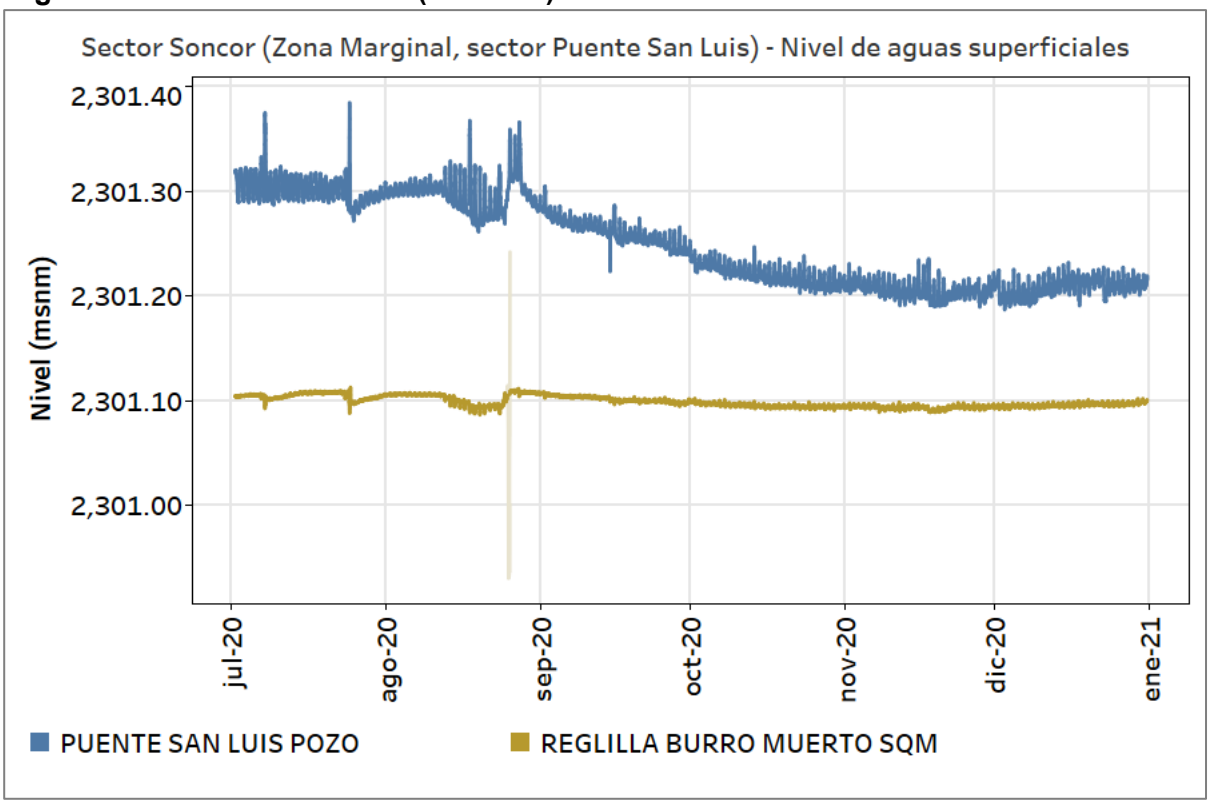
Tabla 5-19: Registro de niveles en reglillas del Sistema Soncor – subsector del Puente San Luis

PUENTE SAN LUIS POZO		PUENTE SAN LUIS REGLILLA		REGLILLA BURRO MUERTO SQM		REGLILLA BURRO MUERTO CONAF	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
17/07/2020 12:00	S/I	**17/07/2020 12:00**	S/I	**17/07/2020 12:00**	S/I	**17/07/2020 12:00**	S/I
17/08/2020 12:00	S/I	**17/08/2020 12:00**	S/I	**17/08/2020 12:00**	S/I	**17/08/2020 12:00**	S/I
17/09/2020 12:00	S/I	**17/09/2020 12:00**	S/I	**17/09/2020 12:00**	S/I	**17/09/2020 12:00**	S/I
17/10/2020 12:00	S/I	**17/10/2020 12:00**	S/I	**17/10/2020 12:00**	S/I	**17/10/2020 12:00**	S/I
17/11/2020 12:00	S/I	**17/11/2020 12:00**	S/I	**17/11/2020 12:00**	S/I	**17/11/2020 12:00**	S/I
17/12/2020 12:00	S/I	**17/12/2020 12:00**	S/I	**17/12/2020 12:00**	S/I	**17/12/2020 12:00**	S/I

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

[36] Se indica que el transductor de presión se encuentra instalado en el Puente San Luis Pozo, ya que en el Puente San Luis Reglilla no es factible su instalación debido al esquema constructivo del mismo (ver Anexo 12). Se aclara, por tanto, que las mediciones de ambas infraestructuras están representando la misma sección del canal.

Figura 5-10: Nivel observado (m s.n.m.) del Sistema Soncor – sector Puente San Luis



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Nivel lacustre

Respecto a la medición del nivel lacustre mediante reglillas, cabe señalar que cada una de las tres lagunas existentes en el Sistema Soncor cuenta con tres mediciones de nivel:

- Mediciones continuas en las reglillas de SQM (requerimiento RCA)
- Mediciones manuales en las reglillas de SQM y CONAF (complementario)

En la Tabla 5-20 se puede ver como ninguna de estas infraestructuras ha podido ser visitada durante el segundo semestre de 2020. De todas formas, los puntos Barros Negros Reglilla SQM, Puilar Reglilla SQM y Chaxa Reglilla SQM están equipados para su medición continua; recién en 2021 se ha podido acceder a estos puntos, por lo que en la Figura 5-11 se muestran los niveles resultantes para el presente semestre de reporte y en el Anexo 6.1 se entregan tabulados todos las mediciones desde el último día que fueron visitados anteriormente, esto es desde el día 15

de octubre la reglilla de Barros Negros, el día 26 de junio la reglilla de Chaxa y el día 28 de junio la reglilla de Puilar. De esta forma se completa lo faltante de los informes PSAH Nº 25, 26 y 27.

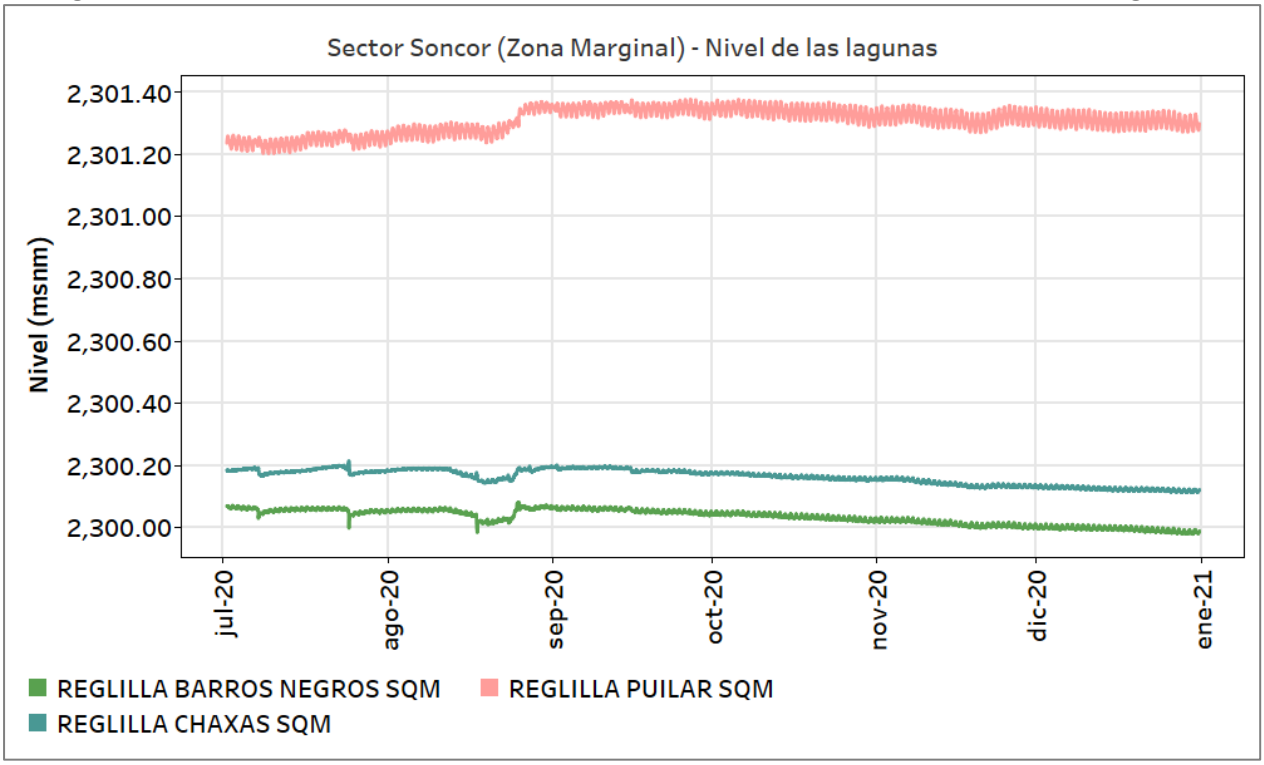
Tabla 5-20: Registro de niveles para las lagunas del sector Soncor

BARROS NEGROS REGLILLA SQM		PUILAR REGLILLA SQM		CHAXA REGLILLA SQM	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
15/07/2020 12:00	S/I	**17/07/2020 12:00**	S/I	**15/07/2020 12:00**	S/I
15/08/2020 12:00	S/I	**17/08/2020 12:00**	S/I	**15/08/2020 12:00**	S/I
15/09/2020 12:00	S/I	**17/09/2020 12:00**	S/I	**15/09/2020 12:00**	S/I
15/10/2020 12:00	S/I	**17/10/2020 12:00**	S/I	**15/10/2020 12:00**	S/I
15/11/2020 12:00	S/I	**17/11/2020 12:00**	S/I	**15/11/2020 12:00**	S/I
15/12/2020 12:00	S/I	**17/12/2020 12:00**	S/I	**15/12/2020 12:00**	S/I

BARROS NEGROS REGLILLA CONAF		PUILAR REGLILLA CONAF		CHAXA REGLILLA CONAF	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
15/07/2020 12:00	S/I	**17/07/2020 12:00**	S/I	**15/07/2020 12:00**	S/I
15/08/2020 12:00	S/I	**17/08/2020 12:00**	S/I	**15/08/2020 12:00**	S/I
15/09/2020 12:00	S/I	**17/09/2020 12:00**	S/I	**15/09/2020 12:00**	S/I
15/10/2020 12:00	S/I	**17/10/2020 12:00**	S/I	**15/10/2020 12:00**	S/I
15/11/2020 12:00	S/I	**17/11/2020 12:00**	S/I	**15/11/2020 12:00**	S/I
15/12/2020 12:00	S/I	**17/12/2020 12:00**	S/I	**15/12/2020 12:00**	S/I

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

Figura 5-11: Nivel observado (m s.n.m.) del Sistema Soncor – niveles en las lagunas



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Meteorología

En la Tabla 5-21 se presenta un resumen con los principales estadígrafos de los parámetros registrados en la estación meteorológica Chaxa: precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura, a nivel diario, para el período comprendido entre julio y diciembre de 2020. Los resultados gráficos se exponen en la Figura 5-12. En el Anexo 11.1 se presentan en forma tabulada los registros de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura a nivel medio diario para el período de reporte.

Debido a las restricciones de ingreso a RNF durante todo el segundo semestre de 2020, no ha sido posible el acceso a la estación, por lo que no ha permitido que se pudieran realizar las mantenciones rutinarias y necesarias para el buen funcionamiento de la estación. De hecho, la estación dejó de visitarse en abril de 2020, lo que esta situación impacta directamente en los resultados semestrales; en el caso de la evaporación no se ha podido acceder para rellenar el

tanque de agua para la bandeja, lo que hace que no existan mediciones de esta variable para este periodo por lo que se ha tenido que rellenar esta información a partir de otras estaciones (en el Anexo 11.2 se encuentra descrito con detalle la metodología). En el caso de la parte del equipo encargado de la medición de la velocidad de viento, como también la temperatura registraron una falla durante los días 18 y 29 de diciembre de 2020, por lo que para este periodo también se ha rellenado el dato diario faltante a partir de otras estaciones (ver Anexo 11.2).

Tabla 5-21: Estadígrafos series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura de la estación meteorológica de Chaxa

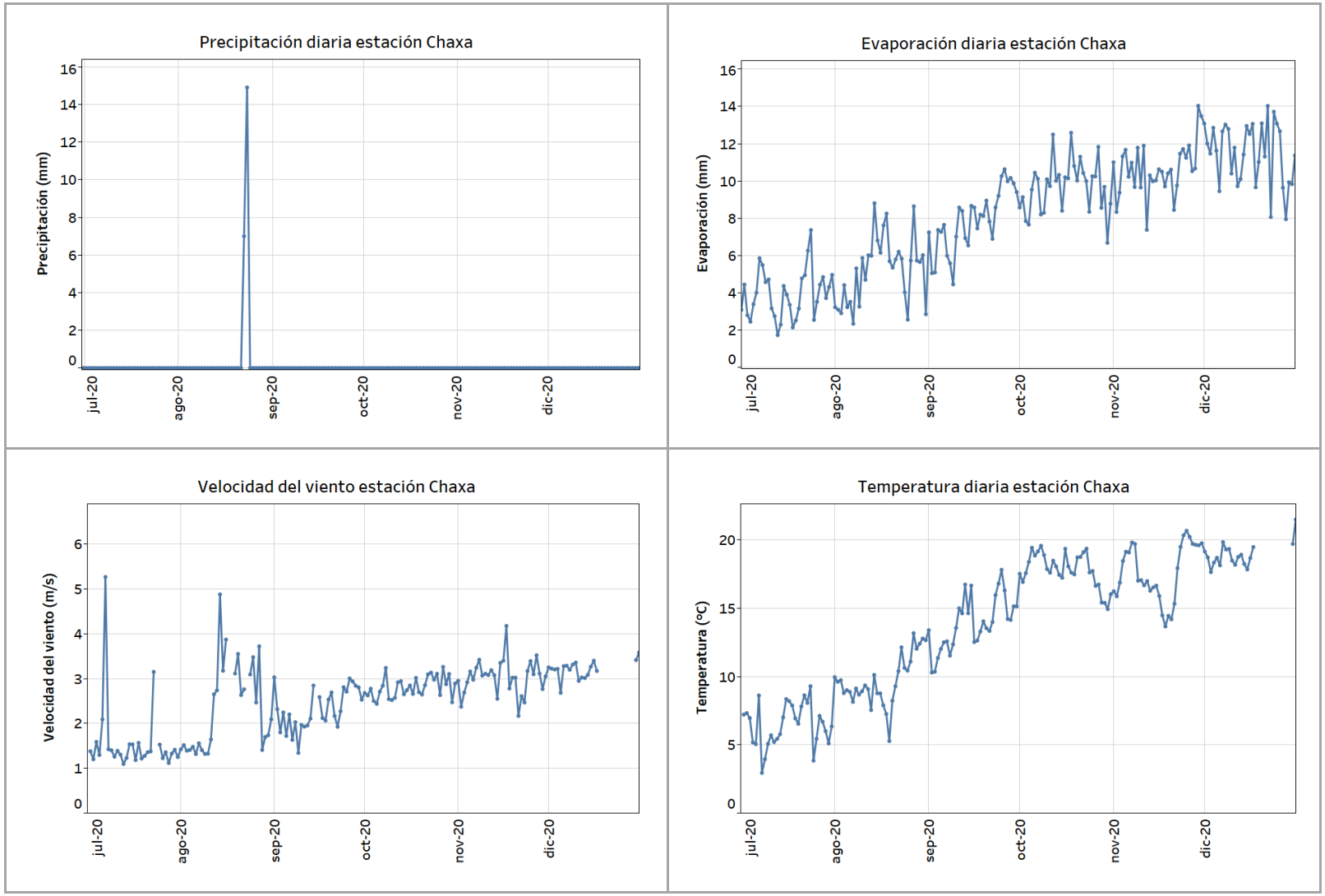
Variable	Unidades	Min	Max	Promedio	Des. Estándar
Precipitación[37]	**mm/día**	0,00	14,90	0,12	1,21
Evaporación[38]	**mm/día**	1,74	14,03	8,13	3,17
Velocidad del viento	**m/s**	1,10	5,27	2,51	0,80
Temperatura media diaria	**ºC**	2,94	21,50	13,73	4,87

Fuente: Elaboración propia.

[37] Debido a restricciones de ingreso al sector de la estación, los datos de precipitación del periodo comprendido entre el 01-07-2020 y el 31-12-2020 debieron ser rellenados (ver detalle en Anexo 10.2).

[38] Debido a restricciones de ingreso al sector de la estación, los datos de evaporación del periodo comprendido entre el 01-07-2020 y el 31-12-2020 debieron ser rellenados (ver detalle en Anexo 10.2).

Figura 5-12: Series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura Estación Meteorológica de Chaxa



Fuente: Elaboración propia.

Caudal bombeado

Los pozos de extracción ubicados en el Sistema Soncor corresponden a los denominados Mullay-1 y Allana. A continuación, en la Tabla 5-22 se presentan los caudales de extracción registrados en cada uno de ellos, como flujo medio mensual durante el período julio a diciembre de 2020. A modo de respaldo, se muestra también la medida del flujómetro en el primer instante de cada mes y volumen mensual resultante. En el Anexo 3.2 se presentan los certificados de calibración de los flujómetros instalados.

Por su parte, en la Figura 5-13 se muestran los resultados en forma gráfica. Como se observa, los flujos de extracción se mantuvieron por debajo del máximo establecido en la autorización ambiental para cada uno de los pozos, el cual es de 40 L/s.

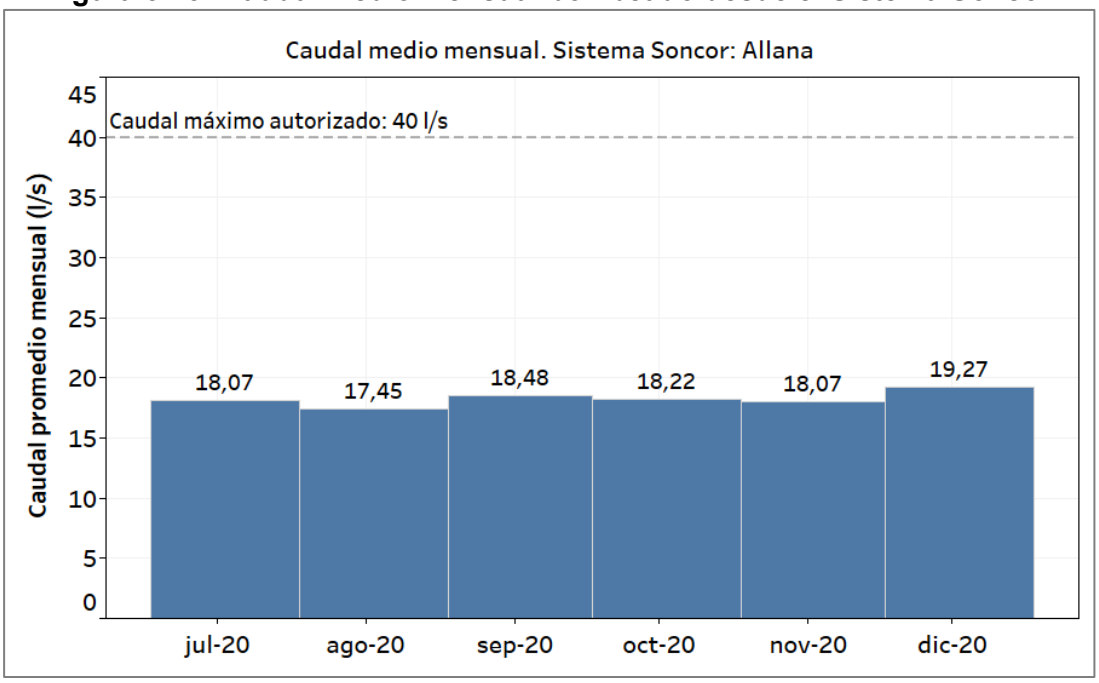
Por decisiones de carácter operacional, el pozo Mullay-1 se mantiene detenido desde marzo de 2020, mientras que el pozo Allana se mantiene con el caudal reducido desde febrero de 2020. Los volúmenes extraídos en el pozo Mullay-1 en los meses de agosto y octubre (2020) corresponden a tomas de muestra para análisis de calidad. El volumen del mes de diciembre corresponde a la extracción efectuada entre los días 23 y 26, la que permitió suplir la deficiencia de la demanda operativa para esos días.

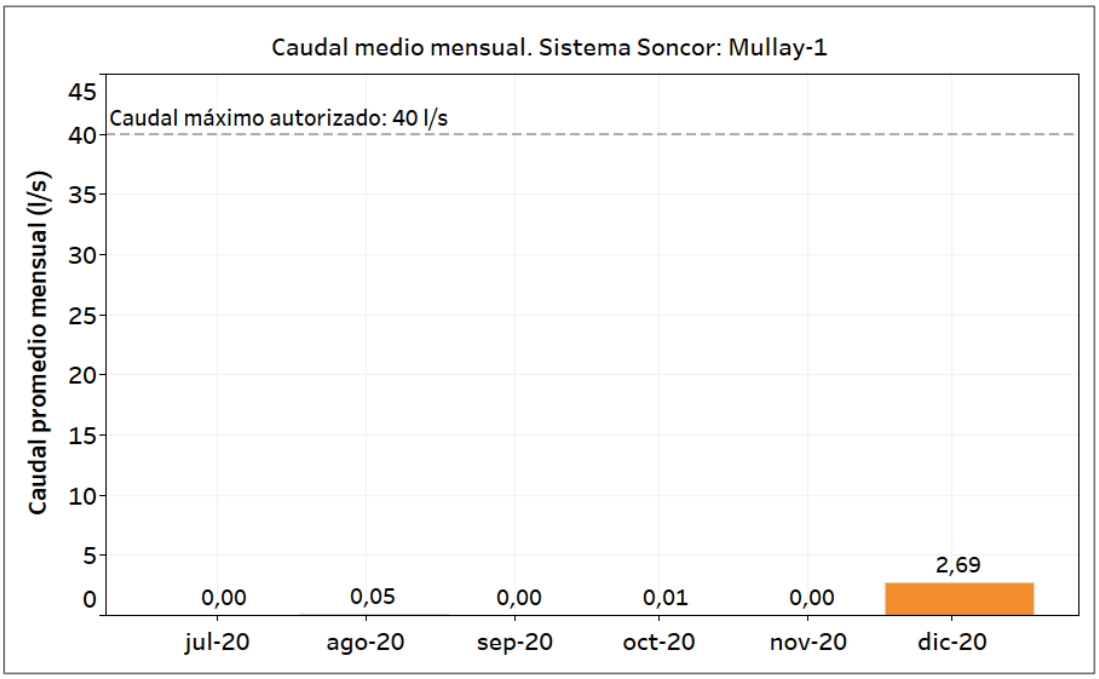
Tabla 5-22: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Soncor

Pozo	Mes	Fecha flujómetro INICIAL	Fecha flujómetro FINAL	Volumen flujómetro (m3) INICIAL	Volumen flujómetro (m3) FINAL	Número serie flujómetro	Volumen traspasado (m3)	Caudal promedio mensual (l/s)
Allana	jul-20	01/07/2020 0:00	01/08/2020 0:00	208.529,00	256.940,00	S5V203119	48.411,00	**18,07**
	ago-20	01/08/2020 0:00	01/09/2020 0:00	256.940,00	303.684,00	S5V203119	46.744,00	**17,45**
	sep-20	01/09/2020 0:00	01/10/2020 0:00	303.684,00	351.588,00	S5V203119	47.904,00	**18,48**
	oct-20	01/10/2020 0:00	01/11/2020 0:00	351.588,00	400.384,00	S5V203119	48.796,00	**18,22**
	nov-20	01/11/2020 0:00	01/12/2020 0:00	400.384,00	447.211,00	S5V203119	46.827,00	**18,07**
	dic-20	01/12/2020 0:00	01/01/2021 0:00	447.211,00	498.816,00	S5V203119	51.605,00	**19,27**
Mullay-1	jul-20	01/07/2020 0:00	01/08/2020 0:00	986.506,00	986.506,00	S5V203118	0,00	**0,00**
	ago-20	01/08/2020 0:00	01/09/2020 0:00	986.506,00	986.642,38	S5V203118	136,38	**0,05**
	sep-20	01/09/2020 0:00	01/10/2020 0:00	986.642,38	986.642,38	S5V203118	0,00	**0,00**
	oct-20	01/10/2020 0:00	01/11/2020 0:00	986.642,38	986.670,00	S5V203118	27,62	**0,01**
	nov-20	01/11/2020 0:00	01/12/2020 0:00	986.670,00	986.670,00	S5V203118	0,00	**0,00**
	dic-20	01/12/2020 0:00	01/01/2021 0:00	986.670,00	993.871,56	S5V203118	7.201,56	**2,69**

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-13: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Soncor





Fuente: Elaboración propia.

Calidad química

En esta sección se presentan los resultados de las mediciones y análisis fisicoquímicos efectuados sobre los puntos de control que componen el monitoreo de calidad para el Sistema Soncor durante el segundo semestre del año 2020. Si bien los pozos L2-4 y L7-3 son parte del monitoreo de calidad del agua tanto para el sistema Soncor como para el Sistema Vegetación Borde Este, para efectos de orden, los resultados se presentan en esta sección.

En la Figura 4-4 y en la Tabla 4-3 de la Sección 4.3.1 se presentan los puntos de monitoreo del Sistema Soncor. En esta última se indican las coordenadas y tipo de cada punto de control, las variables ambientales y parámetros de monitoreo comprometidos, además de la frecuencia establecida.

Cabe señalar que no existen límites establecidos para la calidad fisicoquímica de los parámetros monitoreados. Por lo anterior, en esta sección se presentan los resultados gráficos y numéricos del monitoreo de calidad química del agua sin contrastarse con límites o umbrales de control. Por

su parte, el análisis del comportamiento histórico de la calidad se desarrolla en el capítulo 6 del presente informe.

En el segundo semestre de 2020 los análisis químicos han sido efectuados por la ETFA ALS Life Sciences Chile, mientras que los muestreos de terreno fueron subcontratados por ALS a Algoritmos en julio y SOPROCERT en octubre de 2020. En el Anexo 7.1 se presentan los informes de los análisis químicos reportados para el último semestre y todos los resultados tabulados para el actual semestre se encuentran en el Anexo 7.3. En el Anexo 7.2 se presentan las cartas con las que SQM y ALS se han comunicado durante el presente periodo de reporte.

Muestreo red monitoreo agua subterránea

En la Tabla 5-23 se presentan los resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua y salmuera tomadas en terreno (Algoritmos en julio de 2020 y SOPROCERT en octubre de 2020) y analizadas por el laboratorio ALS (julio y octubre de 2020), a los pozos de monitoreo durante el segundo semestre del año 2020. La representación gráfica de estos resultados se presenta en la Figura 5-14 para las campañas del tercer y cuarto trimestre de 2020. Como se observa, durante el periodo se realizaron los dos monitoreos trimestrales comprometidos. Únicamente el punto L7-G1 no pudo ser muestreado en ninguno de los trimestres debido a las restricciones de acceso de acuerdo con la restricción de ingreso a la reserva (RNF) producto de las medidas de contingencia del COVID-19 (puede verse el respaldo en el informe realizado por la ETFA en el Anexo 7.1).

Tabla 5-23: Resultados calidad del agua Sistema Soncor segundo semestre de 2020[39]

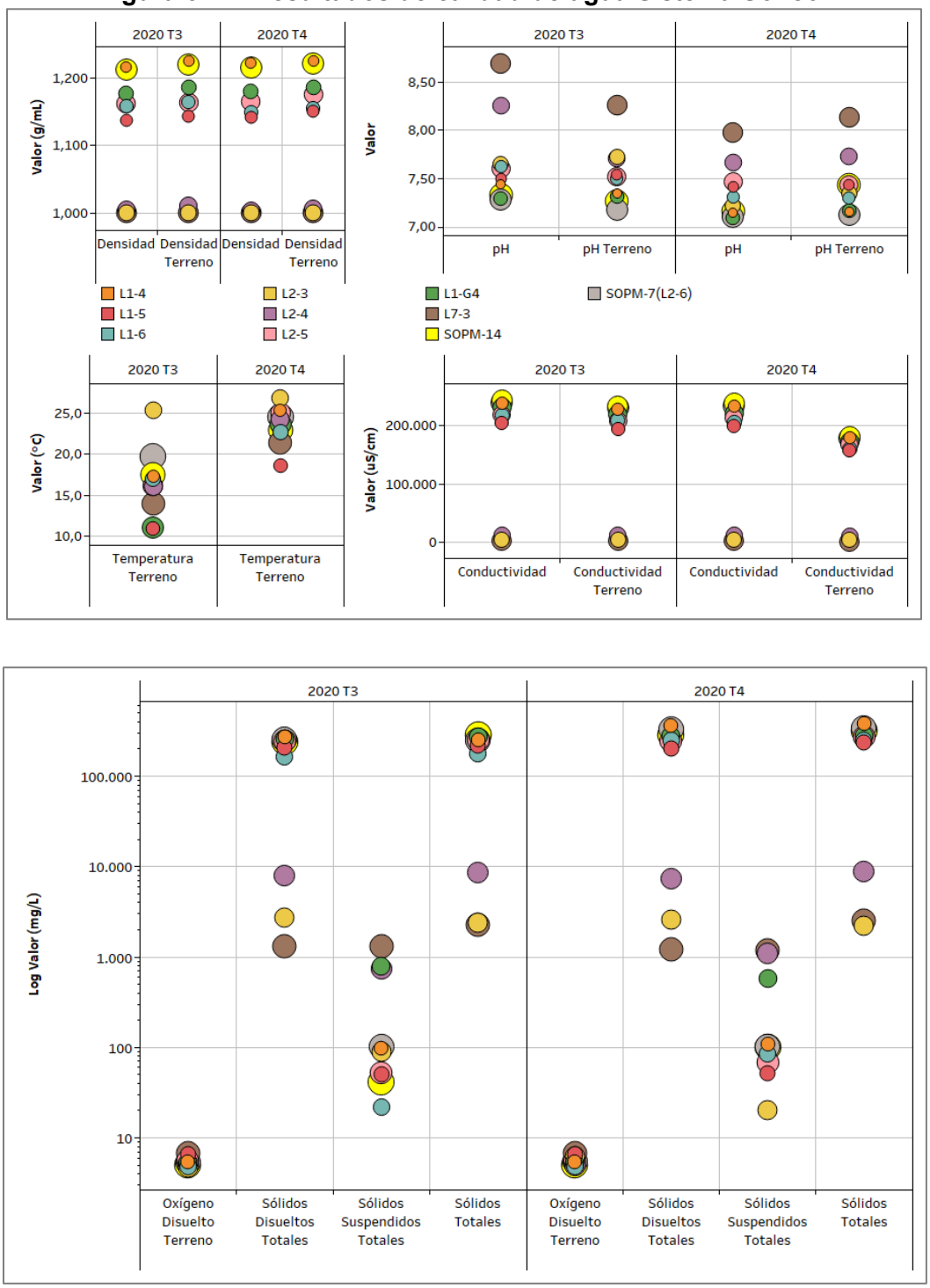
Parámetro	Unidad	L1-4		L1-5		L1-6		L2-3		L2-4		L1-G4 Reglilla	
		27/07/20	26/10/20	27/07/20	26/10/20	27/07/20	26/10/20	29/07/20	28/10/20	29/07/20	28/10/20	27/07/20	26/10/20
Conductividad	µS/cm	237.000	233.000	203.000	198.300	216.000	205.000	3.550	3.750	12.510	12.370	230.000	221.000
Conductividad Terreno	µS/cm	227.000	178.200	194.100	156.900	208.000	158.900	3.700	4.550	12.840	9.840	218.000	172.100
Densidad	g/mL	1,216	1,221	1,136	1,141	1,158	1,149	1,000	1,000	1,004	1,003	1,177	1,179
Densidad Terreno	g/mL	1,224	1,225	1,143	1,150	1,163	1,155	1,000	1,000	1,010	1,005	1,185	1,185
Oxígeno Disuelto	mg/L	5,47	5,48	6,56	6,55	4,88	4,87	4,72	6,31	5,12	4,91	5,23	5,25
pH	-	7,44	7,14	7,49	7,41	7,62	7,31	7,65	7,22	8,25	7,66	7,29	7,09
pH Terreno	-	7,34	7,15	7,54	7,43	7,49	7,30	7,72	7,34	7,70	7,72	7,31	7,16
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	276.530	359.500	208.460	204.380	236.580	249.600	2.710	2.592	7.868	7.450	260.000	282.500
Sólidos Suspendidos	mg/L	99	109	51	52	22	84	90	20	748	1.098	789	576
Sólidos Totales	mg/L	250.149	380.800	219.799	239.200	258.839	251.600	2.378	2.200	8.618	8.930	274.989	281.920
Temperatura Terreno	°C	17,2	25,2	10,9	18,6	16,9	22,6	25,2	26,7	16,0	24,1	11,0	23,6

Parámetro	Unidad	L2-5		L7-3		SOPM-14		SOPM-7 (L2-6)		L7-G1	
		27/07/20	26/10/20	29/07/20	27/10/20	27/07/20	26/10/20	27/07/20	26/10/20	29/07/20	28/10/20
Conductividad	µS/cm	218.000	213.000	1.950	1.929	242.000	238.000	239.000	234.000	S/I	S/I
Conductividad Terreno	µS/cm	208.000	167.200	2.720	1.553	233.000	180.600	229.000	177.900	S/I	S/I
Densidad	g/mL	1,162	1,164	1,000	1,000	1,211	1,215	1,218	1,218	S/I	S/I
Densidad Terreno	g/mL	1,163	1,175	1,000	1,000	1,219	1,220	1,222	1,225	S/I	S/I
Oxígeno Disuelto	mg/L	5,56	5,40	6,79	6,85	5,04	5,06	5,35	5,54	S/I	S/I
pH	-	7,60	7,46	8,68	7,97	7,33	7,16	7,28	7,10	S/I	S/I
pH Terreno	-	7,52	7,43	8,25	8,13	7,26	7,43	7,17	7,12	S/I	S/I
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	247.180	245.060	1.320	1.204	279.320	285.880	253.480	336.050	S/I	S/I
Sólidos Suspendidos	mg/L	52	69	1.319	1.193	42	101	103	102	S/I	S/I
Sólidos Totales	mg/L	250.559	271.600	2.299	2.522	290.589	318.000	249.039	344.120	S/I	S/I
Temperatura Terreno	°C	16,1	25,0	13,9	21,3	17,4	22,8	19,7	24,5	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia. S/I: Sin Información.

[39] Para todos los resultados de análisis químicos expuestos en el presente informe, en el caso de parámetros cuantificados mediante mediciones de terreno y análisis de laboratorio en forma conjunta, se identifican los parámetros medidos directamente en terreno mediante el sufijo Terreno, correspondiendo el resto a análisis de laboratorio. Cabe señalar que las mediciones de terreno corresponden a monitoreos complementarios a los exigidos en la RCA Nº226/2206. Estas mediciones han sido efectuadas por la ETFA y por SQM en forma conjunta (salvo para el caso de densidad que solo son realizadas por SQM).

Figura 5-14: Resultados de calidad de agua Sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia.

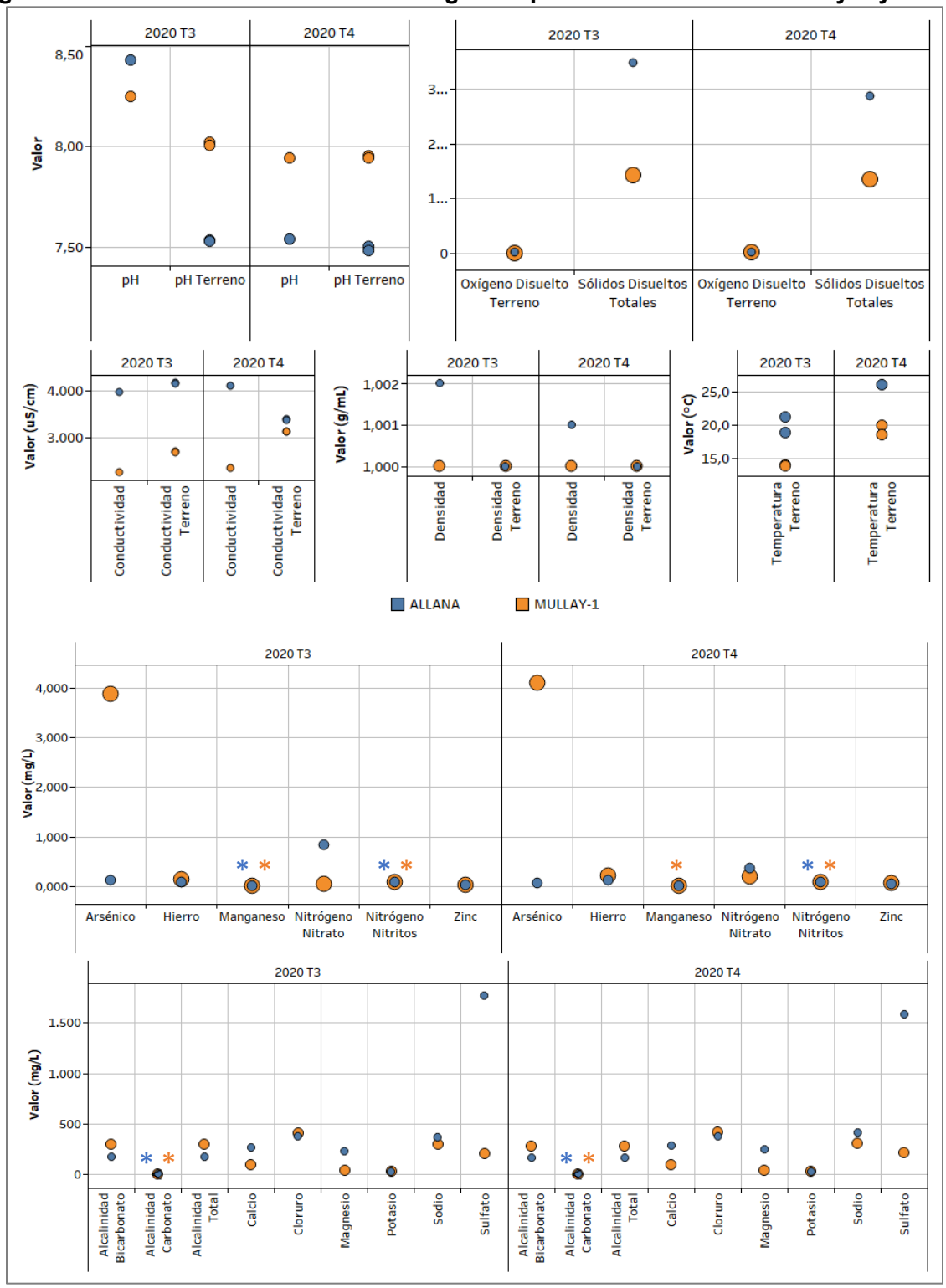
En la Tabla 5-24 se presentan los resultados del monitoreo trimestral de calidad efectuado a los pozos de bombeo Mullay-1 y Allana durante el segundo semestre de 2020. Los resultados gráficos se muestran en la Figura 5-15.

Tabla 5-24: Resultados calidad del agua en pozos de extracción para el segundo semestre de 2020

Parámetro	Unidad	Mullay-1		Allana	
		28/07/2020	27/10/2020	28/07/2020	27/10/2020
Alcalinidad Total	$mgCaCO_3/L$	298	276	169,6	163
Arsénico	mg/L	3,8726	4,1081	0,1181	0,0692
Alcalinidad Bicarbonato	$mgCaCO_3/L$	298[1]	276	169,6[1]	163
Calcio	mg/L	95,02	92,27	267,91	282,08
Alcalinidad Carbonato	$mgCaCO_3/L$	<1[1]	<1	<1[1]	<1
Cloruro	mg/L	410,4	418,2	374,4	371,6
Conductividad	µS/cm	2250	2330	3960	4090
Conductividad Terreno	µS/cm	2690	3120	4160	3380
Densidad	g/mL	1,000	1,000	1,002	1,001
Densidad Terreno	g/mL	1,000	1,000	1,000	1,000
Hierro	mg/L	0,128	0,221	0,081	0,123
Magnesio	mg/L	34,414	34,476	227,41	245,531
Manganeso	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0009
Nitrógeno Nitrato	mg/L	<0,05	0,2	0,84	0,37
Nitrógeno Nitritos	mg/L	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Oxígeno Disuelto Terreno	mg/L	6,10	6,48	7,60	6,30
pH	-	8,25	7,94	8,43	7,54
pH Terreno	-	8,02	7,95	7,53	7,5
Potasio	mg/L	28,8	32,9	26,4	27,6
Sodio	mg/L	298	303	368	407
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1424	1346	3478	2864
Sulfato	mg/L	208	212	1765	1582
Temperatura Terreno	°C	13,8	20,0	18,9	26,1
Zinc	mg/L	0,026	0,0534	0,0154	0,0499

Fuente: Elaboración propia. [1] Los analitos reportados por ALS en la campaña de julio fueron Bicarbonato y Carbonato, expresados en $mgCaCO_3/L$. En el Anexo 7.2 se adjunta el archivo de ALS, "Carta SQM -Alcalinidad V3.pdf", donde se explica que lo que se ha llamado históricamente Alcalinidad Bicarbonato y Alcalinidad Carbonato, se llama en la actualidad Bicarbonato y Carbonato, expresado en mgCaCO3/L. En el mes de octubre volvieron a reportar los analitos con sus nombres y unidades habituales (Alcalinidad Bicarbonato y Alcalinidad Carbonato, expresado en mgCaCO3/L)

Figura 5-15: Resultados de calidad del agua en pozos de extracción Mullay-1 y Allana



Fuente: Elaboración propia. *Los valores <LD se representan como = LD. El color se refiere a la infraestructura.

Mediciones realizadas en cuerpos lagunares

En esta sección se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos del monitoreo realizado en los puntos de control lacustre de Chaxa, Barros Negros, Burro Muerto y Puilar, planificados a ser realizados por ALS Antofagasta, quien subcontrata el monitoreo en terreno y la medición de parámetros físico-químicos a Algoritmos (julio 2020) y SOPROCERT (octubre 2020).

En ninguno de los trimestres se pudo acceder a estos puntos debido a no contar con permiso de acceso a la Reserva Nacional Los Flamencos, ya que la reserva se encontraba cerrada como medida preventiva durante la pandemia del Covid-19 (Anexo 7.1).

Tabla 5-25 Resultados calidad del agua en agua superficial segundo semestre de 2020

Parámetro	Unidad	Chaxa		Burro Muerto		Barros Negros		Puilar	
		28/07/20	28/10/20	27/07/20	28/10/20	28/07/20	28/10/20	27/07/20	28/10/20
Alcalinidad Total	mgCaCO3/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Arsénico	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Bicarbonatos	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Calcio	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Carbonatos	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Cloruro	g/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	S/I	S/I	-	-	S/I	S/I	--	-
Coliformes Totales	NMP/100 mL	S/I	S/I	-	-	S/I	S/I	-	-
Conductividad	µS/cm	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Conductividad Terreno	µS/cm	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Densidad	g/mL	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Densidad Terreno*	g/mL	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Detergentes	mg/L	S/I	S/I	-	-	S/I	S/I	-	-
Dureza Total	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Fosfato	mgPO4/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Hidrocarburos Totales	mg/L	S/I	S/I	-	-	S/I	S/I	-	-
Magnesio	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	S/I	S/I	-	-	S/I	S/I	-	-
Nitrógeno Nitrato	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Oxígeno disuelto Terreno	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
pH Terreno	-	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Potasio	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Salinidad	‰	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sodio	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sólidos disueltos totales	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sólidos suspendidos Totales	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sólidos totales	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sulfato	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Temperatura Terreno	°C	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I

Fuente: elaboración propia.

Validación de Resultados

Los criterios de validación de los resultados obtenidos para los monitoreos de calidad de aguas que se implementan en este apartado son los descritos en el anterior apartado 4.4.8 de Monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas (Capítulo 4 de Materiales y métodos).

La Tabla 5-26 muestra los resultados de la validación para las campañas del segundo semestre en el sistema Soncor. En las dos campañas del segundo semestre, las 20 muestras con análisis de sólidos (totales, disueltos y suspendidos) fueron validadas, teniendo un desbalance de masa menor al 20%. Respecto del balance iónico, todas las muestras de ambos trimestres tuvieron un error de cargas inferior a 10.

Tabla 5-26: Resultados validación Soncor

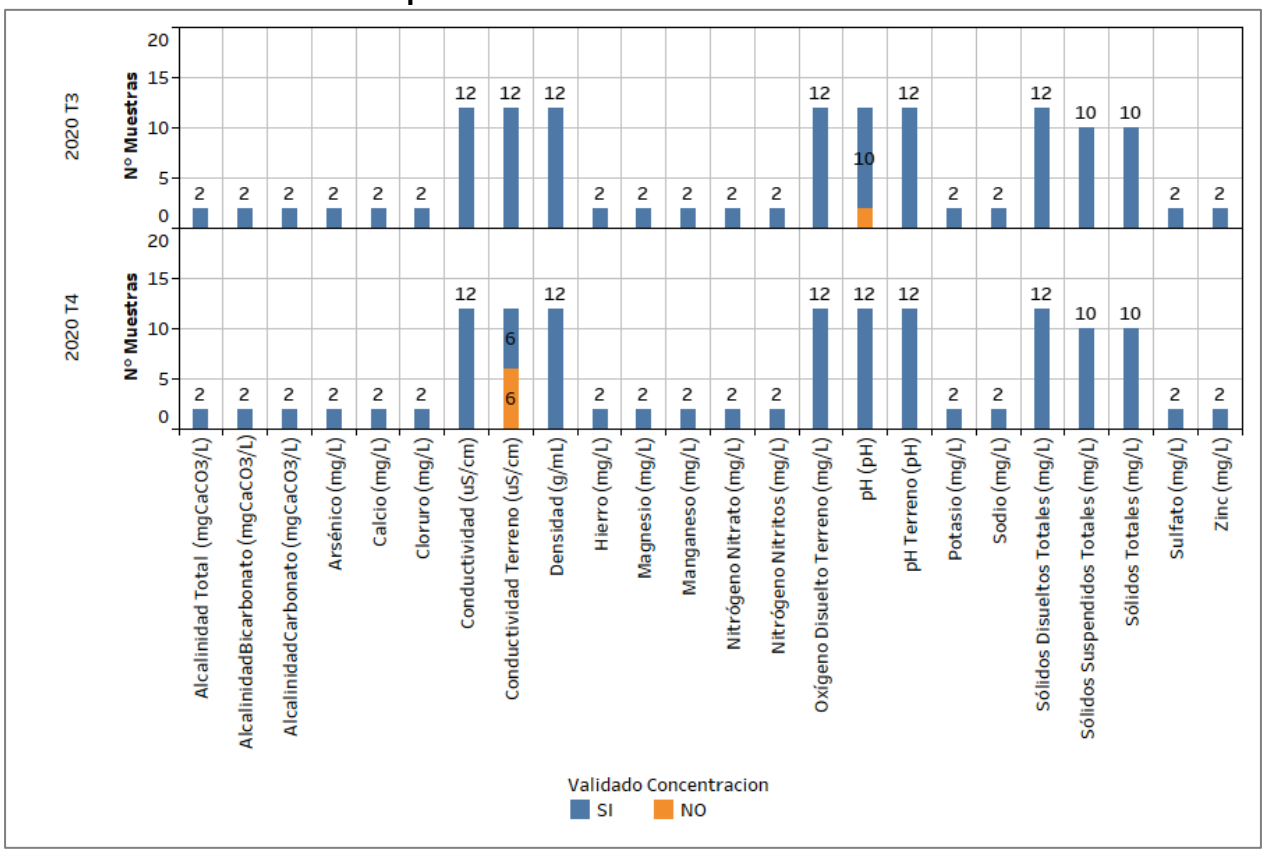
Trimestre de 2020	Punto de control	Validado Balance Masa Sólidos (%)	Balance Iónico (%)
3ro	ALLANA	NA	2,0
	L1-4	10,6	NA
	L1-5	-5,1	NA
	L1-6	-8,6	NA
	L1-G4	-5,2	NA
	L2-3	17,7	NA
	L2-4	0,0	NA
	L2-5	-1,3	NA
	L7-3	14,8	NA
	MULLAY-1	NA	1,0
	SOPM-7(L2-6)	1,8	NA
	SOPM-14	-3,9	NA
4to	ALLANA	NA	6,0
	L1-4	-5,6	NA
	L1-5	-14,5	NA
	L1-6	-0,8	NA
	L1-G4	0,4	NA
	L2-3	18,7	NA
	L2-4	-4,3	NA
	L2-5	-9,7	NA
	L7-3	-5,0	NA
	MULLAY-1	NA	0
	SOPM-7(L2-6)	-2,3	NA
	SOPM-14	-10,1	NA

Fuente: Elaboración propia. N/A: No Aplica; el número de analitos de los parámetros comprometidos por RCA (y analizados) no permiten realizar este cálculo. Los colores en rojo indican muestras no validadas.

La Figura 5-16 muestra el número de muestras validadas y no validadas en base a su concentración histórica para cada analito verificado en el segundo semestre de 2020 en el sistema Soncor. Se observan 2 resultados de pH no validados para el tercer trimestre y 6

resultados de conductividad de terreno en el cuarto trimestre. Estas desviaciones representan un 3% del total de análisis realizados. Fueron consultadas con el laboratorio y fueron ratificadas. (Anexo 7.2).

Figura 5-16: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia.

Caudal agua superficial (aforos)

En el sistema Soncor se dispone de dos puntos de medición de caudal de agua superficial; en el Puente San Luis se mide de forma continua y con medidas manuales mensuales, y en el punto llamado Barros Negros (que se ubica a la salida de la laguna Chaxa, ver apartado 4.3.1) se toman medidas manuales mensuales.

Durante el segundo semestre de 2020 no ha sido posible la visita en ninguno de los dos puntos para la medición manual, ya que se encuentran los dos dentro de RNF (ver apartado 5.1.1). En la Tabla 5-27 se muestran las fechas en que la ETFA SEGEA intentó la visita a estos puntos.

Con respecto a las mediciones continuas del Puente San Luis, recién el 29 de enero de 2021 se pudo acceder al punto para la descarga de los datos[40]. Lamentablemente, este punto, que llevaba sin ser visitado desde el 27 de mayo de 2020 (8 meses en total), ha mostrado haber estado en falla durante todos estos meses (los datos registrados se muestran una oscilación anómala y alcanzando valores fuera del rango histórico. Además, en el momento de la descarga de los datos se observó que el sensor presentaba fallos), por lo que los datos de este periodo no pueden ser validados. En la Figura 5-17 se muestra el resultado de la medición en continuo para este periodo de reporte en este punto (todos los datos se invalidan). En el Anexo 9 se hace entrega de los datos tabulados correspondientes al segundo semestre 2020 y también al periodo que completa el primer semestre de 2020 y que no pudo ser entregado en el anterior informe Nº 27.

Dada la situación descrita anteriormente, se resalta la necesidad de poder mantener una periodicidad como mínimo mensual para la visita de este punto en concreto, lo que permite poder realizar las mantenciones necesarias y detectar a tiempo desviaciones en los instrumentos.

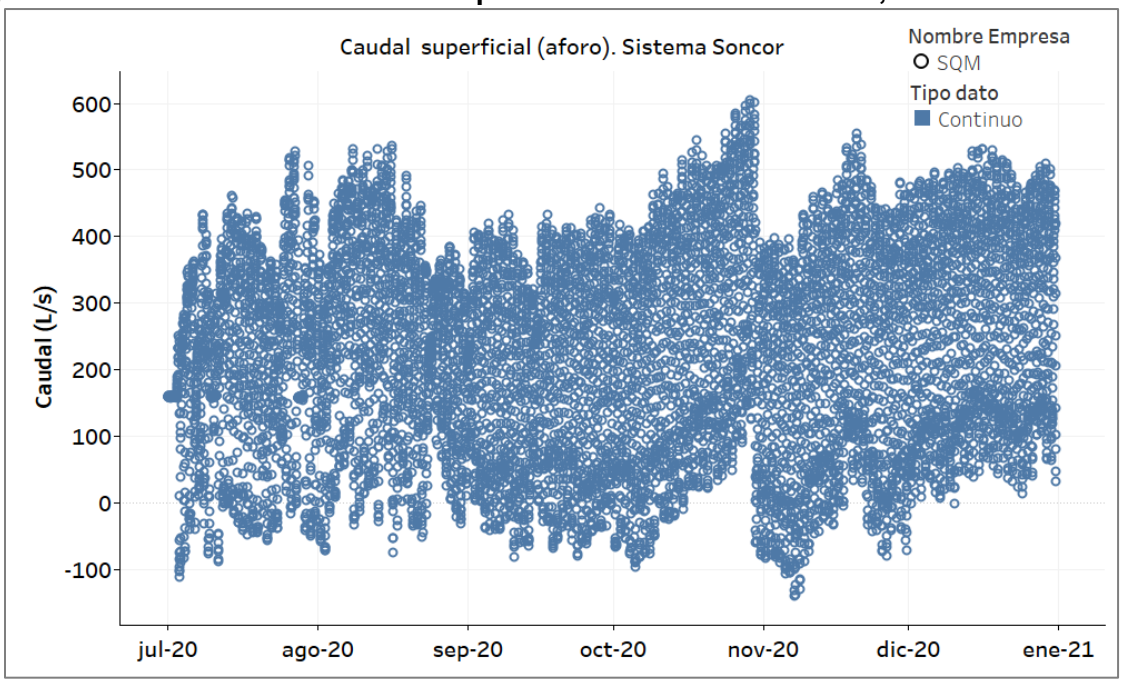
[40] Esta situación será descrita con detalle en el siguiente informe PSAH Nº 29, ya que la fecha corresponde al primer semestre de 2021.

Tabla 5-27: Resultados aforos manuales en el punto de Aforo Barros Negros y Puente San Luis

Fecha Medición	Caudal manual (L/s)	
	Aforo Barros Negros	Puente San Luis
24/07/2020	S/I	S/I
20/08/2020	S/I	S/I
20/09/2020	S/I	S/I
20/10/2020	S/I	S/I
20/11/2020	S/I	S/I
20/12/2020	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia. S/I: Sin Información.

Figura 5-17: Caudales medidos en el punto Puente San Luis Aforo, del sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia.

Superficie Lacustre

Para el presente semestre de reporte, sólo corresponde la medición de la superficie lacustre del sistema Soncor (Chaxa, Barros Negros y Puilar) mediante el método de las estacas perimetrales realizado trimestralmente por SQM en el marco del ex convenio con CONAF.

Cabe mencionar que las mediciones de Puilar efectuadas en base a estacas corresponden a la superficie del canal de aporte y no al cuerpo de la laguna como tal, debido que fue incorporado

inicialmente como un seguimiento experimental durante el año 2004 (Monitoreo Ambiental Hábitat y Poblaciones de Avifauna en el Salar de Atacama).

Durante este periodo de reporte no se contó con permiso para acceder a la Reserva Nacional Los Flamencos debido a las restricciones impuestas por parte de CONAF. Por lo tanto, no se realizó la medición de superficies mediante estacas perimetrales.

5.1.3. SISTEMA AGUAS DE QUELANA

De acuerdo con lo indicado en la Sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico del Sistema Aguas de Quelana considera el monitoreo de las siguientes variables: nivel del agua (61 puntos), caudal bombeado (2 puntos), calidad química (9 puntos) y superficie lacustre. Los resultados obtenidos para el segundo semestre de 2020 se presentan a continuación. Previamente, en la Tabla 5-28 se muestra el resumen de la infraestructura no visitada para este periodo.

Tabla 5-28: Resumen de puntos no visitados en el Sistema Aguas de Quelana

Identificación	Tipo	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	Motivos
L13-3	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L13-5	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L13-6	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L14-5	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L14-6	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L14-7	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L3-10	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L3-11	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L3-12	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L3-13	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L3-6	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L3-8	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L3-9	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L4-11	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L4-12	Pozo	xx	x	x	xx	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L4-13	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L4-14	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L4-8	Pozo	xx	x	x	xx	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L4-9	Pozo	xx	x	x	xx	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L5-10	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L5-11	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L5-12	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L5-13	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L5-14	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana

Identificación	Tipo	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	Motivos
L5-15	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L5-3	Pozo	xx	x	x	xx	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L5-9	Pozo	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L13-4	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L14-4	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L3-7	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L4-10	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana
L5-G3	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Restricción de ingreso a RNF Quelana

Fuente: Elaboración propia. x: punto no visitado; xx: punto no muestreado en la campaña de calidad.

Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presentan los niveles de todos los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Aguas de Quelana, de acuerdo con la distribución señalada en la Figura 4-6 y en la Tabla 4-5.

Cabe señalar que los pozos L4-3, L3-3 y L3-5 junto a la reglilla L4-10 son parte del monitoreo de niveles de los sistemas Aguas de Quelana y Vegetación Borde Este, pero para una mayor claridad de su presentación, éstos solo serán mostrados en esta sección. Por otra parte, el pozo L3-4 (también denominado SOPM-8) es parte del monitoreo de niveles del Sistema Aguas de Quelana y del sector Núcleo del Salar de Atacama; el pozo solo se presentará en la actual sección.

Pozos en zona aluvial

La zona aluvial cuenta con 7 puntos de control comprometidos para el Sistema Aguas de Quelana, que corresponden a 5 pozos de monitoreo y 2 pozos de extracción. En la Tabla 5-29 se muestran los resultados del monitoreo efectuado para el segundo semestre de 2020.

De entre estos puntos, el L4-3 es indicador de estado, por lo que SQM efectúa medidas diarias y debido al volumen de datos, se representan en la Tabla 5-29 los máximos y mínimos mensuales resultantes. Tal y como se ha descrito anteriormente, se ha solicitado a la ETFA que realice mediciones mensuales adicionales en estos puntos con el fin de respaldar las mediciones de SQM.

El resto de los puntos de este grupo que deben ser medidos mensualmente y corresponden ser medidos por la ETFA, que son las mediciones resultantes que se muestran en la Tabla 5-29. No obstante, estos puntos cuentan con mediciones adicionales realizadas por SQM; no se muestran

en la Tabla 5-28, pero en la Figura 5-26 se muestra el resultado completo de monitoreo, con las mediciones comprometidas y adicionales y en el Anexo 6.1 se entregan de forma tabulada.

En la Tabla 5-30 se puede ver con detalle el recuento de mediciones realizadas cada mes por cada empresa, de esta forma se puede ver de forma clara el número de mediciones totales que se han realizado en cada caso, pues en las tablas solo se muestran los resultados correspondientes a las mediciones comprometidas.

Tabla 5-29: Registro de niveles zona aluvial del sistema Aguas de Quelana

L3-2		L4-4		L5-1		L5-2	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
19/07/2020 11:08	2.322,893	**18/07/2020 15:38**	2.304,585	**18/07/2020 15:16**	2.322,323	**18/07/2020 15:27**	2.315,115
19/08/2020 16:43	2.322,905	**19/08/2020 13:09**	2.304,541	**19/08/2020 12:02**	2.322,312	**19/08/2020 12:55**	2.315,135
19/09/2020 14:40	2.322,879	**19/09/2020 12:03**	2.304,510	**19/09/2020 10:17**	2.322,270	**19/09/2020 11:11**	2.315,121
27/09/2020 15:31	2322,874 (1)	**19/10/2020 16:14**	2.304,487	**27/09/2020 16:06**	2322,325 (1)	**19/10/2020 14:27**	2.315,139
21/10/2020 12:32	2.322,880	**19/11/2020 15:47**	2.304,517	**19/10/2020 13:36**	2.322,303	**19/11/2020 15:31**	2.315,140
21/11/2020 10:12	2.322,884	**16/12/2020 15:39**	2.304,543	**19/11/2020 15:20**	2.322,312	**16/12/2020 15:23**	2.315,139
18/12/2020 15:56	2.322,897			**16/12/2020 15:07**	2.322,322		

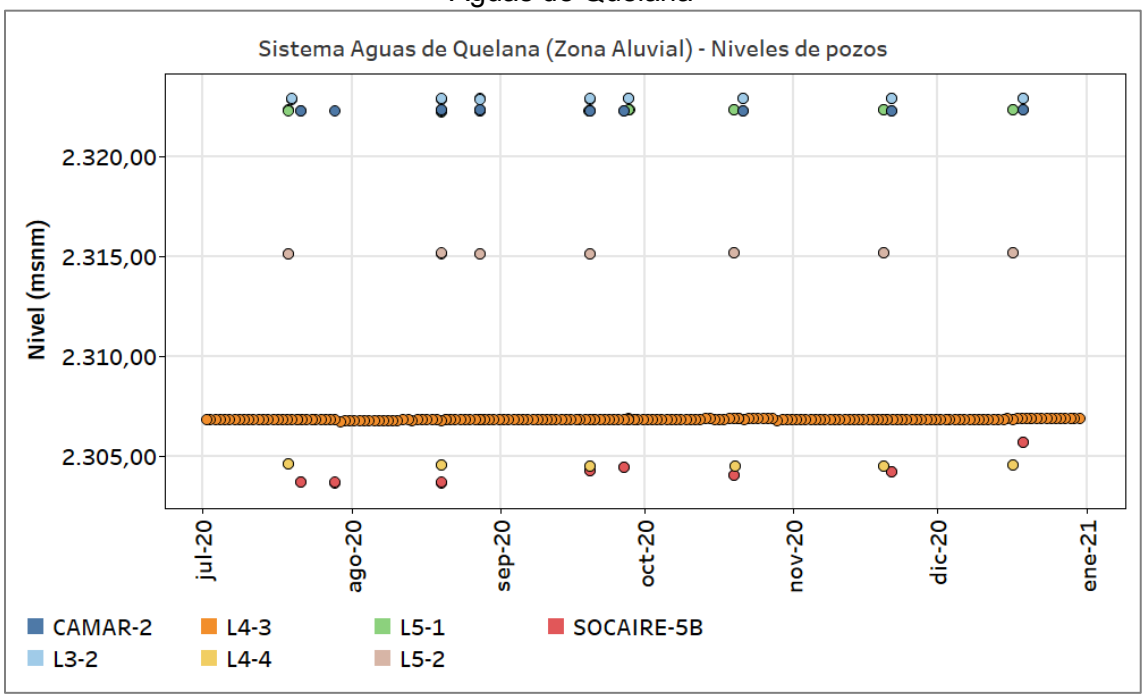
CAMAR-2		SOCAIRE-5B		L4-3		
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Mes**	**Nivel (m s.n.m.)**	
					mínimo	**máximo**
21/07/2020 10:35	2.322,265	**21/07/2020 10:10**	2.303,710			
19/08/2020 16:21	2.322,305	**19/08/2020 12:27**	2.303,670	**jul-20**	2.306,727	2.306,827
19/09/2020 14:05	2.322,264	**19/09/2020 10:52**	2.304,287	**ago-20**	2.306,765	2.306,817
26/09/2020 17:13	2322,283 (1)	**19/10/2020 14:05**	2.304,062	**sep-20**	2.306,800	2.306,841
21/10/2020 12:49	2.322,258	**21/11/2020 11:15**	2.304,187	**oct-20**	2.306,784	2.306,853
21/11/2020 10:38	2.322,265	**18/12/2020 15:10**	2.305,707	**nov-20**	2.306,812	2.306,837
18/12/2020 15:36	2.322,300			**dic-20**	2.306,834	2.306,858

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. (1) corresponde a una remedición.

Tabla 5-30: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
CAMAR-2	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1
L3-2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1
L4-3	1	2	2	1	1	1	31	32	31	32	30	30
L4-4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L5-1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1
L5-2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
SOCAIRE-5B	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1

Fuente: Elaboración propia. Figura 5-18: Nivel observado (m s.n.m.) en zona aluvial del sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Pozos en zona marginal

En esta sección se exponen los resultados del monitoreo efectuado en los 43 pozos de control de nivel ubicados en la zona marginal del Sistema Aguas de Quelana. De éstos, 19 poseen medición continua de nivel. De manera que, para facilitar el análisis, se han agrupado en 4 grupos en función de su ubicación; alrededor al pozo de extracción Camar-2, alrededor al pozo de

extracción Socaire-5B, al oeste de las lagunas difusas aguas abajo del pozo Camar-2 y al oeste de las lagunas difusas aguas abajo del pozo Socaire-5B. A continuación, se muestran los resultados para cada grupo.

Área del pozo Camar-2

En la Tabla 5-31 se muestran las mediciones del segundo semestre de 2020 para el subsector aledaño al pozo de extracción Camar-2, compuesto por 6 puntos de control.

Los piezómetros L3-3 y L3-5 son indicadores de estado por lo que son medidos a diario por SQM, que son los valores que se muestran en la Tabla 5-31 en forma de mínimos y máximos mensuales debido a la gran cantidad de datos. Como viene describiéndose en los otros sectores, adicionalmente, se solicitó a la ETFA que tomara medidas mensuales en estos puntos con el propósito de contrastar las mediciones de SQM.

El resto de los puntos de este grupo deben ser medidos mensualmente por la ETFA y el resultado es el que se muestra en la Tabla 5-31. Adicionalmente, SQM toma mediciones mensuales en estos puntos; en la Figura 5-19 se muestra el resultado completo del monitoreo en todos los puntos de este grupo.

Con el fin de facilitar la revisión del número de mediciones realizadas en cada punto durante este segundo semestre de 2020, en la Tabla 5-32 se detalla el recuento de las mediciones realizadas por cada empresa en cada mes.

En la Figura 5-19 se grafican también las mediciones en continuo; de este grupo todos los pozos, excepto el L3-3, cuentan con sensor de presión (Level Troll). Los puntos L13-3 y L3-6 no han podido ser visitados durante el segundo semestre 2020, pero recién en 2021 se ha accedido la descarga de los datos, los cuales complementan el registro desde el 21 de enero de 2020 el L13-3 y desde el 28 de febrero de 2020 el L3-6. De esta forma en el Anexo 6.1 se entregan estos datos faltantes del informe PSAH Nº 27.

Finalmente, el punto L3-5 cuenta con una medida realizada por Golder durante la auditoría ambiental independiente solicitada por SQM y realizada en noviembre de 2020. Este corresponde al compromiso adquirido en la RCA 226/2006 y que se realiza todos los segundos semestres de

cada año. Esta medida se ha graficado con el resto de las mediciones en la Figura 5-19 y se entrega de forma tabulada en el Anexo 6.1. En el Anexo 6.3 se puede consultar el informe resultante de la fiscalización.

Tabla 5-31: Registro de niveles zona marginal del Sistema Aguas de Quelana – área del pozo Camar-2

L13-1		L13-2		L13-3		L3-6	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
16/07/2020 15:13	2.315,309	**16/07/2020 15:40**	2.307,395	**17/07/2020 12:00**	S/I	**17/07/2020 12:00**	S/I
16/08/2020 11:10	2.315,320	**16/08/2020 12:10**	2.307,402	**17/08/2020 12:00**	S/I	**17/08/2020 12:00**	S/I
16/09/2020 14:35	2.315,346	**16/09/2020 15:12**	2.307,411	**17/09/2020 12:00**	S/I	**17/09/2020 12:00**	S/I
27/09/2020 15:07	2.315,346 (1)	**16/10/2020 13:13**	2.307,388	**17/10/2020 12:00**	S/I	**17/10/2020 12:00**	S/I
16/10/2020 12:41	2.315,348	**16/11/2020 12:41**	2.307,351	**17/11/2020 12:00**	S/I	**17/11/2020 12:00**	S/I
16/11/2020 12:15	2.315,342	**16/12/2020 11:57**	2.307,306	**17/12/2020 12:00**	S/I	**17/12/2020 12:00**	S/I
16/12/2020 11:45	2.315,306	**24/12/2020 12:42**	2.307,289 (1)				
24/12/2020 13:00	2.315,292 (1)						

L3-3			L3-5		
Mes	**Nivel (m s.n.m.)**		**Mes**	**Nivel (m s.n.m.)**	
	mínimo	**máximo**		**mínimo**	**máximo**
jul-20	2.310,865	2.310,884	**jul-20**	2.304,204	2.304,232
ago-20	2.310,882	2.310,895	**ago-20**	2.304,229	2.304,263
sep-20	2.310,894	2.310,905	**sep-20**	2.304,259	2.304,274
oct-20	2.310,881	2.310,904	**oct-20**	2.304,250	2.304,267
nov-20	2.310,818	2.310,879	**nov-20**	2.304,216	2.304,248
dic-20	2.310,747	2.310,816	**dic-20**	2.304,179	2.304,214

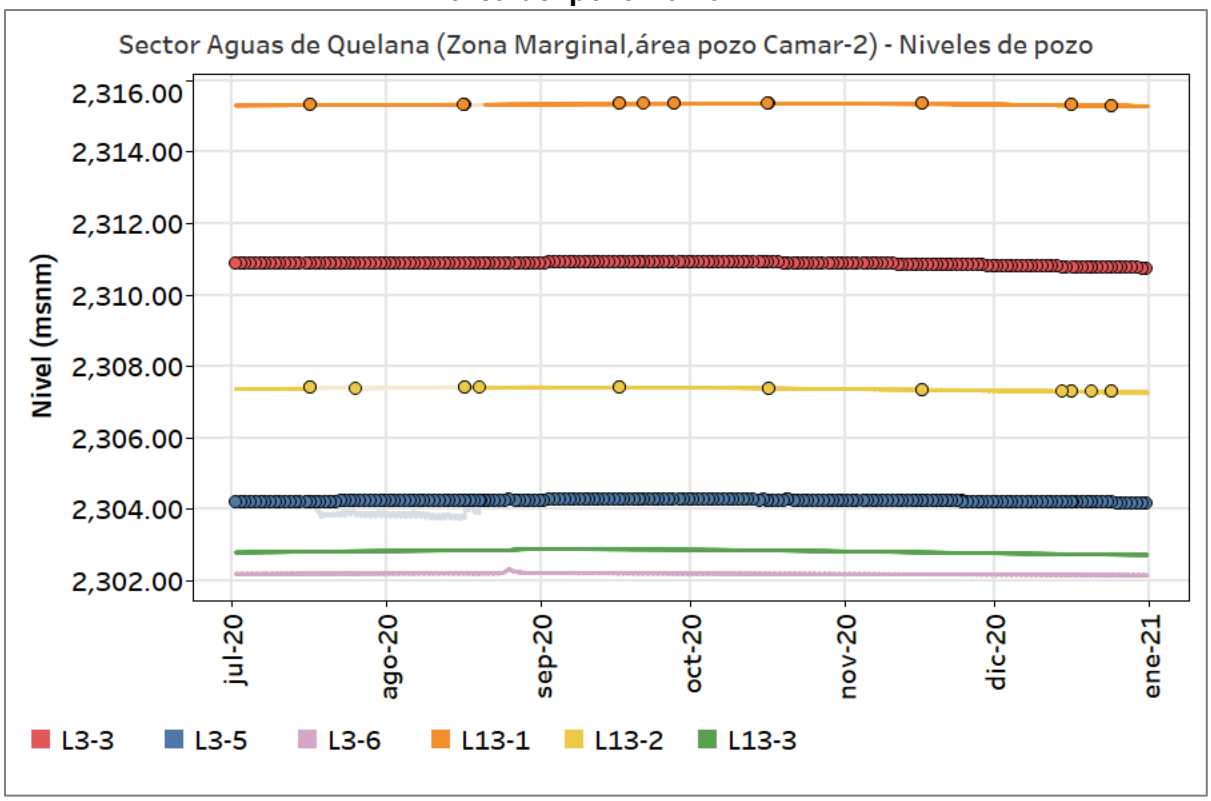
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información. (1) Corresponde a una remedición.

Tabla 5-32: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	GOLDER	SEGEA						SQM					
	nov-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
L3-3		1	1	1	1	1	1	31	31	30	32	30	30
L3-5	1	1	2	1	1	1	1	32	33	30	33	31	31
L13-1		1	1	2	1	1	2	1	1	3	1	1	2
L13-2		1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	4

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-19: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Aguas de Quelana – área del pozo Camar-2



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. En opaco se muestran los periodos no validados de los datos continuos.

Área del pozo Socaire-5B

En la Tabla 5-33 se muestran las mediciones para el subsector aledaño al pozo de extracción Socaire-5B compuesto por 13 puntos de control, de los cuales 7 tienen medición en continuo además de las medidas manuales. Puede verse que no se han podido visitar todos los puntos de este grupo, puesto que parte se encuentran dentro de RNF, incluyendo el L4-8 que es indicador de estado.

De entre los indicadores de estado medidos, y que corresponden a este grupo, se encuentran los puntos L4-7 y L5-8, que son monitoreados de forma diaria por SQM. En la Tabla 5-33 se muestran los mínimos y máximos resultantes. No obstante, estos puntos han sido medido adicionalmente por la ETFA de forma mensual, con el objetivo de verificar las mediciones de SQM. Estas mediciones se muestran, junto con las mediciones diarias comprometidas, en la Figura 5-20.

Con respecto el resto de los puntos, deben ser medidos mensualmente por la ETFA; el resultado de este monitoreo es el que se muestra en la Tabla 5-33. Adicionalmente, SQM realiza mediciones el mismo día, los valores resultantes en este caso no se muestran en la Tabla 5-33, pero se grafican junto con el resto de los valores en la Figura 5-20.

Con el fin de facilitar la revisión del número de mediciones realizadas en cada punto durante este segundo semestre de 2020, en la Tabla 5-34 se detalla el recuento de las mediciones realizadas por cada empresa en cada mes. Todas las mediciones, las comprometidas y las adicionales se entregan de forma tabulada en el Anexo 6.1.

Respecto de las mediciones en continuo, se muestran junto a las mediciones manuales en la Figura 5-20. Los puntos L4-8, L4-9, L5-3 no han podido ser visitados durante el segundo semestre 2020, pero recién en 2021 se ha accedido a ellos y se han descargado las mediciones que complementan el registro continuo faltante desde el 28 de febrero de 2020. De esta forma, en el Anexo 6.1 se entrega esta data completando también el registro del informe PSAH Nº 27.

Los puntos L4-7, L5-7 y L5-8 fueron medidos por Golder en noviembre de 2020 en el marco de la auditoría ambiental independiente que SQM solicitó para dar cumplimento al compromiso descrito en la RCA 226/2006, y que se lleva a cabo todos los segundos semestres de cada año. El resultado de estas mediciones se grafica junto al resto del monitoreo en la Figura 5-20 y valores se encuentran tabulados en el Anexo 6.1. En el Anexo 6.3 se entrega el reporte derivado de la auditoría.

Tabla 5-33: Registro de niveles zona marginal del Sistema Aguas de Quelana – área del pozo Socaire-5B

L14-1		L14-2		L14-3		L14-5	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
18/07/2020 16:07	2.311,818	**18/07/2020 16:21**	2.304,333	**18/07/2020 16:35**	2.301,672	**19/07/2020 12:00**	S/I
19/08/2020 15:19	2.311,838	**19/08/2020 15:29**	2.304,350	**19/08/2020 15:43**	2.301,681	**19/08/2020 12:00**	S/I
19/09/2020 12:44	2.311,845	**19/09/2020 12:56**	2.304,359	**19/09/2020 13:11**	2.301,681	**19/09/2020 12:00**	S/I
19/10/2020 16:44	2.311,855	**19/10/2020 17:55**	2.304,370	**19/10/2020 18:13**	2.301,662	**19/10/2020 12:00**	S/I
19/11/2020 16:18	2.311,834	**19/11/2020 16:30**	2.304,352	**19/11/2020 16:40**	2.301,652	**19/11/2020 12:00**	S/I
16/12/2020 16:07	2.311,790	**16/12/2020 16:17**	2.304,324	**16/12/2020 16:43**	2.301,642	**19/12/2020 12:00**	S/I

L14-6		L14-7		L4-9		L5-3	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
19/07/2020 12:00	S/I	19/07/2020 12:00	S/I	16/07/2020 12:00	S/I	16/07/2020 12:00	S/I
19/08/2020 12:00	S/I	19/08/2020 12:00	S/I	16/08/2020 12:00	S/I	16/08/2020 12:00	S/I
19/09/2020 12:00	S/I	19/09/2020 12:00	S/I	16/09/2020 12:00	S/I	16/09/2020 12:00	S/I
19/10/2020 12:00	S/I	19/10/2020 12:00	S/I	16/10/2020 12:00	S/I	16/10/2020 12:00	S/I
19/11/2020 12:00	S/I	19/11/2020 12:00	S/I	16/11/2020 12:00	S/I	16/11/2020 12:00	S/I
19/12/2020 12:00	S/I	19/12/2020 12:00	S/I	16/12/2020 12:00	S/I	16/12/2020 12:00	S/I

L5-7		L5-6		L4-8		
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Mes	Nivel (m s.n.m.)	
					mínimo	máximo
19/07/2020 9:54	2.307,062	20/07/2020 13:12	2.309,094			
20/07/2020 12:47	2307,061 (1)	20/08/2020 13:04	2.309,103	jul-20	S/I	S/I
16/08/2020 9:22	2.307,080	20/09/2020 13:15	2.309,114	ago-20	S/I	S/I
20/08/2020 12:39	2307,083 (1)	20/10/2020 10:54	2.309,103	sep-20	S/I	S/I
16/09/2020 11:47	2.307,111	20/11/2020 12:08	2.309,075	oct-20	S/I	S/I
20/09/2020 12:52	2307,104 (1)	20/12/2020 11:44	2.309,034	nov-20	S/I	S/I
27/09/2020 14:37	2307,103 (1)	25/12/2020 15:03	2309,025 (1)	dic-20	S/I	S/I
16/10/2020 10:08	2.307,090					
20/10/2020 10:34	2307,089 (1)					
15/11/2020 15:37	2.307,056					
20/11/2020 11:51	2307,053 (1)					
18/12/2020 14:48	2.306,997					
20/12/2020 11:04	2306,994 (1)					
25/12/2020 14:40	2306,983 (1)					

L4-7			L5-8		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	mínimo	máximo		mínimo	máximo
jul-20	2.301,406	2.301,411	jul-20	2.303,756	2.303,771
ago-20	2.301,406	2.301,442	ago-20	2.303,768	2.303,816
sep-20	2.301,409	2.301,429	sep-20	2.303,773	2.303,801
oct-20	2.301,402	2.301,409	oct-20	2.303,744	2.303,773
nov-20	2.301,396	2.301,403	nov-20	2.303,735	2.303,746
dic-20	2.301,394	2.301,399	dic-20	2.303,712	2.303,734

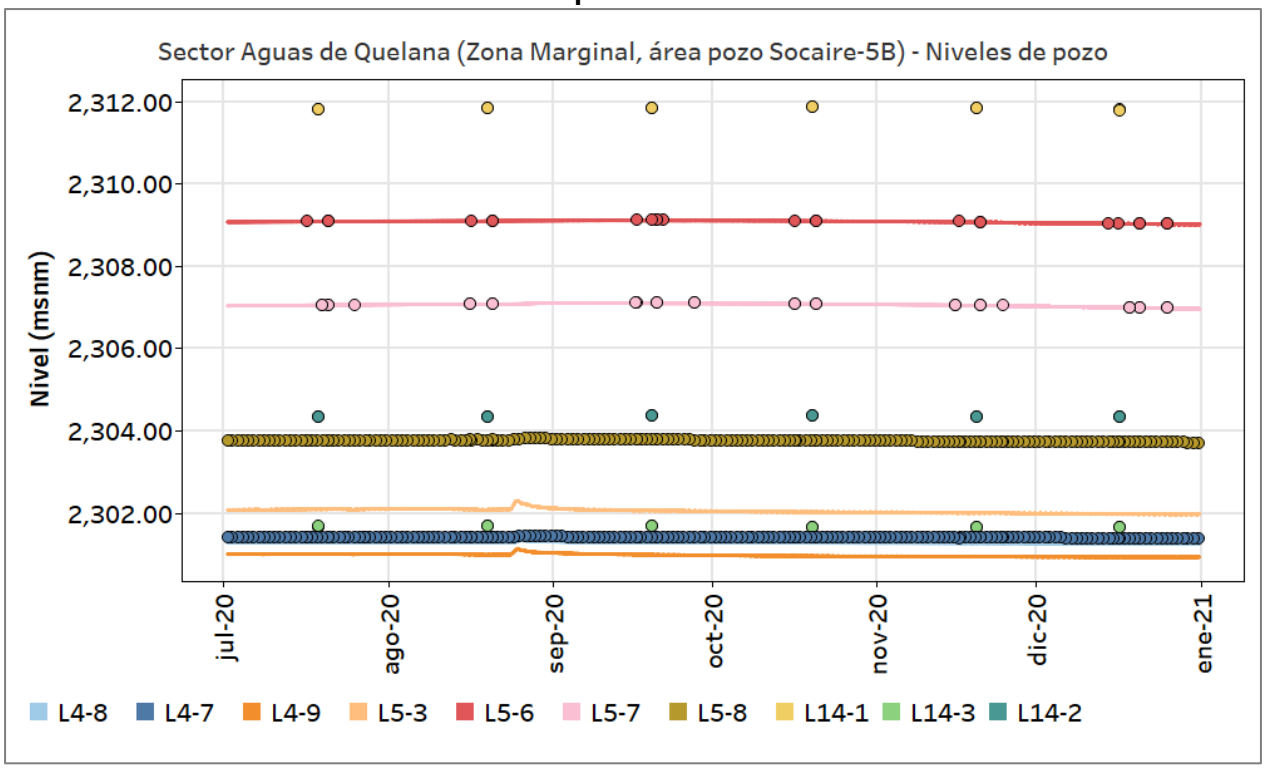
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información. (1) Corresponde a una remedición.

Tabla 5-34: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	GOLDER	SEGEA						SQM					
	nov-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
L4-7	1	2	1	1	1	1	1	33	32	31	33	31	31
L5-6		1	1	1	1	1	2	2	2	4	2	2	4
L5-7	1	2	2	3	2	2	3	3	2	3	2	2	3
L5-8	1	1	1	1	1	1	1	32	32	31	33	31	31
L14-1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L14-2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L14-3		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-20: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Aguas de Quelana – área del pozo Socaire-5B



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Área del pozo Camar-2 al oeste de las lagunas difusas

Respecto el subsector oeste de las lagunas difusas aguas abajo del Camar-2, se encuentran 10 puntos de control. El resultado para el monitoreo del segundo semestre de 2020 se muestra en la Tabla 5-35. Solo los puntos L13-7 y L3-14 han podido ser visitados, el resto se encuentra dentro de la reserva (RNF). De entre estos puntos sin medidas manuales, se encuentran los indicadores de estado L3-9 y L3-11.

Las mediciones de los puntos con frecuencia menor a la diaria deben ser medidos por una ETFA, de esta forma, en la Tabla 5-35 se muestra el resultado del monitoreo obtenido por ésta. No obstante, SQM realiza mediciones adicionales sobre los mismos puntos; en la Figura 5-21 se muestran los niveles obtenidos tanto de la ETFA como de SQM y en la Tabla 5-36 se encuentra el detalle del número de mediciones realizado por cada empresa para cada mes del segundo semestre de 2020. En el Anexo 6.1 se entrega el resultado del monitoreo completo (mediciones comprometidas y adicionales) de forma tabulada.

El punto L3-14 fue también medido por Golder en el mes de noviembre de 2020, con motivo de la auditoría ambiental independiente que SQM solicita para dar cumplimiento a la RCA 226/2006, y que se lleva a cabo todos los segundos semestres de cada año. La medición resultante se muestra en la Figura 5-21 junto al resto de mediciones en la Figura 5-21, el valor se entrega tabulado en el Anexo 6.1 y en el Anexo 6.3 se entrega el reporte resultante elaborado por Golder.

Respecto de la medición continua, los puntos L3-9, L3-10 y L3-13 no cuentan con mediciones manuales durante este periodo de reporte ya que no pudieron ser visitados. No obstante, recién durante el primer semestre de 2021 se pudo acceder a la descarga de los datos, lo que complementa el registro faltante desde el 27 de febrero de 2020. El registro perteneciente al segundo semestre de 2020 se muestra en la Figura 5-21, puede verse que el L3-9 presenta una falla en el equipo a partir de octubre de 2020, ya que se registran valores anómalos y fuera de rango, por lo que se procede a invalidarlos. No obstante, en el Anexo 6.1 se entregan estos datos completos (validado e invalidado) junto con los datos faltantes y correspondientes al pasado informe PSAH Nº 27.

Tabla 5-35: Registro de niveles zona marginal del Sistema Aguas de Quelana – área del pozo Camar-2 al oeste de las lagunas difusas

L13-5		L13-6		L13-7		L3-10	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
19/07/2020 12:00	S/I	19/07/2020 12:00	S/I	18/07/2020 9:47	2.300,058	15/07/2020 12:00	S/I
19/08/2020 12:00	S/I	19/08/2020 12:00	S/I	28/07/2020 10:16	2.300,058 (1)	15/08/2020 12:00	S/I
19/09/2020 12:00	S/I	19/09/2020 12:00	S/I	18/08/2020 12:05	2.300,053	15/09/2020 12:00	S/I
19/10/2020 12:00	S/I	19/10/2020 12:00	S/I	28/08/2020 10:45	2.300,051 (1)	15/10/2020 12:00	S/I
19/11/2020 12:00	S/I	19/11/2020 12:00	S/I	18/09/2020 13:20	2.300,055	15/11/2020 12:00	S/I
19/12/2020 12:00	S/I	19/12/2020 12:00	S/I	18/10/2020 12:52	2.300,050	15/12/2020 12:00	S/I
				18/11/2020 13:22	2.300,046		
				18/12/2020 10:26	2.300,042		

L3-8		L3-12		L3-13		L3-14	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
19/07/2020 12:00	S/I	15/07/2020 12:00	S/I	15/07/2020 12:00	S/I	20/07/2020 11:08	2.299,905
19/08/2020 12:00	S/I	15/08/2020 12:00	S/I	15/08/2020 12:00	S/I	20/08/2020 10:30	2.299,901
19/09/2020 12:00	S/I	15/09/2020 12:00	S/I	15/09/2020 12:00	S/I	20/09/2020 11:00	2.299,910
19/10/2020 12:00	S/I	15/10/2020 12:00	S/I	15/10/2020 12:00	S/I	27/09/2020 12:08	2.299,911
19/11/2020 12:00	S/I	15/11/2020 12:00	S/I	15/11/2020 12:00	S/I	20/10/2020 8:59	2.299,909
19/12/2020 12:00	S/I	15/12/2020 12:00	S/I	15/12/2020 12:00	S/I	20/11/2020 10:17	2.299,903
						20/12/2020 9:24	2.299,901

L3-9			L3-11		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	mínimo	máximo		mínimo	máximo
jul-20	S/I	S/I	jul-20	S/I	S/I
ago-20	S/I	S/I	ago-20	S/I	S/I
sep-20	S/I	S/I	sep-20	S/I	S/I
oct-20	S/I	S/I	oct-20	S/I	S/I
nov-20	S/I	S/I	nov-20	S/I	S/I
dic-20	S/I	S/I	dic-20	S/I	S/I

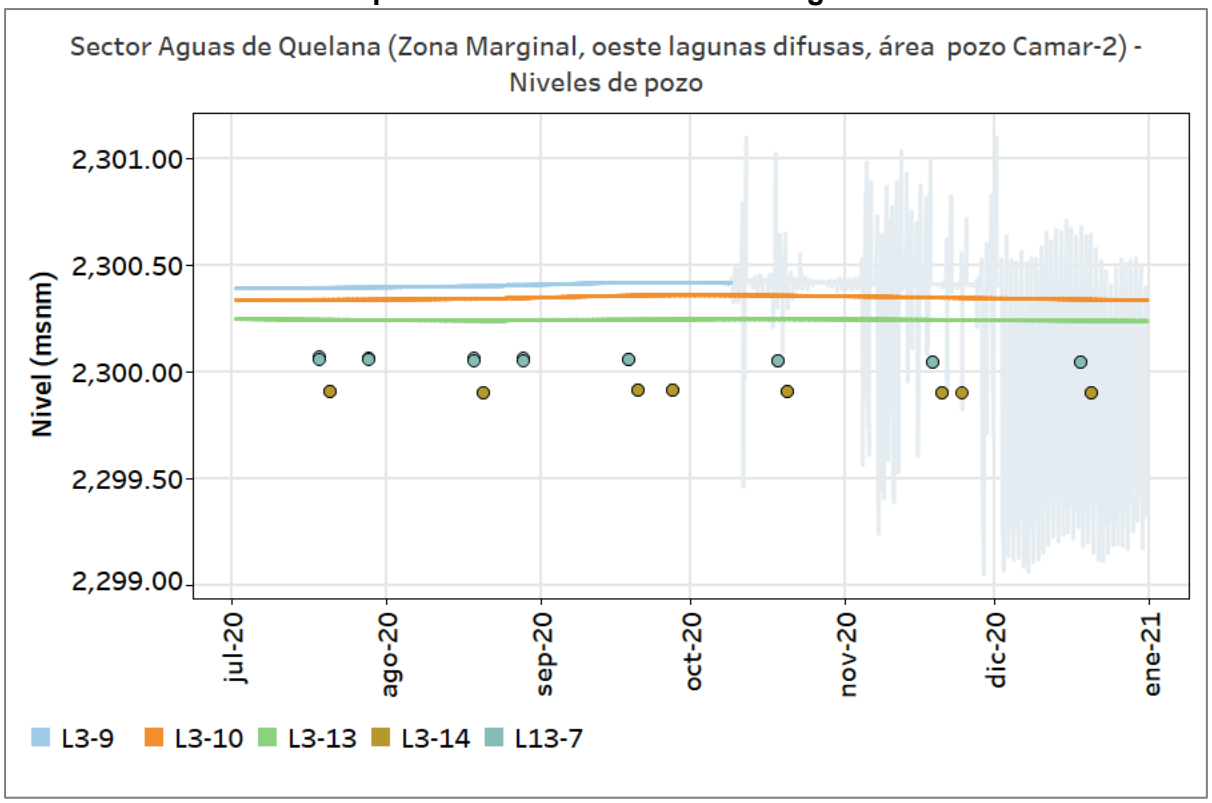
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información. (1) Corresponde a una remedición.

Tabla 5-36: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	GOLDER	SEGEA						SQM					
	nov-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
L3-14	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
L13-7		2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-21: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Aguas de Quelana – área del pozo Camar-2 al oeste de las lagunas difusas



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. En opaco se muestran los periodos no validados de los datos continuos.

Área del pozo Socaire-5B al oeste de las lagunas difusas

En el subsector oeste de las lagunas difusas aguas abajo del pozo Socaire-5B se encuentran 14 puntos de control. En la Tabla 5-37 se muestra el resultado del monitoreo para el segundo semestre de 2020. Los puntos que cuentan con mediciones en este periodo son aquellos pozos que se encuentran fuera de RNF y en este caso, los indicadores de estado L4-12 y L5-10 no han podido ser visitados durante este periodo.

Por tanto, los puntos GD-02, L4-5 y L4-15 son los que han sido medidos en este periodo, cuentan con las mediciones mensuales realizadas por la ETFA (cuyos resultados son los que se muestran en la Tabla 5-37), como también mediciones por parte de SQM de forma adicional, con una frecuencia igual. En la Figura 5-22 se muestra gráficamente el resultado del monitoreo completo (con todas las mediciones efectuadas) y en la Tabla 5-38 se encuentra el detalle del número de mediciones mensuales realizadas por cada empresa en cada pozo. En el Anexo 6.1 se entregan todos los valores resultantes.

El punto L 4-5 fue también medido por Golder en el mes de noviembre de 2020, con motivo de la auditoría ambiental independiente que SQM solicita para dar cumplimiento a la RCA 226/2006, y que se lleva a cabo todos los segundos semestres de cada año. El valor obtenido se muestra junto al resto del monitoreo en la Figura 5-22 y se entrega de forma tabulada en el Anexo 6.1.

Respecto de la medición en continuo, los puntos L4-12, L4-13, L5-10 y L5-14 no pudieron ser visitados durante el segundo semestre de 2020, pero sí se ha podido acceder a éstos recientemente en 2021 por lo que se ha logrado descargar los datos continuos que complementan el registro faltante desde el día 27 de febrero de 2020, que fue el último que día que fueron visitados. El resultado de la medición en continuo para el presente semestre de reporte se muestra en la Figura 5-22 y en el Anexo 6.1 se entrega de forma tabulada, así como también el registro faltante correspondiente el informe PSAH Nº 27.

Tabla 5-37: Registro de niveles zona marginal del Sistema Aguas de Quelana – área del pozo Socaire-5B al oeste de las lagunas difusas

GD-02		L4-5		L4-11		L4-13	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/07/2020 12:00	2.299,176	18/07/2020 11:11	2.299,407	20/07/2020 12:00	S/I	16/07/2020 12:00	S/I
18/08/2020 13:31	2.299,156	18/08/2020 12:59	2.299,402	20/08/2020 12:00	S/I	16/08/2020 12:00	S/I
18/09/2020 15:08	2.299,363	18/09/2020 14:30	2.299,456	20/09/2020 12:00	S/I	16/09/2020 12:00	S/I
19/10/2020 10:36	2.299,339	18/10/2020 14:26	2.299,430	20/10/2020 12:00	S/I	16/10/2020 12:00	S/I
18/11/2020 11:51	2.299,306	18/11/2020 12:38	2.299,409	20/11/2020 12:00	S/I	16/11/2020 12:00	S/I
18/12/2020 12:08	2.299,283	18/12/2020 11:28	2.299,387	20/12/2020 12:00	S/I	16/12/2020 12:00	S/I

L4-14		L4-15		L5-11		L5-12	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
20/07/2020 12:00	S/I	20/07/2020 11:35	2.299,664	20/07/2020 12:00	S/I	20/07/2020 12:00	S/I
20/08/2020 12:00	S/I	20/08/2020 10:55	2.299,636	20/08/2020 12:00	S/I	20/08/2020 12:00	S/I
20/09/2020 12:00	S/I	20/09/2020 11:25	2.299,685	20/09/2020 12:00	S/I	20/09/2020 12:00	S/I
20/10/2020 12:00	S/I	20/10/2020 9:18	2.299,632	20/10/2020 12:00	S/I	20/10/2020 12:00	S/I
20/11/2020 12:00	S/I	20/11/2020 10:38	2.299,599	20/11/2020 12:00	S/I	20/11/2020 12:00	S/I
20/12/2020 12:00	S/I	20/12/2020 9:50	2.299,577	20/12/2020 12:00	S/I	20/12/2020 12:00	S/I

L5-13		L5-14		L5-15		L5-9	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
19/07/2020 12:00	S/I	16/07/2020 12:00	S/I	19/07/2020 12:00	S/I	20/07/2020 12:00	S/I
19/08/2020 12:00	S/I	16/08/2020 12:00	S/I	19/08/2020 12:00	S/I	20/08/2020 12:00	S/I
19/09/2020 12:00	S/I	16/09/2020 12:00	S/I	19/09/2020 12:00	S/I	20/09/2020 12:00	S/I
19/10/2020 12:00	S/I	16/10/2020 12:00	S/I	19/10/2020 12:00	S/I	20/10/2020 12:00	S/I
19/11/2020 12:00	S/I	16/11/2020 12:00	S/I	19/11/2020 12:00	S/I	20/11/2020 12:00	S/I
19/12/2020 12:00	S/I	16/12/2020 12:00	S/I	19/12/2020 12:00	S/I	20/12/2020 12:00	S/I

L4-12			L5-10		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	mínimo	máximo		mínimo	máximo
jul-20	S/I	S/I	jul-20	S/I	S/I
ago-20	S/I	S/I	ago-20	S/I	S/I
sep-20	S/I	S/I	sep-20	S/I	S/I
oct-20	S/I	S/I	oct-20	S/I	S/I
nov-20	S/I	S/I	nov-20	S/I	S/I
dic-20	S/I	S/I	dic-20	S/I	S/I

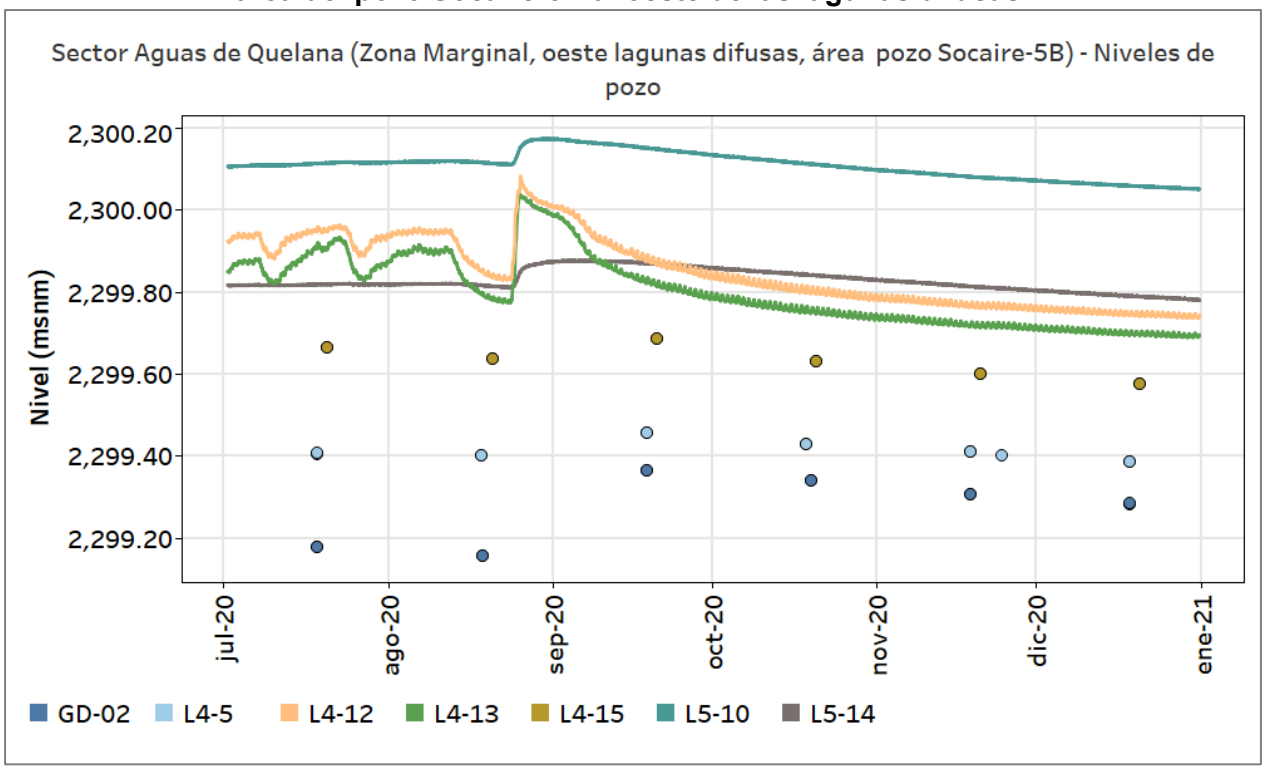
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

Tabla 5-38: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	GOLDER	SEGEA						SQM					
	nov-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
GD-02		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L4-5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L4-15		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-22: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Aguas de Quelana – área del pozo Socaire-5B al oeste de las lagunas difusas



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Pozos en zona núcleo

En la zona del núcleo, el sistema Aguas de Quelana dispone de 6 puntos de control. El resultado del monitoreo para el segundo semestre de 2020 realizado por la ETFA se muestra en la Tabla

5-39. En este sector el monitoreo mensual se pudo realizar sin ningún inconveniente. Además, todos los puntos de este grupo disponen de mediciones adicionales por parte de SQM; en la Tabla 5-40 puede verse el detalle del número de mediciones realizada por cada empresa. En la Figura 5-23 se muestra gráficamente el resultado de todos los niveles obtenidos para este periodo, por lo que incluye las medidas de SQM y de SEGEA. En el Anexo 6.1 se entregan todos estos resultados de forma tabulada.

Tabla 5-39: Registro de niveles zona núcleo del sistema Aguas de Quelana

D-2		L4-16		L4-6		L5-4	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/07/2020 11:42	2.299,033	18/07/2020 10:56	2.298,957	18/07/2020 10:36	2.298,919	18/07/2020 11:52	2.299,014
18/08/2020 13:19	2.299,015	18/08/2020 12:51	2.298,941	18/08/2020 12:39	2.298,905	18/08/2020 13:25	2.298,994
18/09/2020 14:52	2.299,250	18/09/2020 14:21	2.299,127	18/09/2020 14:06	2.299,158	18/09/2020 15:01	2.299,218
19/10/2020 10:06	2.299,214	18/10/2020 13:55	2.299,127	18/10/2020 13:39	2.299,136	19/10/2020 10:15	2.299,194
18/11/2020 11:34	2.299,176	18/11/2020 12:28	2.299,098	18/11/2020 12:11	2.299,091	18/11/2020 11:44	2.299,157
18/12/2020 11:54	2.299,156	18/12/2020 11:19	2.299,076	18/12/2020 11:03	2.299,066	18/12/2020 12:01	2.299,133

SOPM-8 (L3-4)		SOPM-9	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/07/2020 10:16	2.298,802	18/07/2020 11:26	2.299,015
18/08/2020 12:26	2.298,786	18/08/2020 12:11	2.299,001
18/09/2020 13:43	2.299,011	18/09/2020 14:44	2.299,248
18/10/2020 13:10	2.299,006	19/10/2020 9:43	2.299,207
18/11/2020 12:53	2.298,964	18/11/2020 11:19	2.299,166
18/12/2020 10:47	2.298,934	18/12/2020 11:45	2.299,147

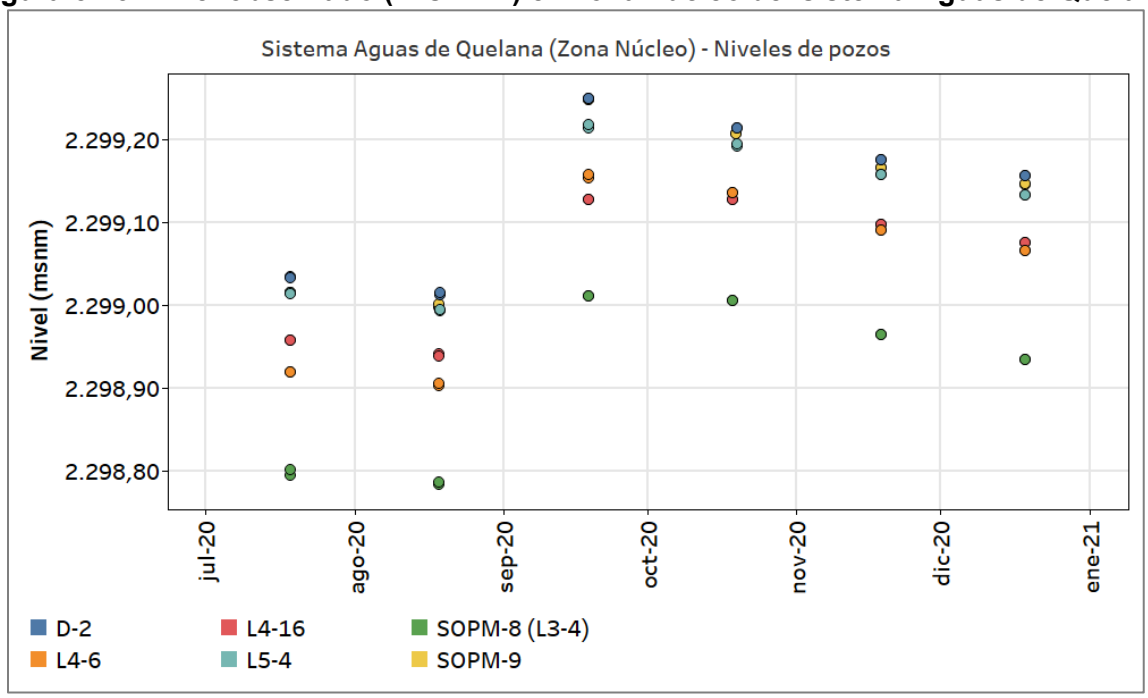
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Tabla 5-40: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
D-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L4-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L4-16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L5-4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-8 (L3-4)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-23: Nivel observado (m s.n.m.) en zona núcleo del sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Nivel de agua superficial

En el sistema de Aguas de Quelana se encuentran un total de 5 reglillas (el L5-G3 es un mismo punto que dispone de dos puntos de control, el pozo y la reglilla). Para este segundo semestre

de 2020 no se ha podido visitar ninguno de estos puntos (ver Tabla 5-41), ya que este tipo de infraestructura se encuentra dentro de la reserva (RNF), consecuentemente tampoco se pudo medir manualmente el L4-10, que es indicador de estado.

Las reglillas L13-4, L3-7, L14-4 y L5-G3 cuentan con equipos de medición en continuo y recién en 2021 se ha logrado descargar el registro de mediciones; en la Figura 5-24 se muestran los niveles obtenidos durante el presente periodo de reporte, en el Anexo 6.1 se entregan de forma tabulada junto con el registro desde el día 28 de febrero de 2020, lo que complementa el registro faltante del informe PSAH Nº 27.

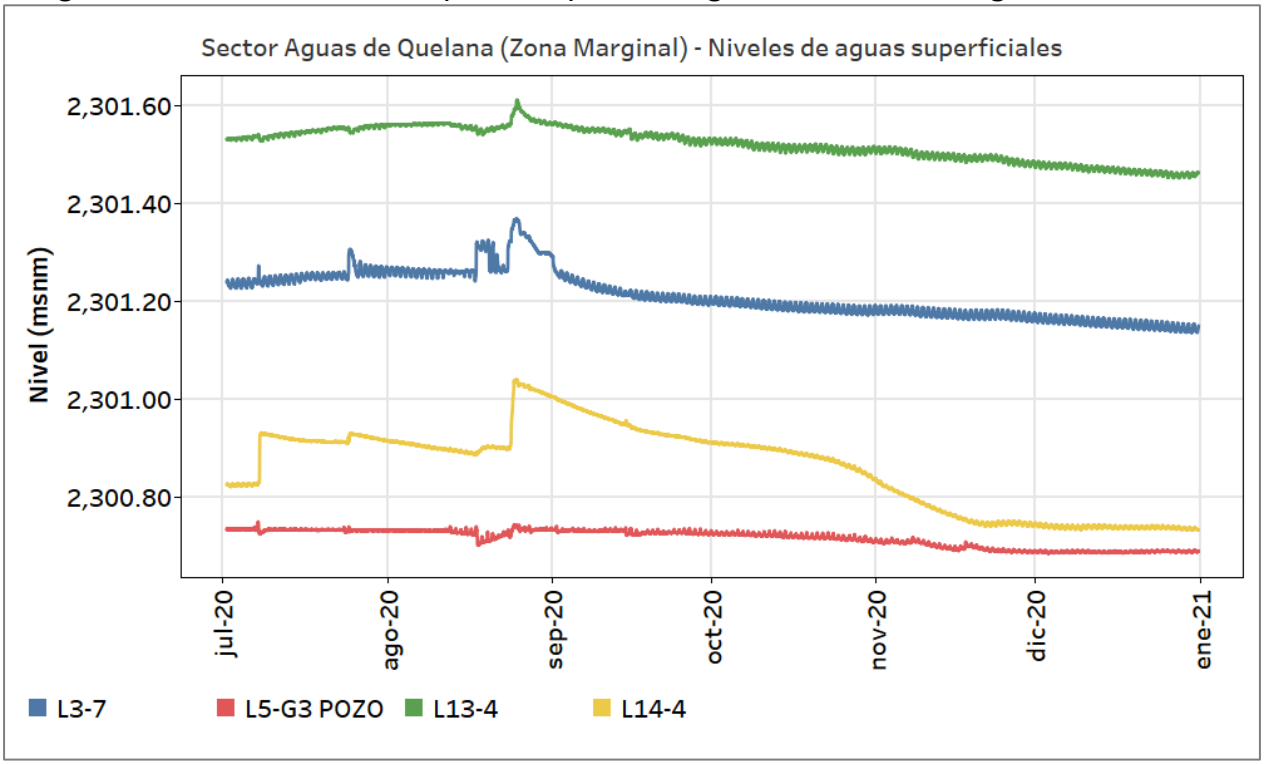
Tabla 5-41: Registro de niveles en reglillas del sector Aguas de Quelana

L13-4		L14-4		L3-7	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/07/2020 12:00	S/I	16/07/2020 12:00	S/I	17/07/2020 12:00	S/I
17/08/2020 12:00	S/I	16/08/2020 12:00	S/I	17/08/2020 12:00	S/I
17/09/2020 12:00	S/I	16/09/2020 12:00	S/I	17/09/2020 12:00	S/I
17/10/2020 12:00	S/I	16/10/2020 12:00	S/I	17/10/2020 12:00	S/I
17/11/2020 12:00	S/I	16/11/2020 12:00	S/I	17/11/2020 12:00	S/I
17/12/2020 12:00	S/I	16/12/2020 12:00	S/I	17/12/2020 12:00	S/I

L5-G3 POZO		L5-G3 REGLILLA		L4-10		
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Mes	Nivel (m s.n.m.)	
					mínimo	máximo
16/07/2020 12:00	S/I	16/07/2020 12:00	S/I			
16/08/2020 12:00	S/I	16/08/2020 12:00	S/I	jul-20	S/I	S/I
16/09/2020 12:00	S/I	16/09/2020 12:00	S/I	ago-20	S/I	S/I
16/10/2020 12:00	S/I	16/10/2020 12:00	S/I	sep-20	S/I	S/I
16/11/2020 12:00	S/I	16/11/2020 12:00	S/I	oct-20	S/I	S/I
16/12/2020 12:00	S/I	16/12/2020 12:00	S/I	nov-20	S/I	S/I
				dic-20	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

Figura 5-24: Nivel observado (m s.n.m.) en las reglillas del Sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Superficie Lacustre

El sistema Aguas de Quelana no tiene comprometida medición de esta variable durante este periodo de reporte.

Caudal bombeado

En el sector aluvial del Sistema Aguas de Quelana se encuentran los puntos de extracción de agua industrial Camar-2 y Socaire-5B. Sus caudales medios mensuales extraídos durante el período de julio a diciembre de 2020 se presentan en la Tabla 5-42 y Figura 5-25.

A modo de respaldo, en la Tabla 5-42 se muestra también la medida del flujómetro en el primer instante de cada mes y volumen mensual resultante. En el Anexo 3.1 se entrega este registro de forma tabulada y en el Anexo 3.2 se presentan los certificados de calibración de los flujómetros instalados.

Como se observa, los flujos de extracción se mantuvieron por debajo de los máximos establecidos en la autorización ambiental, esto es, 60 y 65 L/s para los pozos Camar-2 y Socaire-5B, respectivamente. Es importante señalar que, a partir del día 11 de enero de 2018, y como parte de las acciones propuestas en el PdC, el pozo Camar-2 se encuentra detenido y con la bomba desmontada[41]; en este caso, la toma de la muestra para análisis de calidad se realiza mediante bailer.

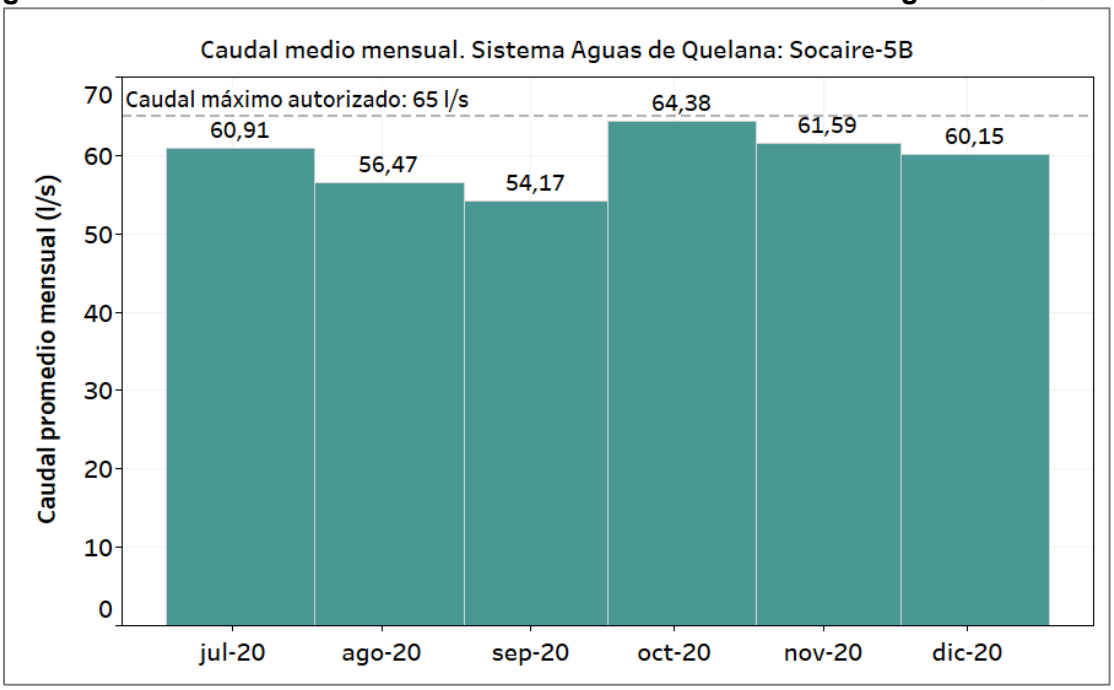
Tabla 5-42: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Aguas de Quelana

Pozo	Mes	Fecha flujómetro INICIAL	Fecha flujómetro FINAL	Volumen flujómetro (m3) INICIAL	Volumen flujómetro (m3) FINAL	Número serie flujómetro	Volumen traspasado (m3)	Caudal promedio mensual (l/s)
Camar-2	jul-20	01/07/2020 0:00	01/08/2020 0:00	0,00	0,00	S5V203120	0,00	**0,00**
	ago-20	01/08/2020 0:00	01/09/2020 0:00	0,00	0,00	S5V203120	0,00	**0,00**
	sep-20	01/09/2020 0:00	01/10/2020 0:00	0,00	0,00	S5V203120	0,00	**0,00**
	oct-20	01/10/2020 0:00	01/11/2020 0:00	0,00	0,00	S5V203120	0,00	**0,00**
	nov-20	01/11/2020 0:00	01/12/2020 0:00	0,00	0,00	S5V203120	0,00	**0,00**
	dic-20	01/12/2020 0:00	01/01/2021 0:00	0,00	0,00	S5V203120	0,00	**0,00**
Socaire-5B	jul-20	2020-07-01 00:00	2020-08-01 00:00	404.922,00	568.052,00	S5VB11760	163.130,00	**60,91**
	ago-20	2020-08-01 00:00	2020-09-01 00:00	568.052,00	719.304,00	S5VB11760	151.252,00	**56,47**
	sep-20	2020-09-01 00:00	2020-10-01 00:00	719.304,00	859.702,00	S5VB11760	140.398,00	**54,17**
	oct-20	2020-10-01 00:00	2020-11-01 00:00	859.702,00	1.032.127,00	S5VB11760	172.425,00	**64,38**
	nov-20	2020-11-01 00:00	2020-11-08 18:25	1.032.127,00	1.074.351,00	S5VB11760	42.224,00	**61,59**
		2020-11-08 18:26	2020-12-01 00:00	0,00	117.428,00	S5W504501	117.428,00	
	dic-20	2020-12-01 00:00	2021-01-01 00:00	117.428,00	278.533,00	S5W504501	161.105,00	**60,15**

Fuente: Elaboración propia.

[41] A la fecha de presentación de este informe y conforme fuera informado mediante carta GMPL 110/2021, ingresada a la oficina de partes de la SMA con fecha 7 de junio de 2021, se encuentra en ejecución el cierre y desmantelamiento de la infraestructura asociada al pozo Camar 2 como punto de extracción de agua industrial. Esta acción fue incorporada en la propuesta de programa de cumplimiento refundido, ingresado con fecha 30 de noviembre 2020 en el proceso F-041-2016, conforme al trabajo desarrollado en conjunto con la Comunidad de Camar, en el marco del relacionamiento establecido entre SQM Salar S.A. y la comunidad a partir de 2020.

Figura 5-25: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia.

Calidad química

En esta sección se presentan los resultados de las mediciones y análisis fisicoquímicos efectuados sobre los puntos de control que componen el monitoreo de calidad para el Sistema Aguas de Quelana durante el segundo semestre del año 2020. Si bien el pozo L4-3 es parte del monitoreo de calidad del agua tanto del Sistema Aguas de Quelana como del Sistema Vegetación Borde Este, para efectos de orden, los resultados se presentan en esta sección.

En la Figura 4-6 y en la Tabla 4-5 de la Sección 4.3.2 se presentan los puntos de monitoreo del Sistema Aguas de Quelana. En esta última, se indican las coordenadas y tipo de cada punto de control, las variables ambientales y parámetros de monitoreo comprometidos, además de la frecuencia establecida.

Cabe señalar que no existen límites establecidos para la calidad fisicoquímica de los parámetros monitoreados. Por lo anterior, en esta sección se presentan los resultados gráficos y numéricos del monitoreo de calidad química del agua, sin contrastarse con límites o umbrales de control.

Por su parte, el análisis del comportamiento histórico de la calidad se desarrolla en la Sección 6 del presente informe.

En el Anexo 7.1 se presentan los informes de los análisis químicos reportados para el último semestre. Además, se presentan los certificados de autorización de los laboratorios empleados para el segundo semestre de 2020.

Muestreo red monitoreo agua subterránea

En la Tabla 5-43 se presentan los resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua tomadas en terreno (Algoritmos en julio de 2020 y SOPROCERT en octubre de 2020) y analizadas por el laboratorio ALS (julio y octubre de 2020), a los pozos de monitoreo en el segundo semestre del año. La representación gráfica de estos resultados se presenta en la Figura 5-26.

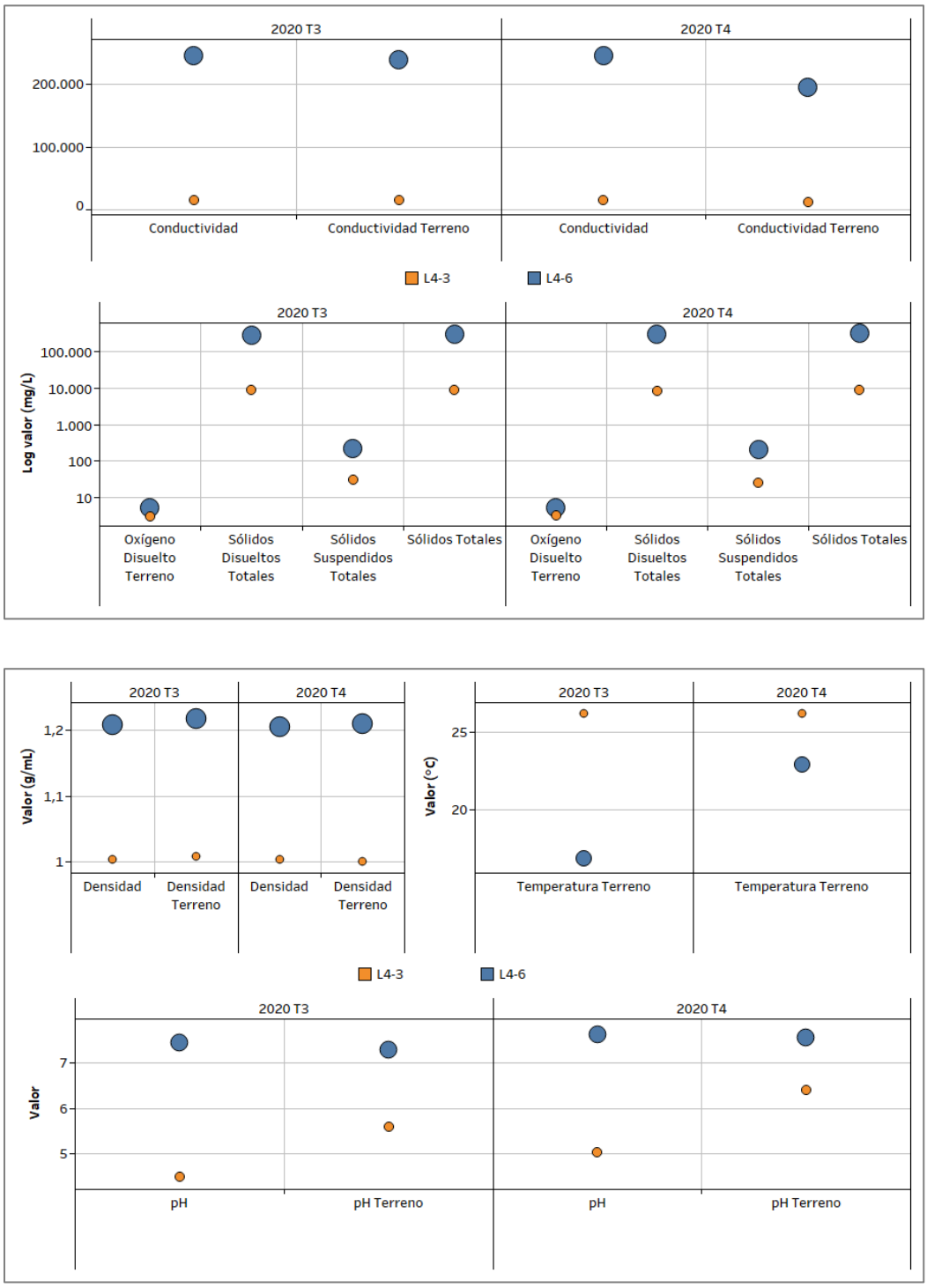
Como se observa, durante el periodo se realizaron los dos monitoreos trimestrales comprometidos. Cabe destacar que no se logró acceder a los puntos L4-8, L4-9, L4-12, L5-3 y L4-10 en el monitoreo de mayo debido a las restricciones de acceso a la Reserva Nacional en este periodo.

Tabla 5-43: Resultados calidad del agua Sistema Aguas de Quelana

Parámetro	Unidad	L4-3		L4-6		L4-8	
		28/07/2020	27/10/2020	27/07/2020	26/10/2020	28/07/2020	28/10/2020
Conductividad	µS/cm	14.440	14.990	246.000	246.000	S/I	S/I
Conductividad Terreno	µS/cm	14.790	11.840	239.000	194.200	S/I	S/I
Densidad	g/mL	1,003	1,003	1,209	1,206	S/I	S/I
Densidad Terreno	g/mL	1,007	1,000	1,217	1,210	S/I	S/I
Oxígeno disuelto Terreno	mg/L	3,08	3,35	5,37	5,38	S/I	S/I
pH	-	4,47	5,01	7,44	7,64	S/I	S/I
pH Terreno	-	5,58	6,40	7,30	7,56	S/I	S/I
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	9.188	8.650	296.200	307.600	S/I	S/I
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	32	26	226	204	S/I	S/I
Sólidos Totales	mg/L	9.278	9.340	303.629	342.800	S/I	S/I
Temperatura Terreno	°C	26,2	26,2	16,9	22,9	S/I	S/I
Parámetro	**Unidad**	**L4-9**		**L4-12**		**L5-3**	
		28/07/2020	**28/10/2020**	**29/07/2020**	**28/10/2020**	**28/07/2020**	**28/10/2020**
Conductividad	µS/cm	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Conductividad Terreno	µS/cm	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Densidad	g/mL	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Densidad Terreno	g/mL	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Oxígeno disuelto Terreno	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
pH	-	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
pH Terreno	-	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sólidos Totales	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Temperatura Terreno	°C	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-26: Resultados calidad del agua Sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia.

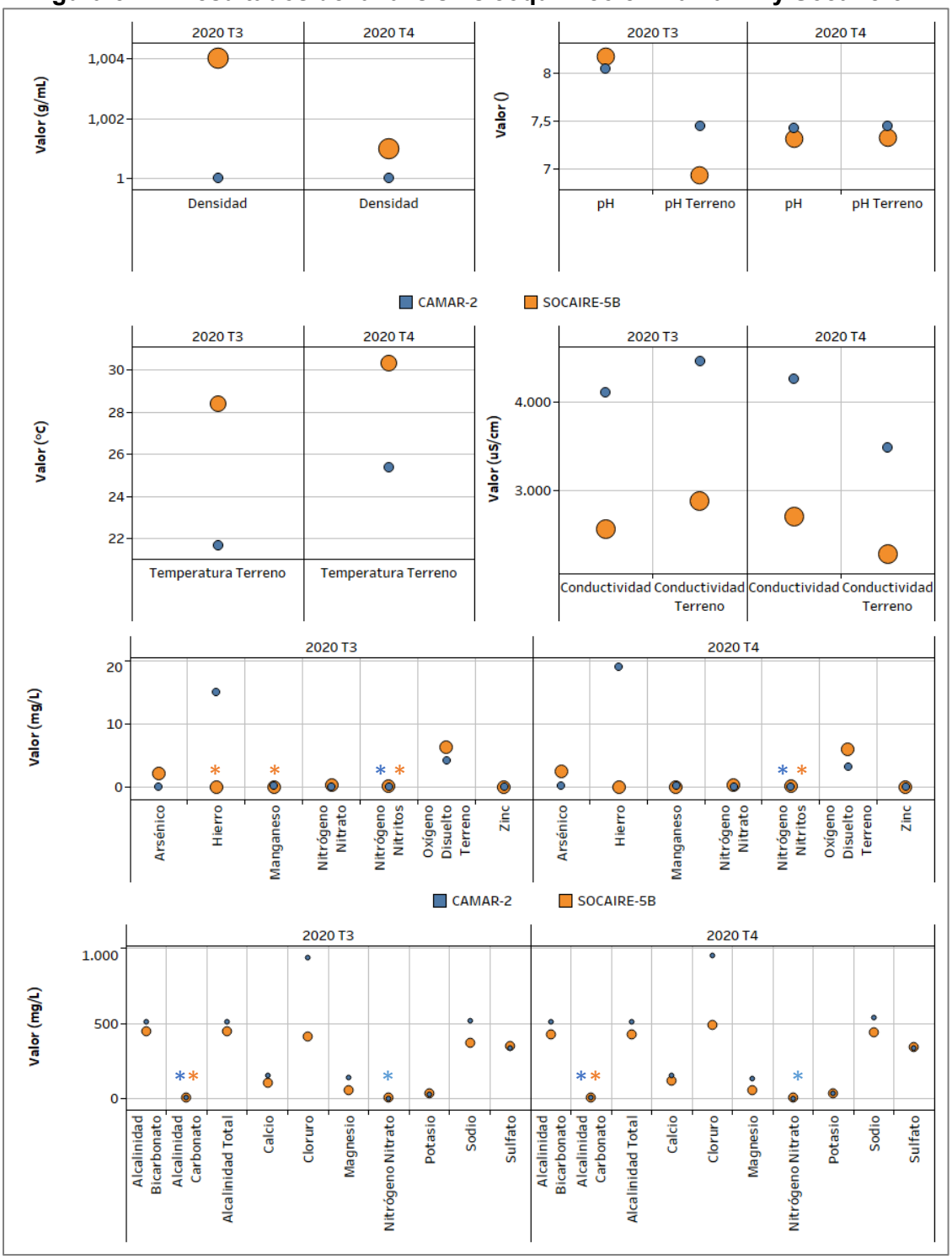
A continuación, en la Tabla 5-44, se presentan los resultados del monitoreo de calidad para el segundo semestre de 2020 en los pozos de bombeo SOCAIRE-5B y Camar-2.

Tabla 5-44: Resultados del análisis fisicoquímico del pozo SOCAIRE-5B, Camar-2 y L4-10

Parámetro	Unidad	SOCAIRE-5B		Camar-2		L4-10	
		28/07/2020	27/10/2020	28/07/2020	27/10/2020	27/07/20	28/10/20
Alcalinidad Total	$mgCaCO_3/L$	445,2	426,0	508,8	505,0	S/I	S/I
Arsénico	mg/L	2,22060	2,40420	0,14160	0,20730	S/I	S/I
Alcalinidad Bicarbonato	$mgCaCO_3/L$	445,2	426,0	508,8	505,0	S/I	S/I
Calcio	mg/L	102,270	114,970	148,080	149,050	S/I	S/I
Alcalinidad Carbonato	$mgCaCO_3/L$	<1[1]	<1	<1[1]	<1	S/I	S/I
Cloruro	mg/L	409,66	484,91	938,20	952,16	S/I	S/I
Conductividad	µS/cm	2.570	2.710	4.100	4.250	S/I	S/I
Conductividad Terreno	µS/cm	2.880	2.280	4.450	3.480	S/I	S/I
Densidad	g/mL	1,004	1,001	1,000	1,000	S/I	S/I
Densidad Terreno	g/mL	1,000	1,000	1,000	1,000	S/I	S/I
Dureza Total	mg $CaCO_3/L$	-	-	-	-	S/I	S/I
Fosfato (Como P)	mgP/L	-	-	-	-	S/I	S/I
Hierro	mg/L	<0,006	0,018	15,069	18,923	S/I	S/I
Magnesio	mg/L	54,544	55,074	137,925	129,674	S/I	S/I
Manganeso	mg/L	<0,0001	0,0003	0,2476	0,2814	S/I	S/I
Nitrógeno Nitrato	mg/L	0,3600	0,3900	<0,05	<0,05	S/I	S/I
Nitrógeno Nitritos	mg/L	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	S/I	S/I
Oxígeno Disuelto Terreno	mg/L	6,34	5,97	4,15	3,25	S/I	S/I
pH	-	8,16	7,31	8,04	7,43	S/I	S/I
pH Terreno	-	6,94	7,32	7,45	7,45	S/I	S/I
Potasio	mg/L	31,026	33,703	26,602	28,480	S/I	S/I
Salinidad	‰	-	-	-	-	S/I	S/I
Sodio	mg/L	366,31	441,42	513,53	537,64	S/I	S/I
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1.742	1.730	2.606	2.704	S/I	S/I
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	-	-	-	-	S/I	S/I
Sólidos Totales	mg/L	-	-	-	-	S/I	S/I
Sulfato	mg/L	344,41	341,41	330,08	334,12	S/I	S/I
Temperatura Terreno	°C	28,4	30,3	21,7	25,4	S/I	S/I
Zinc	mg/L	0,0186	0,0470	0,0732	0,0758	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia. [1] Los analitos reportados por ALS en la campaña de julio fueron Bicarbonato y Carbonato, expresados en mgCaCO3/L. En el Anexo 7.2 se adjunta la carta de ALS, “Carta SQM -Alcalinidad V3.pdf”, donde se explica que lo que se ha llamado históricamente Alcalinidad Bicarbonato y Alcalinidad Carbonato, se llama en la actualidad Bicarbonato y Carbonato, expresado en mgCaCO3/L.

Figura 5-27: Resultados del análisis fisicoquímico en Camar- 2 y Socaire-5B



Fuente: Elaboración propia. * Los valores <LD se representan como = LD. El color se refiere a la infraestructura.

Validación Resultados

En el presente apartado se muestran los resultados de la validación para el segundo semestre de 2020 en el sistema Aguas de Quelana, de acuerdo con los criterios de validación definidos en el apartado 4.4.8.

La Tabla 5-45 muestra los resultados de la validación para los puntos en el sistema Aguas de Quelana. Los resultados son satisfactorios para todas las muestras en ambos trimestres.

Tabla 5-45: Resultados de la validación en el sistema Aguas de Quelana

Trimestre	Infraestructura	Validado Balance Masa Sólidos (%)	Balance Iónico (%)
3ro	CAMAR-2	N/A	1
	L4-3	-1	N/A
	L4-6	-2	N/A
	SOCAIRE-5B	N/A	2
4to	CAMAR-2	N/A	1
	L4-3	-7	N/A
	L4-6	-10	N/A
	SOCAIRE-5B	N/A	2

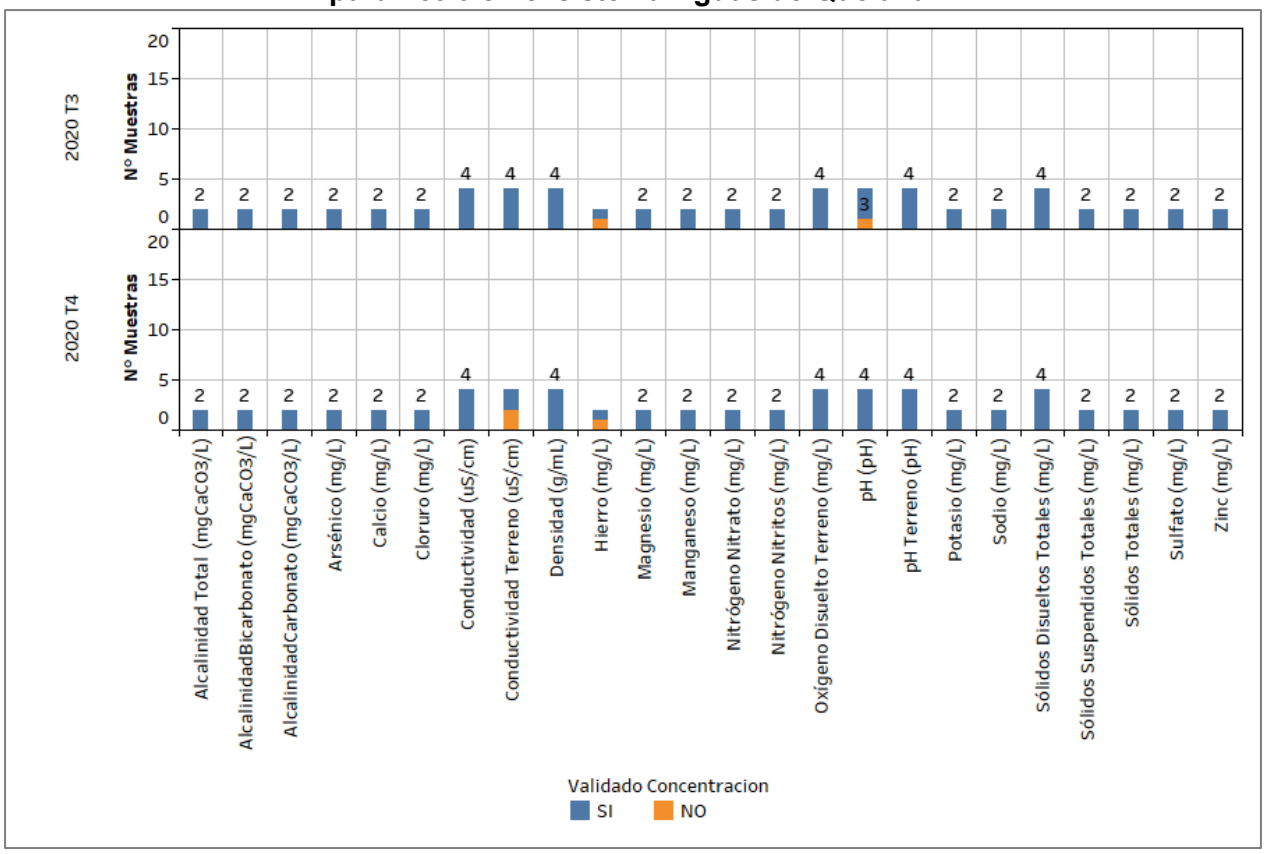
Fuente: Elaboración propia. N/A: No Aplica; el número de analitos de los parámetros comprometidos por RCA (y analizados) no permiten realizar este cálculo. Los colores en rojo indican muestras no validadas.

Respecto a la validación por concentraciones, la Figura 5-28 muestra que para las campañas del tercer y cuarto trimestre de 2020. En el tercer trimestre se observan 2 mediciones con desviaciones y en el segundo otras dos. Las desviaciones en el tercer trimestre corresponden a pH y Hierro. De estas, el pH corresponde a Socaire-5B que es más alto de lo habitual y el Hierro de Camar-2 que es también mayor que los valores históricos. Ambos resultados fueron confirmados por el laboratorio (ver carta de SQM emitida en julio de 2020, Anexo 7.2).

Las desviaciones en el cuarto trimestre corresponden al valor de Hierro en Camar-2 que presenta valores altos desde julio de 2019 (medición post lluvias febrero de 2019) una posible explicación a estos valores es la oxidación de la habilitación al encontrarse el pozo detenido. Se observan dos valores de conductividad de terreno que han entregado resultados anómalos respecto al histórico, se consultó con el laboratorio (ALS – SOPROCERT) y confirmaron estos resultados. Puede verse la respuesta del laboratorio en Observaciones Octubre, Anexo 7.2)

Los analitos con desviación respecto al histórico representan un 4% del total de análisis en el sistema Aguas de Quelana.

Figura 5-28: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia.

5.1.4. SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE

De acuerdo con lo indicado en la Sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico del Sistema Vegetación Borde Este considera el monitoreo de las siguientes variables: nivel del agua (21 puntos), caudal bombeado (1 punto) y calidad química (4 puntos). Los resultados obtenidos para el segundo semestre de 2020 se presentan a continuación.

Cabe señalar que los pozos L1-3, L2-4 y L7-3 pertenecen tanto a la red de monitoreo del Sistema Soncor como al sistema Vegetación Borde Este. Por lo anterior, y dado que los resultados del monitoreo efectuado en dichos puntos fueron expuestos en el Sistema Soncor, no se incluyen en el presente apartado. La descripción sobre si estos puntos han sido visitados se puede consultar en la Tabla 5-2.

De la misma manera, los pozos L4-3, L3-3, L3-5 y la reglilla L4-10 son parte del monitoreo de los sistemas Aguas de Quelana y Vegetación Borde Este. Por lo anterior, y dado que los resultados del monitoreo efectuado en dichos puntos fueron presentados en el Sistema Aguas de Quelana, no se incluyen en el presente apartado.

Todos los puntos de este sector han sido visitados en este semestre con la frecuencia comprometida.

Nivel del agua subterránea

En esta sección se presentan los niveles de todos los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Vegetación Borde Este, de acuerdo con la distribución señalada en la Figura 4-7 y en la Tabla 4-6. Tal como se indicó anteriormente, los resultados de las mediciones no se contrastan con límites de control, ya que el PSAH solo define umbrales para aquellos puntos de monitoreo que pertenecen al PC (sección 5.2).

Pozos en zona aluvial

Como ya se ha mencionado, parte de los puntos de control que pertenecen al Sistema de Vegetación Borde Este ya fueron presentados como parte de los sistemas Soncor y Aguas de Quelana debido su proximidad con los otros puntos. En este apartado se exponen los resultados del monitoreo de los 7 puntos que restan. De éstos, 6 son piezómetros de monitoreo y 1 es un pozo de extracción.

El pozo de extracción de agua industrial que actualmente está en funcionamiento es el CA-2015, que reemplazó al P2 desde de febrero de 2017 (según Res. 296/2016 de la DGA). Por lo anterior, se incluye en forma complementaria el monitoreo de niveles en ambos puntos de control.

En la Tabla 5-46 se muestran los resultados del monitoreo efectuado en estos 7 puntos de control (más el P2) situados en la zona aluvial. Los puntos L2-26, L7-13, L7-15, L9-1 y L9-2 forman parte del PC, por lo que, de acuerdo con los compromisos presentados en el PdC, se miden a diario por SQM. Por este motivo es que en la tabla solo se muestran los valores mínimos y máximos mensuales resultantes (del monitoreo de SQM). Cabe mencionar que las mediciones diarias son responsabilidad de SQM, no obstante, SQM solicitó a la ETFA mediciones adicionales con el

objetivo de que sean contrastadas de forma regular. En la Tabla 5-47 se muestra del recuento de las mediciones efectuadas por SQM y SEGEA para cada mes. Puede verse como la frecuencia de medición de SQM es similar a la de la ETFA, y en el caso del L7-15 es incluso superior.

Éstas se muestran, junto con el resto de las mediciones de SQM en la Figura 5-29, y los valores tabulados pueden verse en el Anexo 6.1.

Tabla 5-46: Registro de niveles zona aluvial del sistema Vegetación Borde Este

CA-2015		L3-16		P2		L7-15	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/07/2020 14:40	2.304,431	19/07/2020 10:43	2.321,494	18/07/2020 14:26	2.311,959	19/07/2020 13:04	2.329,001
28/07/2020 14:13	2304,445 (1)	28/07/2020 11:36	2321,519 (1)	19/08/2020 11:30	2.311,959	21/08/2020 14:56	2.329,041
19/08/2020 13:52	2.304,454	19/08/2020 16:05	2.321,543	27/08/2020 15:37	2312,400 (1)	27/08/2020 12:55	2329,019 (1)
19/09/2020 9:32	2.304,441	27/08/2020 14:15	2321,527 (1)	19/09/2020 9:41	2.312,060	21/09/2020 10:52	2.328,992
27/09/2020 13:01	2304,454 (1)	19/09/2020 13:49	2.321,493	19/10/2020 12:17	2.311,991	26/09/2020 14:45	2329,034 (1)
19/10/2020 12:08	2.304,438	21/10/2020 12:07	2.321,495	19/11/2020 14:16	2.312,401	21/10/2020 16:25	2.329,066
21/11/2020 17:23	2.304,501	21/11/2020 9:53	2.321,494	18/12/2020 14:04	2.311,986	21/11/2020 13:31	2.329,076
18/12/2020 14:11	2.304,476	16/12/2020 17:14	2.321,531			19/12/2020 13:11	2.329,104
						26/12/2020 9:47	2329,041 (1)

L7-13			L2-26		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	mínimo	máximo		mínimo	máximo
jul-20	2.323,094	2.323,100	jul-20	2.318,263	2.318,270
ago-20	2.323,092	2.323,098	ago-20	2.318,262	2.318,274
sep-20	2.323,094	2.323,101	sep-20	2.318,267	2.318,280
oct-20	2.323,096	2.323,107	oct-20	2.318,277	2.318,286
nov-20	2.323,096	2.323,108	nov-20	2.318,275	2.318,285
dic-20	2.323,094	2.323,103	dic-20	2.318,262	2.318,278

L9-1			L9-2		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	mínimo	máximo		mínimo	máximo
jul-20	2.309,670	2.309,679	jul-20	2.308,874	2.308,887
ago-20	2.309,675	2.309,704	ago-20	2.308,884	2.308,911
sep-20	2.309,702	2.309,721	sep-20	2.308,910	2.308,931
oct-20	2.309,718	2.309,723	oct-20	2.308,929	2.308,937
nov-20	2.309,719	2.309,734	nov-20	2.308,933	2.308,945
dic-20	2.309,711	2.309,725	dic-20	2.308,920	2.308,936

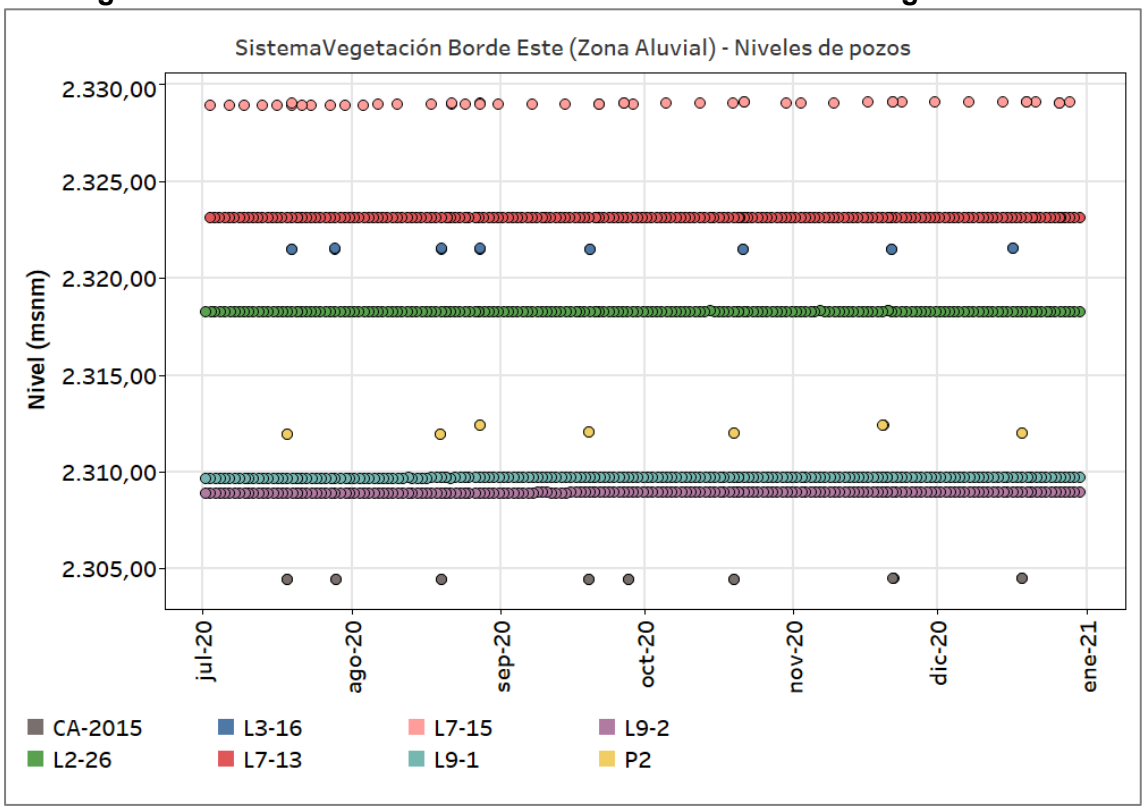
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. (1) corresponde a una remedición.

Tabla 5-47: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
CA-2015	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1
L2-26	1	2	1	1	1	1	31	32	30	32	30	30
L3-16	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1
L7-13	1	1	1	1	1	2	31	31	30	32	30	31
L7-15	1	2	2	1	1	2	10	8	5	5	6	6
L9-1	1	1	1	1	1	1	31	31	30	32	30	30
L9-2	1	1	1	1	1	1	31	31	30	32	30	30
P2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-29: Nivel observado en zona aluvial del sistema Vegetación Borde Este



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Pozos en zona marginal

Como ya se ha mencionado en los apartados anteriores, una parte de los puntos de control que corresponden al grupo de Vegetación Borde Este ya se ha mostrado en los sistemas de Soncor y Quelana por un motivo de proximidad con los otros puntos. En esta sección se muestran los 7 puntos que restan, que se encuentran en la zona marginal del salar.

En la Tabla 5-48 se muestra el resultado del monitoreo efectuado en este segundo semestre de 2020. Los 7 puntos son indicadores de estado del PC por lo que son medidos a diario por SQM, de esta forma, en la tabla se muestran los máximos y mínimos resultantes de este monitoreo. Estos puntos disponen adicionalmente de medidas mensuales realizadas por la ETFA; en la Tabla 5-49 se muestra el detalle del número de medidas que ha efectuado cada empresa para cada mes. En la Figura 5-30 se muestra gráficamente el monitoreo completo resultante para este semestre y en el Anexo 6.1 se entregan los valores tabulados. Como puede verse, todos los puntos de este grupo han podido visitarse con la frecuencia estipulada.

Tabla 5-48: Registro de niveles zona marginal del sistema Vegetación Borde Este

L1-17			L2-25			L2-27		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	mínimo	máximo		mínimo	máximo		mínimo	máximo
jul-20	2.306,526	2.306,655	jul-20	2.308,820	2.308,829	jul-20	2.310,700	2.310,860
ago-20	2.306,655	2.306,774	ago-20	2.308,828	2.308,850	ago-20	2.310,863	2.311,021
sep-20	2.306,726	2.306,746	sep-20	2.308,837	2.308,843	sep-20	2.311,019	2.311,035
oct-20	2.306,675	2.306,727	oct-20	2.308,820	2.308,843	oct-20	2.310,943	2.311,018
nov-20	2.306,575	2.306,672	nov-20	2.308,819	2.308,823	nov-20	2.310,822	2.310,942
dic-20	2.306,449	2.306,572	dic-20	2.308,812	2.308,820	dic-20	2.310,630	2.310,815

L2-28			L3-15			L4-17		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	mínimo	máximo		mínimo	máximo		mínimo	máximo
jul-20	2.316,314	2.316,335	jul-20	2.315,485	2.315,500	jul-20	2.306,301	2.306,323
ago-20	2.316,333	2.316,355	ago-20	2.315,495	2.315,515	ago-20	2.306,321	2.306,347
sep-20	2.316,355	2.316,371	sep-20	2.315,505	2.315,519	sep-20	2.306,347	2.306,357
oct-20	2.316,365	2.316,374	oct-20	2.315,510	2.315,519	oct-20	2.306,356	2.306,360
nov-20	2.316,326	2.316,364	nov-20	2.315,498	2.315,511	nov-20	2.306,350	2.306,359
dic-20	2.316,241	2.316,322	dic-20	2.315,477	2.315,496	dic-20	2.306,339	2.306,350

L7-14		
Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	mínimo	máximo
jul-20	2.315,617	2.315,636
ago-20	2.315,636	2.315,657
sep-20	2.315,658	2.315,669
oct-20	2.315,666	2.315,671
nov-20	2.315,647	2.315,666
dic-20	2.315,618	2.315,647

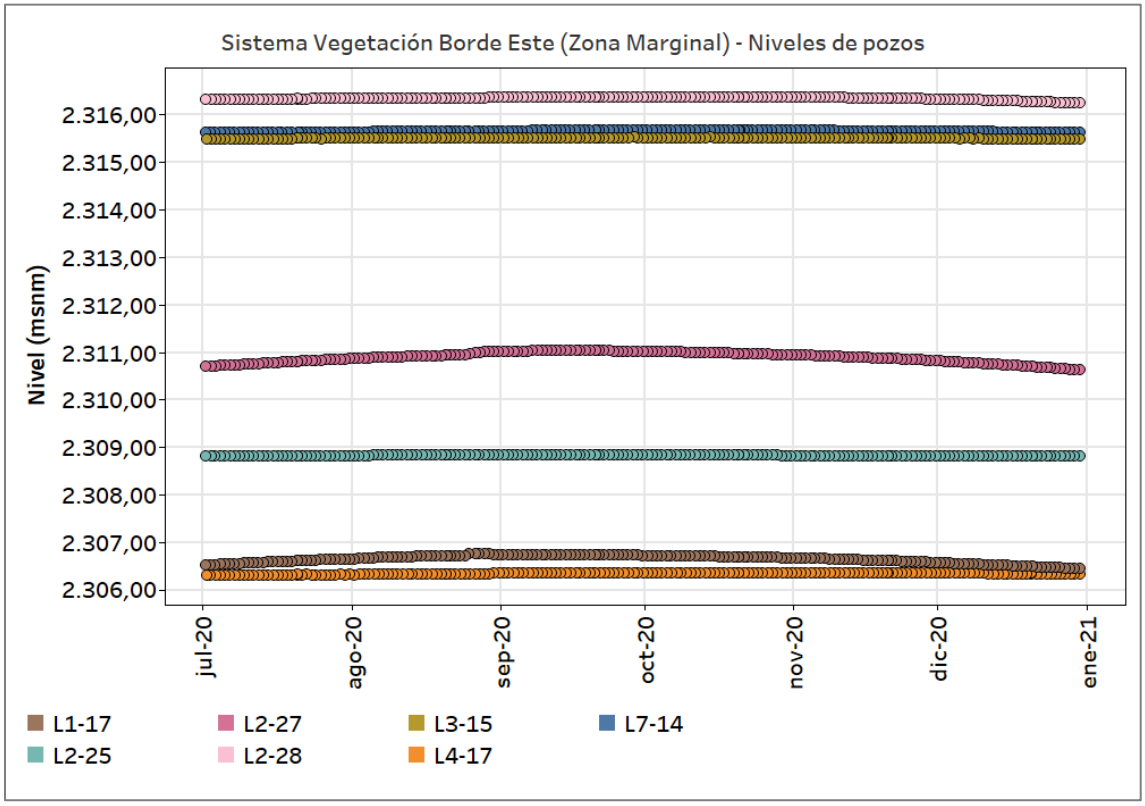
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Tabla 5-49: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
L1-17	1	1	1	1	1	1	31	31	30	32	30	30
L2-25	1	1	1	1	1	1	31	31	30	32	30	30
L2-27	1	1	1	1	1	1	31	31	30	32	30	30
L2-28	1	1	1	1	1	1	31	31	30	32	30	30
L3-15	1	1	1	1	1	1	31	31	30	32	30	30
L4-17	1	1	1	1	1	1	31	31	30	32	30	30
L7-14	1	1	1	1	1	1	31	31	30	32	30	30

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-30: Nivel observado (m s.n.m) en zona marginal del sistema Vegetación Borde Este



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Caudal bombeado

Para el sistema Vegetación Borde Este del PSAH, el único pozo de extracción operativo corresponde al denominado CA-2015. Su caudal medio mensual extraído durante el período julio a diciembre de 2020 se presenta en la Tabla 5-50 y gráficamente en la Figura 5-31. Durante el periodo que se reporta, los caudales bombeados no sobrepasan el caudal máximo autorizado de 35 L/s.

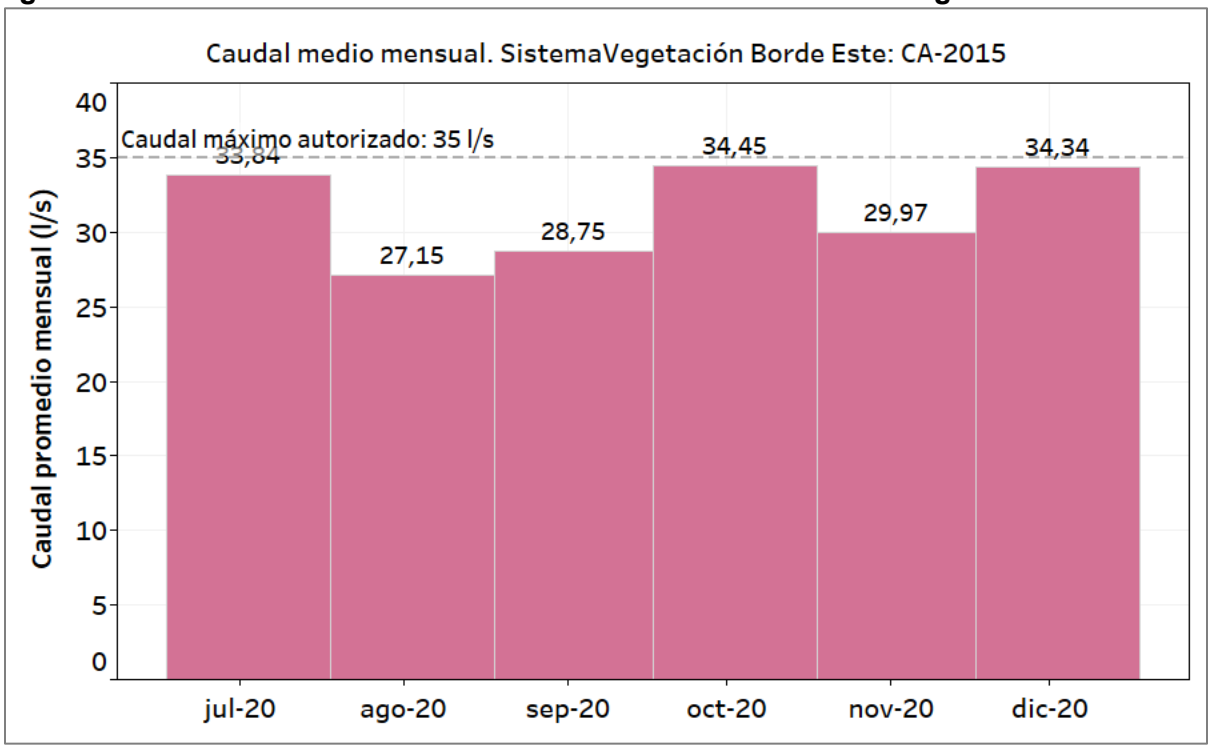
A modo de respaldo, en la Tabla 5-50 se muestra también la medida del flujómetro en el primer instante de cada mes y volumen mensual resultante. En el Anexo 3.1 se entrega este registro de forma tabulada y en el Anexo 3.2 se presentan los certificados de calibración de los flujómetros instalados.

Tabla 5-50: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Vegetación Borde Este

Pozo	Mes	Fecha flujómetro INICIAL	Fecha flujómetro FINAL	Volumen flujómetro (m3) INICIAL	Volumen flujómetro (m3) FINAL	Número serie flujómetro	Volumen traspasado (m3)	Caudal promedio mensual (l/s)
CA-2015	jul-20	01/07/2020 0:00	01/08/2020 0:00	1.228.794,00	1.319.419,00	S5V203117	90.625,00	**33,84**
	ago-20	01/08/2020 0:00	01/09/2020 0:00	1.319.419,00	1.392.129,00	S5V203117	72.710,00	**27,15**
	sep-20	01/09/2020 0:00	01/10/2020 0:00	1.392.129,00	1.466.654,00	S5V203117	74.525,00	**28,75**
	oct-20	01/10/2020 0:00	01/11/2020 0:00	1.466.654,00	1.558.927,00	S5V203117	92.273,00	**34,45**
	nov-20	01/11/2020 0:00	01/12/2020 0:00	1.558.927,00	1.636.610,00	S5V203117	77.683,00	**29,97**
	dic-20	01/12/2020 0:00	01/01/2021 0:00	1.636.610,00	1.728.596,00	S5V203117	91.986,00	**34,34**

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-31: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Vegetación Borde Este



Fuente: Elaboración propia.

Calidad química

Muestreo de aguas red monitoreo SQM

En esta sección se presentan los resultados de las mediciones y análisis fisicoquímicos efectuados sobre los puntos de control que componen el monitoreo de calidad para el Sistema Vegetación Borde Este durante el segundo semestre del año 2020.

Como se señaló en la sección 5.1.2, los pozos L2-4 y L7-3 pertenecen tanto a la red de monitoreo del Sistema Soncor como a la del Sistema Vegetación Borde Este. Por lo anterior, y dado que los resultados del monitoreo efectuado en dichos puntos fueron presentados en la mencionada sección, ellos no se incluyen en el presente acápite.

De la misma forma, y como fue señalado en la sección 5.1.3, el pozo L4-3 es parte del monitoreo de los sistemas Aguas de Quelana y Vegetación Borde Este. Por lo anterior, y dado que los

resultados del monitoreo efectuado en dicho punto fueron presentados como parte del Sistema Aguas de Quelana, no se incluyen en el presente acápite.

En la Figura 4-7 y en la Tabla 4-6 de la Sección 4.3.3 se presentan los puntos de monitoreo del Sistema Vegetación Borde Este. En esta última se indican las coordenadas y tipo de cada punto de control, las variables ambientales y parámetros de monitoreo comprometidos, además de la frecuencia establecida.

Cabe señalar que no existen límites establecidos para la calidad fisicoquímica de los parámetros monitoreados. Por lo anterior, en esta sección se presentan los resultados gráficos y numéricos del monitoreo de calidad química del agua sin contrastarse con límites o umbrales de control. Por su parte, el análisis del comportamiento histórico de la calidad se desarrolla en la Sección 6 del presente informe.

En el Anexo 7.1 se presentan los informes de los análisis químicos reportados para el último semestre. Además, se presentan los certificados de autorización de los laboratorios empleados para este periodo como Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFAs).

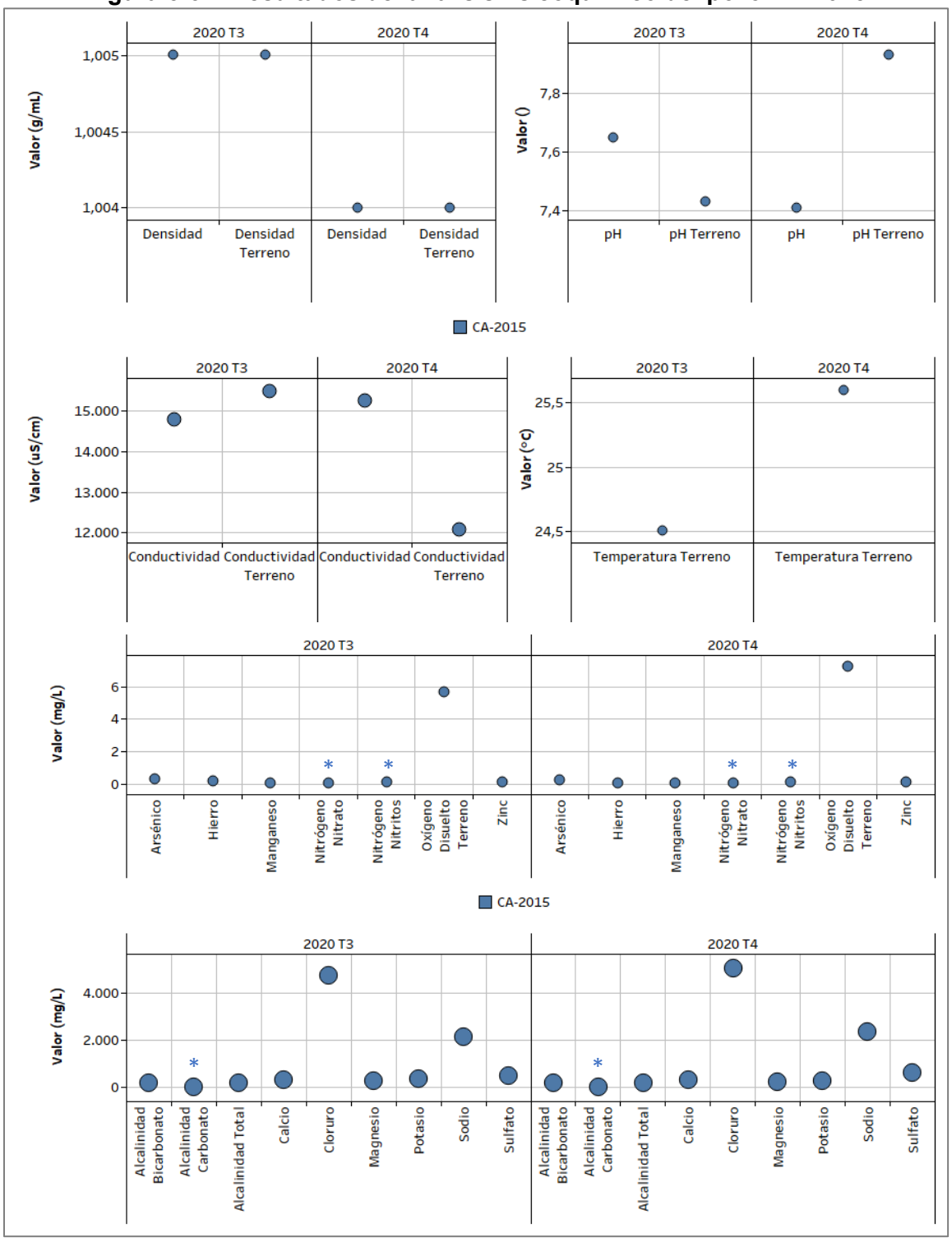
A continuación, en la Tabla 5-51 se presentan los resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua tomadas en terreno (Algoritmos en julio y SOPROCERT en octubre de 2020) y analizadas por el laboratorio ALS, al pozo de bombeo CA-2015 en el segundo semestre del año 2020. Estos resultados se presentan de manera gráfica en la Figura 5-32. Como se observa, durante el periodo se realizaron los dos monitoreos trimestrales comprometidos.

Tabla 5-51: Resultados de análisis fisicoquímico para el pozo CA-2015

Parámetro	Unidad	CA-2015	
		28/07/2020	27/10/2020
Alcalinidad Total	$mgCaCO_3/L$	148,4	146,0
Arsénico	mg/L	0,29190	0,24700
Alcalinidad Bicarbonato	$mgCaCO_3/L$	148,4[1]	146,0
Calcio	mg/L	281,9	274,7
Alcalinidad Carbonato	$mgCaCO_3/L$	<1[1]	<1
Conductividad	µS/cm	14.790	15.250
Conductividad Terreno	µS/cm	15.480	12.081
Cloruro	mg/L	4.751	5.027
Densidad	g/mL	1,005	1,004
Densidad Terreno	g/mL	1,005	1,004
Hierro	mg/L	0,190	0,04200
Potasio	mg/L	311,6	262,9
Magnesio	mg/L	233,9	202,4
Manganeso	mg/L	0,0127	0,0215
Sodio	mg/L	2.132,3	2.338,2
Nitrógeno Nitrato	mg/L	<0,05	<0,05
Nitrógeno Nitritos	mg/L	<0,09	<0,09
Oxígeno disuelto Terreno	mg/L	5,64	7,26
pH	-	7,65	7,41
pH Terreno	-	7,43	7,93
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	10.888	9.275
Sulfato	mg/L	469,8	592,7
Temperatura Terreno	°C	24,5	25,6
Zinc	mg/L	0,0852	0,0850

Fuente: Elaboración propia. [1] Los analitos reportados por ALS en la campaña de julio fueron Bicarbonato y Carbonato, expresados en mgCaCO3/L. En el Anexo 7.2 se adjunta la carta de ALS, “Carta SQM -Alcalinidad V3.pdf”, donde se explica que lo que se ha llamado históricamente Alcalinidad Bicarbonato y Alcalinidad Carbonato, se llama en la actualidad Bicarbonato y Carbonato, expresado en mgCaCO3/L.

Figura 5-32: Resultados del análisis fisicoquímico del pozo CA-2015



Fuente: Elaboración propia. * Los valores <LD se representan como = LD. El color se refiere a la infraestructura.

Validación Resultados

En el presente apartado se muestran los resultados de la validación para el segundo semestre de 2020 en el sistema Vegetación Borde Este, de acuerdo con los criterios de validación definidos en el apartado 4.4.8.

En la Tabla 5-52 se muestran los resultados de la validación para las muestras colectadas en Vegetación Borde Este no pueden ser validadas por balance de masa en sólidos por analizarse únicamente los sólidos disueltos. Respecto del balance iónico, ambas muestras han sido validadas.

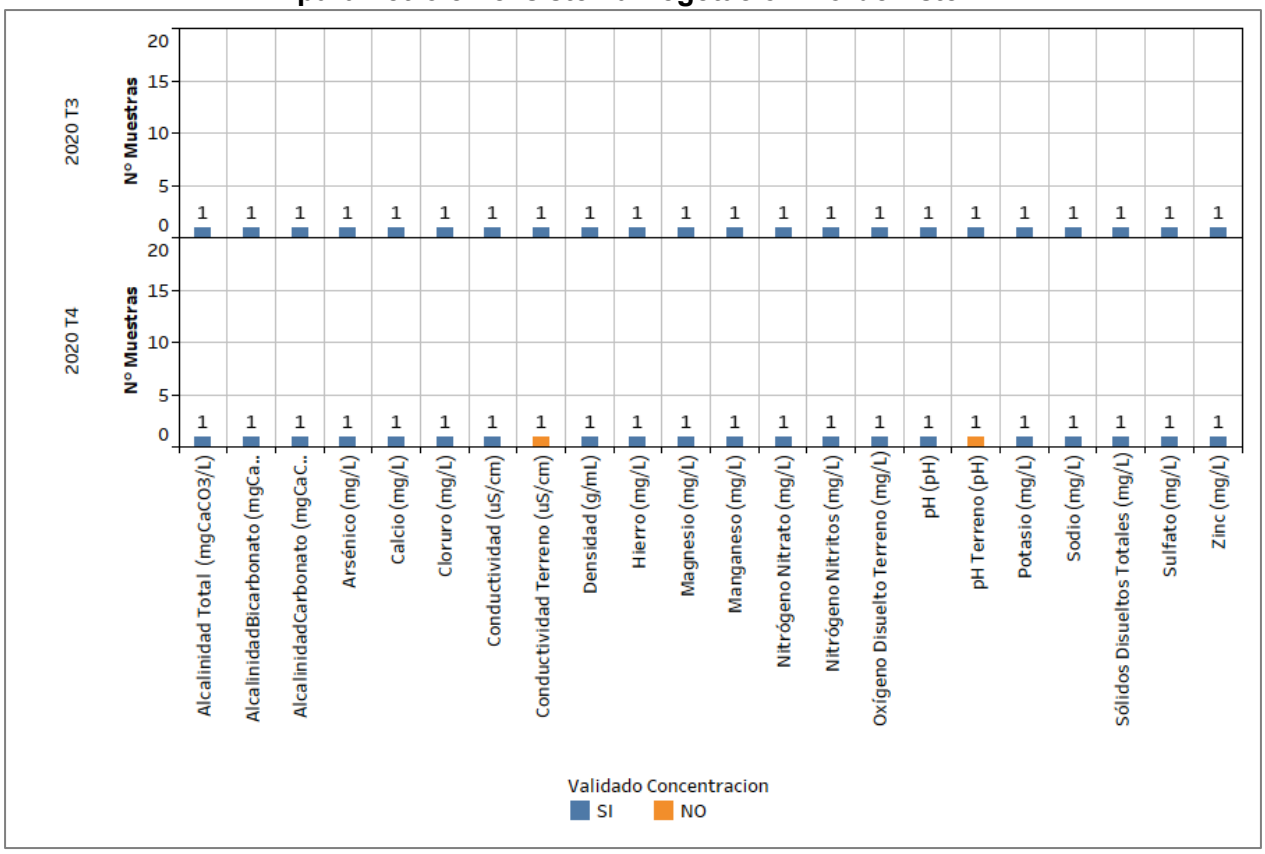
Tabla 5-52 Resultados de la validación en el sistema Vegetación Borde Este.

Trimestre	Infraestructura	Validado Balance Masa Sólidos	Balance iónico
3ro	**CA-2015**	N/A	5
4to	**CA-2015**	N/A	6

Fuente: Elaboración propia N/A: No Aplica; el número de analitos de los parámetros comprometidos por RCA (y analizados) no permiten realizar este cálculo. Los colores en rojo indican muestras no validadas.

La Figura 5-33 muestra los resultados de la validación por concentraciones con relación a cada analito y punto. Puede verse que en la campaña del tercer trimestre todos los parámetros fueron validados. En la campaña del cuarto trimestre se observaron anomalías para el pH y la conductividad de terreno. Se preguntó a ALS-SOPROCERT sobre las desviaciones en los resultados de CE de terreno y los valores fueron confirmados, tal y como se muestrea en la carta Observaciones Octubre (ver Anexo 7.2). La desviación respecto del pH de terreno no representa un valor *outlier* sino una amplitud ligeramente mayor en la oscilación natural de los resultados de pH para el punto CA-2015.Los errores detectados corresponden a un 5% del total de análisis realizados en el sistema de Vegetación Borde Este.

Figura 5-33: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Vegetación Borde Este



Fuente: Elaboración propia

5.1.5. SISTEMA PEINE

De acuerdo con lo indicado en la Sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico del Sistema Peine considera el monitoreo de las siguientes variables: nivel del agua (26 puntos), calidad química (6 puntos), aforos de caudal (2 puntos) y superficie lacustre (3 áreas). Los resultados obtenidos para el segundo semestre de 2020 se presentan a continuación. Previamente, en la Tabla 5-53 se muestra el resumen de la infraestructura no visitada para este periodo.

Tabla 5-53: Resumen de puntos no visitados en el Sistema Peine

Identificación	Tipo	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	Motivos
Aforo Salada	E. Aforo	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
Aforo Saladita	E. Aforo	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
GD-03	Pozo	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
GD-04	Pozo	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
L10-1	Pozo	xx	x	x	xx	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
L10-10	Pozo	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
L10-13	Pozo	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
L10-14	Pozo	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
L10-2	Pozo	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
L10-3	Pozo	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
L10-5	Pozo	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
L10-6	Pozo	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
L10-7	Pozo	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
L10-8	Pozo	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
L10-9	Pozo	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
Interna	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
Salada	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
Saladita	Reglilla	x	x	x	x	x	x	Comunidad de Peine no permite el acceso
Laguna Interna	Laguna	xx	NA	NA	xx	NA	NA	Comunidad de Peine no permite el acceso
Laguna Salada	Laguna	xx	NA	NA	xx	NA	NA	Comunidad de Peine no permite el acceso
Laguna Saladita	Laguna	xx	NA	NA	xx	NA	NA	Comunidad de Peine no permite el acceso

Fuente: Elaboración propia. x: punto no visitado; xx: punto no muestreado en la campaña de calidad; NA: No Aplica.

Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presentan los niveles de los puntos de control que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Peine, de acuerdo con la distribución señalada en la Figura 4-8 y en la Tabla 4-7.

Cabe señalar que el pozo L10-1 es parte del monitoreo de los sistemas Peine y Cuña Salina, pero para una mejor claridad de su presentación, sólo será expuesto en esta sección.

Pozos en zona marginal

La zona marginal del sistema Peine cuenta con 7 puntos de control. En la Tabla 5-54 se muestra el resultado del monitoreo llevado a cabo en el segundo semestre de 2020. Solo los pozos L10-15 y L10-4 han podido ser medidos, el resto se encuentran en el área controlada por la Comunidad de Peine, el cual no ha concedido permisos de ingreso durante este semestre.

El pozo L10-4 es además indicador de estado por lo que es medido diariamente por SQM, así que en la Tabla 5-54 se muestran el máximo y mínimos mensual resultante. De forma adicional,

cuenta con mediciones mensuales por parte de la ETFA. En el mismo sentido, el L10-15 debe ser medido mensualmente por la ETFA y durante este semestre ha sido medido también por SQM con la misma frecuencia (en la Tabla 5-54 se muestra el resultado de las mediciones efectuadas por la ETFA). Para mayor claridad, en la Tabla 5-55 se muestra el detalle del número de mediciones efectuadas cada mes por SEGEA y SQM. En la Figura 5-34 se muestra gráficamente el resultado completo (mediciones comprometidas y adicionales) del monitoreo de estos puntos y en el Anexo 6.1 se entregan todas de forma tabulada.

Tabla 5-54: Registro de niveles zona marginal del Sistema Peine

L10-1		L10-2		L10-3		L10-9	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
22/07/2020 12:00	S/I	26/07/2020 12:00	S/I	22/07/2020 12:00	S/I	26/07/2020 12:00	S/I
22/08/2020 12:00	S/I	26/08/2020 12:00	S/I	22/08/2020 12:00	S/I	26/08/2020 12:00	S/I
22/09/2020 12:00	S/I	26/09/2020 12:00	S/I	22/09/2020 12:00	S/I	26/09/2020 12:00	S/I
22/10/2020 12:00	S/I	26/10/2020 12:00	S/I	22/10/2020 12:00	S/I	26/10/2020 12:00	S/I
22/11/2020 12:00	S/I	26/11/2020 12:00	S/I	22/11/2020 12:00	S/I	26/11/2020 12:00	S/I
22/12/2020 12:00	S/I	26/12/2020 12:00	S/I	22/12/2020 12:00	S/I	26/12/2020 12:00	S/I

L10-10		L10-15		L10-4		
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Mes	Nivel (m s.n.m.)	
					mínimo	máximo
26/07/2020 12:00	S/I	21/07/2020 11:22	2.299,998			
26/08/2020 12:00	S/I	25/08/2020 8:30	2.299,960	jul-20	2.299,879	2.299,933
26/09/2020 12:00	S/I	23/09/2020 11:45	2.300,114	ago-20	2.299,851	2.300,034
26/10/2020 12:00	S/I	22/10/2020 13:23	2.300,106	sep-20	2.300,042	2.300,090
26/11/2020 12:00	S/I	18/11/2020 16:06	2.300,085	oct-20	2.300,067	2.300,090
26/12/2020 12:00	S/I	21/12/2020 14:37	2.300,063	nov-20	2.300,039	2.300,067
				dic-20	2.300,012	2.300,037

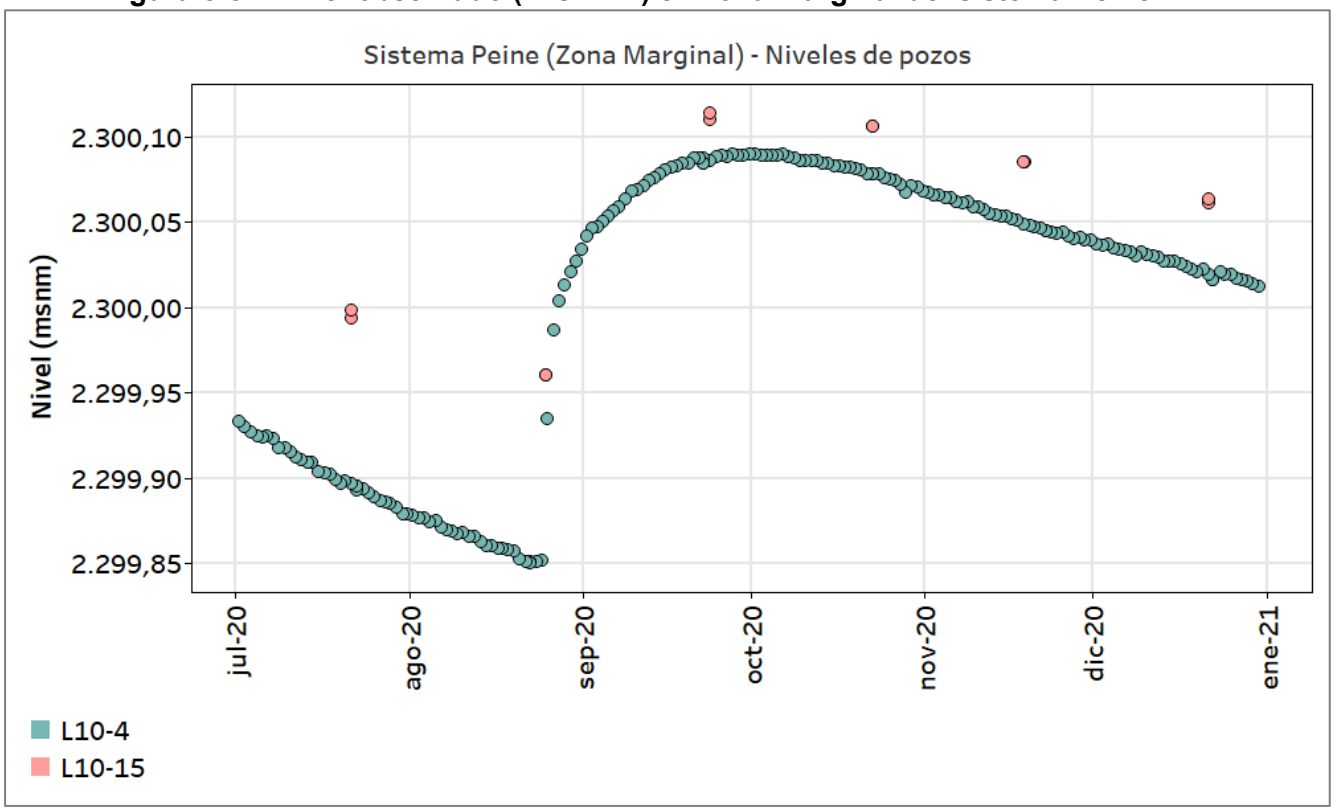
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

Tabla 5-55: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
L10-4	2	1	1	1	1	1	31	31	31	31	30	30
L10-15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-34: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Peine



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Pozos en zona núcleo

El sistema Peine dispone de 16 puntos de control en el núcleo del Salar. En la Tabla 5-56 se muestra el monitoreo resultante para éstos durante este segundo semestre de 2020. Los puntos que no han sido medidos durante este semestre son aquellos que se encuentran dentro del área controlada por la Comunidad de Peine, la cual no concedió acceso durante este periodo.

Los puntos 1028 y L10-11 pertenecen al PC por lo que son medidos de forma diaria por SQM, así que, debido al gran volumen de mediciones, en la Tabla 5-56 solo se muestran los valores mínimo y máximo de cada mes. No obstante, éstos cuentan con mediciones adicionales mensuales por parte de la ETFA, con el objetivo de contrastar las medidas de SQM.

Para el resto de los puntos la medición comprometida es mensual, por lo que deben ser medidos por la ETFA. De esta forma, en Tabla 5-56 se muestra el resultado obtenido por SEGEA. Adicionalmente, son medidos por SQM con una frecuencia similar; en la Figura 5-35 se muestra

el resultado del monitoreo completo (mediciones comprometidas y adicionales) y en la Tabla 5-57 se muestra el detalle del número de mediciones que ha realizado cada empresa en cada punto. En el Anexo 6.1 se entrega de forma tabulada el resultado completo de niveles.

Tabla 5-56: Registro de niveles zona núcleo del Sistema Peine

1024		2018		2037		GD-03	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
23/07/2020 9:32	2.299,252	21/07/2020 13:36	2.299,335	21/07/2020 12:56	2.299,317	26/07/2020 12:00	S/I
23/08/2020 9:15	2.299,234	23/08/2020 11:25	2.299,308	23/08/2020 10:45	2.299,287	26/08/2020 12:00	S/I
23/09/2020 11:14	2.299,505	23/09/2020 15:18	2.299,589	23/09/2020 15:37	2.299,569	26/09/2020 12:00	S/I
22/10/2020 16:42	2.299,480	23/10/2020 17:01	2.299,544	22/10/2020 17:33	2.299,530	26/10/2020 12:00	S/I
18/11/2020 15:43	2.299,429	23/11/2020 9:33	2.299,498	22/11/2020 16:34	2.299,486	26/11/2020 12:00	S/I
21/12/2020 14:06	2.299,399	22/12/2020 10:36	2.299,474	21/12/2020 16:11	2.299,464	26/12/2020 12:00	S/I

GD-04		L10-12		L10-13		L10-14	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
26/07/2020 12:00	S/I	21/07/2020 12:32	2.299,352	22/07/2020 12:00	S/I	22/07/2020 12:00	S/I
26/08/2020 12:00	S/I	23/08/2020 10:22	2.299,318	22/08/2020 12:00	S/I	22/08/2020 12:00	S/I
26/09/2020 12:00	S/I	23/09/2020 13:08	2.299,605	22/09/2020 12:00	S/I	22/09/2020 12:00	S/I
26/10/2020 12:00	S/I	22/10/2020 17:09	2.299,563	22/10/2020 12:00	S/I	22/10/2020 12:00	S/I
26/11/2020 12:00	S/I	18/11/2020 17:16	2.299,525	22/11/2020 12:00	S/I	22/11/2020 12:00	S/I
26/12/2020 12:00	S/I	21/12/2020 15:50	2.299,494	22/12/2020 12:00	S/I	22/12/2020 12:00	S/I

L10-16		L10-17		L10-5		L10-6	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
21/07/2020 11:51	2.299,494	21/07/2020 12:11	2.299,456	22/07/2020 12:00	S/I	26/07/2020 12:00	S/I
23/08/2020 9:41	2.299,463	23/08/2020 9:59	2.299,424	22/08/2020 12:00	S/I	26/08/2020 12:00	S/I
23/09/2020 12:18	2.299,725	23/09/2020 12:37	2.299,686	22/09/2020 12:00	S/I	26/09/2020 12:00	S/I
23/10/2020 15:33	2.299,685	23/10/2020 15:53	2.299,641	22/10/2020 12:00	S/I	26/10/2020 12:00	S/I
18/11/2020 16:32	2.299,652	18/11/2020 16:46	2.299,600	22/11/2020 12:00	S/I	26/11/2020 12:00	S/I
21/12/2020 15:05	2.299,615	21/12/2020 15:19	2.299,570	22/12/2020 12:00	S/I	26/12/2020 12:00	S/I

L10-7		L10-8		1028		
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Mes	Nivel (m s.n.m.)	
26/07/2020 12:00	S/I	26/07/2020 12:00	S/I		mínimo	máximo
26/08/2020 12:00	S/I	26/08/2020 12:00	S/I	jul-20	2.299,482	2.299,520
26/09/2020 12:00	S/I	26/09/2020 12:00	S/I	ago-20	2.299,461	2.299,811
26/10/2020 12:00	S/I	26/10/2020 12:00	S/I	sep-20	2.299,725	2.299,802
26/11/2020 12:00	S/I	26/11/2020 12:00	S/I	oct-20	2.299,669	2.299,725

26/12/2020 12:00	S/I	**26/12/2020 12:00**	S/I	**nov-20**	2.299,642	2.299,670
				dic-20	2.299,614	2.299,647

L10-11		
Mes	**Nivel (m s.n.m.)**	
	mínimo	**máximo**
jul-20	2.299,386	2.299,426
ago-20	2.299,366	2.299,728
sep-20	2.299,633	2.299,714
oct-20	2.299,584	2.299,634
nov-20	2.299,555	2.299,582
dic-20	2.299,525	2.299,556

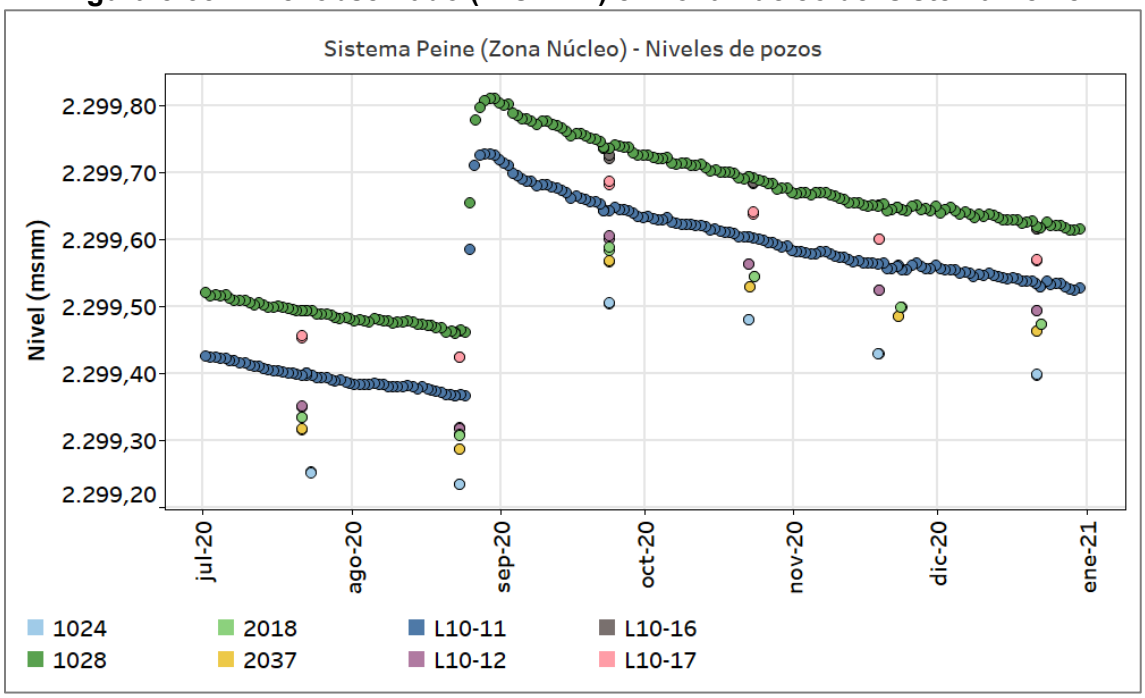
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información. (1) Corresponde a una remedición.

Tabla 5-57: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
1024	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1028	2	1	1	1	1	1	31	31	31	31	30	30
2018	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2037	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L10-11	2	1	1	1	1	1	31	31	31	31	30	30
L10-12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L10-16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L10-17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-35: Nivel observado (m s.n.m.) en zona núcleo del sistema Peine



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Nivel lacustre

Las mediciones del nivel lacustre mediante reglillas para el sistema Peine estuvo, hasta diciembre de 2018, a cargo de CONAF en el marco del convenio CONAF-SQM. Debido al término del convenio, la medición de estos puntos son responsabilidad de SQM mediante la ETFA.

En el presente periodo a reportar no fue posible realizar las mediciones comprometidas, ya que no se tuvo acceso a los sistemas lacustres de Salada, Saladita e Interna, puesto que el ingreso al sector es controlado por la Comunidad de Peine, quienes mantuvieron cerrada la barrera al personal proveniente de SQM.

Tabla 5-58: Tabla 5-59: Registro de niveles para las lagunas del sector Peine

REGLILLA SALADA CONAF		REGLILLA SALADITA CONAF		REGLILLA INTERNA CONAF	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
15/07/2020 12:00	S/I	15/07/2020 12:00	S/I	15/07/2020 12:00	S/I
15/08/2020 12:00	S/I	15/08/2020 12:00	S/I	15/08/2020 12:00	S/I
15/09/2020 12:00	S/I	15/09/2020 12:00	S/I	15/09/2020 12:00	S/I
15/10/2020 12:00	S/I	15/10/2020 12:00	S/I	15/10/2020 12:00	S/I
15/11/2020 12:00	S/I	15/11/2020 12:00	S/I	15/11/2020 12:00	S/I
26/12/2020 12:00	S/I	26/12/2020 12:00	S/I	26/12/2020 12:00	S/I

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

Calidad química

En esta sección se presentan los resultados de las mediciones y análisis fisicoquímicos efectuados sobre los puntos de control que componen el monitoreo de calidad del Sistema Peine durante el segundo semestre del año 2020. Si bien el pozo L10-1 es parte del monitoreo de los sistemas Peine y Cuña Salina, sólo se presenta en esta sección para efectos de orden.

En la Figura 4-8 y en la Tabla 4-7 de la Sección 4.3.4 se presentan los puntos de monitoreo del Sistema Peine. En esta última se indican las coordenadas y tipo de cada punto de control, las variables ambientales y parámetros de monitoreo comprometidos, además de la frecuencia establecida. Como ahí se observa, la RCA Nº226/2006 establece que el monitoreo de calidad química en los pozos y lagunas del Sistema Peine debe realizarse con frecuencia trimestral.

Cabe señalar que no existen límites establecidos para los parámetros monitoreados. Por lo anterior, en esta sección se presentan los resultados gráficos y numéricos del monitoreo de calidad química del agua sin contrastarse con límites o umbrales de control. Por su parte, el análisis del comportamiento histórico de la calidad se desarrolla en la Sección 6 del presente informe.

Respecto a las entidades que efectuaron el monitoreo del período, fueron realizados por ALS, quien a su vez contrató para el monitoreo a Algoritmos en julio y a SOPROCERT en octubre de 2020. Los análisis fueron realizados por ALS para el segundo semestre de 2020.

En el Anexo 7.1 se presentan los informes de los análisis químicos reportados para el último semestre. Además, se presentan los certificados de autorización como ETFAs de ALS y Algoritmos y SOPROCERT, que fueron subcontratadas por ALS para la realización del muestreo.

Muestreo red monitoreo agua subterránea

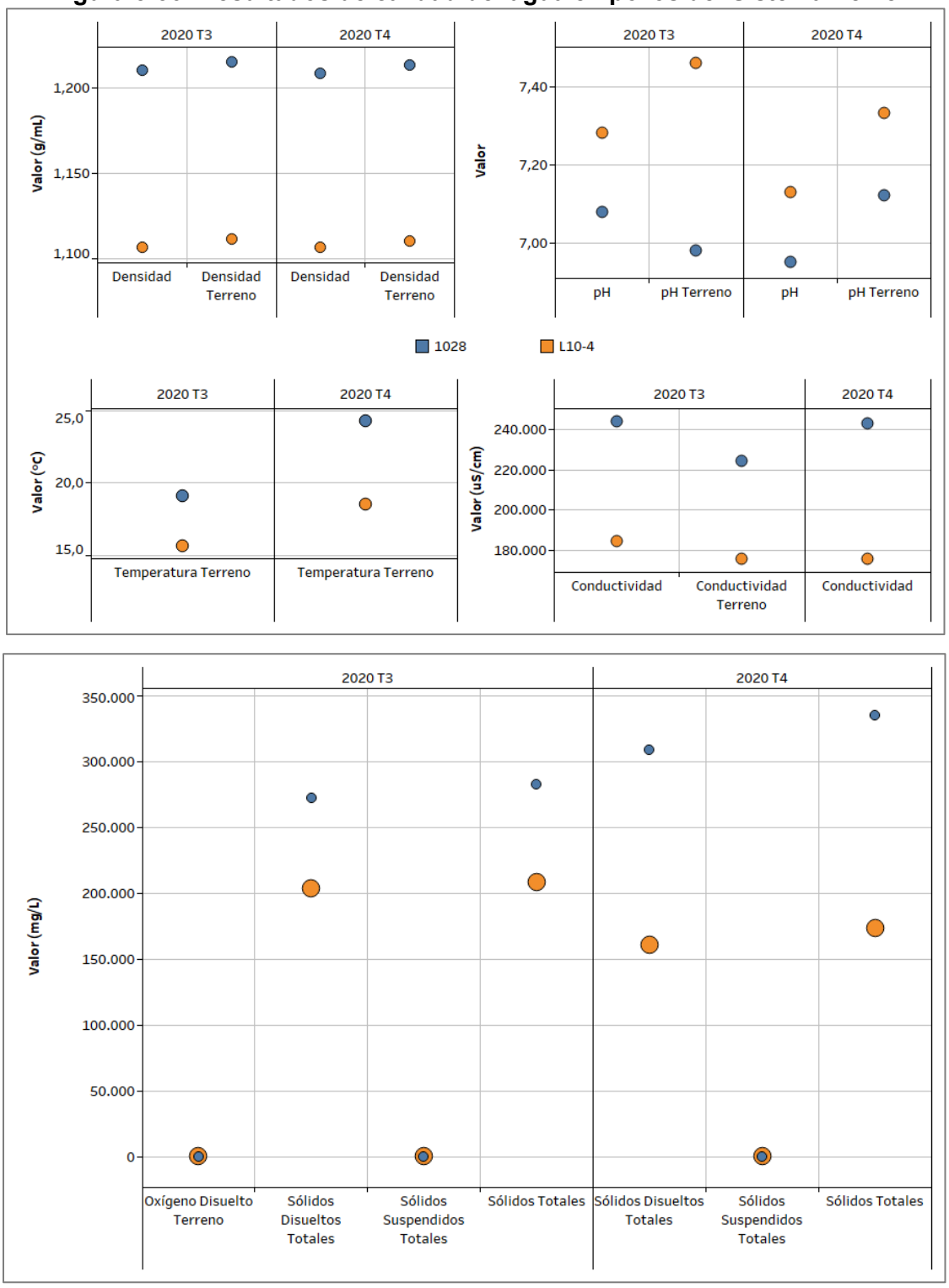
En la Tabla 5-60 se presentan los resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua tomadas en terreno y analizadas el laboratorio ALS, a los pozos de monitoreo. Estos resultados se presentan de manera gráfica en la Figura 5-36. Como se observa, durante el periodo se efectuaron los dos monitoreos comprometidos en el pozo 1028 y L10-4. No fue posible monitorear el pozo L10-1 durante todo el semestre ya que la Comunidad de Peine no autorizó el ingreso (Anexo 5.1).

Tabla 5-60: Resultados calidad del agua en pozos del sistema Peine, segundo semestre de 2020

Parámetro	Unidad	1028		L10-4		L10-1	
		29/07/2020	28/10/2020	27/07/2020	28/10/2020	27/07/20	28/10/20
Conductividad	µS/cm	244.000	243.000	184.500	175.400	S/I	S/I
Conductividad Terreno	µS/cm	224.000	187.200	175.600	139.400	S/I	S/I
Densidad	g/mL	1,210	1,208	1,106	1,106	S/I	S/I
Densidad Terreno	g/mL	1,215	1,213	1,111	1,110	S/I	S/I
Oxígeno Disuelto Terreno	mg/L	5,58	6,16	5,46	5,47	S/I	S/I
pH	-	7,08	6,95	7,28	7,13	S/I	S/I
pH Terreno	-	6,98	7,12	7,46	7,33	S/I	S/I
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	272.160	309.000	203.580	160.480	S/I	S/I
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	77	97	35	55	S/I	S/I
Sólidos Totales	mg/L	282.509	335.000	208.139	173.600	S/I	S/I
Temperatura Terreno	°C	19,1	24,3	15,60	18,50	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-36: Resultados de calidad del agua en pozos del Sistema Peine



Fuente: Elaboración propia.

Mediciones realizadas en cuerpos lagunares

En el segundo semestre de 2020 no fue posible acceder a los puntos de monitoreo debido a no contar con la autorización de ingreso por parte de la Comunidad de Peine. En la Tabla 5-61 se muestran las fechas en las que se trató de realizar el muestreo. En el Anexo 7.1 se encuentran los certificados de laboratorio.

Tabla 5-61: Resultados calidad del agua en agua superficial segundo semestre de 2020

Parámetro	Unidad	Interna		Salada		Saladita	
		27/07/2020	28/10/2020	27/07/2020	28/10/2020	27/07/2020	28/10/2020
Oxígeno disuelto Terreno	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
pH Terreno	-	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Temperatura Terreno	°C	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
CE Terreno	mS/cm	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sólidos totales	g/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sólidos disueltos totales	g/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sólidos suspendidos	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Dureza	g/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sodio	g/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Arsénico	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Potasio	g/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Calcio	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Magnesio	g/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Cloruro	g/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Sulfato	g/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Bicarbonatos	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Carbonatos	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Nitrato	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Fosfato (como P)	mgP/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Alcalinidad total	mg/L	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Salinidad	‰	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia.

Validación resultados

En el presente apartado se muestran los resultados de la validación para el segundo semestre de 2020 en el sistema Peine, de acuerdo con los criterios de validación definidos en el apartado 4.4.8.

La Tabla 5-62 muestra los resultados de la validación para las muestras colectadas en el sistema Peine. No pueden ser validadas por balance iónico debido a que no se analizan parámetros químicos. Respecto el balance de masa en sólidos, las 4 muestras colectadas en el segundo semestre dieron resultados correctos.

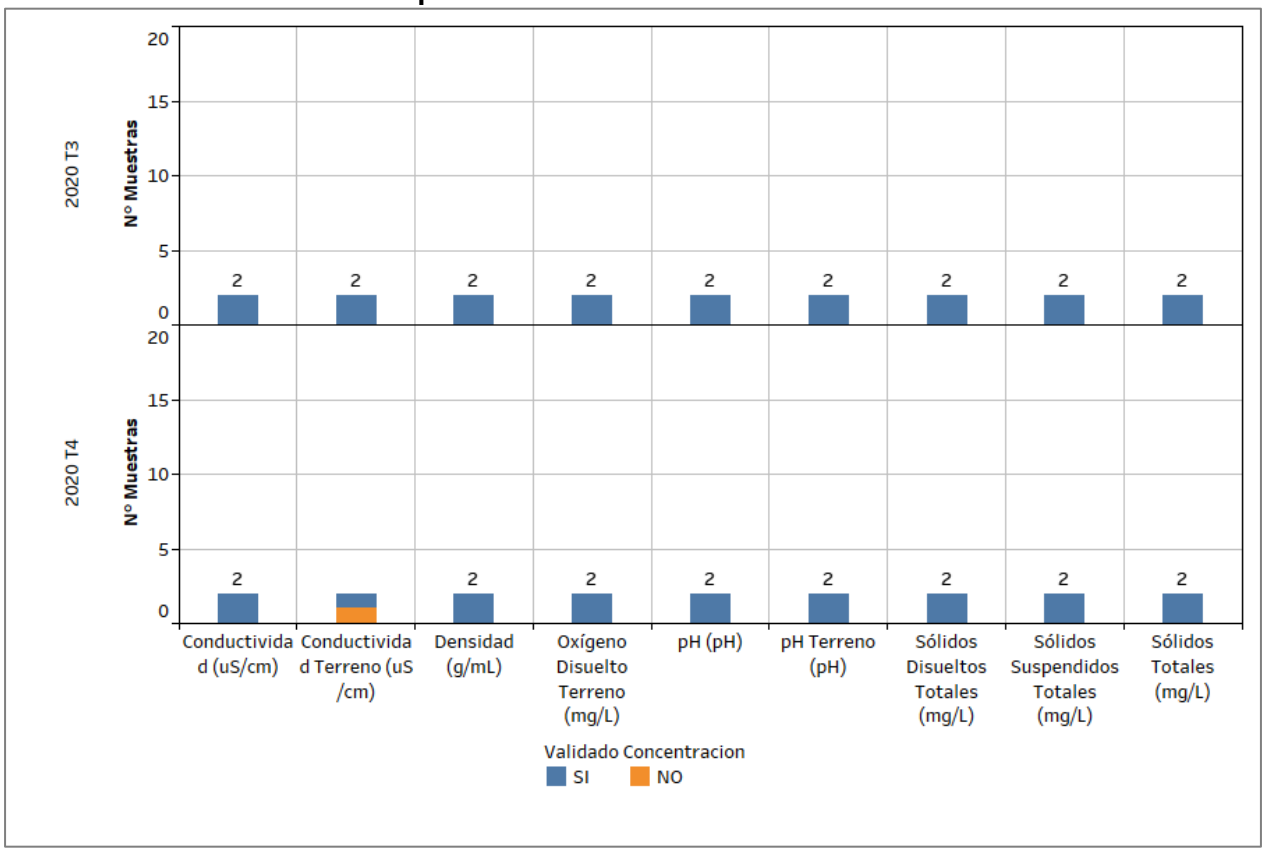
Tabla 5-62 Resultados de la validación en el sistema Peine.

Trimestre	Infraestructura	Validado Balance Masa Sólidos (%)	Balance iónico (%)
1ro	1028	-4	N/A
	L10-4	-2	N/A
2do	1028	-8	N/A
	L10-4	-8	N/A

Fuente: Elaboración propia. N/A: No Aplica; el número de analitos de los parámetros comprometidos por RCA (y analizados) no permiten realizar este cálculo.

La Figura 5-37 muestra los resultados de la validación por concentraciones históricas en relación con cada analito y punto. Todos los análisis se encontraron dentro de lo esperable en base a su evolución histórica, con la excepción de la conductividad de terreno en 1028 en el cuarto trimestre. Se consultó sobre ese valor a ALS-SOPROCERT y confirmaron el resultado, cómo puede verse en Observaciones Octubre (Anexo 7.2). Este valor anómalo representa un 3% del total de análisis.

Figura 5-37: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Peine



Fuente: Elaboración propia.

Caudal agua superficial (aforos)

La red de monitoreo del PSAH en el Sistema Peine contempla dos estaciones de aforo de caudal pasante superficial, que son las estaciones de Salada y Saladita.

Tal y como se ha descrito en el apartado 5.1.1, durante el semestre objeto del presente informe no fue posible la realización de los aforos mensuales de caudal superficial en las estaciones Salada y Saladita, debido a que la Comunidad de Peine no concedió permiso al personal de SQM ni a la ETFA para ingresar al sector.

Tabla 5-63: Resultados aforos manuales Saladita y Salada

Fecha Medición	Caudal manual (L/s)	
	Aforo Salada	Aforo Saladita
23/07/2020	S/I	S/I
25/08/2020	S/I	S/I
23/09/2020	S/I	S/I
22/10/2020	S/I	S/I
22/11/2020	S/I	S/I
22/12/2020	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia. S/I: Sin Información.

Superficie lacustre

Para el segundo semestre de 2020 las mediciones de superficies lacustres mediante estacas perimetrales de los tres cuerpos de agua del sistema Peine (Salada, Saladita e Interna) no fueron realizadas debido a que no se ha contado con la autorización de la Comunidad de Peine para ingresar al sector durante el periodo a reportar.

5.1.6. SECTOR VEGAS DE TILOPOZO

De acuerdo con lo indicado en la Sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico del sector Vegas de Tilopozo, sólo considera el monitoreo del nivel del agua en 5 puntos: 4 pozos y una reglilla. Los resultados obtenidos para el segundo semestre de 2020 se presentan a continuación. Todos los puntos de este sector han sido visitados con la frecuencia comprometida en este semestre.

Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presentan los niveles de todos los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sector Vegas de Tilopozo, de acuerdo con la distribución señalada en la Figura 4-9 y en la Tabla 4-8.

Pozos Zona Marginal

En la zona marginal, el sector de Vegas de Tilopozo cuenta con 4 puntos de control, que son medidos mensualmente por la ETFA; en la Tabla 5-64 se muestra el resultado del monitoreo para este semestre. De forma adicional, SQM realiza también mediciones con la misma frecuencia; en la Tabla 5-65 se muestra el recuento de mediciones realizadas por SQM y SEGEA. En la Figura 5-38 se muestra gráficamente el resultado completo de las mediciones en estos puntos, contando con las mediciones de ambas empresas y en el Anexo 6.1 se entrega este resultado de forma tabulada.

Tabla 5-64: Registro de niveles zona marginal del sector Vegas de Tilopozo

L12-1		L12-2		L12-3		L12-4	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
22/07/2020 13:20	2.299,909	**22/07/2020 14:30**	2.302,601	**22/07/2020 14:54**	2.301,753	**22/07/2020 15:11**	2.303,889
22/08/2020 11:28	2.299,876	**22/08/2020 13:02**	2.302,575	**22/08/2020 13:28**	2.301,736	**22/08/2020 13:51**	2.303,872
22/09/2020 11:15	2.300,156	**22/09/2020 12:38**	2.302,523	**22/09/2020 13:17**	2.301,680	**22/09/2020 13:37**	2.303,802
22/10/2020 9:29	2.300,099	**22/10/2020 10:52**	2.302,473	**22/10/2020 11:17**	2.301,643	**22/10/2020 11:45**	2.303,744
24/11/2020 12:05	2.300,050	**22/11/2020 10:56**	2.302,482	**22/11/2020 11:23**	2.301,651	**22/11/2020 11:55**	2.303,732
21/12/2020 8:53	2.300,021	**21/12/2020 10:30**	2.302,479	**21/12/2020 10:51**	2.301,646	**21/12/2020 11:07**	2.303,726

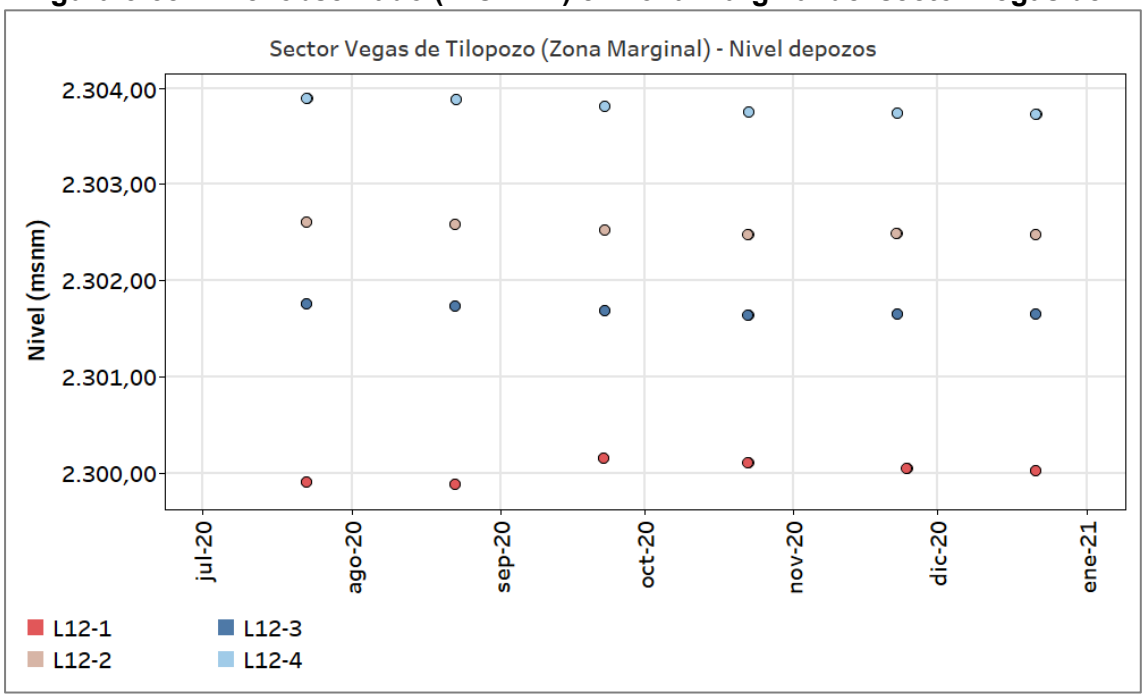
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Tabla 5-65: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
L12-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L12-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L12-3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L12-4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-38: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sector Vegas de Tilopozo



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Nivel de agua superficial

En esta sección se presentan los niveles de agua superficial para este sector de Vegas de Tilopozo, que dispone de un punto de medición. En la Tabla 5-66 se muestran las medidas tomadas en este segundo semestre de 2020 por la ETFA. Este punto cuenta adicionalmente con mediciones por parte de SQM con la misma frecuencia; en la Tabla 5-67 se muestra el recuento de mediciones efectuadas por cada empresa, en la Figura 5-39 se presentan gráficamente todas ellas y en el Anexo 6.1 se entregan de forma tabulada.

Tabla 5-66: Registro de niveles en la reglilla del sector Vegas de Tilopozo

REGLILLA TILOPOZO	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**
22/07/2020 13:48	2.309,328
22/08/2020 12:16	2.309,319
22/09/2020 11:51	2.309,307
22/10/2020 10:06	2.309,292
22/11/2020 10:07	2.309,291
21/12/2020 9:49	2.309,289

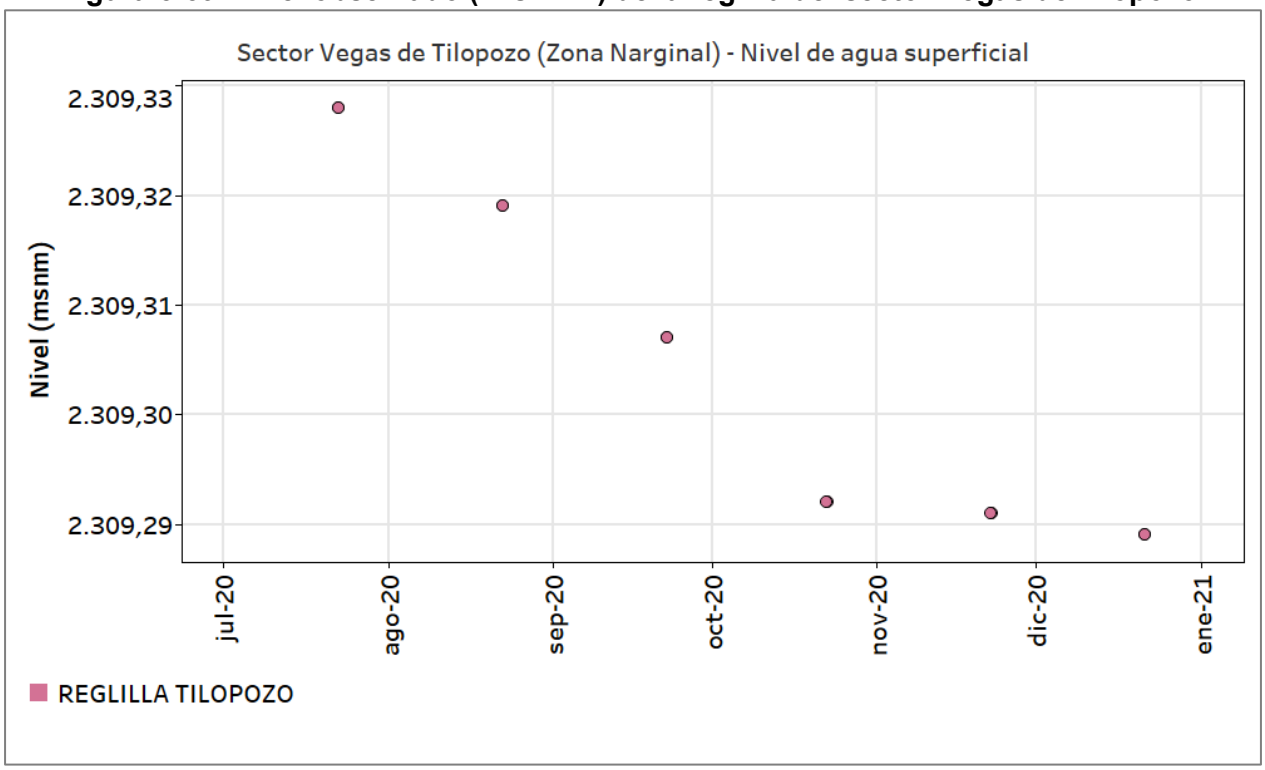
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Tabla 5-67: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
REGLILLA TILOPOZO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-39: Nivel observado (m s.n.m.) de la reglilla del sector Vegas de Tilopozo



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

5.1.7. NÚCLEO DEL SALAR DE ATACAMA

De acuerdo con lo indicado en la Sección 4, el PSAH del Sistema Núcleo del Salar de Atacama considera el monitoreo de las siguientes variables: nivel del agua (21 puntos), meteorología (1 estación) y calidad química (2 puntos). Los resultados obtenidos para el segundo semestre de 2020 se presentan a continuación.

El pozo SOPM-8 (L3-4) pertenece tanto a la red de monitoreo del Sistema Aguas de Quelana (identificado en la RCA Nº226/2006 como L3-4) como al del Sistema Núcleo del Salar de Atacama (identificado en la RCA Nº226/2006 como SOPM-8). Por lo anterior, y dado que los resultados del monitoreo efectuado en dicho punto fueron expuestos en el Sistema Aguas de Quelana, no se incluye en el presente apartado.

Todos los puntos de este sector han sido visitados con la frecuencia comprometida en este semestre.

Nivel de salmuera

En esta sección se exponen los niveles de los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Núcleo del Salar de Atacama para el segundo semestre de 2020, de acuerdo a la distribución señalada en la Figura 4-10 y en la Tabla 4-9.

Para facilitar el análisis, los resultados se agruparon en 3 subgrupos de acuerdo con su ubicación; a) grupo de pozos más alejado de la zona de producción de salmuera, b) pozos ubicados en las proximidades de la zona de producción, c) pozos ubicados al norte de zona de producción. A continuación, se muestran los resultados de estos grupos.

Área alejada de la zona productiva

En la Tabla 5-68 se presenta el resultado del monitoreo para los puntos del primer grupo, aquellos que se encuentran más alejados de la zona productiva. Todos ellos deben ser medidos mensualmente por una ETFA, y este es el resultado que se muestra en la Tabla 5-68. De forma adicional son medidos por SQM en la misma frecuencia; en la Tabla 5-69 se muestra el recuento de las mediciones realizadas por cada empresa, en la Figura 5-40 se muestran gráficamente todas ellas y en el Anexo 6.1 se entregan tabuladas.

Tabla 5-68: Registro de niveles alejado de la zona productiva del núcleo

1001		2028		SOPE-6		SOPM-10	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
21/07/2020 13:22	2.299,387	23/07/2020 11:53	2.299,084	23/07/2020 11:31	2.299,179	18/07/2020 12:19	2.299,145
23/08/2020 11:11	2.299,359	23/08/2020 12:58	2.299,052	23/08/2020 12:22	2.299,155	18/08/2020 13:46	2.299,122
23/09/2020 16:15	2.299,635	24/09/2020 9:39	2.299,298	23/09/2020 17:25	2.299,415	18/09/2020 15:33	2.299,389
23/10/2020 16:40	2.299,595	24/10/2020 9:04	2.299,273	23/10/2020 17:41	2.299,384	19/10/2020 11:16	2.299,334
23/11/2020 9:15	2.299,550	23/11/2020 11:15	2.299,246	23/11/2020 10:44	2.299,341	18/11/2020 11:03	2.299,293
22/12/2020 10:23	2.299,522	22/12/2020 11:52	2.299,225	22/12/2020 11:28	2.299,318	18/12/2020 12:27	2.299,277

SOPM-11		SOPM-12C		SOPM-2		SOPM-4	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/07/2020 12:40	2.299,148	21/07/2020 13:49	2.299,288	23/07/2020 12:34	2.299,148	17/07/2020 9:54	2.298,864
18/08/2020 13:58	2.299,127	23/08/2020 11:45	2.299,256	23/08/2020 12:38	2.299,119	17/08/2020 10:17	2.298,852
18/09/2020 15:46	2.299,406	23/09/2020 16:52	2.299,530	24/09/2020 10:04	2.299,370	17/09/2020 10:10	2.299,064
19/10/2020 11:37	2.299,357	23/10/2020 17:16	2.299,488	24/10/2020 9:30	2.299,341	17/10/2020 9:59	2.299,071
16/11/2020 15:14	2.299,315	23/11/2020 9:56	2.299,448	23/11/2020 11:37	2.299,311	16/11/2020 16:22	2.299,057
18/12/2020 12:42	2.299,288	22/12/2020 10:54	2.299,421	22/12/2020 12:17	2.299,284	17/12/2020 9:21	2.299,019

SOPM-5	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/07/2020 9:36	2.298,918
17/08/2020 9:54	2.298,899
17/09/2020 9:51	2.299,149
17/10/2020 9:44	2.299,125
16/11/2020 16:02	2.299,106
17/12/2020 9:05	2.299,064

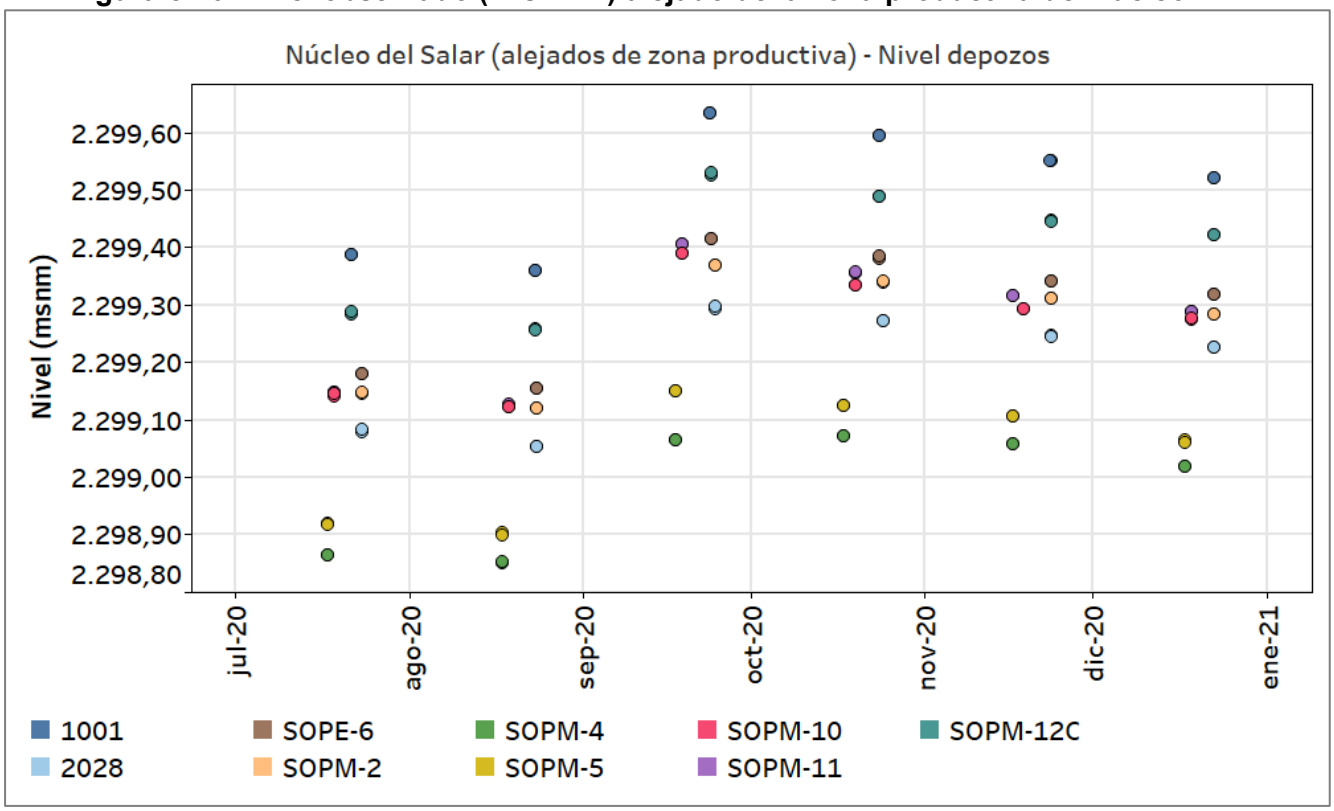
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Tabla 5-69: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
1001	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2028	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPE-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-12C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-40: Nivel observado (m s.n.m.) alejado de la zona productiva del núcleo



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Área próxima a la zona productiva

En la Tabla 5-70 se muestran las medidas del monitoreo efectuado para los puntos de control que se encuentran más cercanos a la zona productiva del salar. Todos ellos deben ser medidos mensualmente por una ETFA, y este es el resultado que se muestra en la Tabla 5-70. De forma adicional son medidos por SQM en la misma frecuencia; en la Tabla 5-71 se muestra el recuento de las mediciones realizadas por cada empresa, en la Figura 5-41 se muestran gráficamente todas ellas y en el Anexo 6.1 se entregan tabuladas.

Tabla 5-70: Registro de niveles próximos a la zona productiva del núcleo

2040		E-101		E-324		M1-C	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
23/07/2020 14:41	2.299,041	**23/07/2020 15:37**	2.298,310	**23/07/2020 16:07**	2.294,731	**23/07/2020 14:56**	2.299,257
23/08/2020 14:47	2.299,057	**23/08/2020 15:38**	2.298,398	**23/08/2020 15:52**	2.294,836	**23/08/2020 15:07**	2.299,246
24/09/2020 10:42	2.299,449	**24/09/2020 11:30**	2.298,660	**24/09/2020 12:20**	2.295,537	**24/09/2020 11:00**	2.299,624
27/09/2020 9:41	2299,461 (1)	**24/10/2020 10:56**	2.298,690	**24/10/2020 11:14**	2.295,055	**24/10/2020 10:32**	2.299,584
24/10/2020 10:14	2.299,390	**23/11/2020 14:26**	2.298,588	**23/11/2020 14:41**	2.294,939	**23/11/2020 12:48**	2.299,535
23/11/2020 12:32	2.299,327	**23/12/2020 9:39**	2.298,494	**23/12/2020 9:21**	2.294,942	**22/12/2020 13:06**	2.299,508
22/12/2020 12:46	2.299,271						

M2-C		M7		SAMPLE-4		ZAR-C-S	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
23/07/2020 18:02	2.292,986	**23/07/2020 18:20**	2.292,323	**23/07/2020 16:47**	2.294,516	**23/07/2020 17:30**	2.295,941
23/08/2020 18:06	2.292,870	**23/08/2020 18:22**	2.293,788	**23/08/2020 16:42**	2.294,475	**23/08/2020 17:35**	2.295,906
24/09/2020 13:13	2.293,119	**24/09/2020 12:40**	2.293,615	**24/09/2020 15:52**	2.294,445	**24/09/2020 15:04**	2.295,869
27/09/2020 9:17	2293,119 (1)	**27/09/2020 8:13**	2293,770 (1)	**27/09/2020 8:47**	2294,438 (1)	**24/10/2020 13:37**	2.295,861
24/10/2020 12:08	2.292,856	**24/10/2020 11:37**	2.293,525	**24/10/2020 12:58**	2.294,418	**27/10/2020 8:55**	2295,856 (1)
23/11/2020 15:18	2.293,170	**23/11/2020 14:56**	2.293,466	**23/11/2020 16:40**	2.294,405	**23/11/2020 15:53**	2.295,852
23/12/2020 10:27	2.292,863	**23/12/2020 14:03**	2.293,503	**26/11/2020 9:20**	2294,393 (1)	**23/12/2020 12:19**	2.295,840
				23/12/2020 11:15	2.294,376		

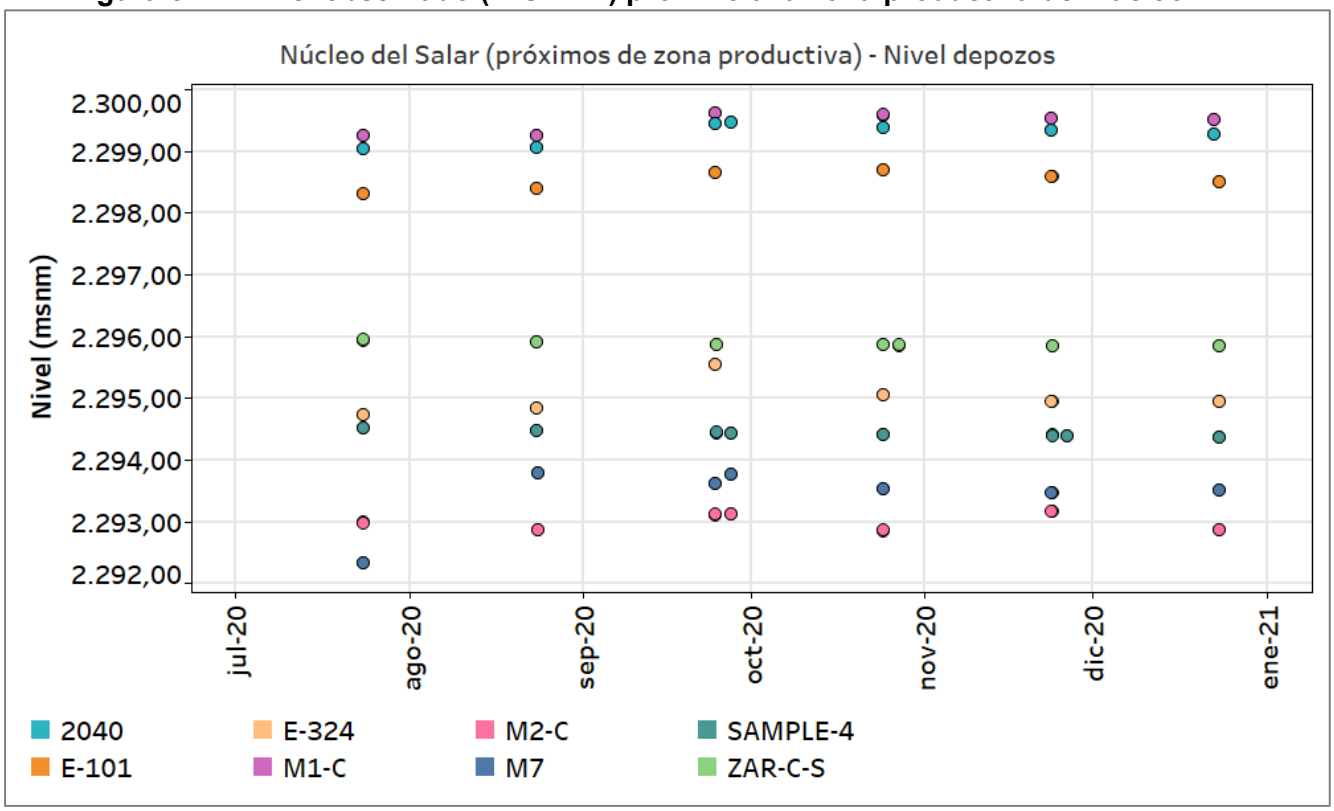
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. (1) Corresponde a una remedición.

Tabla 5-71: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
2040	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
E-101	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E-324	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M1-C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M2-C	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
M7	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
SAMPLE-4	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1
ZAR-C-S	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-41: Nivel observado (m s.n.m.) próximo a la zona productiva del núcleo



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Área al norte de la zona productiva

Son tres los puntos en el núcleo que se sitúan al norte de la zona productiva. El resultado del monitoreo se muestra en la Tabla 5-72. Todos ellos deben ser medidos mensualmente por una ETFA, y este es el resultado que se muestra en la Tabla 5-70. De forma adicional son medidos por SQM en la misma frecuencia; en la Tabla 5-73 se muestra el recuento de las mediciones realizadas por cada empresa, en la Figura 5-42 se muestran gráficamente todas ellas y en el Anexo 6.1 se entregan tabuladas.

Tabla 5-72: Registro de niveles al norte de la zona productiva del núcleo

1906		C4-B		EIA-5	
Fecha	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**	**Fecha**	**Nivel (m s.n.m.)**
17/07/2020 10:48	2.299,088	**17/07/2020 11:33**	2.300,968	**17/07/2020 10:22**	2.299,079
17/08/2020 11:13	2.299,052	**17/08/2020 11:47**	2.300,960	**17/08/2020 10:46**	2.299,042
17/09/2020 11:10	2.299,088	**17/09/2020 11:50**	2.300,961	**17/09/2020 10:39**	2.299,085
17/10/2020 10:46	2.299,116	**17/10/2020 11:19**	2.300,966	**17/10/2020 10:27**	2.299,140
17/11/2020 10:22	2.299,128	**17/11/2020 10:58**	2.300,969	**17/11/2020 10:01**	2.299,167
17/12/2020 10:07	2.299,122	**17/12/2020 10:45**	2.300,969	**17/12/2020 9:47**	2.299,173

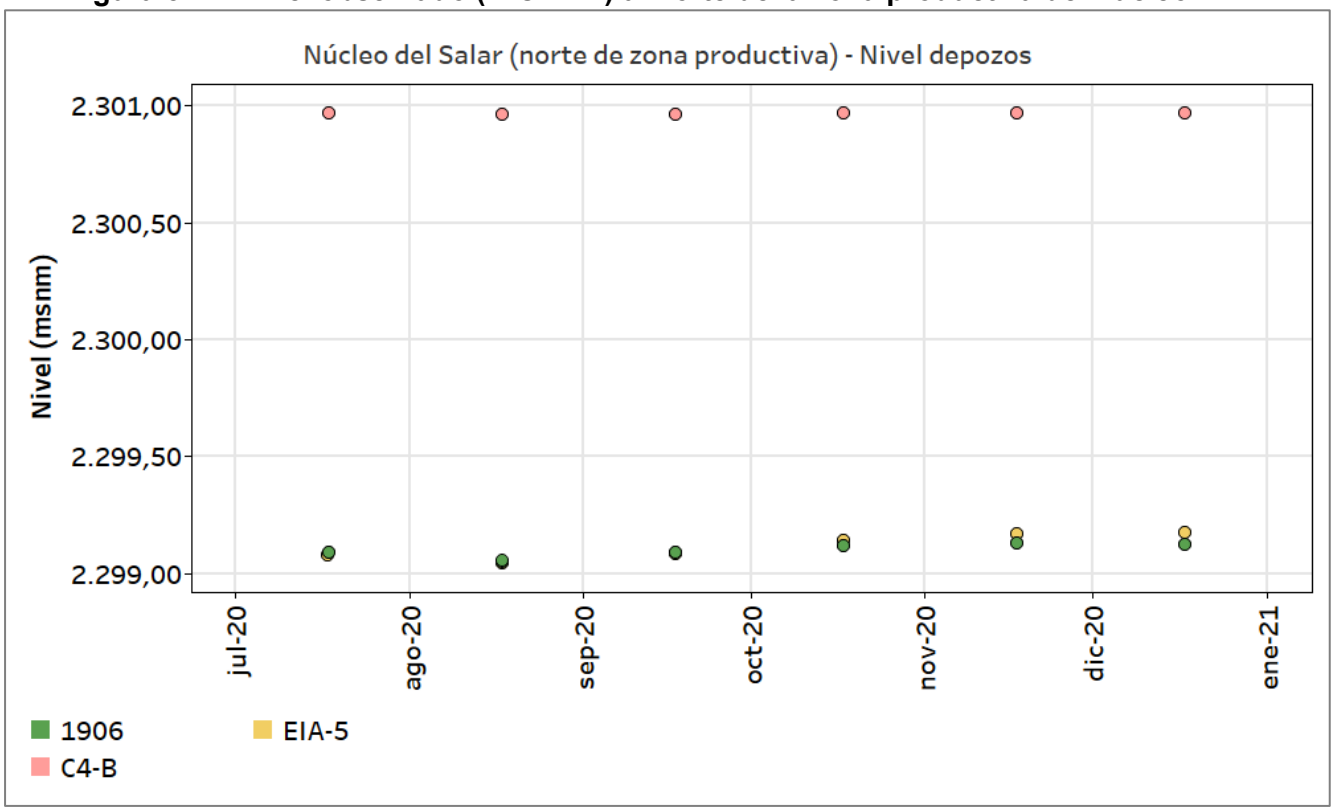
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Tabla 5-73: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
1906	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C4-B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EIA-5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-42: Nivel observado (m s.n.m.) al norte de la zona productiva del núcleo



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Meteorología

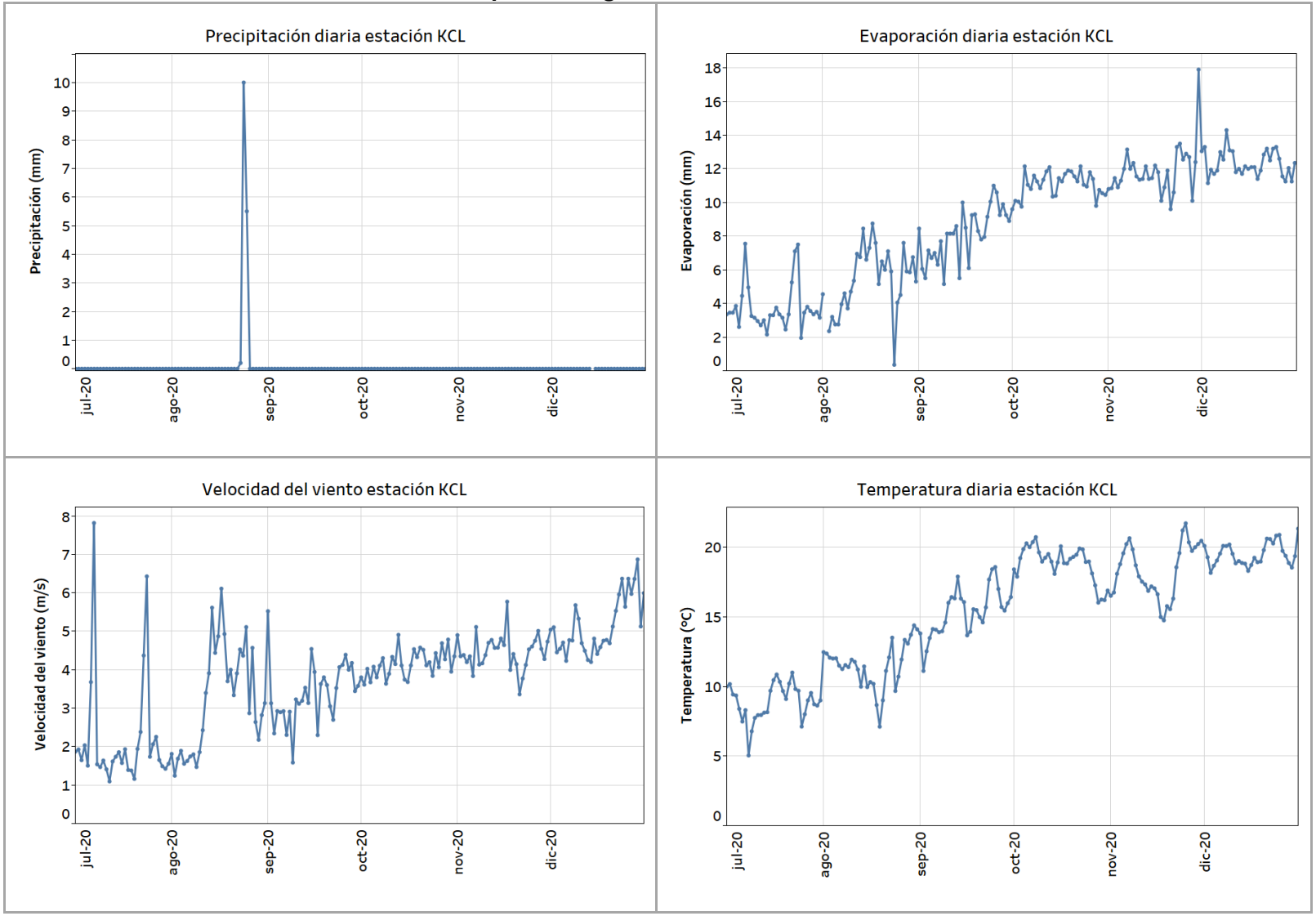
En la Figura 5-43 se presentan las variables registradas por la estación meteorológica KCL para el período comprendido entre julio y diciembre de 2020, y que forman parte del PSAH: precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura a nivel diario. En la Tabla 5-74 se presenta un resumen con los principales estadígrafos de las variables meteorológicas medidas.

Tabla 5-74: Estadígrafos series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura en la estación meteorológica de KCL

Variable	Unidades	Min	Max	Promedio	Des. Estándar
Precipitación	**mm/día**	0,00	10,00	0,09	0,84
Evaporación	**mm/día**	0,35	17,90	8,76	3,57
Velocidad del viento	**m/s**	1,09	7,81	3,75	1,36
Temperatura media diaria	**ºC**	5,04	21,74	15,38	4,27

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-43: Series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura Estación Meteorológica de KCL para el segundo semestre de 2020



Fuente: Elaboración propia.

Calidad química

En esta sección se presentan los resultados de las mediciones y análisis fisicoquímicos efectuados sobre los puntos de control que componen el monitoreo de calidad para el Sistema Núcleo del Salar de Atacama del segundo semestre del año 2020.

En la Figura 4-10 y en la Tabla 4-9 de la Sección 4.3.6 se presentan los puntos de monitoreo del Sistema Núcleo del Salar de Atacama. En esta última se indican las coordenadas y tipo de cada punto de control, las variables ambientales y parámetros de monitoreo comprometidos, además de la frecuencia establecida.

Cabe señalar que no existen límites establecidos para la calidad fisicoquímica de los parámetros monitoreados. Por lo anterior, en esta sección se presentan los resultados gráficos y numéricos del monitoreo de calidad química del agua, sin contrastarse con límites o umbrales de control. Por su parte, el análisis del comportamiento histórico de la calidad se desarrolla en la Sección 6 del presente informe.

En el Anexo 7.1 se presentan los informes de los análisis químicos reportados para el último semestre. Además, se presentan los certificados de autorización de los laboratorios empleados para este periodo como Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFAs).

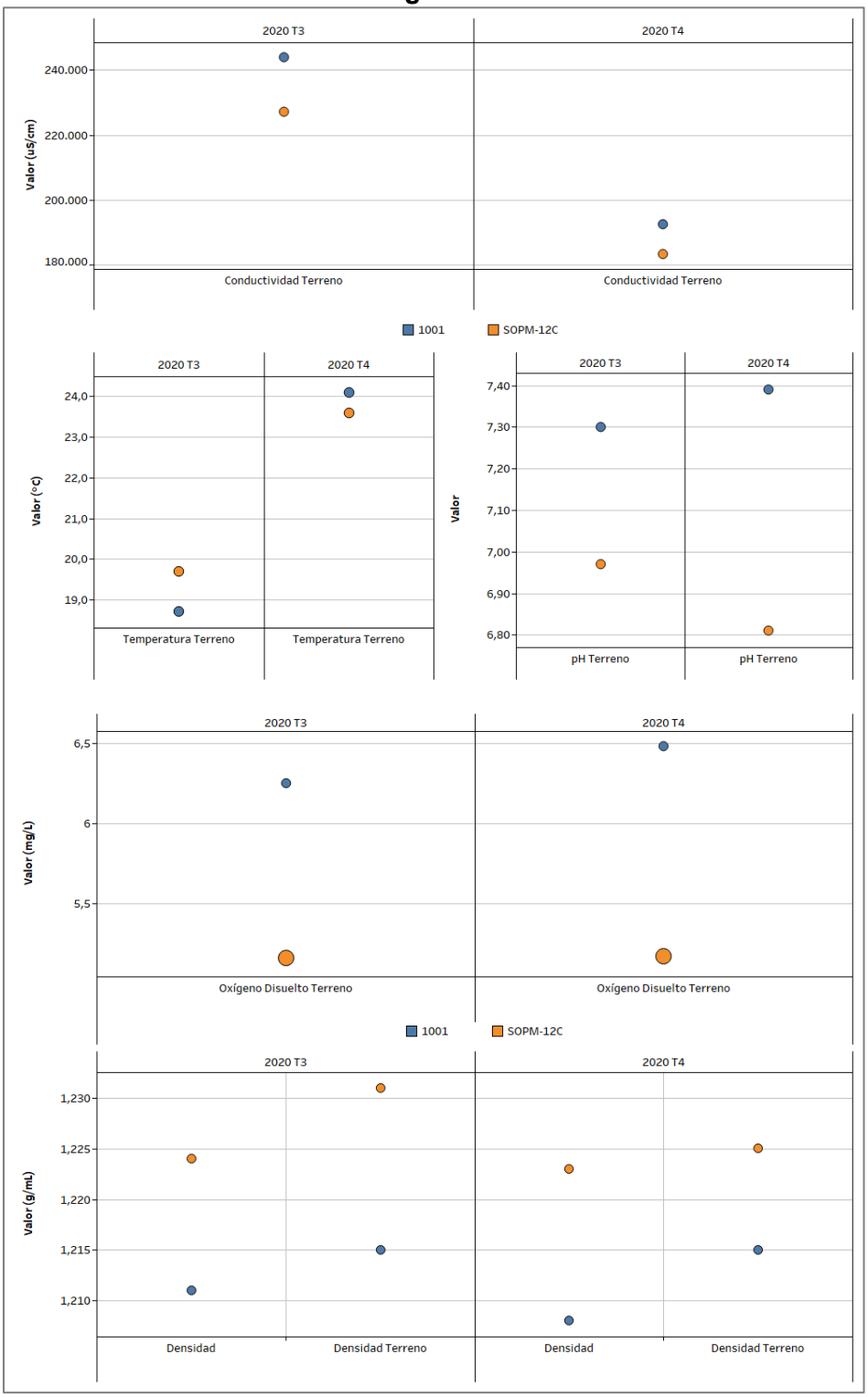
A continuación, en la Tabla 5-75, se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos de muestras de salmuera tomadas en terreno (Algoritmos en julio y SOPROCERT en octubre de 2020) y analizadas por el laboratorio ALS (julio y octubre de 2020), a los pozos de monitoreo en el segundo semestre del año 2020. Estos resultados se presentan gráficamente en la Figura 5-44. Como se observa, durante el periodo se realizaron los dos monitoreos trimestrales comprometidos.

Tabla 5-75: Resultados calidad del agua del Sistema Núcleo del Salar de Atacama

Parámetro	Unidad	SOPM-12C		1001	
		27/07/2020	26/10/2020	27/07/2020	28/10/2020
Conductividad Terreno	µS/cm	227.000	183.200	244.000	192.400
Densidad	g/mL	1,224	1,223	1,211	1,208
Densidad Terreno	g/mL	1,231	1,225	1,215	1,215
Oxígeno Disuelto Terreno	mg/L	5,16	5,17	6,25	6,48
pH Terreno	-	6,97	6,81	7,30	7,39
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	257.180	307.050	271.900	330.000
Temperatura Terreno	°C	19,7	23,6	18,7	24,1

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-44: Resultados calidad del agua Sistema Núcleo del Salar de Atacama



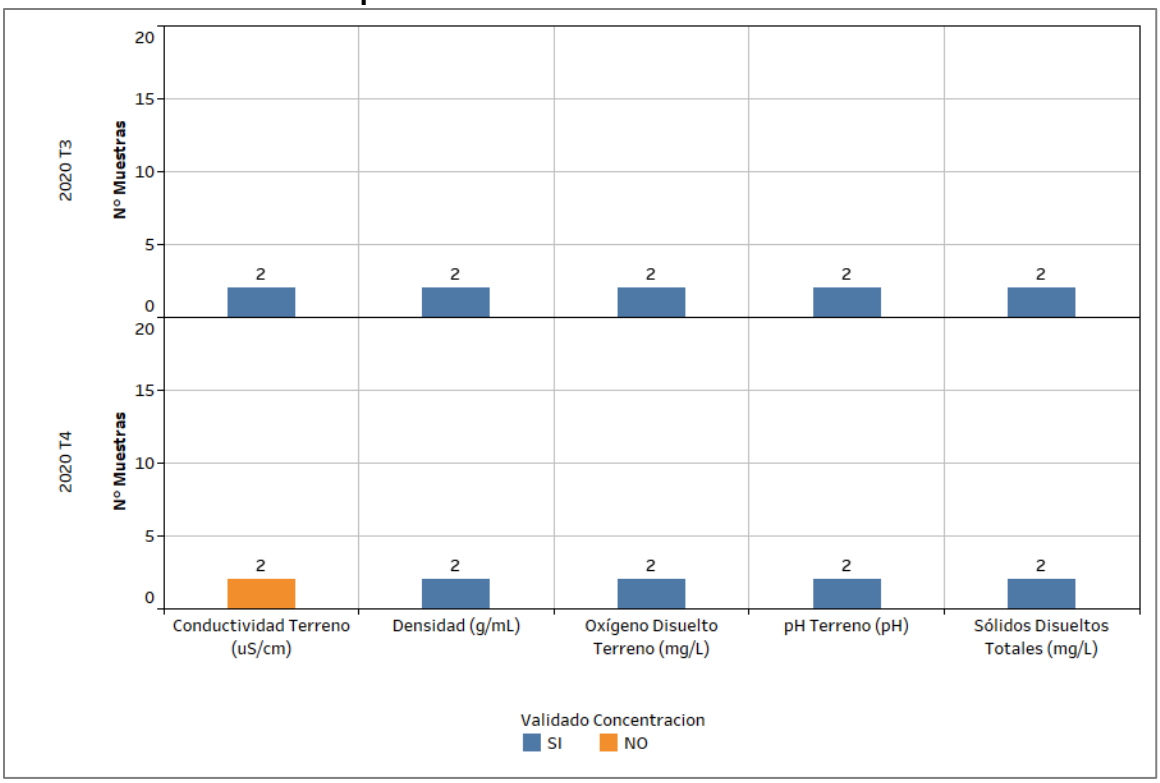
Fuente: Elaboración propia

Validación resultados

El sistema del núcleo no cuenta con los parámetros necesarios para la validación por balance de masa de sólidos ni para realizar balance iónico.

Los parámetros analizados se validan mediante la comparación de la concentración actual con el análisis de sus concentraciones históricas, de acuerdo con lo explicado en el apartado 4.4.8. En la Figura 5-45 se observa que para el segundo semestre todos los analitos analizados cumplieron con este criterio, con la excepción de la conductividad de terreno que entregó valores bajos para ambos puntos de salmuera. Se consultó con ALS-SOPROCERT, que confirmaron el resultado, como puede verse en Observaciones Octubre (Anexo 7.2). El total de desviaciones encontrado representa un 10% de los análisis realizados en el sistema Núcleo.

Figura 5-45: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Núcleo



Fuente: Elaboración propia

5.1.8. CUÑA SALINA

De acuerdo con lo indicado en la Sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico la Cuña Salina considera 9 pozos, agrupados en 3 perfiles, y el monitoreo de las siguientes variables: nivel del agua (1 punto), conductividad eléctrica (8 puntos) y calidad (1 punto). Los resultados obtenidos para el segundo semestre de 2020 se presentan a continuación. Previamente, en la Tabla 5-76 se muestra el resumen de la infraestructura no visitada para este periodo.

Tabla 5-76: Resumen de puntos no visitados para los puntos de seguimiento de cuña salina

Identificación	Tipo	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	Motivos
Cuña 5	Pozo	x	x	x	x	x	xxx	Restricción de ingreso a RNF Quelana
Cuña 6	Pozo	x	x	x	x	x	xxx	Comunidad de Peine no permite el acceso
Cuña 7	Pozo	x	x	x	x	x	xxx	Comunidad de Peine no permite el acceso
L10-1	Pozo	xx	x	x	xx	x	xxx	Comunidad de Peine no permite el acceso

Fuente: Elaboración propia. x: punto no visitado; xx: punto no muestreado en la campaña de calidad; xxx: perfilaje de CE no realizado.

A pesar de que en los 8 puntos de monitoreo de conductividad eléctrica (CE) no se establece la necesidad de cuantificar el nivel freático, SQM realiza el monitoreo mensual a modo de complemento. De esta manera la Cuña Salina cuenta con 9 puntos de control de nivel de agua subterránea, pero el punto L4-3 se presentó como parte de Sistema Aguas de Quelana, por lo que el resultado del monitoreo de nivel puede ser consultado en la sección 5.1.3. El L10-1 es también del Sistema Peine y ha sido mostrado como parte del monitoreo de dicho Sistema (tanto nivel como calidad). No obstante, en la Tabla 5-76 se muestran ambos nuevamente, ya que en esta sección se presenta, para ambos, la campaña de perfilaje de conductividad eléctrica.

Nivel del agua subterránea

Se muestra el resultado de los 7 puntos de monitoreo de nivel restantes para este segundo semestre de 2020 en la Tabla 5-77, el resultado que se muestra es el obtenido por la ETFA, pero SQM también realiza mediciones con la misma frecuencia (ver Tabla 5-78), todas ellas son graficadas la Figura 5-46 y se entregan en el Anexo 6.1 de forma tabulada.

Como puede verse, el pozo Cuña 5 no ha podido ser visitado durante este semestre ya que se encuentra dentro de RNF de Aguas de Quelana. Tampoco ha sido posible en el caso de Cuña 6

y Cuña 7 ya que éstos se encuentran dentro del área controlada por la Comunidad de Peine, la cual no concedió acceso durante este periodo.

Tabla 5-77: Registro de niveles en pozos para el seguimiento la cuña salina

CUÑA 1		CUÑA 2		CUÑA 3		CUÑA 4	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/07/2020 17:22	2.299,941	17/07/2020 17:30	2.300,413	19/07/2020 16:09	2.318,780	18/07/2020 15:49	2.306,178
18/08/2020 11:07	2.299,935	18/08/2020 11:17	2.300,417	21/08/2020 12:20	2.318,780	19/08/2020 13:27	2.306,178
18/09/2020 11:58	2.299,984	18/09/2020 12:15	2.300,458	21/09/2020 13:49	2.318,786	19/09/2020 12:15	2.306,171
18/10/2020 11:43	2.299,981	18/10/2020 11:53	2.300,447	23/10/2020 12:07	2.318,786	19/10/2020 16:24	2.306,176
19/11/2020 12:06	2.299,962	19/11/2020 12:14	2.300,423	19/11/2020 17:13	2.318,779	19/11/2020 16:04	2.306,178
18/12/2020 9:28	2.299,945	18/12/2020 9:38	2.300,400	19/12/2020 11:02	2.318,763	16/12/2020 15:54	2.306,176

CUÑA 5		CUÑA 6		CUÑA 7	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
19/07/2020 12:00	S/I	22/07/2020 12:00	S/I	22/07/2020 12:00	S/I
19/08/2020 12:00	S/I	22/08/2020 12:00	S/I	22/08/2020 12:00	S/I
19/09/2020 12:00	S/I	22/09/2020 12:00	S/I	22/09/2020 12:00	S/I
19/10/2020 12:00	S/I	22/10/2020 12:00	S/I	22/10/2020 12:00	S/I
19/11/2020 12:00	S/I	22/11/2020 12:00	S/I	22/11/2020 12:00	S/I
19/12/2020 12:00	S/I	22/12/2020 12:00	S/I	22/12/2020 12:00	S/I

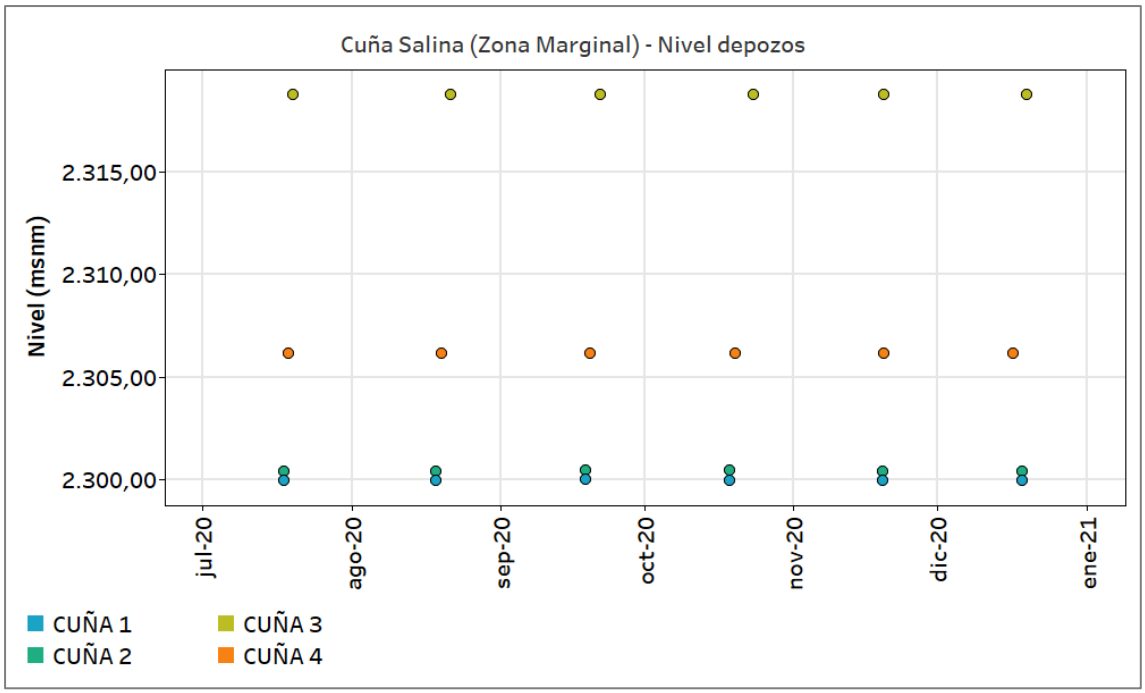
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

Tabla 5-78: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20
CUÑA 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CUÑA 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CUÑA 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CUÑA 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-46: Nivel observado (m s.n.m.) en los pozos para el seguimiento de la cuña salina



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Calidad química

En el segundo semestre de 2020, los perfiles de conductividad fueron medidos en 5 de los 8 pozos comprometidos. Los pozos Cuña 5, Cuña 6, Cuña 7 y L10-1 (medición complementaria efectuada por SQM) no presentan registros debido a que no se permitió el ingreso al interior de la barrera por parte de la Comunidad de Peine (pozos Cuña 6, Cuña 7 y L10-1) así como tampoco se pudo acceder a la Reserva Nacional Los Flamencos (Cuña 5).

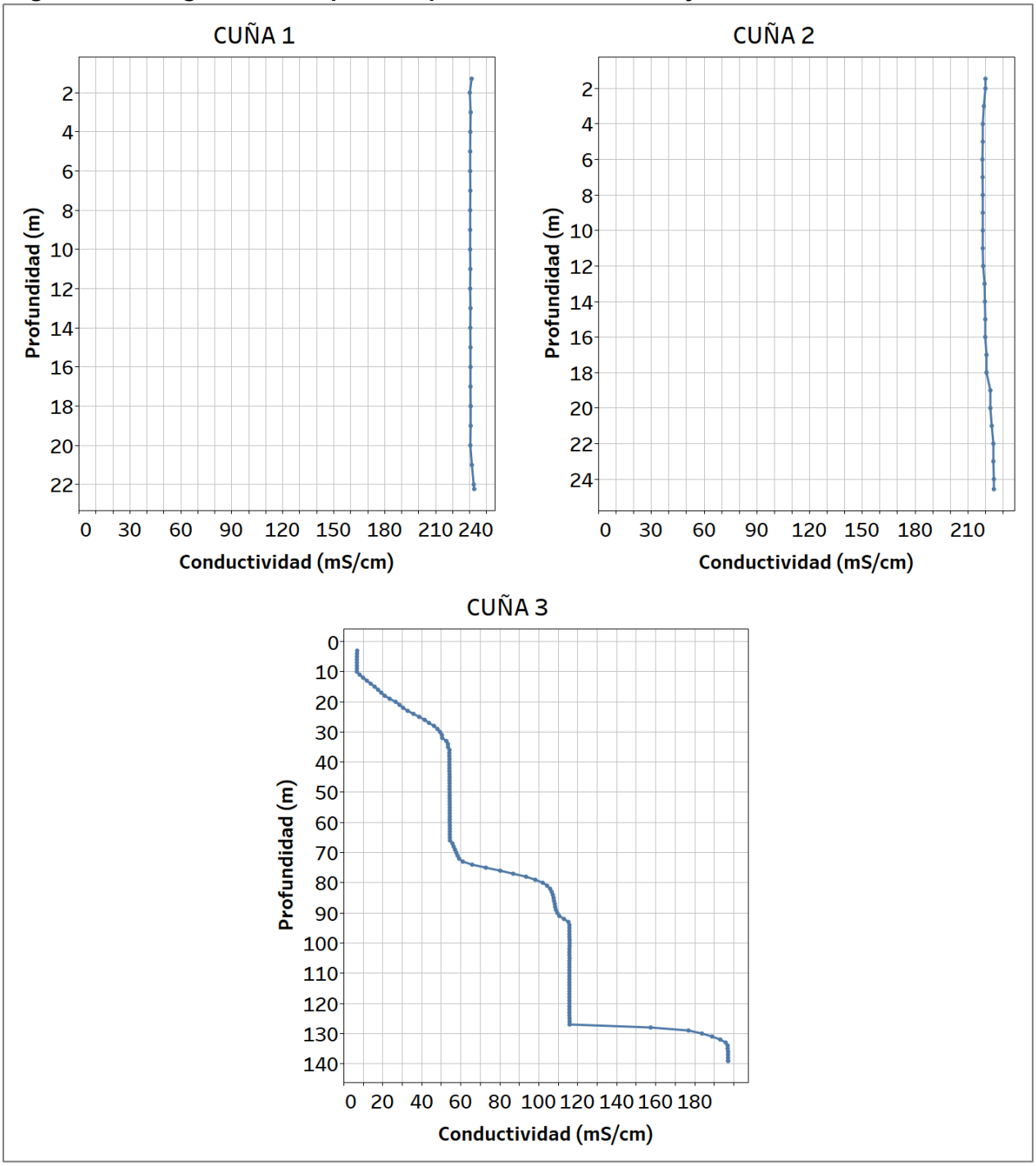
Las mediciones del perfil de CE obtenidas durante el presente período de reporte en los 5 pozos monitoreados se presentan en la Figura 5-47 y Figura 5-48, ordenados de norte a sur para cada perfil cuña. La Figura 5-47 presenta los perfiles de CE para los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 y la Figura 5-48 presenta los perfiles de CE para los pozos L4-3 y Cuña 4. Además, en la Tabla 5-79 se muestran de forma tabulada algunos puntos singulares que definen los perfiles obtenidos y en el Anexo 7.3 se entregan todos los valores según el formato definido por la RES.894/2020.

Tabla 5-79: Puntos singulares obtenidos de los perfiles CE del presente semestre

Nombre infraestructura	Fecha	Puntos singulares	
		Profundidad (m)	CE (mS/cm)
Cuña 1	26/12/2020	1,288	231,2
		22,23	232,7
Cuña 2	26/12/2020	1,457	220
		24,568	224,8
Cuña 3	28/12/2020	12	218,7
		36	54,18
		80	102
		130	183,7
		139,1	197,1
L4-3	27/12/2020	30	13,38
		46	216
		132,12	232,5
Cuña 4	27/12/2020	1	124,2
		56	123,7
		57	229,2
		95,215	229,9

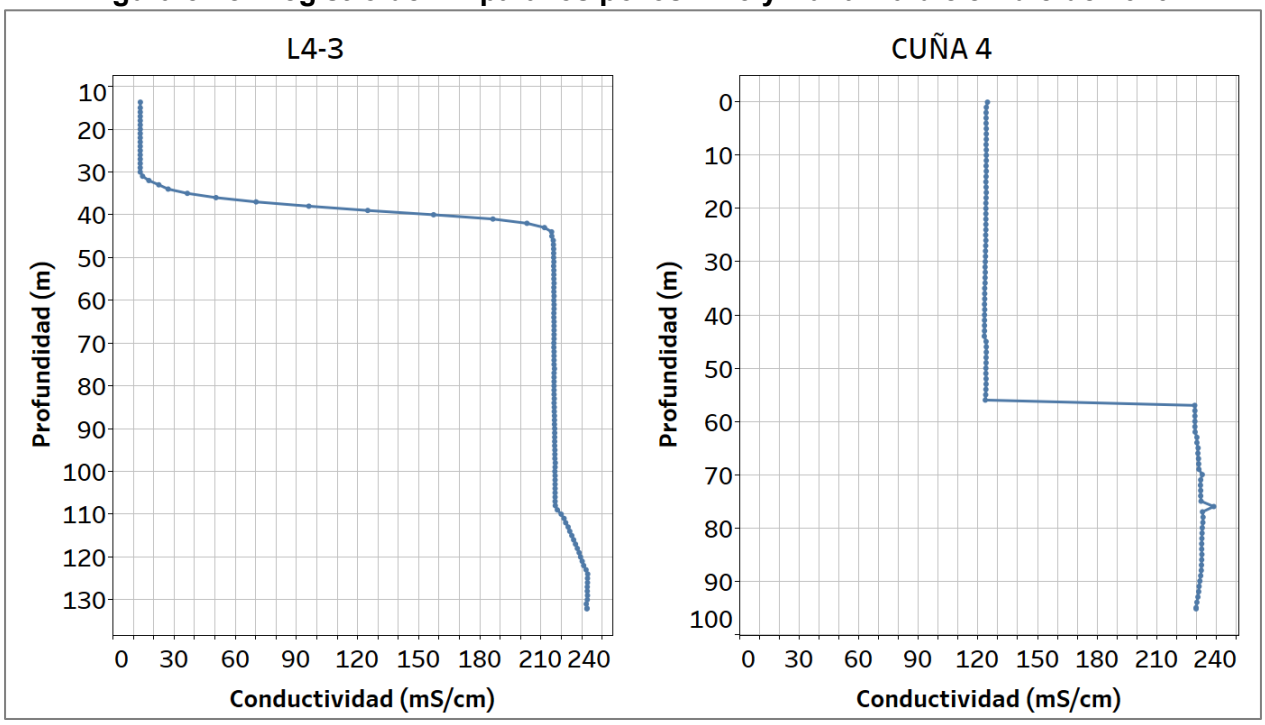
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-47: Registro de CE para los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 a diciembre de 2020



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-48: Registro de CE para los pozos L4-3 y Cuña 4 a diciembre de 2020



Fuente: Elaboración propia.

5.2. MONITOREO Y ESTADO DEL PLAN DE CONTINGENCIAS

A continuación, se presentan los registros de nivel de agua/salmuera subterránea obtenidos en el período reportado en los indicadores de estado que conforman el Plan de Contingencias definido en la sección 4.3.8 del presente informe. Según lo indicado en dicha sección, en el presente informe se consideran los siguientes sistemas objeto del Plan de Contingencias (Tabla 5-80).

Tabla 5-80: Sistemas objeto del PC e instancia que define cada uno

Plan de contingencias comprometido en la RCA 226/2006	Sistema Soncor
	Sistema Aguas de Quelana
	Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Hidromorfa
	Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Brea-Atriplex
	Sistema Vegetación Borde Este: Alerta Temprana
Plan de Contingencias provisorio comprometido en el PdC	Sistema Peine
Adicionales a la red comprometida	Pozos adicionales al PC

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes secciones, los resultados del monitoreo en cada indicador de estado se muestran en forma numérica y gráfica organizados por sistemas, junto con los umbrales de activación de medidas de contingencia definidos para cada uno de ellos (Fase I, Fase II, o ambas, en función de cada caso particular). Debido a que, a partir de diciembre de 2018, existe el compromiso de monitorear los indicadores con frecuencia diaria, y para facilitar la presentación y análisis de la información recopilada durante el periodo reportado, en esta sección se presentan las tablas de resultados sólo con los valores mínimos y máximos mensuales de nivel o descenso, según corresponda, mientras que en los gráficos se presenta la totalidad de las mediciones realizadas.

En la línea de lo anterior, la descripción del contexto del monitoreo de cada uno de estos indicadores; las situaciones que hayan podido impedir el acceso a los puntos y/o las medidas adicionales efectuadas por parte de SQM u otra entidad a cargo de la auditoría ambiental independiente, se ha descrito en el anterior apartado (5.1 Monitoreo de variables del Plan de Seguimiento). Por lo que se menciona de nuevo que el objetivo del presente apartado es la comparación de los resultados del segundo semestre de 2020 con los umbrales respectivos, para hacer especial mención a aquellas situaciones en que se haya activado algunas de las fases del PC.

En la Tabla 5-81 se presenta un resumen del estado en que se encuentran todos los indicadores para este segundo semestre de 2020; puede verse que, al término del presente periodo de reporte, ningún indicador se encuentra con Fase II activada. A continuación, se muestra con más detalle cada uno de los sistemas. El análisis de la superación de umbrales y sus causas, en caso de existir, se presentan en el Capítulo 6 del presente informe (capítulo de discusión).

Tabla 5-81: Estado del Plan de Contingencias

Compromiso	Sistema	Subsistema	Indicador de Estado	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
RCA 226/2006	Soncor	Soncor	L1-5	🟡	🔴	🟡	🟢	🟢	🟡
			L1-4	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L7-4	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
			L1-G4 REGLILLA	🟡	🔴	🟡	🟡	🟡	🟡
	Aguas de Quelana	Aguas de Quelana	L5-8	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L4-8	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
			L3-5	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L3-9	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
			L5-10	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
			L4-12	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
	Vegetación Borde Este	Hidromorfa	L7-3	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L2-4	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L3-5	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L4-10	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
			L1-17	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L2-27	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
		Brea-Atriplex	L7-6	🟡	🟡	🟡	🟡	🟡	🟡
			L2-7	🟡	🟡	🟡	🟡	🟡	🟡
			L3-3	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L4-7	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L9-1	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L1-3	🟡	🟡	🟡	🟡	🟡	🟡
			L2-28	🟡	🟡	🟡	🟢	🟢	🟡
		Alerta Temprana	L7-13	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L2-25	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L3-11	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
			L4-3	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L9-1	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
PdC presentado en proceso SMA F-041-2016	Peine	Peine	1028	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L10-11	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L10-4	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			PN-05B*	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			PN-08A*	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
Pozos adicionales	N.A.	Brea-Atriplex	L2-25	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L7-14	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L4-17	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L9-2	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
		Alerta Temprana	L2-26	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
			L3-15	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢

🟢 Sin fases activadas
🟡 Fase I activada
🔴 Fase II activada
S/I Sin información
* Información de los indicadores de estado PN-05B y PN-08A extraída del Informe Anual Nº4 del PSAH del Proyecto "Modificaciones y Mejoramiento del Sistema e Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama", del titular ALBEMARLE. Documento obtenido desde el SSA del SNIFA. Estado del indicador sujeto a la notificación de activación que efectúe la Superintendencia del Medio Ambiente, de acuerdo a lo indicado en el Programa de Cumplimiento propuesto en el proceso F-041-2016

5.2.1. SISTEMA SONCOR

Los indicadores de estado que conforman el Plan de Contingencias del Sistema Soncor son los piezómetros L1-5, L7-4 y L1-4 y el L1-G4 Reglilla. La frecuencia de medición en estos 4 indicadores es diaria, de acuerdo con lo comprometido en el PdC. Las medidas diarias son tomadas por SQM, no obstante, tal y como se ha descrito en el capítulo de resultado del monitoreo (5.1), SQM solicitó a la ETFA SEGEA que realizara mediciones adicionales con el objetivo de contrastar los resultados y asegurar así un mejor seguimiento de los indicadores de estado. Adicionalmente al monitoreo manual, en el punto L7-4 SQM dispone de un transductor de presión para medición continua del nivel.

Los resultados del monitoreo de nivel en estos indicadores, junto con los umbrales correspondientes se presentan de forma numérica (Tabla 5-82) y gráfica (Figura 5-49, Figura 5-50 y Figura 5-51); en la tabla se indican los registros manuales mensuales máximos y mínimos obtenidos por SQM, y gráficamente se presentan las mediciones manuales diarias junto con los resultados del monitoreo continuo (en el caso que corresponda), y los umbrales de cada indicador. Todos los niveles de agua/salmuera se expresan en m.s.n.m. y datum WGS-84 considerando elipsoide de referencia GRS80.

De la información presentada puede verse que los puntos L1-5 y L1-G4 Reglilla partieron el segundo semestre de 2020 con la Fase I activada (hecho que fue descrito en el anterior informe Nº 27), y en el mes de agosto de 2020 ambos superaron el umbral de Fase II. La activación del L1-5 sucedió el día 1 de agosto de 2020. Ese mismo día se informó de ello mediante la carta GMPL 124/2020. En esta carta se informó también que el L1-G4 Reglilla estaba muy próximo a superar el umbral de Fase II, por lo que mediante esa instancia se formalizó también la activación de Fase II para este indicador. Días más tarde, el día 4 de agosto de 2020, el nivel medido terminó resultando inferior al umbral de Fase II.

La activación de la Fase II de estos indicadores supone la elaboración de un informe de investigación en el plazo de 30 días, por lo que se entregó el día 1 de septiembre de 2020 junto con la carta conductora GMPL 159/2020. El análisis de las causas que llevaron a estos pozos a superar el umbral de Fase II, descritos en el informe, se exponen con detalle en el capítulo 6.3.

En el mismo mes de agosto, el día 26 se produjo la desactivación de la Fase II en los dos indicadores (L1-5 y L1-G4 Reglilla)[42]. Mientras que el L1-G4 Reglilla se mantuvo durante el resto del semestre con la Fase I activada, el L1-5 desactivó la Fase I el día 14 de septiembre de 2020[43] y el día 29 de diciembre de 2020 se produce de nuevo la activación de la Fase I[44]. Cabe señalar que, para efectos del aumento de frecuencia de medición requerida en caso de activación de Fase I, todos los indicadores son medidos permanentemente de forma diaria de acuerdo con la Acción 6 del PdC.

Respecto al L7-4, se destaca que desde septiembre de 2019 y hasta el momento de la elaboración del presente reporte, no ha sido posible visitarlo debido a las restricciones de ingreso a RNF.

[42] Esta situación fue informada mediante la carta GMPL 158/2020.

[43] Esta situación se informa mediante la carta GMPL 165/2020.

[44] Esta situación se informa mediante la carta GMPL 001/2021.

Tabla 5-82: Niveles observados (m s.n.m.) en indicadores de estado del PC del Sistema Soncor junto con los umbrales correspondientes

L1-5		
Umbral Fase I:		2.299,40
Umbral Fase II:		2.299,29
Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	mínimo	máximo
jul-20	2.299,290	2.299,329
ago-20	2299,271	2.299,339
sep-20	2.299,347	2299,435
oct-20	2299,434	2299,446
nov-20	2299,422	2299,439
dic-20	2.299,399	2299,422

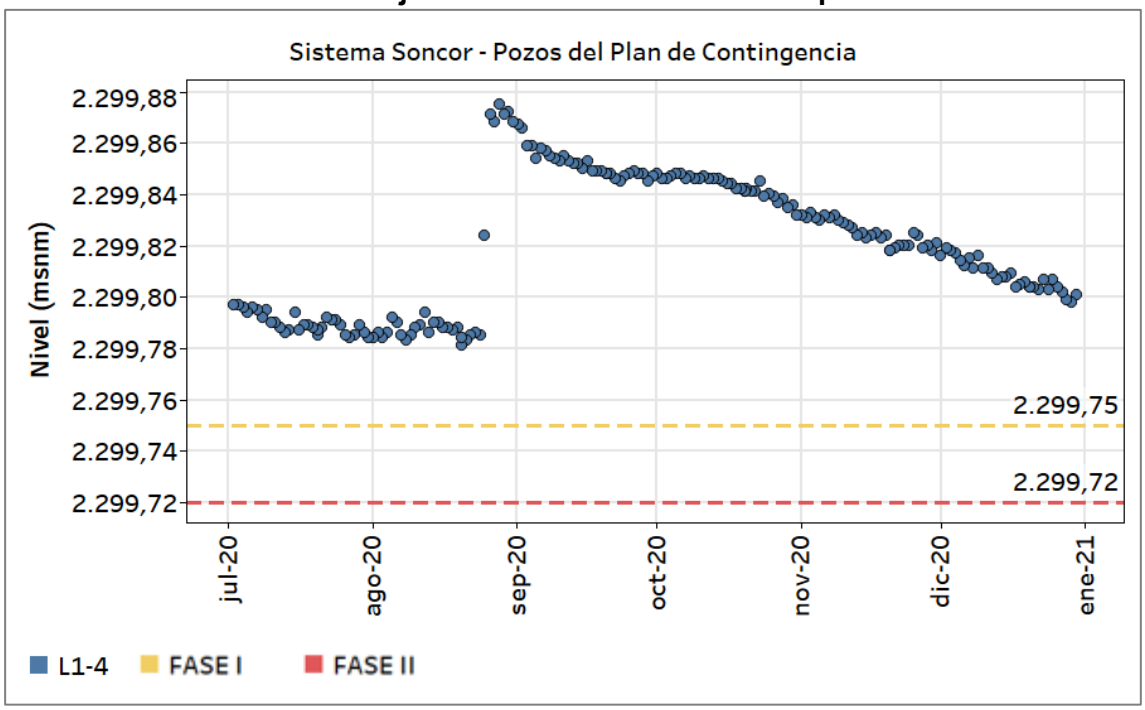
L7-4		
Umbral Fase I:		2.299,40
Umbral Fase II:		2.299,29
Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	mínimo	máximo
jul-20	S/I	S/I
ago-20	S/I	S/I
sep-20	S/I	S/I
oct-20	S/I	S/I
nov-20	S/I	S/I
dic-20	S/I	S/I

L1-G4 Reglilla		
Umbral Fase I:		2.299,46
Umbral Fase II:		2.299,30
Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	mínimo	máximo
jul-20	2299,302	2299,336
ago-20	2299,285	2299,313
sep-20	2299,317	2299,387
oct-20	2299,387	2299,405
nov-20	2299,389	2299,402
dic-20	2299,372	2299,390

L1-4		
Umbral Fase I:		2.299,46
Umbral Fase II:		2.299,30
Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	mínimo	máximo
jul-20	2.299,784	2.299,798
ago-20	2.299,781	2.299,875
sep-20	2.299,845	2.299,867
oct-20	2.299,832	2.299,848
nov-20	2.299,818	2.299,833
dic-20	2.299,798	2.299,819

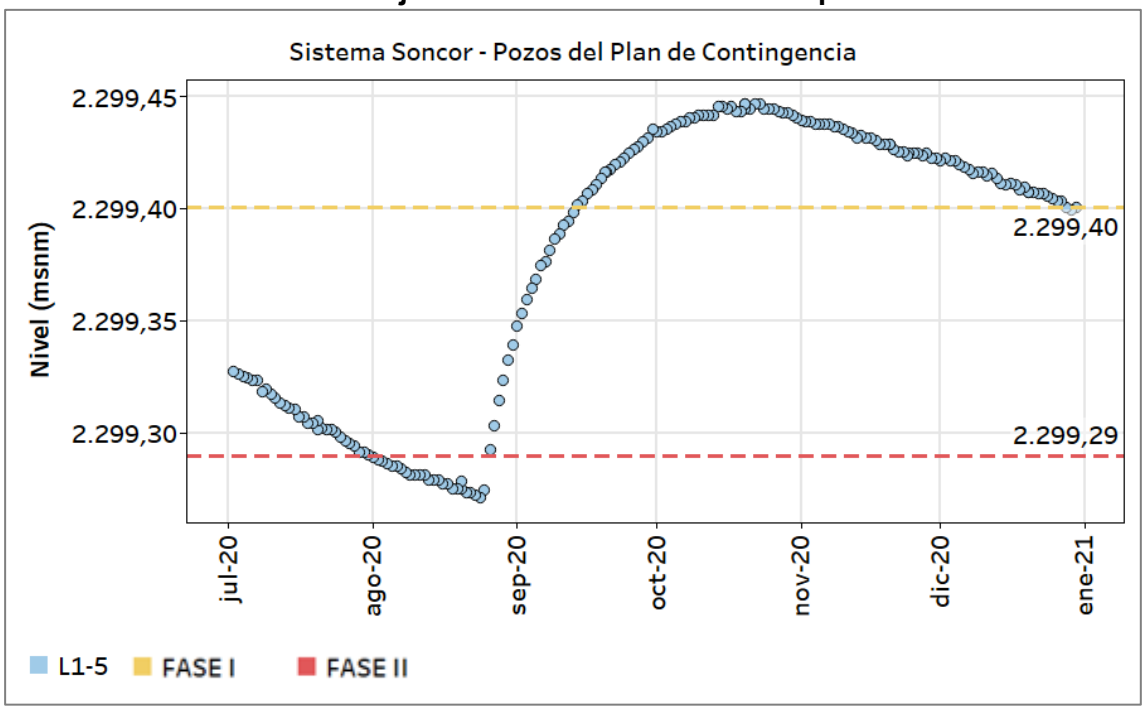
Fuente: Elaboración propia. S/I: Sin Información. Sistema referencia WGS-84. El sombreado amarillo indica valores inferiores a la Fase I del PC. El sombreado naranjo indica valores inferiores a la Fase II del PC.

Figura 5-49: Niveles observados (m s.n.m.) en indicadores de estado L1-4 del PC del Sistema Soncor junto con los umbrales correspondientes



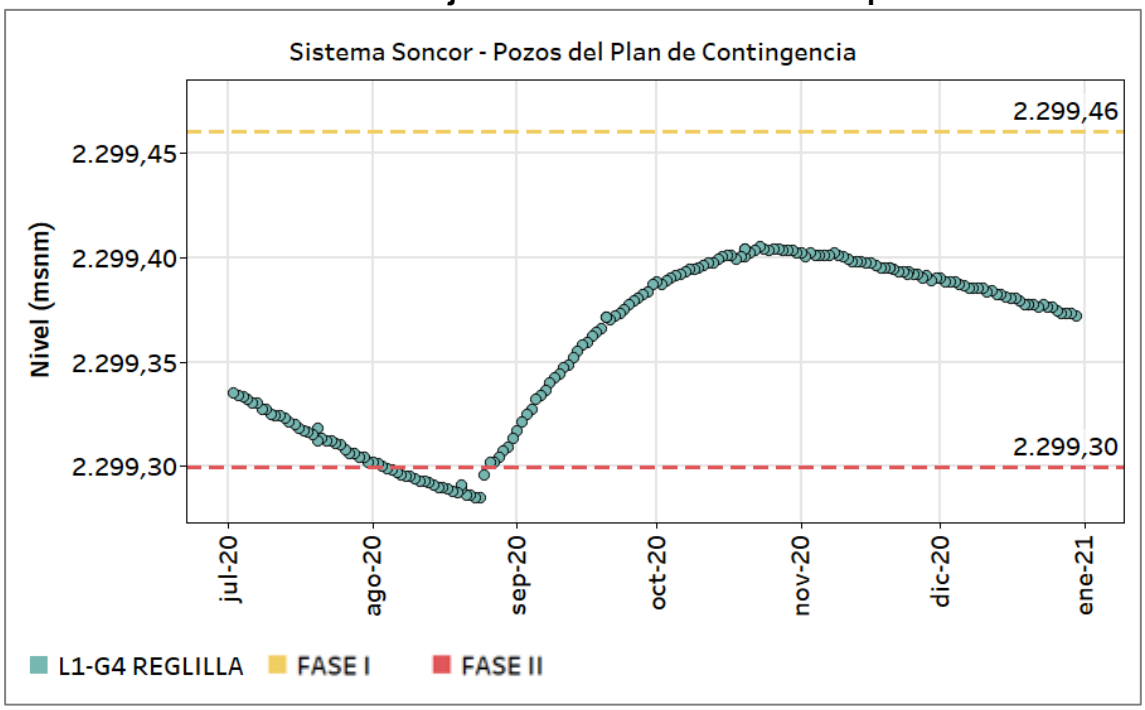
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Figura 5-50: Niveles observados (m s.n.m.) en indicadores de estado L1-5 del PC del Sistema Soncor junto con los umbrales correspondientes



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Figura 5-51: Niveles observados (m s.n.m.) en indicadores de estado L1-G4 Reglilla del PC del Sistema Soncor junto con los umbrales correspondientes



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

5.2.2. SISTEMA AGUAS DE QUELANA

Los indicadores de estado que conforman el PC del Sistema Aguas de Quelana son los piezómetros L3-5, L3-9 y L4-8, L4-12, L5-8 y L5-10. Se realizaron las mediciones manuales con frecuencia diaria en los puntos en los que no se tuvo restricción de acceso, según lo comprometido en el PdC. No obstante, SQM solicitó a la ETFA SEGEA que realizara mediciones adicionales con el objetivo de contrastar los resultados y asegurar así un mejor seguimiento de los indicadores de estado. Adicionalmente al monitoreo manual, en todos los puntos indicadores de este sistema, SQM dispone de un transductor de presión para medición continua de nivel.

Los niveles resultantes se han mostrado en el anterior apartado 5.1; en este apartado se muestran los descensos resultantes en comparación con los umbrales del PC. De esta forma se presentan de forma numérica en la Tabla 5-83 y de forma gráfica en la Figura 5-61. En las tablas se muestran los valores de descensos mensuales máximos y mínimos obtenidos a partir de mediciones manuales de SQM y, gráficamente, se presentan todos los resultados de los

descensos diarios, junto con los valores del monitoreo continuo y las mediciones de la ETFA (en forma de descenso calculado).

Los indicadores de estado del PC del Sistema Aguas de Quelana tienen como referencia para la activación de Fase I un descenso máximo de 10 cm, mientras que para la Fase II, el descenso máximo fijado es de 13 cm, en ambos casos respecto a la profundidad observada en el mes de inicio del monitoreo de cada punto de control (mayo de 2007).

Solo los indicadores L3-5 y L5-8 han sido medidos durante este semestre, ya que el resto se encuentran dentro de la RNF. No obstante, los restantes (puntos L3-9, L4-12, L4-8 y L5-10) sí han sido visitados en el monitoreo de febrero de 2021[45], lo que ha permitido disponer de los datos continuos para este segundo semestre de 2020.

De la información presentada se concluye que, durante el periodo reportado, en ninguno de los indicadores de estado se superaron los umbrales mencionados, con valores por sobre los niveles registrados al inicio del período de monitoreo. En la sección 6.2 del presente informe se realiza un análisis más detallado del estado del PC.

[45] Esta situación será detallada en el próximo informe PSAH N°29.

Tabla 5-83: Descensos observados (m) en los indicadores de estado del PC de Aguas de Quelana junto con los umbrales correspondientes

L3-5		
Umbral Fase I:	0,1	
Umbral Fase II:	0,13	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	-0,254	-0,226
ago-20	-0,285	-0,251
sep-20	-0,296	-0,281
oct-20	-0,289	-0,272
nov-20	-0,27	-0,238
dic-20	-0,236	-0,201

L3-9		
Umbral Fase I:	0,1	
Umbral Fase II:	0,13	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	S/I	S/I
ago-20	S/I	S/I
sep-20	S/I	S/I
oct-20	S/I	S/I
nov-20	S/I	S/I
dic-20	S/I	S/I

L4-8		
Umbral Fase I:	0,1	
Umbral Fase II:	0,13	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	S/I	S/I
ago-20	S/I	S/I
sep-20	S/I	S/I
oct-20	S/I	S/I
nov-20	S/I	S/I
dic-20	S/I	S/I

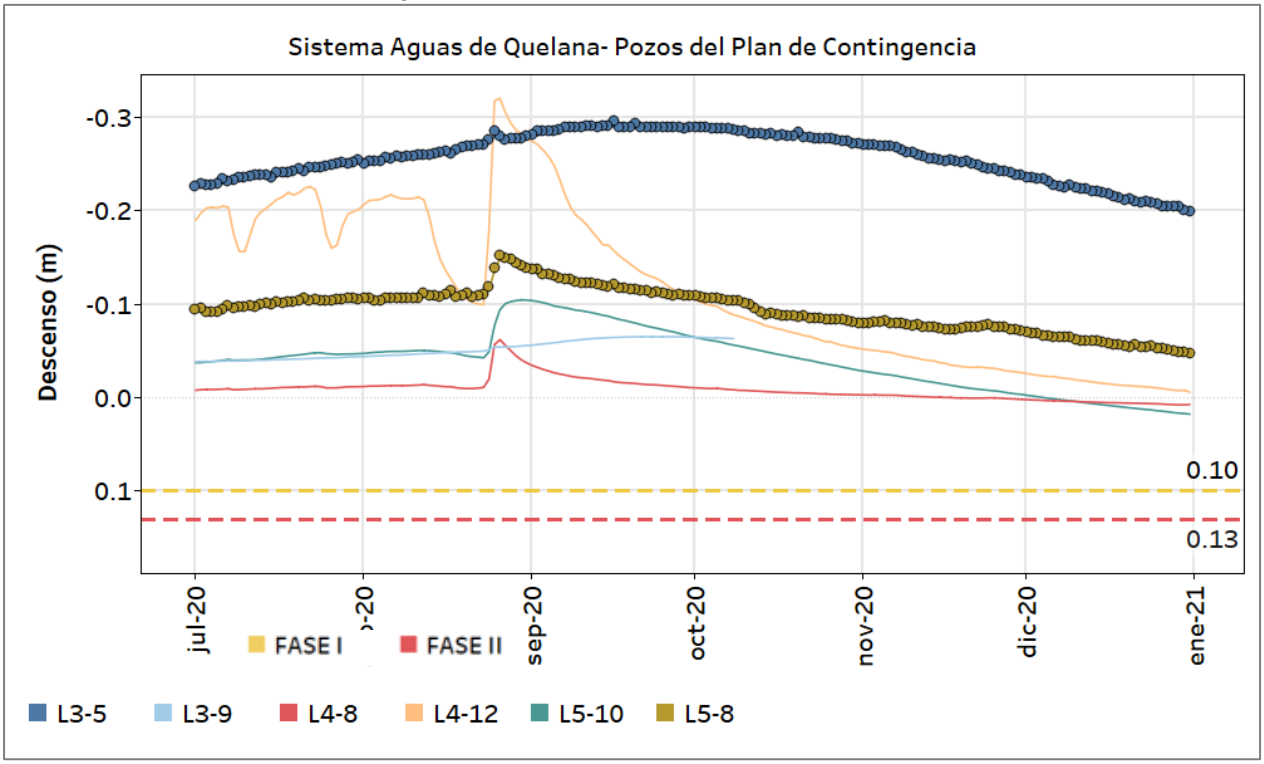
L4-12		
Umbral Fase I:	0,1	
Umbral Fase II:	0,13	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	S/I	S/I
ago-20	S/I	S/I
sep-20	S/I	S/I
oct-20	S/I	S/I
nov-20	S/I	S/I
dic-20	S/I	S/I

L5-8		
Umbral Fase I:	0,1	
Umbral Fase II:	0,13	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	-0,107	-0,092
ago-20	-0,152	-0,104
sep-20	-0,137	-0,109
oct-20	-0,109	-0,08
nov-20	-0,082	-0,071
dic-20	-0,07	-0,048

L5-10		
Umbral Fase I:	0,1	
Umbral Fase II:	0,13	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	S/I	S/I
ago-20	S/I	S/I
sep-20	S/I	S/I
oct-20	S/I	S/I
nov-20	S/I	S/I
dic-20	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia. S/I: Sin Información. Sistema referencia WGS-84.

Figura 5-52: Descensos observados (m) en los indicadores de estado del PC de Aguas de Quelana junto con los umbrales correspondientes



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

5.2.3. SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE: VEGETACIÓN HIDROMORFA

Los indicadores de estado que conforman el PC del Sistema Vegetación Hidromorfa son los piezómetros L7-3, L2-4, L3-5, L4-10, L1-17 y L2-27. La frecuencia de medición comprometida en estos 6 indicadores es diaria, de acuerdo con el PdC propuesto a la SMA. Adicionalmente al monitoreo manual, se cuenta con las mediciones continuas en el piezómetro L3-5, según lo comprometido en la RCA Nº226/2006.

Los resultados del monitoreo en el periodo reportado en estos indicadores se presentan de forma numérica (Tabla 5-84) y gráfica (Figura 5-53). En la tabla, se muestran los valores de descensos mensuales máximos y mínimos obtenidos a partir de mediciones manuales de SQM, y gráficamente se presentan todos los descensos diarios, incluyendo los resultados del monitoreo continuo, los umbrales de cada indicador y las mediciones de la ETFA (en forma de descenso calculado).

Los indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Hidromorfa, tienen como referencia para la activación de Fase I un descenso máximo de 33 cm, mientras que para la Fase II, el descenso máximo fijado es de 38 cm. Lo anterior es respecto a la profundidad observada en el mes de inicio del monitoreo de cada punto de control (mayo de 2007).

Solo el indicador L4-10 no dispone de mediciones para este segundo semestre de 2020, ya que se encuentra dentro de RNF. Del resto, para el segundo semestre de 2020, no se ha producido ninguna activación de fase.

Tabla 5-84: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este Vegetación Hidromorfa

L7-3		
Umbral Fase I:	0,33	
Umbral Fase II:	0,38	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	0,131	0,173
ago-20	0,076	0,132
sep-20	0,077	0,106
oct-20	0,105	0,145
nov-20	0,145	0,19
dic-20	0,191	0,235

L2-4		
Umbral Fase I:	0,33	
Umbral Fase II:	0,38	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	0,012	0,031
ago-20	-0,063	0,014
sep-20	-0,037	0,004
oct-20	0,004	0,028
nov-20	0,027	0,049
dic-20	0,049	0,078

L3-5		
Umbral Fase I:	0,33	
Umbral Fase II:	0,38	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	-0,254	-0,226
ago-20	-0,285	-0,251
sep-20	-0,296	-0,281
oct-20	-0,289	-0,272
nov-20	-0,270	-0,238
dic-20	-0,236	-0,201

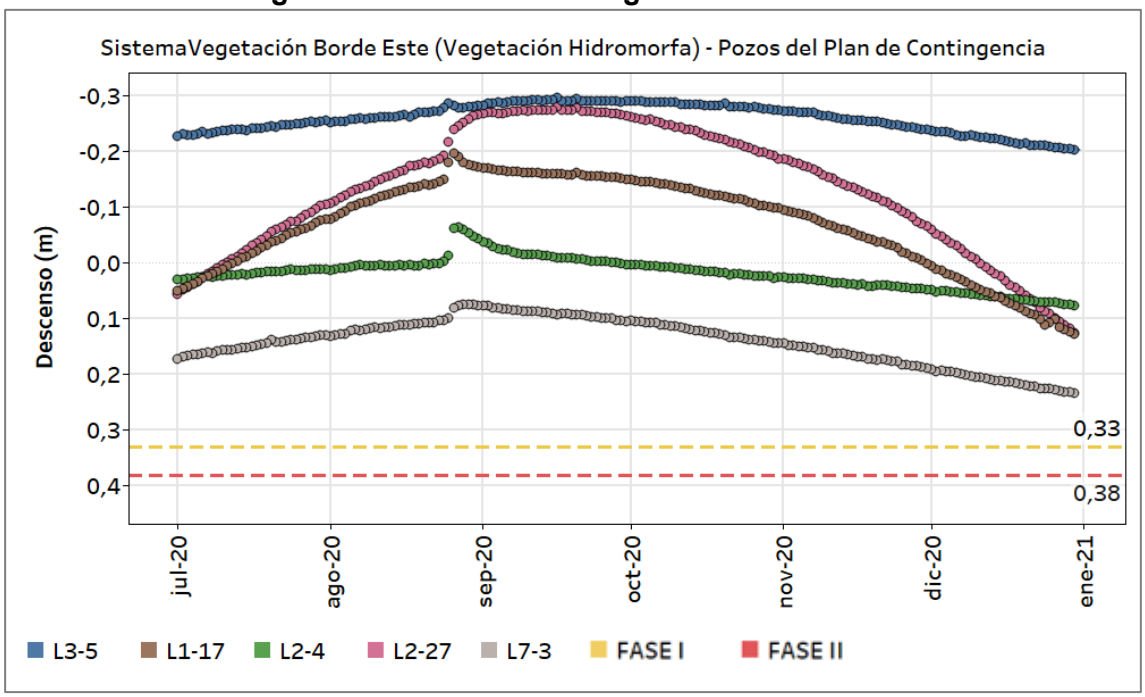
L4-10		
Umbral Fase I:	0,33	
Umbral Fase II:	0,38	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	S/I	S/I
ago-20	S/I	S/I
sep-20	S/I	S/I
oct-20	S/I	S/I
nov-20	S/I	S/I
dic-20	S/I	S/I

L1-17		
Umbral Fase I:	0,33	
Umbral Fase II:	0,38	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	-0,077	0,052
ago-20	-0,196	-0,077
sep-20	-0,168	-0,148
oct-20	-0,149	-0,097
nov-20	-0,094	0,003
dic-20	0,006	0,129

L2-27		
Umbral Fase I:	0,33	
Umbral Fase II:	0,38	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	-0,103	0,057
ago-20	-0,264	-0,106
sep-20	-0,278	-0,262
oct-20	-0,261	-0,186
nov-20	-0,185	-0,065
dic-20	-0,058	0,127

Fuente: Elaboración propia. S/I: Sin Información.

Figura 5-53: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este – Vegetación Hidromorfa



Fuente: Elaboración propia.

5.2.4. SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE: VEGETACIÓN BREA-ATRIPLEX

Los indicadores de estado que conforman el PC del Sistema Brea-Atriplex son los piezómetros L1-3, L2-7, L2-28, L3-3, L4-7, L7-6 y L9-1. La frecuencia de medición en estos 7 indicadores está definida como diaria, de acuerdo con lo comprometido en el PdC. Adicionalmente al monitoreo manual, se disponen de mediciones continuas en el piezómetro L4-7, según lo comprometido en la RCA Nº 226/2006.

Los resultados del monitoreo para el presente periodo reportado en estos indicadores se presentan de forma numérica (Tabla 5-85) y gráfica (Figura 5-54). En la tabla se muestran los valores de descensos mensuales máximos y mínimos obtenidos a partir de mediciones manuales de SQM. En la figura se presentan todos los descensos diarios, incluyendo los resultados del monitoreo continuo, los umbrales de cada indicador y las mediciones de la ETFA (en forma de descenso calculado).

Los indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Brea-Atriplex, tienen como referencia para la activación de Fase I un descenso máximo de 50 cm, mientras que para la Fase II, el descenso máximo fijado es de 1 m. Lo anterior es respecto a la profundidad observada en el mes de inicio del monitoreo de cada punto de control (mayo de 2007).

Puede verse que los indicadores L7-6, L2-7 y L1-3 se han mantenido durante este periodo con la Fase I activada. Esta situación se ha mantenido invariable desde 2015 en el caso del L7-6 y desde la segunda mitad del año 2019 en el caso del L1-3 y L2-7.

El indicador L2-28 inició el segundo semestre de 2020 con la Fase I activada y el 12 de agosto de 2020 se produjo su desactivación[46]. Semanas antes del cierre del semestre, el 26 de noviembre de 2020 se activó nuevamente la Fase I[47] y se mantuvo así hasta el final del periodo reportado.

No ha sido necesario efectuar medidas adicionales producto de las activaciones de Fase I (aumento de la frecuencia de medición), ya que todos los indicadores ya son medidos de forma diaria de acuerdo con la Acción 6 del PdC.

[46] Esta situación fue informada mediante la carta GMPL 151/2020.

[47] Hecho que fue informado mediante la carta GMPL 199/2020.

Tabla 5-85: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este- Vegetación Brea-Atriplex

L7-6		
Umbral Fase I:	0,5 m	
Umbral Fase II:	1,00 m	
Mes	Descenso (m)	
	Mín.	Máx.
jul-20	0,748	0,773
ago-20	0,742	0,772
sep-20	0,754	0,769
oct-20	0,740	0,765
nov-20	0,738	0,767
dic-20	0,735	0,756

L2-7		
Umbral Fase I:	0,5 m	
Umbral Fase II:	1,00 m	
Mes	Descenso (m)	
	Mín.	Máx.
jul-20	0,557	0,562
ago-20	0,554	0,564
sep-20	0,550	0,560
oct-20	0,542	0,550
nov-20	0,546	0,556
dic-20	0,556	0,568

L3-3		
Umbral Fase I:	0,5 m	
Umbral Fase II:	1,00 m	
Mes	Descenso (m)	
	Mín.	Máx.
jul-20	0,308	0,331
ago-20	0,301	0,314
sep-20	0,291	0,302
oct-20	0,292	0,315
nov-20	0,317	0,378
dic-20	0,380	0,449

L1-3		
Umbral Fase I:	0,5 m	
Umbral Fase II:	1,00 m	
Mes	Descenso (m)	
	Mín.	Máx.
jul-20	0,575	0,584
ago-20	0,569	0,585
sep-20	0,578	0,583
oct-20	0,579	0,588
nov-20	0,584	0,594
dic-20	0,589	0,606

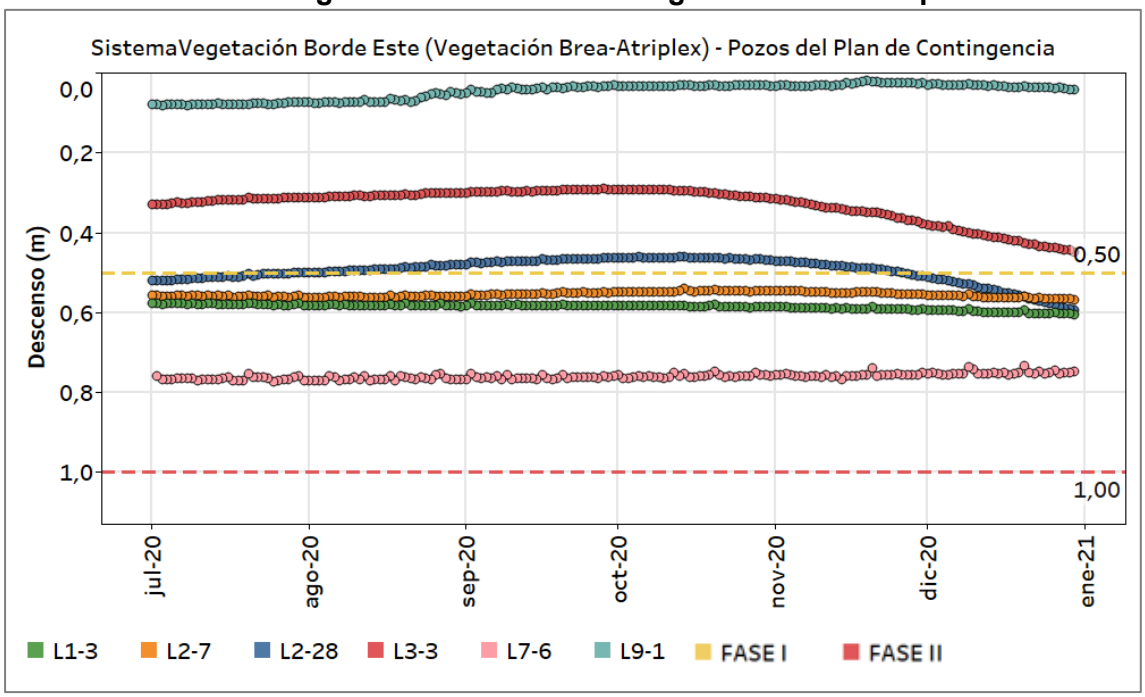
L2-28		
Umbral Fase I:	0,5 m	
Umbral Fase II:	1,00 m	
Mes	Descenso (m)	
	Mín.	Máx.
jul-20	0,500	0,521
ago-20	0,480	0,502
sep-20	0,464	0,480
oct-20	0,461	0,470
nov-20	0,471	0,509
dic-20	0,513	0,594

L4-7		
Umbral Fase I:	0,5 m	
Umbral Fase II:	1,00 m	
Mes	Descenso (m)	
	Mín.	Máx.
jul-20	0,019	0,029
ago-20	-0,007	0,029
sep-20	0,006	0,026
oct-20	0,026	0,033
nov-20	0,032	0,039
dic-20	0,036	0,041

L9-1		
Umbral Fase I:	0,5 m	
Umbral Fase II:	1,00 m	
Mes	Descenso (m)	
	Mín.	Máx.
jul-20	0,074	0,083
ago-20	0,049	0,078
sep-20	0,032	0,051
oct-20	0,030	0,035
nov-20	0,019	0,034
dic-20	0,028	0,042

Fuente: Elaboración propia. El sombreado amarillo indica valores inferiores a la Fase I del PC.

Figura 5-54: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este – Vegetación Brea Atriplex



Fuente: Elaboración propia.

5.2.5. SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE: ALERTA TEMPRANA

Los indicadores de estado que conforman el PC del Sistema Brea-Atriplex – Alerta temprana son los piezómetros L7-13, L2-25, L3-11, L4-3 y L9-1. La frecuencia de medición en estos 5 indicadores está definida como diaria, de acuerdo con lo comprometido en el PdC propuesto a la SMA.

De acuerdo con lo establecido en la evaluación ambiental del Proyecto, los pozos de monitoreo que constituyen el Plan de Contingencia del Sistema Vegetación Borde Este: Zona Alerta Temprana sólo poseen umbrales de activación de Fase II, límites fijados con el objeto de asegurar un descenso máximo de 1 m en la zona de conexión vegetación-acuífero. Así, el umbral de descenso para cada punto de Alerta Temprana, respecto a la profundidad observada en el mes de inicio del monitoreo (mayo de 2007), depende de la ubicación específica de cada indicador de estado, variando entre 0,82 y 1,25 m.

Los resultados del monitoreo en el periodo reportado en estos indicadores se presentan de forma numérica (Tabla 5-86) y gráfica (Figura 5-55, Figura 5-56, Figura 5-57 y Figura 5-58), donde numéricamente se muestran los valores de descensos mensuales máximos y mínimos obtenidos a partir de mediciones manuales de SQM y gráficamente se presentan todos los descensos diarios, incluyendo los umbrales de cada indicador y las mediciones de la ETFA (en forma de descenso calculado).

El L3-11 es el único indicador de este grupo que no dispone de mediciones para este semestre, ya que se encuentra dentro de RNF. De la información presentada se concluye que, durante el periodo reportado, ninguno de los indicadores con mediciones disponibles superó el umbral correspondiente. En la sección 6.2 del presente informe se realiza un análisis más detallado del estado del PC.

Tabla 5-86: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC Sistema Borde Este Alerta Temprana junto con los umbrales correspondientes

L4-3		
Umbral Fase II:	0,82 m	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	-2,464	-2,364
ago-20	-2,468	-2,402
sep-20	-2,484	-2,437
oct-20	-2,492	-2,421
nov-20	-2,474	-2,449
dic-20	-2,495	-2,471

L2-25		
Umbral Fase II:	0,88 m	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	-0,059	-0,050
ago-20	-0,080	-0,058
sep-20	-0,073	-0,067
oct-20	-0,073	-0,050
nov-20	-0,053	-0,049
dic-20	-0,050	-0,042

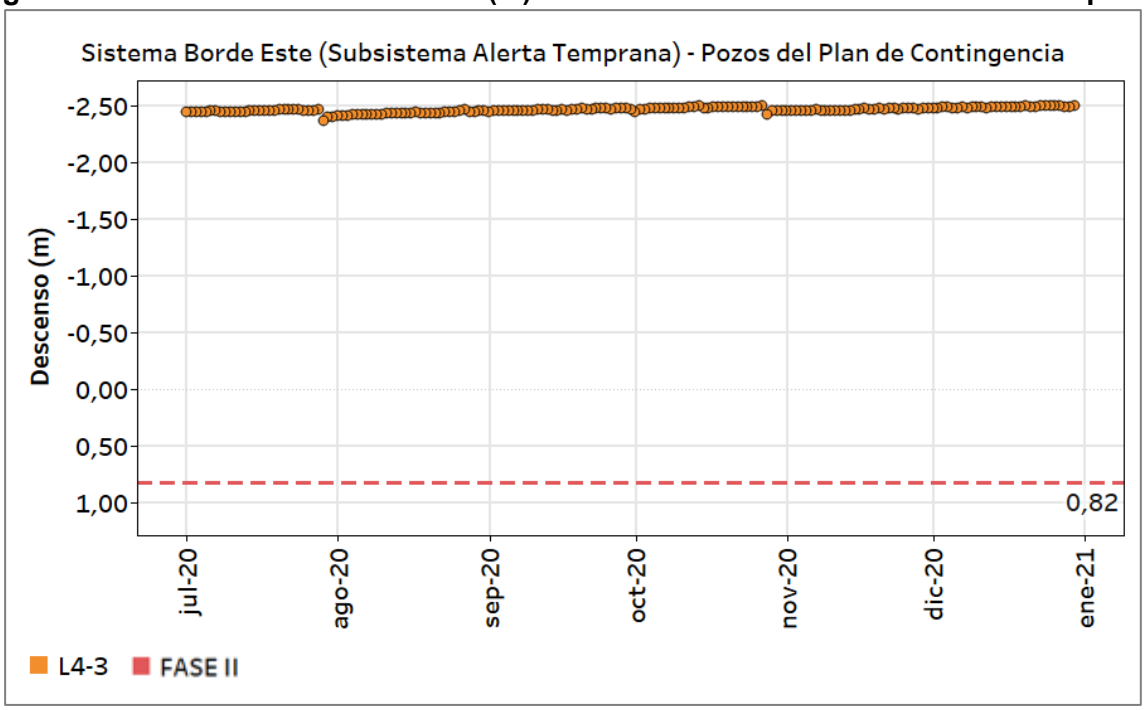
L7-13		
Umbral Fase II:	1,25 m	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	0,563	0,577
ago-20	0,570	0,579
sep-20	0,570	0,577
oct-20	0,564	0,575
nov-20	0,563	0,575
dic-20	0,568	0,577

L3-11		
Umbral Fase II:	0,86 m	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	S/I	S/I
ago-20	S/I	S/I
sep-20	S/I	S/I
oct-20	S/I	S/I
nov-20	S/I	S/I
dic-20	S/I	S/I

L9-1		
Umbral Fase II:	0,86 m	
Mes	Descenso (m)	
	mínimo	máximo
jul-20	0,074	0,083
ago-20	0,049	0,078
sep-20	0,032	0,051
oct-20	0,030	0,035
nov-20	0,019	0,034
dic-20	0,028	0,042

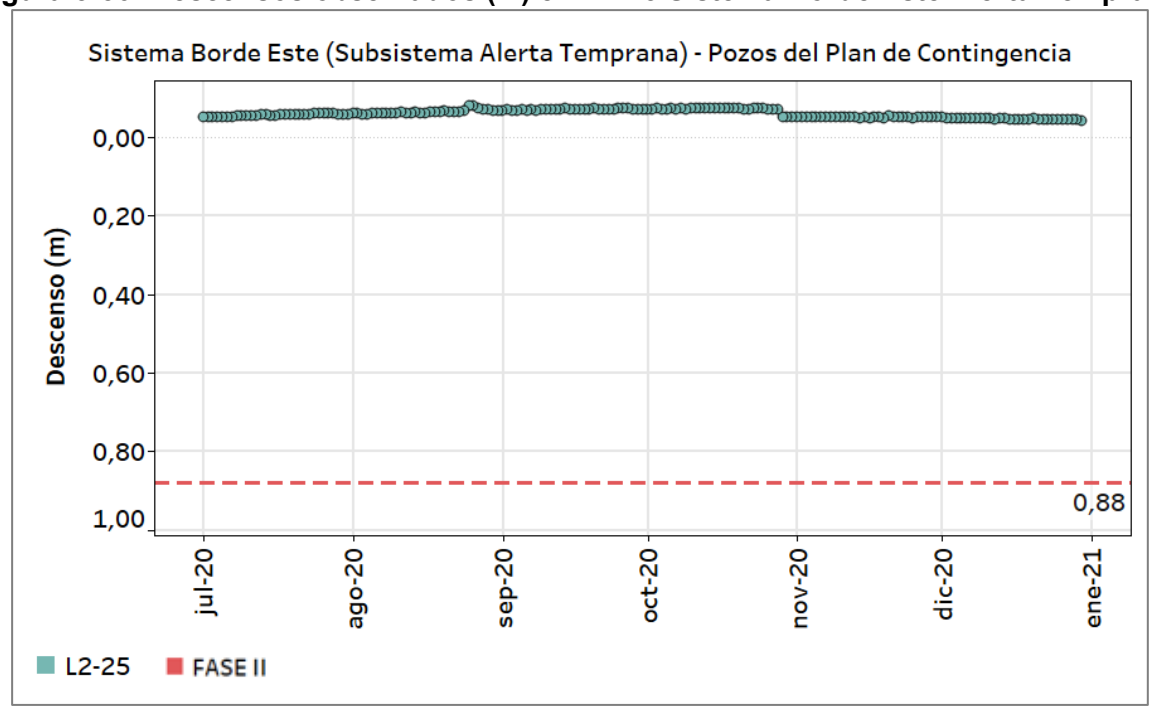
Fuente: Elaboración propia. S/I: Sin Información.

Figura 5-55: Descensos observados (m) en L4-3 Sistema Borde Este Alerta Temprana



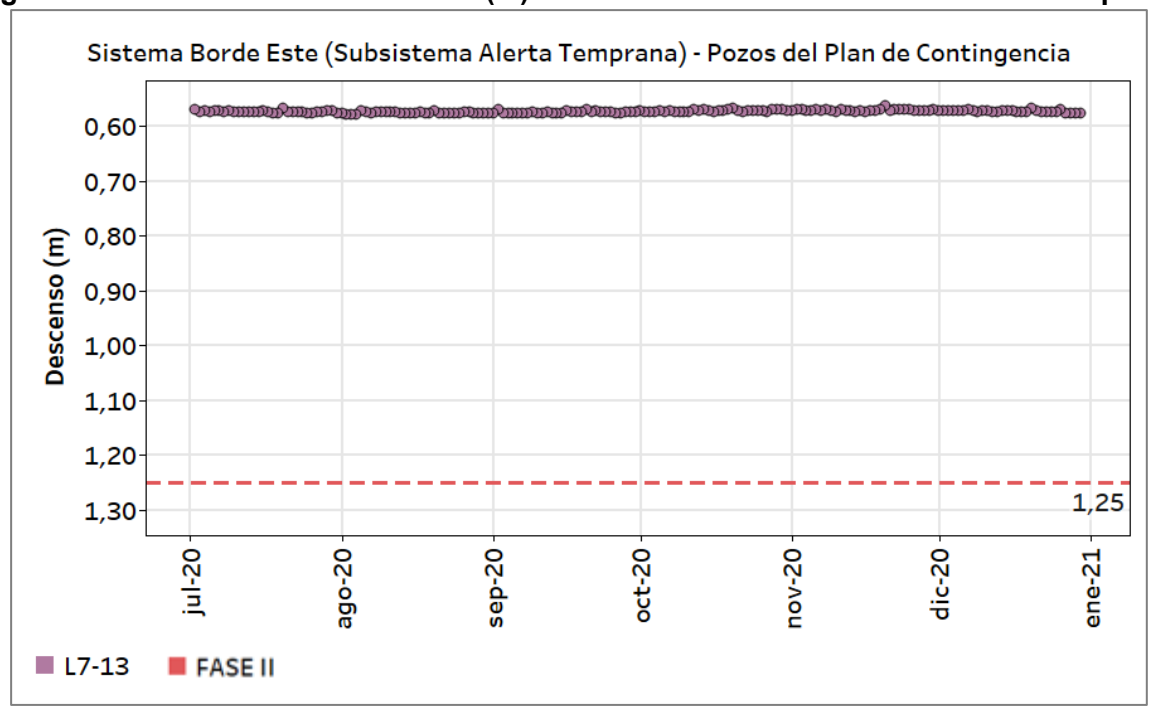
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-56: Descensos observados (m) en L2-25 Sistema Borde Este Alerta Temprana



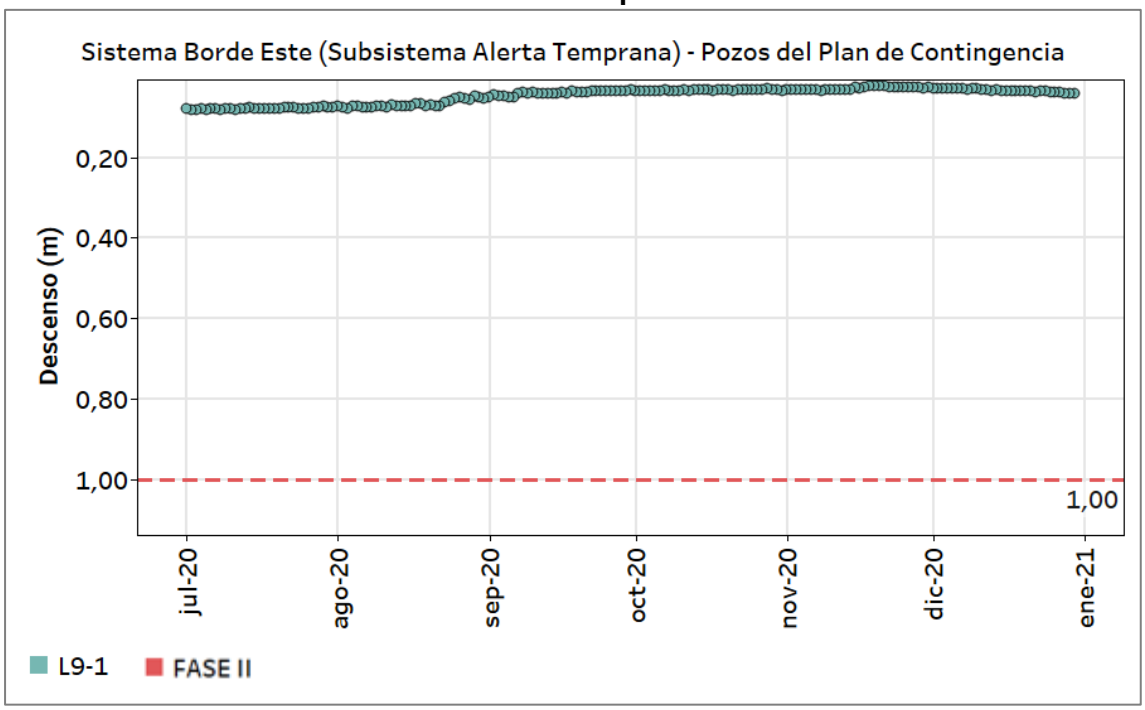
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-57: Descensos observados (m) en L7-13 Sistema Borde Este Alerta Temprana



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-58: Descensos observados (m) L3-11 y L9-1 Sistema Borde Este Alerta Temprana



Fuente: Elaboración propia.

5.2.6. SISTEMA PEINE

Los indicadores de estado que representan el Sistema de Peine están definidos en el marco del procedimiento administrativo Rol F-041-2016 de la SMA; como ya se ha descrito en el capítulo 4, se contemplan los indicadores de estado y umbrales de activación de fase I y/o II definidos en el marco del Programa de Cumplimiento propuesto en el procedimiento F-041-2016, y cuyo cumplimiento fue exigido en el marco de las medidas provisionales dictadas mediante Res. Ex. N°1367/2020, de 6 de agosto de 2020, y renovadas a través de Res. Ex. N°2141/2020, de 28 de octubre de 2020 y Res. Ex. N°962/2021, del 30 de abril del 2021, tanto en el seguimiento del proyecto aprobado por la RCA Nº226/2006 (piezómetros 1028, L10-11 y L10-4), como a los piezómetros PN-05B y PN-08A establecidos en el considerando 10.18 de la RCA Nº. 21/2016 del proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar

de Atacama", del titular Albemarle (ex Rockwood)[48]. Las especificaciones y fundamentos técnicos de estos indicadores, umbrales y medidas de control aplicables al sistema Peine se presentan en los anexos 4.3.1, 4.3.2 y 4.3.3 del PdC propuesto a la SMA, los que se adjuntan en el Anexo 13 del presente informe.

Para los piezómetros pertenecientes a SQM, el PC provisorio compromete el contraste entre las mediciones efectuadas con frecuencia diaria respecto a los umbrales establecidos en el PdC. Para el caso de los piezómetros PN-05B y PN-08A, si bien SQM no tiene comprometidas mediciones en estos puntos, ya que son propiedad de Albemarle, en el PdC se establece que la adopción de medidas de control se condiciona al aviso por parte de la SMA a SQM de la activación de Fase II. Para el periodo reportado, no se ha producido dicha comunicación, por lo que se entiende que no ha habido activación de la Fase II en estos indicadores.

De acuerdo con lo comprometido en el PdC propuesto a la SMA, las mediciones en los puntos 1028, L10-11 y L10-4 deben realizarse de forma diaria, aunque como ya se ha descrito en el anterior apartado (5.1) no siempre ha podido mantenerse esta frecuencia por la prohibición de acceso a las áreas donde se encuentran los puntos por parte de la Comunidad de Peine. Los resultados del monitoreo de nivel en los indicadores de estado para el presente semestre a reportar se presentan de forma numérica (Tabla 5-87) y gráfica (Figura 5-59, Figura 5-60 y Figura 5-61). Numéricamente se indican los registros manuales mensuales máximos y mínimos tomados por SQM, y gráficamente se presentan las mediciones manuales diarias de SQM (medidas comprometidas) junto con las mediciones mensuales adicionales de la ETFA. Todos los niveles de agua se expresan en m s.n.m. y datum WGS-84 considerando elipsoide de referencia GRS80.

[48] Adicionalmente, a la fecha de presentación de este informe, la Superintendencia del Medio Ambiente ha ordenado medidas provisionales a través de Resolución Exenta N°1367/2020, de 6 de agosto de 2020, renovadas mediante Res. Ex. N°2141/2020, de 28 de octubre de 2020, que disponen la continuidad a estas acciones, en los términos que se explican en la sección 4.7.

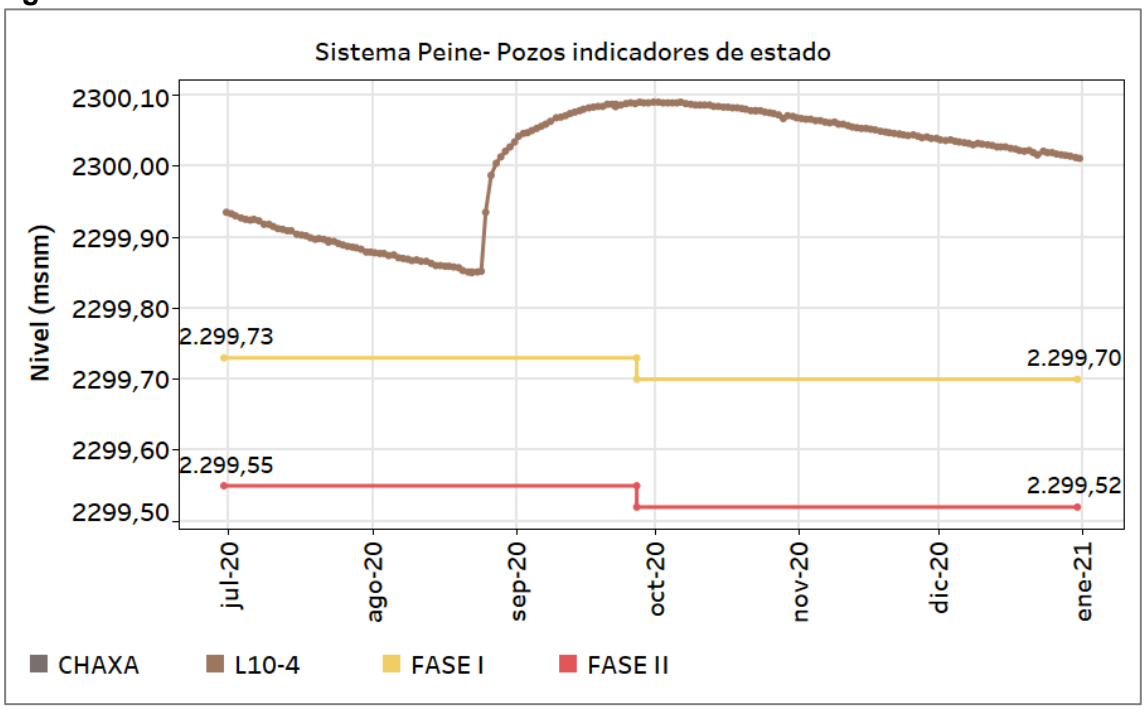
De la información presentada se concluye que, durante el periodo reportado, en ninguno de los indicadores de estado se superaron los umbrales correspondientes a ambas fases. En la sección 6.2 del presente informe se realiza un análisis más detallado del estado del PC.

Tabla 5-87: Niveles observados (m s.n.m.) en indicadores de estado del Sistema Peine

L10-4			1028			L10-11		
Umbral Fase I (m s.n.m.)			Umbrales Fase I (m s.n.m.)			Umbral Fase I (m s.n.m.)		
28 sept 2019 – 26 sept 2020:	**2.299,73**		28 sept 2019 – 26 sept 2020:	**2.299,40**		28 sept 2019 – 26 sept 2020:	**2.299,35**	
27 sept 2020 - 26 sept 2021	**2.299,70**		27 sept 2020 - 26 sept 2021	**2.299,37**		27 sept 2020 - 26 sept 2021	**2.299,32**	
Umbrales Fase II (m s.n.m.)			Umbrales Fase II (m s.n.m.)			Umbrales Fase II (m s.n.m.)		
28 sept 2019 – 26 sept 2020:	**2.299,55**		28 sept 2019 – 26 sept 2020:	**2.299,22**		28 sept 2019 – 26 sept 2020:	**2.299,14**	
27 sept 2020 - 26 sept 2021	**2.299,52**		27 sept 2020 - 26 sept 2021	**2.299,19**		27 sept 2020 - 26 sept 2021	**2.299,11**	
Mes	**Nivel (m s.n.m.)**		**Mes**	**Nivel (m s.n.m.)**		**Mes**	**Nivel (m s.n.m.)**	
	mínimo	**máximo**		**mínimo**	**máximo**		**mínimo**	**máximo**
jul-20	2299,879	2299,933	**jul-20**	2299,482	2299,520	**jul-20**	2299,386	2299,426
ago-20	2299,851	2300,034	**ago-20**	2299,461	2299,811	**ago-20**	2299,366	2299,728
sep-20	2300,042	2300,090	**sep-20**	2299,725	2299,802	**sep-20**	2299,633	2299,714
oct-20	2300,067	2300,090	**oct-20**	2299,669	2299,725	**oct-20**	2299,584	2299,634
nov-20	2300,039	2300,067	**nov-20**	2299,642	2299,670	**nov-20**	2299,555	2299,582
dic-20	2300,012	2300,037	**dic-20**	2299,614	2299,647	**dic-20**	2299,525	2299,556

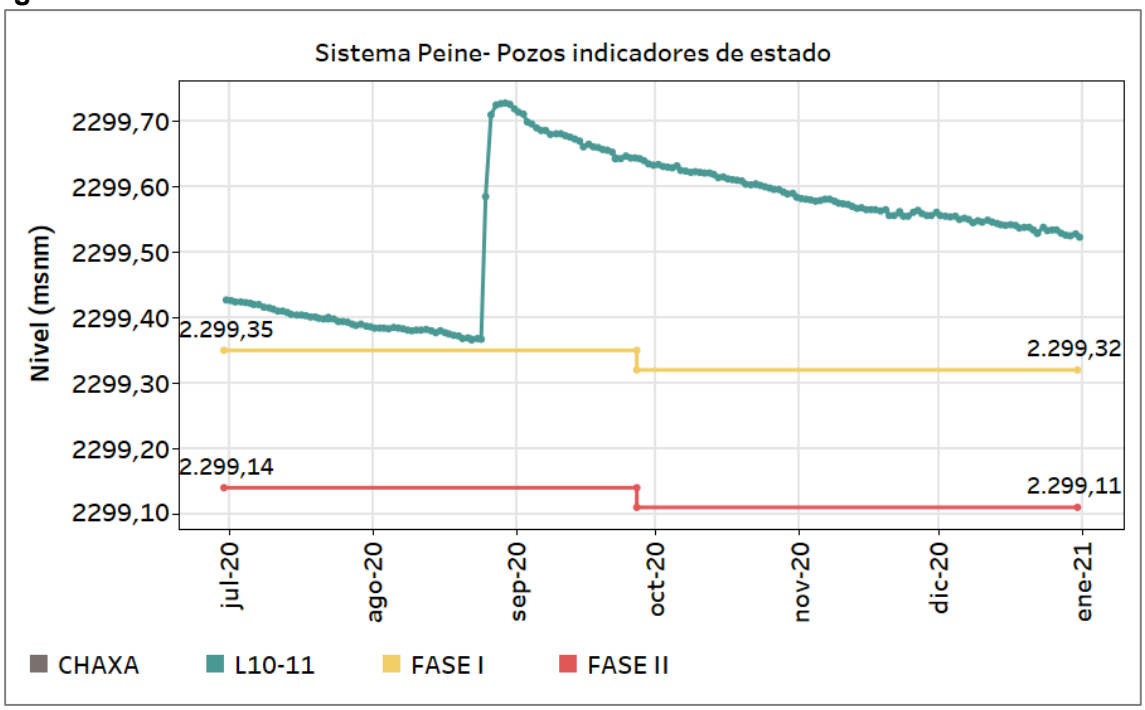
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-59: Niveles observados en el indicador de estado L10-4 del Sistema Peine



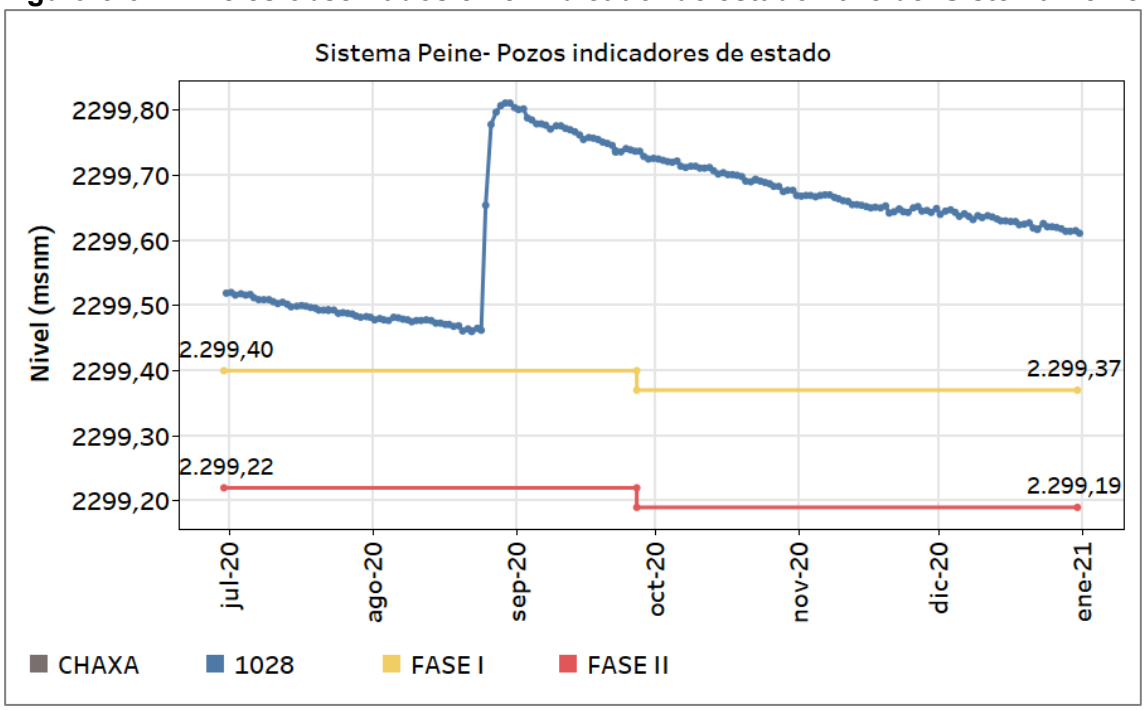
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Figura 5-60: Niveles observados en el indicador de estado L10-11 del Sistema Peine



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Figura 5-61: Niveles observados en el indicador de estado 1028 del Sistema Peine



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

5.2.7. POZOS ADICIONALES AL PLAN DE CONTINGENCIAS

Dentro del Plan de Contingencias del proyecto, SQM contempla 6 indicadores de estado adicionales que complementan la red que conforma el PC del Sistema Vegetación Borde Este. De esta manera, se vela por el resguardo de los sistemas de vegetación del borde este del Salar de Atacama que son objeto de protección ambiental. Estos 6 indicadores de estado adicionales corresponden a piezómetros de control del nivel de agua/salmuera, distribuidos en los subsistemas de Vegetación Brea-Atriplex y Zona Alerta Temprana, tal y como se indica la Tabla 5-88[49].

Tabla 5-88: Indicadores de estado adicionales al Plan de Contingencias

Sistema	Subsistema	Indicadores de estado adicionales
Sistema Vegetación Borde Este	Vegetación Brea-Atriplex	L7-14 L4-17 L9-2 L2-25
	Zona Alerta Temprana	L2-26 L3-15

Fuente: Elaboración propia.

La definición de los umbrales para estos puntos de control se realizó bajo los mismos criterios de la RCA Nº226/2006. De esta manera, los indicadores de estado adicionales que forman parte del Subsistema Vegetación Brea-Atriplex tienen como referencia para la activación de Fase I un descenso máximo de 0,50 m, mientras que para la Fase II, el descenso máximo es de 1,00 m. Los límites anteriores están definidos respecto a la profundidad observada en el mes de inicio del monitoreo de cada punto de control. Por su parte, los indicadores de estado adicionales para el Subsistema Zona Alerta Temprana sólo poseen umbrales de activación de Fase II, límites fijados con el objeto de asegurar que no se generen descensos superiores a 1 m en la zona de conexión vegetación-acuífero, estableciéndose umbrales de 0,78 m para el pozo L2-26 y 0,85 m para el pozo L3-15.

[49] En esta tabla se indican los subsistemas a los que pertenecen los indicadores adicionales a modo de recuerdo, ya que esta información se ha presentado con más detalle en el capítulo 4.

Los resultados del monitoreo en el periodo reportado en estos indicadores se presentan de forma numérica (Tabla 5-89) y gráfica (Figura 5-62, Figura 5-63 y Figura 5-64), donde numéricamente se muestran los valores de descensos mensuales máximos y mínimos obtenidos a partir de mediciones manuales diarias de SQM y gráficamente se muestran todos los descensos diarios incluyendo los umbrales de cada indicador y las mediciones de la ETFA (en forma de descenso calculado).

De la información presentada se concluye que, durante el periodo reportado, en ninguno de los indicadores de estado se superaron los umbrales correspondientes. En la sección 6.2 del presente informe se realiza un análisis más detallado del estado del PC.

Tabla 5-89: Descenso observado (m) en pozos adicionales de contingencia del PC Sistema Borde Este

L2-25		
Umbral Fase I:	0,5	
Umbral Fase II:	1,00	
Mes	Descenso (m)	
	mín	máx
jul-20	-0,050	-0,059
ago-20	-0,058	-0,080
sep-20	-0,067	-0,073
oct-20	-0,050	-0,073
nov-20	-0,049	-0,053
dic-20	-0,042	-0,050

L4-17		
Umbral Fase I:	0,5	
Umbral Fase II:	1	
Mes	Descenso (m)	
	mín	máx
jul-20	0,145	0,123
ago-20	0,125	0,099
sep-20	0,099	0,089
oct-20	0,090	0,086
nov-20	0,096	0,087
dic-20	0,107	0,096

L7-14		
Umbral Fase I:	0,5	
Umbral Fase II:	1	
Mes	Descenso (m)	
	mín	máx
jul-20	0,111	0,092
ago-20	0,092	0,071
sep-20	0,070	0,059
oct-20	0,062	0,057
nov-20	0,081	0,062
dic-20	0,110	0,081

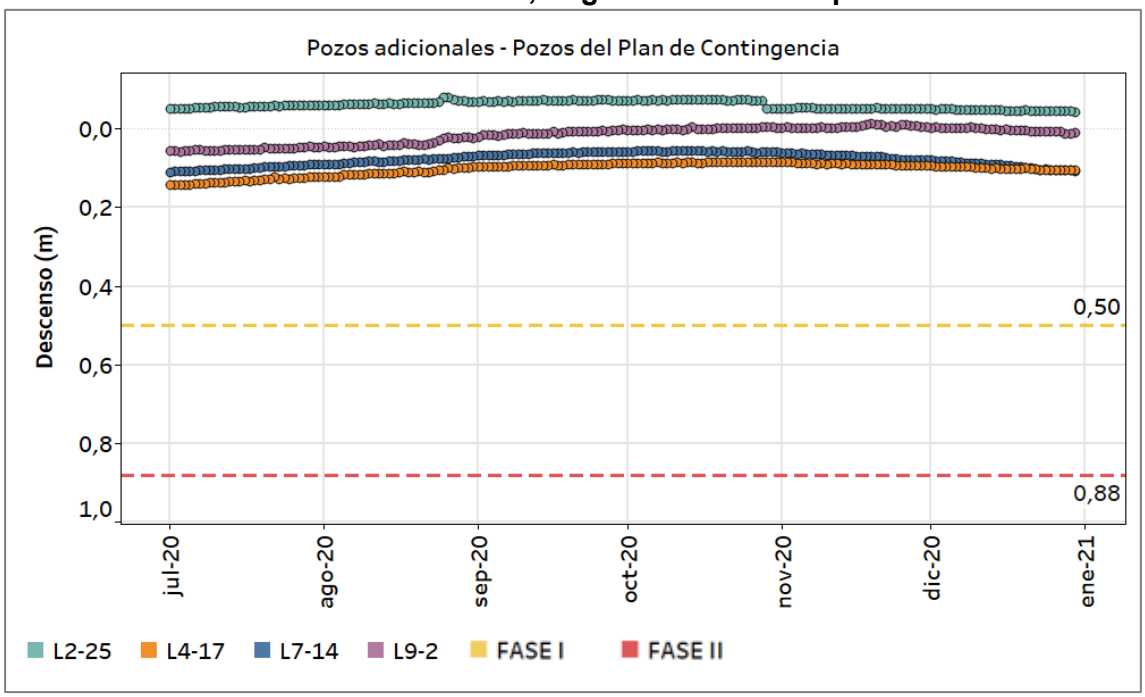
L9-2		
Umbral Fase I:	0,5	
Umbral Fase II:	1	
Mes	Descenso (m)	
	mín	máx
jul-20	0,059	0,046
ago-20	0,049	0,022
sep-20	0,023	0,002
oct-20	0,004	-0,004
nov-20	0	-0,012
dic-20	0,013	-0,003

L2-26		
Umbral Fase II:	0,78	
Mes	Descenso (m)	
	mín	máx
jul-20	0,532	0,525
ago-20	0,533	0,521
sep-20	0,528	0,515
oct-20	0,518	0,509
nov-20	0,520	0,510
dic-20	0,533	0,517

L3-15		
Umbral Fase II:	0,85	
Mes	Descenso (m)	
	mín	máx
jul-20	0,715	0,700
ago-20	0,705	0,685
sep-20	0,695	0,681
oct-20	0,690	0,681
nov-20	0,702	0,689
dic-20	0,723	0,704

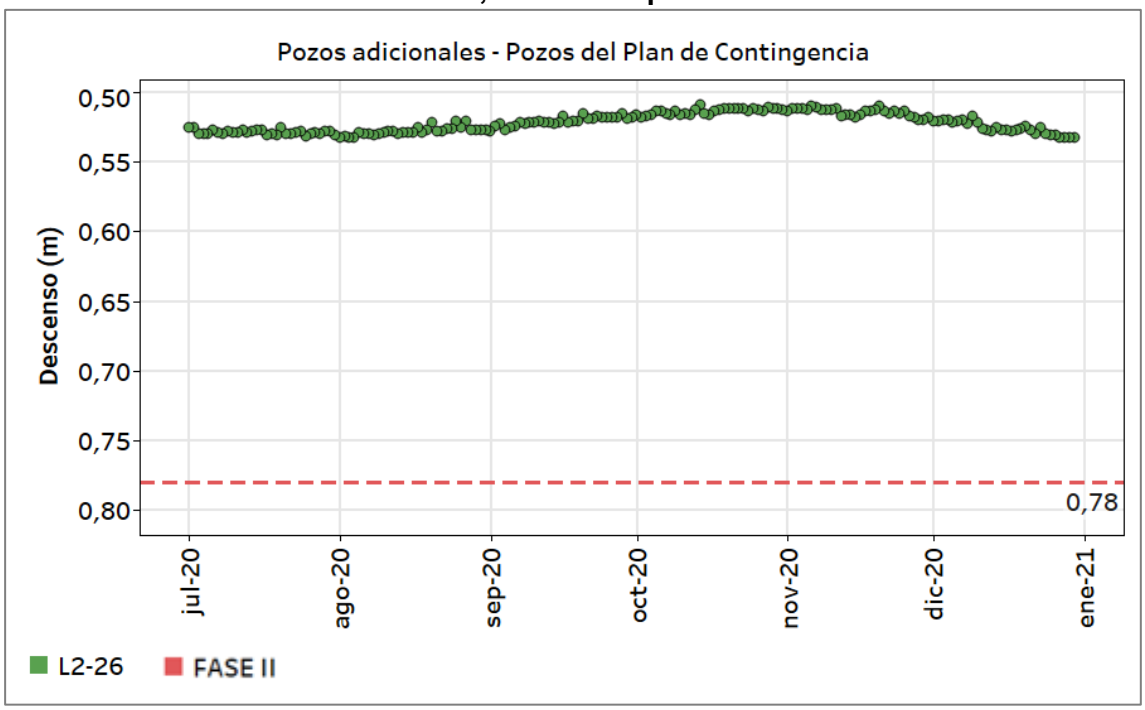
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-62: Descenso observado (m) pozos adicionales L2-25, L4-17, L7-14 y L9-2 del PC Sistema Borde Este, Vegetación Brea Atriplex



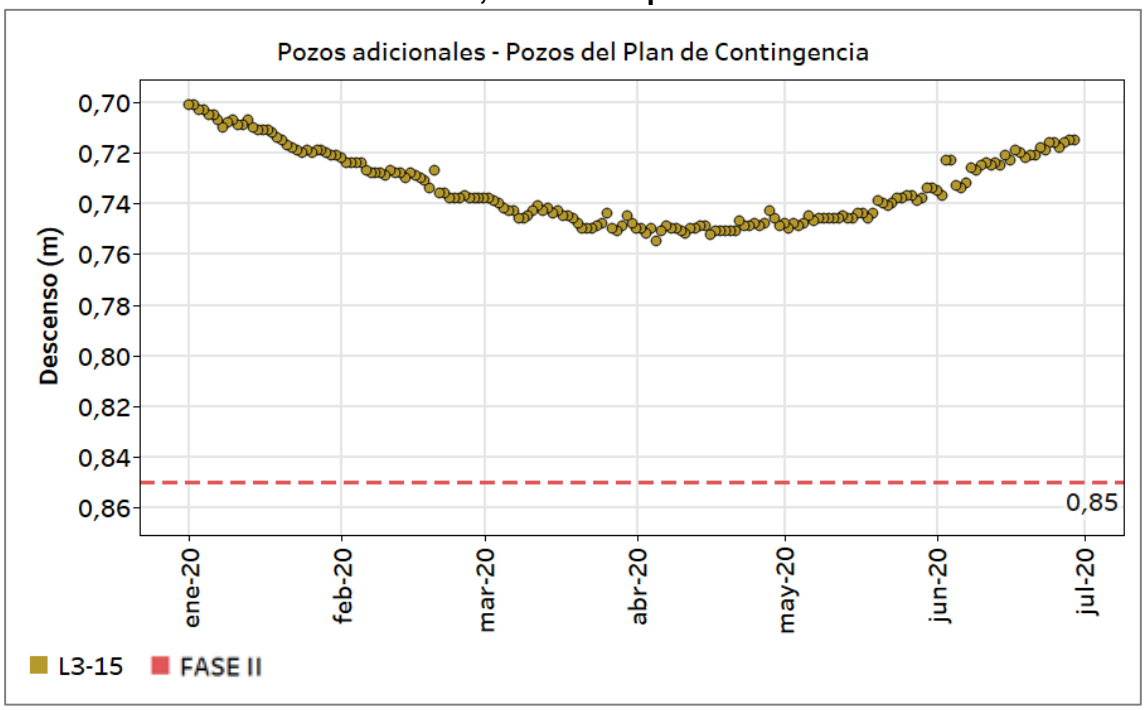
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-63: Descenso observado (m) pozos adicionales L2-26 del PC Sistema Borde Este, Alerta Temprana



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-64: Descenso observado (m) pozos adicionales L3-15 del PC Sistema Borde Este, Alerta Temprana



Fuente: Elaboración propia.

6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la presente sección se analizan y discuten las mediciones del PSAH, incluyendo tanto los registros obtenidos en el último semestre, como las tendencias históricas y regionales para cada uno de los sistemas ambientales. En particular, se incluye el análisis de niveles de aguas subterráneas y superficiales, superficies lacustres, caudales de extracción, calidad química, meteorología y aforos de caudal.

Primero, se analizarán todas las variables que componen el PSAH, ya que esto permite conocer la dinámica hidrogeológica general de parte del norte, borde este y sur del Salar y los posibles cambios que se estén efectuando. En un segundo apartado se profundiza en el patrón de comportamiento de los indicadores asociados al Plan de Contingencia del Proyecto y de los puntos de control definidos para el Sistema Peine, en relación con el marco hidrogeológico descrito en el anterior apartado, que permite analizar la tendencia de los indicadores en relación a los umbrales establecidos.

Previamente, se presenta un análisis basado en los resultados históricos de calidad y que permite establecer una clasificación de aguas en base a los parámetros conductividad eléctrica (CE), sólidos disueltos totales (SDT) y densidad. Este análisis fue presentado por primera vez en el anterior informe Nº 27.

6.1. ANÁLISIS DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

En la presente sección se analiza el comportamiento histórico de los puntos de control asociados al PSAH. Esto incluye un análisis de todas las variables reportadas en la red de monitoreo (niveles, superficies lagunares, meteorología, caudal bombeado, calidad química y aforos) para todos los sistemas.

El objetivo principal es, primero, conocer las dinámicas hidrológicas e hidrogeológicas que se dan en los sistemas objeto de protección a nivel histórico a partir de la evaluación del comportamiento de los parámetros en el tiempo. A partir de esto, el segundo objetivo es el de poder analizar los nuevos datos medidos del presente semestre de reporte y valorar si se muestran desviaciones respecto a estas dinámicas.

Por este motivo, es necesario agrupar los puntos de control con una visión global del sistema hídrico. La división entre sistema Soncor, sistema Aguas de Quelana y sistema Vegetación Borde Este supone una dificultad al lector a la hora de entender el mecanismo de funcionamiento hidrogeológico mediante el cual los cuerpos lagunares y canales de Soncor y la zona de lagunas difusas de Quelana reciben sus aportes y ejercen una influencia en su entorno. Por lo anterior, se propone en esta sección abordar el análisis para el sistema Soncor, por un lado, y el sistema Aguas de Quelana, por otro, tomando como dominio para ambos la zona comprendida desde el acuífero aluvial y hasta el núcleo. No obstante, se mantiene la distinción del sistema Vegetación Borde Este para los puntos del entorno del pozo de agua industrial CA-2015.

En la misma línea, para exponer este análisis global, se incluyen los niveles de los puntos que forman parte del Plan de Contingencia, ya que también forman parte de la red PSAH y permiten robustecer las conclusiones sobre las dinámicas que mueven los sistemas de protección. De esta manera, en el siguiente apartado (6.2. Análisis del Plan de Contingencias) se podrá abordar un análisis más preciso sobre las tendencias de los indicadores de estado del Plan de Contingencia con respecto los umbrales definidos en el mismo.

La metodología adoptada para el análisis de los niveles se basa en la aplicación de varios conceptos en hidrogeología que permite entender las dinámicas que condicionan un acuífero subterráneo y la forma en que se conecta con los cuerpos de agua superficiales. A continuación, se expone uno por uno:

i. **Estacionalidad en los niveles**: cuando los niveles están influenciados por las componentes naturales del medio (atmosféricas), suelen presentar una fuerte estacionalidad (registro de los máximos durante los meses de invierno y los mínimos en los meses de verano). Es esperable reconocer este tipo de comportamiento en medios donde hay una fuerte influencia de la evaporación o influencia de la dinámica estacional y propia de los cuerpos lagunares. Para este análisis resulta también relevante caracterizar aquellos niveles que se presentan sin evidencia de variabilidad estacional. Significa, entonces, que los niveles reflejan eventos puntuales como, por ejemplo, la respuesta directa a los eventos de precipitación y su posterior recuperación a una tendencia base.

ii. **Tendencias en los niveles**: se identifica la tendencia de descenso, ascenso o estable (ni ascenso ni descenso) para la serie promedio de los datos. En ocasiones es conveniente fijar la atención a la tendencia de los mínimos y los máximos de forma separada, ya que en estos casos los fenómenos que rigen el comportamiento de los niveles pueden ser distintos entre los meses de invierno y verano.

iii. **Cálculo del descenso**: este recurso se usa en las ocasiones en que es necesario analizar el comportamiento conjunto de niveles en pozos que se encuentran a cotas piezométricas muy distantes. De esta forma, el gráfico resultante permite identificar las variaciones a una escala mucho más adecuada cuando el objetivo es, por ejemplo, comparar las pendientes de descenso entre los puntos graficados, la amplitud de la oscilación o el grado de respuesta a las precipitaciones. El cálculo del descenso se ha obtenido a partir de aplicar la siguiente expresión: $h'_t = h_{inicial} - h_t$, donde (h'_t) es el descenso en un tiempo (t), (h_t) es el nivel para el mismo tiempo (t) y ($h_{inicial}$) es un nivel inicial de referencia. A modo de unificar, cuando se requiere el cálculo del descenso en el análisis, se toma enero de 2008 como $h_{inicial}$ con el objetivo de asegurar un valor inicial para todos los pozos y para la misma fecha.

iv. **Diferencias de altura piezométrica**: Se basa en el concepto de las redes de flujo, donde los niveles situados a una misma cota (m s.n.m.) constituyen las líneas equipotenciales, de esta forma, las direcciones de flujo son perpendiculares a éstas y en sentido de mayor a menor cota piezométrica.

v. **Efecto de la precipitación:** una característica que se puede identificar sobre los niveles es el efecto que les produce un evento de recarga por lluvia; permite diferenciar si el punto se ve influenciado de forma directa por la lluvia (respuesta inmediata) o bien en forma de recarga indirecta o lateral (respuesta más tardía y en ocasiones suavizada). Todos los gráficos de niveles (no dinámicos) se muestran con el registro de la estación meteorológica de Chaxa, que es la estación más representativa de la zona en la que se encuentra la red de monitoreo y los sistemas a proteger, especialmente, del sector norte del Salar.

La metodología de análisis de la calidad química de las aguas se enfoca principalmente en evaluar tendencias generales mediante la evolución temporal para los distintos parámetros con

el objetivo evidenciar posibles cambios en el funcionamiento de los sistemas y, en lo posible, tratar de atribuir el origen de éstos. Así mismo, se comprueba que los cambios que se observen muestren correlación entre varios parámetros fisicoquímicos y químicos, ya que resulta muy poco probable que un cambio en la calidad del agua se produzca para un único parámetro. De forma indirecta, el análisis y la información levantada sirve también de mejora en el conocimiento del modelo conceptual del sistema que permite elaborar otros trabajos sobre la cuenca.

Para aquellos puntos con información disponible se realizan diagramas de Piper, que permiten clasificar los distintos tipos de agua en la cuenca y evaluar si existen cambios en el registro histórico de estos puntos.

Los aforos se han analizado partiendo de algunos conceptos similares al de los niveles, como el efecto de los eventos de precipitación o la estacionalidad. Respecto de las variables meteorológicas, son mediciones que no pueden analizarse más allá de una descripción cualitativa y cuantitativa general ya que, para el propósito de este trabajo, los datos suponen un input de cara al análisis de los sistemas de agua. Finalmente, el caudal de los pozos de agua industrial es una variable de manejo antrópico, por el que se muestra un análisis solo descriptivo. Estas dos variables son más bien explicativas de posibles cambios que puedan observarse en el sistema y los objetos de protección.

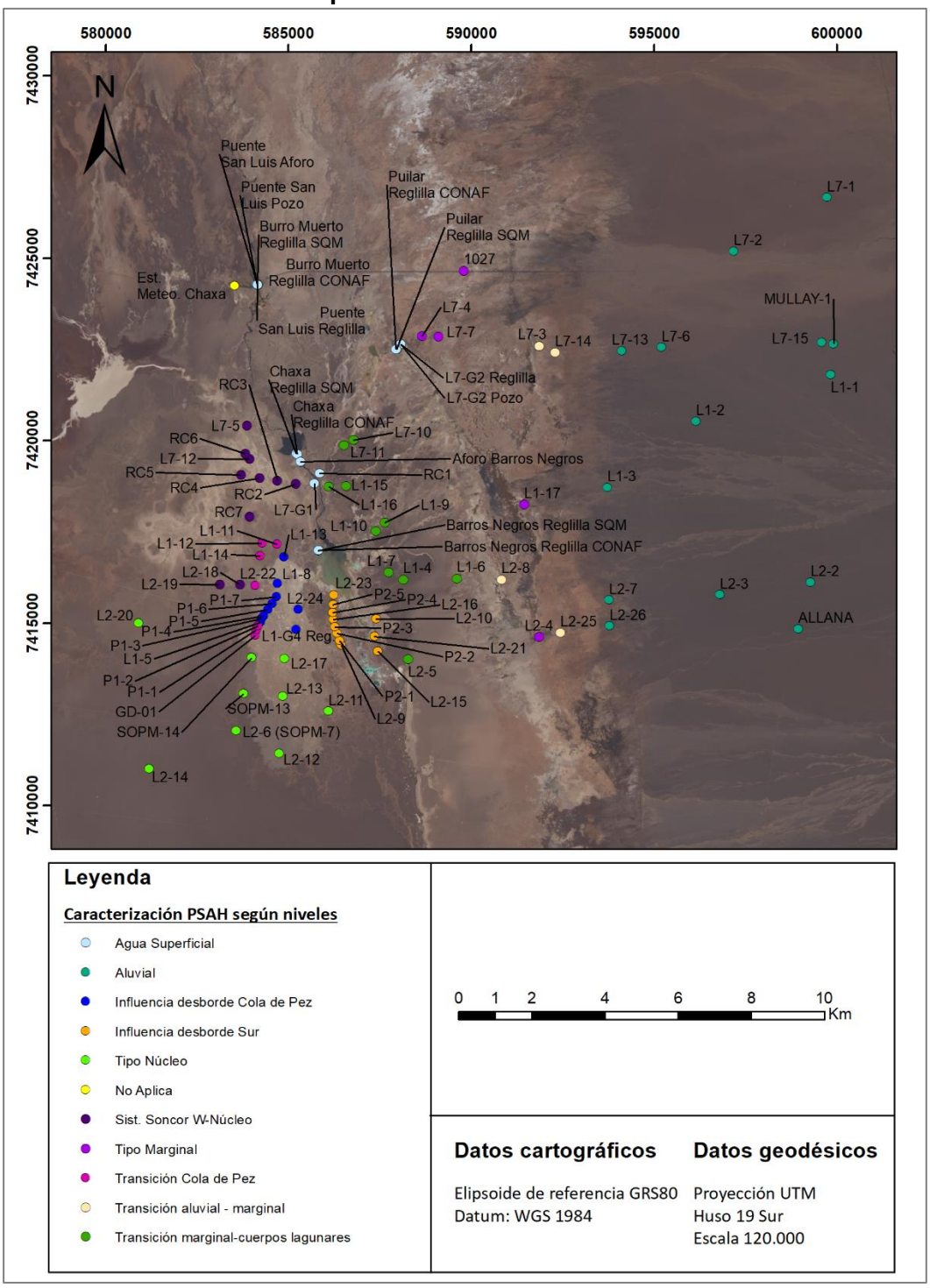
Por último, en todos los gráficos temporales que se muestran en este capítulo cuentan con una franja gris que marca el periodo que se está reportando, que en este caso es el segundo semestre de 2020. De esta forma se facilita visualmente el análisis del comportamiento medido en este periodo con respecto las tendencias históricas.

6.1.1. SISTEMA SONCOR

Para esta descripción se cuenta con una delimitación del sistema Soncor aproximada, en que se consideran los puntos desde el acuífero aluvial y hasta el núcleo y que incluye todo el sistema hidrológico de las lagunas Puilar, Chaxa y Barros Negros (ver Figura 6-1). De esta forma los puntos que se describen en este apartado son los que la RCA 226/2006 engloba en el Sistema Soncor junto con los siguientes puntos pertenecientes al Sistema Vegetación Borde Este;

- **De la serie L1**: L1-3 y L1-17.
- **De la serie L2:** L2-4, L2-7, L2-12, L2-17, L2-25, L2-26.
- **De la serie L7**: L7-3, L7-6, L7-13, L7-14, L7-15.

Figura 6-1: Infraestructura englobada en el sistema Soncor y clasificada según comportamiento de los niveles



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

Niveles de agua subterránea y superficial

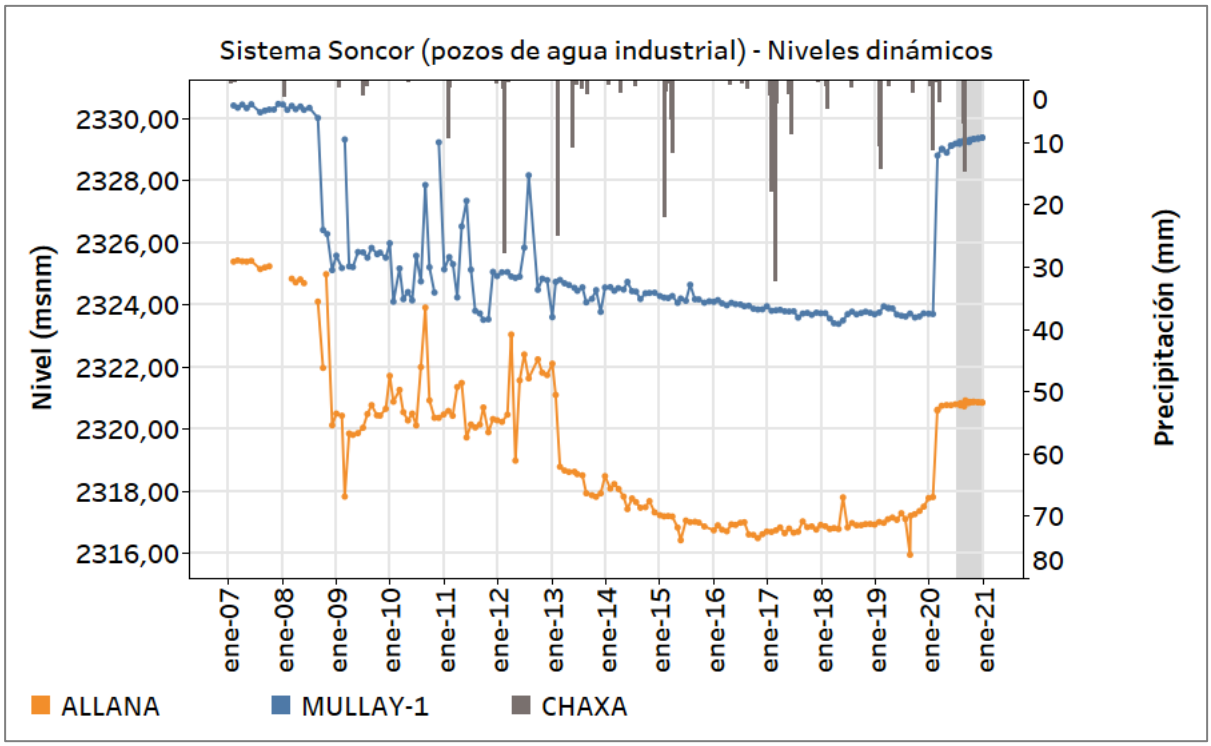
Niveles en pozos de bombeo de agua industrial

En el sistema Soncor, los pozos de agua industrial presentes son el Mullay-1 (ubicado más al norte del sistema) y el Allana. En la Figura 6-2 se muestran los niveles hasta el mes de diciembre 2020.

El pozo Allana mostraba un descenso constante entre 2013 y mediados del 2016. A partir de entonces se empezó a medir una recuperación del nivel, cuya tasa de variación aumentó en 2018. Este comportamiento puede ser debido a la detención de los pozos de agua industrial, entre ellos el pozo Camar-2 (se detuvo en enero de 2018 y se mantiene así hasta la fecha). En febrero 2020 se redujo el caudal en este pozo de 40 L/s hasta los 18 L/s aproximadamente, hecho que se reflejó en una recuperación del nivel de 4,5 m (con respecto la cota medida en enero de 2007), desde entonces y durante el segundo semestre 2020 se ha mantenido el nivel estable alrededor de la cota 2.320,85 m.s.n.m.

El pozo Mullay-1 se mostró con una pendiente de descenso estable hasta febrero de 2020, donde se registró recuperación brusca de 5 m debido al cese del bombeo en el pozo, que se ha mantenido desde marzo de 2020. Desde entonces se observa un periodo de recuperación, con una tasa de 43 cm al año, que se mantiene durante el periodo reportado.

Figura 6-2: Niveles dinámicos medidos en los pozos de agua industrial del sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Pozos en zona aluvial

El siguiente grupo de pozos que se analiza para el sistema Soncor son los que se encuentran sobre el acuífero aluvial. Se caracterizan todos por presentar una tendencia histórica al descenso, incluso antes del inicio de la operación de los pozos de extracción de agua industrial del sector (los pozos Mullay-1 y Allana iniciaron su actividad en 2008, pero existen otros pozos que iniciaron el bombeo en el año 1997), aunque no se descartan otros efectos como por ejemplo un aumento de la demanda hídrica del sistema desde las quebradas que recargan el acuífero. De esta forma, No obstante, desde 2007 (inicio del seguimiento ambiental según RCA 226/2006) se observa una tendencia de descenso que se interpreta como una etapa de transición hacia un nuevo equilibrio puesto que se ha detectado que en una época anterior se produjo un máximo de recarga desde la cordillera oriental, y que produce una leve tendencia al descenso sobre la cual se sobrepone el efecto inducido por la explotación de agua industrial de los pozos.

En este grupo existen fuertes diferencias de cota en los niveles (de casi 20 metros), que es una situación esperable para este sector, pero que no permite visualizar las variaciones del nivel con detalle. Por este motivo se ha calculado el descenso el cual se muestra en la Figura 6-3.

En general, los niveles en esta área no presentan respuestas a las precipitaciones. A excepción de los pozos L1-3, L2-7, L2-26 y L7-13 que mostraron un ascenso de los niveles producto de las lluvias excepcionales de febrero de 2019. Estos cuatro puntos son los que mostraron una respuesta más fuerte a este episodio de precipitación y esto puede explicarse porque son los puntos más someros (profundidad con respecto la superficie del terreno) y más próximos a la zona marginal y que, por tanto, reciben la recarga de forma directa e indirecta (a través del acuífero, preveniente de las partes altas de la cordillera). Para estos puntos, en el segundo semestre de 2020, se observa una recuperación a la tendencia previa a la lluvia de 2019, que corresponde a un descenso de entre 5 y 6 cm/año, junto con la presencia de un leve pulso producto de la lluvia registrada en agosto de 2020.

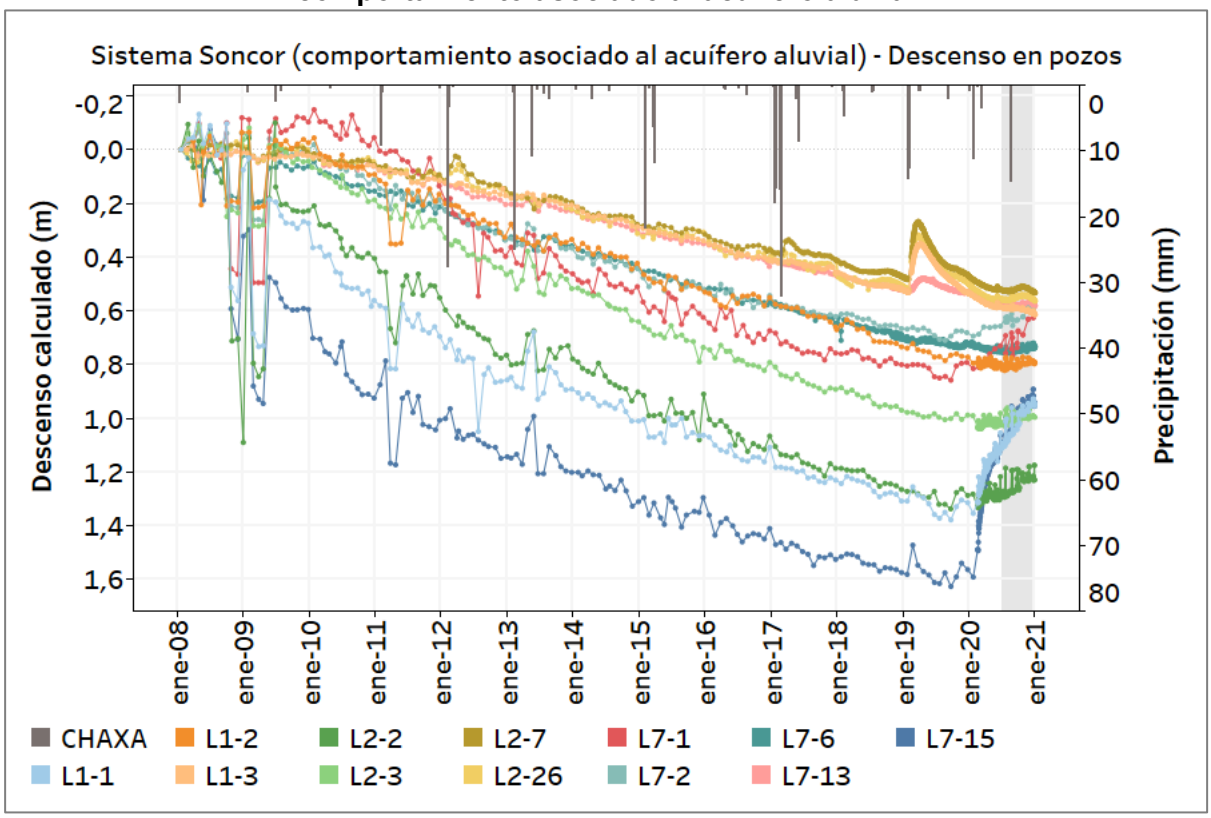
El resto de los pozos de este grupo, que se encuentran más alejados de la zona marginal, y por tanto más próximos a los pozos de bombeo, han mostrado descensos de entre 6 y 10 cm/año desde el inicio del seguimiento (2007) y hasta inicios del primer semestre de 2020, momento a partir del cual, como se ha mencionado anteriormente, el pozo Mullay-1 se detiene y el Allana reduce su caudal a la mitad, con lo que se produce una recuperación (ascenso) de los niveles en estos pozos. Por un lado, la recuperación en cada caso es proporcional a la cercanía a los pozos de agua industrial y, por otro lado, el efecto es distinto según se encuentren más próximos al pozo Allana (con caudal reducido) o al pozo Mullay-1 (detenido); los pozos que presentan mayor recuperación son el L7-15 y L1-1 ya que se encuentran a unos 300 m y 850 m, respectivamente, del pozo Mullay-1. El ascenso producido al cierre del segundo semestre de 2020 es de 65 cm y 40 cm, respectivamente (valores obtenidos de la diferencia entre las mediciones de enero de 2020 y diciembre de 2020).

Los puntos L7-1 y L7-2 se encuentran a unos 4 km al norte del pozo Mullay-1 y presentan también recuperación, pero de menor magnitud que los anteriores; el ascenso producido al cierre del segundo semestre de 2020 es de 19 y 9,6 cm respectivamente (valores obtenidos de la diferencia entre las mediciones de enero de 2020 y diciembre de 2020). El punto L1-2 es el que se encuentra

más alejado del Mullay-1, hacia el oeste (4,3 km) y mostrado este periodo un nivel estable alrededor de los 2.324,43 m.s.n.m., sin tendencia al descenso o ascenso.

Por último, los puntos L2-2 y L2-3 se encuentran próximos a Allana, a 1,30 y 2,30 km respectivamente. Ambos pozos muestran una leve recuperación, que en diciembre de 2020 es de 10,2 cm para el L2-2 y 3,6 cm para el L2-3 (con respecto la medición de febrero de 2020, que es cuando se observa que empieza la recuperación).

Figura 6-3: Descensos calculados de los puntos del sistema Soncor que muestran un comportamiento asociado al acuífero aluvial



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84

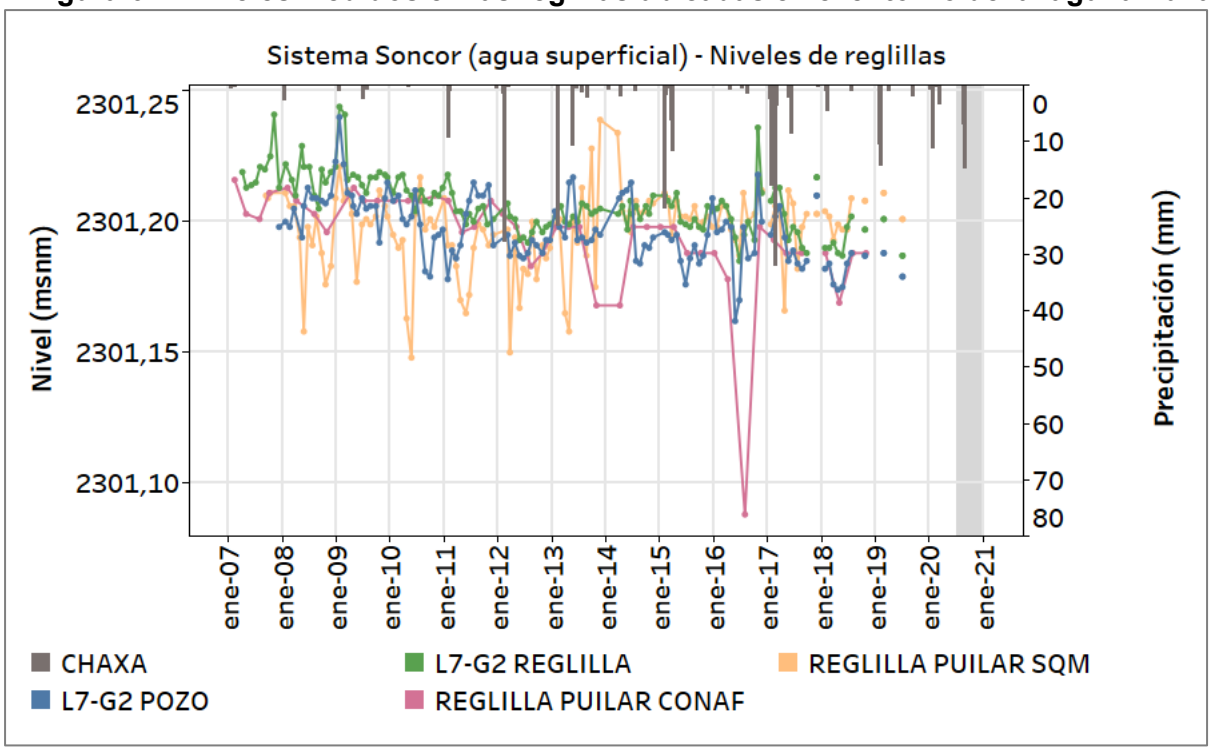
Niveles de reglillas para agua superficial

A continuación, se analizan los puntos que miden los niveles de los cuerpos de agua superficiales. Para esto es necesario mencionar que, aunque el propósito constructivo del punto L1-G4 (Reglilla y Pozo) era medir el nivel de los cuerpos de agua superficiales del entorno de desborde de Cola

de Pez (área de desborde de la laguna Barros Negros), en realidad, se ha observado durante todo este tiempo de mediciones, que los niveles corresponden al acuífero de ese sector (IDAEA-CSIC, 2018). Es por este motivo que su análisis se hará junto con el resto de los puntos de agua subterránea de la zona marginal (siguiente apartado).

Se han graficado los niveles agrupando los puntos cercanos y representativos de cada cuerpo de agua. En la Figura 6-4 se muestran los niveles de los puntos en el entorno de la laguna Puilar: Reglilla Puilar (SQM y CONAF) y L7-G2 (Reglilla y Pozo). Como ya se he descrito en el capítulo de resultados (sección 5.1.1) no hay medidas nuevas para este segundo semestre de 2020, por lo que no se tiene información que permita extraer conclusiones actualizadas del comportamiento de estos niveles.

Figura 6-4: Niveles medidos en las reglillas ubicadas en el entorno de la laguna Puilar



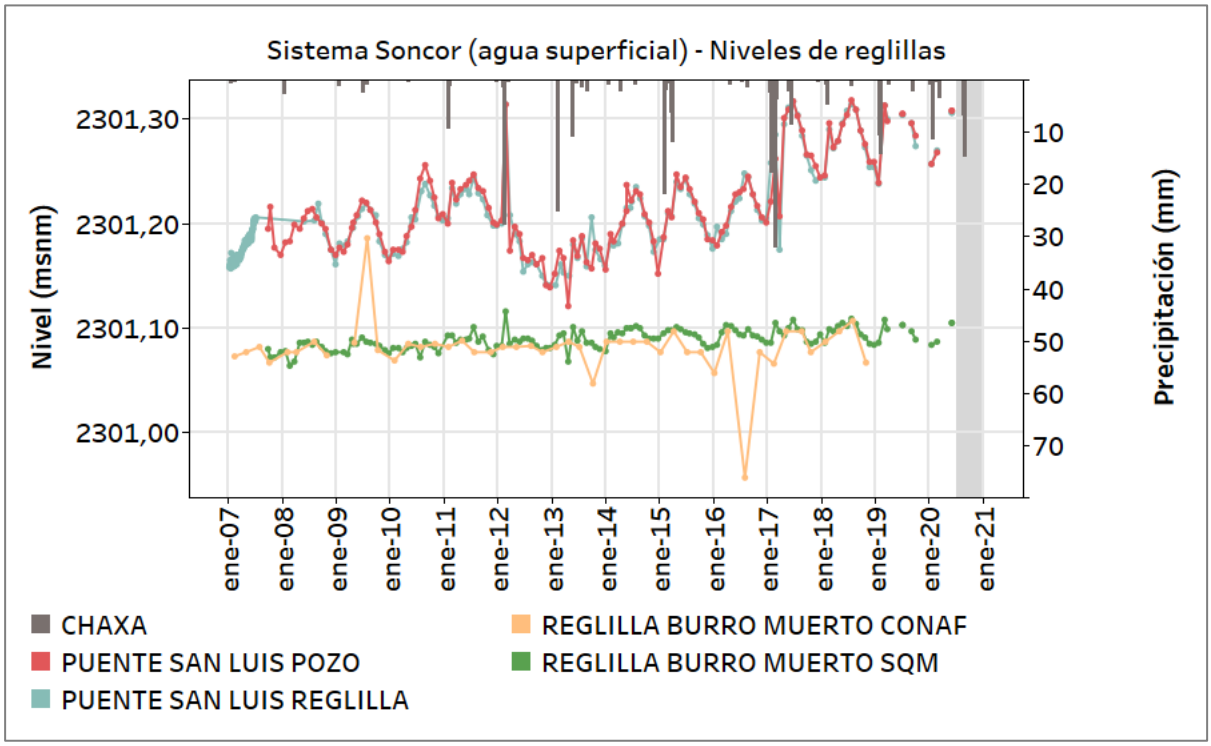
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Se centra a continuación el análisis en el sistema de canales y lagunas que alimentan finalmente la laguna de Barros Negros. Empezando por los puntos ubicados aguas más arriba del sistema,

se muestra en la Figura 6-5 los niveles de Puente San Luis Pozo y Reglilla Burro Muerto (SQM y CONAF).

A partir de los datos históricos, se observa que las mediciones de Puente San Luis (Reglilla y Pozo) son equivalentes y lo mismo con las Reglilla Burro Muerto SQM y CONAF. Respecto de las tendencias, se observa de los puntos Puentes San Luis (Reglilla y Pozo) una oscilación poco regular, aunque sí mantienen la coherencia de máximos en invierno y mínimos en verano. Se puede ver también que, a partir del año 2013, el nivel claramente se muestra ascendente con una tasa promedio de unos 2 cm/año. Por su parte, los puntos de Reglilla Burro Muerto (SQM y CONAF) se han mantenido estables con una tasa de ascenso constante de 1 cm/año y no se aprecia variación estacional. No hay nueva información tomada durante el segundo semestre de 2020 con la que pueda contrastarse la tendencia.

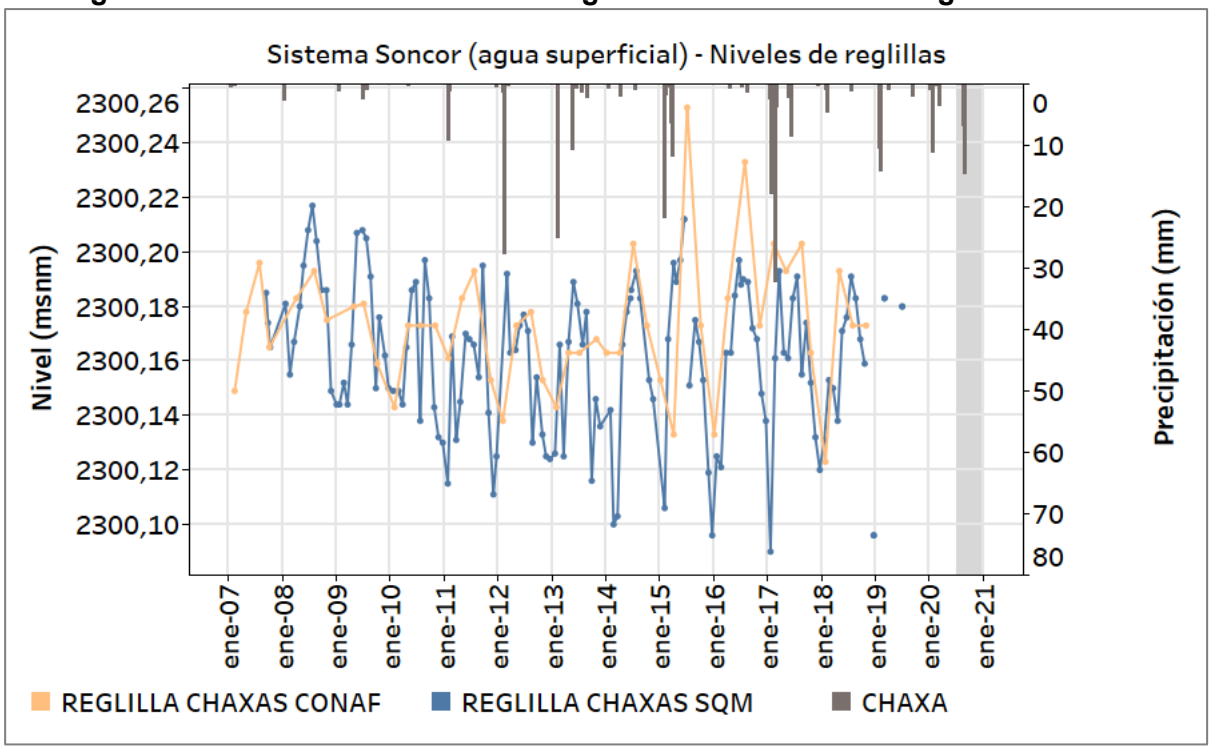
Figura 6-5: Niveles medidos en las reglillas ubicadas en el entorno de medición del aforo Puente San Luís



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Aguas abajo, los siguientes puntos de medición de nivel de agua superficial quedan a la salida de la laguna de Chaxa. Se trata de los puntos Reglilla Chaxas SQM y CONAF y se muestran los niveles registrados en la Figura 6-6. Como ocurre en otros casos, la frecuencia histórica de medición en el punto de SQM es mayor que en el punto CONAF, por lo que el análisis de la tendencia se observa mejor en el primer punto mencionado. Se observa que en este punto (Reglilla Chaxas SQM), previo a 2012, el nivel mostraba una tendencia a descender a la vez que una oscilación estacional de unos 6 cm de amplitud. Llegado 2012 se registra un descenso de 2 cm y a partir de entonces, el nivel se muestra estable y oscilante alrededor de los 2.300,15 m s.n.m. y con una amplitud de unos 9 cm, mayor al periodo anterior. Para el semestre reportado en este informe (segundo de 2020) no existen nuevas mediciones que contrastar.

Figura 6-6: Niveles medidos en las reglillas en la salida de la laguna de Chaxa

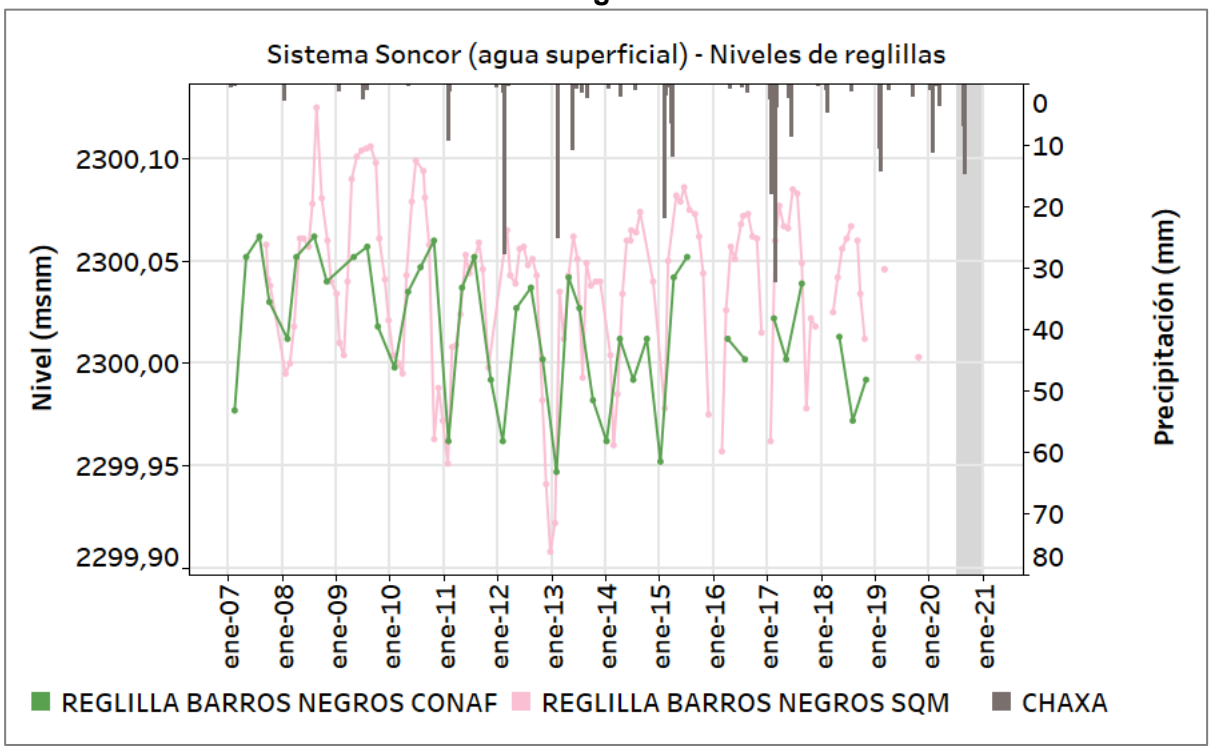


Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84

Llegado a la laguna de Barros Negros, dentro de la laguna se encuentran los puntos de medición de Reglilla Barros Negros SQM y CONAF, cuyos niveles registrados se muestran en la Figura 6-7. Se observa un comportamiento análogo al de la laguna de Chaxa, donde previo al año 2011

la cota promedio es de 2.300,05 m s.n.m. y pasada esta fecha, la cota desciende unos 3 cm (2.300,02 m s.n.m.). Para el semestre reportado en este informe (segundo de 2020) no existen nuevas mediciones que contrastar.

Figura 6-7: Niveles medidos en las reglillas del cuerpo principal de la laguna Barros Negros



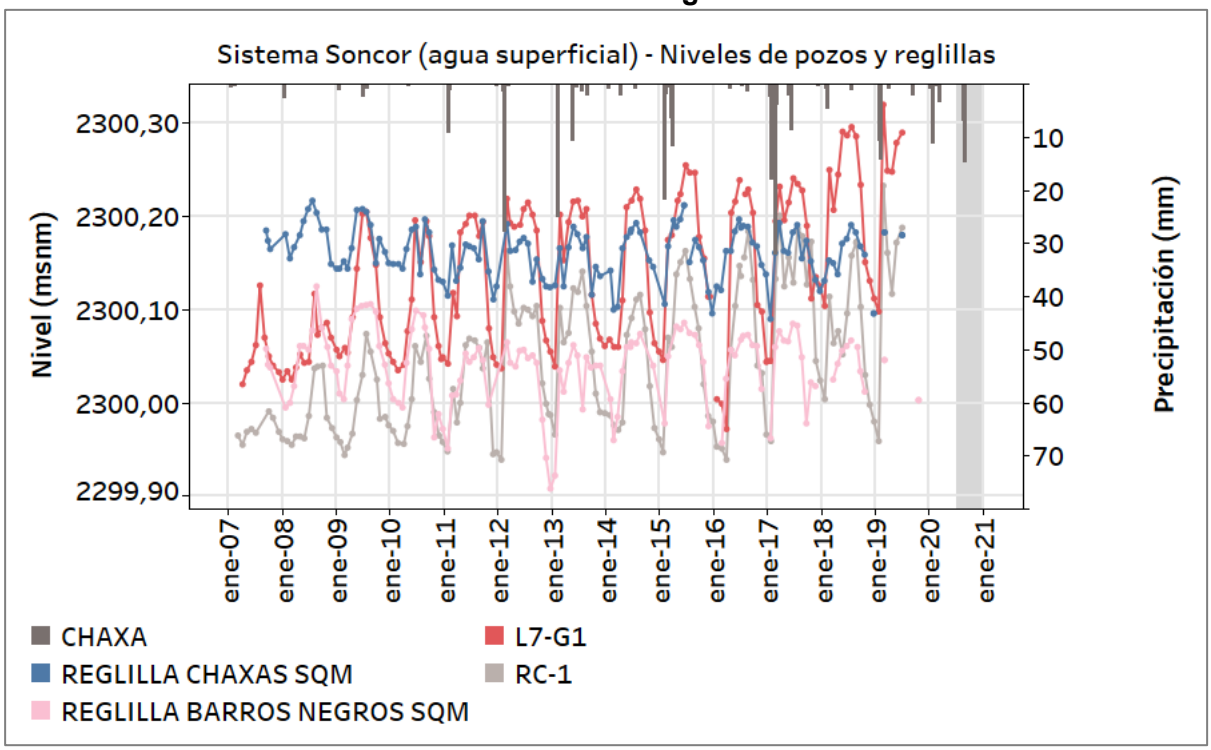
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Por último, se centra el análisis en el canal de Burro Muerto, que conecta la laguna de Chaxa con la de Barros Negros. En este tramo fluvial se encuentra la reglilla L7-G1. En la Figura 6-8 se muestran los niveles medidos en este punto, junto con las reglillas de Chaxa y Barros Negros que, aunque ya se han mostrado anteriormente, de forma conjunta permiten extraer ciertas conclusiones interesantes para el análisis. Como puede verse, se incluye también el nivel del punto RC-1 ya que, si se observa la altura piezométrica de los niveles y la oscilación estacional puede verse que, a pesar de ser un punto construido para medir el acuífero en esa zona, se interpreta que está midiendo en realidad el nivel de los cuerpos de agua superficial. Esto se analiza de nuevo en el siguiente apartado (Pozos en zona marginal). De la Figura 6-8, se extraen las siguientes conclusiones:

- Entre la laguna Chaxa y Barros Negros existe un gradiente hidráulico, que se ha mantenido durante todo el periodo medido, que determina la dirección del flujo. Incluso, como ya se ha mencionado, ambos cuerpos de agua sostienen una disminución de la cota del nivel promedio a partir del año 2010-2011 que, por otro lado, esta diferencia de cota es esperable puesto que se trata de un curso fluvial.
- El punto el punto L7-G1, que se ubica entre ambas lagunas, muestra una oscilación propia de la estacionalidad de la recarga por precipitación. Se hace notar que el promedio de los niveles tiene una tendencia al ascenso; entre 2009 y 2011 los máximos alcanzan la misma cota que en la laguna Chaxa y en los siguientes años mantiene una tendencia de ir superando cada vez más la cota con respecto la laguna. De hecho, a partir del año 2017 iguala los mínimos de verano con la cota de Chaxa. Esta variación entre las cotas de ambos puntos deja entrever un aumento de la recarga de agua proveniente del borde este.

Para el semestre reportado en este informe (segundo de 2020) no existen nuevas mediciones que contrastar, por lo que no puede evaluarse la tendencia actual de los comportamientos descritos en estos cuerpos de agua.

Figura 6-8: Niveles medidos en las reglillas que se encuentran entre la laguna de Chaxa y la de Barros Negros



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84

Pozos en zona marginal

En esta sección se hace el análisis para aquellos puntos que se encuentran en la zona marginal del sistema Soncor. Se trata de un área con diversidad de comportamientos, puesto que existen varios elementos hidrogeológicos que modifican los niveles de forma distinta según el sector. Al oeste de la zona marginal del sistema Soncor se ubica el afloramiento de la interfaz salina y en el centro se encuentra el sistema lagunar definido por la laguna Chaxa - Canal Burro Muerto – laguna Barros Negros y sus desbordes (Desborde Sur y Cola de Pez).

Empezando el análisis en los puntos más cercanos al acuífero aluvial, se identifica un comportamiento que se reconoce por ser transicional entre el aluvial y la zona marginal; estos puntos presentan una tendencia de descenso propia del acuífero aluvial, pero además muestran una oscilación estacional más propia de la zona marginal. Como existen diferencias de cota

importantes que no permiten apreciar el comportamiento a describir, se presenta la Figura 6-9 donde se muestran los descensos calculados para este grupo.

Como se observa en la Figura 6-9, todos los puntos (a excepción del L2-25) muestran una tendencia de descenso; la mayor pendiente la registra el L2-8 con una tasa promedio para el periodo (2008-2019) de 3,6 cm/año y por tanto menor que la registrada en los puntos del acuífero aluvial (que era de entre 5,5 y 10 cm/año). Los puntos L7-3 y L7-14 muestran una menor tasa promedio (1 cm/año y 0,5 cm/año respectivamente). Éstos últimos, además, muestran ser más reactivos a los eventos de precipitación, en cambio, el L2-8 no muestra respuesta inmediata a las lluvias, pero sí muestra una variación en la amplitud de la oscilación en función de si se ha registrado un año hidrológico húmedo o seco (en el primer caso, se observa que la amplitud es menor que en el segundo caso). Esto indica que probablemente el punto L2-8 está más ligado a la recarga subterránea proveniente del borde este. Se destaca, por último, que el L2-8 muestra un cambio a partir de 2015 aproximadamente, con una estabilización (los niveles no muestran tendencia de descenso, ni ascenso) en las cotas de los mínimos y los máximos de la oscilación estacional.

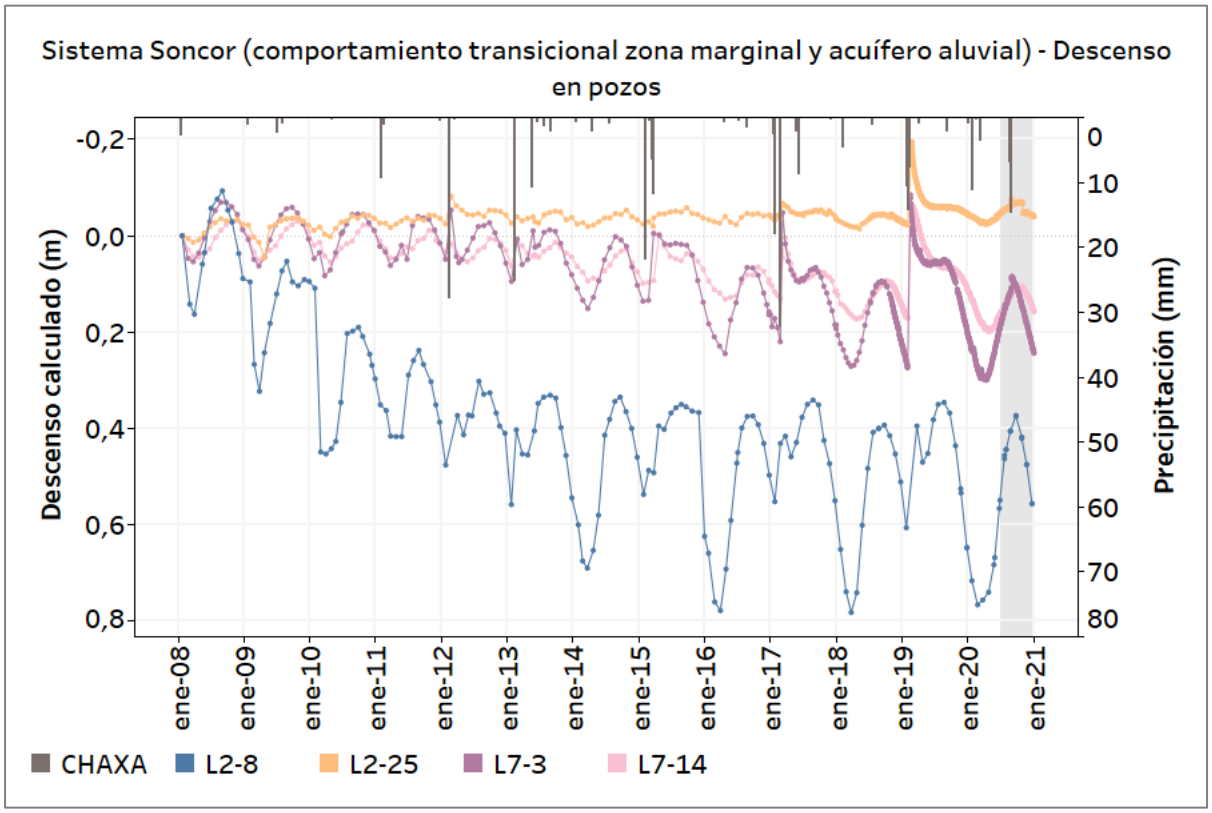
El punto L2-25 muestra un comportamiento con una oscilación menos clara que los puntos descritos anteriormente y se destaca respecto el resto, por mostrar una tasa de ascenso (y no descenso), que es de 0,4 cm/año aproximadamente. Se observa también que muestra una respuesta inmediata a los eventos de lluvia, destacando el registrado en febrero de 2019.

Las medidas tomadas en el segundo semestre de 2020 confirman las tendencias y comportamientos descritos anteriormente; se observa por ejemplo que el máximo alcanzado este semestre en el L2-8 corresponde a una misma cota que el registrado dos años antes (el año anterior el máximo se registró a una cota levemente más alta, influenciado probablemente por la recarga que produjo la lluvia de febrero 2019), por lo que estaría confirmando la estabilización de la tendencia de este pozo observada desde 2015.

Por otro lado, se destaca que el máximo alcanzado por el L7-3 corresponde a una cota similar al año anterior (incluso mayor debido al pulso que se observa justo en este periodo producto de la lluvia de agosto 2020), esto podría estar significando un cambio en la tendencia de este pozo, que estaría reduciendo la pendiente de descenso hacia incluso una estabilización como la

observada en el L2-8 pero más tardía. El L7-14 aparentemente parece también estabilizarse, ya que el máximo de este año 2020 se ha presentado a una cota similar a la del año anterior. De todas formas, es necesario esperar a tener un registro más extenso para validar estas tendencias.

Figura 6-9: Descensos calculados en los pozos ubicados en la zona marginal más cercanos al acuífero aluvial



Fuente: Elaboración propia.

El siguiente grupo de pozos que se analiza en esta sección son los que se encuentran alrededor de la interfaz salina y que por tanto muestran el comportamiento más relacionado con la zona marginal. Se caracterizan por mostrar una tasa de descenso casi nula y una fuerte estacionalidad. Como existen diferencias de cota entre ellos que no permite distinguir el comportamiento a describir, se muestra la Figura 6-10 con los descensos calculados desde 2008, para este grupo.

Los puntos de este grupo se distribuyen de norte a sur, sobre la zona de afloramiento de la interfaz salina en superficie; se trata del 1027 (ubicado más al norte), L7-4 y L7-7 (ubicados cerca de la

laguna Puilar), el L1-17 (ubicado sobre las vegas de Carvajal) y el L2-4 (ubicado más al sur, próximo al sistema Aguas de Quelana).

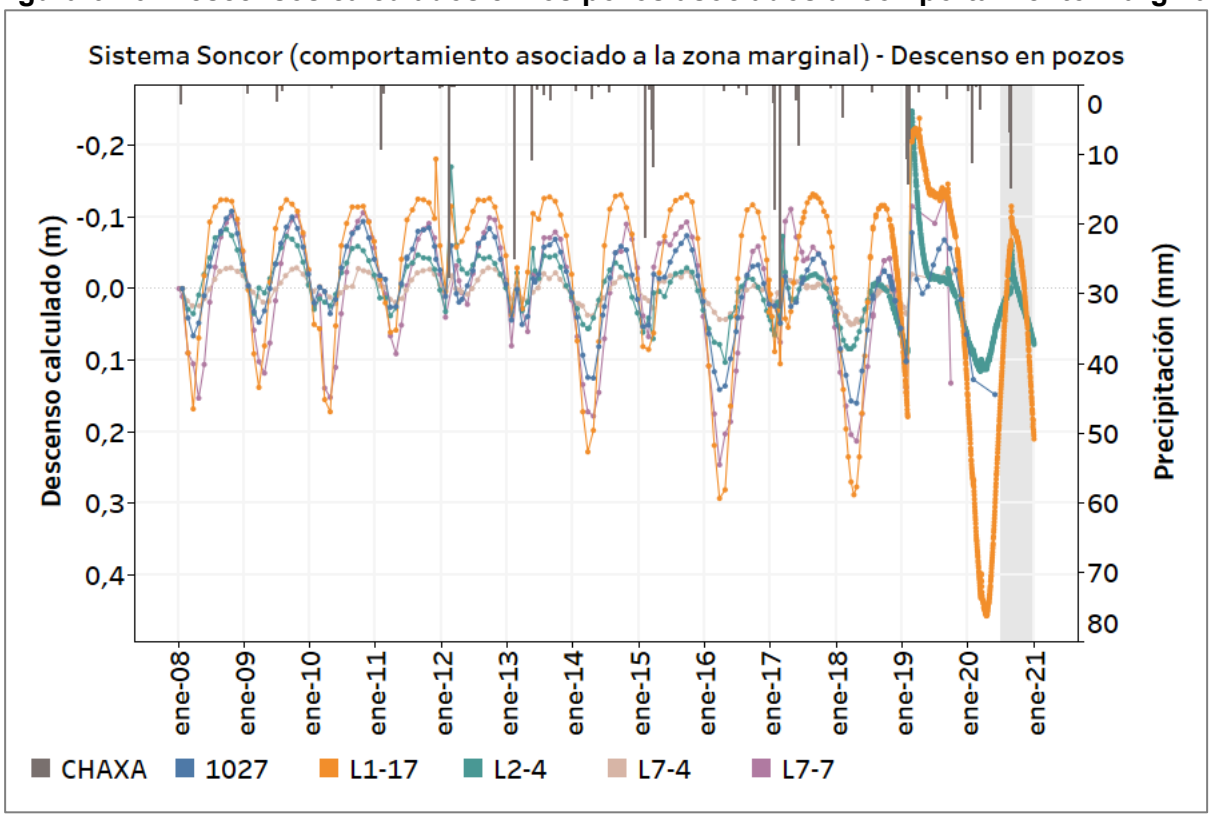
De la Figura 6-10 se observa que el L7-4 es el que muestra menor amplitud de la oscilación (una variación entre máximos y mínimos estacionales de 2,5 cm aprox.). De la figura también se extrae que los mínimos se observan a cotas menores (aumentando la amplitud de las oscilaciones) en los años hidrológicos secos (ver el periodo 2008-2010 y los años 2014, 2016 y 2018). De esta forma, se interpreta que estos puntos están ligados a la recarga proveniente del borde este, además de la recarga directa por lluvia de los eventos más intensos.

Destaca el caso del punto L1-17, indicador de estado que se activó el pasado abril 2020 producto de alcanzar un mínimo histórico y es que el nivel se situó 16 cm por debajo del mínimo del año 2018 (el mínimo de 2019 se registró más elevado producto de la influencia de la lluvia de ese mismo año). A partir de ese momento, el pozo ha mostrado un nuevo patrón de comportamiento, donde la amplitud de la oscilación ha aumentado hasta los 57 cm. Durante el segundo semestre de 2020 el máximo registrado, si bien está influenciado por el pulso producido por la lluvia de agosto de 2020, parece haber alcanzado una cota menor a la de los periodos anteriores. Es necesario ampliar el registro de datos para verificar del todo el nuevo patrón de este pozo.

El patrón de niveles presentado por el L1-17, ubicado sobre las Vegas de Carvajal, no se ha observado en el resto de los pozos de este grupo (puntos con comportamiento del tipo marginal en el sector de Soncor); si bien no se tienen datos actualizados del L7-7, L7-4 y 1027, no se ha observado este aumento de la amplitud de la oscilación en el L2-4. Pero sí se ha registrado un comportamiento similar en el punto L2-27 ubicado sobre las vegas de Quelana. Este punto corresponde al sistema de Aguas de Quelana, por lo que se describirá con más detalle en el apartado 6.1.2, pero antes, se muestra la Figura 6-11 con los descensos del L1-17 y L2-27. Puede verse que, históricamente, ambos pozos han mostrado comportamientos parejos y que en ambos casos se está observando el cambio de comportamiento descrito anteriormente para el L1-17. Se hace notar que el L2-27 muestra un mayor aumento de la amplitud este último año, que ha sido de 67 cm y suponen 10 cm más que la amplitud del L1-17. Esta histórica relación, junto con el reciente cambio de patrón en los dos pozos, ambos situados sobre una vega, podría dar cuenta de una dinámica hidrogeológica conjunta, o por lo menos similar, entre estos dos sistemas

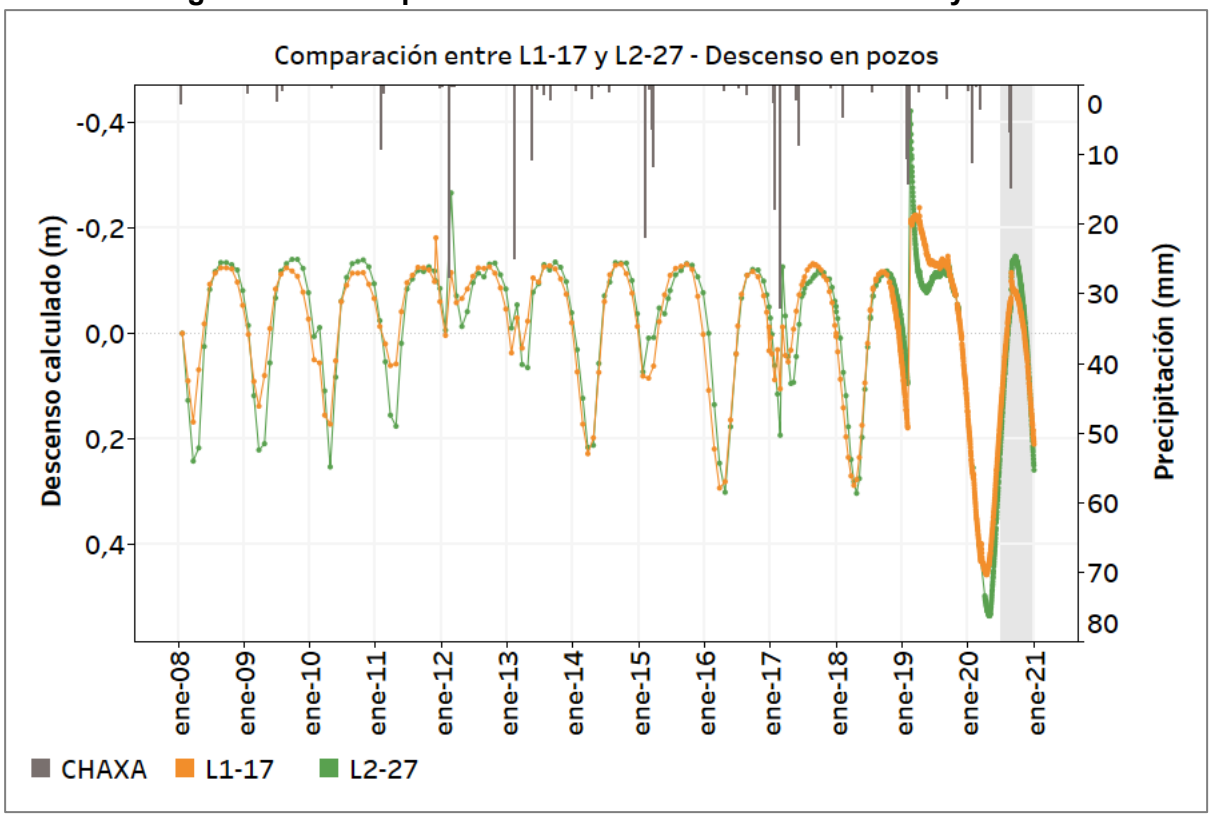
singulares (vegas de Carvajal y Vegas de Quelana). En cualquier caso, estos comportamientos ya están siendo objeto de análisis.

Figura 6-10: Descensos calculados en los pozos asociados al comportamiento marginal



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-11: Comparación de los descensos entre L1-17 y L2-27



Fuente: Elaboración propia.

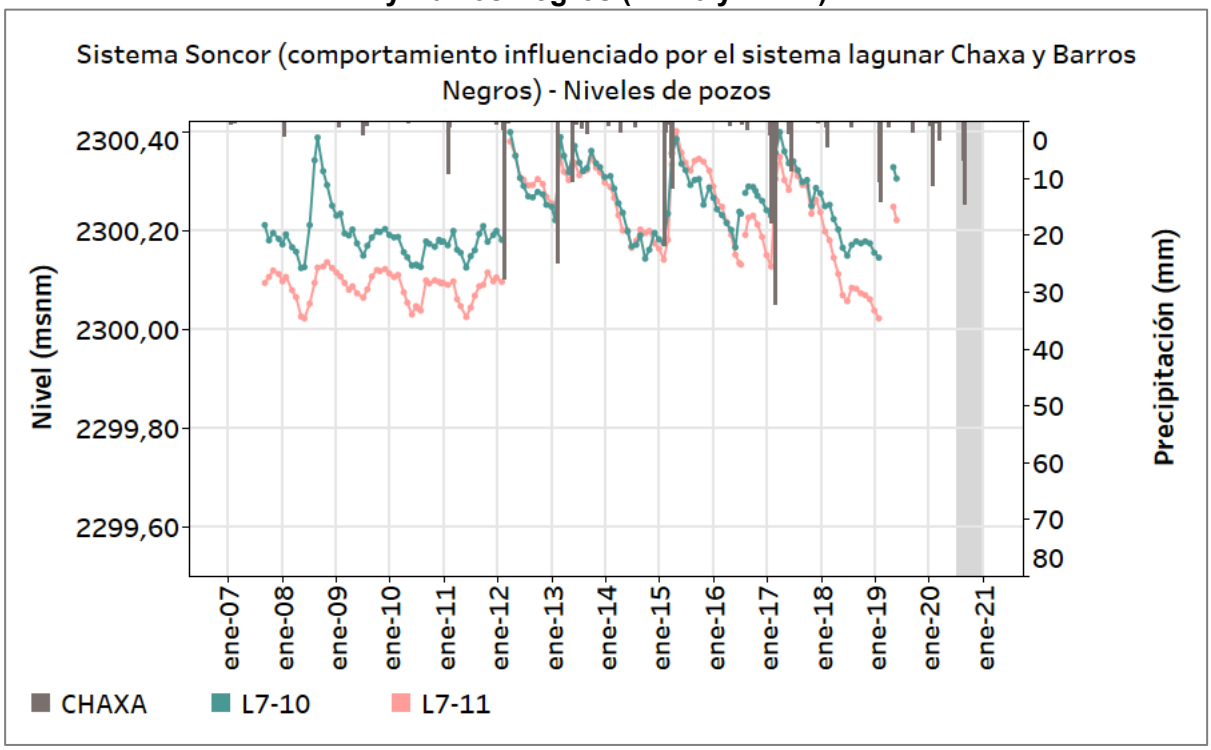
El comportamiento de los niveles en la zona marginal cambia cuando los puntos de observación se encuentran cercanos al sistema lagunar del Sistema Soncor. Se trata del cordón de puntos ubicados al este del sistema Chaxa-Barros Negros y al oeste de la interfaz salina. Su distribución de norte a sur, es L7-10 y L7-11 (Figura 6-12), L1-15 y L1-16 (Figura 6-13), L1-9 y L1-10 (Figura 6-14) y, finalmente, L1-7, L1-4, L1-6 y L2-5 (Figura 6-15). En general, se observa que en este grupo de pozos se pierde la marcada regularidad estacional que presentaban los pozos del grupo anterior (comportamiento asociado a la zona marginal) y no presentan tendencias de descenso.

Se destaca el comportamiento observado en los puntos L1-16 y L1-15 (Figura 6-13); en el periodo 2007-2011 (periodo seco), ambos puntos muestran niveles a cotas similares, pero, a partir de la lluvia de 2012, se genera un salto de la cota promedio significativo, que es más fuerte en el L1-15 (15 cm) que en el L1-16 (10 cm), siendo que el segundo es el que se encuentra más cerca del Canal de Burro Muerto. Ello hace pensar que, a partir de esta fecha, se empieza a producir una

vía preferente de recarga subterránea desde el borde este. De todas formas, tanto estos dos puntos, como el L7-10, L7-11, L1-9 y L1-10 no han podido medirse desde el pasado mayo de 2019, por lo que no es posible analizar el estado actual en esos sectores.

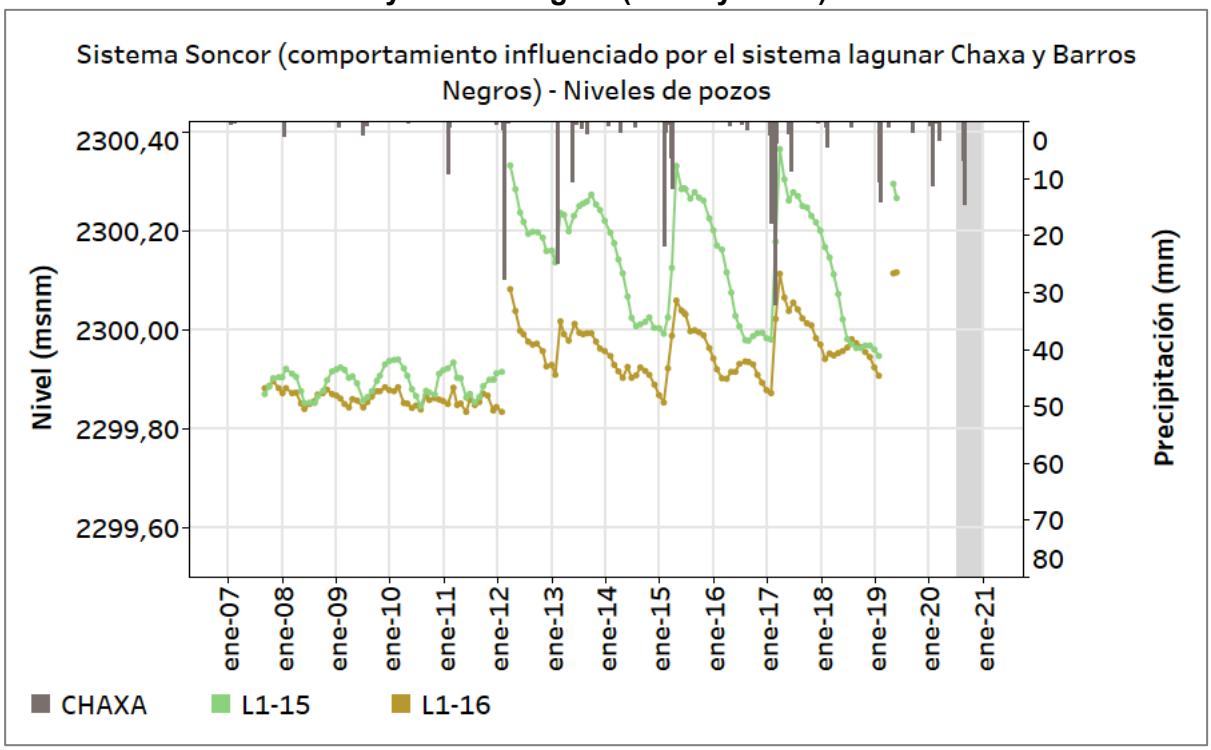
Los puntos ubicados más al sur (L1-7, L1-4, L1-6 y L2-5 en la Figura 6-15) disponen de medidas regulares en el periodo de reporte del presente informe; se observa en el segundo semestre de 2020 una respuesta a las lluvias de agosto de 2020 que ha registrado un ascenso en el mismo mes de entre 5 y 10,5 cm, dando cuenta de la influencia que ejerce la lluvia en estos puntos en forma de recarga directa.

Figura 6-12: Niveles medidos en los pozos influenciados por el sistema lagunar de Chaxa y Barros Negros (L7-10 y L7-11)



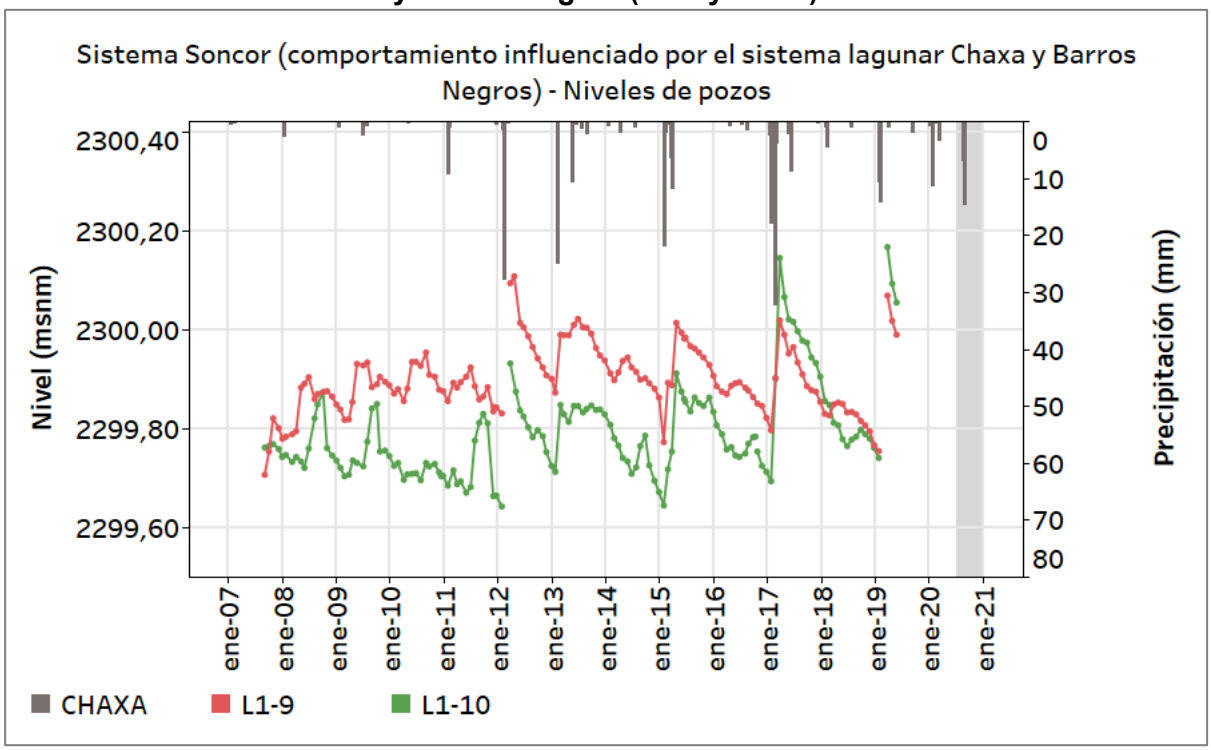
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Figura 6-13: Niveles medidos en los pozos influenciados por el sistema lagunar de Chaxa y Barros Negros (L1-15 y L1-16)



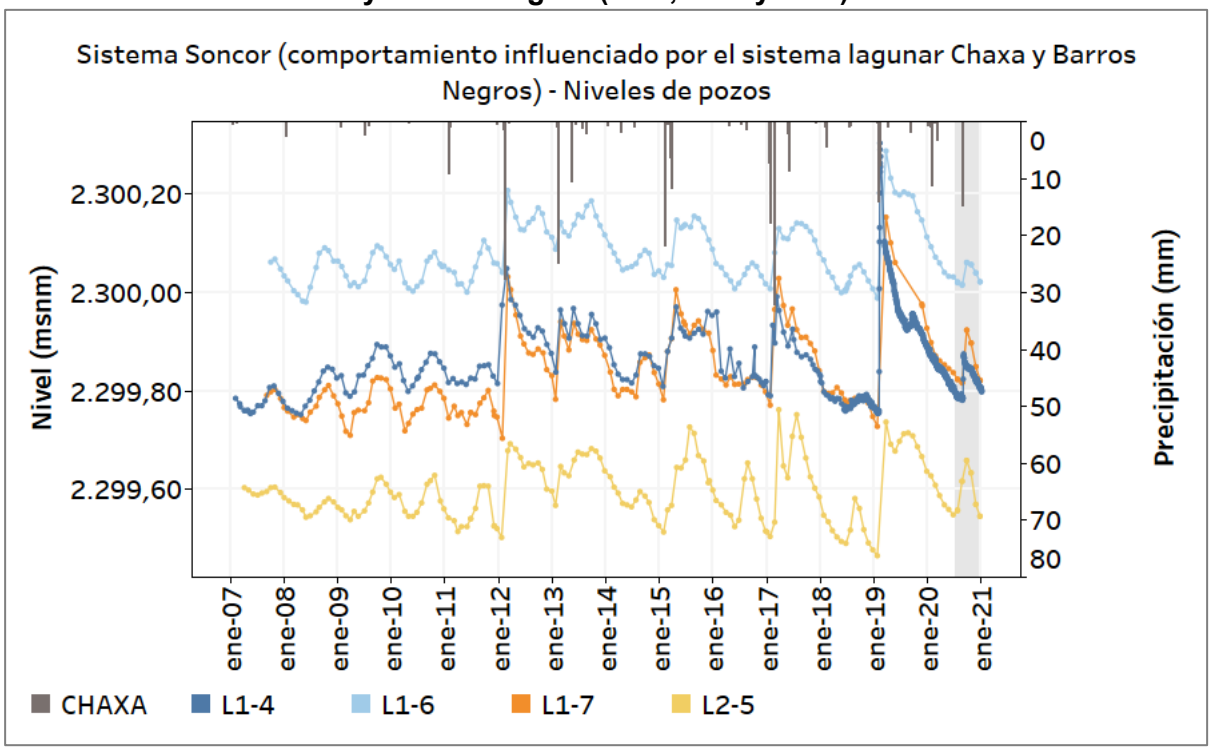
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Figura 6-14: Niveles medidos en los pozos influenciados por el sistema lagunar de Chaxa y Barros Negros (L1-9 y L1-10)



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Figura 6-15: Niveles medidos en los pozos influenciados por el sistema lagunar de Chaxa y Barros Negros (L1-4, L1-7 y L2-5)



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Al oeste y al sur de la laguna Barros Negros es donde históricamente se han producido los eventos de desborde de la laguna. En el sector de desborde de Cola de Pez (al oeste del cuerpo principal), en los pozos influenciados por estos episodios de desborde se han observado dos grupos; el primero es el que recibe el aporte directo del evento de desborde y que se caracterizan por mostrar respuestas inmediatas en sus niveles. El otro grupo es el que, por su ubicación, reciben la recarga de los desbordes de forma residual, es decir, en forma de recarga subterránea y no en forma de recarga directa.

En la Figura 6-16 se muestran los niveles de los puntos que reciben en forma de recarga directa el desborde (L1-5, L1-8, L1-13, L1-G4 Pozo y Reglilla, L2-24, P1-3, P1-4, P1-5, P1-6 y P1-7). En ellos se observa una marcada estacionalidad (oscilación), que disminuye en la medida que el punto se encuentra más alejado del punto por el que se produce el desborde, es decir, que se reduce la amplitud de la oscilación (por ejemplo, el L1-13 tiene una amplitud de 24 cm y para la misma fecha, en el P1-3 es de 7 cm). Se interpreta, por tanto, como un impulso que se produce

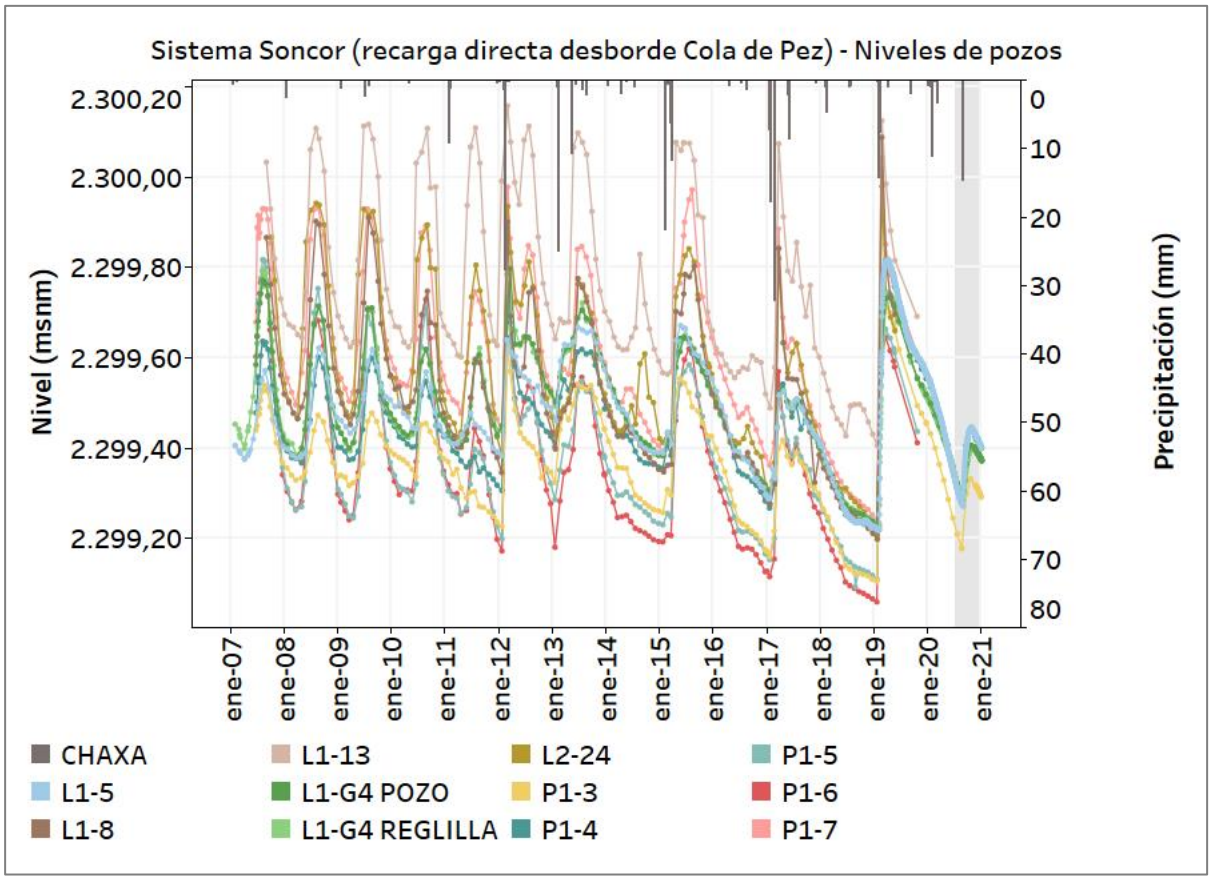
localmente (punto de desborde) y que se propaga en dirección del sentido del flujo del acuífero (desde la laguna y en dirección suroeste), dando lugar a una reducción progresiva de la respuesta al desborde.

No obstante, es posible observar como esta dinámica cambió de forma progresiva durante el año 2011 y más evidente a partir de la lluvia de 2012, que se caracterizó por ser una lluvia muy intensa (38,8 mm en dos días, según la estación de Chaxa) y que se estima que fue el evento a partir del cual cambió la dinámica de desbordes de la laguna Barros Negros (IDAEA-CSIC, 2018)[50]. A partir de esta fecha, se puede ver como se pierde la regularidad de la oscilación, las respuestas más evidentes de los niveles coinciden con los eventos de lluvia y como, progresivamente, en los años 2014, 2016 y 2018, que no fueron años lluviosos, se mide un pulso cada vez más tenue, dando a entender que durante estos años se produjeron cada vez menos desbordes hacia este sector. Por lo anterior, es posible concluir que estos puntos, hoy en día están midiendo los niveles del acuífero sin el aporte superficial que se recibía por los episodios de desborde, los que se vienen produciendo recientemente por el sur de la laguna. El acuífero en esta zona se caracteriza por responder de forma directa a las lluvias y presentar una tasa de descenso de unos 4 cm/año, aproximadamente.

De este grupo de puntos, solo se dispone de mediciones en este segundo semestre 2020 en L1-5, L1-G4 (Reglilla y Pozo), P1-3 y P1-4. Éstos muestran para este periodo un ascenso en los niveles de entre 11 cm (L1-G4) y 18 cm (L1-5), que parte en el mes de agosto de 2020 y alcanza el máximo en el mes de octubre de 2020. Este ascenso es producto de las lluvias registradas en la estación de Chaxa el mismo mes de agosto. No es posible conocer a partir de estos datos si también se ha producido un desborde proveniente de la laguna Barros Negro, pero observando la asimetría del pulso (ascenso rápido y más lenta recuperación), en comparación con las oscilaciones registrada durante el periodo previo a 2012, es podría pensar que este ascenso es producto solo de la recarga producida por la lluvia.

[50] Esta referencia bibliográfica se refiere al Informe de Investigación que se elaboró producto de la activación de los indicadores L1-5 y L1-G4 Reglilla, donde se presentó un análisis exhaustivo de la dinámica de la laguna Barros Negros y sus efectos sobre el acuífero.

Figura 6-16: Niveles medidos en los pozos que reciben la recarga directa del desborde de Cola de Pez



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

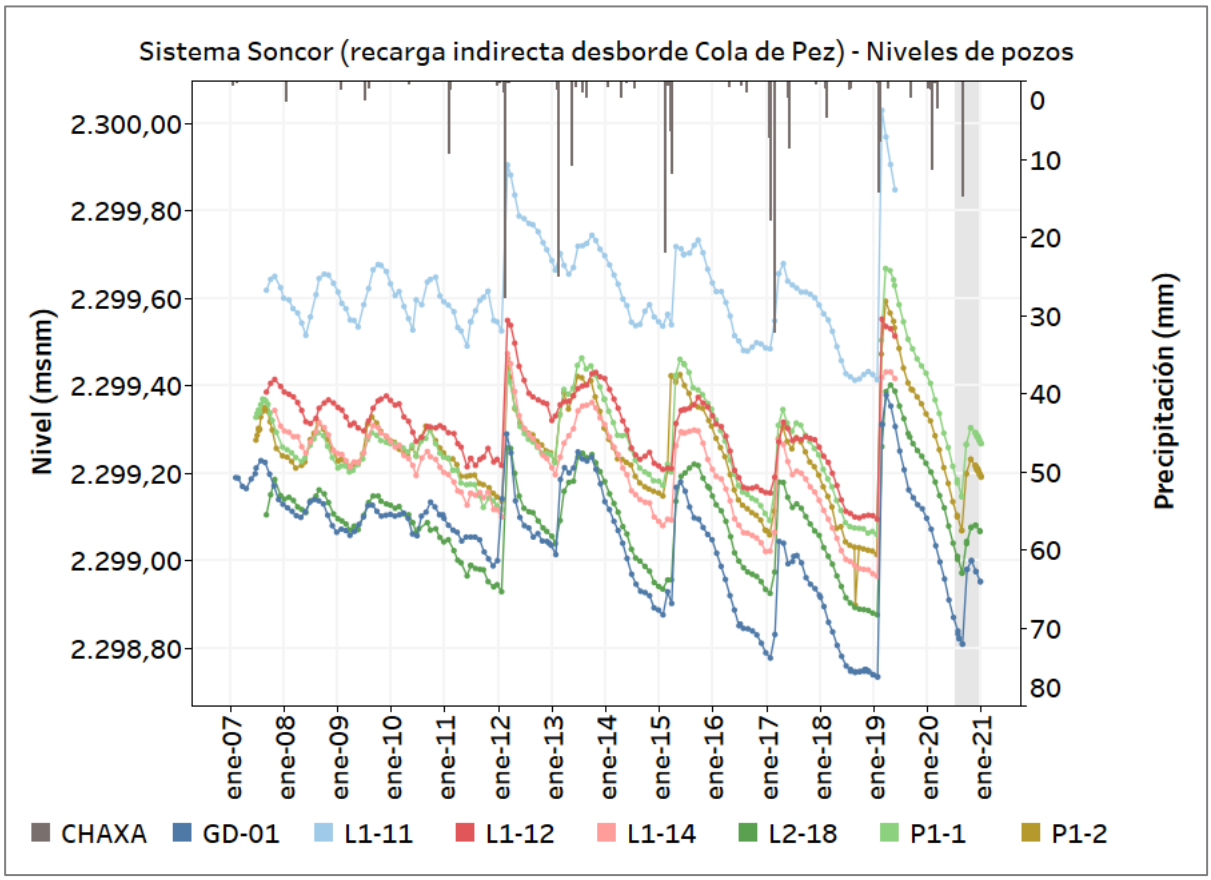
Los pozos que se sitúan más alejados del punto de desborde de Cola de Pez (GD-01, L1-11, L1-12, L1-14, L2-18, P1-1, P1-2) se muestran en la Figura 6-17. En general, se caracterizan por presentar una amplitud de la oscilación que disminuye y se suaviza en la medida que el pozo se encuentra más alejado. Se diferencian además de los anteriores (influenciados de forma directa) porque las cotas en este caso son inferiores; disminuye la cota de forma gradual a medida que el punto se encuentra más alejado del punto de desborde. Todo esto conduce a concluir que el agua proveniente de la descarga llega a estos puntos como un pulso de recarga subterránea.

De la misma forma que se ha identificado en el anterior grupo de pozos (los influenciados de forma directa por el desborde), estos puntos, como es de esperar, también muestran en sus niveles el cambio de la dinámica de desborde de Barros Negros. Por lo que, hoy en día, estos

puntos se caracterizan más por presentar la respuesta debida a la recarga directa de precipitación junto con una tasa de descenso.

De este grupo de puntos, solo se dispone de mediciones en este primer semestre 2020 en GD-01, L2-18, P1-1 y P1-2. Estos muestran para este periodo el mismo pulso de ascenso que se ha descrito en el anterior grupo de pozos; en este caso, el ascenso registrado es entre 11 cm (L2-18) y 19 cm (GD-01).

Figura 6-17: Niveles medidos en los pozos que reciben la recarga de forma indirecta del desborde de Cola de Pez



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

El siguiente grupo de puntos a analizar son los que se encuentran influenciados por el desborde hacia el sector sur de la laguna Barros Negros, llamado Desborde Sur (L2-9, L2-10, L2-15, L2-16, L2-21, L2-23, P2-1, P2-2, P2-3, P2-4 y P2-5). Se conoce a partir de los estudios que se han

elaborado en la cuenca en los últimos años (IDAEA-CSIC, 2018) y como se mencionaba anteriormente, que la dinámica de desborde de la laguna cambió a partir de las lluvias de febrero de 2012; a partir de esta fecha los desbordes hacia Cola de Pez perdieron intensidad para favorecer la salida a través del límite sur de la laguna. Ello produce una serie de cambios en los niveles de los puntos de control de esta zona y que se describen a continuación.

Los pozos influenciados por el Desborde Sur se han dividido en dos figuras (Figura 6-18 y Figura 6-19) para mostrar mejor los distintos comportamientos. En ambas, se acompañan de los niveles de la Reglilla Barros Negros SQM como referencia para el análisis.

En la Figura 6-18 se muestra un primer grupo de pozos, que se caracteriza por estar estrechamente ligados al nivel de la reglilla de Barros Negros. Como puede verse, el punto L2-23 se solapa completamente (en cota y en amplitud de oscilación) con el nivel de la reglilla de la laguna a partir de la segunda mitad del año 2010 y, dada su ubicación con respecto el límite de la laguna se interpreta que este punto en realidad está midiendo las oscilaciones del cuerpo lagunar. Es decir, que se podría decir que el límite de la laguna habría aumentado hasta alcanzar este punto.

Ocurre algo similar con el punto P2-5, que durante el periodo de entre 2007-2017 se muestra oscilante a una cota inferior a la de la laguna (Figura 6-18). Pero, a partir de 2017, se observa cómo se solapan los niveles durante los meses de máximos. Se trata del siguiente punto más cercano al cuerpo de la laguna en este sector, después del L2-23. Así, por ubicación y comportamiento de los niveles, se extrae que durante los periodos húmedos del año el límite del cuerpo lagunar llega hasta la ubicación de este punto.

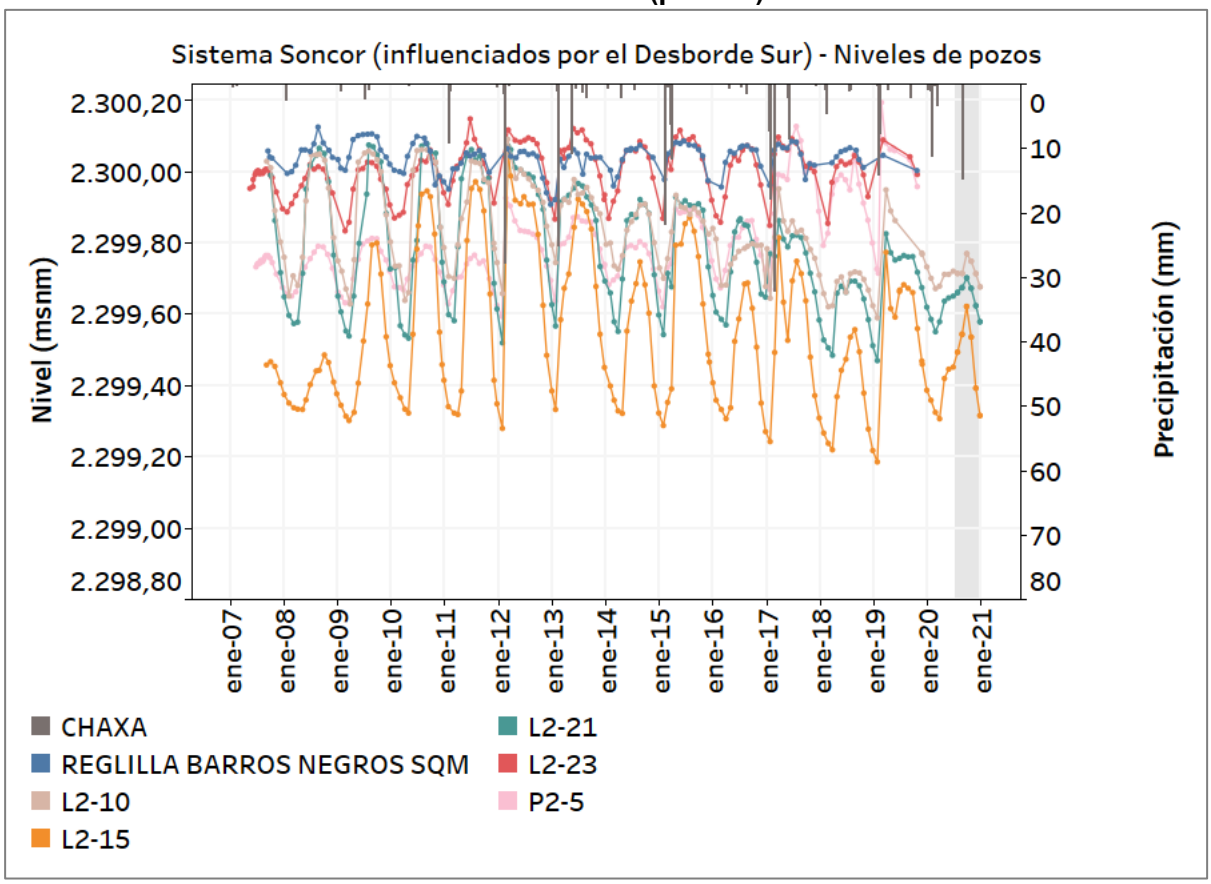
En el lado este del Desborde Sur, se encuentran los puntos L2-10, L2-21 y L2-15. En la Figura 6-18 también se puede ver como en los puntos L2-10 y L2-21, durante el periodo entre 2007 y 2011, los niveles máximos alcanzaban cotas similares a las de la reglilla Barros Negros (no iguales como en los casos anteriores). A partir del 2012, los máximos alcanzados cada vez se encuentran en cotas más bajas (los mínimos se mantienen estables). Esto significa que, a partir de ese año, el Desborde Sur dejó de recargar con la misma intensidad la zona de estos puntos durante los meses húmedos de crecidas. Algo similar se observa en el punto L2-15 (Figura 6-18), que a partir del año 2009 va aumentando la cota de los máximos hasta alcanzar prácticamente

la de la reglilla de la laguna en 2012. Posterior a este año, empieza a disminuir nuevamente. Se extrae, por tanto, que durante el periodo entre 2009-2013 aproximadamente, el Desborde Sur llegó a cubrir el área de este punto. El análisis que se deriva de estos tres puntos da cuenta de que la dinámica de desborde hacia este sector es una dinámica cambiante con los años, tal y como es esperable para un sistema lagunar que se encuentra sobre un terreno con pocas variaciones en su relieve topográfico. Esta es una conclusión a la que otros análisis también han llegado, como por ejemplo el elaborado por Le Roux en 2018 a partir del estudio de los depósitos sedimentarios en la zona.

En el segundo semestre de 2020, para los puntos mostrados en la Figura 6-18, solo se dispone información de L2-10, L2-15 y L2-21. No se tiene información de la propia laguna Barros Negros ni de los pozos cercanos al punto de desborde sur, por lo que, para el actual periodo reportado, no se puede contrastar lo descrito anteriormente en esta zona.

Los puntos que sí disponen de información actualizada son los que se encuentran en el lado este del desborde (L2-10, L2-15 y L2-21). Los niveles muestran un ascenso que podría ser debido a la estacionalidad, pero que no puede analizarse con relación al cuerpo principal de la laguna por falta de datos de ésta.

Figura 6-18: Niveles medidos en los pozos influenciados por la descarga a través de Desborde Sur (parte 1)

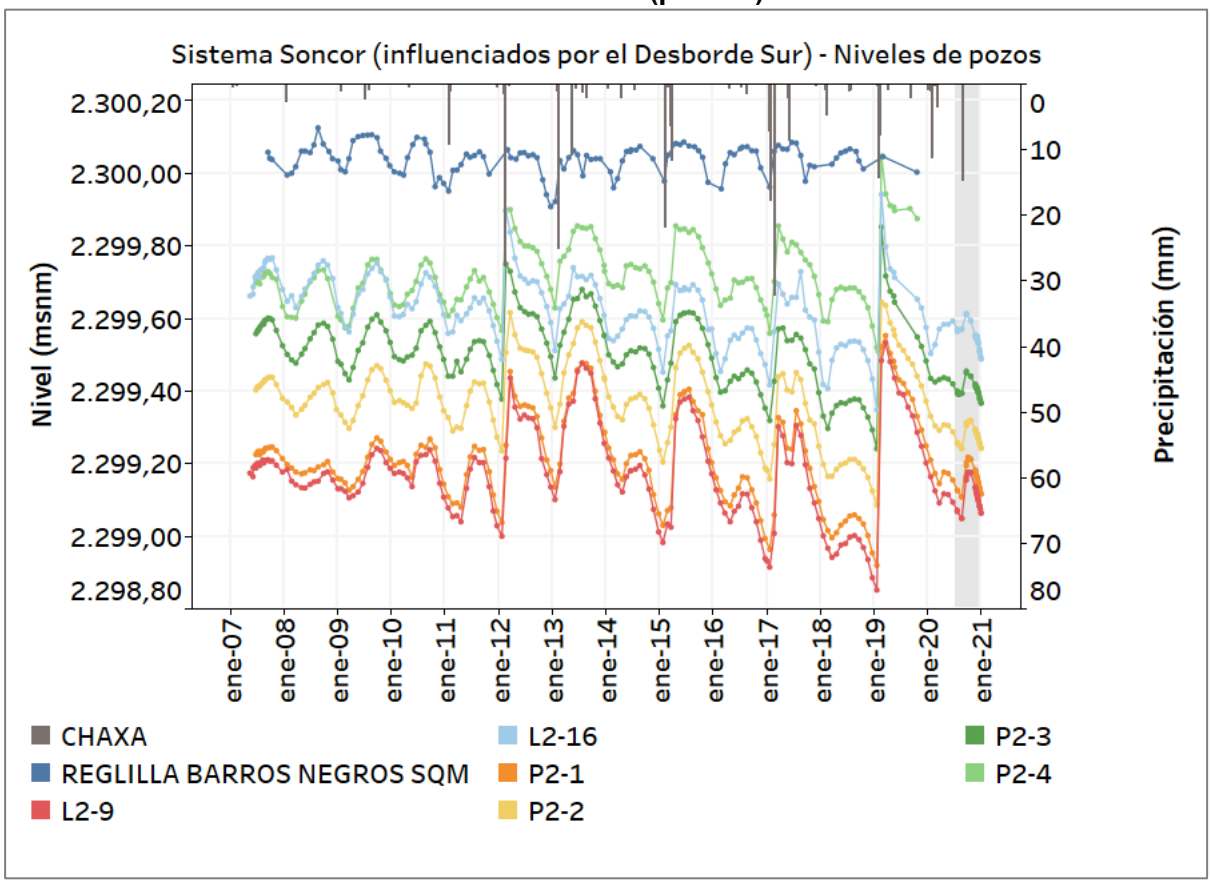


Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Del segundo grupo de puntos influenciados por el Desborde Sur (Figura 6-19) se destaca el gradiente hidráulico que hay entre la reglilla de Barros Negros y estos puntos. Se observa también que estos puntos reproducen los ciclos estacionales (de máximos y mínimos) de la laguna (a cotas más bajas) de una forma suavizada, a la vez que también responden a los eventos de lluvia. Se interpreta por tanto que estos puntos reciben la recarga proveniente del desborde, pero a través del acuífero, en forma de pulso, además de la recarga directa por lluvia. Se observa también que los mínimos reproducen también una tendencia al descenso desde el inicio de las mediciones, en mayo 2007, de unos 2 cm/año.

Los valores medidos de este grupo de pozos, para el periodo del segundo semestre de 2020, muestran un ascenso que parece propio de los ciclos estacionales, pero que no puede contrastarse con la dinámica de la laguna porque no se tiene información actualizada de ésta.

Figura 6-19: Niveles medidos en los pozos influenciados por la descarga a través de Desborde Sur (parte 2)



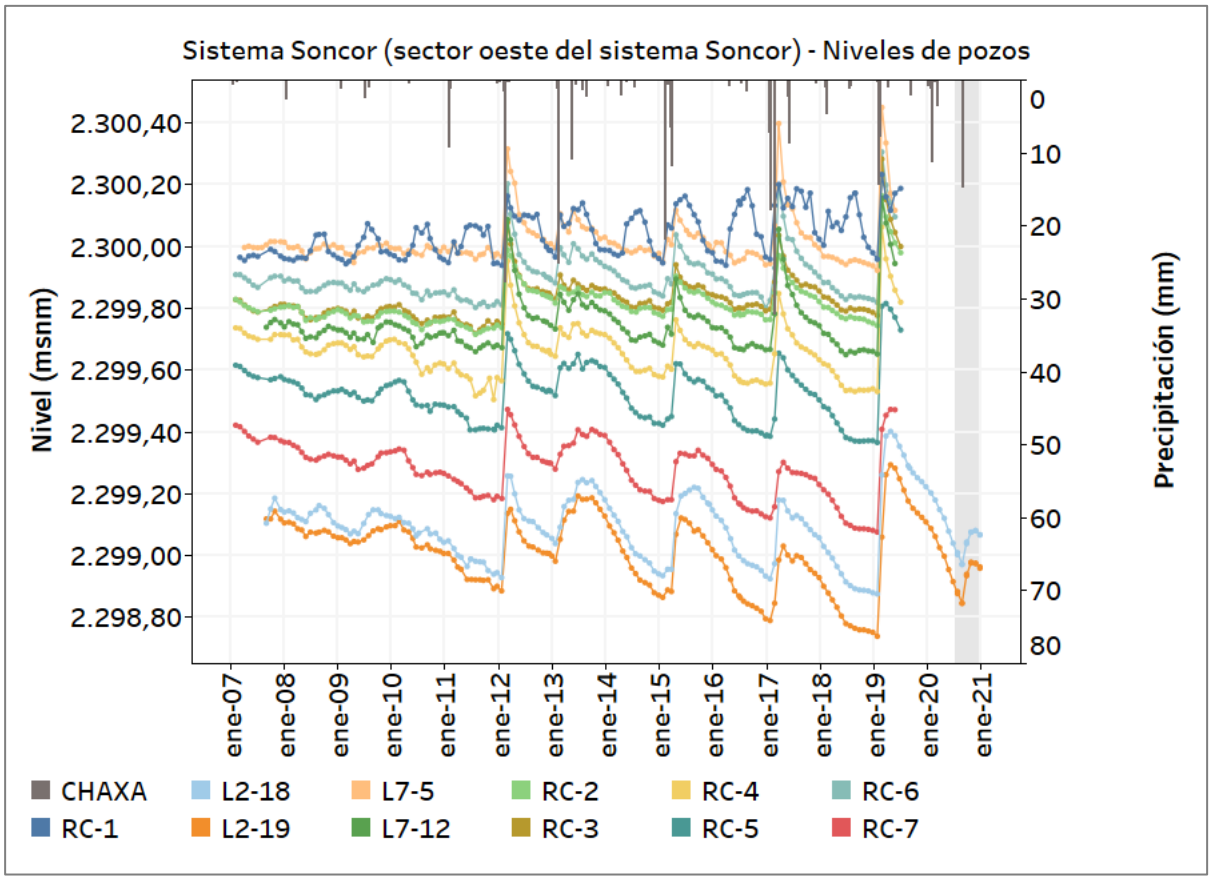
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Al oeste de las lagunas Chaxa y Barros Negros, se encuentra otro grupo de pozos y que se analiza a continuación. Se trata de los puntos L2-18, L2-19, L7-4, L7-12, RC-2, RC-3, RC-4, RC-5, RC-6 y RC-7. Los niveles medidos se muestran en la Figura 6-20, junto con el nivel del pozo RC-1 que, aunque se ha mostrado su evolución en el conjunto de puntos con comportamiento relacionado a los cuerpos de agua superficial, se muestra de nuevo como referencia para el análisis.

Los niveles del acuífero en este sector no muestran un comportamiento estacional, aunque sí se presentan algunas oscilaciones poco regulares y esporádicas. Por otro lado, se observa que la respuesta a los eventos de precipitación no es siempre proporcional a la intensidad de la lluvia y el tiempo de respuesta también varía. Este grupo de pozos destacan también por presentar un gradiente hidráulico con respecto el punto RC-1 (usado como referencia de los cuerpos de agua superficial). Se destaca también que la pendiente de descenso que describen los mínimos de los niveles (cuando no hay efecto de recuperación de las lluvias), aumenta en la medida que los puntos se encuentran más cercanos al núcleo; si se toma el periodo a partir de 2012 para la comparación, el punto L7-5 no muestra apenas descenso, el punto RC-5 tiene un descenso de unos 2,5 cm/año y el punto L2-19 es de 3,3 cm/año. Estos aspectos descritos llevan a la conclusión de que esta zona es una transición desde el área de recarga del norte y hacia el núcleo.

En este grupo de pozos solo se pudieron efectuar mediciones durante este segundo semestre de 2020 en los puntos L2-18 y L2-19. En estos se observa cómo reproducen un pulso de ascenso, con máximo en el mes de octubre de 2020 el L2-19 y en noviembre de 2020 el L2-18, debido al aumento de la recarga producida por la lluvia de agosto del mismo año.

Figura 6-20: Niveles medidos en los pozos ubicados al oeste del sistema de lagunas de Soncor



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Tal y como se ha descrito, en la zona marginal es donde se encuentran los objetos de protección definidos para el sistema Soncor. En este sentido, una vez analizados los niveles históricos junto con la nueva información del segundo semestre 2020, puede concluirse que el sistema se mantiene con las variaciones esperadas según el tipo de comportamiento, por lo que los objetos de protección también se mantienen fluctuando dentro de comportamiento estacional esperado. En el capítulo 6.2 Análisis del Plan de Contingencias se analiza el estado de los objetos de protección a través de la revisión de los indicadores de estado, por lo que puede encontrarse más detalle.

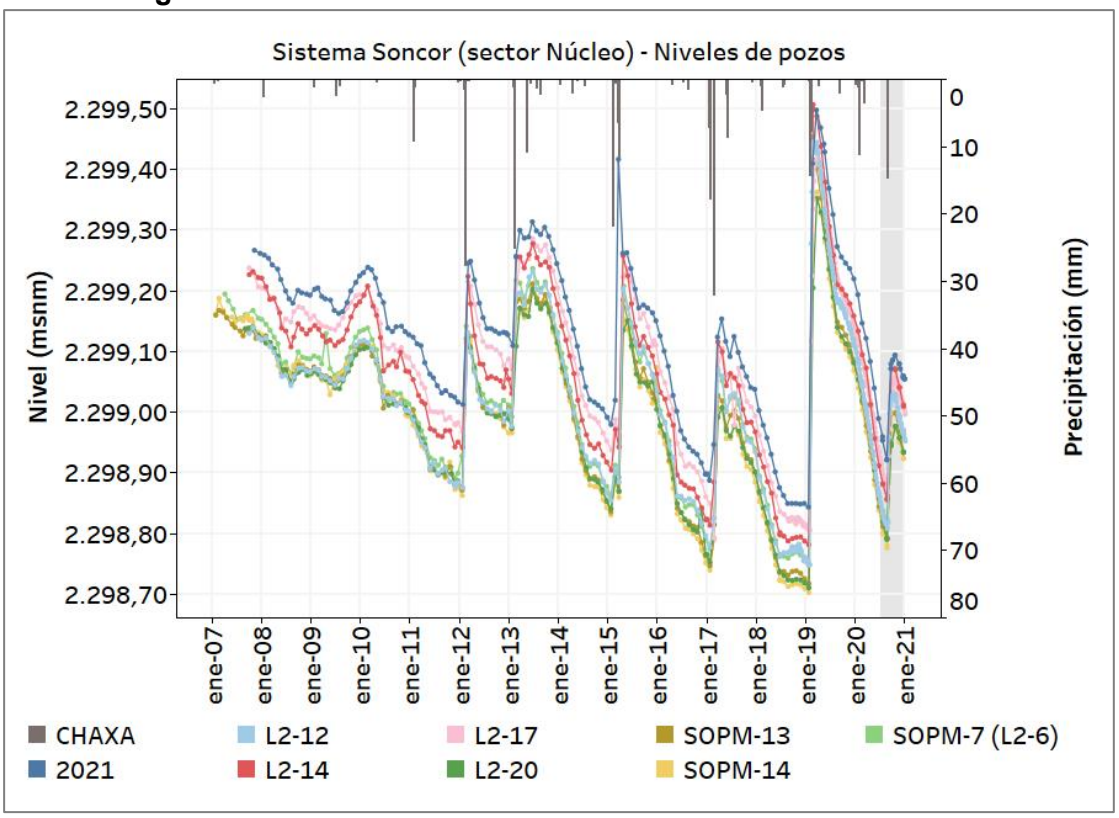
Pozos en Zona núcleo

Cerrando el análisis de los puntos del sistema Soncor, el último grupo de puntos son los que se encuentran sobre el núcleo del Salar. Se trata de los pozos SOPM-7 (L2-6), SOPM-13, SOPM-14, L2-14, L2-12, L2-17, L2-20 y 2021, de los que se muestran sus niveles en la Figura 6-21. Estos no presentan estacionalidad, responden a los episodios de lluvia y muestran una tendencia general al descenso. Además, se caracterizan por el bajo gradiente hidráulico que se observa entre ellos (los niveles se presentan en cotas piezométricas similares), dando cuenta de lo plana que se encuentra la superficie piezométrica en este sector.

Este comportamiento es característico de este tipo de acuífero, dominado por fracturas o disoluciones. La tendencia histórica del núcleo ha sido, de acuerdo con lo esperado, siempre con tendencia al descenso y presentando recuperaciones solo debido a los episodios de precipitación, que actúan como recarga directa. A la tendencia de descenso base (preoperacional), se sobrepone el efecto de la extracción de salmuera de los dos actores de la cuenca (SQM y Albemarle) lo que implica una tasa de descenso más acusada. Estos puntos han demostrado ser sensibles a las modificaciones de las tasas de extracción de salmuera, tal como se comprobó en el informe de Efectividad de Acción, producto de la activación de los indicadores de Soncor (IDAEA-CSIC, 2018), con la estabilización del descenso observado en los puntos L2-17, L2-14 y SOPM-14 y una recuperación observada en el punto L2-12.

Los niveles medidos en el segundo semestre de 2020 corroboran el análisis descrito; actualmente los puntos muestran el pulso con máximos en octubre de 2020, producto de la lluvia.

Figura 6-21: Niveles medidos en el núcleo del sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Superficie de los sistemas lacustres

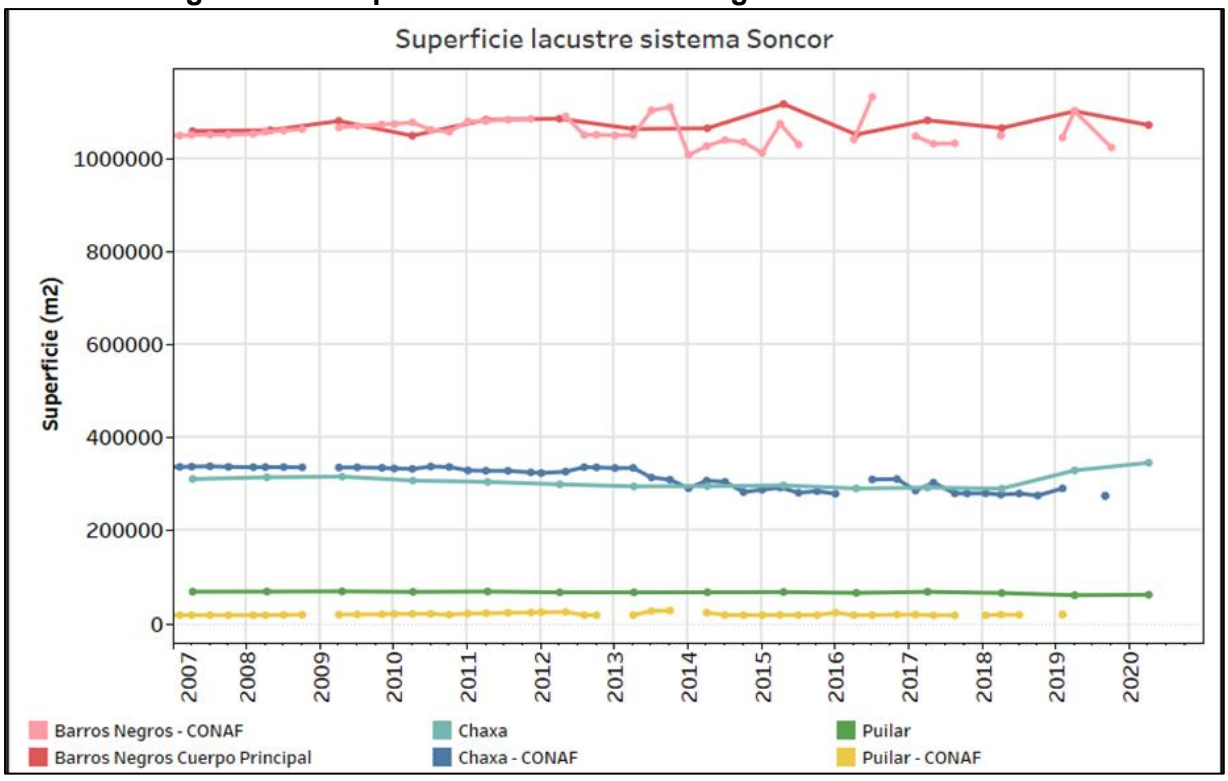
El conjunto lacustre del sistema Soncor está compuesto por las lagunas Puilar, Chaxa y Barros Negros. La superficie de estos cuerpos de agua ha sido medida históricamente a través de imágenes satelitales[51] y estacas perimetrales. La Figura 6-22 muestra la evolución temporal de

[51] Para el presente semestre de reporte no corresponde reportar la superficie mediante imagen satelital, ya que se efectúa el primer semestre de cada año.

la superficie lacustre del sistema Soncor, que durante el segundo semestre de 2020 no tuvo mediciones.

Al comparar las mediciones por imágenes satelitales con las de estacas perimetrales se puede señalar que para el caso de las lagunas de Barros Negros y Chaxa no se observan diferencias sistemáticas entre ambas metodologías, mientras que para el caso de Puilar, las mediciones efectuadas por CONAF[52] son consistentemente menores debido a que esta última solo corresponde a la superficie del canal de aporte y no al de la laguna como tal, debido a que fue incorporado inicialmente como un seguimiento experimental durante el año 2004, en el informe de Monitoreo Ambiental Hábitat y Poblaciones de Avifauna en el Salar de Atacama.

Figura 6-22: Superficie histórica de las lagunas del Sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia.

[52] Convenio vigente hasta diciembre 2018.

Meteorología

El análisis histórico de meteorología de la Estación Chaxa considera la medición de los parámetros de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura desde el inicio del proyecto (Figura 6-23). La precipitación, evaporación y temperatura son parámetros condicionantes del comportamiento de los niveles de varios pozos asociado al sistema.

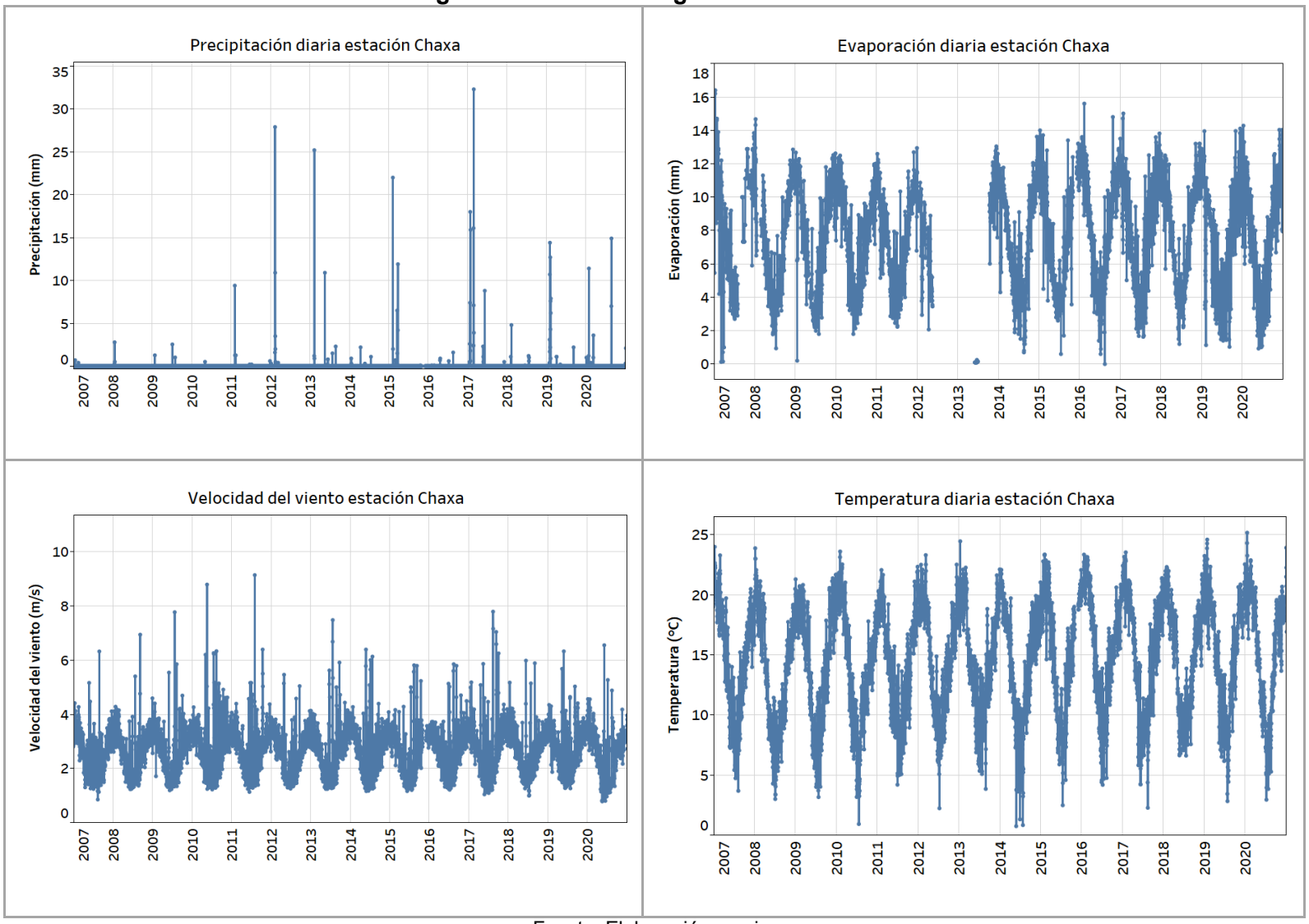
La precipitación histórica muestra un cambio de tendencias, diferenciándose en dos épocas según los eventos de precipitación. El primer periodo, entre mayo 2007 y diciembre 2011, puede considerarse una época seca. Esto dado que se registraron pocos eventos de precipitación, con un máximo de 9,4 mm en el mes de febrero 2011. Posterior a esta fecha, desde el 2012 en adelante, se observa un incremento de las precipitaciones. Esto ocurre principalmente en el primer trimestre de los años 2012, 2013, 2015, 2017 y 2019, alcanzando un máximo histórico de 32,3 mm/día el día 25 de febrero de 2017. Durante el periodo a reportar, se observan dos eventos de precipitación los días 23 de agosto y 24 de agosto, de 7 mm/día y 14,9 mm/día respectivamente. Acumulando un total de 21,9 mm durante el segundo semestre del año 2020.

A nivel histórico, la evaporación y la temperatura presentan una oscilación anual, con máximos en verano. Cabe señalar que aquellos pozos que tienen una periodicidad anual en sus niveles se encontrarían determinados por la evaporación y la temperatura del sector.

Finalmente, es importante mencionar que la falta de datos entre mediados de mayo 2012 hasta octubre 2013 se reportó en el informe Nº10 del PSAH. Esta falta de datos se debe al corte de camino producido por las precipitaciones, lo que imposibilitó el transporte del agua necesaria para el correcto funcionamiento del estanque evaporímetro. Adicionalmente, debido a las restricciones de ingreso al sector evidenciadas durante el presente período, los datos de evaporación, precipitación, temperatura y velocidad del viento debieron ser rellenados en algunos periodos[53].

[53] Debido a restricciones de ingreso al sector de la estación los datos de evaporación y precipitación debieron ser rellenados (ver detalle en Anexo 11.2).

Figura 6-23: Meteorología Estación Chaxa

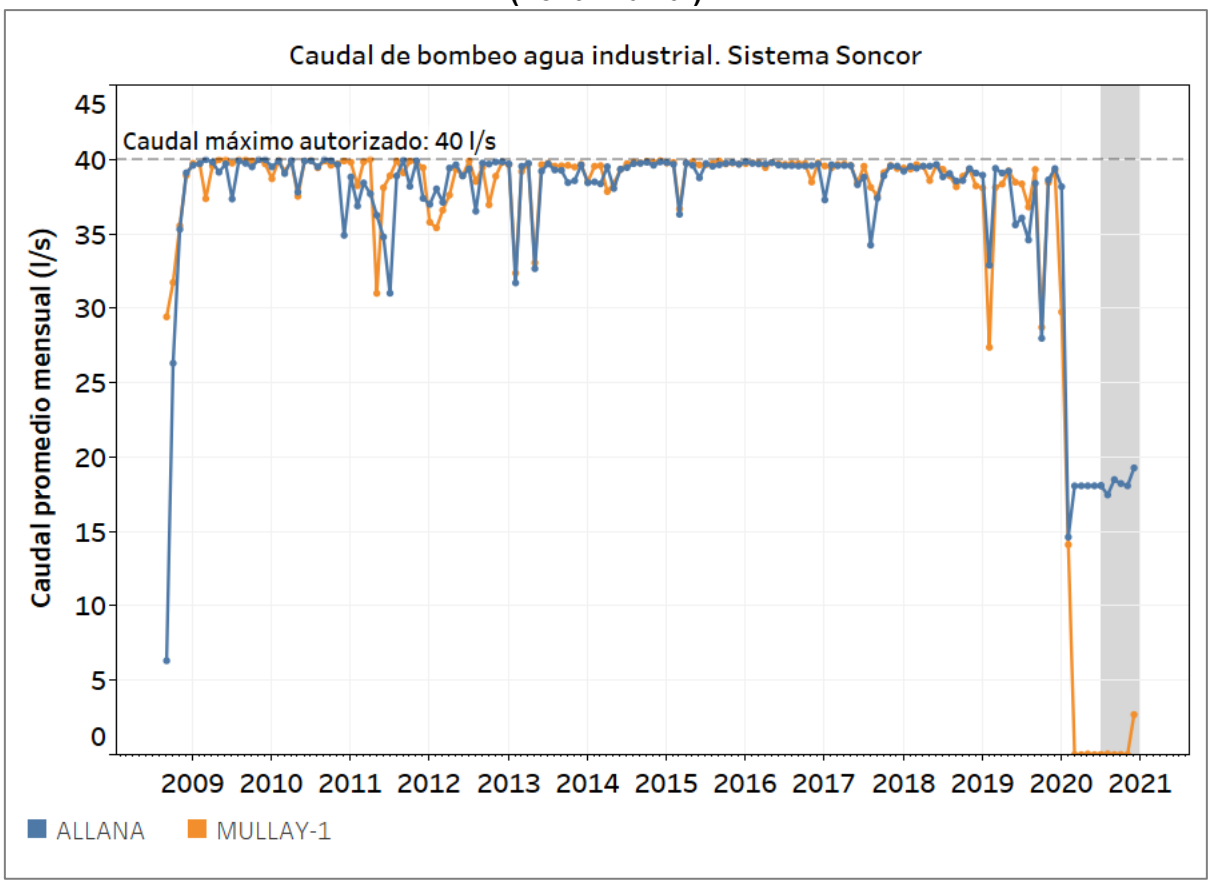


Fuente: Elaboración propia.

Caudal bombeado

Los pozos de bombeo de agua industrial Mullay-1 y Allana (ubicados en el sector aluvial frente al sistema Soncor) iniciaron sus operaciones el día 15 de septiembre de 2008. En la Figura 6-24 se muestran los caudales medios mensuales históricos hasta 31 de diciembre de 2020. Desde su puesta en marcha, ambos pozos han bombeado caudales menores a los derechos otorgados y autorizados ambientalmente (40 L/s cada uno). A partir de junio 2018 ambos se mantuvieron alrededor de los 39 L/s y en 2019 disminuyó el régimen de extracción, registrando mínimos sobre los 27 L/s. En febrero de 2020, en el marco de decisiones de carácter operacional, se reduce a más de la mitad el caudal del pozo Allana (unos 18 L/s) y se deja de bombear el Mullay-1; en el presente periodo de reporte se mantiene la misma situación.

Figura 6-24: Caudal histórico de los pozos de Agua Industrial del Sistema Soncor (Zona Aluvial)



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Calidad Química

Calidad del agua en pozos y reglillas de monitoreo

La evolución histórica de los parámetros fisicoquímicos medidos en los pozos y reglillas de monitoreo del Sistema Soncor se presenta en las siguientes figuras:

Figura 6-25, Figura 6-26, Figura 6-27, Figura 6-28, Figura 6-29,Figura 6-30 Figura 6-31, Figura 6-32, Figura 6-33, Figura 6-34 y Figura 6-35, que corresponde a los puntos L2-4, L1-4, L1-5, L1-6, L2-3, L2-5, L7-3, SOPM-7 (L2-6), SOPM-14, L1-G4 Reglilla, L7-G1, respectivamente[54, 55].

Los pozos de monitoreo ubicados en el aluvial (L2-3) o en la zona marginal próxima al aluvial (L7-3 y L2-4), son los que presentan menores valores de CE (< 15 mS/cm) y STD (< 20.000 mg/L) y una densidad muy próxima a 1,0 g/mL.

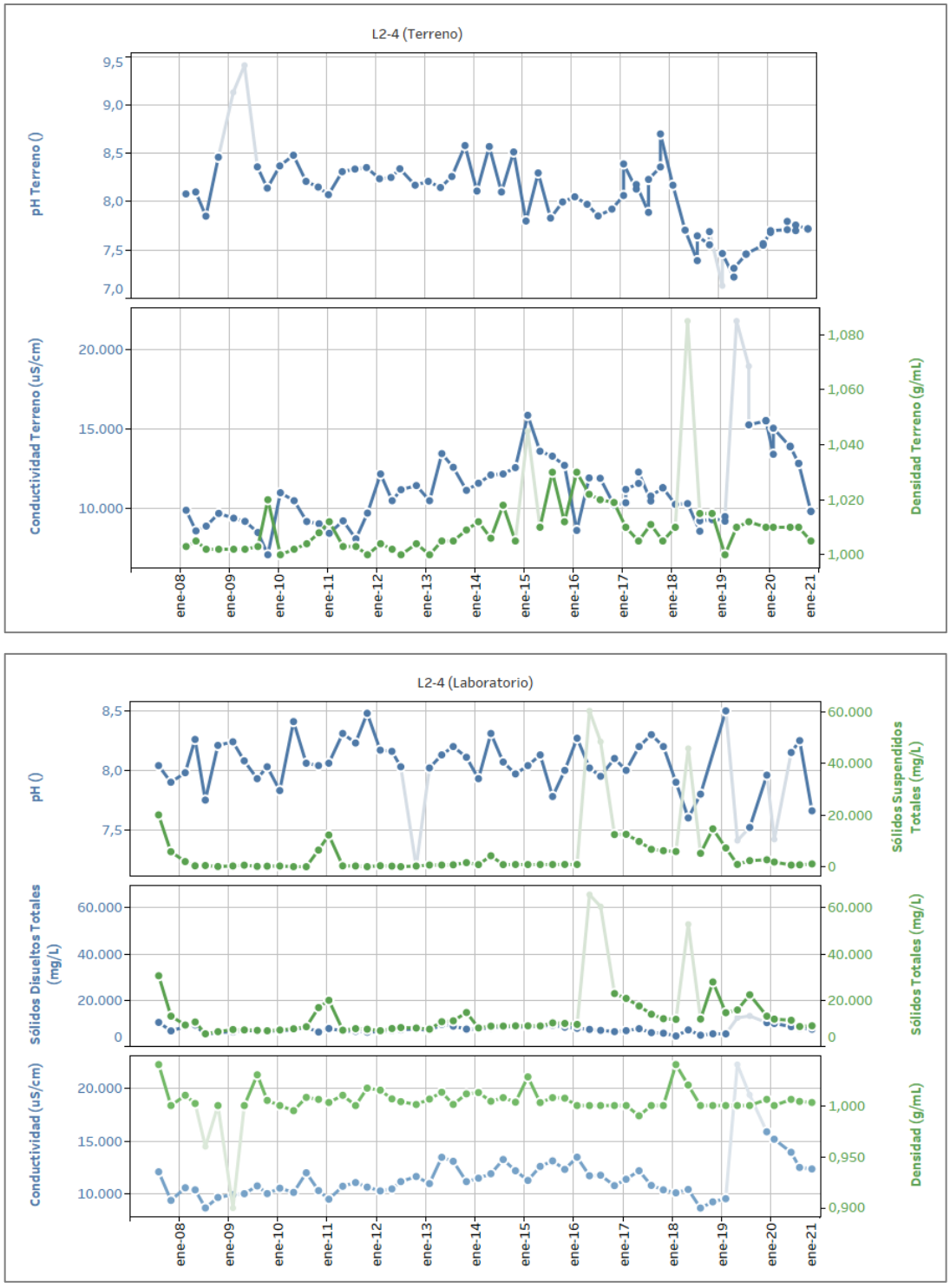
La reglilla L7-G1 presenta una marcada estacionalidad para la conductividad y los sólidos disueltos y totales, mostrando valores máximos en verano y mínimos en invierno, coincidente con el régimen de evaporación y contrario al régimen de caudales del canal de Burro Muerto.

El resto de los puntos presentan características de salmuera (densidad >1,2 g/mL, STD >200.000 mg/L y CE > 200.000 µS/cm) por encontrarse en el núcleo o en la parte más distal de la zona marginal, al oeste del afloramiento de la interfaz salina.

[54] En el informe Nº5 del PSAH se detectaron errores en las mediciones de la CE y SDT de las muestras de aguas subterráneas con alta CE, reportadas por el Laboratorio ALS Environmental hasta julio de 2008. Se adjuntó carta explicativa emitida por ALS Environmental, así como un breve análisis.

[55] En el informe N° 26 del PSAH se detectaron errores en las mediciones de SDT y ST de las muestras de aguas subterráneas con alta CE, reportadas por el laboratorio ALS Environmental hasta diciembre de 2015. Al respecto se realizó un estudio encargado a SRK y presentado en el Anexo 10.3 del citado informe. Adicionalmente, el mismo problema fue detectado en la campaña de mayo de 2020 y se adjunta la carta de respuesta de ALS, indicando que el error en los resultados de STD y ST se debe a un error en la toma de alícuota y que realizará una capacitación del personal para evitar que vuelva a suceder. (Esta carta se presenta en el Anexo 10.2).

Figura 6-25: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L2-4



Fuente: Elaboración propia. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-26: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L1-4



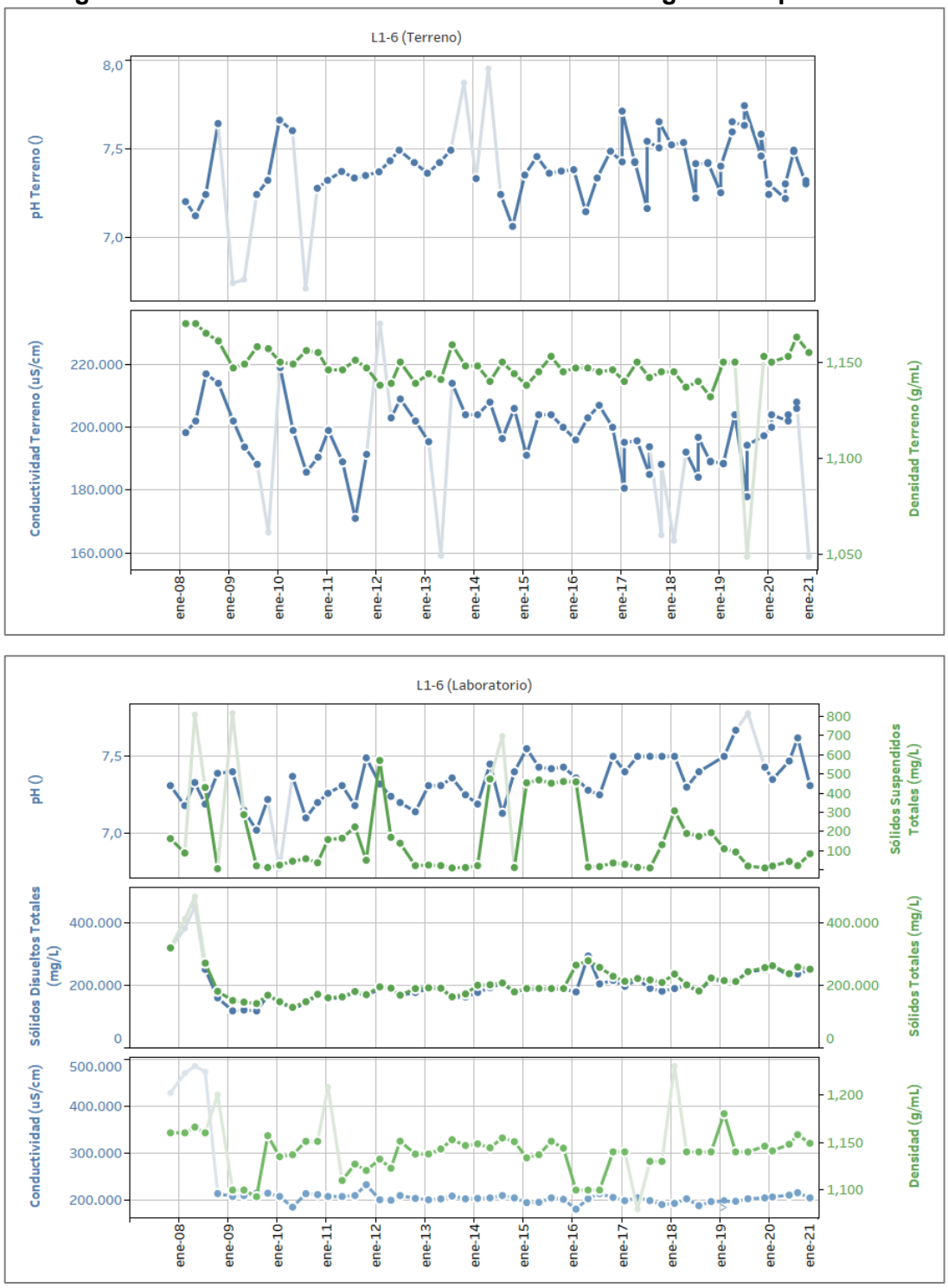
Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD (Límite Detección) o >LM (Límite Medición, máximo) se presentan en los gráficos = LD o LM y con la etiqueta ”<” o “>” . En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-27: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L1-5



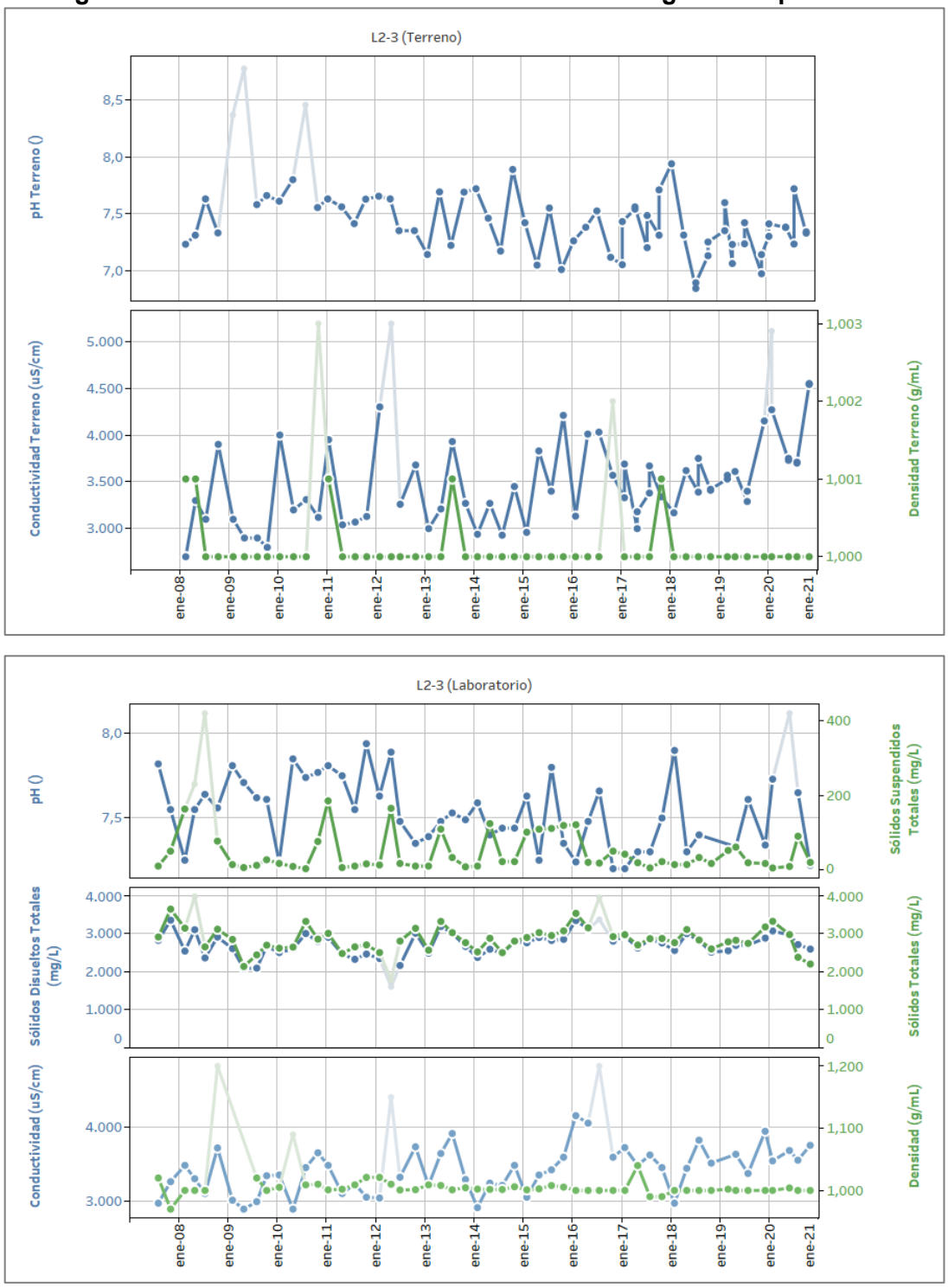
Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta ”<” o “>” . En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-28: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L1-6



Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">" . En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-29: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L2-3



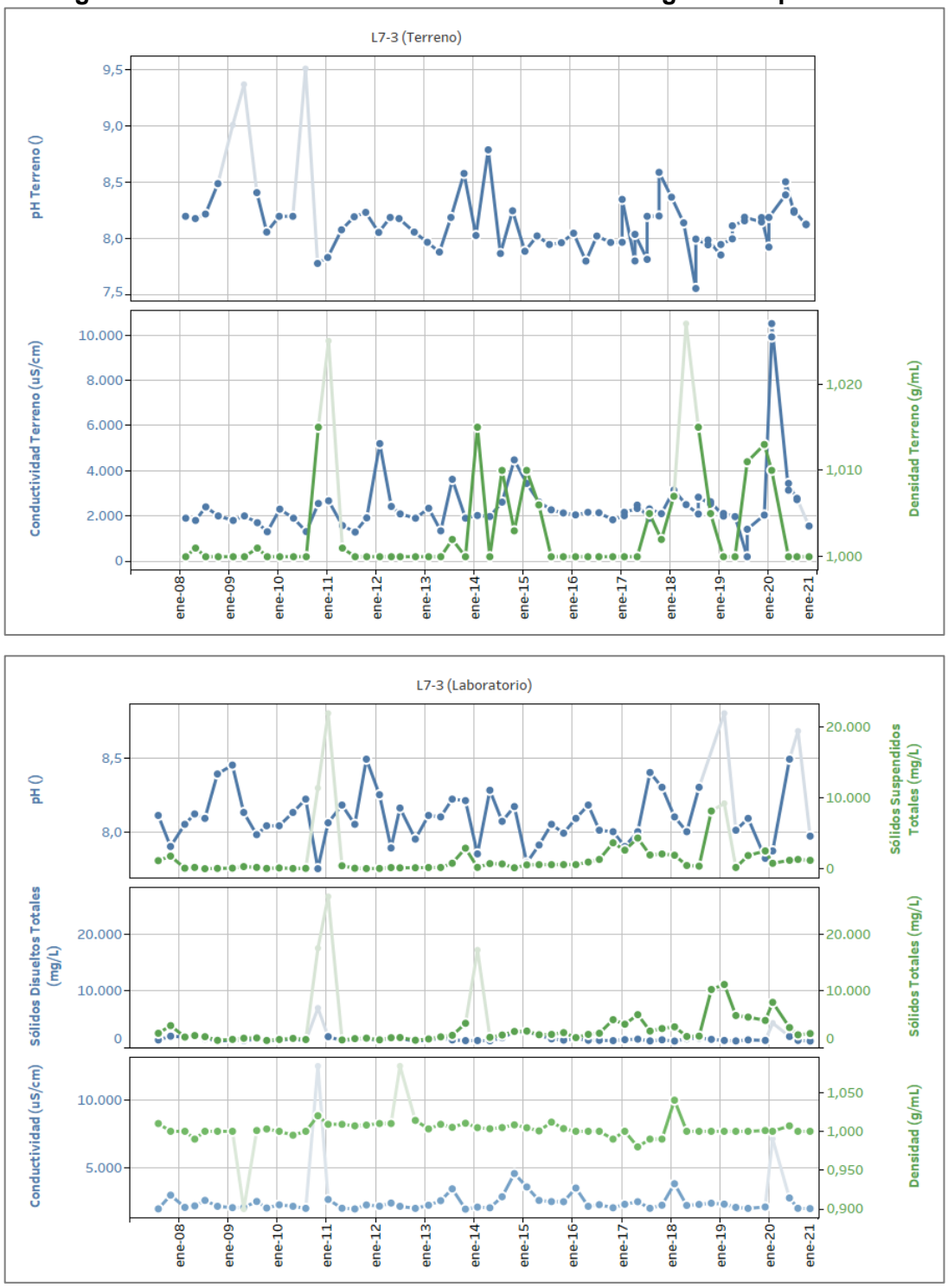
Fuente: Elaboración propia. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-30: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L2-5



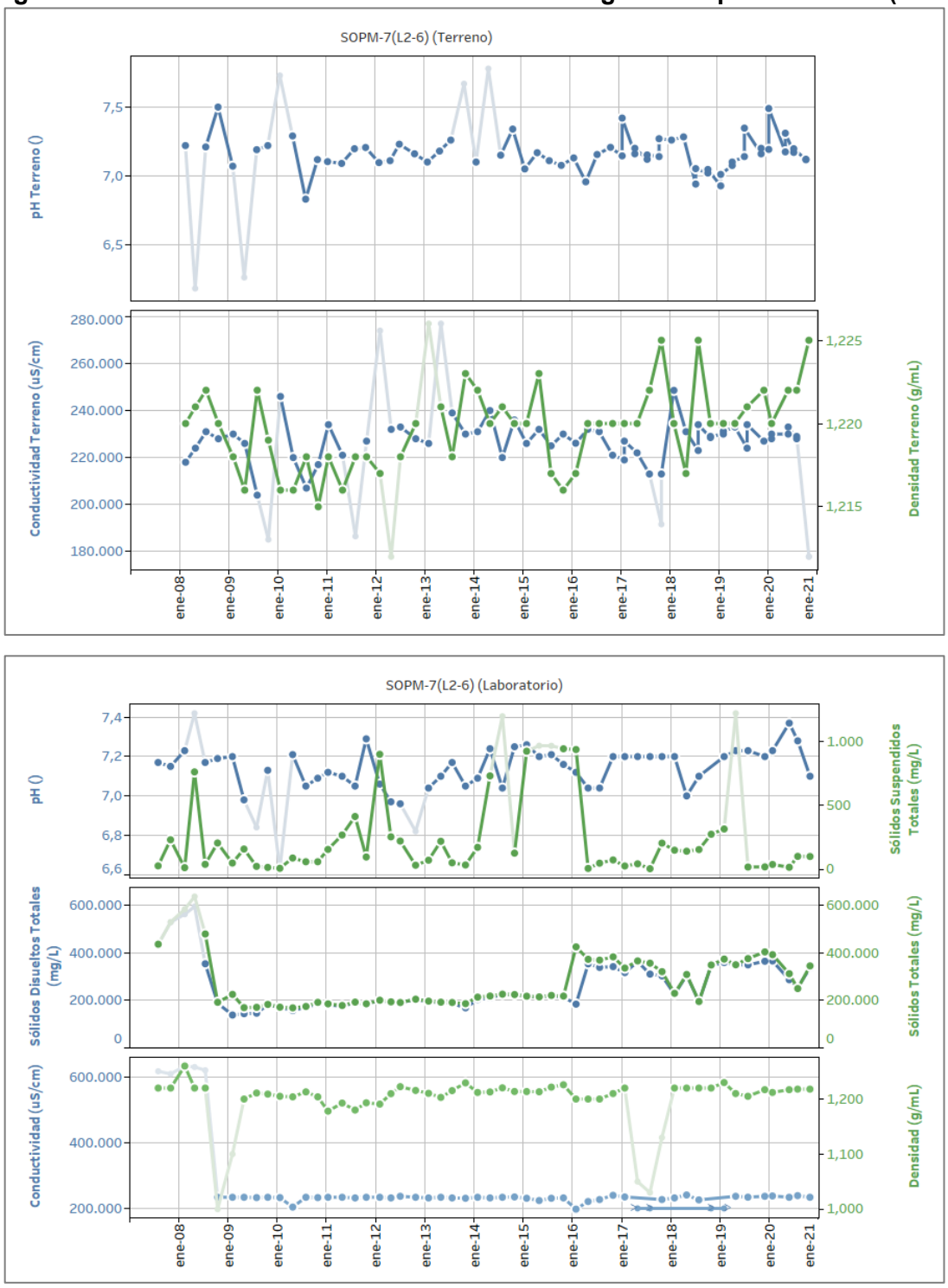
Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta ”<” o “>” . En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-31: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L7-3



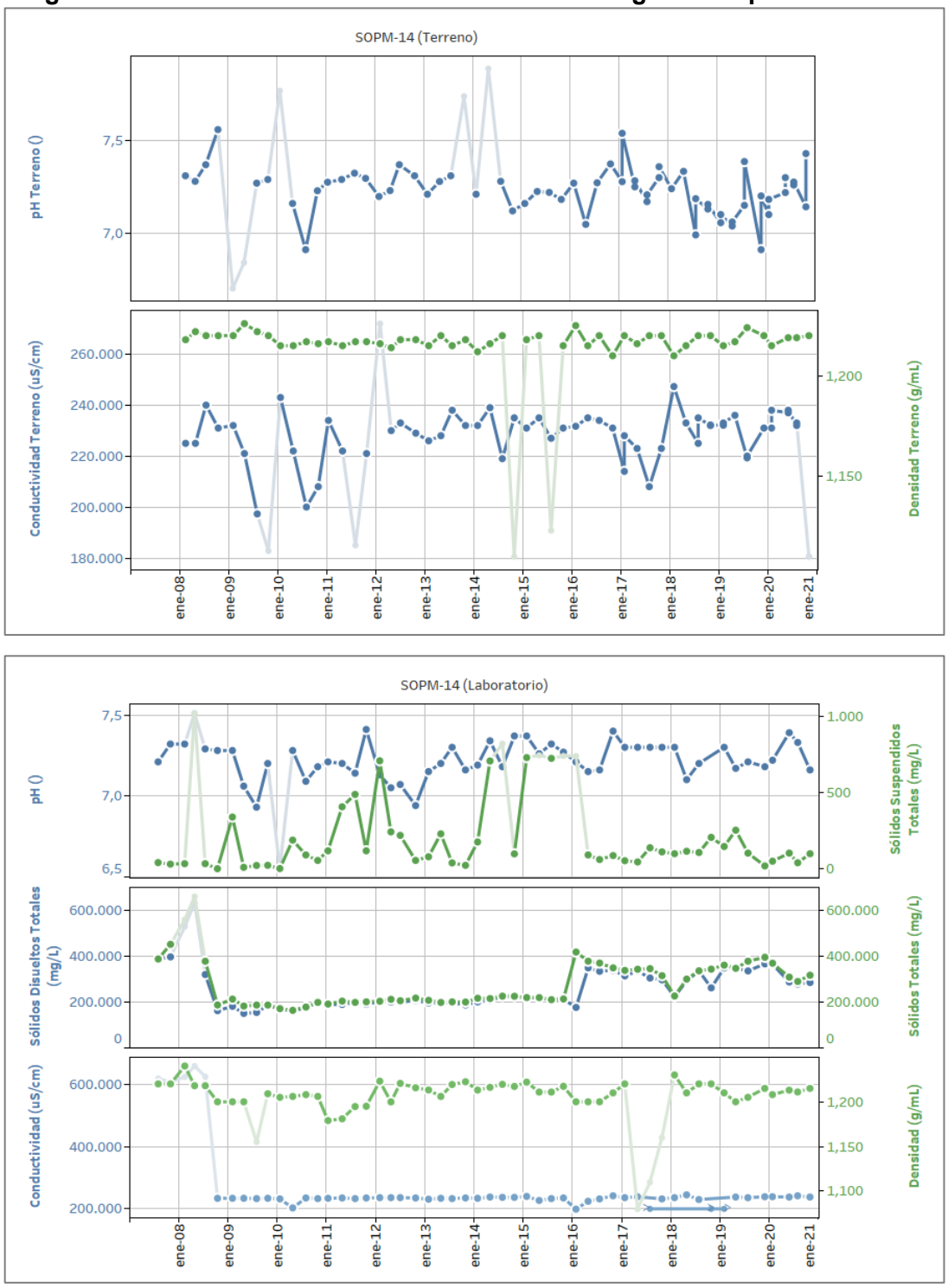
Fuente: Elaboración propia. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-32: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo SOPM-7 (L2-6)



Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta ”<” o “>” . En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-33: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo SOPM-14



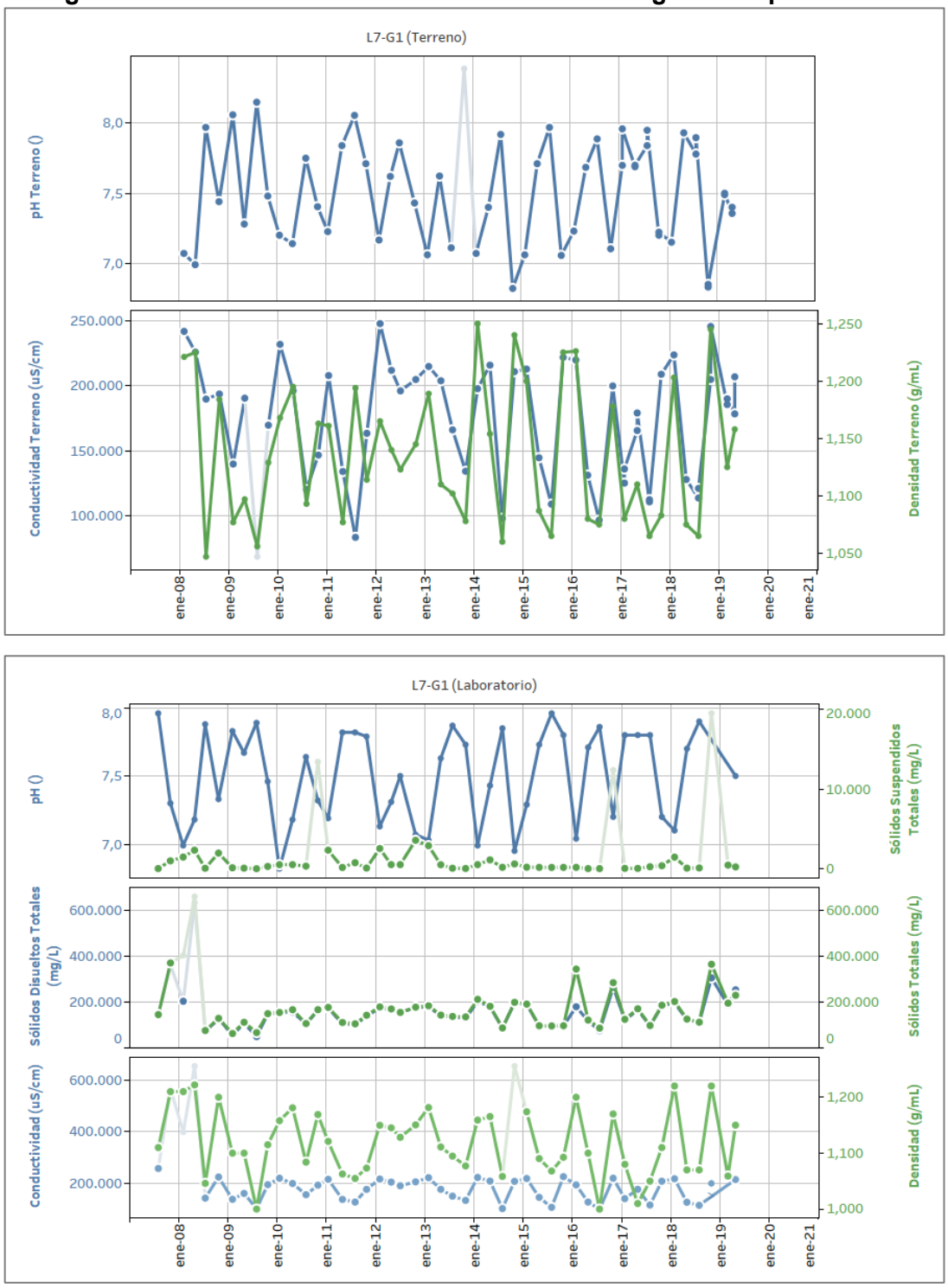
Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta ”<” o “>” . En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-34: Evolución histórica de la calidad del agua en el L1-G4 Reglilla



Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">" . En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-35: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L7-G1



Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">" . En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

En la mayoría de los pozos y reglillas las mediciones realizadas el segundo semestre de 2020 se encontraron dentro del rango registrado históricamente. Las excepciones pueden agruparse en tres tipos:

- Valores bajos de CE Terreno en la campaña de octubre: L1-4, L1-5, L1-6, L2-5, SOPM-7 (L2-6), SOPM-14 y L1-G4, presentando en algunos puntos un valor mínimo de la serie histórica. Este descenso de CE no se observa para los mismos puntos en el resultado de CE de laboratorio, lo que puede significar que es producto alguna falla en el equipo de medición en terreno que afecta a todos los puntos que presentan valores altos de CE.
- Variaciones naturales puntuales: CE y SDT en L2-4 se encontraron sobre el rango histórico desde abril de 2019 (post episodio lluvias), desde ese momento ambos valores han descendido y en el último periodo presentan una leve tendencia al descenso hacía valores similares a los históricos.
- Posibles tendencias temporales asociadas a distintos fenómenos, los cuales se describen en los próximos párrafos.

Respecto a la evolución temporal, las tendencias más claras se observan en la concentración de SDT, ST, CE y Densidad. Estos parámetros tienden al aumento en los puntos L1-5, L1-G4 Reglilla. Ambos puntos se han visto afectados por el cambio en el comportamiento de la dinámica de desborde de la laguna Barros Negros evidenciado a contar del año 2012 originando que, en la actualidad, los aportes al sector de Cola de Pez sean menores, pudiendo explicar también el comportamiento observado en los puntos ubicados en dicho sector (L1-G4 Reglilla y L1-5). Un detalle de la relación entre el cambio en la dinámica de desbordes Barros Negros y su influencia en la química en los pozos ubicados en los sectores Cola de Pez y hacia el sur se expone en el informe presentado a la autoridad en el marco de la activación de Fase II[56].

[56] Informe “Análisis de la dinámica de la laguna Barros Negros y su implicancia sobre la activación del Plan de Contingencia en el pozo L1-5 y la reglilla L1-G4” realizado por SQM el año 2018.

En el pozo L1-6 aumentan los Sólidos Disueltos Totales y Sólidos Totales, pero el resto de los parámetros se encuentran estables, lo que sugiere que tal vez no se deba a un cambio en el acuífero al no encontrarse todas las variables afectadas.

Puede notarse que los Sólidos Disueltos Totales y Sólidos Totales muestran un aumento abrupto en enero de 2016 y luego una relativa estabilización en los pozos L1-6, L2-5, L1-4, SOPM-7 (L2-6) y SOPM-14, como se comentó en el informe Anexo 10.3, del informe 26 PSAH 26, los valores anteriores a 2016 resultan demasiado bajos para una salmuera en el Salar de Atacama, estimándose correctos los valores posteriores a 2016.

Calidad del agua en pozos de agua industrial

La evolución histórica de los parámetros monitoreados en los pozos de extracción de agua industrial Mullay-1 y Allana se presentan en la Figura 6-36 y Figura 6-37 , respectivamente.

Ambos puntos se encuentran en el acuífero aluvial, caracterizado por presentar una CE y concentración de SDT menores de 5.000 µS/cm y 5.000 mg/L, respectivamente. El modelo conceptual en el acuífero aluvial índica que la dirección de flujo es hacía el oeste, en su trayecto hacía la zona marginal las aguas se enriquecen por disolución de sales, descargando en la zona marginal y sistemas lagunares, donde la mayor parte de esta agua se evapora.

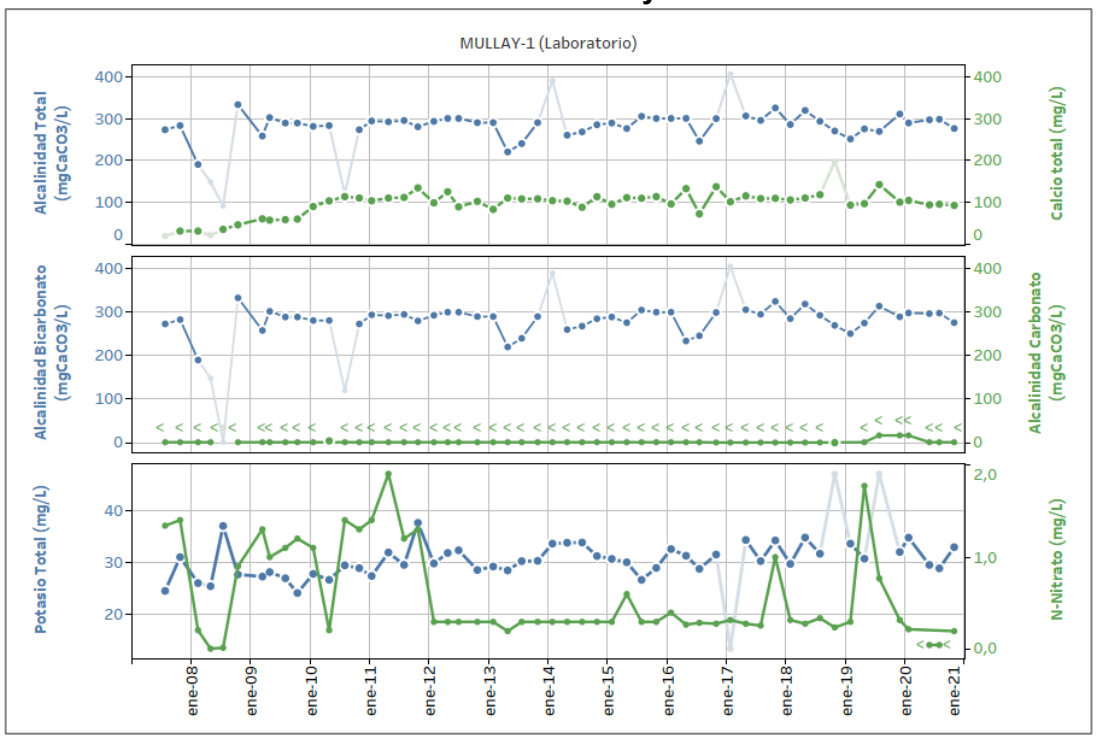
En ambos pozos de extracción la mayoría de las mediciones realizadas el segundo semestre de 2020 se encuentra dentro del rango histórico, con la única excepción de conductividad de terreno en octubre de 2020. Dicho valor representa un valor máximo histórico en el pozo Mullay-1 y un valor mínimo histórico en Allana. La revisión de los resultados siguientes (enero 2021) confirman que se trata de valores *outlie*r; el resto de los parámetros se encuentran dentro del histórico por lo que no se correlacionan con esas conductividades eléctricas.

Figura 6-36: Evolución histórica de la calidad del agua en pozo de extracción Mullay-1



Fuente: Elaboración propia. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-36 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en pozo de extracción Mullay-1



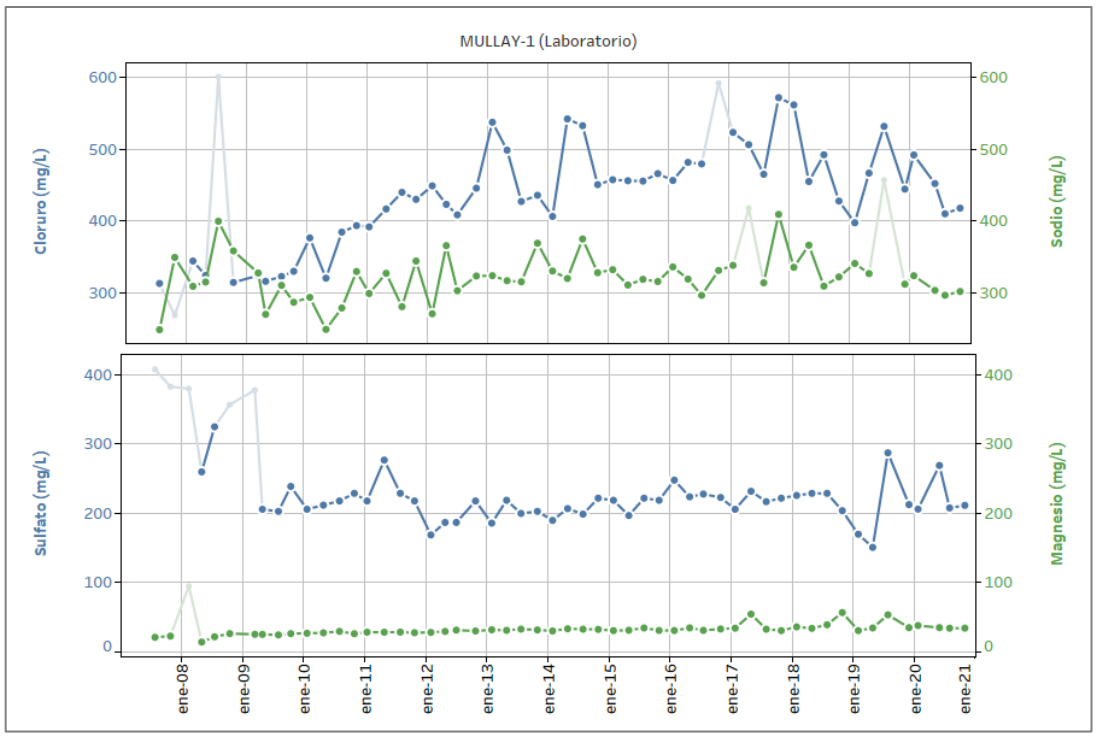
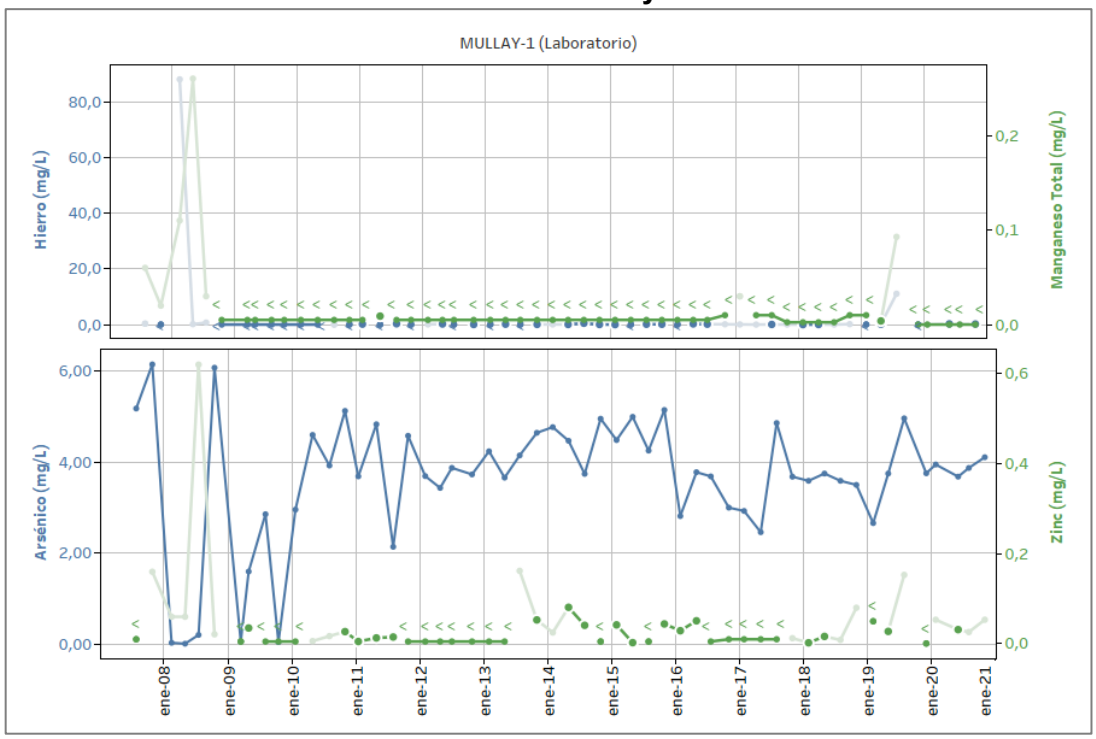
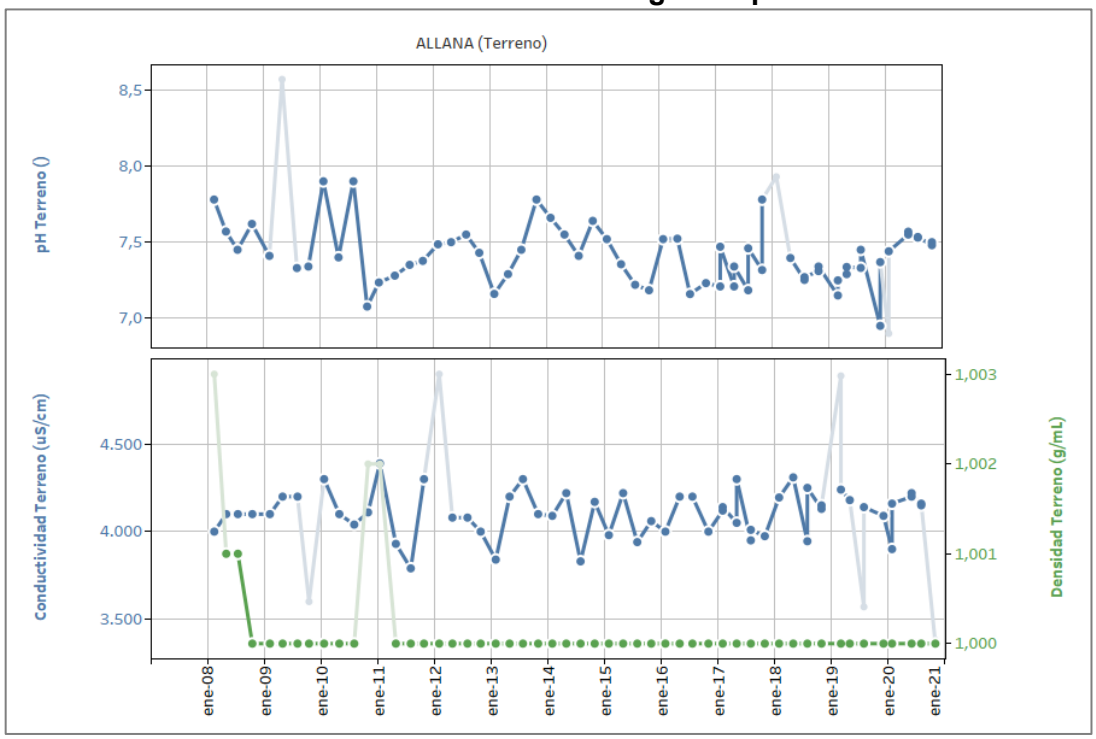


Figura 6-36 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en pozo de extracción Mullay-1



Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">" . En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-37: Evolución histórica de la calidad del agua en pozo de extracción Allana



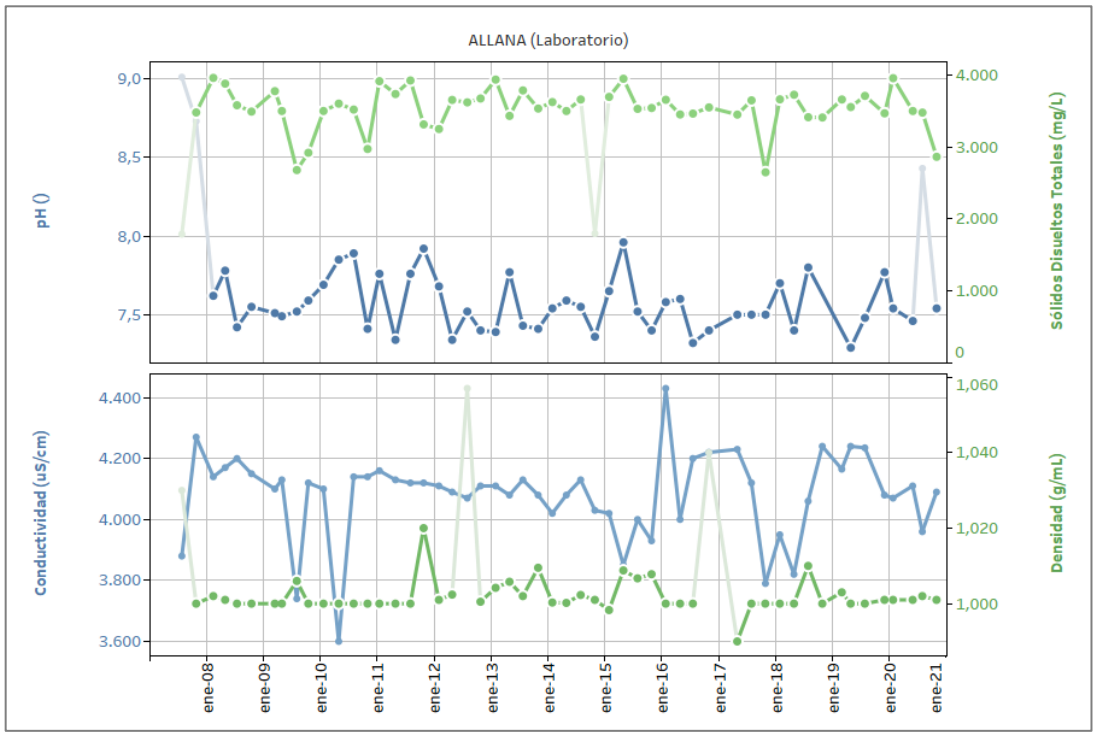
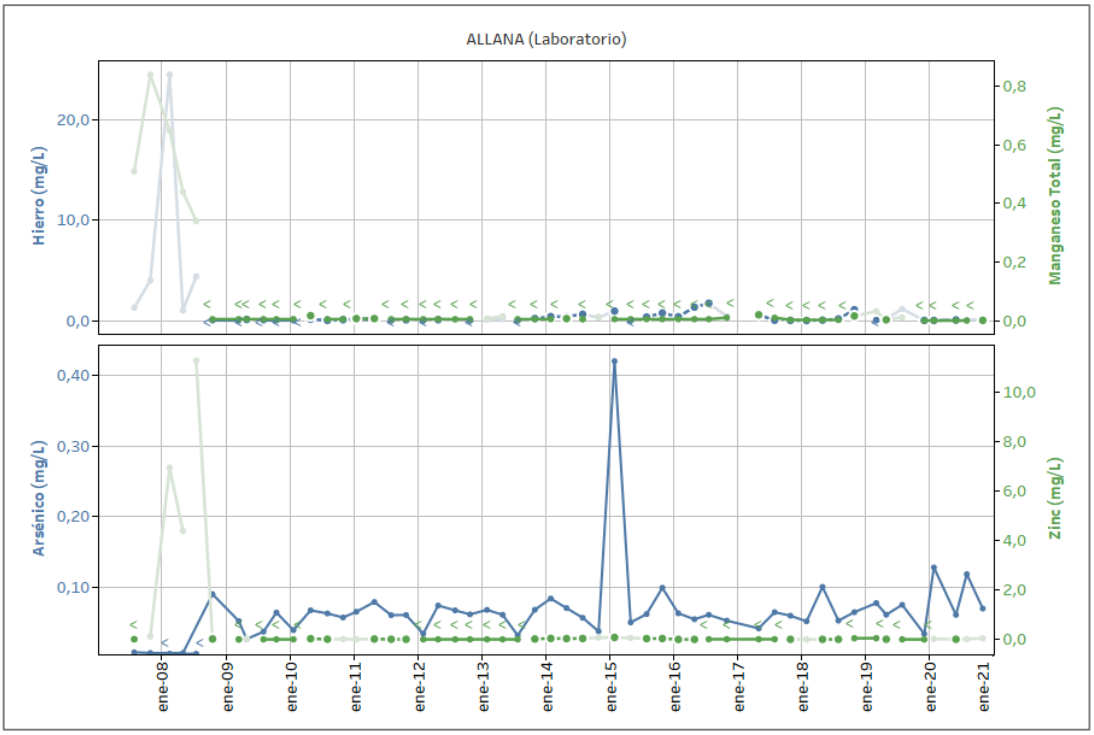


Figura 6-37 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en pozo de extracción Allana



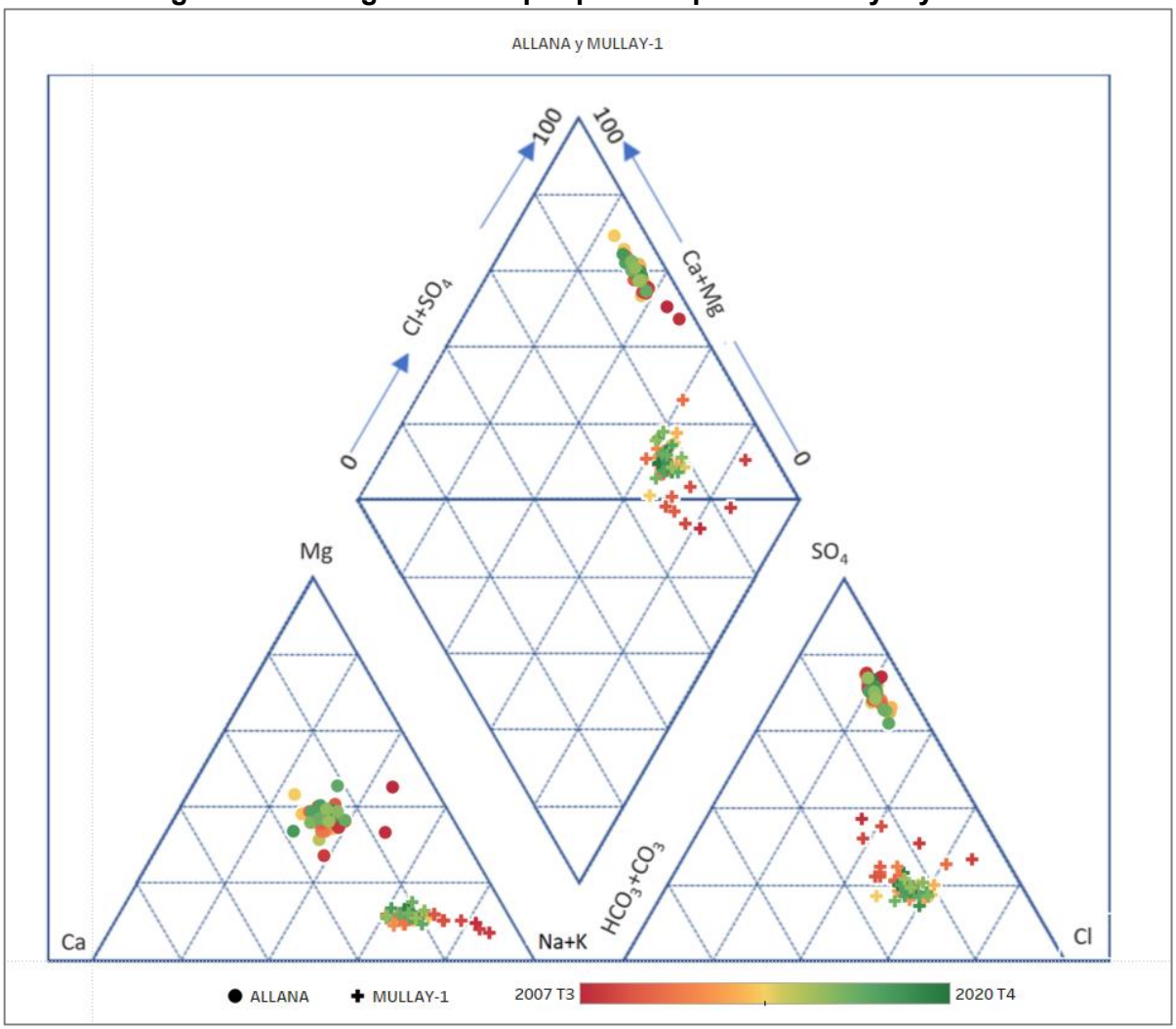
Figura 6-37 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en pozo de extracción Allana



Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">" . En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

La Figura 6-38 muestra un diagrama de Piper para las muestras colectadas en estos puntos que han sido validadas con un balance iónico menor de 10%. El pozo Allana presenta una composición marcadamente sulfatada cálcica magnésica, a diferencia de Mullay-1 el cual presenta históricamente una composición clorurada sódica. Además, el punto Allana presenta, mayores valores de CE y de concentración de SDT, que Mullay-1. Por su parte, el pozo Mullay-1 presenta mayores concentraciones de As, Mn. Todo ello es esperable pues, la mayoría de los pozos en el acuífero aluvial se observan clorurados sódicos, igual que las quebradas del este de la cuenca. A excepción de la subcuenca de Aguas Blancas, que su composición se encuentra influenciado por el volcán Láscar.

Figura 6-38: Diagrama de Piper para los puntos Mullay-1 y Allana



Fuente: Elaboración propia

Respecto a tendencias temporales, en la Figura 6-38 se observa que las primeras muestras la calidad del agua en el pozo Mullay-1 presentaban mayores concentraciones de sodio y potasio, posteriormente disminuyeron aumentando las concentraciones de calcio y en menor medida de magnesio. Relativo a los aniones, puede verse que al comienzo el punto Mullay-1 tuvo algunas variaciones erráticas en alcalinidad, sulfatos y cloruros, en varios de estos casos las concentraciones pueden considerarse *outliers*, según el criterio de concentración de promedio ± 2 STD. Exceptuando esos puntos, los cloruros mostraron un aumento hasta 2013. Sobre el resto de los parámetros, únicamente muestran leve tendencia al aumento los sólidos disueltos totales y la conductividad. La ausencia de tendencia en los últimos años indica que

el punto ha alcanzado cierto equilibrio en la zona de donde recibe sus aportes, mostrando químicas más estables.

El punto Allana presenta una menor evolución en sus iones mayoritarios (Figura 6-38) inicialmente tuvo menor concentración de cloruros, mayores concentraciones de sodio + potasio, posteriormente a 2010 en general se ha mantenido estable.

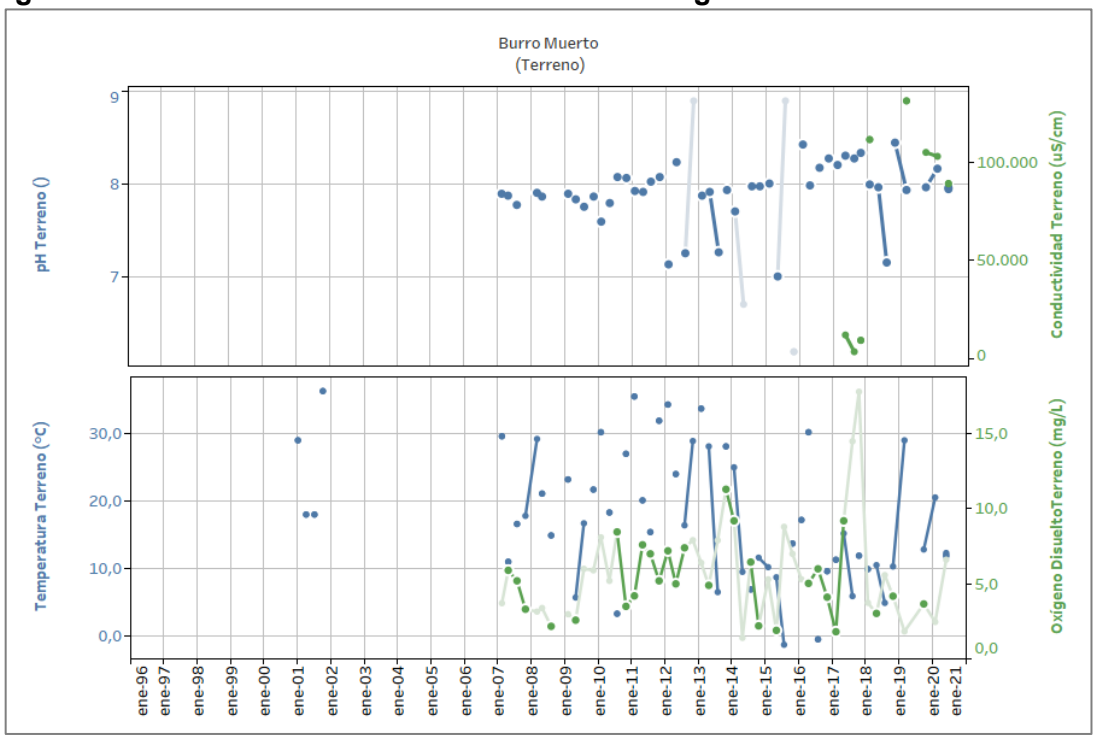
Calidad del agua en sistemas lacustres

Las Figura 6-39, Figura 6-40, Figura 6-41 y Figura 6-42 presentan la evolución histórica de los parámetros monitoreados en Burro Muerto, Chaxa, Barros Negros y Puilar, respectivamente. Se han unificado las mediciones realizadas anteriormente por CONAF con las mediciones realizadas por SQM, mostrando las dos mediciones en aquellos casos que se midieron por ambos laboratorios. Esto sucede para pH Terreno y temperatura Terreno.

Al tratarse de agua superficial, el canal Burro Muerto y las lagunas que son alimentadas por él, Chaxa y Barros Negros, presentan una marcada estacionalidad controlada por la evaporación y el régimen de caudales, alcanzando las concentraciones y conductividades valores máximos en verano y mínimos en invierno, iguales a los ciclos de evaporación y contrarios al régimen de caudales. El punto de muestreo en Puilar representa una excepción a este comportamiento ya que la muestra se toma en el canal que alimenta la laguna Puilar y su alimentación proviene de la descarga del acuífero aluvial. Esta descarga se produce como consecuencia del efecto combinado del encuentro entre el agua dulce del aluvial y la interfaz salina, la disminución de la conductividad hidráulica y la baja pendiente de la zona marginal. Este hecho condiciona que los parámetros fisicoquímicos en la muestra de Puilar presenten una mayor estabilidad, condicionada por las condiciones geoquímicas existentes en el acuífero aluvial y la zona marginal, relativamente estables, mostrando una estacionalidad menos acusada que en los otros cuerpos lagunares y evidenciada principalmente por los cloruros y en menor medida por la salinidad (sólo se cuenta con 5 mediciones entre mayo de 2017 y junio de 2019).

En el segundo semestre de 2020 no fue posible acceder a ninguno de los puntos lacustres.

Figura 6-39: Evolución histórica de la calidad del agua en canal de Burro Muerto



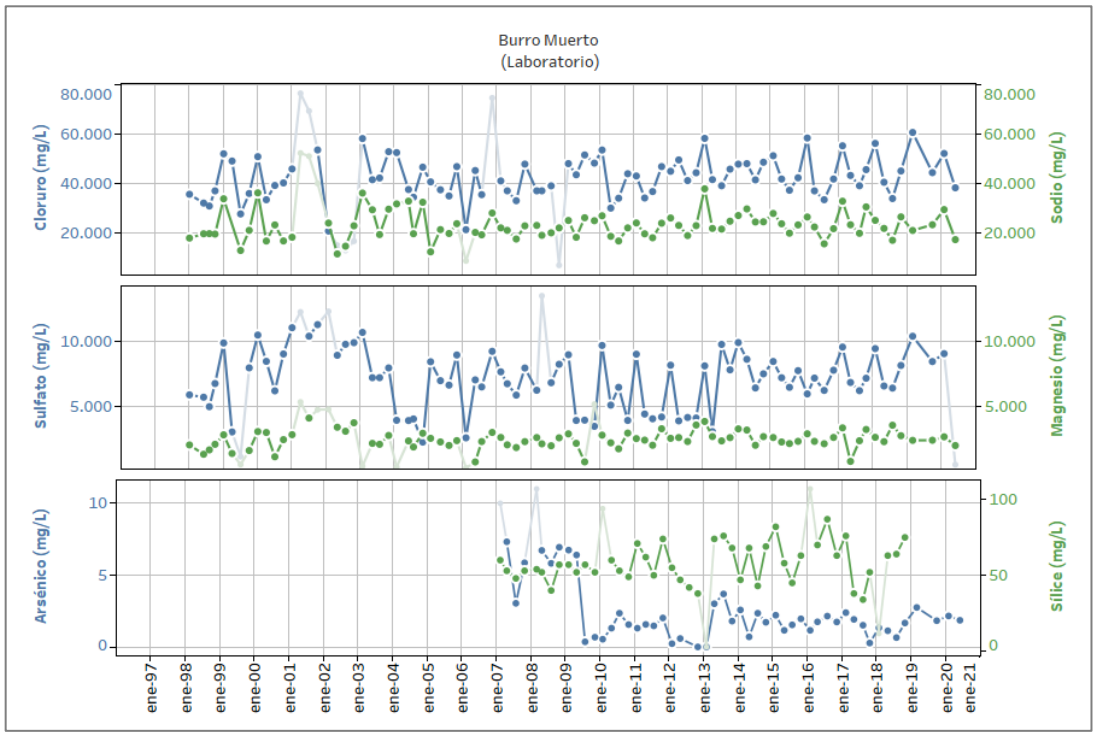
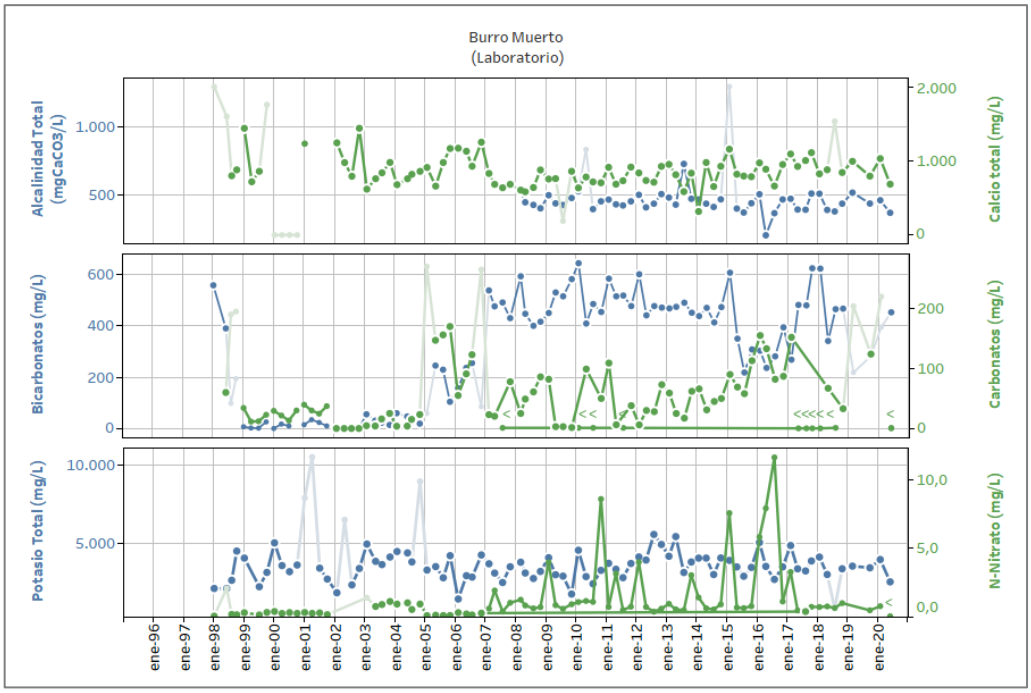
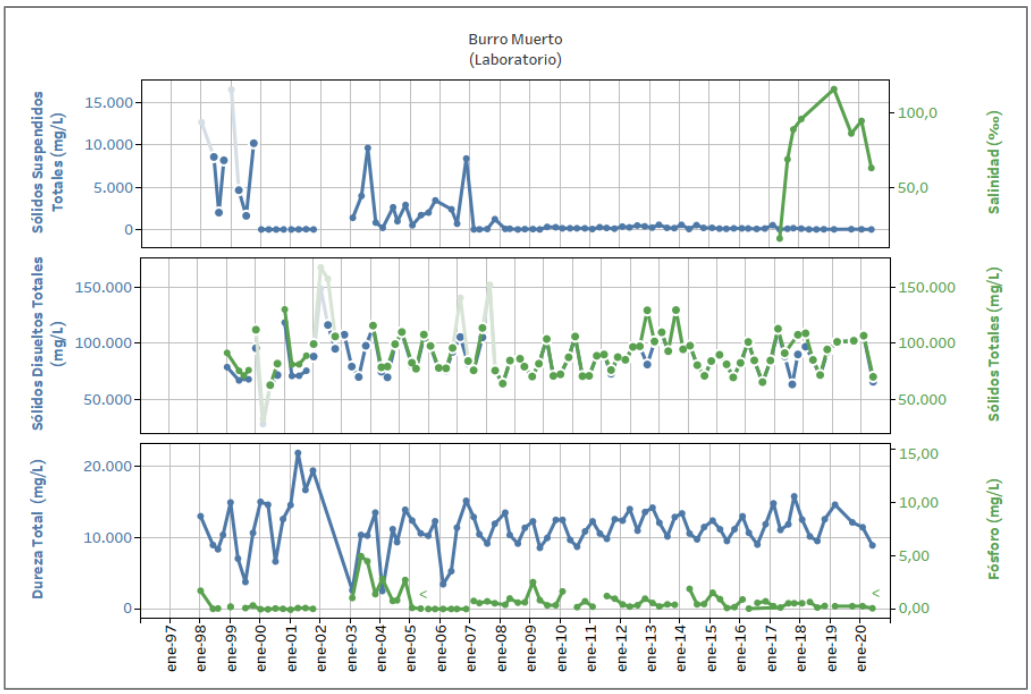


Figura 6-39 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en canal de Burro Muerto





Fuente: Elaboración propia. Por cuestión de escala se ha omitido el valor de Sólidos suspendidos Totales para febrero 2006 (35.040mg/L) y el valor de nitrógeno nitrato para febrero 2019 (1.325mg/L). Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">" en el color del parámetro que representa. Los valores validados según concentración se muestran con resalte.

Figura 6-40: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Chaxa

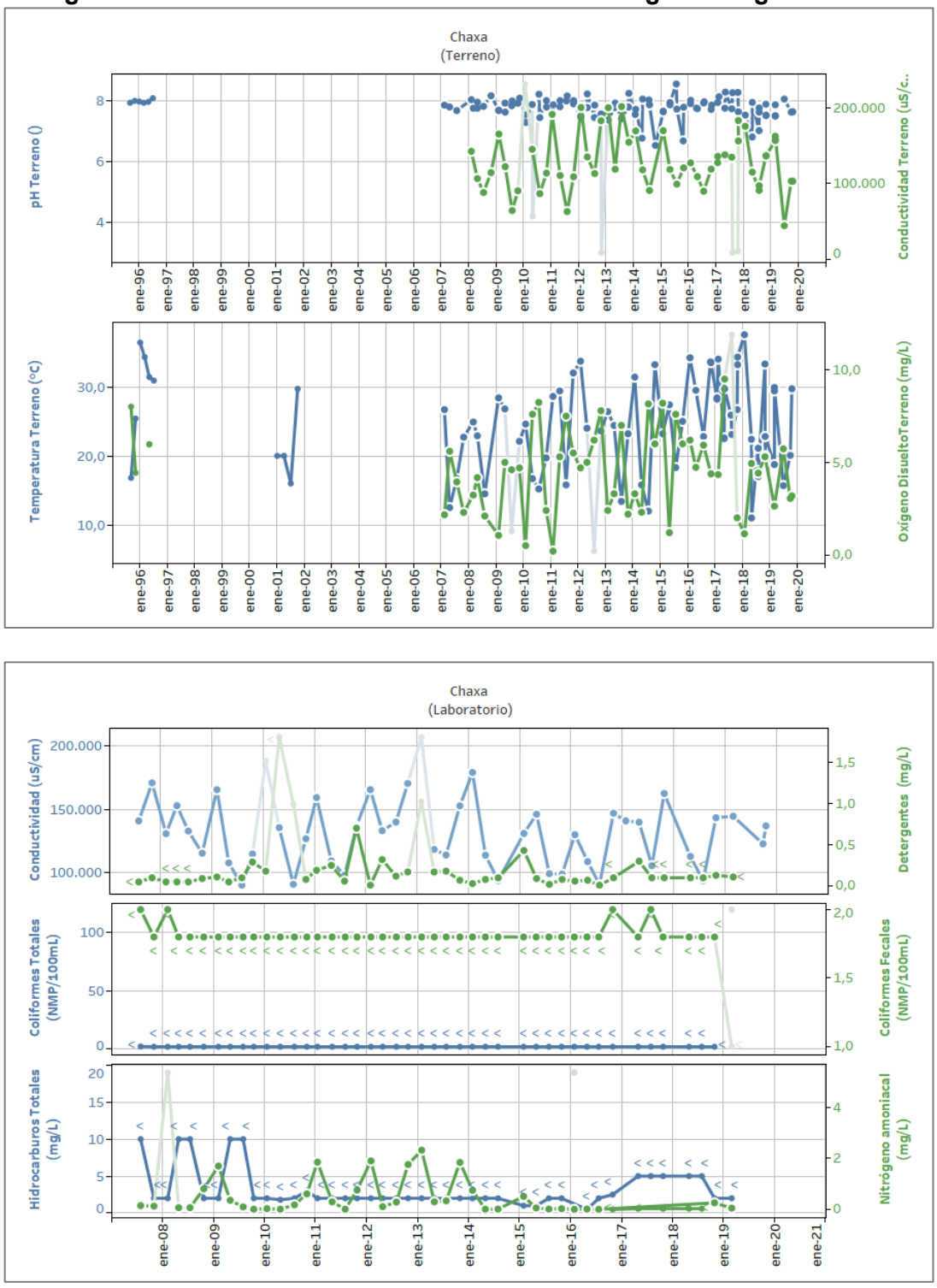


Figura 6-40 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Chaxa

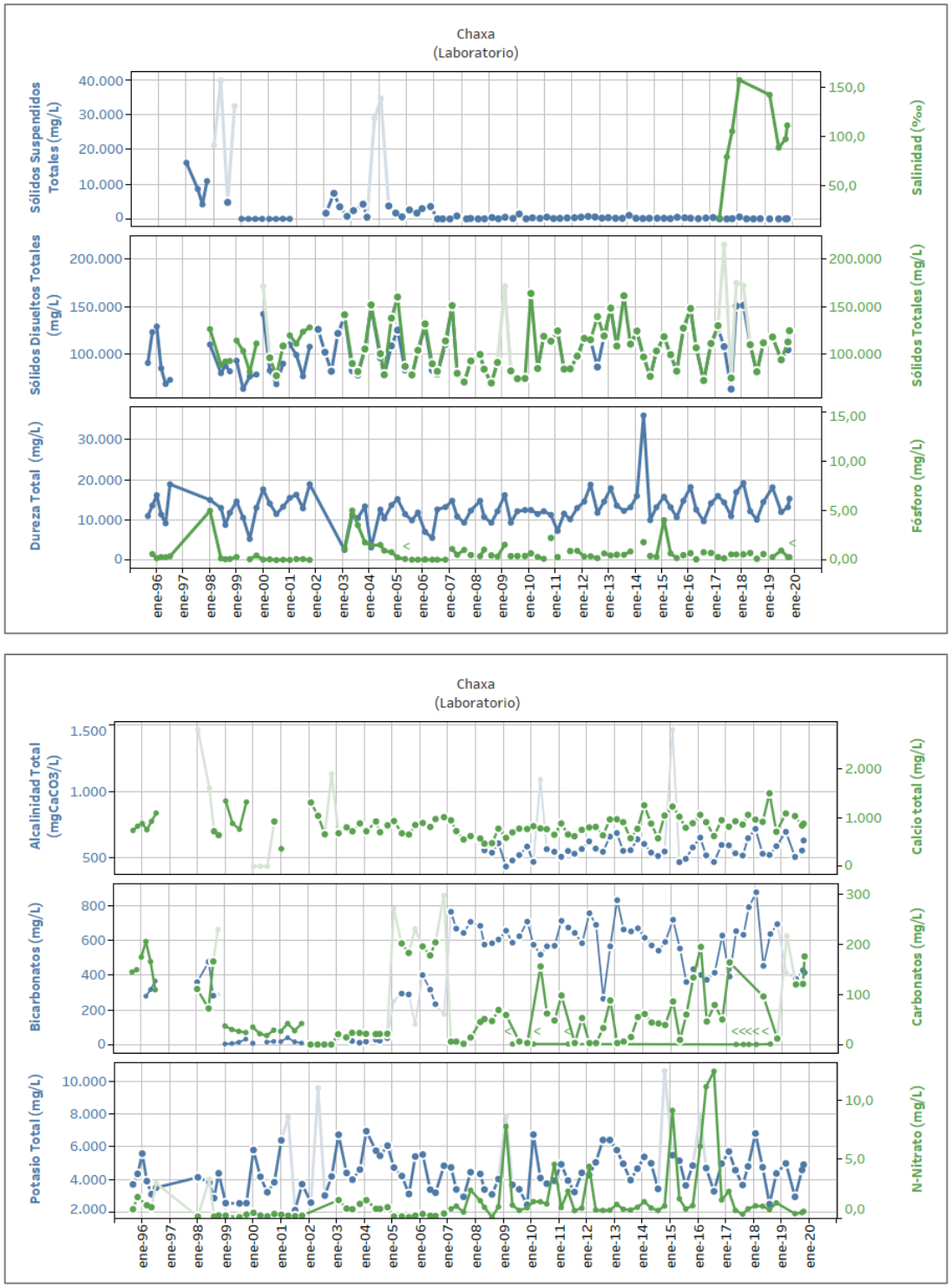
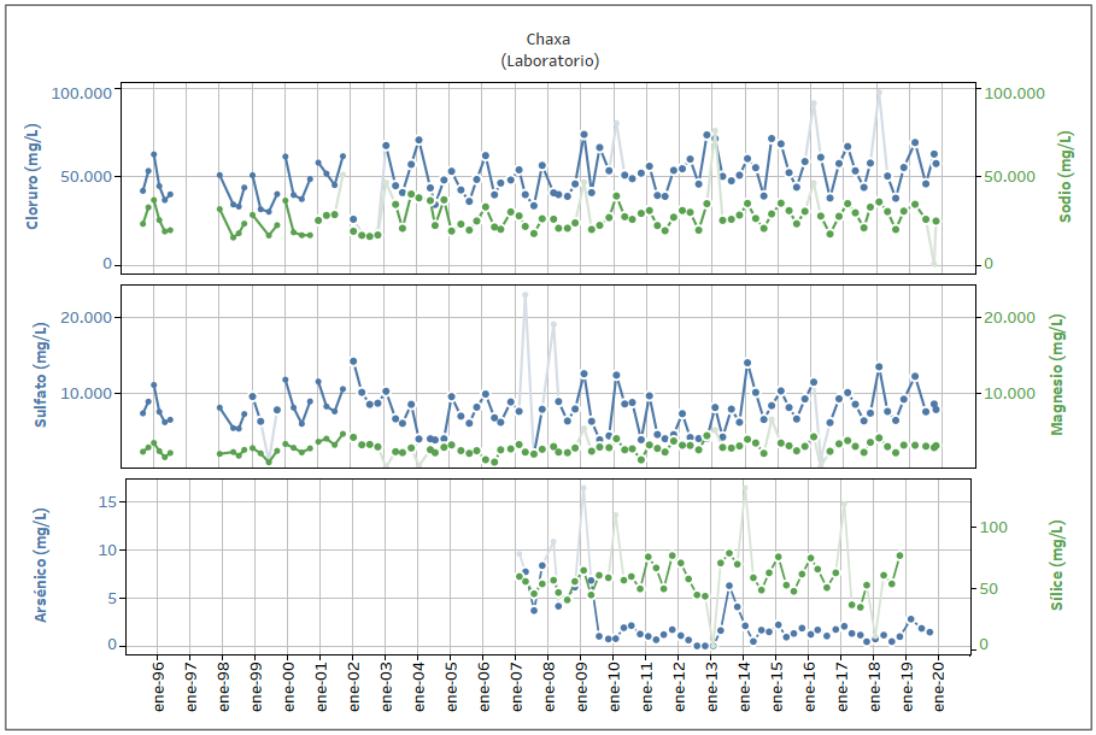
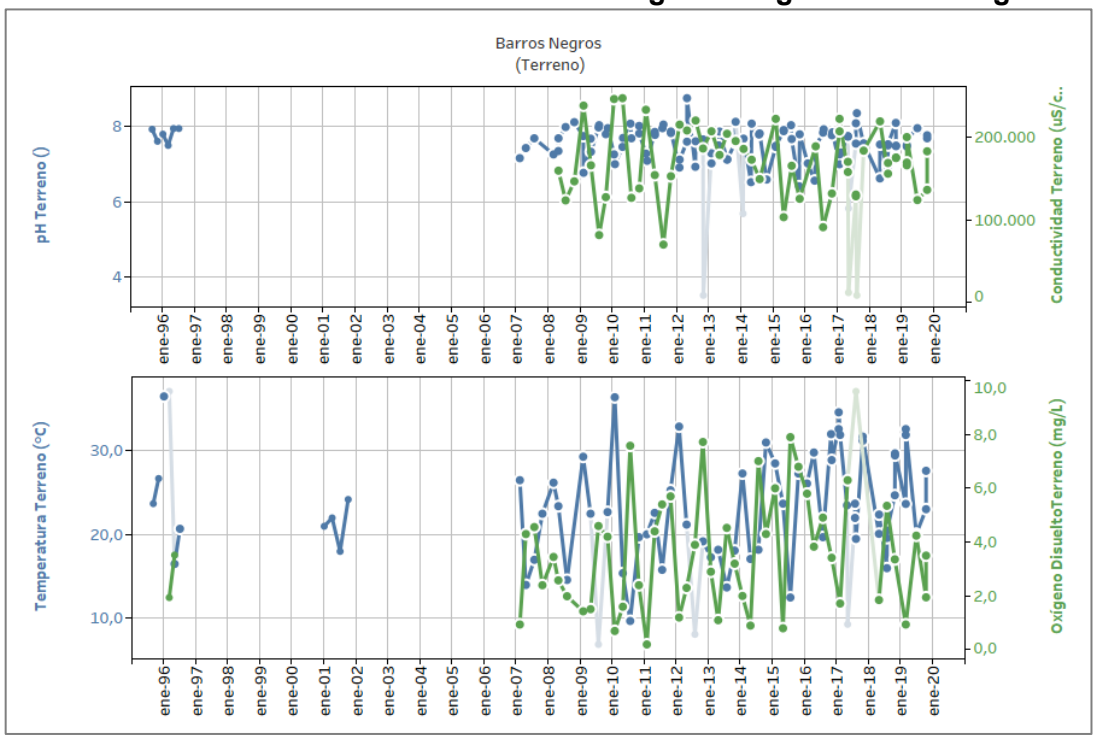


Figura 6-40 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Chaxa



Fuente: Elaboración propia. Por cuestión de escala se ha omitido el valor de nitrógeno nitrato para febrero 2019 (1325mg/L). Los valores <LD o >LD se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">" en el color del parámetro que representa. Los valores validados según concentración se muestran con resalte.

Figura 6-41: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Barros Negros



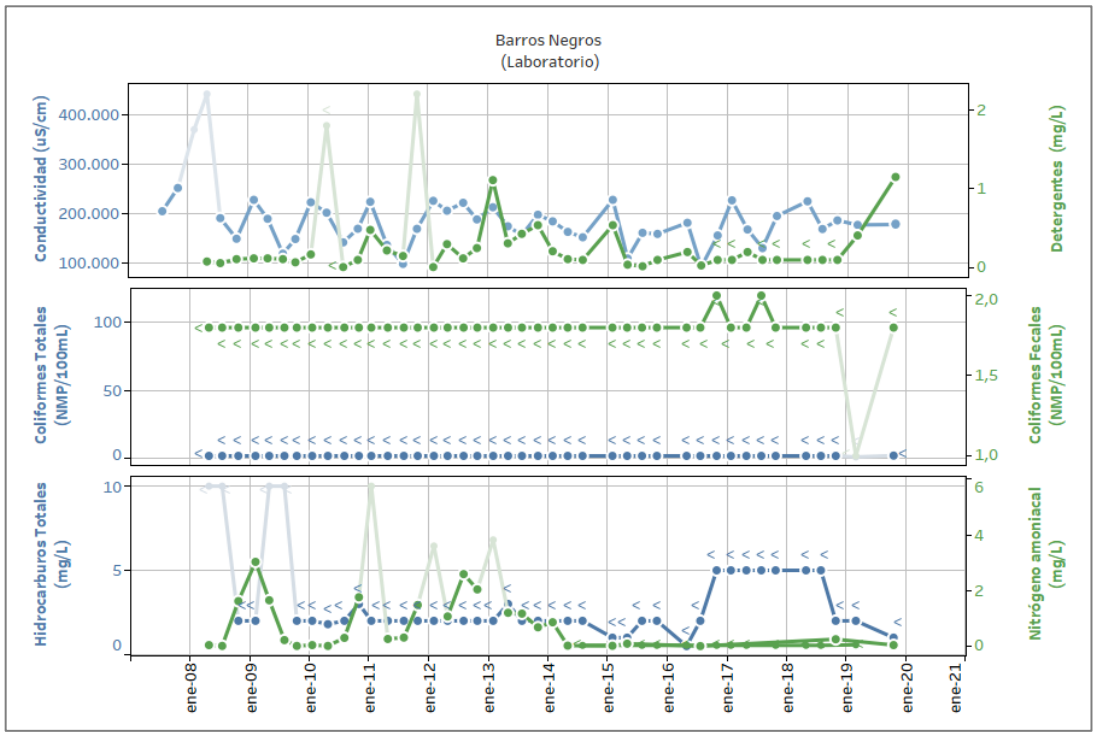


Figura 6-41 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Barros Negros

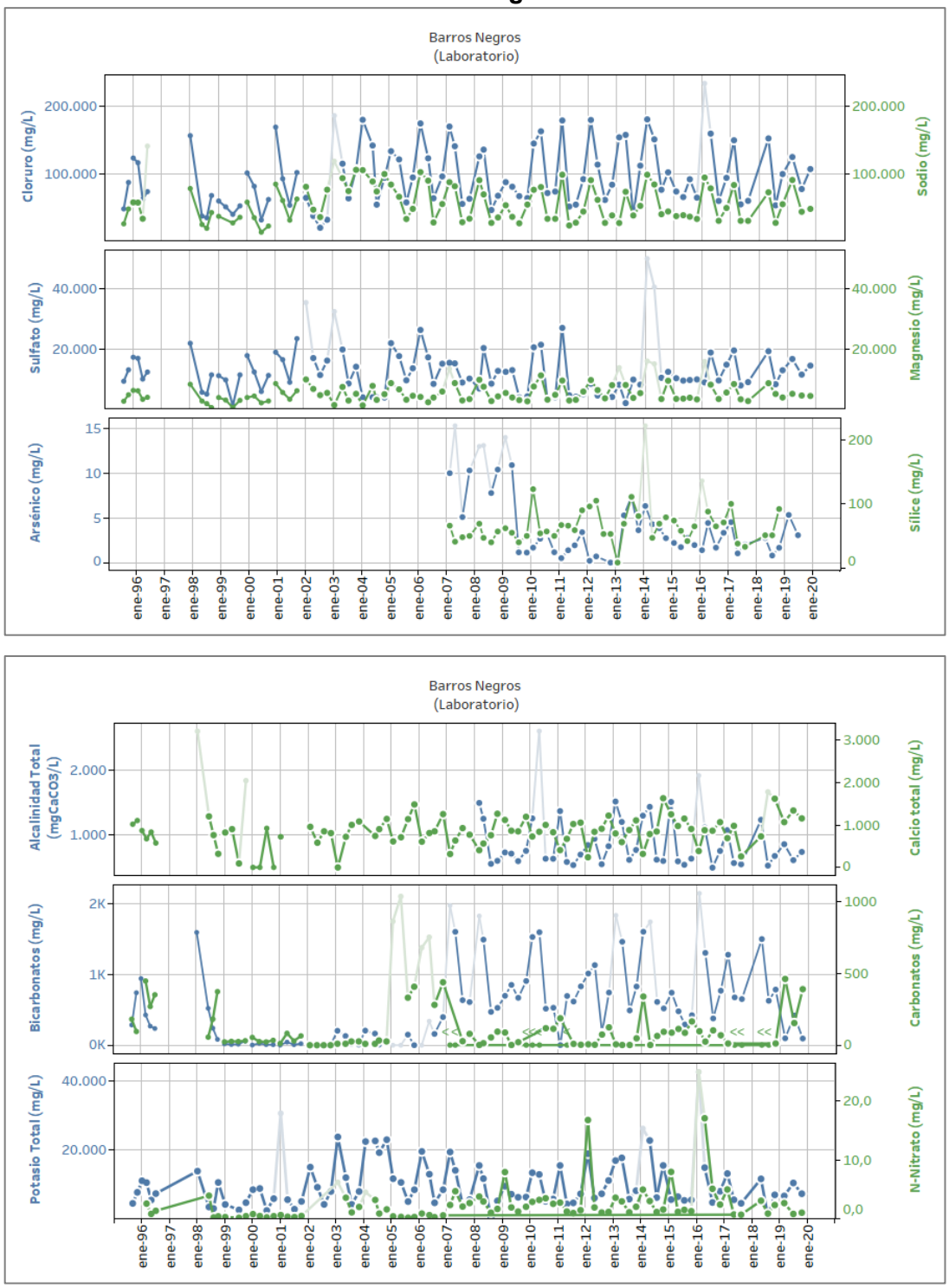
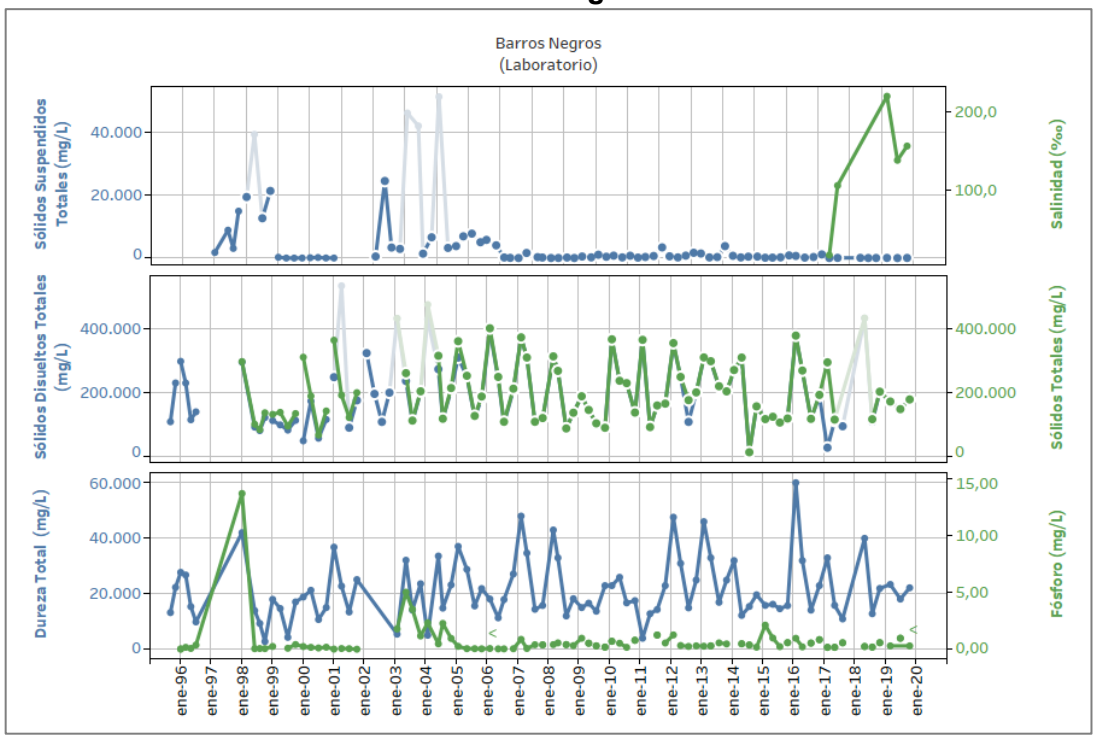
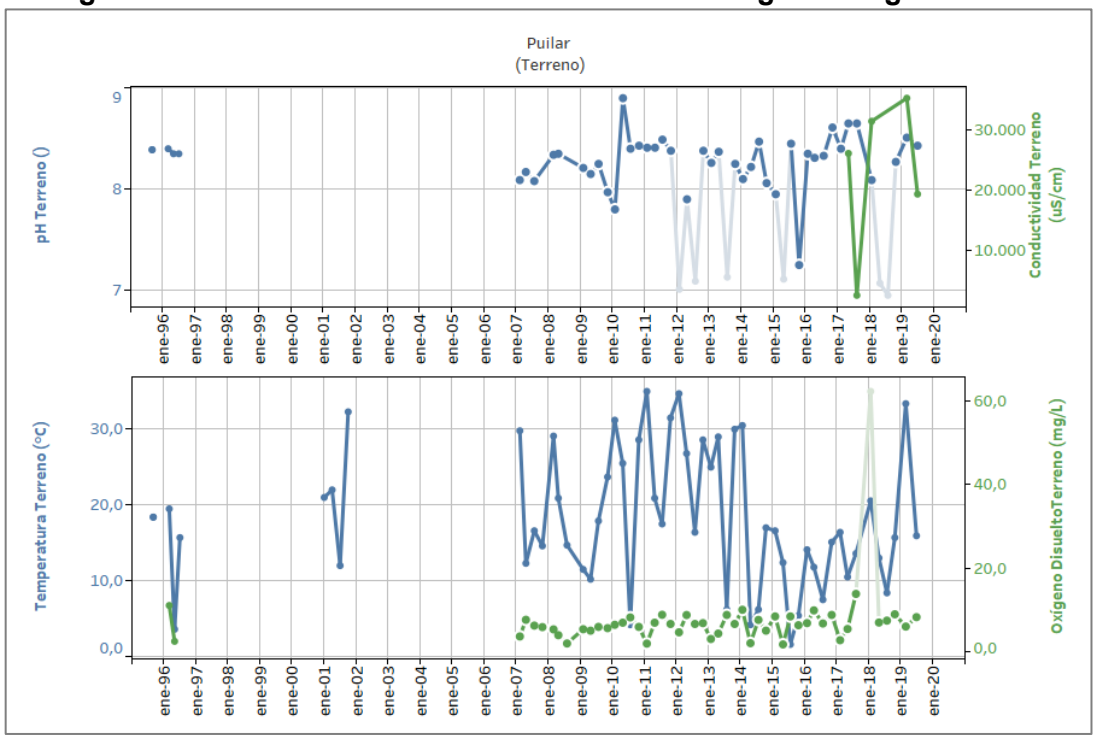


Figura 6-41 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Barros Negros



Fuente: Elaboración propia. Por cuestión de escala se ha omitido el valor de nitrógeno nitrato para febrero 2019 (2650mg/L). Los valores <LD o >LD se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">" en el color del parámetro que representa. Los valores validados según concentración se muestran con resalte.

Figura 6-42: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Puilar



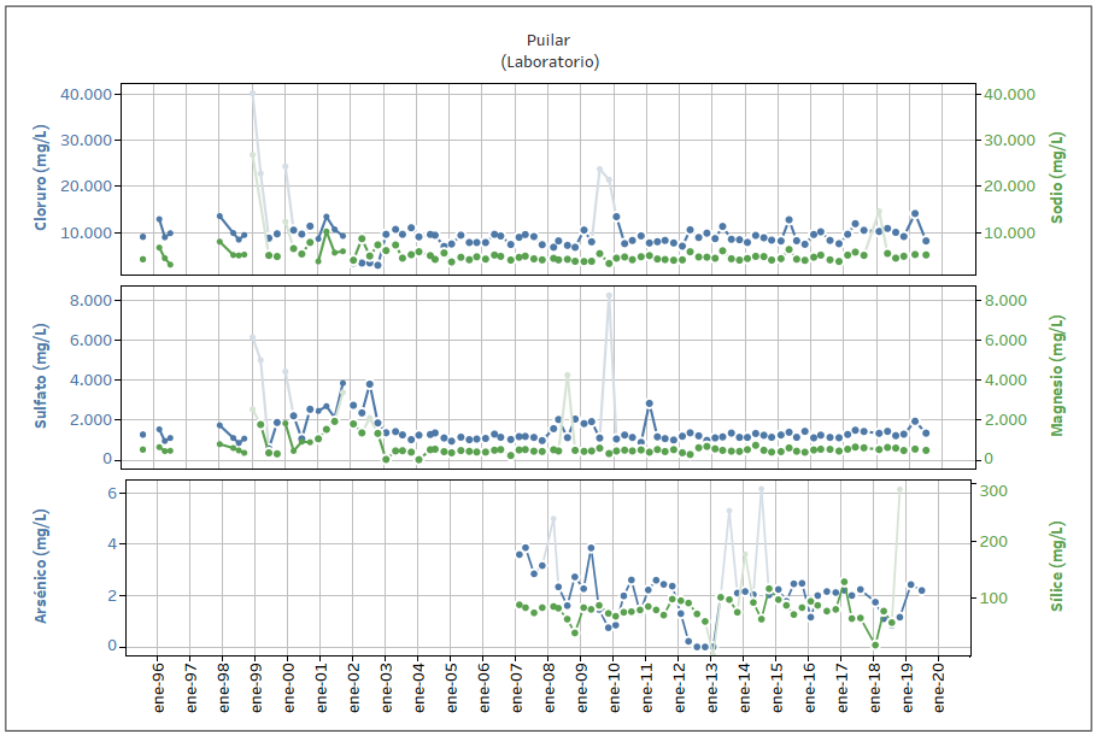


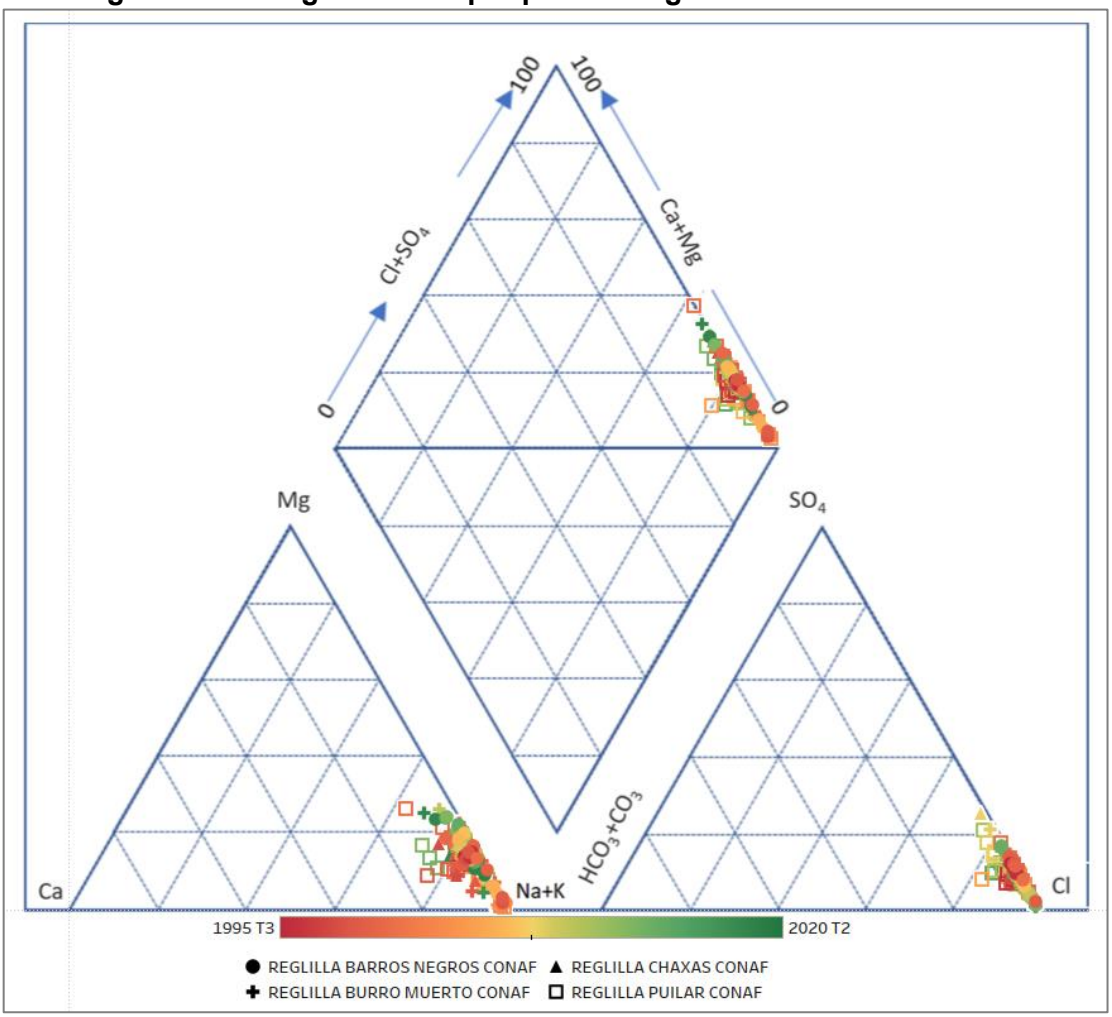
Figura 6-42 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Puilar



Fuente: Elaboración propia. Por cuestión de escala se ha omitido el valor de nitrógeno nitrato para febrero 2019 (1903mg/L). Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">" . En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

En cuanto a las características generales, en la Figura 6-43 se observa el diagrama de Piper para los cuatro puntos de agua superficial en sistema Soncor. Se encuentran representadas todas las muestras que entregaron resultados de balance iónico menor que 10% (considerando para el cálculo de metales totales). Nótese que todas las lagunas se clasifican como cloruradas sódicas y no se observa ninguna tendencia en su evolución en los parámetros mostrados anteriormente ni para el diagrama de Piper, mostrándose todos los puntos próximos entre sí.

Figura 6-43: Diagrama de Piper para las lagunas del sistema Soncor



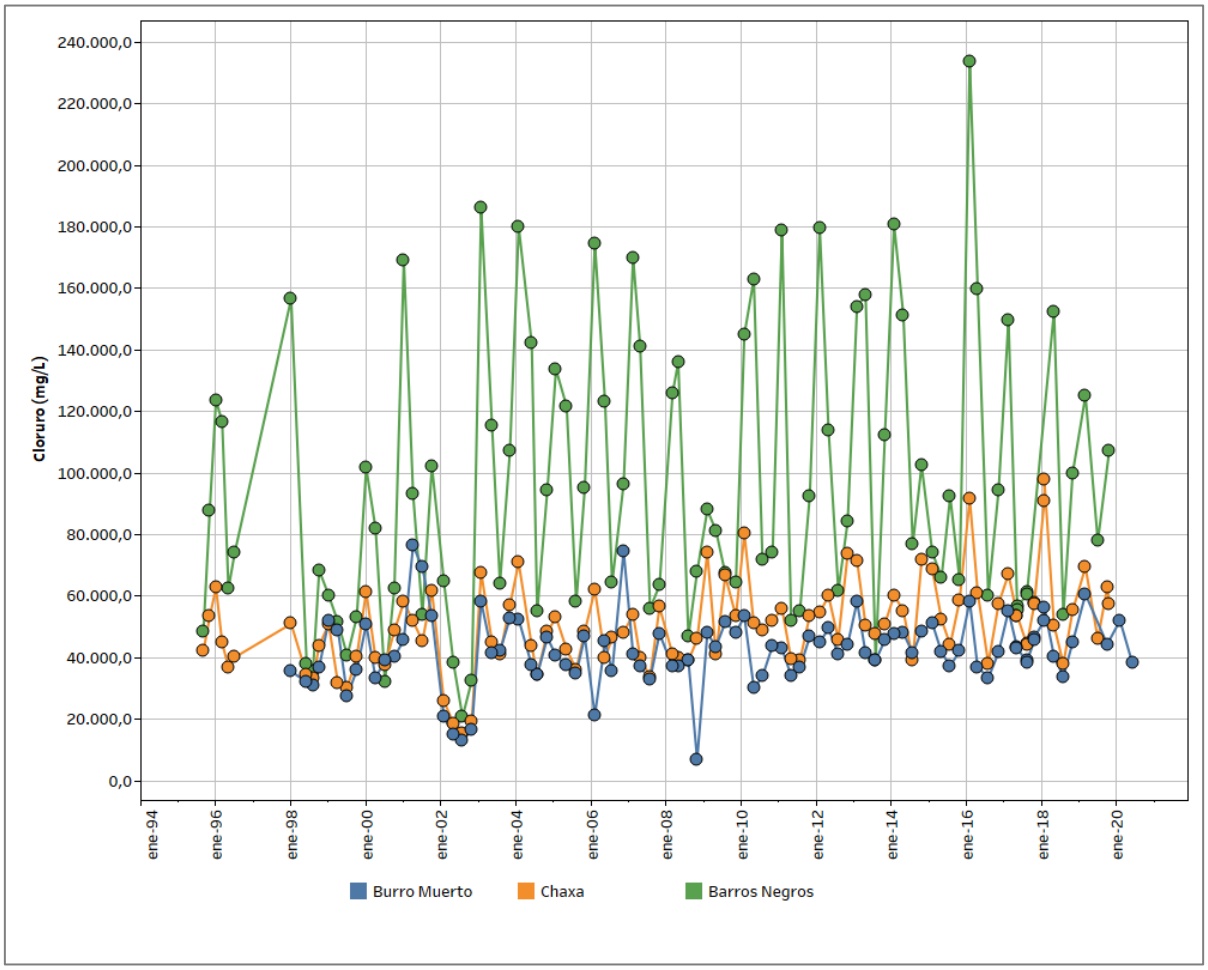
Fuente: Elaboración propia.

Además, dado que en el canal de Burro Muerto el flujo es de norte a sur, se produce un enriquecimiento en las concentraciones en este mismo sentido (Figura 6-44), debido fundamentalmente a la evaporación, y en menor medida a aportes locales desde el Borde

Este al canal del Burro Muerto. De esta manera, las mayores concentraciones del sistema Soncor, conforma a lo esperado de acuerdo al funcionamiento del sistema se registran en la laguna Barros Negros, cuerpo terminal.

Figura 6-44: Concentración de cloruros en canal Burro Muerto, laguna Chaxa y laguna Barros Negros

.



Fuente: Elaboración propia

Caudal de agua superficial (aforos)

En el sistema Soncor se encuentran dos puntos de medición de caudal de agua superficial; la estación de aforo Puente San Luis, que mide de forma continua a través de una sección de control y en la que también se realizan mediciones mensuales (éstas últimas se toman de forma adicional a lo comprometido por RCA). Esta estación de aforo se encuentra aguas arriba

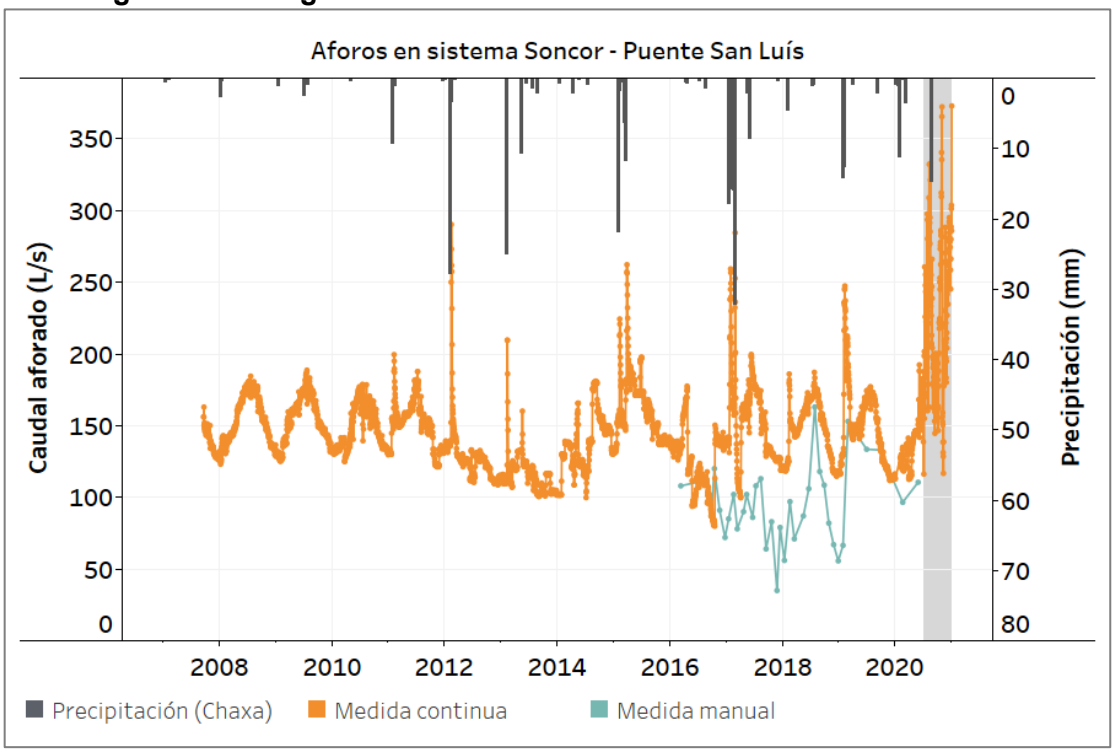
de la entrada a la laguna Chaxa. Por otro lado, se dispone de las mediciones manuales con frecuencia mensual del punto llamado Barros Negros y que se encuentra aguas abajo de la salida de la laguna Chaxa.

En la Figura 6-45 se muestra el registro histórico hasta diciembre 2020 del punto de aforo del Puente San Luis, junto con la precipitación medida en la estación de Chaxa, que se encuentra a escasos metros. En la Figura 6-46 se muestra lo mismo para el punto Barros Negros.

Como ya se ha descrito en el capítulo de resultados, las medidas continuas para este segundo semestre de 2020 del Puente San Luis no se validan por falla del equipo (como se ha visto en el capítulo 5, el registro resultante muestra oscilaciones anómalas y con rangos de valores no representativos del medio), y no ha sido posible realizar medidas manuales ya que ambos puntos se encuentran dentro de RNF (el punto Aforo Barros Negros no dispone de mediciones desde octubre de 2019).

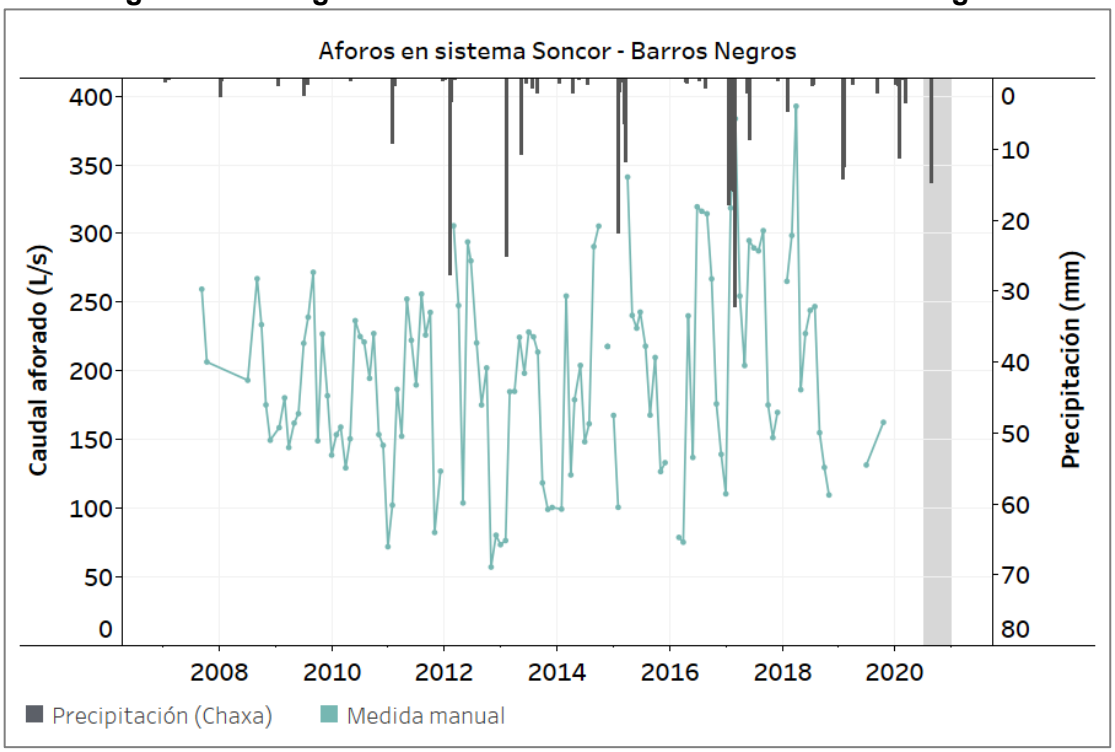
Respecto los periodos anteriores, se observa que, en épocas secas como el período 2007-2012, el caudal de recarga superficial presenta un comportamiento estacional, con mínimos en verano y máximos en invierno, respondiendo a la recarga superficial proveniente de las cuencas altoandinas. En cambio, en la época más húmeda comprendida en el periodo entre los años 2012 y 2019, las precipitaciones registradas los años 2011, 2012, 2013, 2015, 2017, 2019 provocaron aumentos bruscos del caudal pasante, debido al escurrimiento subsuperficial generado por dichas precipitaciones, hecho que enmascara levemente la evolución estacional observada en los años anteriores.

Figura 6-45: Registro de mediciones en el aforo de Puente San Luís



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-46: Registro de mediciones en el aforo de Barros Negros



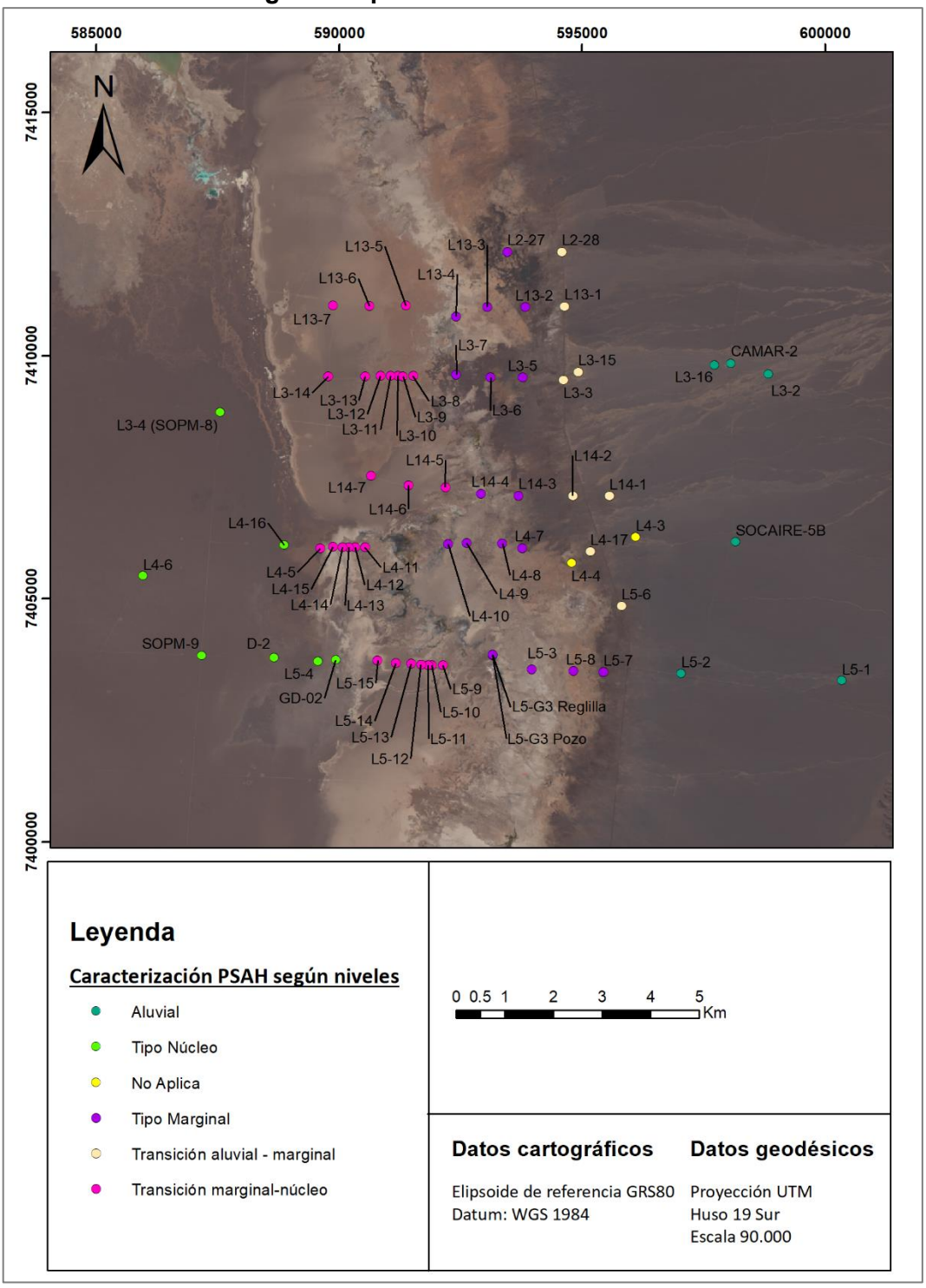
Fuente: Elaboración propia

6.1.2. SISTEMA AGUAS DE QUELANA

De la misma manera que se ha planteado en el sistema Soncor, para el análisis de los datos se han incluido todos los puntos ubicados en el sistema Aguas de Quelana, aunque formen parte de la clasificación administrativa del sistema Vegetación Borde Este (ver Figura 6-47). Se incluyen por tanto en este apartado también los siguientes puntos;

- **De la serie L2**: L2-27, L2-28
- **De la serie L3**: L3-3, L3-5, L3-15, L3-11, L3-16
- **De la serie L4:** L4-3, L4-7, L4-10, L4-17

Figura 6-47: Infraestructura englobada en el sistema Aguas de Quelana y clasificada según comportamiento de los niveles



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

Niveles de agua subterránea y superficial

El objetivo principal de los pozos ubicados en el Sistema Aguas de Quelana es observar el eventual efecto de la explotación de salmuera en el núcleo sobre las lagunas difusas y dispersas, así como el efecto de las operaciones de los pozos de agua industrial Camar-2 y Socaire-5B.

En el análisis realizado en el sistema Soncor se han identificado varios comportamientos con características hidrogeológicas determinadas. Algunos de estos comportamientos se identifican también en el sistema Aguas de Quelana: el comportamiento asociado al acuífero aluvial, el transicional entre el aluvial y el marginal y el comportamiento relacionado a la zona marginal (producto de la interfaz salina). En este caso, a diferencia del Sistema Soncor, no existe un sistema de lagunas y canales de agua superficial que genere un impacto característico sobre el acuífero. Por contra, se trata de una distribución irregular de afloramientos de agua subterránea, producto del levantamiento del agua dulce proveniente de la cordillera (que genera la presencia de la interfaz salina) y el cambio de relieve (que genera la existencia de estos cuerpos de agua dispersos de norte a sur). Por ese motivo, existe un comportamiento no visto como tal en el sistema Soncor que se trata de una transición entre la zona marginal y el núcleo. A continuación, se muestran las series de niveles y el análisis asociado.

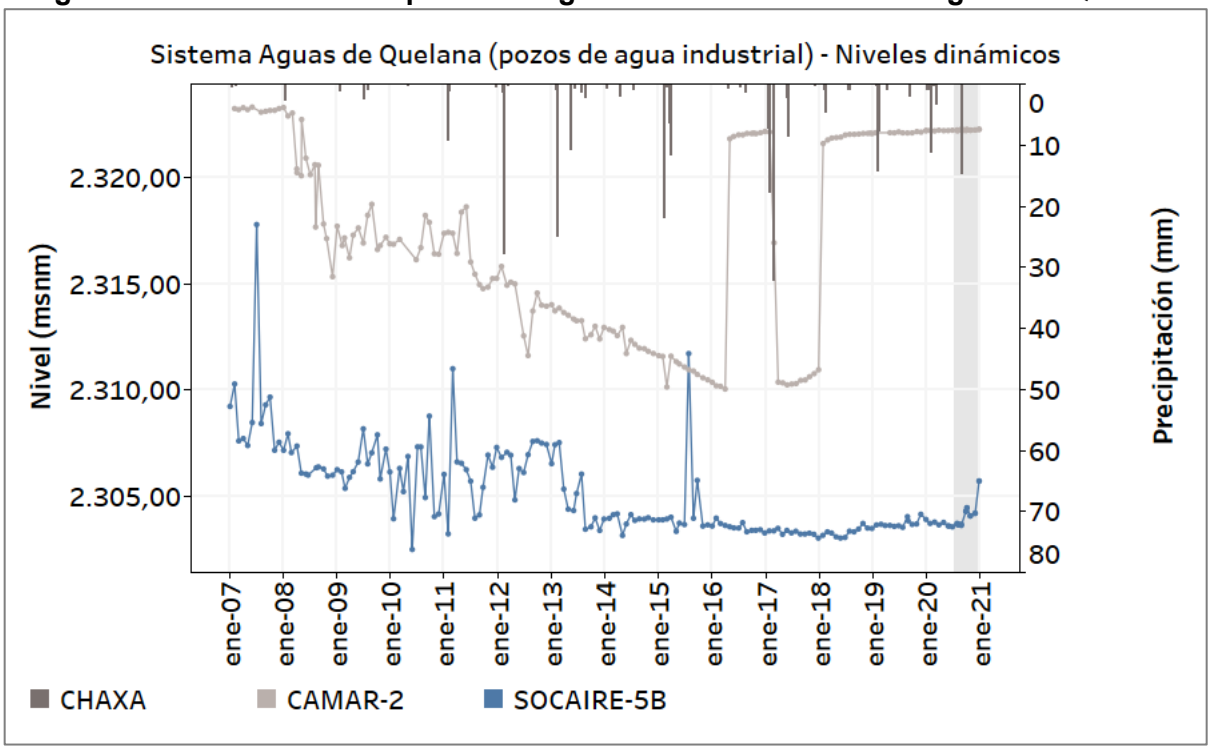
Niveles en pozos de bombeo de agua industrial

En la Figura 6-48 se muestran los niveles de los pozos Camar-2 y Socaire-5B, que son los pozos de agua industrial que se encuentran en el sistema Aguas de Quelana. Tienen un caudal autorizado de 60 y 65 L/s respectivamente. Pero el pozo Camar-2 se encuentra detenido desde febrero de 2018 y por este motivo, los niveles medidos se encuentran estables sobre la cota 2.322 m s.n.m. El pozo Socaire-5B disminuyó levemente el caudal de extracción en el mes de agosto 2019 (60,29 L/s de promedio mensual) y en el mes de noviembre de 2019 hubo una disminución de la extracción hasta los 44,41 L/s de promedio mensual. Por este motivo es que los niveles del pozo registran dos pequeñas elevaciones de nivel en esos meses.

En el segundo semestre de 2020 se observa como el Socaire-5B se muestra con un nivel ascendente (en contraposición al descenso descrito en el semestre anterior, que era de 44

cm/año -periodo enero a junio 2020-) y en el que se destaca el nivel registrado en diciembre de 2020, en una cota de 2.305,71 m s.n.m. que supone algo más de 2 metros por sobre la medición de junio 2020.

Figura 6-48: Niveles en los pozos de agua industrial del sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Pozos en zona aluvial

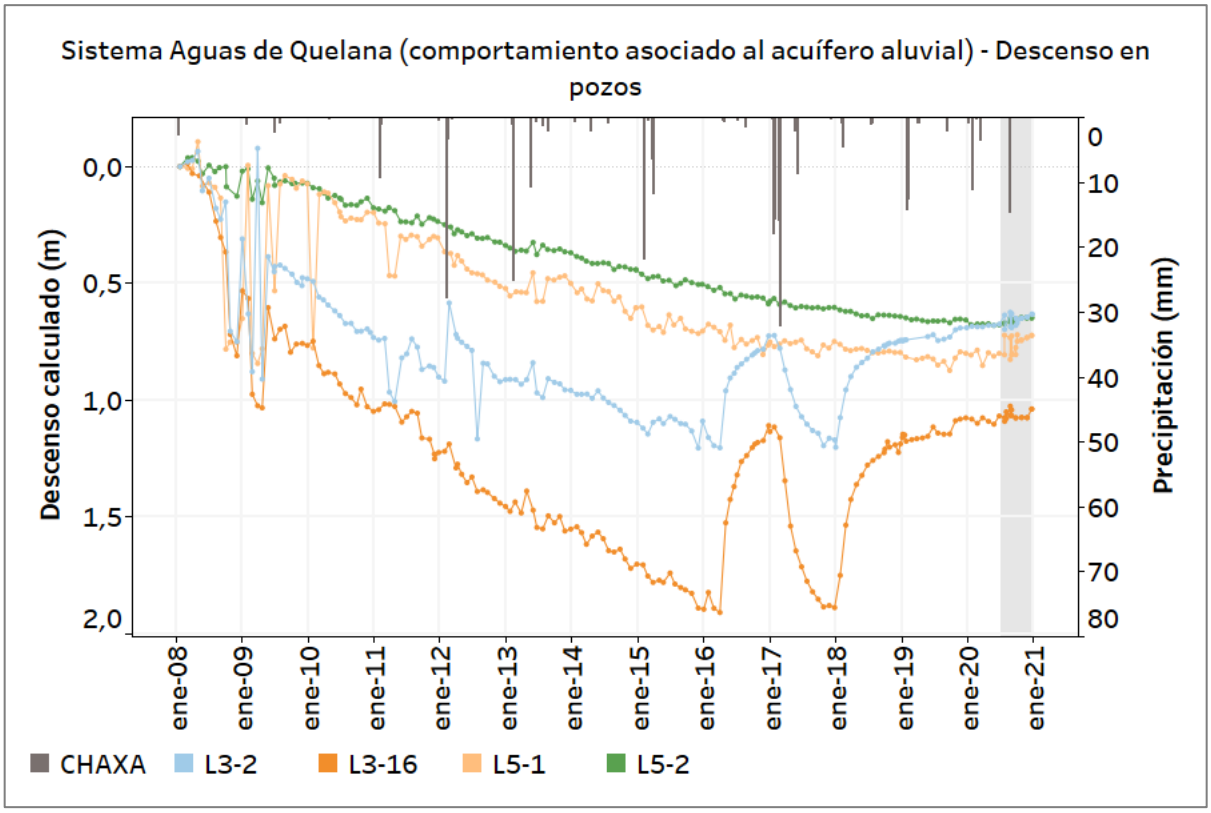
Sobre el acuífero aluvial del sistema Aguas de Quelana y con un el comportamiento característico de esta área, se encuentran los puntos L3-2, L3-16, L5-1 y L5-2. En la Figura 6-49 los descensos calculados, que permiten observar mejor las tendencias de este grupo, puesto que los niveles se encuentran a cota muy distintas. Los puntos no muestran oscilación estacional y sí un claro descenso. Las tasas de descenso son variables; las mayores corresponden al L3-2 y L3-16 (10 y 17,8 cm/año respectivamente) por situarse más cercanos a un pozo de agua industrial (Camar-2), y el L5-1 y L5-2 muestran unas tasas de 8,3 y 6,6 cm/año respectivamente. A excepción de la lluvia de 2012 y solo para el punto L3-2, no muestran ninguna respuesta a los eventos de precipitación. El comportamiento en este sector se interpreta como una etapa de reequilibrio desde una época de máxima recarga desde la

cordillera oriental, dando lugar a una leve tendencia al descenso y sobre la cual se sobrepone el efecto inducido por la explotación de agua industrial de los pozos.

De las mediciones del segundo semestre de 2020 se puede ver que todos se encuentran en fase de recuperación; los pozos más próximos al Camar-2 muestran ascensos calculados para este semestre de 2,9 cm/año en el L3-16 (el más cercano al Camar-2, a 342 m) y 7,4 cm/año en el L3-2 (a 802 m del Camar-2). Respecto el L5-1 y L5-2, que se encuentran al sur del Socaire-5B (a unos 3 km) han registrado un ascenso en este periodo con pendiente de 13 cm/año el primero y 6 cm/año el segundo.

Se destaca el cambio de tendencia que viene reproduciendo el L5-1 desde septiembre de 2019, donde pasó de registrar un descenso promedio de 3,7 cm/año (calculado entre enero 2015 y septiembre 2019) a un ascenso promedio de 8,6 cm/año (calculado entre septiembre de 2019 y diciembre 2020). Este pozo se encuentra en el margen este del aluvial, a más de 3 km al sur del Socaire-5B y 8 km al norte del CA-2015; el primero ha registrado leves disminuciones de su extracción y el segundo ha mantenido el régimen de extracción de forma permanente. El L5-2, que se encuentra en la misma transecta y más cercano a la zona marginal, no registra este comportamiento; en este caso, el punto de inflexión (el cambio desde una tasa de descenso hacia una de ascenso) se produce en el mes de mayo 2020 y dura 5 meses (hasta octubre 2020), ya que los meses de noviembre y diciembre de 2020 se registra una cota sostenida en 2.315,14 m s.n.m. Es por tanto necesario tener un registro más amplio de datos, aunque es posible que sea debido a la disminución del caudal de extracción del pozo Socaire-5B.

Figura 6-49: Descensos calculados a partir de 2008 de los puntos del sistema Aguas de Quelana que muestran un comportamiento asociado al acuífero aluvial



Fuente: Elaboración propia.

Pozos en zona marginal

En esta sección se hace el análisis para aquellos puntos que se encuentran en la zona marginal del sistema Aguas de Quelana. Empezando por los puntos más cercanos al acuífero aluvial, se identifica un comportamiento que se reconoce por ser transicional; presentan una tendencia de descenso propia del acuífero aluvial, pero además muestran una oscilación estacional más propia de la zona marginal. En la Figura 6-50 que muestra los descensos calculados desde 2008, a partir de los niveles medidos, ya que debido a las diferencias entre las cotas de los niveles en este grupo no podría realizarse el análisis de forma adecuada.

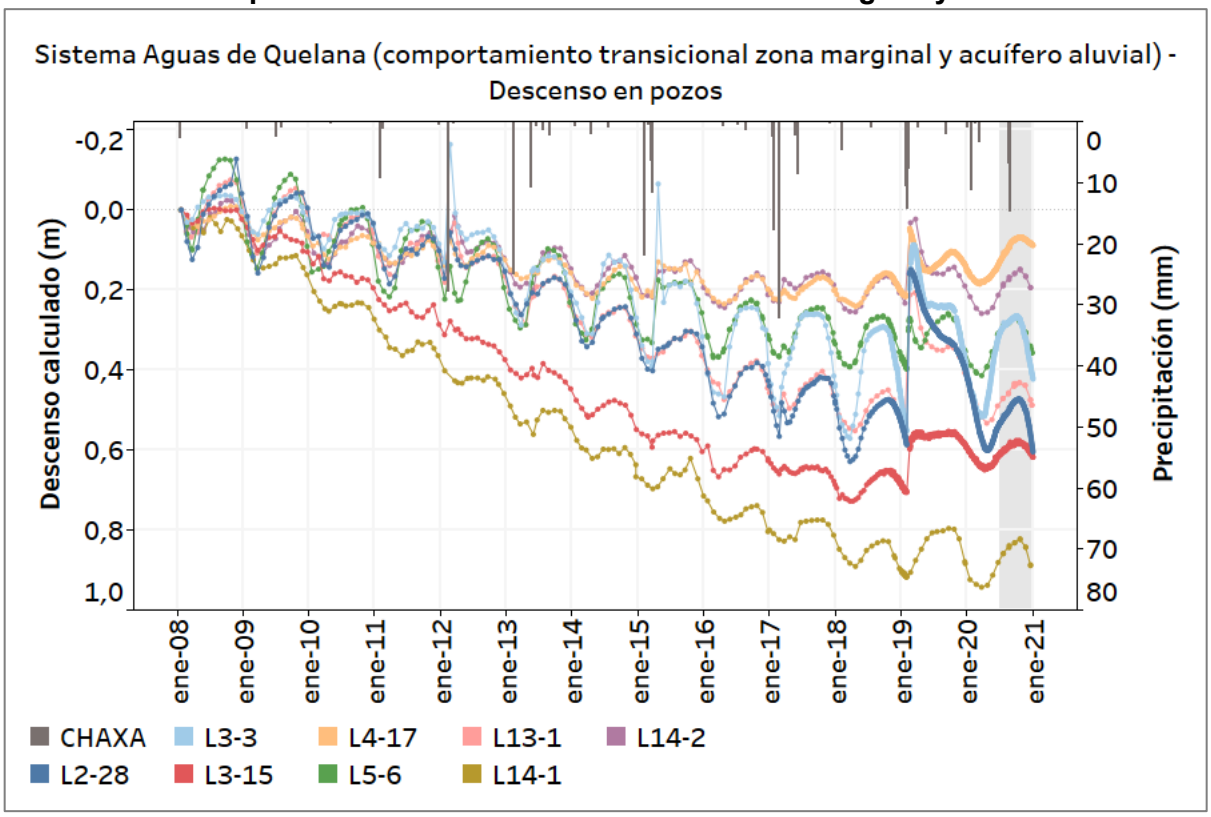
Empezando el análisis al norte del sistema, los pozos L2-28, L13-1, L3-15 y L3-3 se encuentran sobre los perfiles cercanos al pozo Camar-2. El cese de la extracción en este pozo (en febrero 2018) produce una leve disminución de la tasa de descenso, que venía siendo de entre 7,3 cm/año (el L3-15) y 4,45 cm/año (el L3-3). En febrero de 2019 se produce el intenso evento de precipitación, a partir del cual se producen marcados cambios en el comportamiento

de este subgrupo; posterior a la recuperación de dicho evento, el semestre pasado se registró un mínimo a una cota superior al de 2018 (entre 2 cm, el L13-1, y 8 cm, el L3-15) y en el presente semestre se ha registrado un máximo también a una cota superior respecto al de 2018 (entre 0,2 cm, el L2-28 y 7 cm, el L13-15). Por lo que se intuye un cambio en la tendencia de esta área de la zona marginal influenciada por la detención del Camar-2, en el que posiblemente se cambie el comportamiento típicamente descendente hacia una etapa de ascenso. En todo caso, es necesario contar con más registro de datos, aunque es posible que el evento de precipitación de 2019 junto con el cese de la extracción del Camar-2 hayan influido de alguna forma en este posible nuevo patrón de comportamiento.

El otro subgrupo consta de los pozos L14-1, L14-2, L5-6 y L4-17 y se sitúan sobre los perfiles cercanos al pozo Socaire-5B. De éstos, el que históricamente ha registrado mayor tasa de descenso es el L14-1 (8,32 cm/año), los que menos son el L4-17 y L14-2 (1,42 cm/año). No obstante, en todos ellos se observan cambios también a partir de 2018; el L14-1 muestra una disminución de la tasa de descenso, más evidente a partir de 2019, pasando a un descenso de 0,18 cm/año para el L14-1 (tomando el periodo entre enero de 2019 y diciembre de 2020) y el L5-6 ha registrado máximos entre 2018 y 2020 a una cota muy similar, dando lugar a una posible estabilización del descenso. Estos dos últimos puntos (L14-1 y L5-6) son los que se encuentran más cercanos al aluvial). El cambio es más evidente en el L4-17 y L14-2, en que desde 2018 están registrando una etapa de ascenso, con una tasa promedio de 3,36 cm/año el primero, 0,58 cm/año el segundo (tomando el periodo entre enero de 2018 y diciembre de 2020).

Es por tanto un cambio muy significativo en el patrón de comportamiento en este sector, que se observa más acentuado en el L4-17, pues en el actual segundo semestre de 2020 ha registrado un máximo a una cota similar que el máximo del año 2010. De todas formas, es necesario contar con un registro más largo de datos, pues se observa también que el evento de precipitación de 2019 haya podido ejercer influencia sobre estas tasas de ascenso descritas, ya que podría ser esperable que esta lluvia esté llegando al sector en forma de recarga subterránea tardía proveniente de las cotas del aluvial. Dada esta hipótesis, posiblemente, cuando el pulso de esta recarga termine, la tasa de ascenso disminuya, y es así como podría evaluarse el impacto generado por el cese de la extracción del Camar-2.

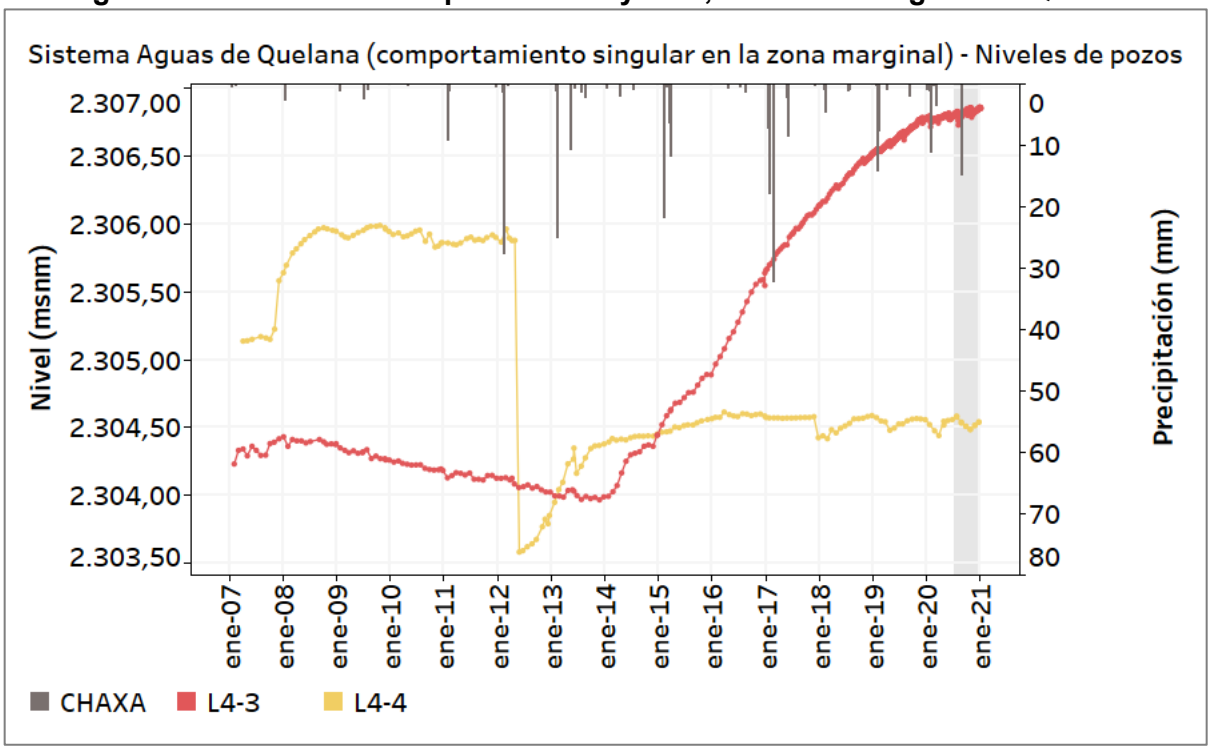
Figura 6-50: Descensos calculados de los puntos del sistema Aguas de Quelana que muestran un comportamiento de transición entre la zona marginal y el acuífero aluvial



Fuente: Elaboración propia.

En el entorno de los puntos descritos anteriormente, se encuentran el L4-3 y el L4-4 que muestran un comportamiento singular si se compara con el resto de los pozos vecinos. En la Figura 6-51 se muestran los niveles de estos puntos. El pozo L4-4 sufrió un golpe por terceros, hecho reportado en el Informe Nº11 del PSAH. Esto provocó un cambio en los niveles medidos, lo que se aprecia como un descenso abrupto el año 2012. Posteriormente, el punto mostró una recuperación del nivel hasta alcanzar en 2016 una cota más o menos estable alrededor de los 2.304,55 m s.n.m. El L4-3 cambió su tendencia de descenso a partir de 2014 y empezó a mostrar un ascenso regular, aunque la pendiente se haya ido suavizando desde entonces, actualmente parece haber disminuido la tasa de ascenso pasando a 8,5 cm/año (calculado para el periodo entre enero de 2019 y diciembre de 2020).

Figura 6-51: Niveles en los puntos L4-3 y L4-4, del sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

El siguiente grupo de pozos que se analiza en esta sección son los que se encuentran alrededor de la interfaz salina y que por tanto muestran el comportamiento esperado en la zona marginal. Se caracterizan por mostrar una tasa de descenso casi nula y una fuerte estacionalidad. Se trata de gran número de puntos situados entre el límite del acuífero aluvial y la zona de la surgencia de los cuerpos de agua objeto de protección del sistema Aguas de Quelana, por lo que se muestran directamente los descensos calculados (donde se visualiza mejor el comportamiento característico) y agrupados en distintas figuras: de norte a sur se encuentran los puntos pertenecientes a las serie L2 (L2-27) y L13 (L13-2, L13-3 y L13-4) en la Figura 6-52, los pertenecientes a la serie L3 (L3-5, L3-6 y L3-7) en la Figura 6-53, los de las series L4 (L4-7, L4-8, L4-9 y L4-10) y L14 (L14-3 y L14-4) en la Figura 6-54 y finalmente, los de la serie L5 (L5-3, L5-7, L5-8 y L5-G3 Reglilla y Pozo) en la Figura 6-56.

Puede notarse que, en esta agrupación de puntos, con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana, se encuentran las reglillas pertenecientes al monitoreo de agua superficial de este sector: L13-4, L14-4, L3-7, L4-10 y L5-G3 Reglilla y Pozo. Como puede verse en las figuras, no muestran un comportamiento diferenciado con

respecto el resto de los puntos incluidos en este grupo. Esto es debido a que el sistema Aguas de Quelana tiene una dinámica distinta al sistema de Soncor donde existe una interacción entre los cuerpos lagunares superficiales y el acuífero del sector. En el caso del sistema de Aguas de Quelana, los cuerpos de agua dispersos sobre la superficie del terreno tienen como origen la surgencia del acuífero procedente de la zona aluvial, que al encontrarse con el acuífero del núcleo produce la llamada interfaz salina. Esta diferencia de densidades y el relieve llano de la zona (en comparación con las cotas topográficas del aluvial) son las responsables de que exista este sistema de humedales en el borde este del Salar de Atacama.

Volviendo al comportamiento de los niveles, de la misma manera que se describía para los pozos también asociados a la interfaz salina del sistema de Soncor, estos puntos muestran una marcada oscilación estacional y tendencia de pendiente prácticamente nula (ni ascenso ni descenso). Es posible que estos puntos no muestren el bombeo de los pozos de agua industrial debido a las condiciones hidráulicas del acuífero en este sector que, debido a las características litológicas, el medio sea poco transmisible. Las amplitudes de oscilación son variables (entre 1 y 12 cm) y la respuesta a los eventos de lluvia también varía en función del evento y del punto de medición de nivel (está relacionado con la amplitud de la zona no saturada, la pendiente del terreno y la litología y sus características transmisibles); la lluvia registrada que ha producido mayor impacto (registrado) hasta la fecha es la de febrero 2019.

Respecto los datos medidos en el segundo semestre de 2020, solo los pozos L2-27 y L13-2 (Figura 6-52), L3-5 (Figura 6-53), L4-7 y L14-3 (Figura 6-54), L5-7 y L5-8 (Figura 6-56) disponen de mediciones en todo el periodo.

Respecto de la Figura 6-52, en este segundo semestre de 2020, se destaca que las cotas alcanzadas en el registro del máximo de la oscilación del L2-27 y L13-2 han estado a una mayor cota que los máximos registrados en los años anteriores, por lo que podría decirse que son máximos estacionales históricos. Aunque, por otro lado, más probable es que sea influenciado por la recarga tardía proveniente de la precipitación de 2019 sobre el aluvial.

En la Figura 6-53, el L3-5 viene mostrando un claro aumento en la tasa de ascenso a partir de 2018, que se calcula para el periodo enero 2018-diciembre 2020 en 6,4 cm/año en promedio y que destaca sobre los 1,5 cm/año de ascenso promedio que venía reproduciendo en la etapa entre enero 2013 y diciembre 2017. Este cambio es consistente con el descrito en

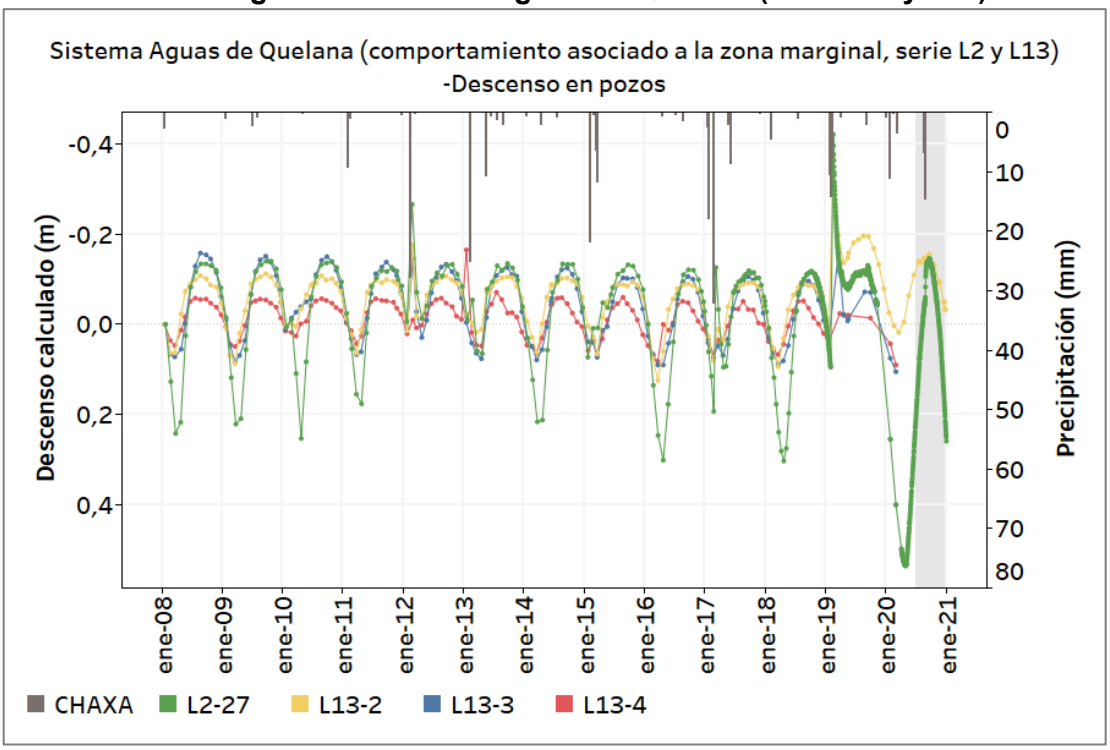
los puntos L3-3 y L3-15[57], que se encuentran aguas arriba de éste y que han mostrado respuesta al cese de la extracción del Camar-2.

En la Figura 6-54, el pozo L4-7, que se sitúa sobre la transecta cercana al Socaire-5B, no muestra cambios en este segundo semestre de 2020 con respecto patrón histórico descrito para este grupo de pozos caracterizados con un comportamiento esperable en la zona marginal. De este subgrupo, se destaca el L14-3 pues desde 2016 se viene observando una tendencia de ascenso promedio de 0,65 cm/año. Este punto se encuentra sobre la transecta al norte del Socaire-5B, al sur del Camar-2. Por otro lado, aguas arriba de este punto, se encuentran el L14-1 y L14-2 los cuales han mostrado cierta estabilización del descenso a partir de 2018. Pero por fechas y teniendo en cuenta las direcciones de flujo, es posible relacionar ambas respuestas; no se conoce el motivo que pueda haber llevado al L14-3 a mostrar el ascenso promedio descrito.

Finalmente, respecto la Figura 6-56, el L5-7 y L5-8, situados en la transecta al sur del Socaire-5B, en el segundo semestre de 2020 no se muestran variaciones en el patrón esperado para este grupo de pozos.

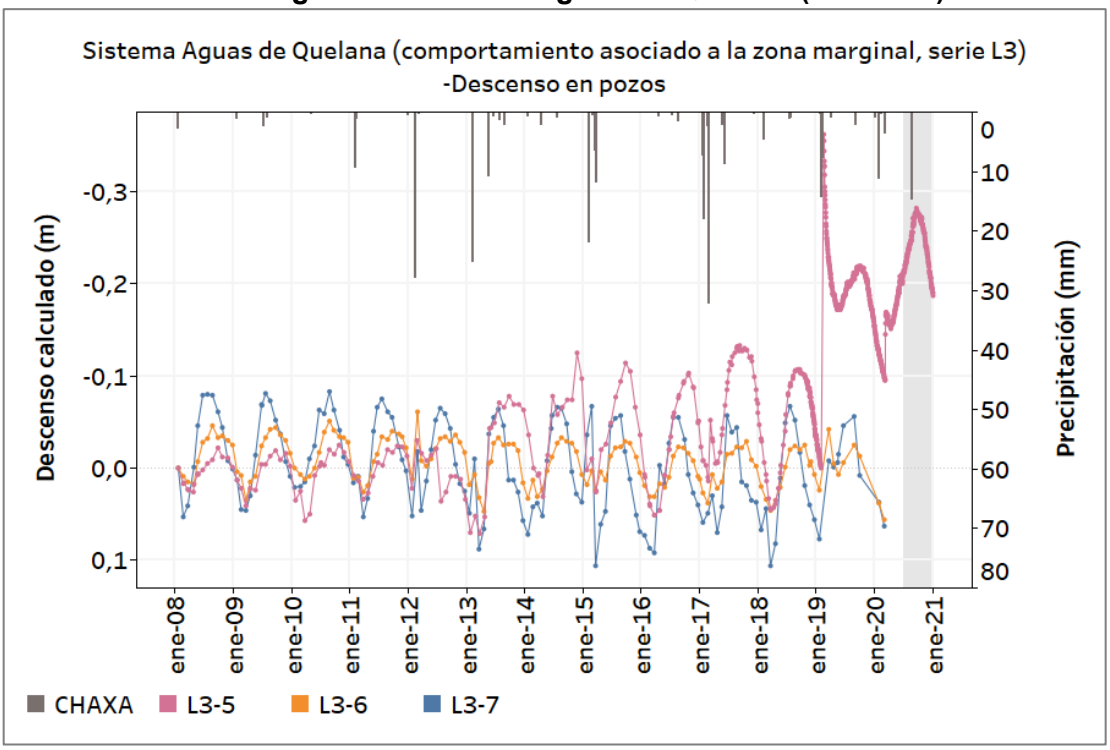
[57] Descritos al inicio del apartado de “Pozos en zona marginal” ya que se corresponden a un comportamiento transicional entre el aluvial y el marginal.

Figura 6-52: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (series L2 y L13)



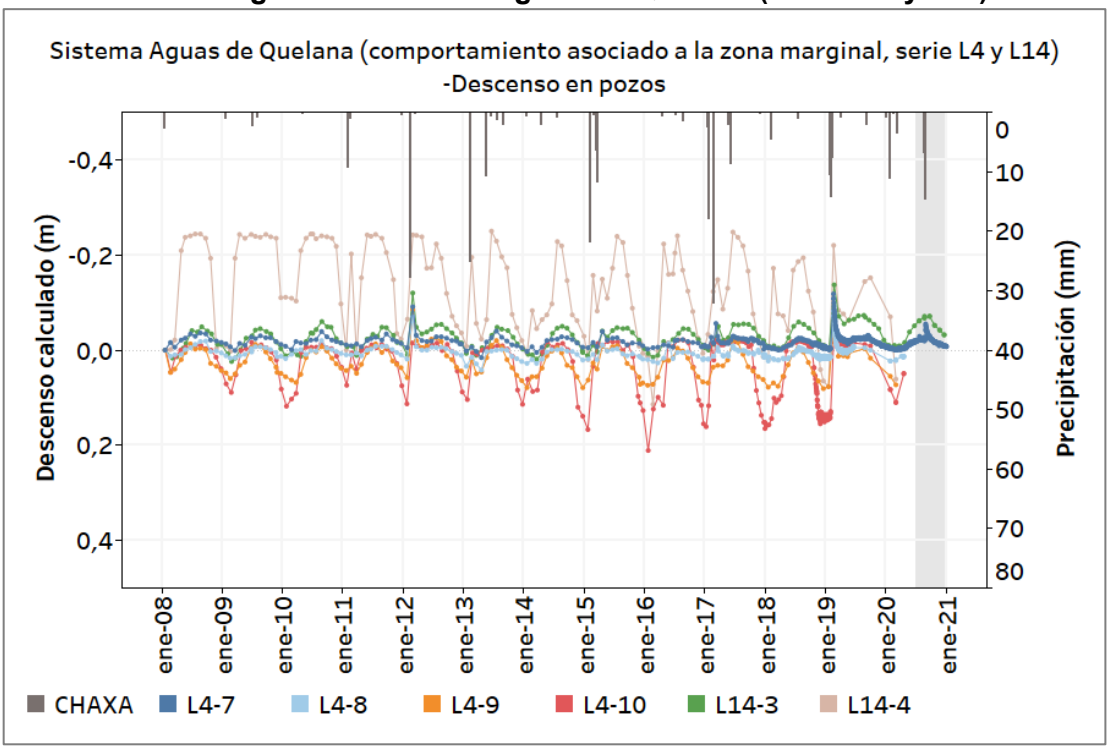
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-53: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (series L3)



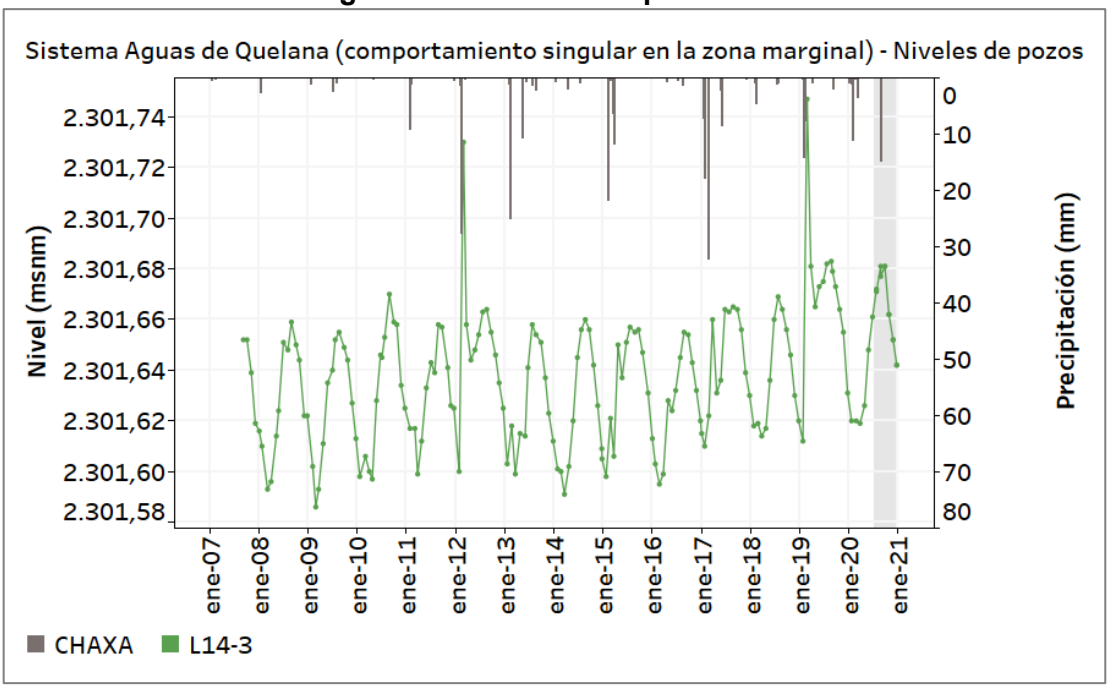
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-54: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (series L4 y L14)



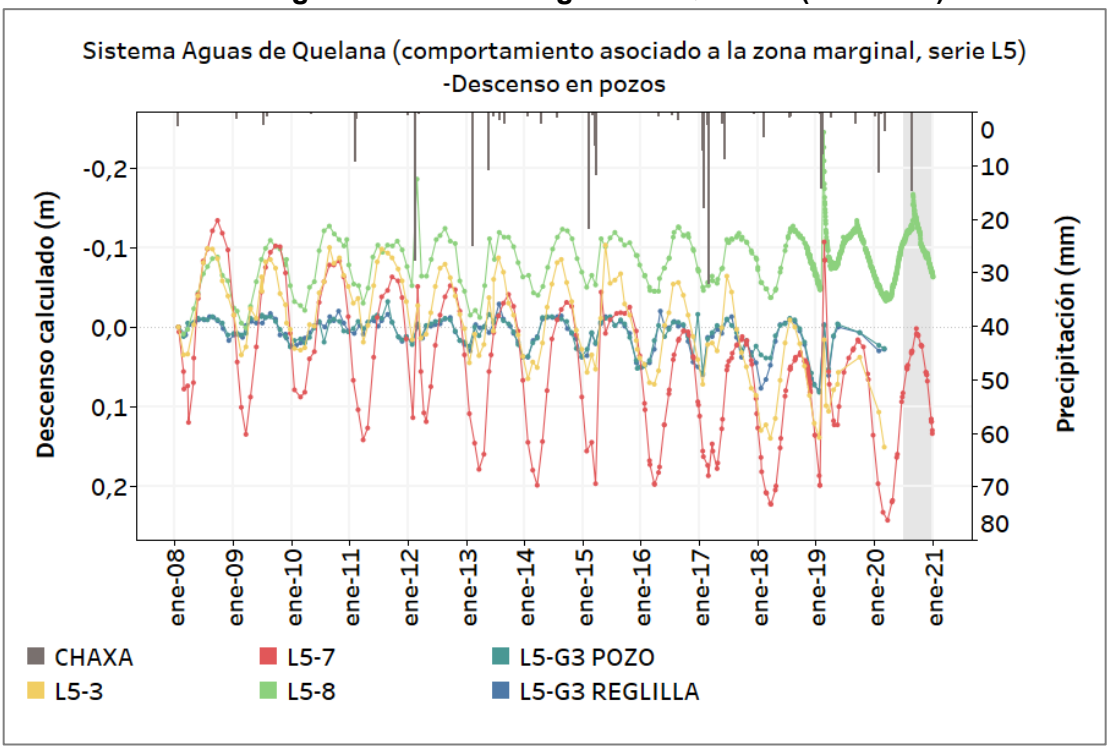
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-55: Detalle del pozo L14-3



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Figura 6-56: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (series L5)



Fuente: Elaboración propia.

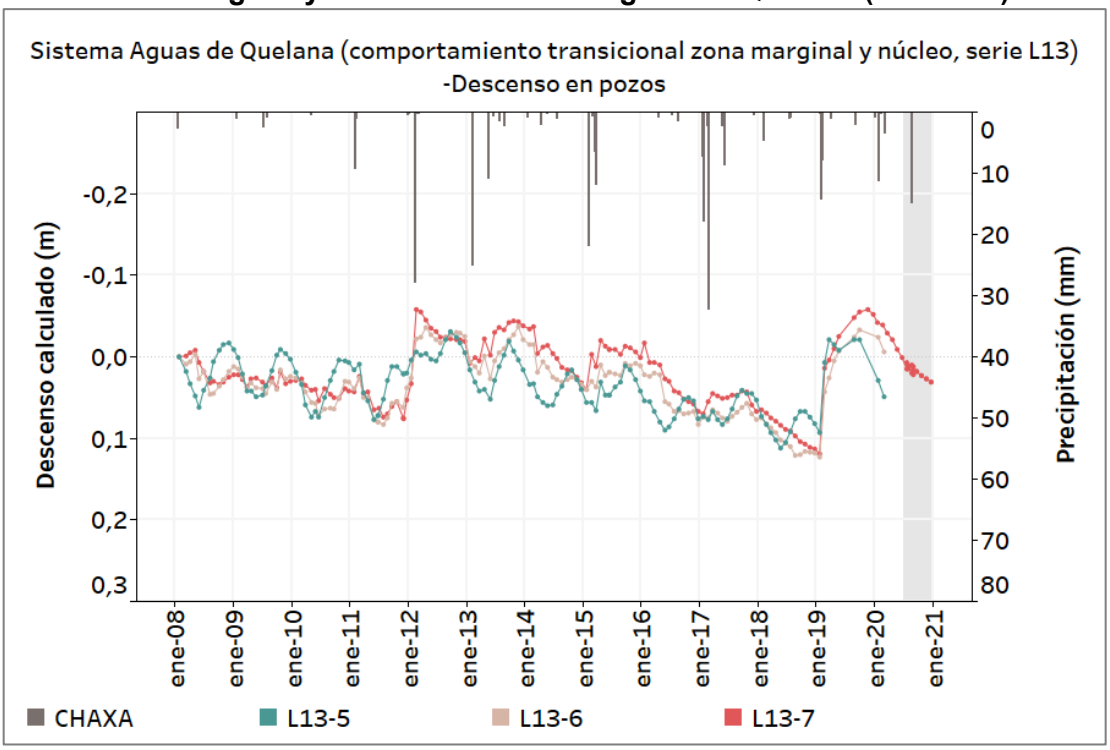
El siguiente grupo, desde los cuerpos de agua en superficie y en dirección al oeste, presenta un comportamiento transicional entre lo observado en la zona marginal y el núcleo (que se describe con más detalle en el siguiente apartado). Se trata de un gran número de puntos, por lo que se muestra el descenso calculado distribuido en varios gráficos, de manera que permita identificar mejor las respuestas de norte a sur. Los descensos de la serie L13 (L13-5, L13-6, L13-7) se muestra en la Figura 6-57, los de la serie L3 (L3-8, L3-9, L3-10, L3-11, L3-12, L3-13, L3-14) en la Figura 6-58 los de la serie L14 (L14-5, L14-6, L14-7) en la Figura 6-59, los de la serie L4 (L4-5, L4-11, L4-12, L4-13, L4-14, L4-15) en la Figura 6-60 y finalmente, los de la serie L5 (L5-9, L5-10, L5-11, L5-12, L5-13, L5-14, L5-15) en la Figura 6-61.

En general, estos puntos muestran oscilaciones estacionales residuales; menor amplitud, menor regularidad que las observadas en la zona marginal, e incluso en ocasiones se muestra desfasado unos meses. Además, todos los puntos muestran tendencias de descenso, cuya pendiente aumenta en la medida que el punto se encuentra más cercano al núcleo. La serie

de pozos que se muestra más reactiva a las lluvias, y que recuerda al comportamiento de la zona Núcleo (ver siguiente apartado), son los pozos de la transecta L4 (Figura 6-60).

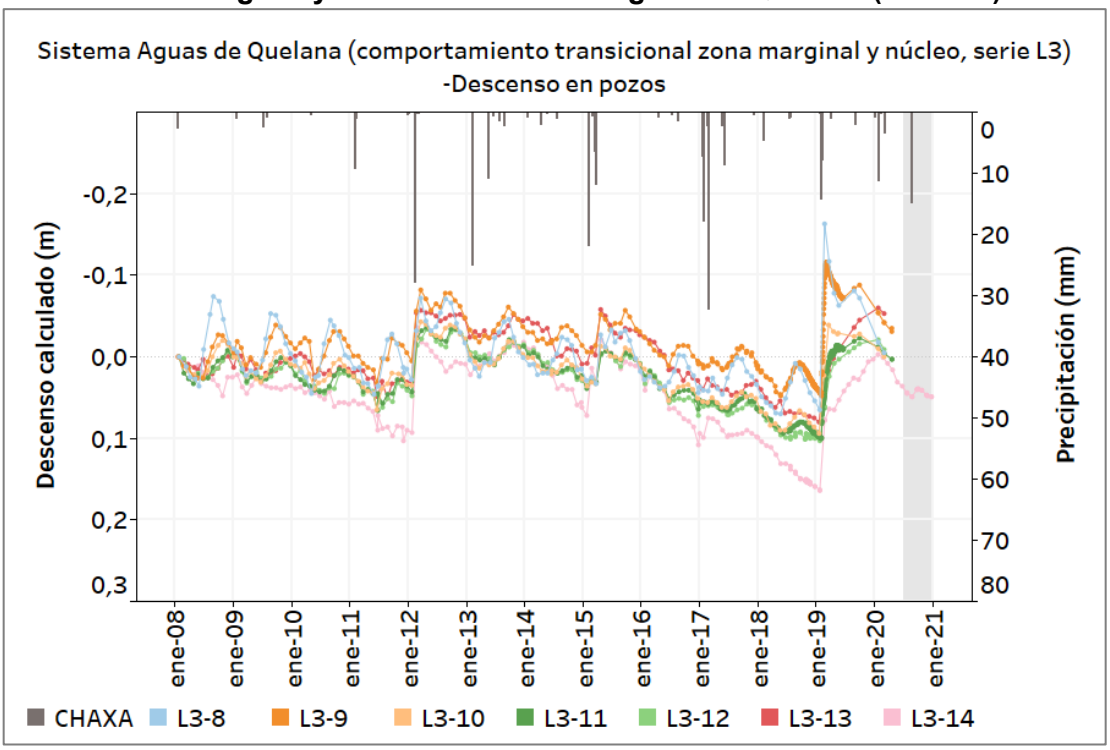
De las medidas tomadas en el segundo semestre de 2020, donde solo los puntos L13-7, L3-14, L4-15 y L4-5 disponen de datos para todo el periodo, se observa que el comportamiento antes descrito se sigue manteniendo.

Figura 6-57: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L13)



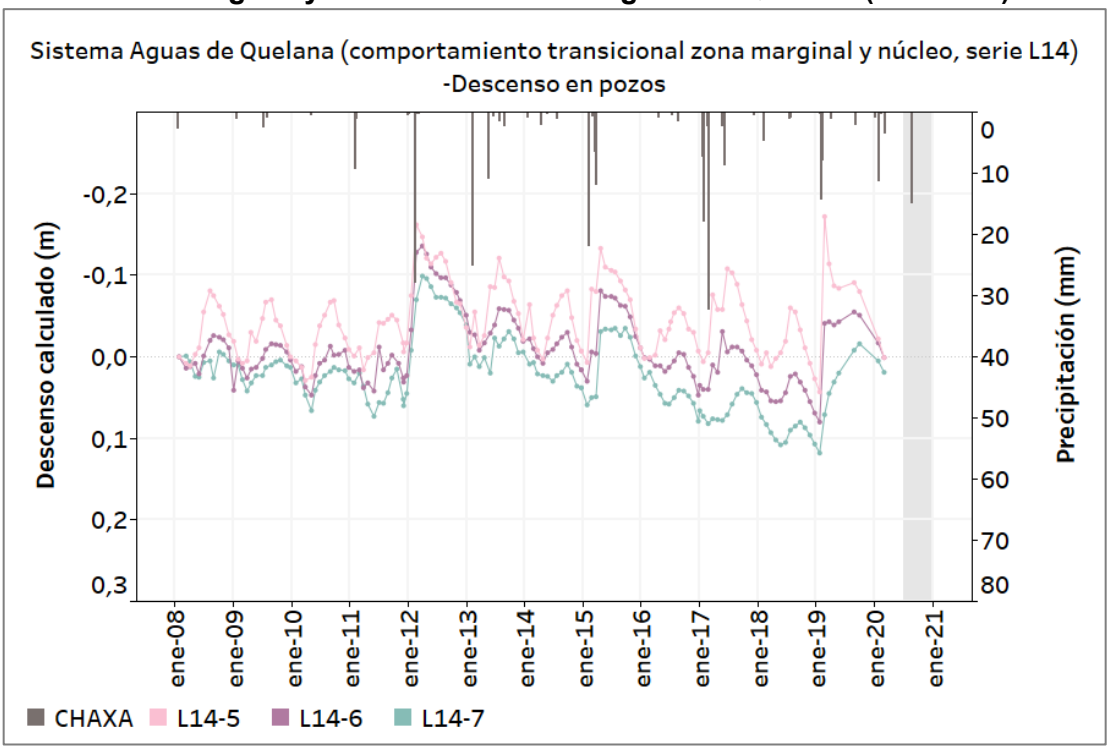
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-58: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L3)



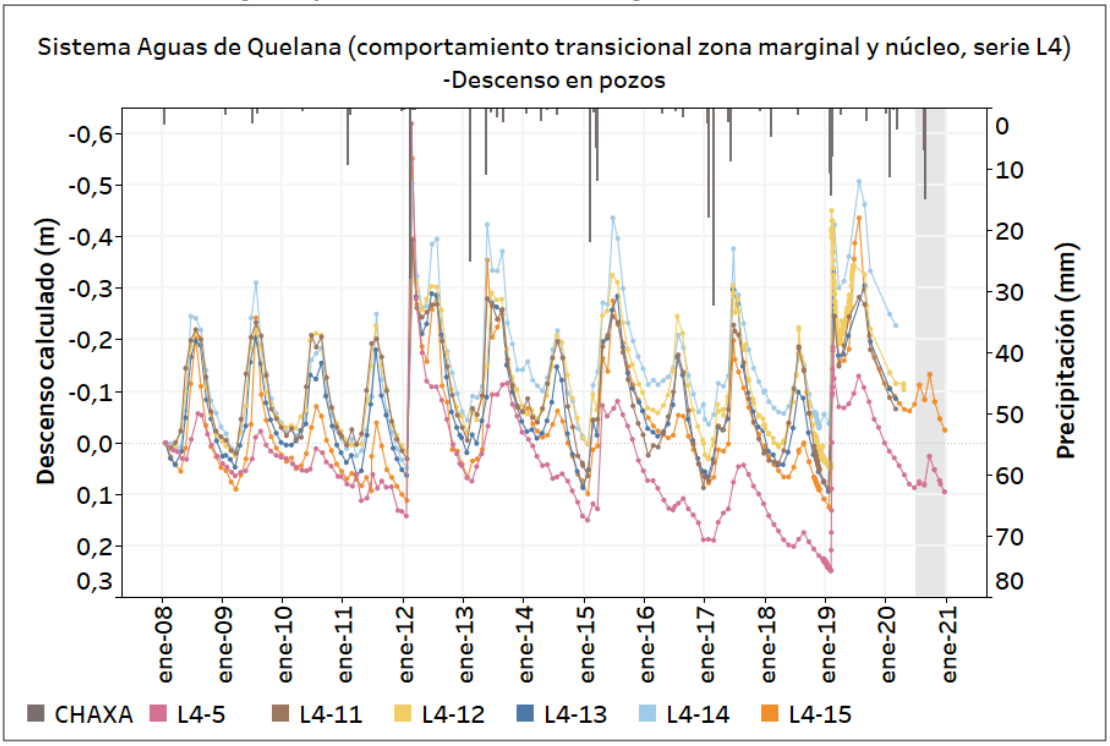
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-59: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L14)



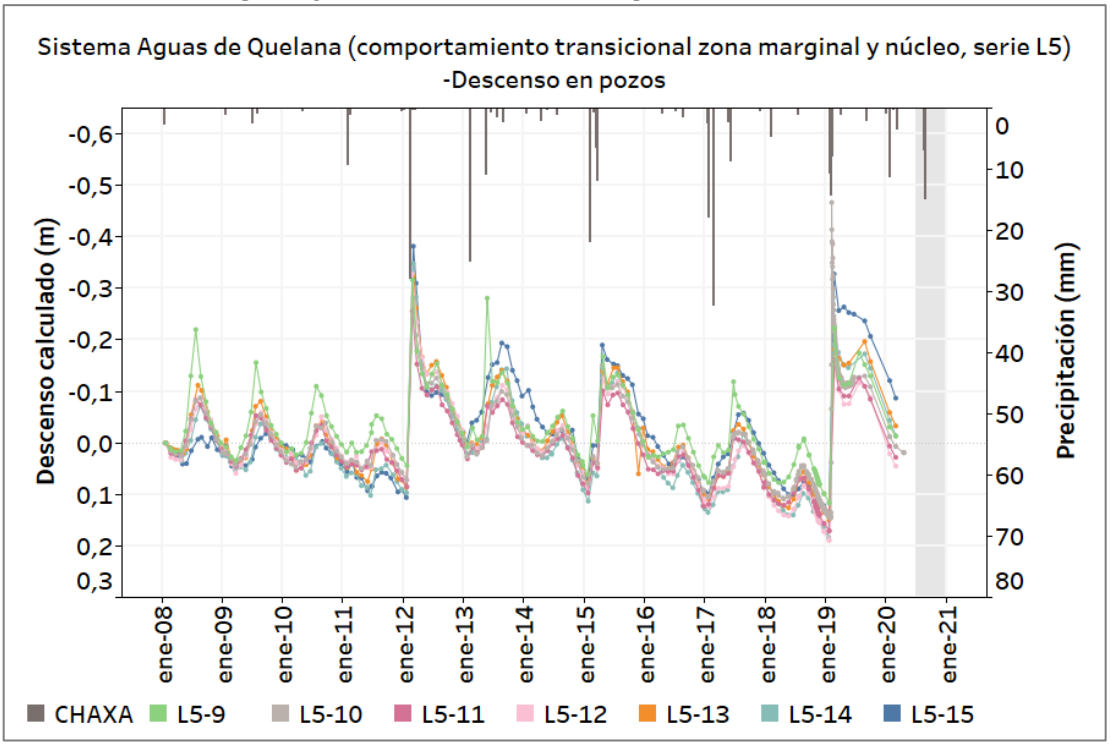
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-60: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L4)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-61: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L5)



Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se ha descrito, en la zona marginal es donde se encuentran los objetos de protección definidos para el sistema Aguas de Quelana. En este sentido, una vez analizados los niveles históricos junto con la nueva información del segundo semestre 2020, puede concluirse que el sistema se mantiene con las variaciones esperadas según el tipo de comportamiento, por lo que los objetos de protección también se mantienen fluctuando dentro de comportamiento estacional esperado. En el capítulo 6.2 Análisis del Plan de Contingencias se analiza el estado de los objetos de protección a través de la revisión de los indicadores de estado, por lo que puede encontrarse más detalle.

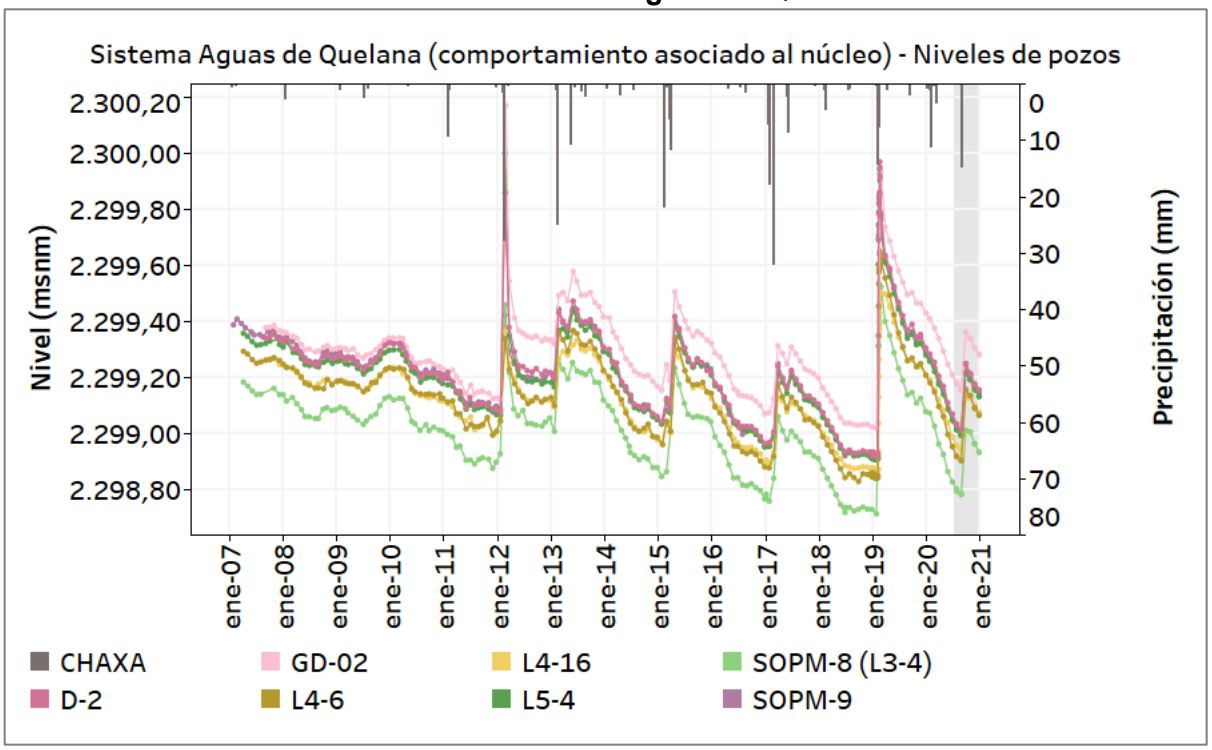
Pozos en el sector del núcleo

Cerrando el análisis de los puntos del sistema Aguas de Quelana, el último grupo de puntos son los que se encuentran sobre el núcleo del Salar y que, por tanto, están mostrando un comportamiento asociado a este. Se trata de los pozos L3-4 (SOPM-8), L4-16, L4-6, GD-02, L5-4, D-2 y SOPM-9, de los que se muestran sus niveles en la Figura 6-62.

De la misma forma que en el sistema Soncor, estos puntos no presentan estacionalidad, responden a los episodios de lluvia y muestran una tendencia general al descenso característica de esta zona (entre 4,5 y 5,2 cm/año). Como ya se ha visto en el sistema Soncor, los puntos del núcleo muestran poca diferencia entre las cotas piezométricas, por lo que resulta una zona de bajos gradiente hidráulicos.

De las medidas tomadas en el segundo semestre de 2020, se observa que todos los puntos han mostrado respuesta ante la lluvia registrando máximos en el mes de septiembre de 2020.

Figura 6-62: Niveles medidos en los pozos que muestran comportamiento asociado al núcleo en el sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Superficie de los sistemas lacustres

El sistema Aguas de Quelana es un conjunto de cuerpos de agua ubicados en el borde este del Salar. La superficie de este sistema ha sido estimada de manera preliminar en el estudio realizado por la consultora GEM S.L. en el “Análisis de la evolución de las áreas lagunares en

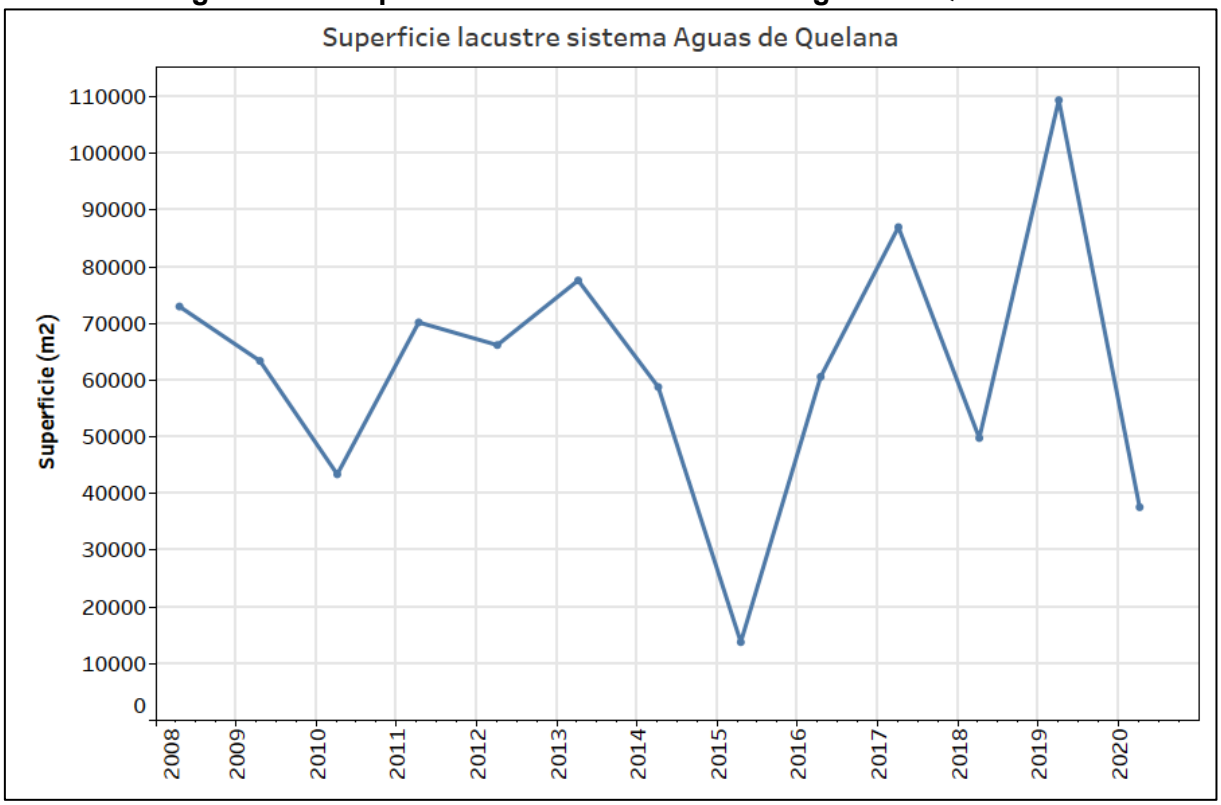
el Salar de Atacama" (Anexo 10.2)[58]. Este trabajo se basa en un análisis estadístico realizado a partir de las imágenes satelitales de alta resolución tomadas los meses de abril de cada año.

Tal y como se menciona en el mismo estudio, el resultado obtenido presenta (cita textual) "*una alta variabilidad en los resultados con respecto a la tasa de crecimiento del área de la laguna, lo que se produciría por el reducido número de observaciones*". Además, señala que (cita textual) "*se observa una alta desviación estándar en los resultados que se condice con la inestabilidad de este sistema*". Finalmente, establece que (cita textual) "*con los datos disponibles se concluye que no es posible rechazar la hipótesis nula de que el área no presente tendencia*". Cabe destacar también que, para el cálculo de estas superficies, no se cuenta con puntos de control en terreno.

La Figura 6-63 muestra de forma gráfica la evolución temporal resultante del trabajo de GEM S.L. sobre las superficies de los cuerpos de agua del sistema Aguas de Quelana. Se observa un máximo histórico el año 2019 y un comportamiento variable a través de los años.

[58] Este informe fue solicitado para efecto de abordar observaciones formuladas mediante Res. Ex. N° 29/Rol F-041-2016, en el marco del procedimiento F-041-2016, de la Superintendencia del Medio Ambiente, y fue incluido como Apéndice 1.9 del Programa de Cumplimiento Refundido entregado con fecha 30 de noviembre de 2020.

Figura 6-63: Superficie histórica del Sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia

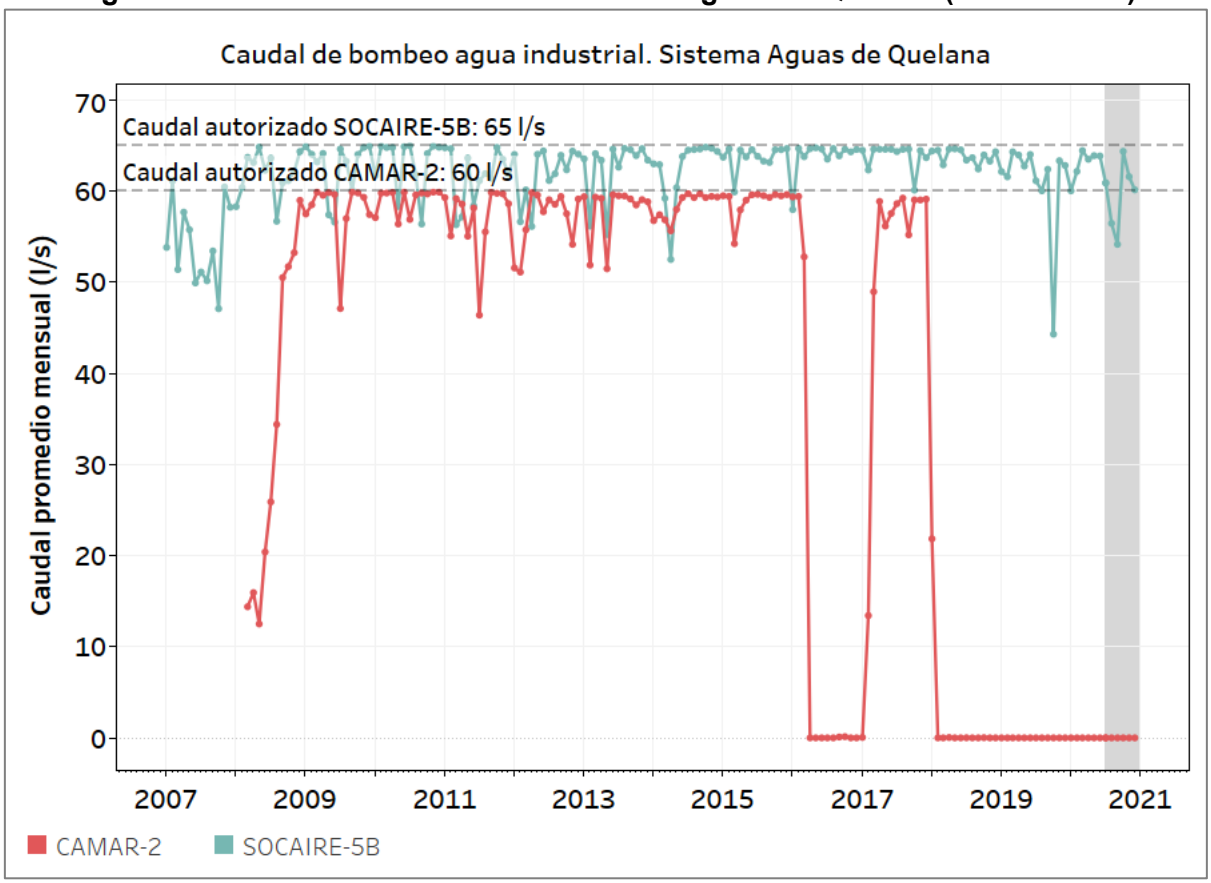
Caudal bombeado

En la Figura 6-64 se muestran los caudales de agua industrial que se extraen desde los pozos Camar-2 y Socaire-5B. En ella se observa que no se ha sobrepasado los derechos de aprovechamiento otorgados y autorizados (60 y 65 L/s para Camar-2 y Socaire-5B respectivamente). Cabe señalar que el pozo Camar-2 comenzó a operar el 13 de marzo de 2008, estuvo entre abril de 2016 y enero de 2017 detenido, retomó el caudal cerca de los 60 L/s autorizados y finalmente, detuvo sus operaciones en enero de 2018, manteniéndose así hasta el actual semestre[59]. El pozo Socaire-5B, en el presente semestre reportado, ha

[59] A la fecha de presentación de este informe y conforme fuera informado mediante carta GMPL 110/2021, ingresada a la oficina

alcanzado un mínimo de 54 l/s y ha aumentado paulatinamente hasta los 64 l/s el mes de octubre de 2020.

Figura 6-64: Caudal bombeado del sistema Aguas de Quelana (Zona Aluvial)



Fuente: Elaboración propia

Calidad química

A continuación, se analizan los resultados del monitoreo de calidad del agua realizado durante el segundo semestre de 2020 en el agua superficial y subterránea del Sistema Aguas de

de partes de la SMA con fecha 7 de junio de 2021, se encuentra en ejecución el cierre y desmantelamiento de la infraestructura asociada al pozo Camar 2 como punto de extracción de agua industrial. Esta acción fue incorporada en la propuesta de programa de cumplimiento refundido, ingresado con fecha 30 de noviembre 2020 en el proceso F-041-2016, conforme al trabajo desarrollado en conjunto con la Comunidad de Camar, en el marco del relacionamiento establecido entre SQM Salar S.A. y la comunidad.

Quelana, en comparación con su evolución histórica. Como se mencionó en la sección 5, no existen límites establecidos para los parámetros monitoreados.

El análisis se presenta dividido en dos subsecciones que agrupan los puntos de monitoreo de acuerdo a su tipo: (i) pozos y reglillas de monitoreo y (ii) pozos de extracción de agua industrial.

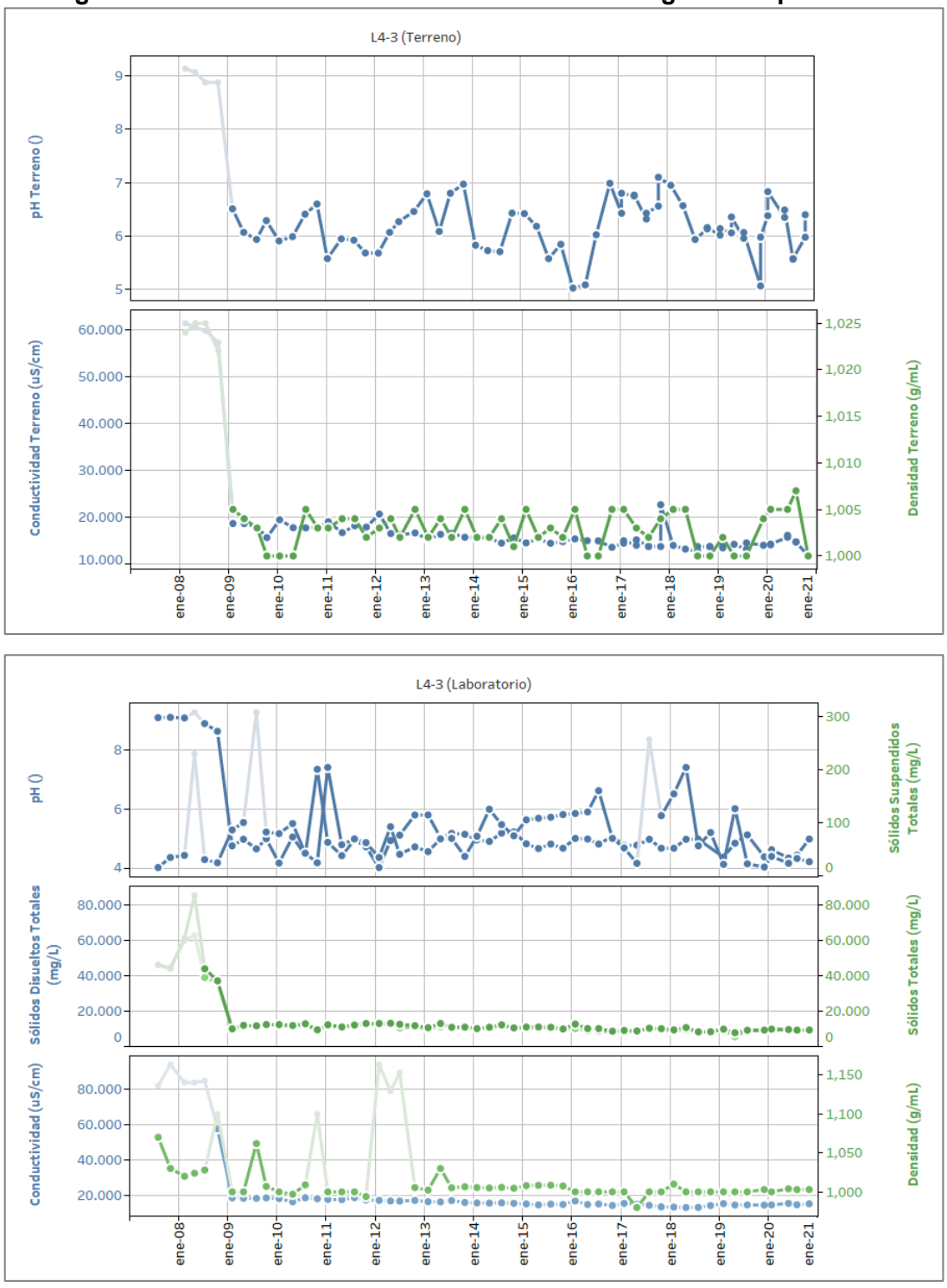
Calidad del agua en pozos y reglillas de monitoreo

Los registros históricos de calidad del agua en los pozos y reglillas de monitoreo del Sistema Aguas de Quelana se presentan en la Figura 6-65, Figura 6-66, Figura 6-67, Figura 6-68, Figura 6-69, Figura 6-70 y Figura 6-71 (L4-3, L4-6, L4-8, L4-9, L4-12, L5-3 y Reglilla L4-10, respectivamente)[60, 61].

[60] En el informe Nº 5 del PSAH se detectaron errores en las mediciones de la CE y SDT de las muestras de aguas subterráneas con alta CE, reportadas por el Laboratorio ALS Environmental hasta julio de 2008, adjuntándose carta explicativa emitida por ALS Environmental, así como un breve análisis.

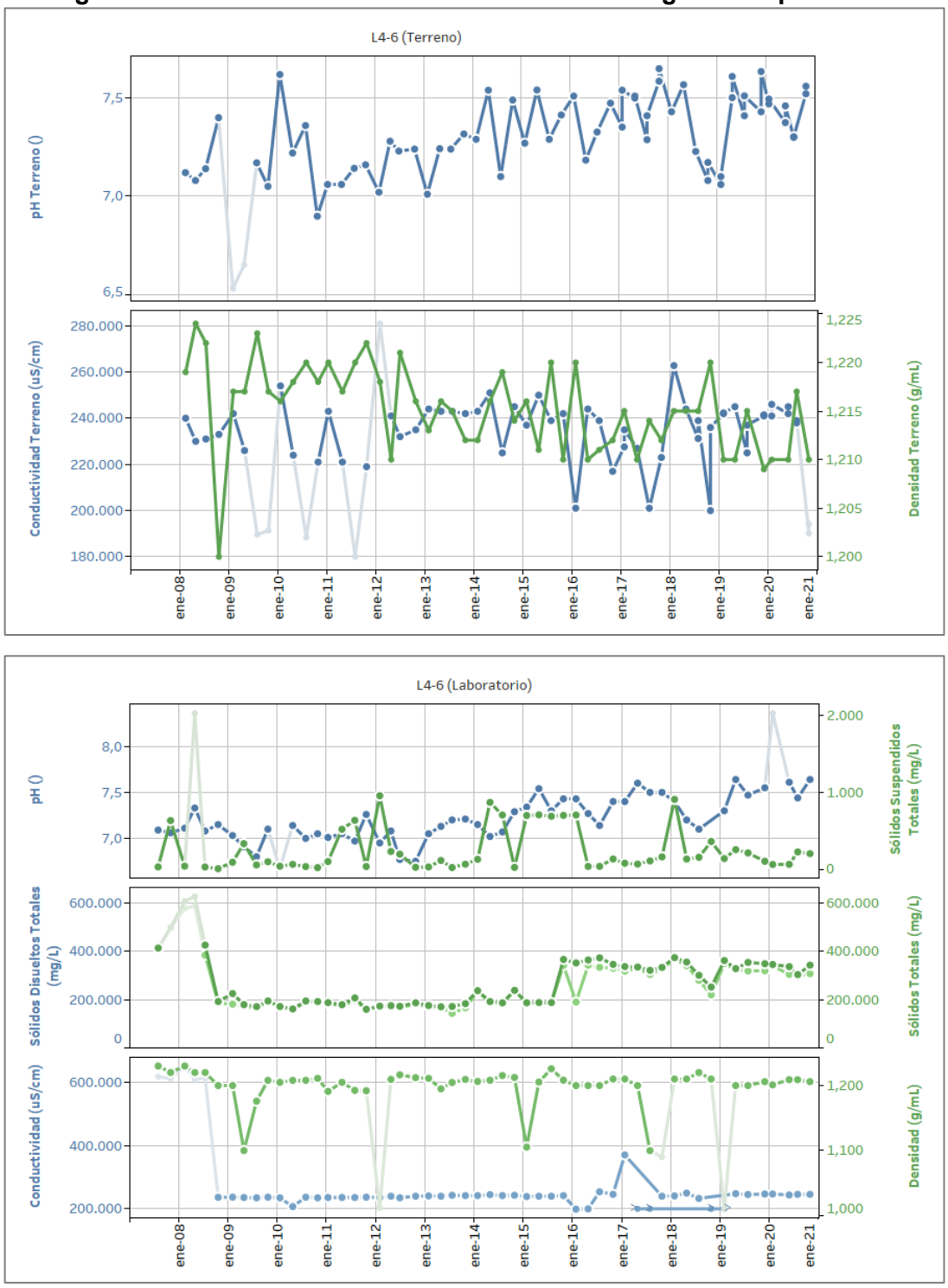
[61] En el informe N° 26 del PSAH se detectaron errores en las mediciones de SDT y ST de las muestras de aguas subterráneas con alta CE, reportadas por el laboratorio ALS Environmental hasta diciembre de 2015. Al respecto se realizó un estudio encargado a SRK y presentado en el Anexo 10.3 del citado informe. Adicionalmente, el mismo problema fue detectado en la campaña de mayo de 2020 y se adjunta la carta de respuesta de ALS, indicando que el error en los resultados de STD y ST se debe a un error en la toma de alícuota y que realizará una capacitación del personal para que no vuelva a suceder. (Esta carta se presenta en el Anexo 10.2).

Figura 6-65: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-3



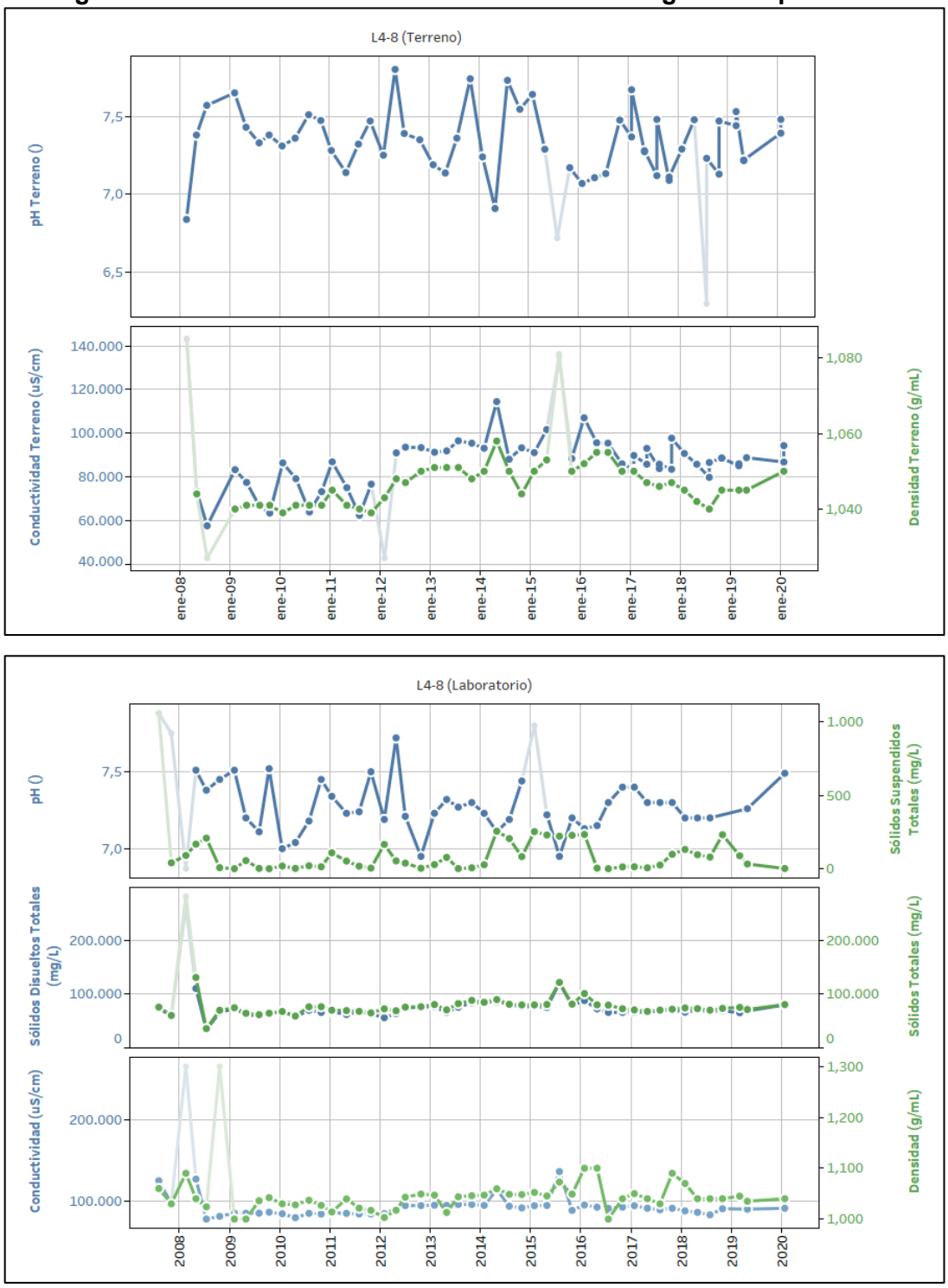
Fuente: Elaboración propia En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-66: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-6



Fuente: Elaboración propia Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">" en el color del parámetro que representa. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-67: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-8



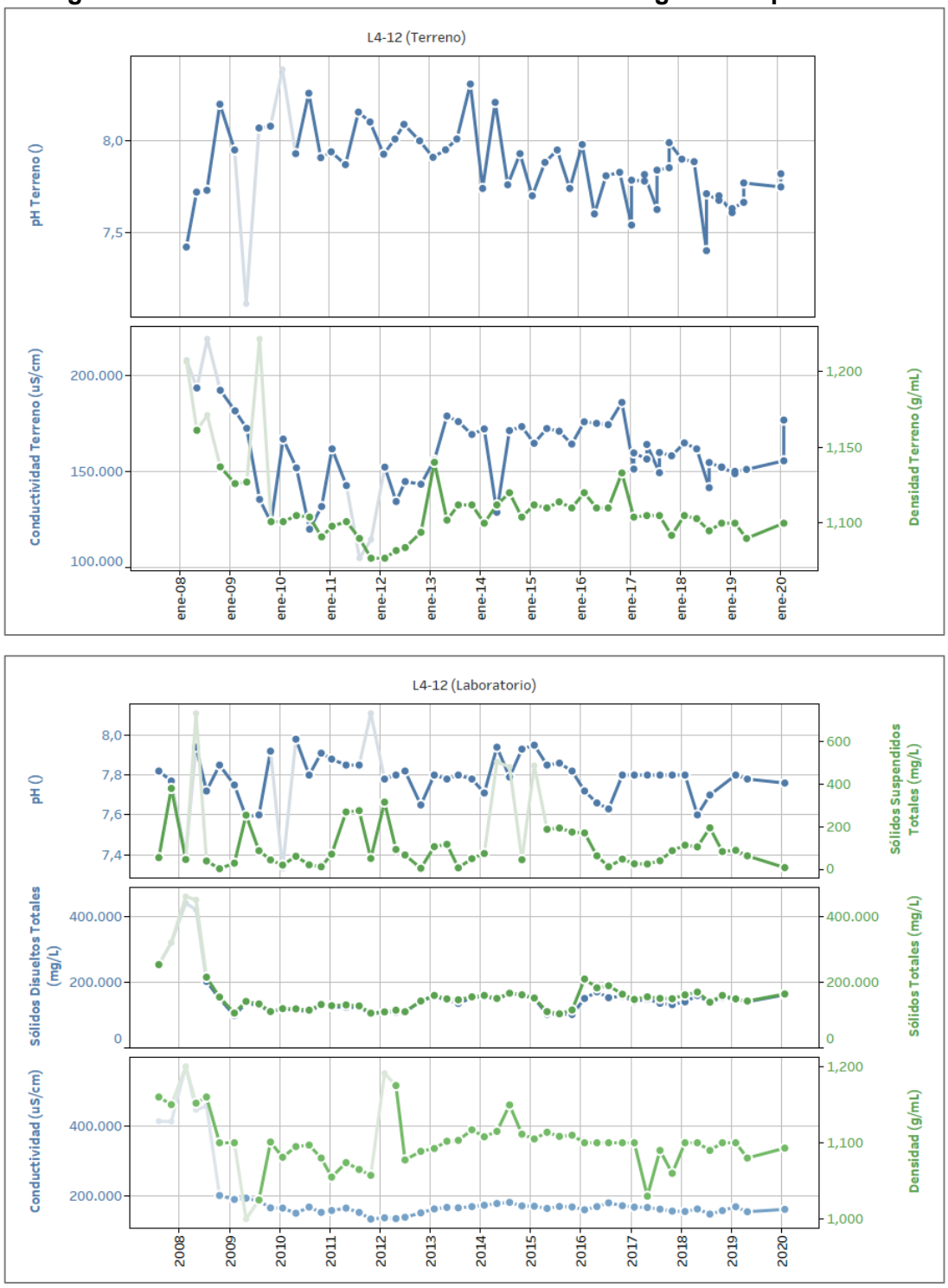
Fuente: Elaboración propia. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-68: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-9



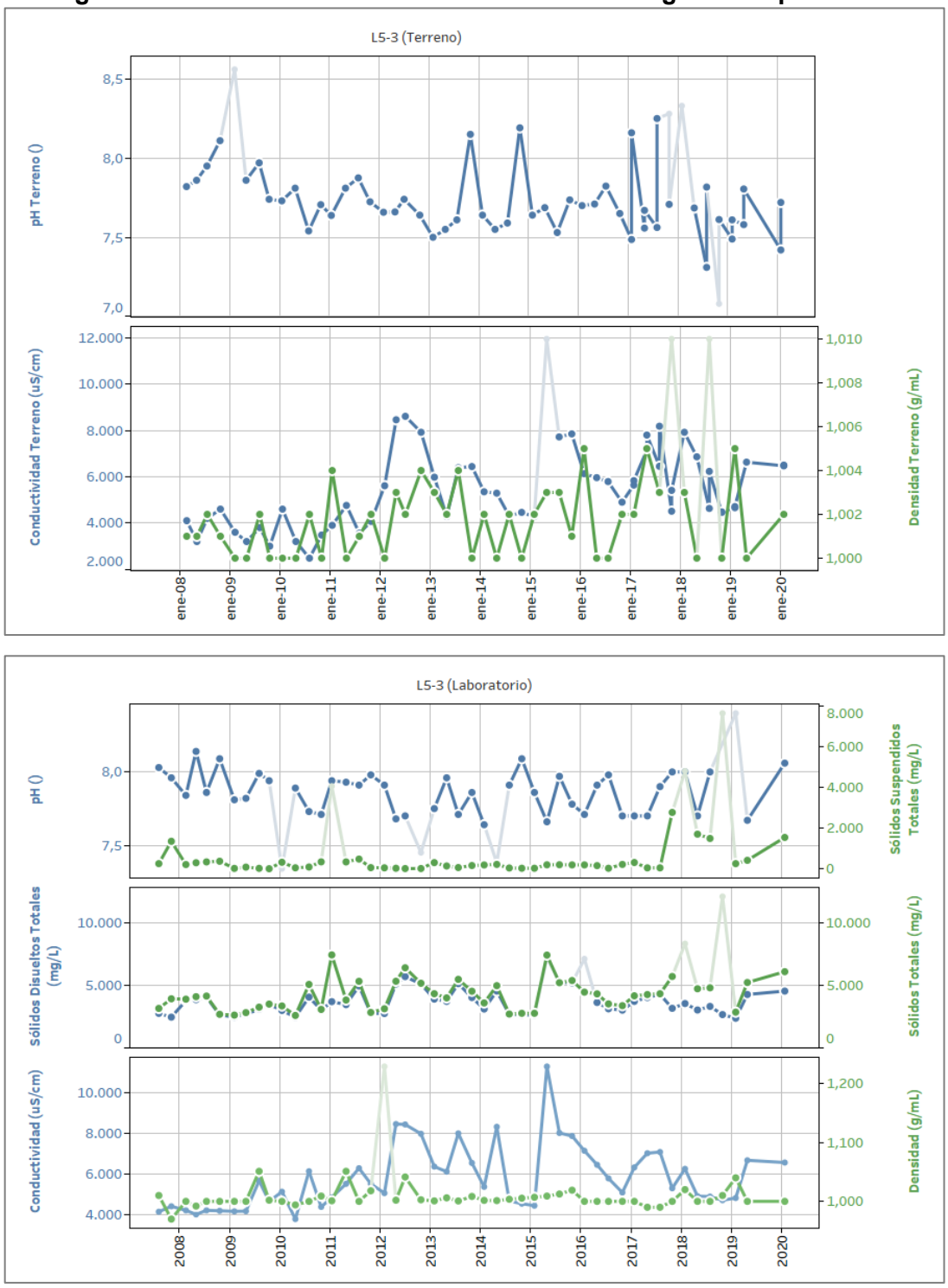
Fuente: Elaboración propia. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-69: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-12



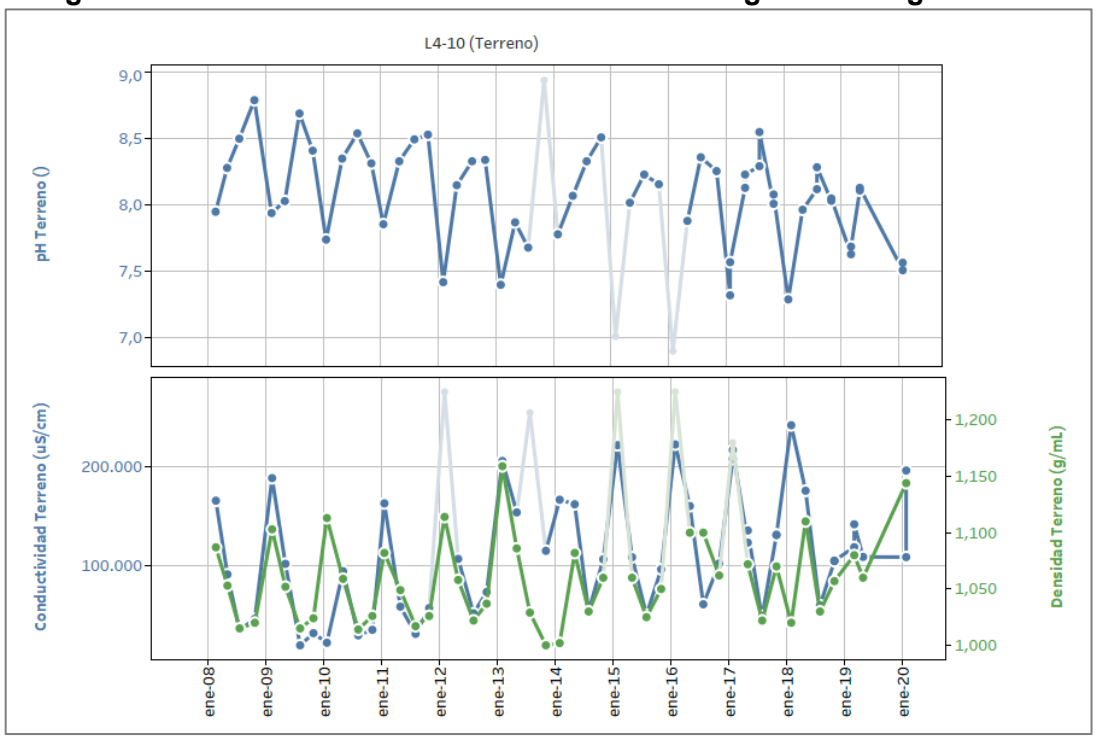
Fuente: Elaboración propia. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-70: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L5-3



Fuente: Elaboración propia. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-71: Evolución histórica de la calidad del agua en la reglilla L4-10



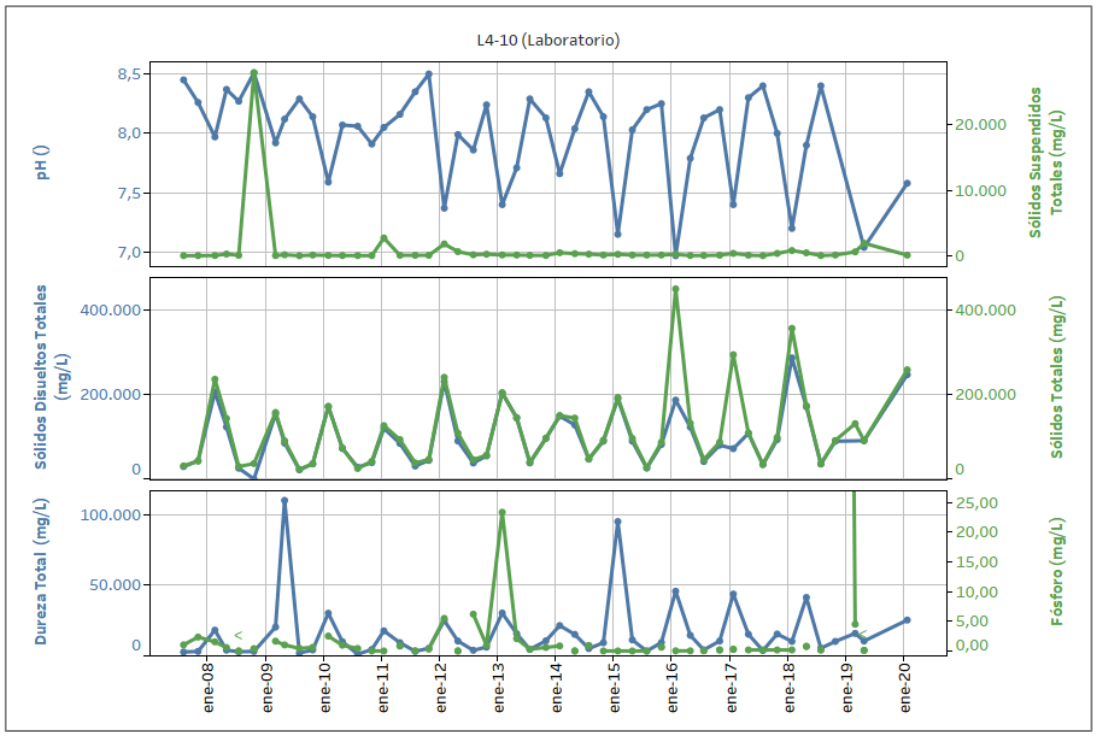


Figura 6-72 (Continuación) Evolución histórica de la calidad del agua en la reglilla L4-10

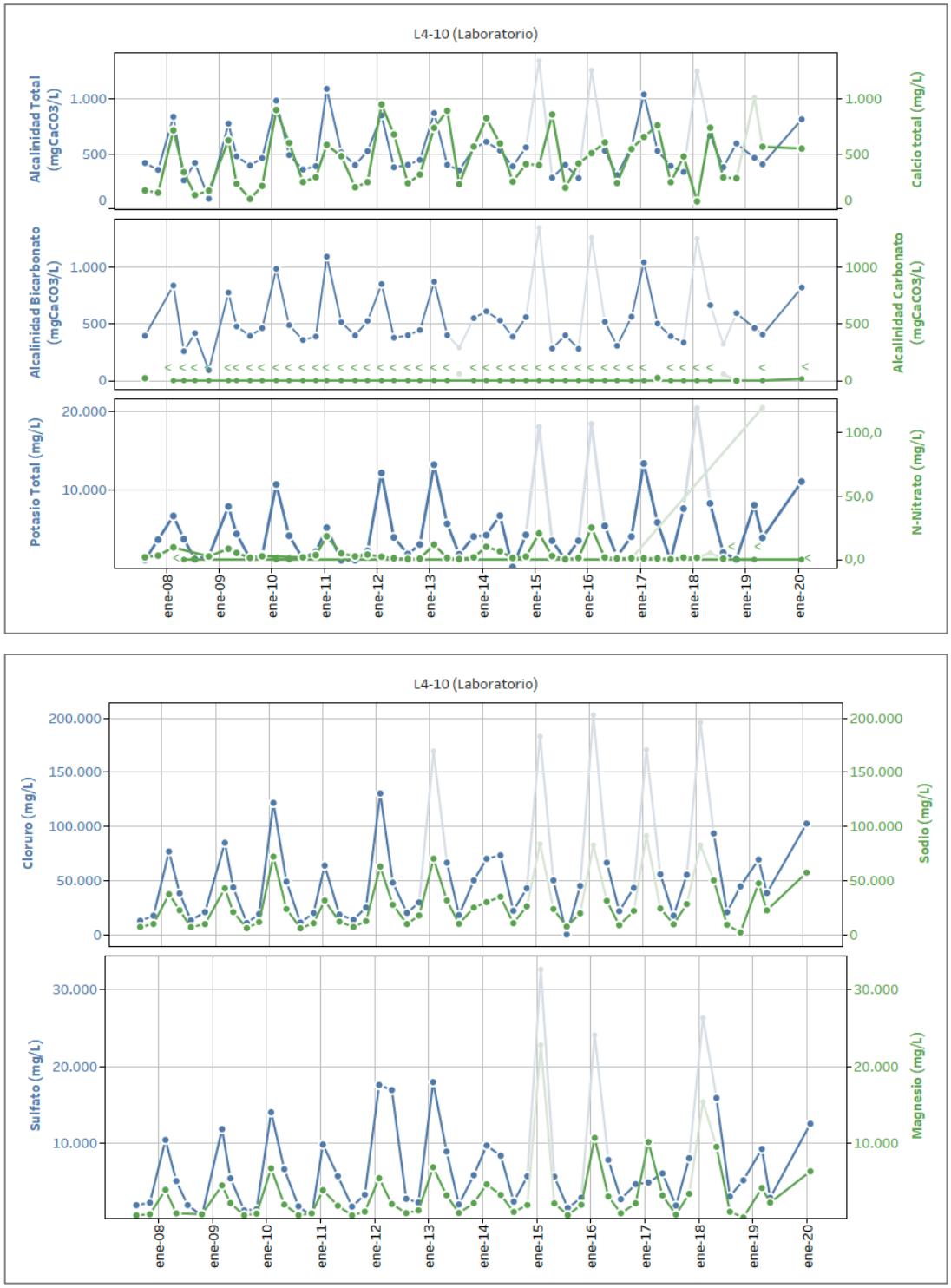
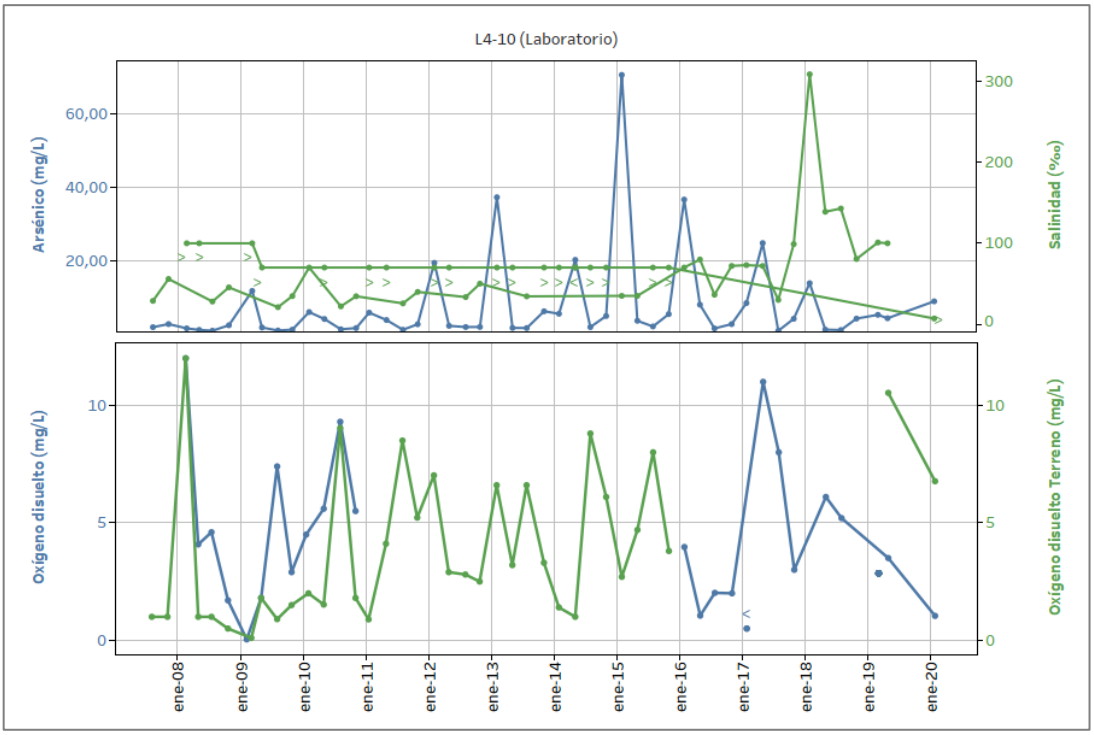


Figura 6-73(Continuación) Evolución histórica de la calidad del agua en la reglilla L4-10



Fuente: Elaboración propia. Por motivos de escala, concentración de fosfato de octubre de 2018 no se muestra (Valor anómalo reportado por CESMEC, 1.800mg/L). Los valores < LD y > LM, se presentan como = LD o LM, en símbolos < y > con el color que corresponde al parámetro. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

En cuanto al comportamiento histórico general de este sistema, el pozo L4-3, ubicado en la zona aluvial, presenta valores de CE del sector con valores en torno a 20.000 µS/cm, respectivamente y pH en torno a 6, lo que sugiere que este pozo capta aguas de un acuífero confinado.

Los menores valores de conductividad se encuentran en el punto más al sur, L5-3, en torno a 8.000µS/cm. El resto de los puntos se alinean según una transecta E-W en la cual los valores de conductividad aumentan a medida que se avanza hacia el núcleo, los valores al comienzo de la zona marginal (L4-8) son en torno a 95.000 µS/cm y aumentan a medida que se avanza al W hasta valores cercanos a 240.000 µS/cm para el punto L4-6. El pH para estos puntos tiene valores entre 7 y 8.

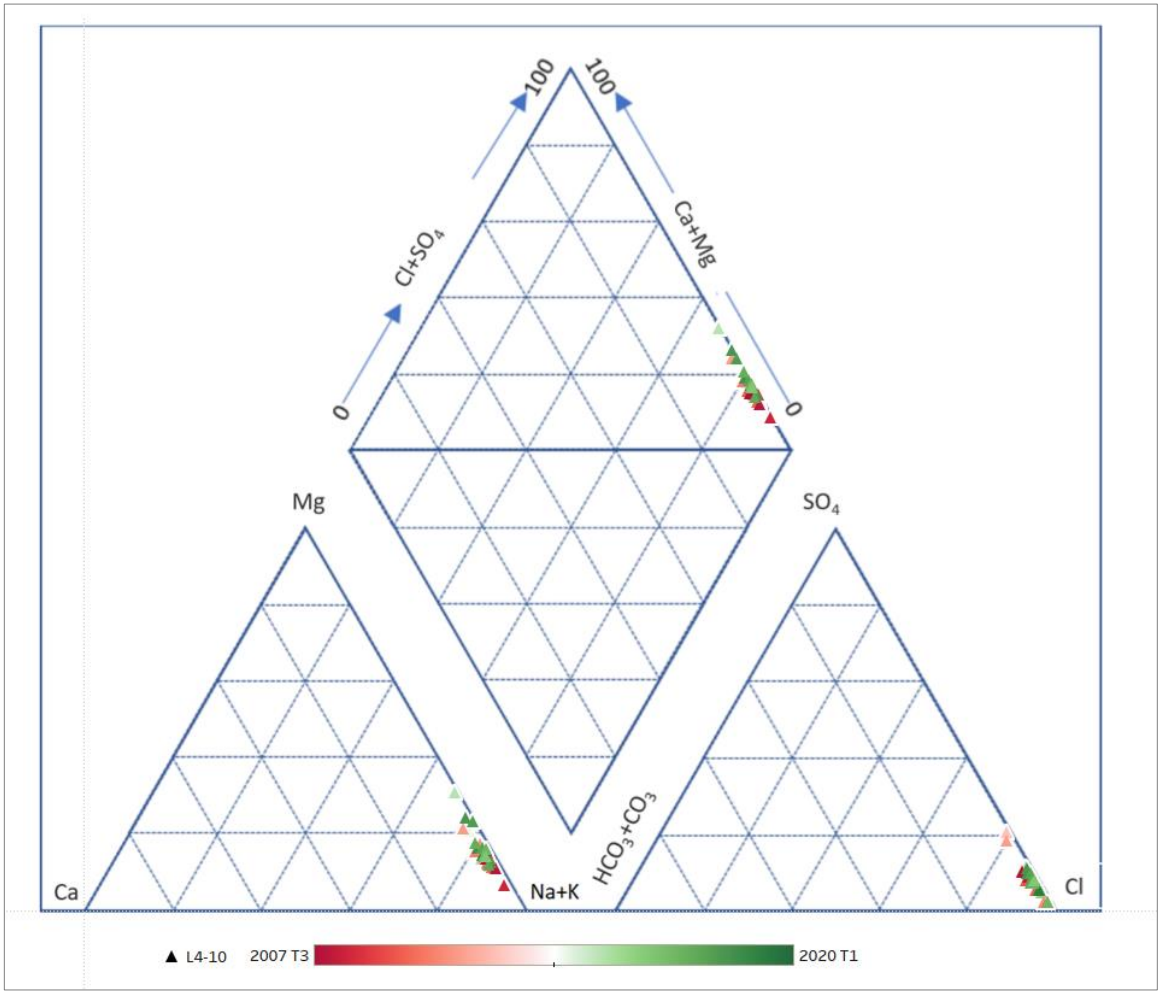
La Reglilla L4-10 presenta como principal característica una marcada estacionalidad, como consecuencia de la evaporación, oscilando su conductividad entre valores en torno a 50.000 y 220.000 µS/cm, entre invierno y verano, respectivamente.

En el segundo semestre de 2020, los puntos monitoreados presentan resultados para todos los parámetros dentro del registro histórico, a excepción el resultado de CE Terreno en octubre para el punto L4-6, que alcanzo un valor mínimo. La medición de laboratorio no se condice con esta disminución y la medición de terreno de enero entregó resultados acordes al registro histórico anterior para el punto, por lo que la medición de octubre en terreno se trata de un *outlier*.

En la Figura 6-74 se observa el diagrama de Piper para las muestras de la reglilla L4-10 con valores de BI inferiores al 10%. Puede observarse que todas las muestras son cloruradas sódicas no mostrando ninguna tendencia temporal marcada.

En relación con la evolución temporal, el punto L4-3 presenta una leve tendencia descendente para conductividad y densidad de terreno, conductividad, densidad, sólidos disueltos y sólidos Totales.

Figura 6-74: Diagrama Piper para las muestras con balance de cargas <10% en L4-10



Fuente: Elaboración propia

Calidad del agua en pozos de agua industrial

La evolución histórica de la calidad del agua en los pozos de extracción de agua industrial Camar-2 y Socaire-5B se presenta en la Figura 6-75 y Figura 6-76 respectivamente.

En cuanto al comportamiento histórico general, tanto Camar-2 como Socaire-5B se encuentran en el acuífero aluvial, el cual alimenta a la zona marginal. Ambos puntos presentan un pH neutro (en torno a 7) y valores de CE <5.000 µS/cm.

Para el punto Camar-2 los parámetros de hierro y manganeso mostraron un aumento en julio de 2019 hasta valores nunca alcanzados y que posteriormente han descendido, mostrando tendencia al descenso para el hierro y en menor medida para el manganeso. En el primer

semestre de 2019 el punto fue afectado por un aluvión y las muestras posteriores han sido colectadas con bailer, por lo que no resulta extraño encontrar algunas anomalías. En el punto Socaire-5B todos los parámetros se encuentran dentro del registro histórico con la excepción de la conductividad de terreno de octubre que entregó un resultado algo más bajo de lo registrado (2280 µS/cm vs 2800 µS/cm histórico). Esta medición de terreno no se condice con el resultado de laboratorio ni con resultados de terreno posteriores, por lo que se trata de un valor *outlier*.

Figura 6-75: Evolución histórica de la calidad del agua el pozo de extracción Camar-2

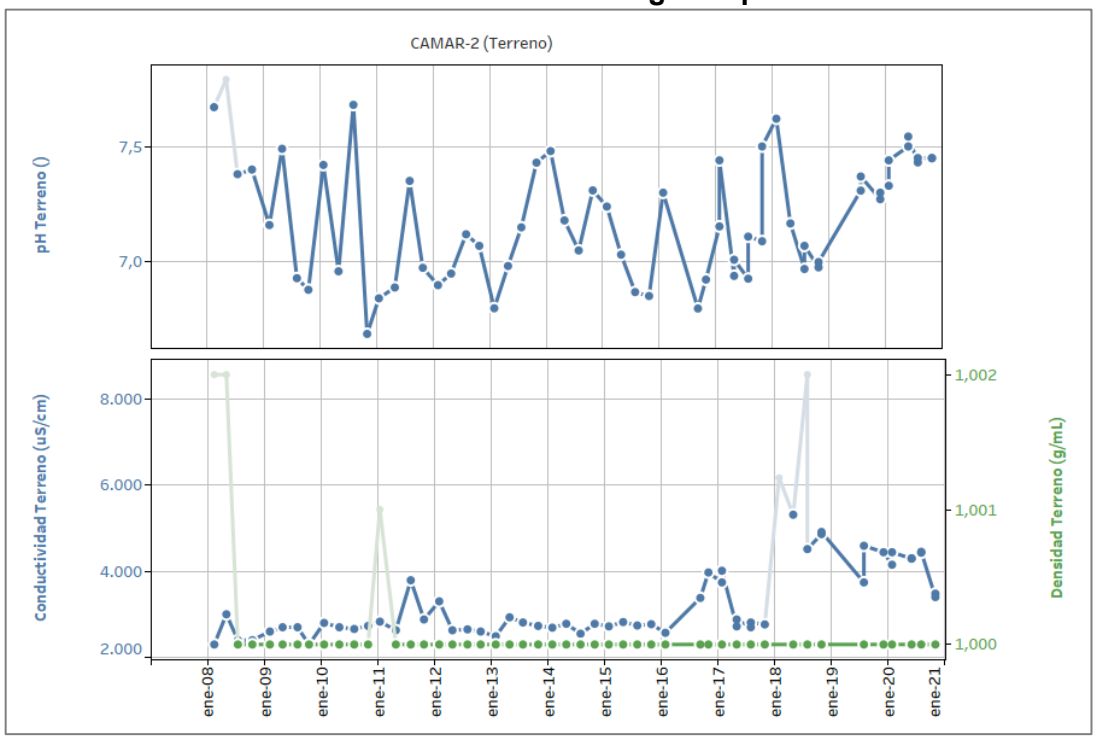
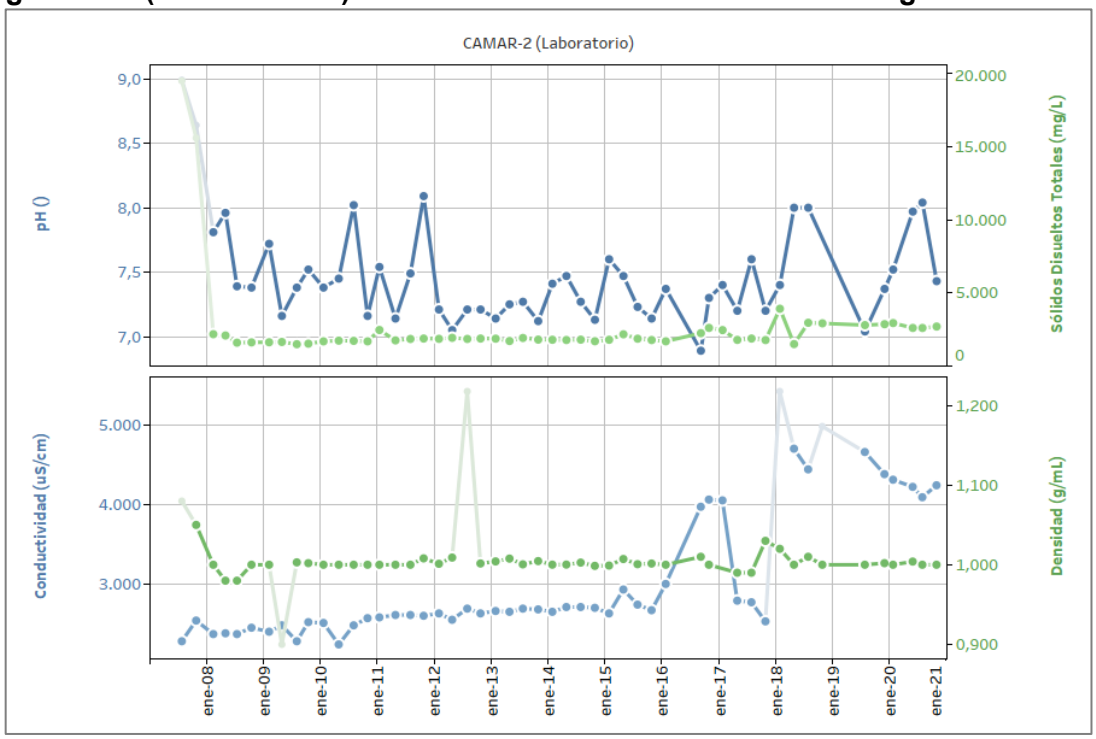


Figura 6-75 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en Camar 2



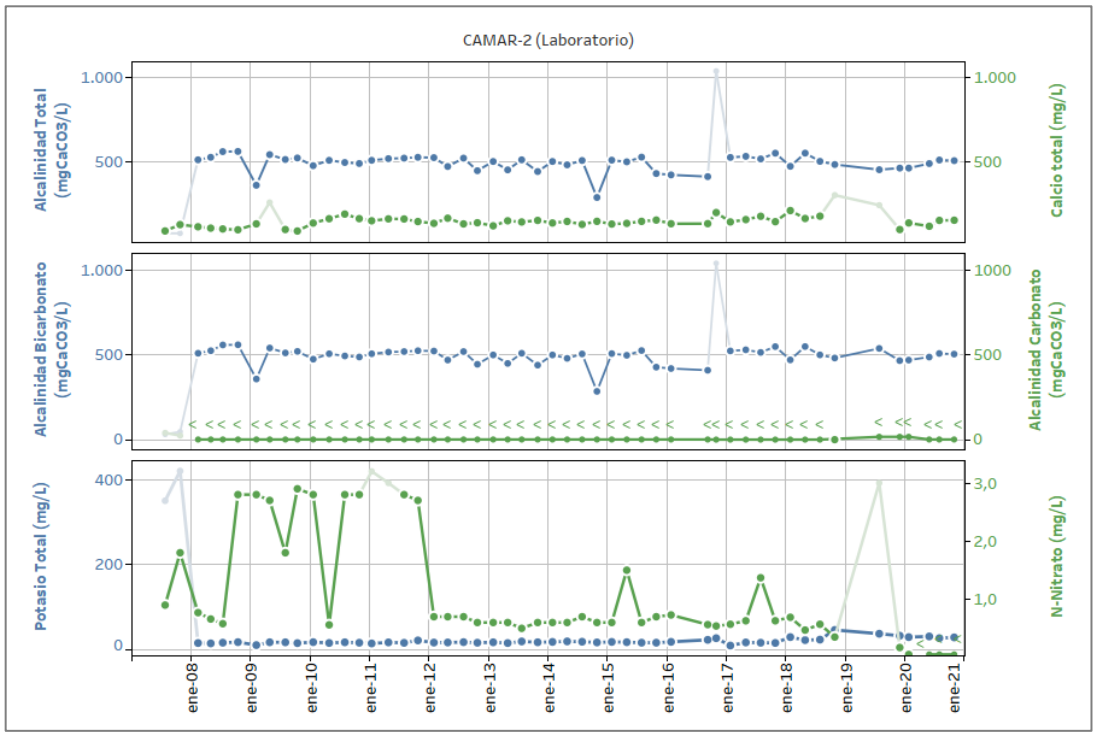


Figura 6-75 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en Camar 2



Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD se presentan = LD y con la etiqueta "<" en el color del parámetro que representa. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-76: Evolución histórica de la calidad del agua el pozo de extracción Socaire-5B

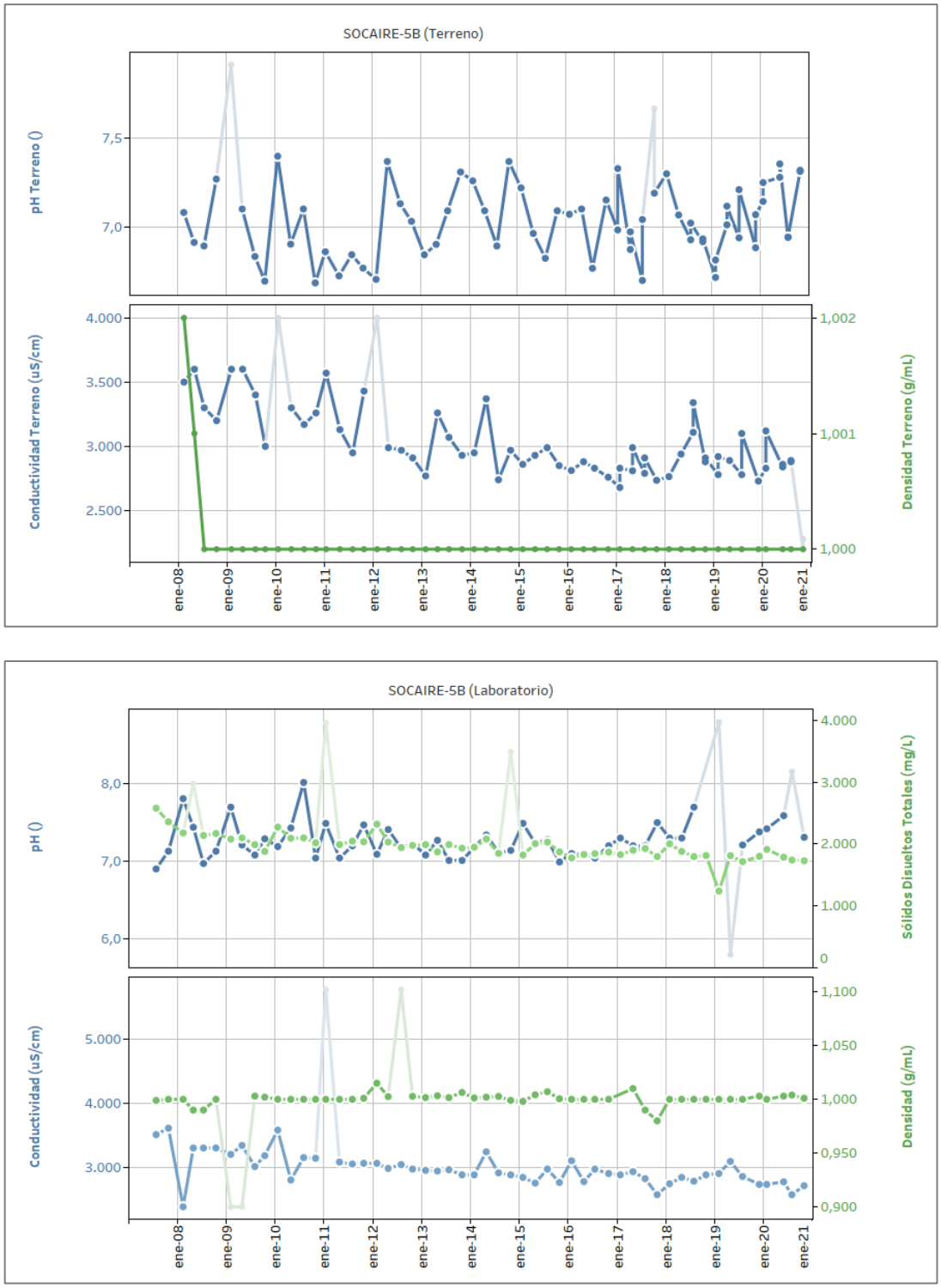
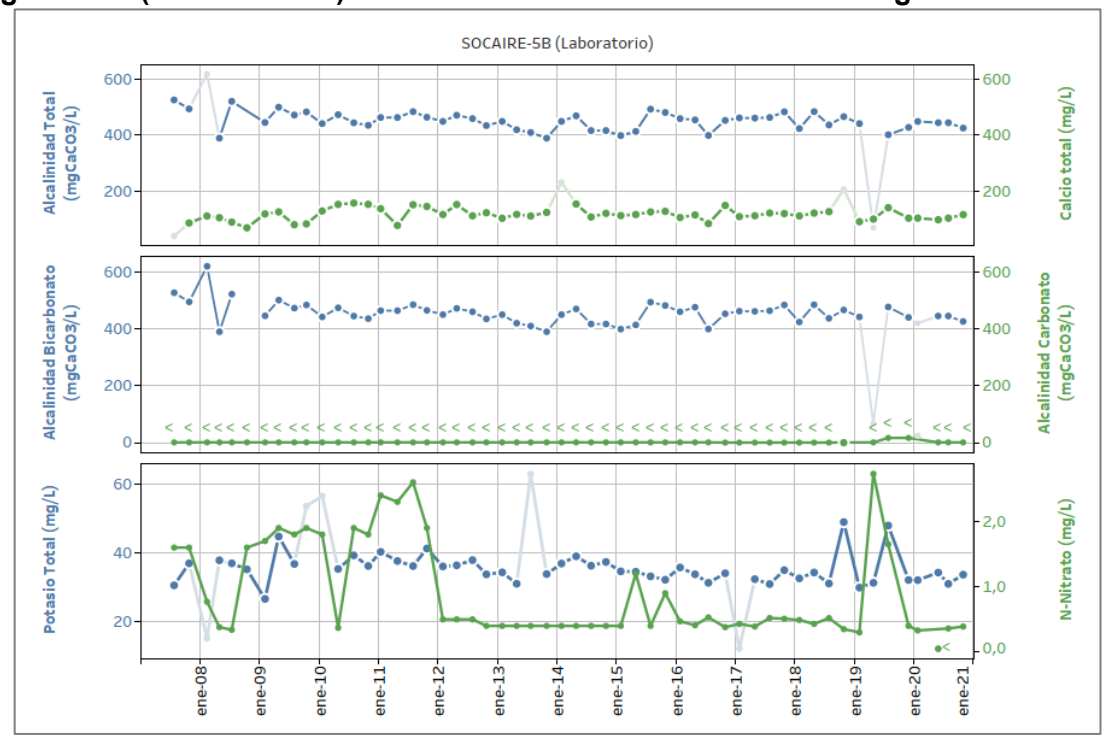


Figura 6-76 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en Socaire-5B



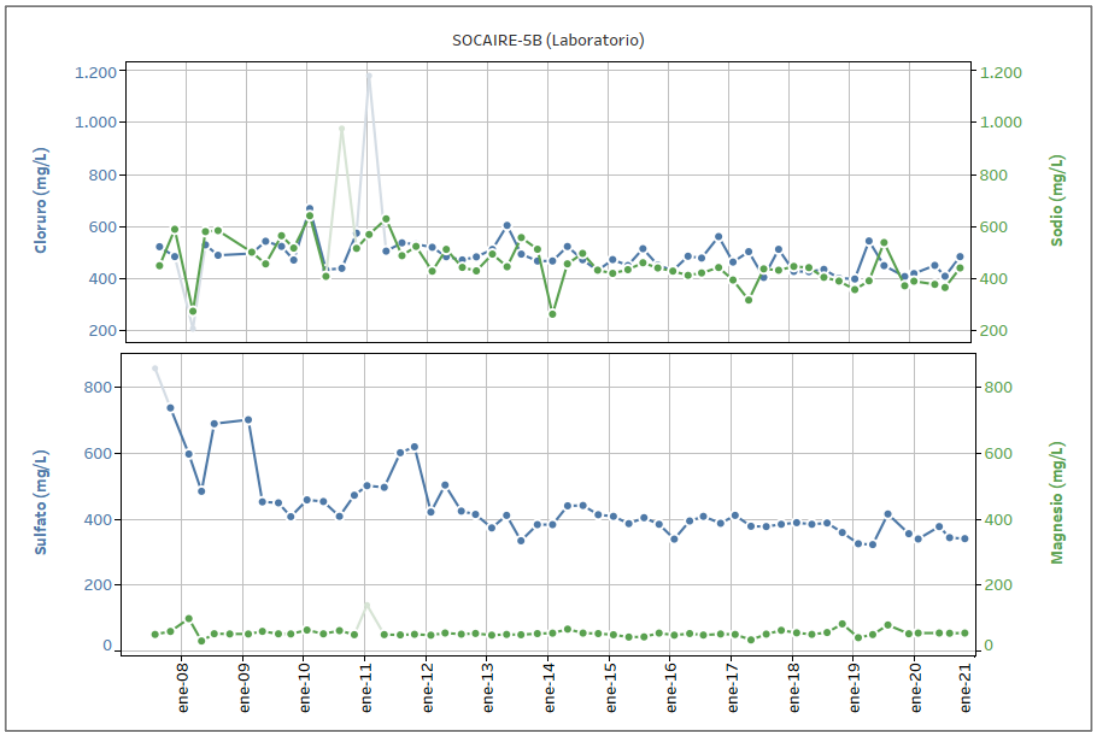
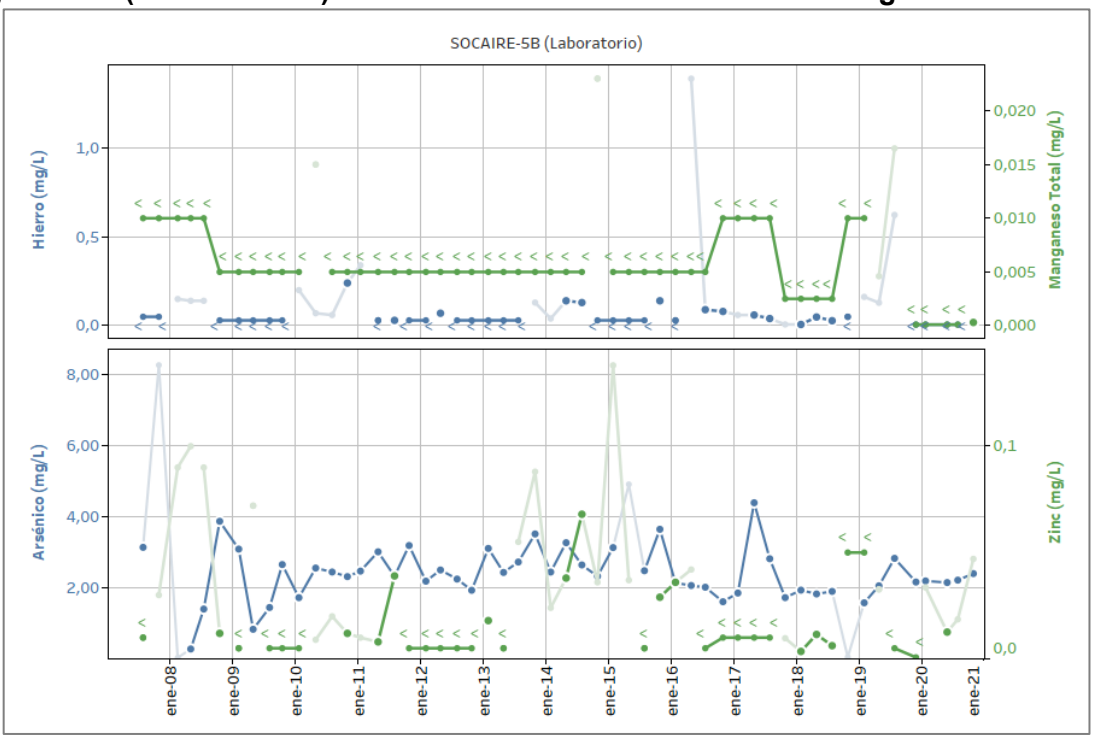


Figura 6-76 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en Socaire-5B



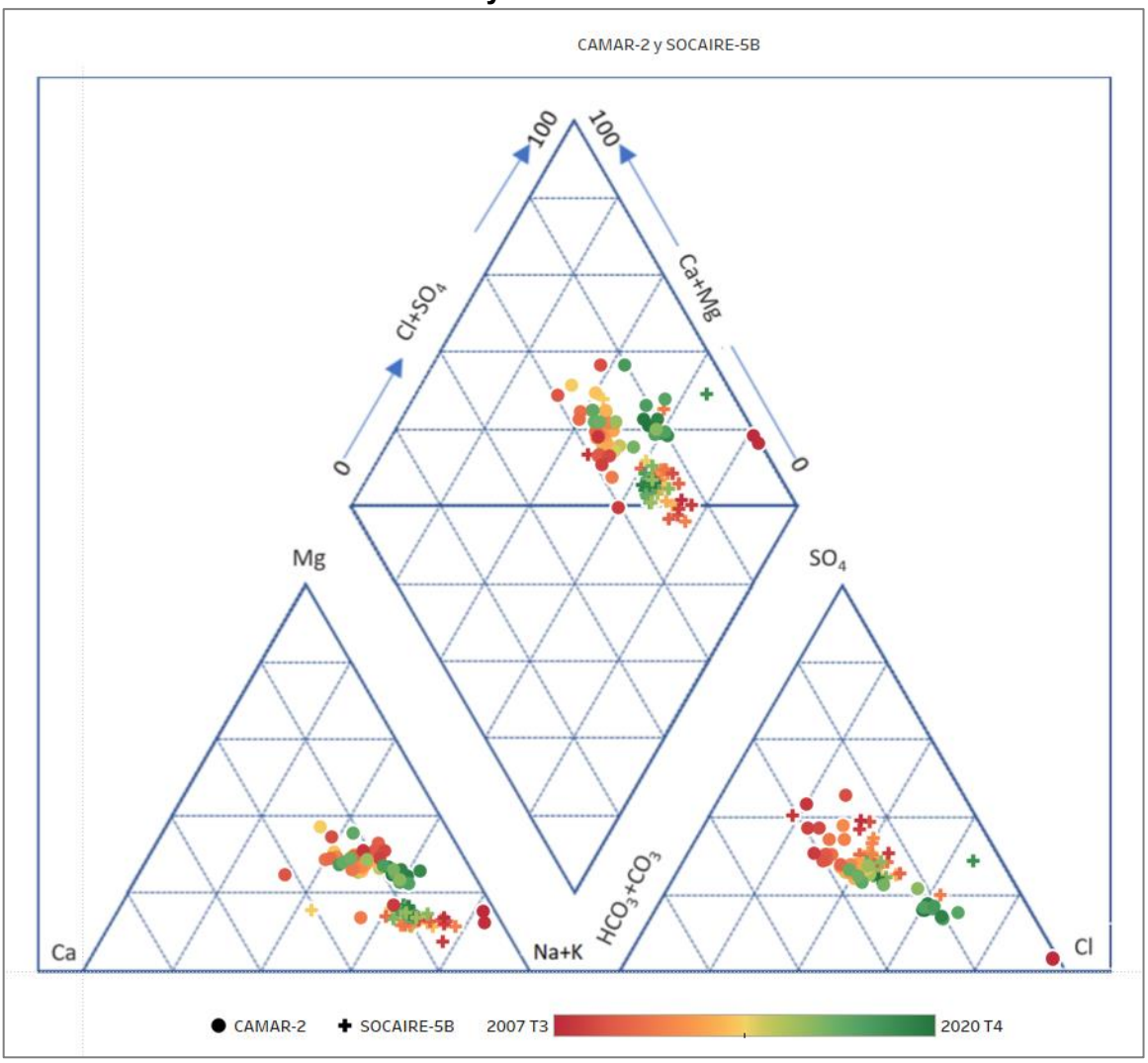
Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD se presentan = LD y con la etiqueta "<" o ">" en el color del parámetro que representa. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

En la Figura 6-77, se observa que el punto Camar-2 presenta facies entre cloruradas cálcicas y magnésicas, y cloruradas sódicas y Socaire-5B se encuentra dentro de sulfatadas-cloruradas y sulfatadas sódicas. Estas aguas representan la recarga que alcanza a la zona marginal y sistema lagunares por lo que las concentraciones en estos puntos son menores a las observadas en los pozos y reglillas de la zona marginal y el núcleo. La mayor parte de esta agua será evaporada en la zona marginal.

Respecto a tendencias temporales en Camar-2, existen tendencias al alza en la concentración de Ca, Na, cloruro, CE y SDT mientras que se observa una tendencia a la baja en el pH. Para el punto Socaire-5B se observa leve tendencia a la baja en CE, STD, Cl, Na y SO4.

Ambas tendencias pueden verse en el diagrama de Piper en la Figura 6-77, en la que se observa que los valores de Camar-2 han evolucionado a una composición más clorurada sódica y los de Socaire-5B muestran una leve evolución a menos clorurado sódico, desplazándose hacia el centro del diagrama.

Figura 6-77: Diagrama de Piper para las muestras con BI<10% colectadas en Camar-2 y Socaire-5B

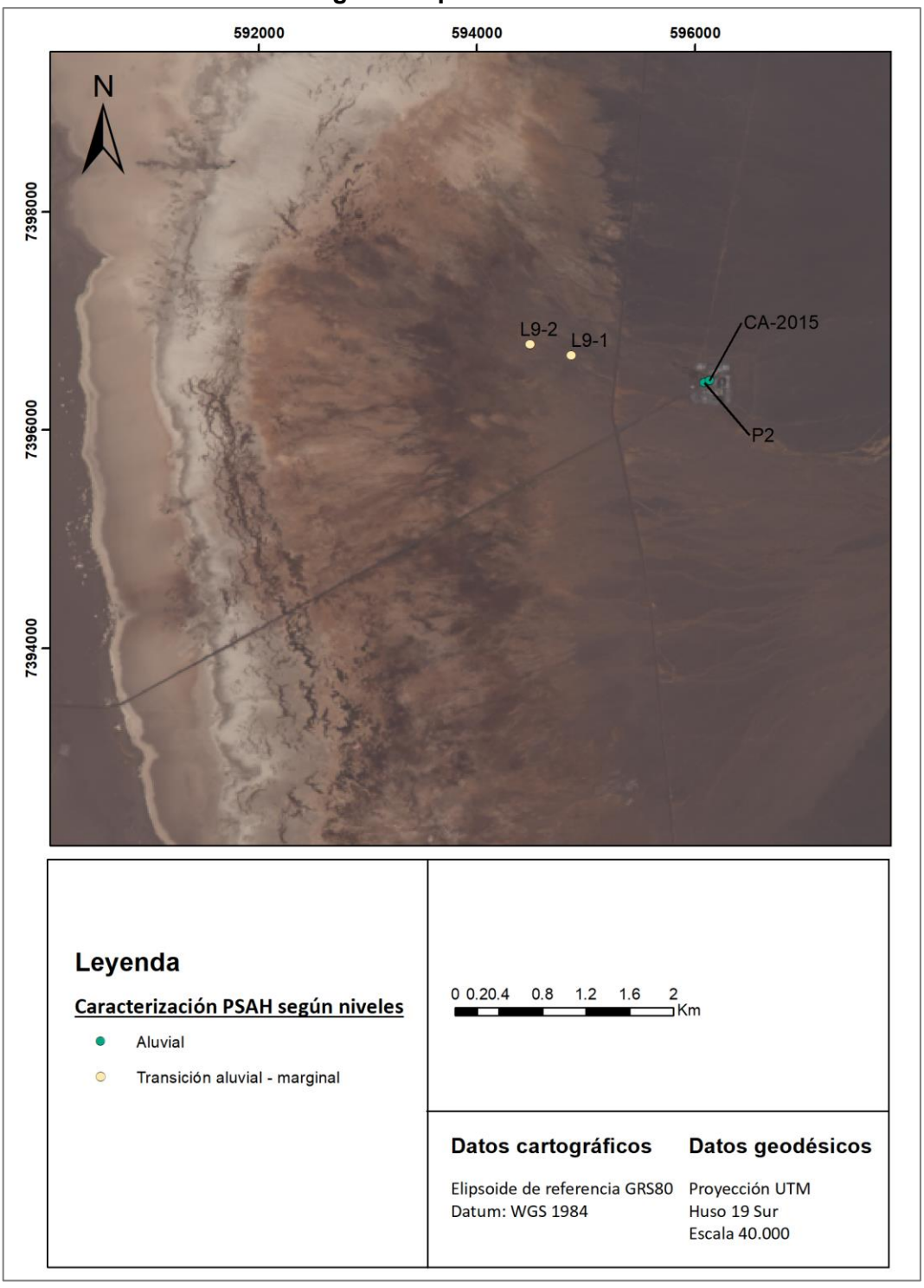


Fuente: Elaboración propia

6.1.3. SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE

A continuación, se analiza el comportamiento histórico de los pozos pertenecientes al Sistema Vegetación Borde Este. Como ya se ha indicado al inicio de este capítulo, se han descrito los puntos separados en función del sistema hídrico (sistema Soncor o sistema Aguas de Quelana) (ver Figura 6-78). Esto ha permitido poder describir y entender mejor la dinámica hidrogeológica de estos sistemas. En este apartado, queda entonces por describir la zona inmediata al pozo de agua industrial CA-2015, que consta de los puntos P2, L9-1 y L9-2.

Figura 6-78: Infraestructura englobada en el sistema Vegetación Borde Este y clasificada según comportamiento de los niveles



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

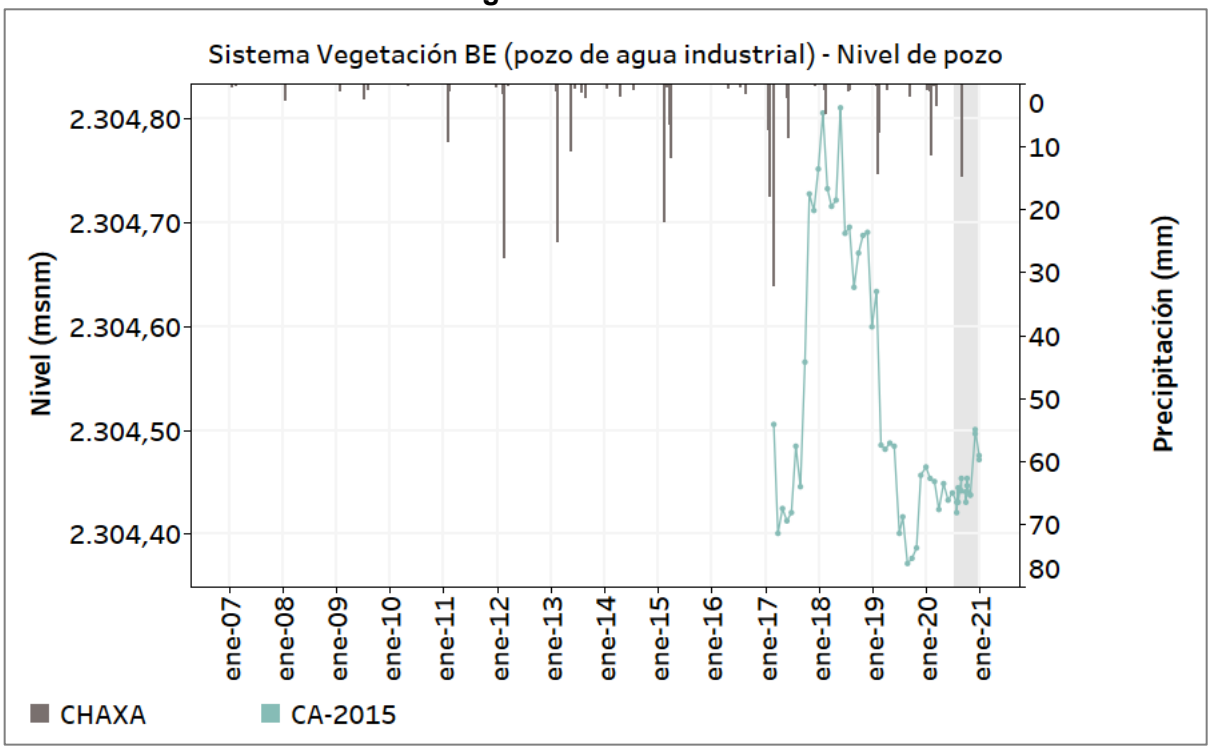
Niveles de agua subterránea

Nivel en pozo de bombeo de agua industrial

Como se ha mencionado, el sistema de Vegetación Borde Este cuenta con el pozo de agua industrial CA-2015, que remplazó al pozo P2 a partir de febrero de 2017 (según Res. 296/2016 de la DGA). Los niveles medidos se muestran en la Figura 6-79. Este pozo ha mantenido su caudal debajo y cercano a los 35 L/s. En el segundo semestre de 2020, el nivel ha variado entre 2.304,42 y 2.304,50 m s.n.m.

Para la Figura 6-79 se ha eliminado la medida del 19 de junio 2019, ya que corresponde a 2.311,85 m s.n.m., que son 7 metros más que el siguiente máximo registrado. De hecho, el mismo mes se procedió a medir de nuevo, confirmando que esta era una medida fuera de rango. Por lo que esta medida no se muestra en el gráfico, permitiendo así que mejor visualización del comportamiento histórico del pozo.

Figura 6-79: Niveles medidos en el pozo de agua industrial perteneciente al sistema de Vegetación Borde Este



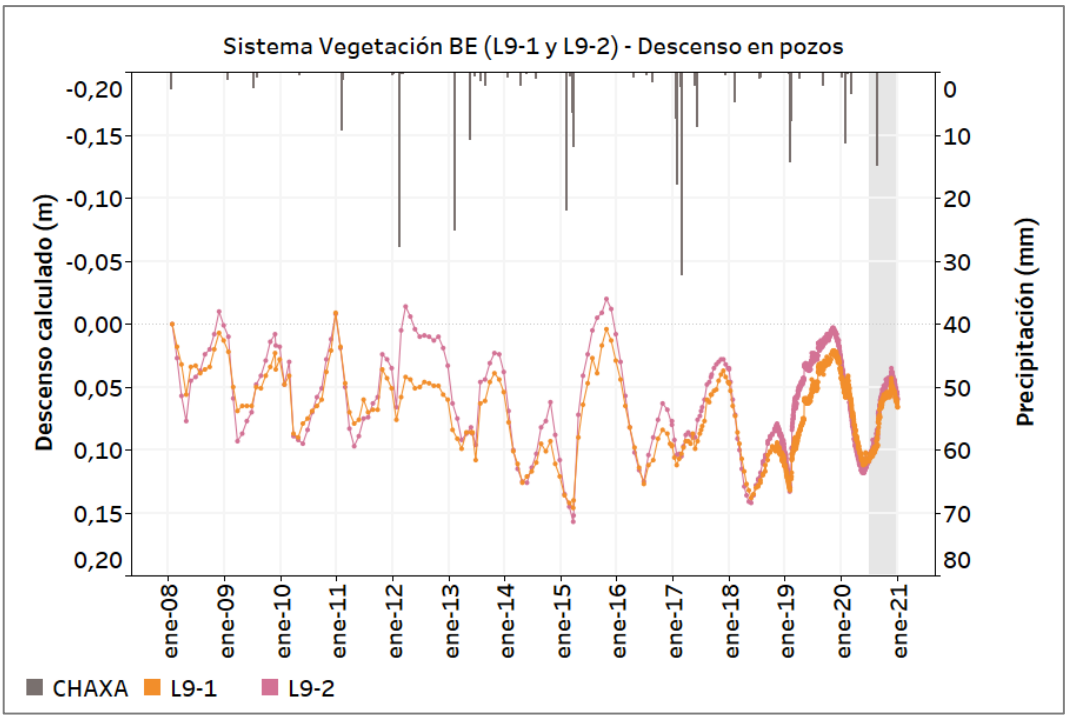
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Pozos en zona aluvial y marginal

El resto de los puntos que quedan por analizar para el sistema de Vegetación Borde Este, son los puntos L9-1 y L9-2. En este sector se encuentra una menor densidad de puntos de control (en comparación con el resto de los sistemas, sobre todo, Soncor y Aguas de Quelana), por lo que no se pueden observar todos los comportamientos que se han identificado en los anteriores apartados. En este caso, los niveles de los puntos L9-1 y L9-2 (descensos calculados en la Figura 6-80) muestran un comportamiento que se ha identificado en los sistemas anteriores como transicional entre la zona marginal y el acuífero aluvial, ya que muestra una oscilación poco regular y se observa una tendencia al descenso. La respuesta a las lluvias más intensas registradas ha sido un ascenso tardío y prolongado en el tiempo, hecho que muestra que estos puntos han percibido esta recarga de forma indirecta a través del acuífero aluvial.

De los niveles medidos en el segundo semestre de 2020, se observa cómo se ha reproducido el máximo estacional, junto con un pulso corto de ascenso producto de la lluvia; el máximo alcanzado en estos casos se produce en el mes de noviembre de 2020.

Figura 6-80: Descensos calculados en los puntos L9-1 y L9-2 del sistema Vegetación Borde Este

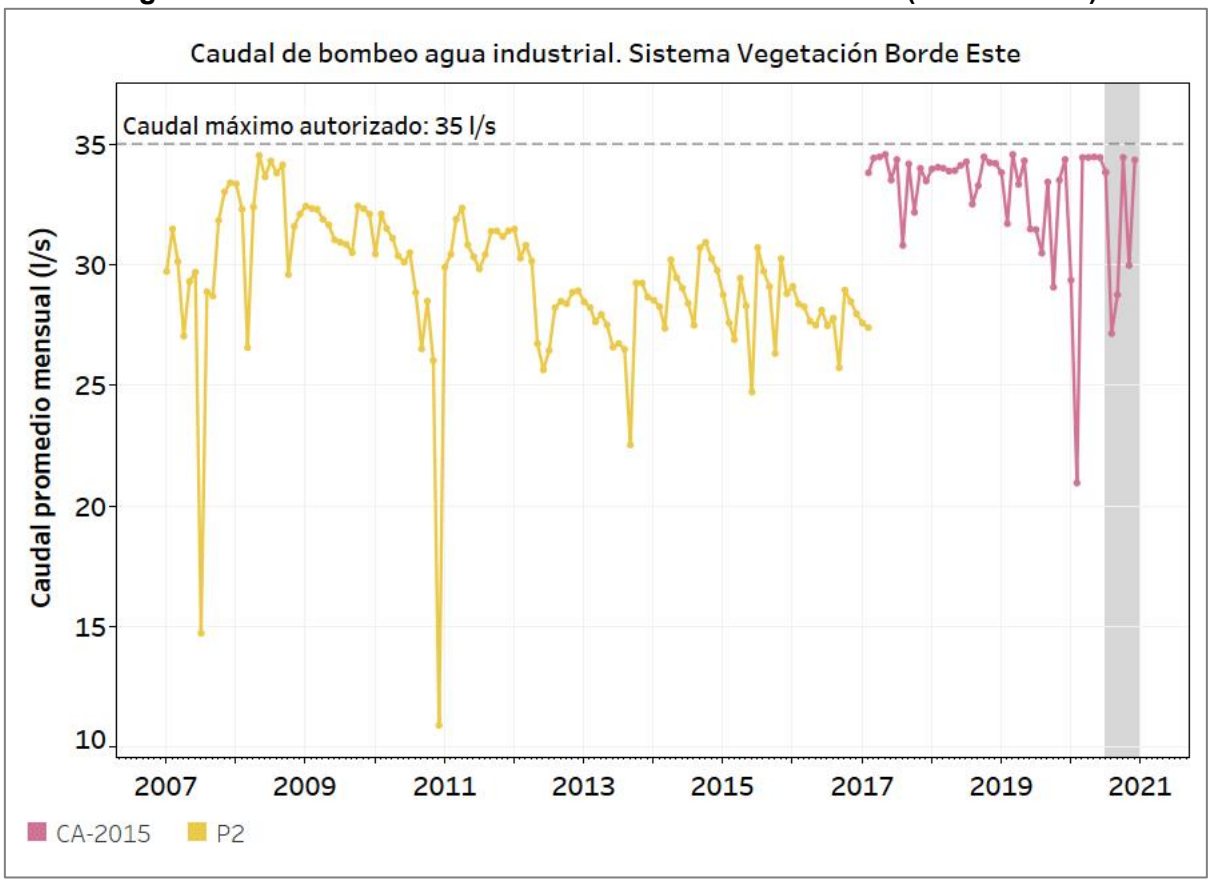


Fuente: Elaboración propia.

Caudal Bombeado

En la Figura 6-81 se muestran los caudales extraídos históricos, desde el pozo P2 y posteriormente de su pozo de reemplazo CA-2015. El derecho otorgado en este caso es de 35 L/s. Durante el presente periodo de reporte el caudal ha fluctuado entre los 27 y los 34 l/s.

Figura 6-81: Caudal bombeado en el sistema Borde Este (Zona Aluvial)



Fuente: Elaboración propia.

Calidad química

A continuación, se analizan los resultados del monitoreo de calidad del agua realizado el segundo semestre de 2020 en el Sistema Vegetación Borde Este, en comparación con su evolución histórica. Como se mencionó en la sección 5, no existen límites establecidos para los parámetros monitoreados (normativos o de línea de base). Por lo anterior, en esta sección solo se discute su comportamiento y evolución histórica a partir del inicio del periodo de registro.

El monitoreo de este sistema se realiza en los pozos L2-4, L4-3, L7-3 y en el pozo de extracción de agua industrial P2 (actual CA-2015). Los tres pozos de monitoreo de agua subterránea (L2-4, L4-3, L7-3) corresponden también a puntos de monitoreo de otros sistemas y fueron presentados en las secciones anteriores (ver pozos L2-4 y L7-3 en Sistema Soncor y pozo L4-3 en Sistema Aguas de Quelana). De esta manera, en esta sección solo se presenta gráficamente la evolución histórica de la calidad del agua en los pozos de extracción de agua industrial P2 y CA-2015 (Figura 6-82).

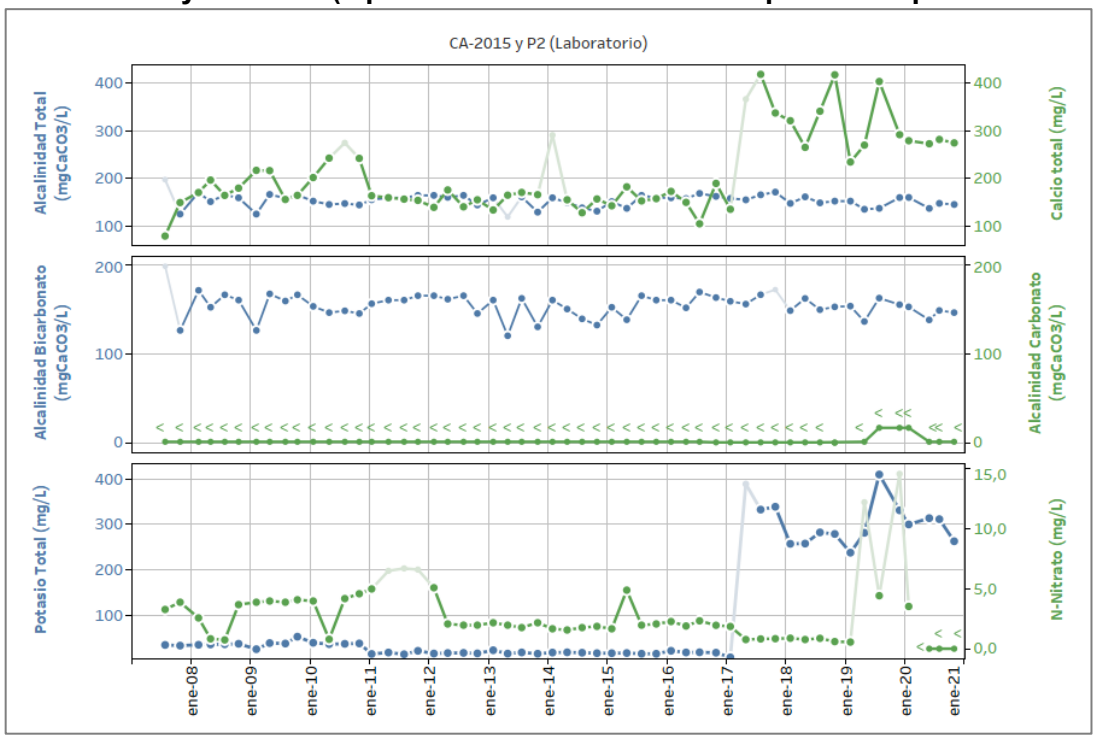
Ambos puntos, P2 y CA-2015 presentan aguas de baja conductividad (menor a 5.000 µS/cm y 20.000 µS/cm, respectivamente) y concentraciones en general también bajas, al encontrarse en el acuífero aluvial que representa las aguas de recarga a la zona marginal y proveniente de las aguas infiltradas en los Altos Andinos.

En este semestre la mayor parte de las variables analizadas se han mantenido dentro de los rangos de variación histórica. Únicamente la conductividad de terreno presenta un valor mínimo histórico, como en otros puntos, este resultado no se condice con la medición de laboratorio ni resultados posteriores en terreno, por lo que debe ser tratado como un *outlier*.

Figura 6-82: Evolución histórica de la calidad del agua en los pozos de extracción P2 y CA-2015 (a partir de abril de 2017 corresponden al pozo CA-2015)



Figura 6-82 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en los pozos de extracción P2 y CA-2015 (a partir de abril de 2017 corresponden al pozo CA-2015)



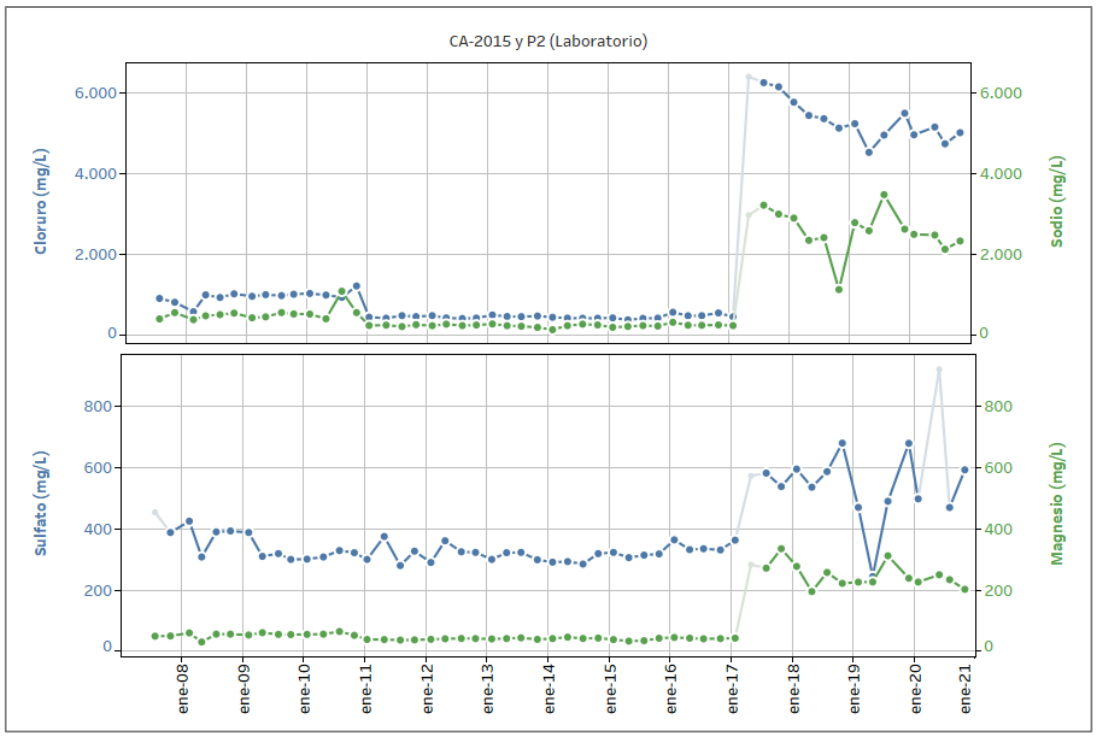
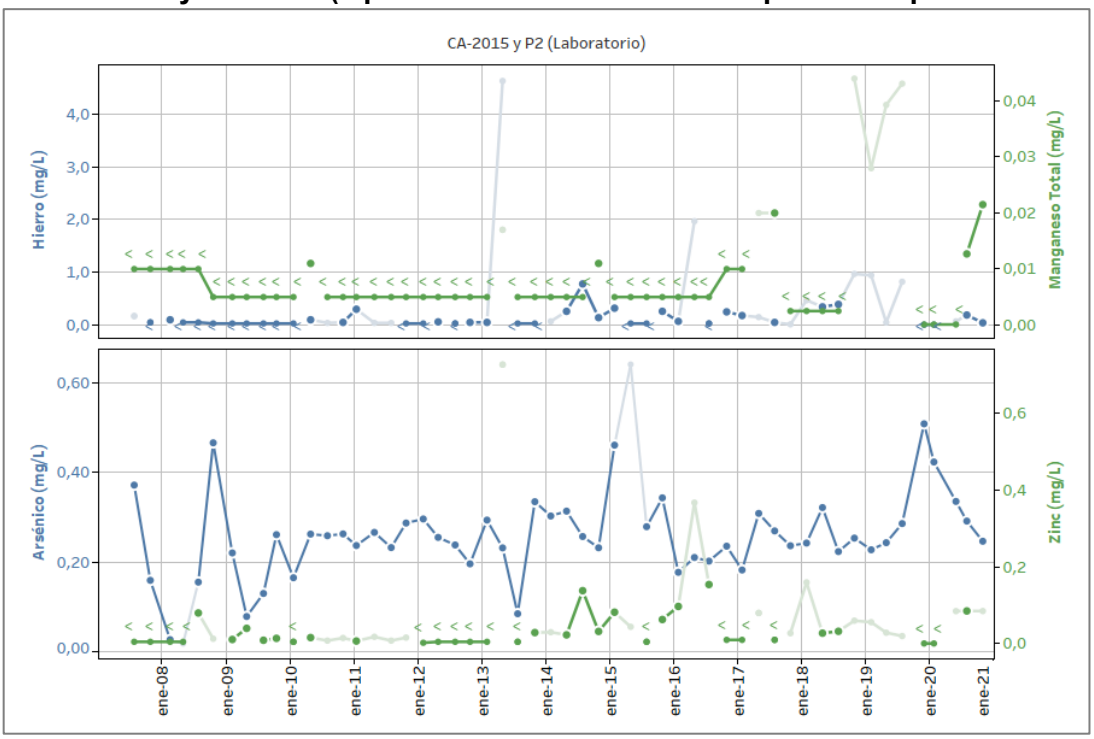


Figura 6-82 (Continuación) Evolución histórica de la calidad del agua en los pozos de extracción P2 y CA-2015 (a partir de abril de 2017 corresponden al pozo CA-2015)

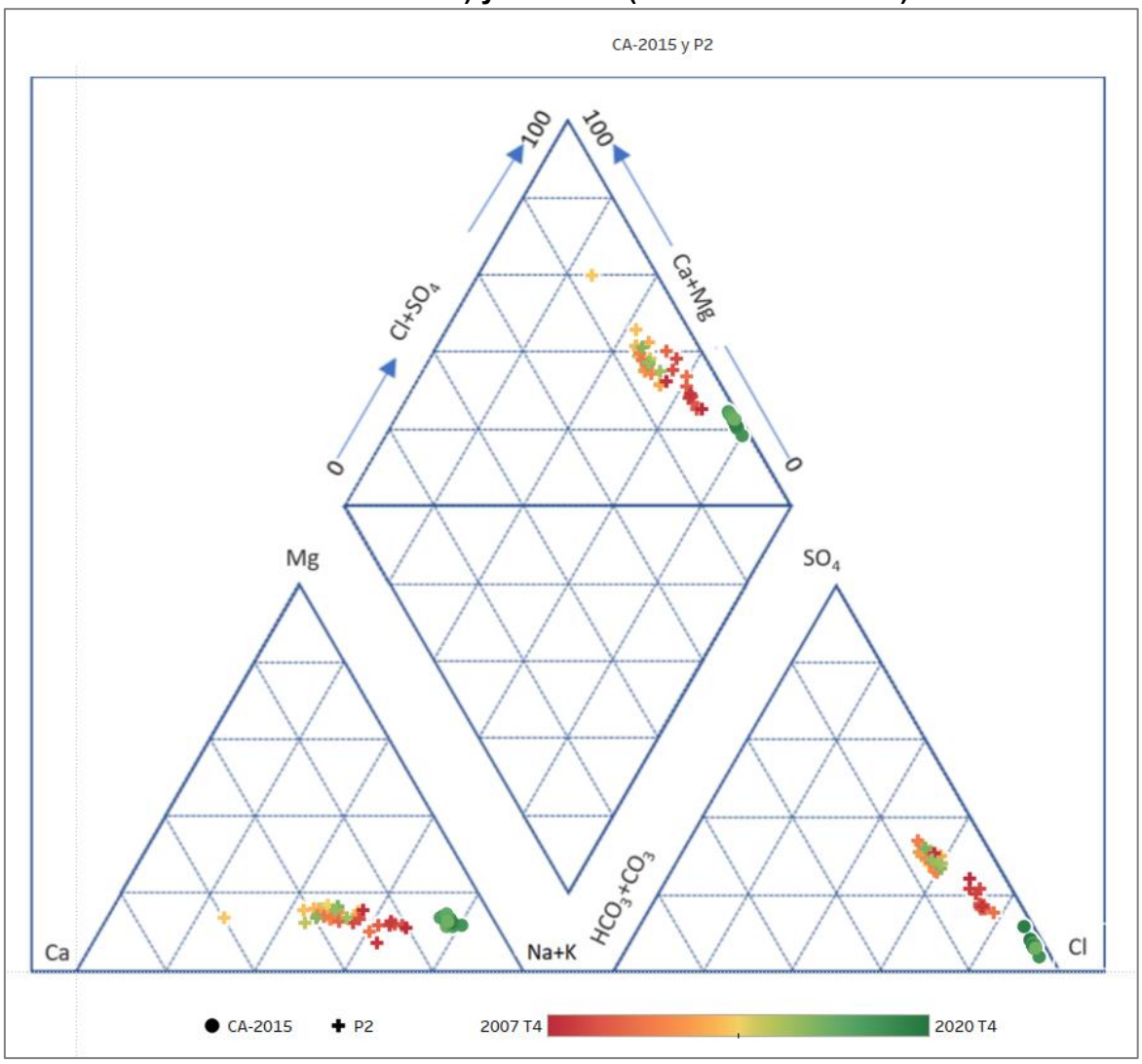


Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD se presentan = LD y con la etiqueta "<" en el color del parámetro que representa. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

La Figura 6-83 muestra el diagrama de Piper para las muestras colectadas en P2 y CA-2015, con un BI inferior al 10%. Nótese que, aunque ambos puntos presentan facies cloruradas sódicas, el punto CA-2015 presenta unas características cloruradas sódicas notablemente más acusadas que P2. La explicación a este hecho reside en que el punto CA-2015 está colectando aguas más profundas que el P2 y, por tanto, con una mayor influencia de la interfaz salina que se encuentra en profundidad como consecuencia del encuentro entre las aguas de recarga a la zona marginal y la salmuera del núcleo en profundidad.

Respecto a las tendencias en este sector, en el diagrama de Piper, Figura 6-83, se observa que el P2 mostró una tendencia a concentraciones más sulfatadas cálcicas, en detrimento de las concentraciones cloruradas sódicas. Respecto al punto CA-2015, en el diagrama de Piper no se observa una clara tendencia. En la Figura 6-82, se observan algunos parámetros con leve tendencia a la baja como pH terreno, conductividad de terreno, sólidos disueltos totales, calcio y cloruro, lo que indicaría una tendencia similar a la que presentaba el P2.

Figura 6-83: Diagrama de Piper de muestras con BI <10% para los puntos P2 (hasta enero de 2017) y CA-2015 (desde abril de 2017)

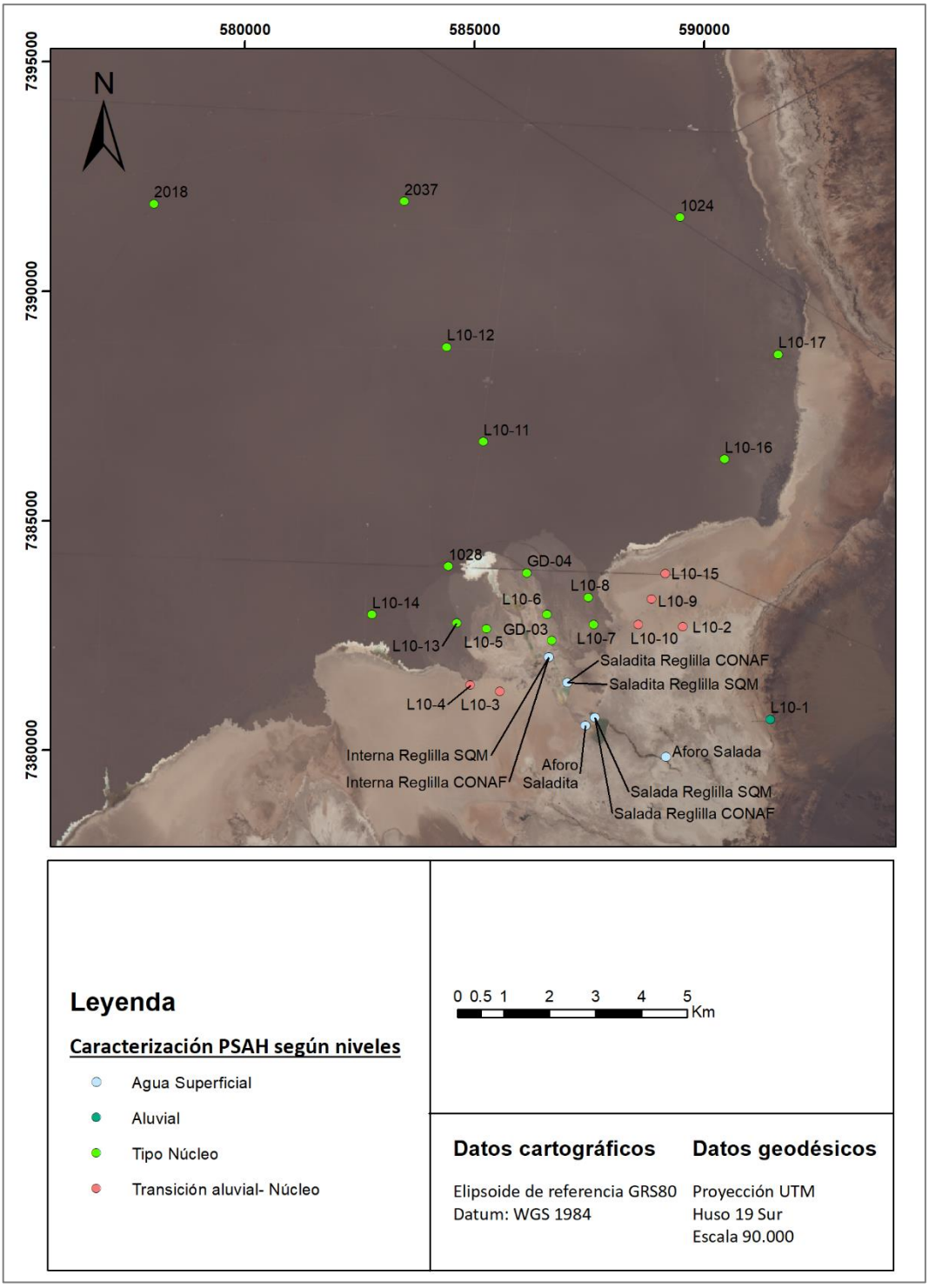


Fuente: Elaboración propia

6.1.4. SISTEMA PEINE

A continuación, se analiza el comportamiento de los monitoreos asociados a los puntos de control pertenecientes al sistema Peine, es decir aquellos cercanos a las lagunas Salada, Saladita e Interna (ver Figura 6-84). Cabe recordar que esta última unidad corresponde al desborde terminal de este sistema de lagunas y, por lo tanto, presenta un comportamiento variable, distinto de un cuerpo lagunar estable.

Figura 6-84: Infraestructura englobada en el sistema Peine y clasificada según comportamiento de los niveles



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

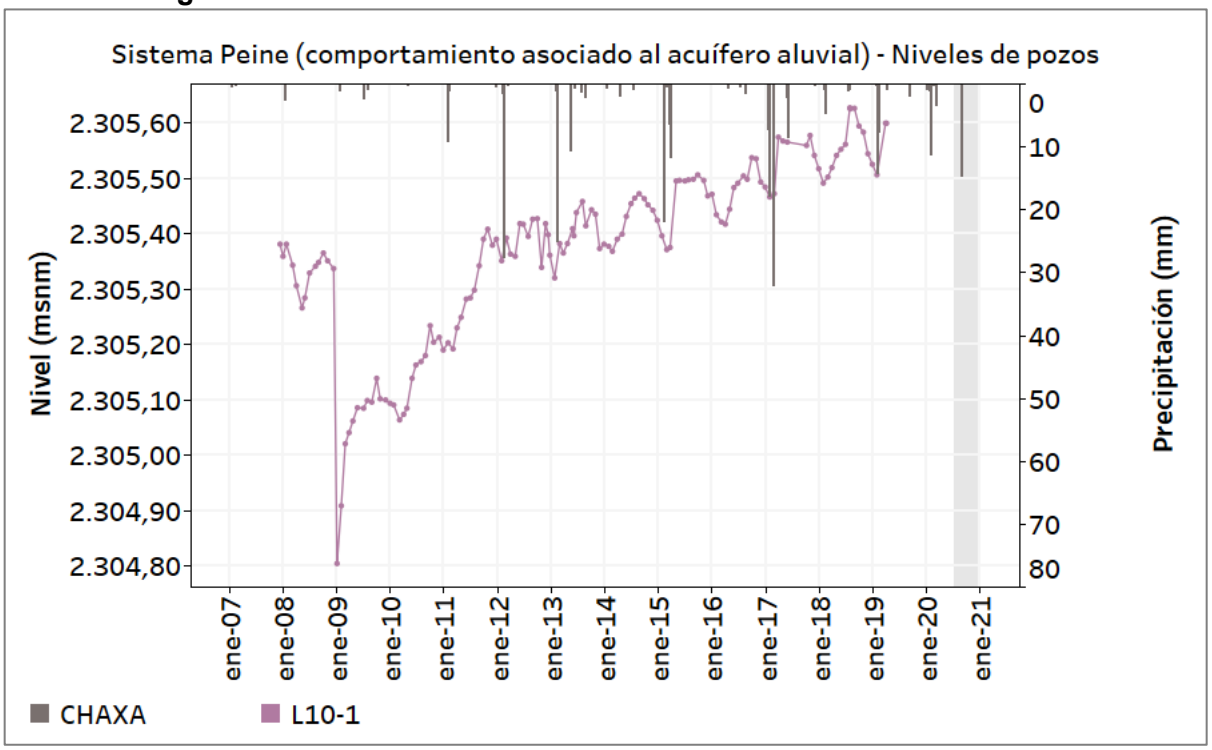
Niveles de agua subterránea y superficial

Pozos en zona aluvial

En el Sector de Peine el único punto situado en la zona aluvial es el punto L10-1, que concretamente se encuentra en el límite entre las zonas marginal y aluvial. Este punto está asociado al monitoreo de la zona marginal del sistema Peine, pero se le observa un comportamiento singular y poco relacionado a lo que cabría esperar para la zona marginal, donde los niveles muestran una estrecha relación con los ciclos de evaporación estacionales. En la Figura 6-86 se muestran los niveles históricos medidos y se puede ver como presenta oscilaciones, pero no son regulares, por lo que deben estar asociadas a los eventos de recarga subterránea. La tendencia general es ascendente desde enero de 2009 y con tasa promedio de 2,85 cm/año (calculada en el período comprendido entre junio de 2011 y 30 de diciembre de 2018). Otro aspecto que destacar es que no muestra una respuesta evidente a los eventos de precipitación.

No se dispone de mediciones desde enero de 2019, por lo que no se puede comprobar la tendencia actual de este punto.

Figura 6-85: Niveles medidos en la zona aluvial del sistema Peine



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

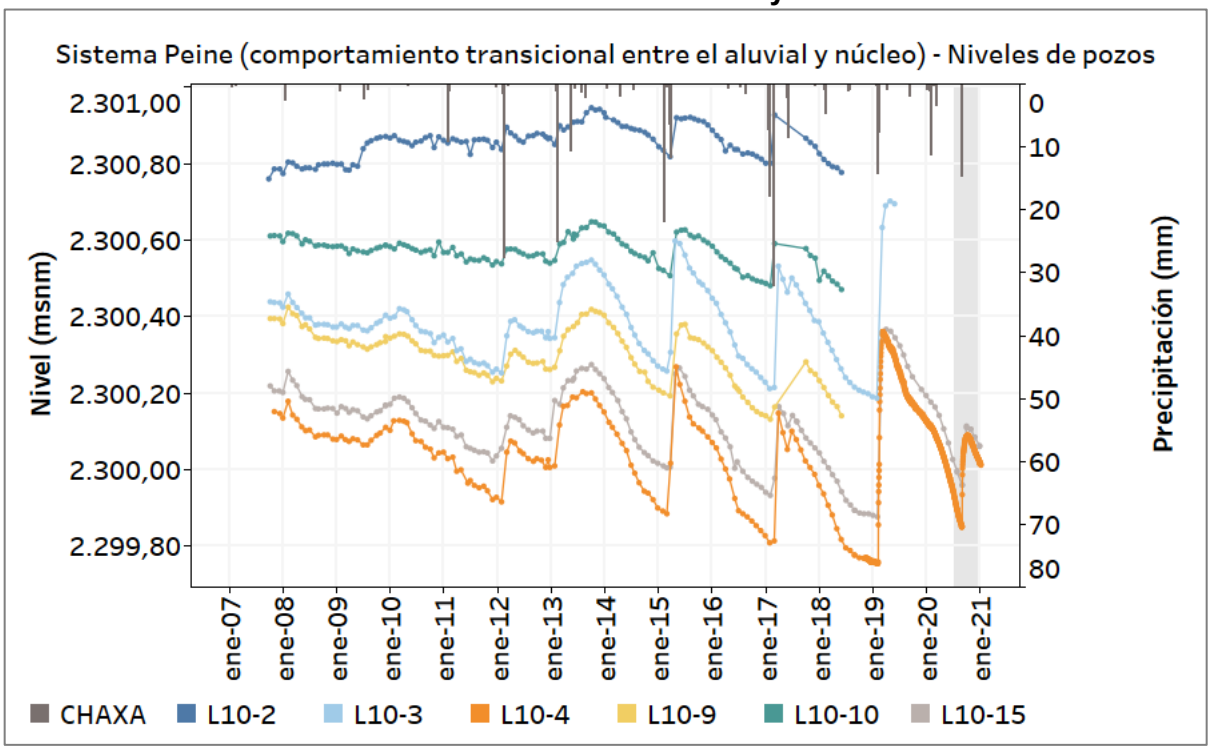
Pozos en zona marginal

Desde la zona aluvial y hacia el noroeste, siguiendo la dirección del flujo, se encuentra la zona marginal, donde los niveles muestran un comportamiento mixto entre el observado en el L10-1 y el núcleo. Se trata de los puntos L10-2, L10-3, L10-4, L10-9, L10-10 y L10-15, que se muestran en la Figura 6-86. Estos puntos tampoco muestran la particular oscilación regular propia de los ciclos estacionales de evaporación; se observa que los puntos que se encuentran más cercanos a la zona aluvial presentan una tendencia ascendente tal y como mostraba el punto representativo del aluvial (L10-1), aunque con menor pendiente, como es el caso del L10-2 que presenta una tasa de ascenso de 0,35 cm/año. A medida que los puntos se encuentran más cercanos al núcleo (y alejados del aluvial) muestran una mayor tasa de descenso; el punto L10-3 presenta una tendencia de descenso con una pendiente muy suave (0,01 cm/año), en el punto L10-10 la tasa de descenso aumenta un poco más (0,55 cm/año) y ya los puntos L10-4, L10-9 y L10-15 tienen una tasa de 1,4 cm/año (tasa del orden de magnitud parecida a la de los puntos tipo Núcleo más cercanos a la Zona Marginal; GD-03 y

L10-12, ver siguiente apartado). Estos últimos puntos además muestran la misma respuesta a los eventos de precipitación que la observada en los pozos del núcleo.

Durante el segundo semestre de 2020 solo se ha podido acceder a los puntos L10-4 y L10-15, que muestran un máximo en el mes de septiembre producto de la lluvia.

Figura 6-86: Niveles medidos en los puntos que muestran un comportamiento de transición entre el acuífero aluvial y el núcleo



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Tal y como se ha descrito, en la zona marginal es donde se encuentran los objetos de protección definidos para el sistema Peine. En este sentido, una vez analizados los niveles históricos junto con la nueva información del segundo semestre 2020, puede concluirse que el sistema se mantiene con las variaciones esperadas según el tipo de comportamiento, por lo que los objetos de protección también se mantienen fluctuando dentro de comportamiento estacional esperado. En el capítulo 6.2 Análisis del Plan de Contingencias se analiza el estado de los objetos de protección a través de la revisión de los indicadores de estado, por lo que puede encontrarse más detalle.

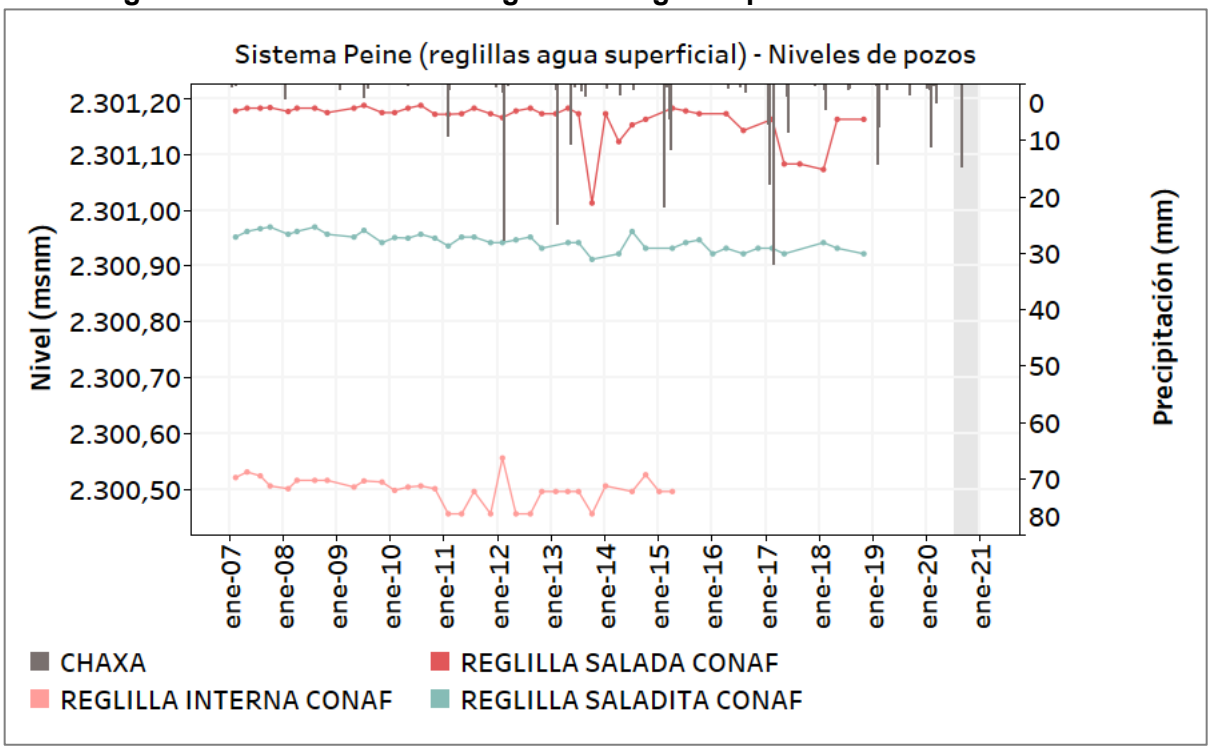
Nivel de agua superficial y lacustre

Para monitorear el nivel de la superficie de las lagunas del Sistema, se observan los registros de las reglillas Salada, Saladita e Interna, medidas históricamente por CONAF en el marco del convenio establecido en la RCA N°226/2006. Como se mencionó en la sección de Resultados (5), a partir de enero de 2019 y en virtud del término del convenio, las mediciones de nivel en el sistema lacustre de Peine pasan a ser responsabilidad de SQM Salar S.A., cuyos resultados se agregan a la data histórica. Los niveles medidos hasta la fecha se muestran en la Figura 6-87.

Respecto a la laguna Salada, los registros se presentaron estables hasta el año 2013, evidenciándose una mayor oscilación desde entonces, con niveles levemente menores el 2017 y una recuperación en el primer semestre del año 2018. Por su parte la reglilla Saladita presenta un leve descenso entre los años 2009 y 2013, con niveles estables a partir de esa fecha. Finalmente, en la reglilla Interna no se han podido medir los niveles desde el año 2016 y hasta finales de 2018, puesto que el área de descarga no había cubierto la ubicación del punto de monitoreo.

Dado que no fue posible acceder a los puntos de monitoreo durante el segundo semestre de 2020, no fue posible verificar las tendencias actuales de estos puntos.

Figura 6-87: Niveles en las reglillas de agua superficial del sistema Peine



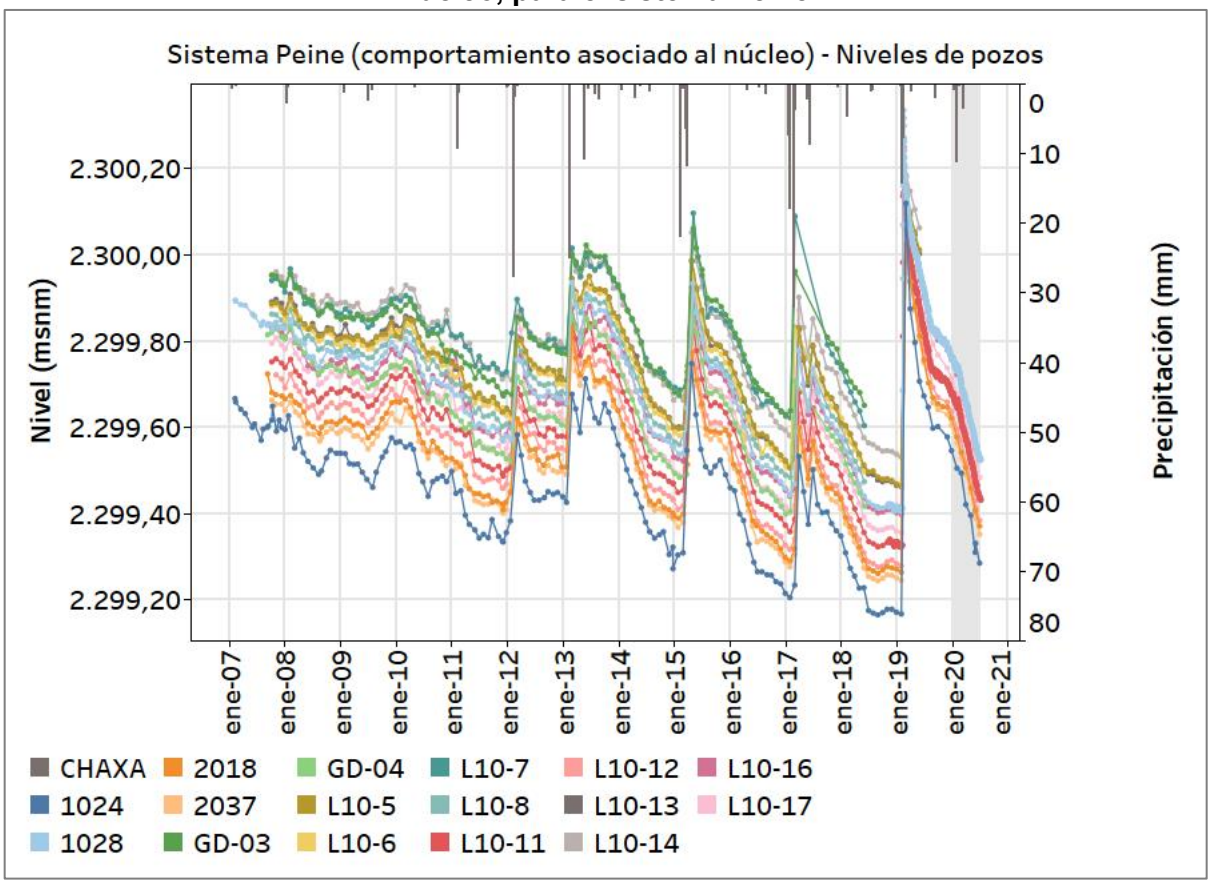
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Pozos en zona núcleo

En el sector del Núcleo se ha observado el mismo patrón Tipo Núcleo identificado en los otros sectores (Soncor, Aguas de Quelana y Tilopozo, éste último se expone más adelante), que consiste en presentar un comportamiento sensible a los eventos de precipitación directa sobre el núcleo del salar, respondiendo de forma inmediata a eventos significativos y recuperando la tendencia original al tiempo de haber sucedido dichos eventos. Muestran también pocas diferencias de cota piezométrica entre ellos, dando cuenta de lo plana que está la superficie piezométrica en el acuífero del núcleo. Los niveles medidos se muestran en la Figura 6-88, donde se observa el ya descrito comportamiento sin oscilación estacional y con clara tendencia al descenso. Todos los puntos muestran una tasa de descenso de entre 2 y 2,2 cm/año, exceptuando los puntos GD-03 y L10-7, donde la tasa es de 1,2 y 1,5 cm/año respectivamente. La diferencia en estos dos puntos puede ser debido a que se encuentran más próximos a la zona marginal.

Las mediciones efectuadas en el segundo semestre de 2020 (1024, 1028, 2018, 2037, L10-11, L10-12, L10-16 y L10-17) reflejan la respuesta de la lluvia, registrando un máximo en el mes de agosto de 2020[62].

Figura 6-88: Niveles medidos en los puntos asociados al comportamiento en el núcleo, para el sistema Peine



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Evolución de la superficie de los sistemas lacustres

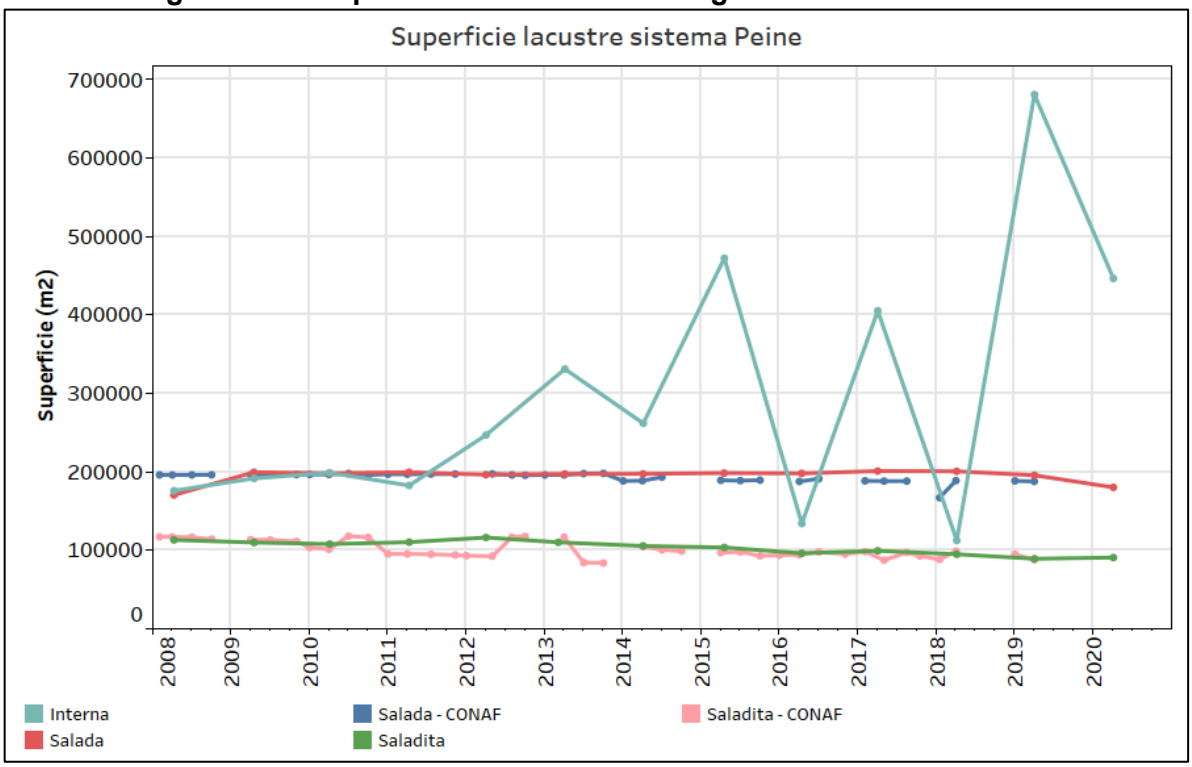
Los sistemas lacustres de Peine son alimentados por un canal que es el resultado de afloramientos naturales de agua subterránea aguas arriba del sistema. Las lagunas que

[62] Se ha observado en los pozos con medición diaria, que el máximo se produce días después de la medición mensual de agosto (2020). Por este motivo es que el máximo en los pozos con medición mensual se registra en el mes de septiembre de 2020.

componen este sistema son Salada, Saladita e Interna. Esta última laguna está formada por los desbordes de la Laguna Saladita, y su morfología es muy variable de un año a otro.

En la Figura 6-89 se muestra el nivel histórico de la superficie lacustre de este sistema. En general, las lagunas Salada y Saladita no muestran grandes variaciones de superficie. La Laguna Interna muestra incrementos de área importantes en los años 2013, 2015, 2017 y 2019, con disminuciones de área en los años 2014, 2016 y 2018. Lo anterior, se explica por ser zona de descarga de las lagunas Salada y Saladita ante eventos de precipitación.

Figura 6-89: Superficie histórica de las lagunas del sistema Peine



Fuente: Elaboración propia

Calidad química

A continuación, se analizan los resultados del monitoreo de calidad del agua realizado el segundo semestre de 2020 tanto en el agua superficial, como en el agua subterránea del Sistema Peine, en comparación con su evolución histórica. Como se mencionó en la sección 5, no existen límites establecidos para los distintos parámetros monitoreados (normativos o de línea de base).

Esta sección se divide en dos subsecciones que agrupan los puntos de monitoreo de acuerdo con sus características: (i) pozos de monitoreo y (ii) sistemas lacustres.

Calidad del agua en pozos de monitoreo

La calidad química del agua subterránea en el sistema Peine es monitoreada en los pozos L10-1, L10-4 y 1028; la evolución temporal para los distintos parámetros en estos pozos se muestra en la Figura 6-90, Figura 6-91 y Figura 6-92[63, 64] presentan la evolución histórica de los parámetros monitoreados en ellos. Como ya se ha descrito en el capítulo de resultados (5.1.5), no se ha podido acceder a los puntos de control de este sistema con la frecuencia adecuada por no contar con el permiso de la Comunidad de Peine, que mantenía controlado el acceso a estos puntos durante el periodo reportado.

En cuanto al análisis histórico, los tres pozos presentan distintas características, de acuerdo con su ubicación. El pozo L10-1, ubicado en el comienzo de la zona marginal, presenta la menor CE con valores en torno a 15.000 µS/cm, así como el mayor pH, cercano a 8. Este pozo tiene cierta mezcla con aguas de la interfaz salina, de manera similar a lo que sucede en CA-2015. El pozo L10-4, cercano a la parte final de la zona marginal, presenta valores

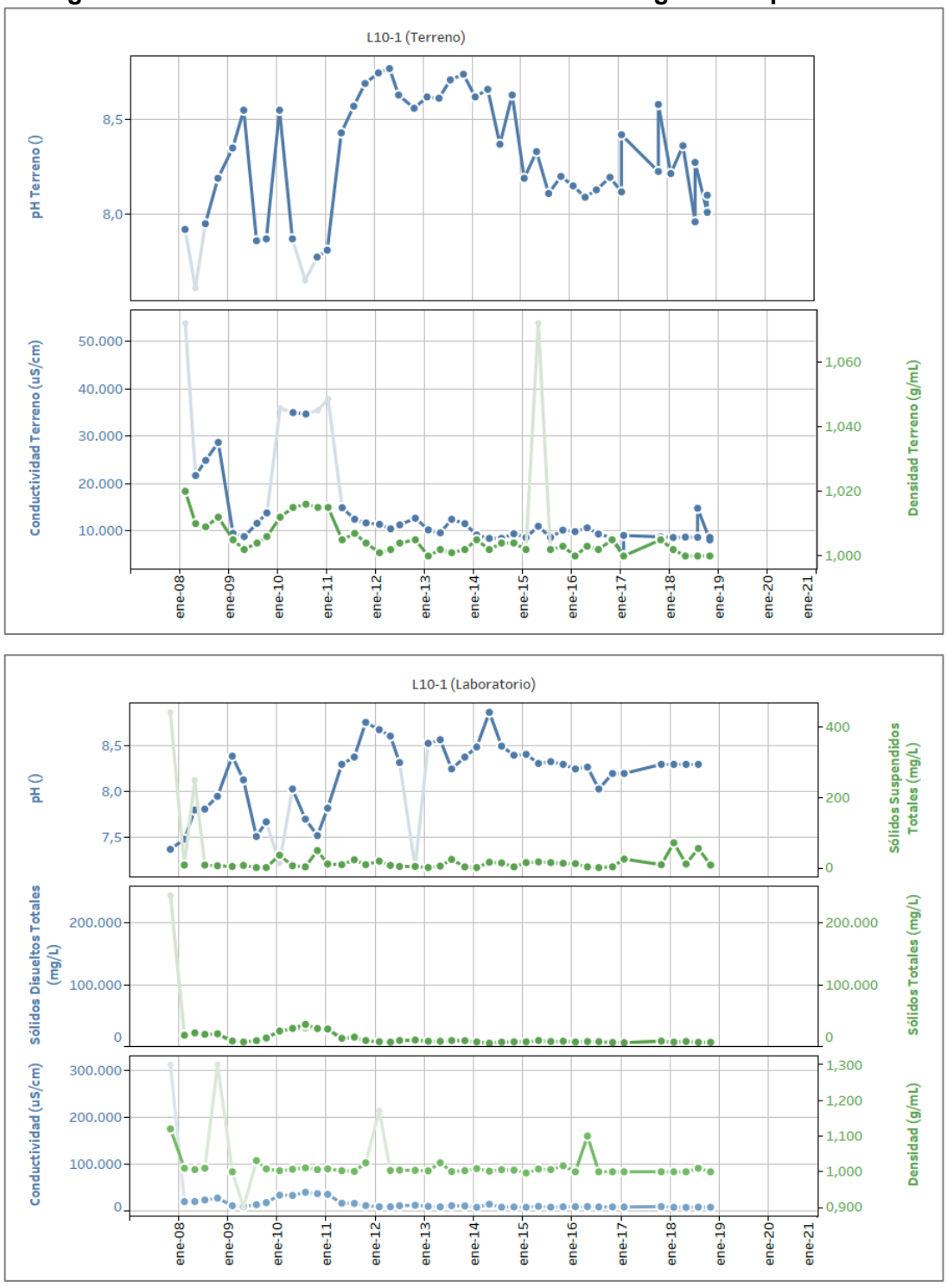
[63] En el informe Nº5 del PSAH se detectaron errores en las mediciones de la CE y SDT de las muestras de aguas subterráneas con alta CE, reportadas por el Laboratorio ALS Environmental hasta julio de 2008, adjuntándose carta explicativa emitida por ALS Environmental, así como un breve análisis.

[64] En el informe N° 26 del PSAH se detectaron errores en las mediciones de SDT y ST de las muestras de aguas subterráneas con alta CE, reportadas por el laboratorio ALS Environmental hasta diciembre de 2015. Al respecto se realizó un estudio encargado a SRK y presentado en el Anexo 10.3 del citado informe. Adicionalmente, el mismo problema fue detectado en la campaña de mayo de 2020 y se adjunta la carta de respuesta de ALS, indicando que el error en los resultados de STD y ST se debe a un error en la toma de alícuota y que realizará una capacitación del personal para que no vuelva a suceder. (Esta carta se presenta en el Anexo 10.2).

cercanos a la salmuera del núcleo (CE cercana a 150.000 µS/cm y pH alrededor de 7.5). Por último, el pozo 1028 ubicado en el núcleo se caracteriza por un pH menor (~6,9) y mayor CE, alrededor de 230.000 µS/cm.

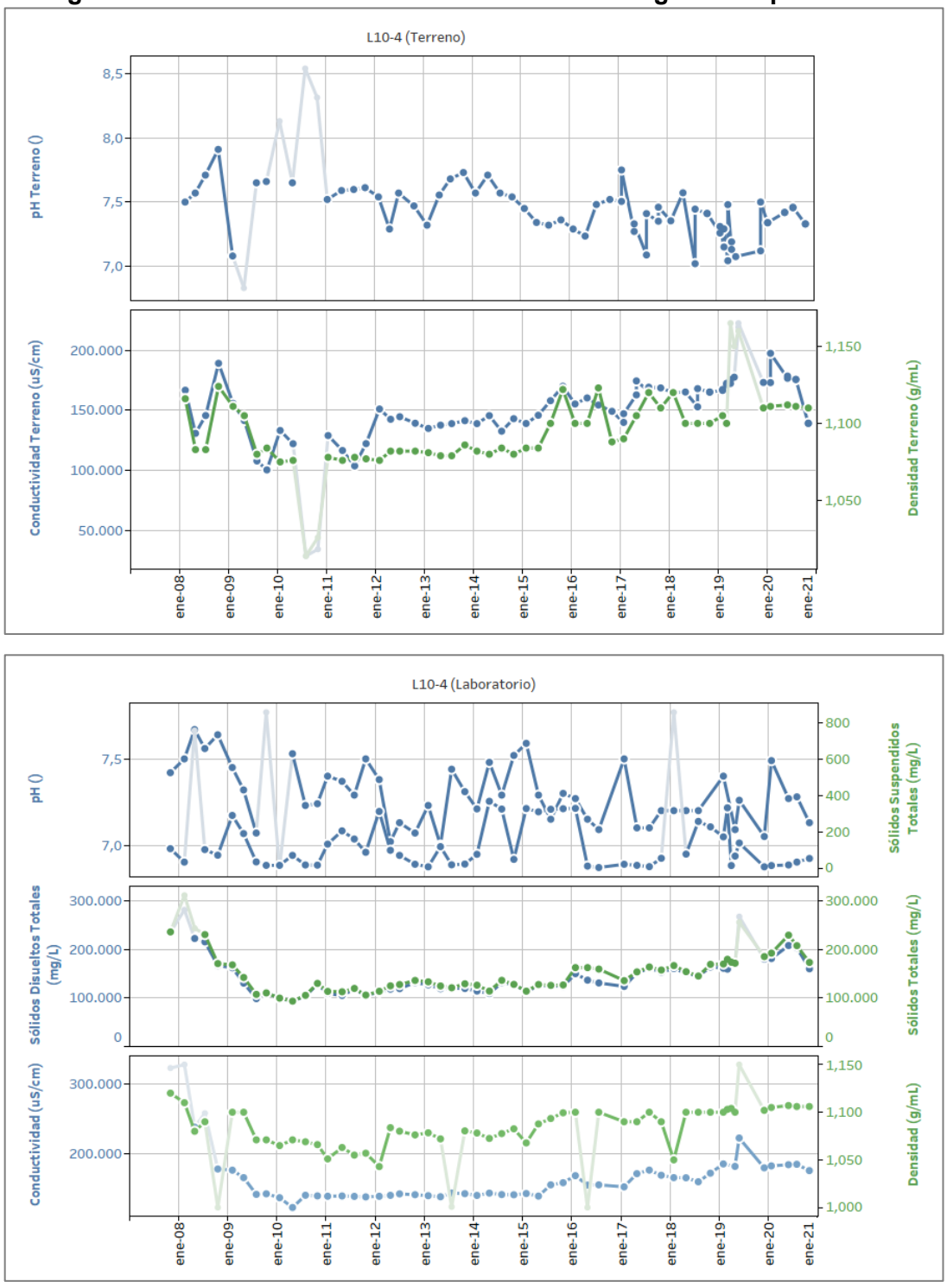
Los resultados del segundo semestre para los distintos analitos se encuentran dentro del rango histórico anterior para ambos puntos visitados, con la excepción el pozo 1028 en octubre, que tuvo un valor mínimo para la conductividad de terreno. Este resultado no se condice con el resultado de laboratorio ni otros parámetros y en los ensayos posteriores entregó resultados acordes al histórico, por lo que se trata un valor *outlier*.

Figura 6-90: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L10-1



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-91: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L10-4



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-92: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo 1028



Fuente: Elaboración propia. Los valores >LM se presentan = LM y con la etiqueta “>” en el color del parámetro que representa. Los valores validados según concentración se muestran resaltados.

Respecto a las tendencias, el punto L10-1 no presenta tendencias para ninguno de los parámetros analizados. En el L10-4 se observa tendencia ascendente para conductividad y densidad de terreno y laboratorio y para sólidos disueltos y totales. El pH muestra tendencia descendente. El punto 1028 se muestra estable en todos sus parámetros, mostrando únicamente una leve tendencia al ascenso para el pH.

Calidad del agua en sistemas lacustres

Las Figura 6-93, Figura 6-94 y Figura 6-95, presentan la evolución histórica de los parámetros monitoreados en las lagunas Salada, Saladita e Interna, respectivamente. Como se comentó en el apartado 5, en el segundo semestre de 2020 no resultó posible acceder a muestrear estos puntos.

Al tratarse de agua superficial, se observa en todas las lagunas una marcada estacionalidad, controlada por la evaporación y el régimen de caudales, para casi todos los parámetros, alcanzando valores máximos en verano y mínimos en invierno en concordancia a los ciclos evaporativos y contrario al régimen de caudales.

Figura 6-93: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Salada

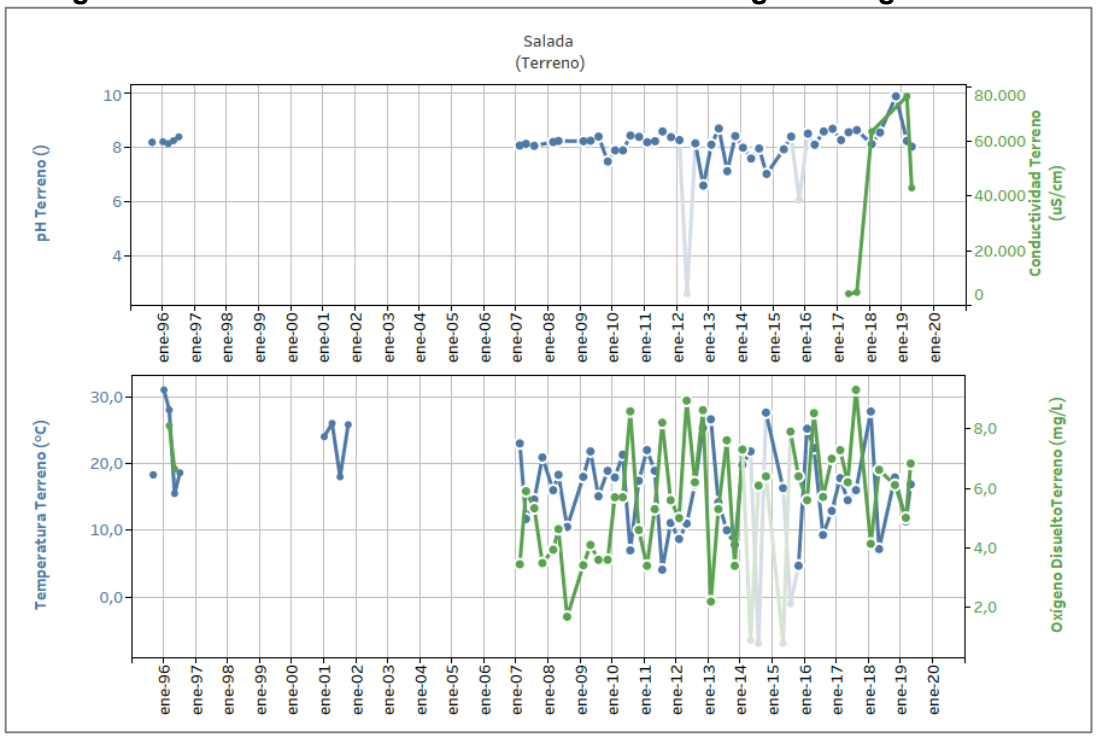


Figura 6-93 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Salada

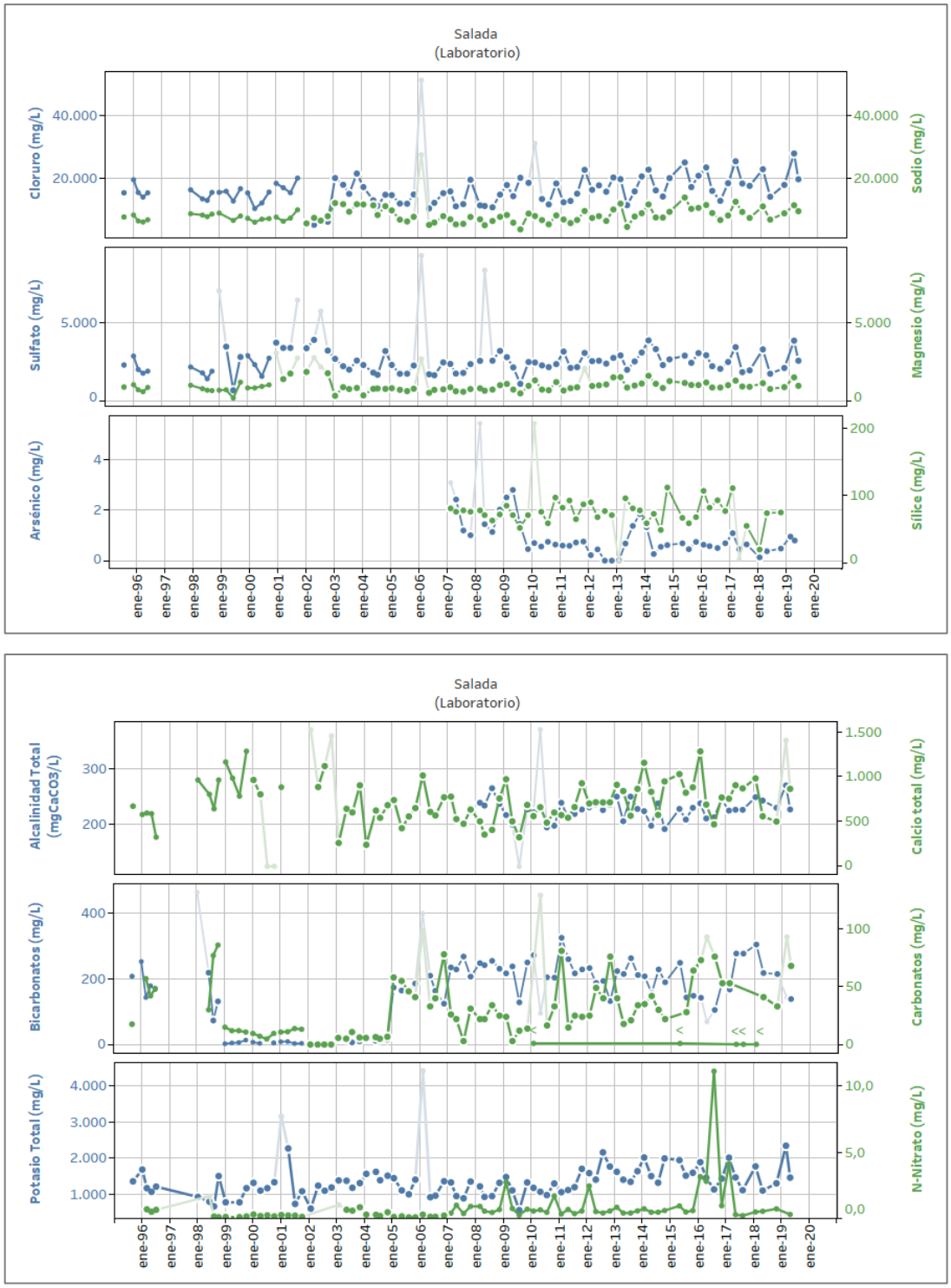
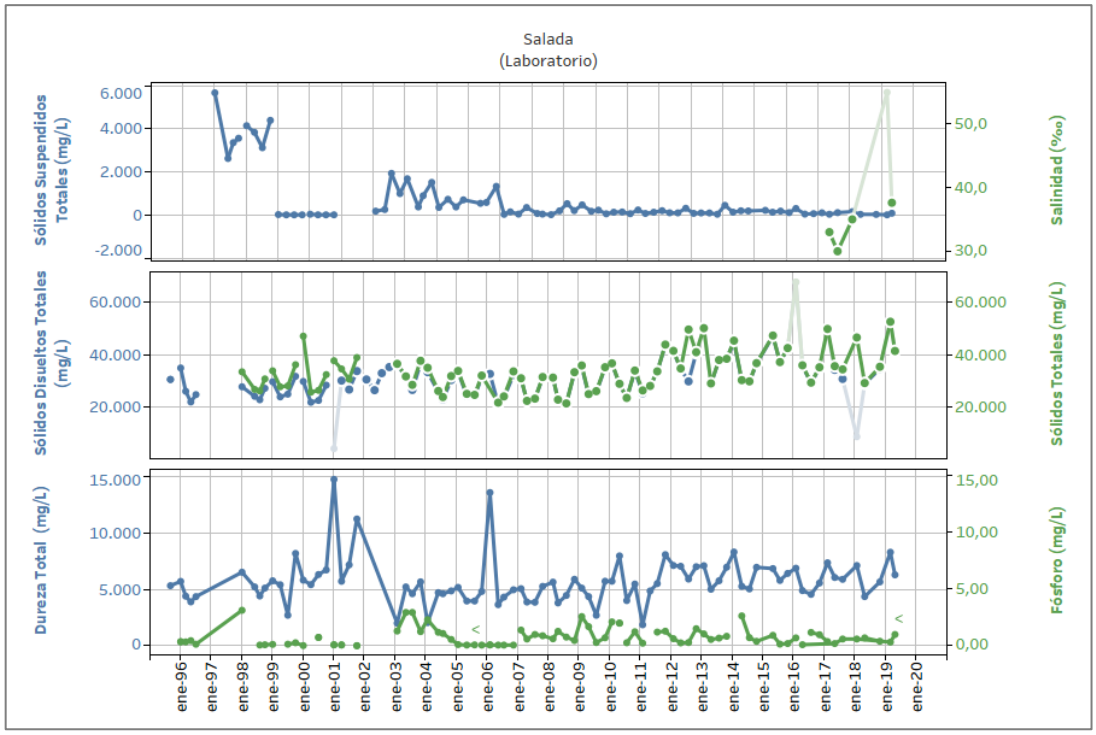
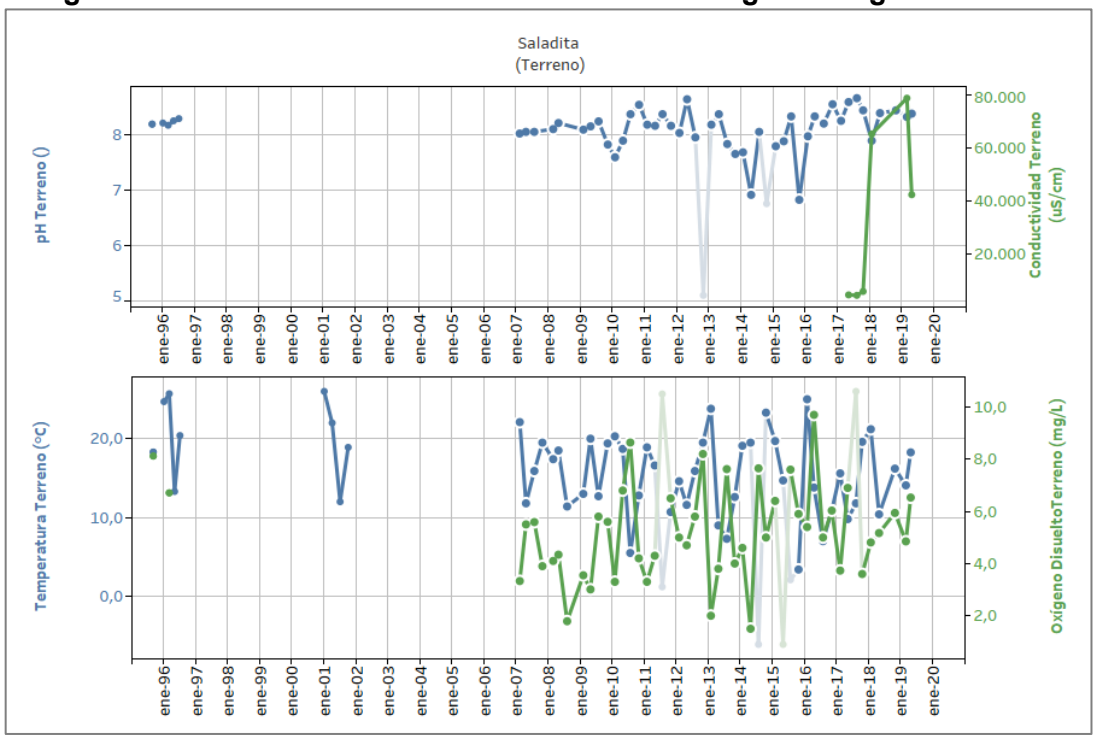


Figura 6-93 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Salada



Fuente: Elaboración propia. Por cuestión de escala, se han omitido del gráfico los valores para febrero de 2006 de Sólidos Suspendidos Totales (81.260mg/L) y Sólidos Totales (113.900 mg/L) y el valor de nitrógeno nitrato para febrero de 2019 (657mg/L). Los valores <LD se presentan = LD y con la etiqueta "<" en el color del parámetro que representa. Los valores validados según concentración se muestran resaltados.

Figura 6-94: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Saladita



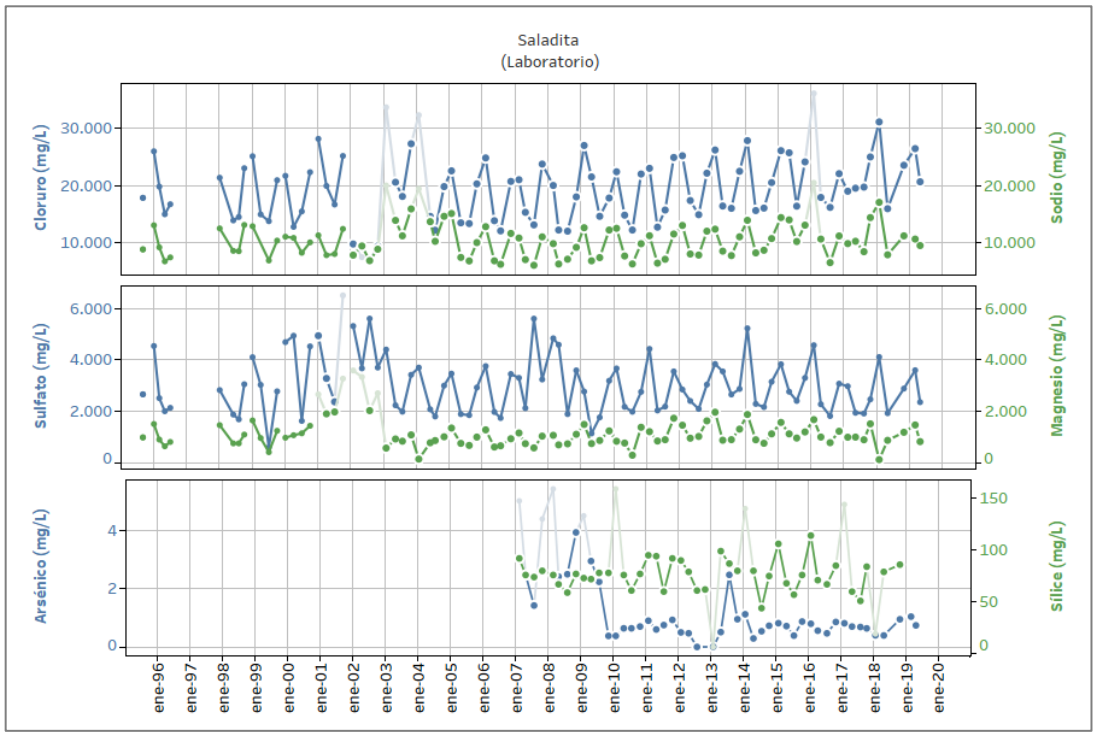
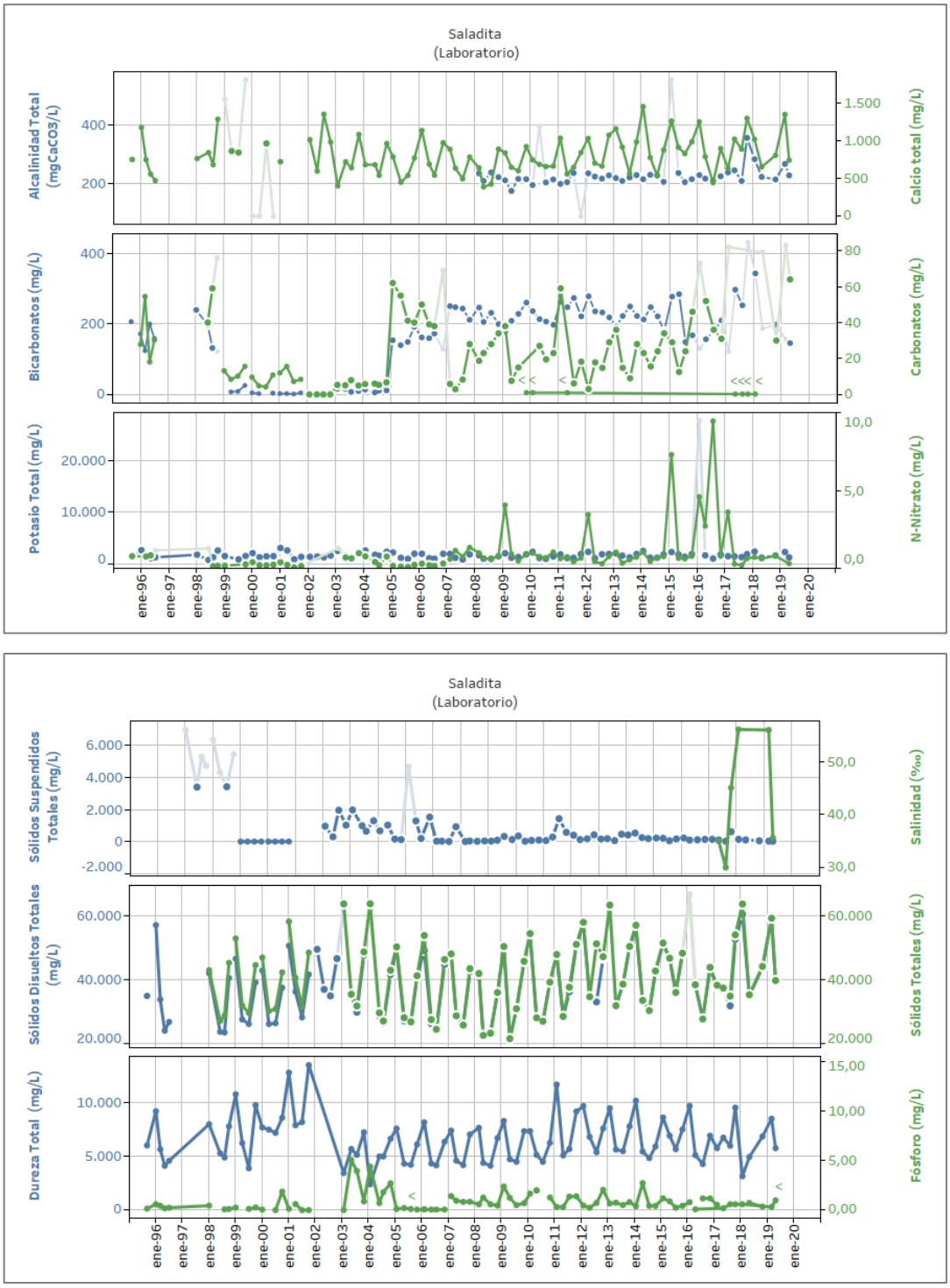
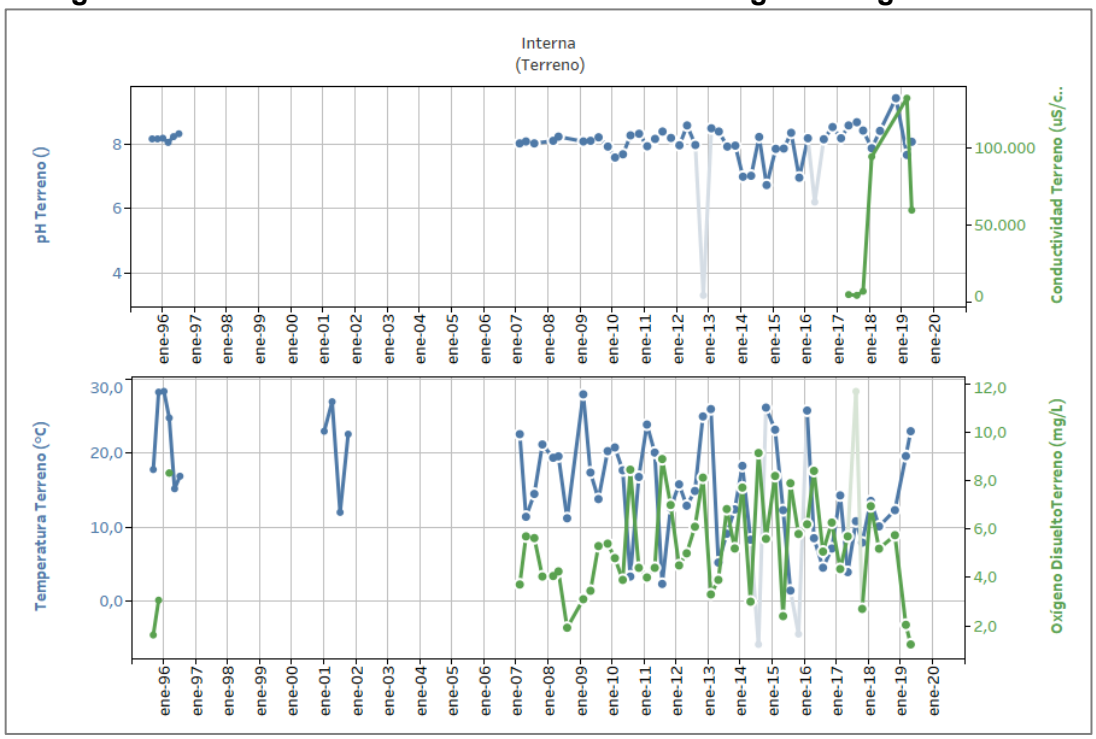


Figura 6-94 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Saladita



Fuente: Elaboración propia. Por cuestión de escala se ha omitido el valor de nitrógeno nitrato de febrero de 2019 (493mg/L). Los valores <LD se presentan = LD y con la etiqueta "<" en el color del parámetro que representa. Los valores validados según concentración se muestran resaltados.

Figura 6-95: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Interna



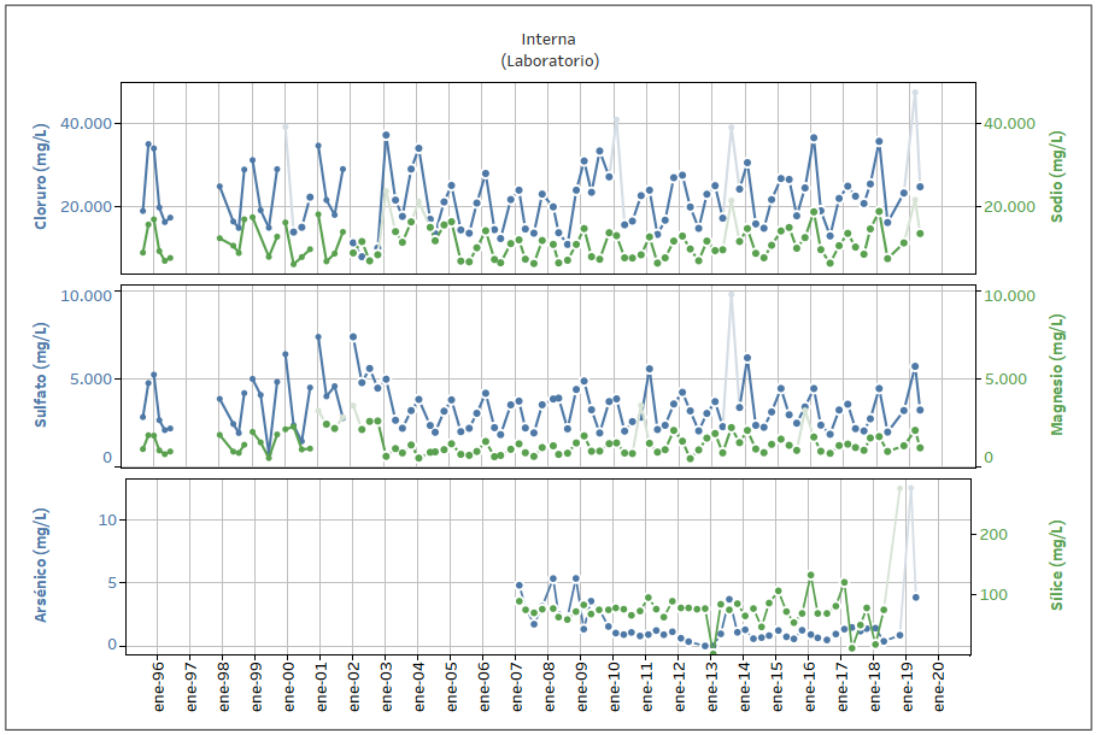


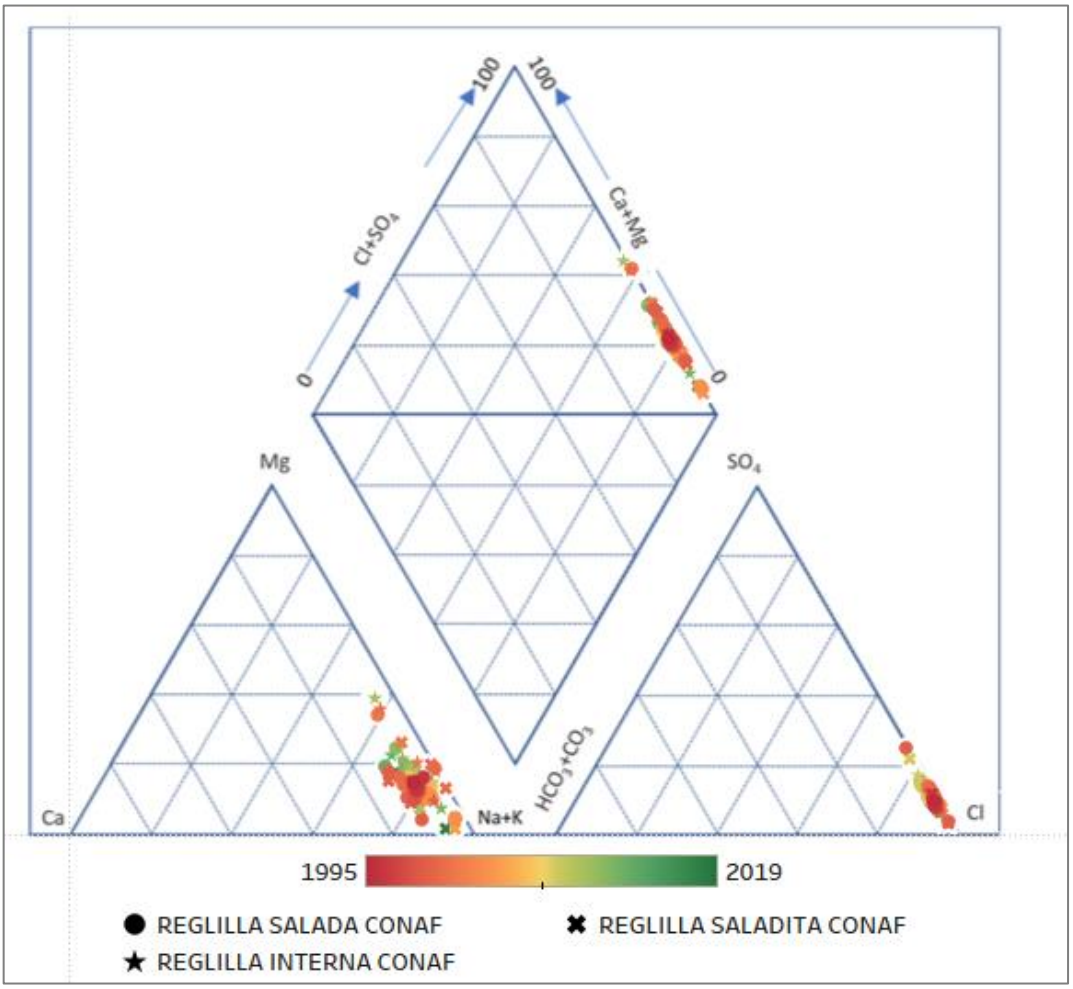
Figura 6-95 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Interna



Fuente: Elaboración propia. Por cuestión de escala se ha omitido el valor de nitrógeno nitrato de febrero de 2019 (1062mg/L). Los valores <LD se presentan = LD y con la etiqueta "<" en el color del parámetro que representa. Los valores validados según concentración se muestran resaltados.

En cuanto a las características generales, en la Figura 6-96 se observa el diagrama de Piper para los tres puntos de agua superficial en sistema Peine. Nótese que todas las lagunas se clasifican como cloruradas sódicas y no se observa ninguna tendencia en el Piper ni en su evolución, mostrada en las figuras anteriores.

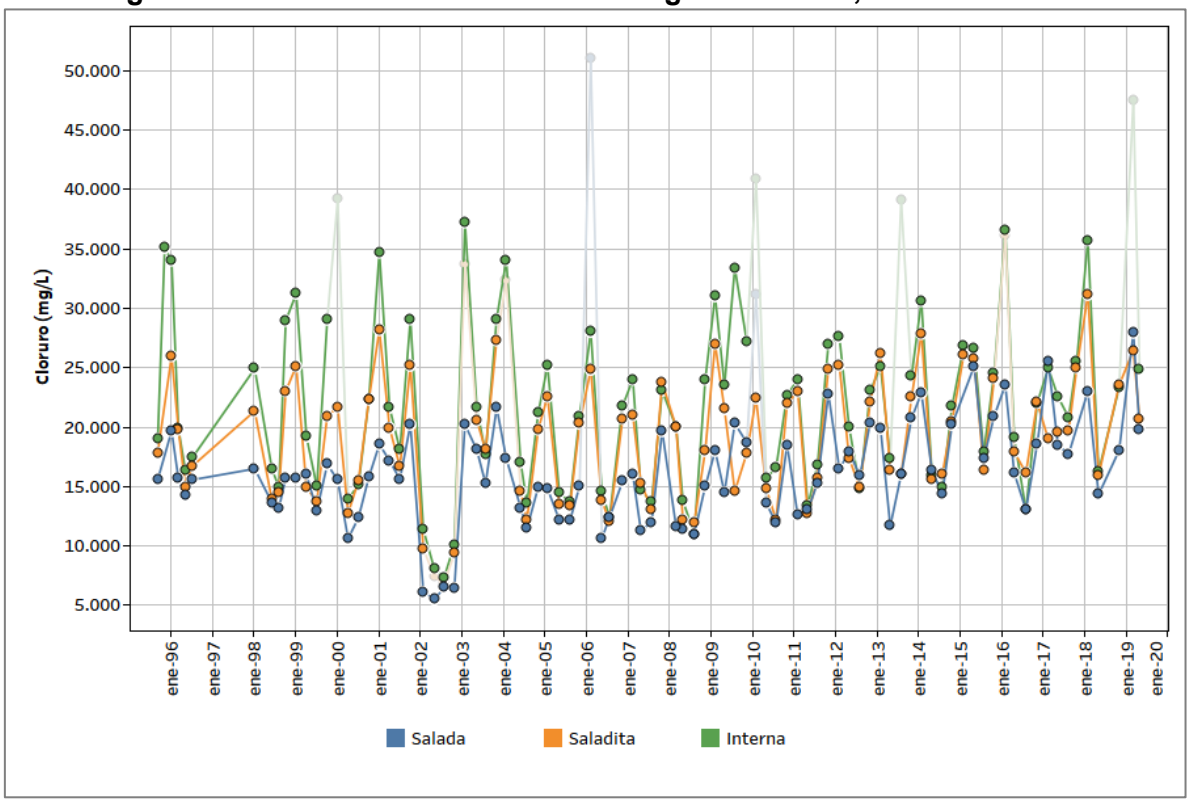
Figura 6-96: Diagrama de Piper para las muestras en las lagunas del sistema Peine, con un BI>10%



Fuente: Elaboración propia

Además, dado que en el canal que alimenta a las lagunas el flujo es de sureste- noroeste, se produce un enriquecimiento en las concentraciones en este mismo sentido (Figura 6-97), debido fundamentalmente a evaporación y en menor medida, a disolución de sales. De esta manera, las mayores concentraciones se registran en la laguna Interna, cuerpo terminal del sistema Peine desde el cual se producen desbordes hacía el núcleo con extensión muy variable.

Figura 6-97: Evolución cloruros en las lagunas Salada, Saladita e Interna

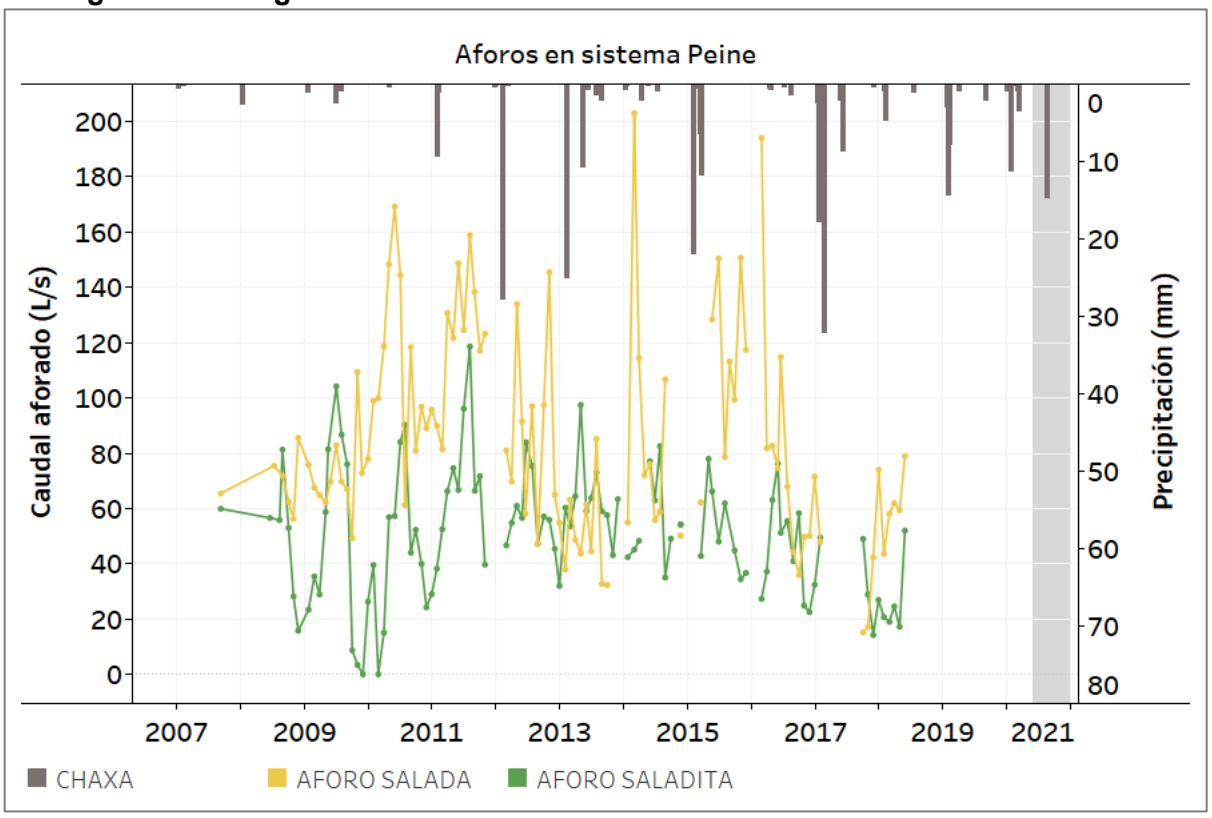


Fuente: Elaboración propia

Caudal de recarga superficial (aforos)

La red de monitoreo para la variable de caudal superficial del Sistema Peine está compuesta por los puntos de aforo Salada y Saladita, ubicadas en los canales que alimentan dichas lagunas. Como ya se ha mencionado, durante el periodo reportado SQM no pudo efectuar mediciones de caudal en este sistema por no disponer de permisos de ingreso (ver apartado 5.1.1). En la Figura 6-98 se muestran las mediciones hasta la fecha, que cuenta sin nuevos datos desde mayo 2018.

Figura 6-98: Registro histórico de las mediciones de aforo en el sistema Peine

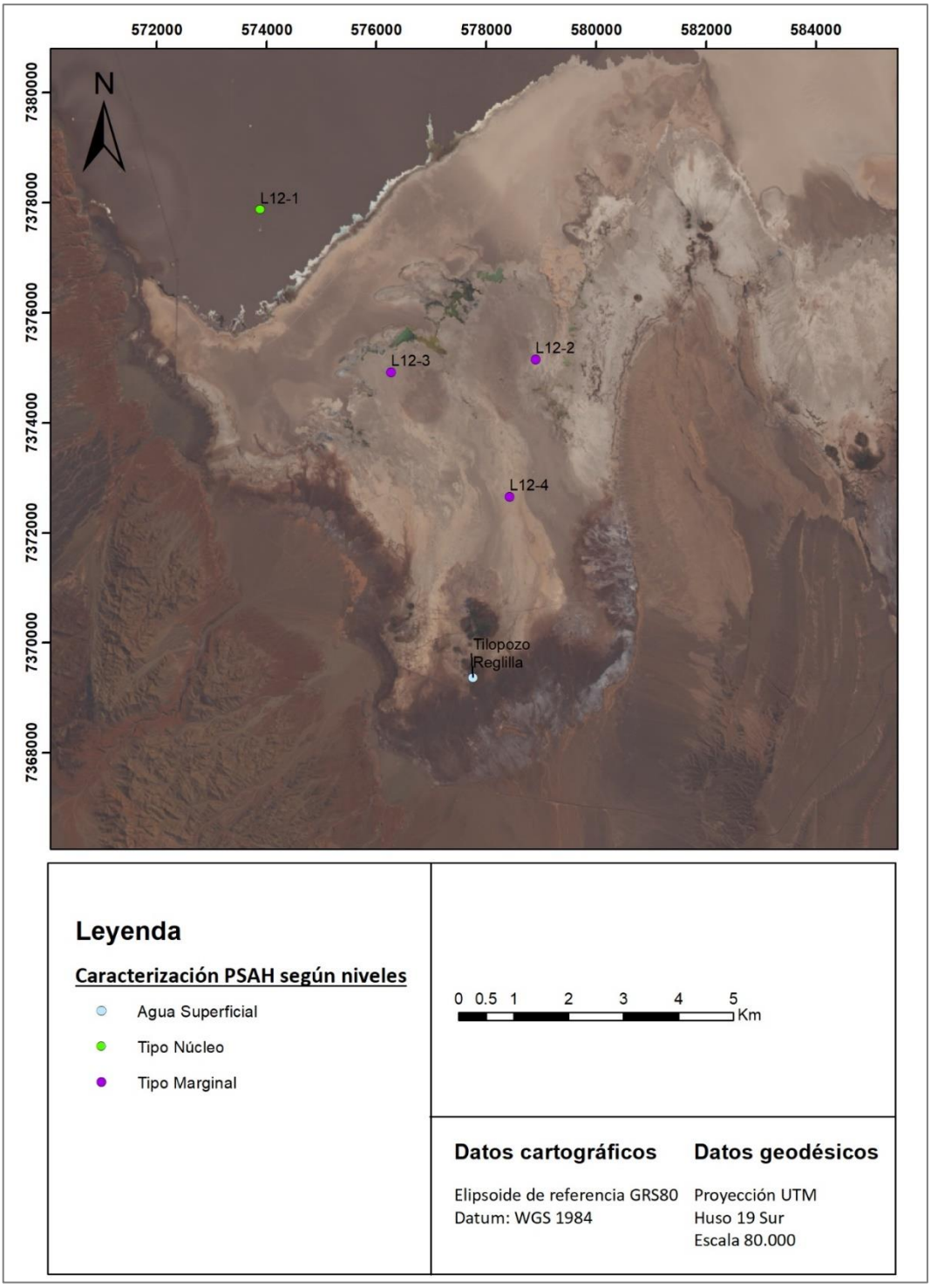


Fuente: Elaboración propia

6.1.5. SECTOR VEGAS DE TILOPOZO

Las observaciones que se realizan en este sistema tienen por objetivo monitorear el comportamiento de las vegas y bofedales del sector de Tilopozo. En la Figura 6-99 se muestra la infraestructura englobada en este sector.

Figura 6-99: Infraestructura englobada en el sector Tilopozo y clasificada según comportamiento de los niveles



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

Niveles de agua subterránea y superficial

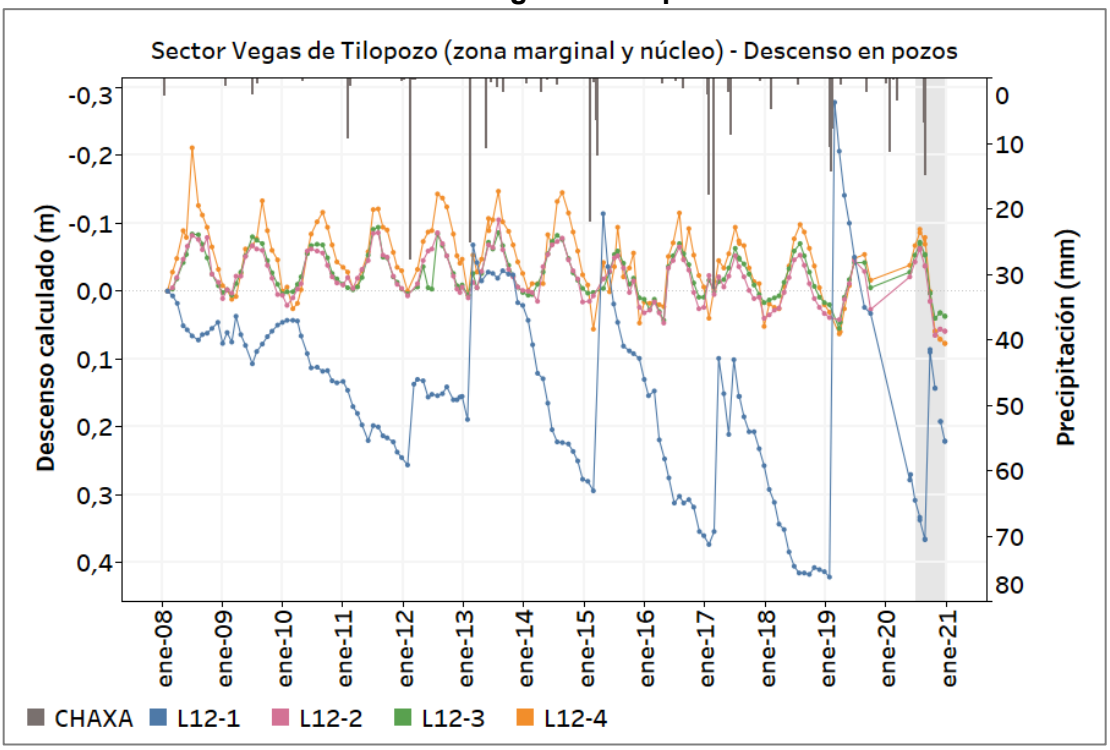
Pozos en zona marginal y núcleo

Los puntos de control en la zona marginal y núcleo corresponden al L12-1, L12-2, L12-3 y L12-4. En la Figura 6-100 los descensos calculados, que permiten visualizar mejor los patrones de comportamiento que los niveles, puesto que existen diferencias importantes entre las cotas de este grupo de pozos.

Como puede verse en la Figura 6-100 los puntos L12-2, L12-3 y L12-4 muestran una oscilación estacional bastante regular, propia de la zona marginal. Previo al año 2014, el promedio de los niveles se mantenía estable sin tendencias (de ascenso o descenso). A partir de 2014 se observa como los niveles reproducen un descenso promedio con una tasa de entre 0,66 y 0,5 cm/año. Por otro lado, se observa en la misma figura, que el punto L12-1 muestra un comportamiento claramente diferenciado al resto de los puntos graficados, y es que este punto refleja el comportamiento esperado para un punto presente en el núcleo; sin oscilación estacional, respuesta inmediata y clara a los eventos de lluvia y una tasa característica de descenso, que en este caso es de unos 4,17 cm/año.

En el segundo semestre de 2020 se observa como estos pozos han respondido a la precipitación registrada en este semestre; en el caso de los ubicados sobre la zona marginal (L12-2, L12-3 y L12-4) registran el máximo en la medición de julio de 2020, en el caso del L12-1, ubicado sobre el núcleo, el máximo se mide en el mes de septiembre de 2020.

Figura 6-100: Descensos calculados en los puntos de la zona marginal y núcleo del sector Vegas de Tilopozo

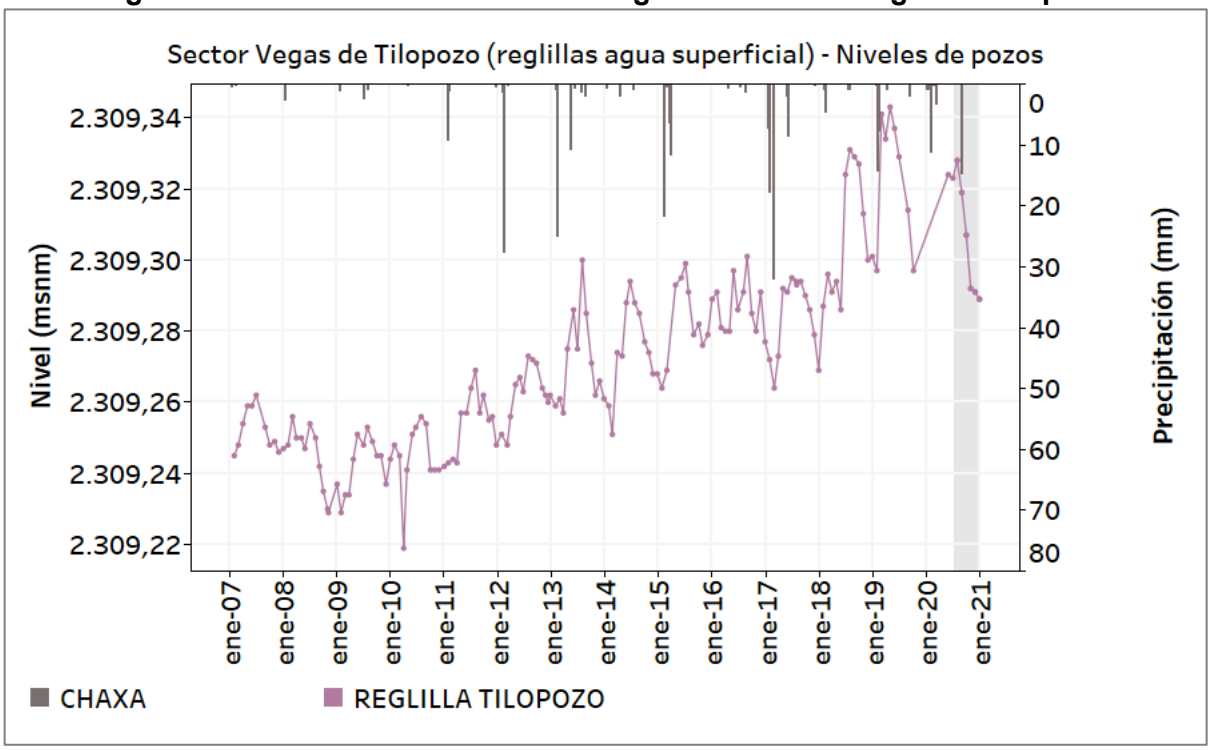


Fuente: Elaboración propia.

Nivel de agua superficial

Para monitorear el nivel del agua superficial en el sector se dispone de la reglilla Tilopozo, los niveles históricos registrados se muestran en la Figura 6-101. En ella se observa que el nivel del agua superficial ha presentado una tasa de ascenso desde la segunda mitad del año 2008 de 0,7 cm/año junto oscilaciones poco regulares y de baja amplitud. A partir de la segunda mitad del 2018 se puede ver como el nivel muestra una más marcada oscilación con mayor amplitud al periodo anterior. En el segundo semestre de 2020 se han registrado niveles, entre octubre y diciembre, parecidos a los medidos en 2017 o en la primera mitad del 2018. De forma que estarse evidenciando un cambio en la tendencia de ascenso del anterior periodo, sin embargo, habrá que esperar a ampliar el registro de mediciones para confirmarlo.

Figura 6-101: Niveles medidos en la reglilla del sector Vegas de Tilopozo

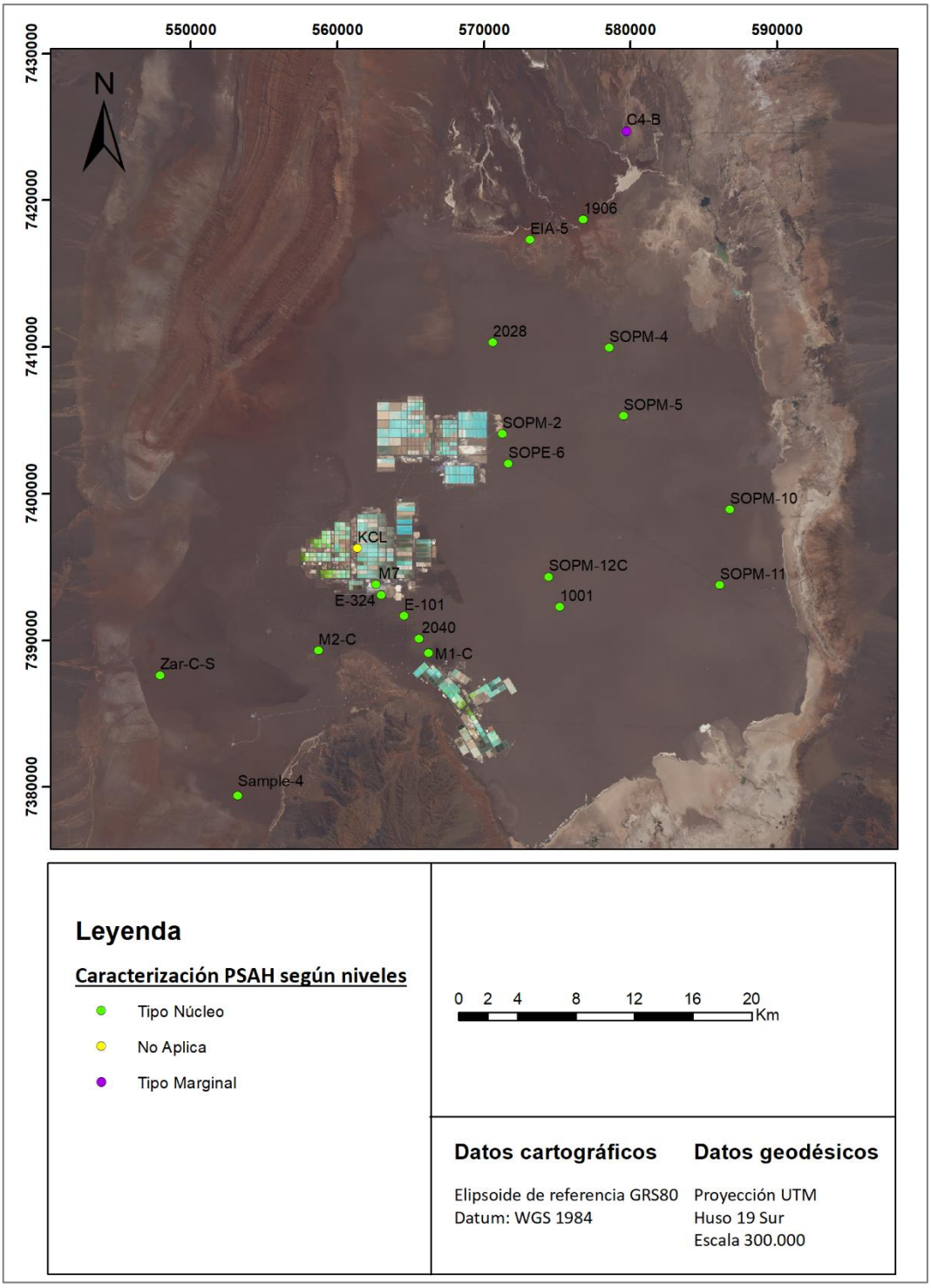


Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

6.1.6. NÚCLEO DEL SALAR DE ATACAMA

En este capítulo se describe la infraestructura situada en el Núcleo, la que incluye también la estación meteorológica KCL (ver Figura 6-102).

Figura 6-102: Infraestructura englobada en el sector Tilopozo y clasificada según comportamiento de los niveles



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

Niveles de agua subterránea

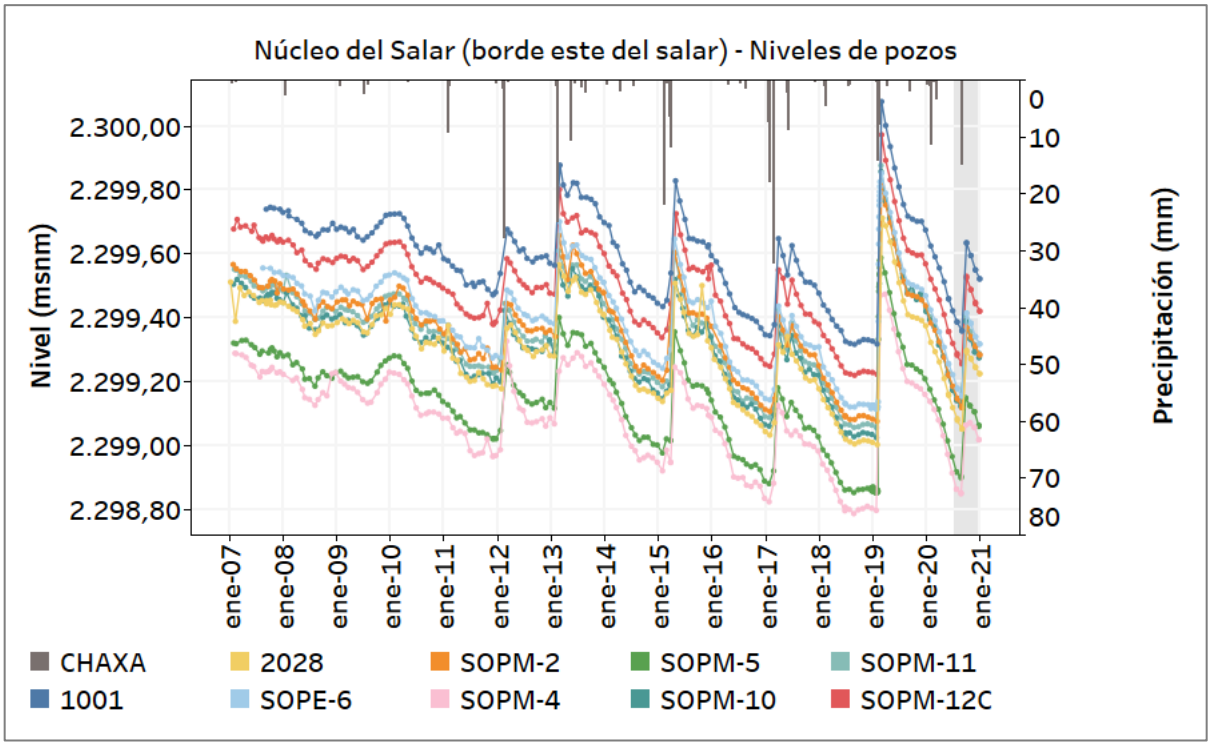
Los pozos que se encuentran ubicados en el sector Núcleo del Salar de Atacama (ver se han clasificado en grupos según su ubicación en el Salar:

i. Pozos ubicados en el lado Este del salar: 1001, 2028, SOPE-6, SOPM-2, SOPM-4, SOPM-5, SOPM-10, SOPM-11 y SOPM-12C.
ii. Pozos ubicados entre las pozas de SQM y de ALB: M7, E-324, E-101, 2040, M1-C.
iii. Pozos ubicados al Oeste del salar: M2-C, Zar-C-S y Sample-4.
iv. Pozos ubicados al Norte del Salar: EIA-5, 1906 y C4-B.

Respecto los puntos que se encuentran en el borde este del núcleo del salar (Figura 6-103) se observa que presentan el comportamiento asociado al núcleo de la misma forma que se ha identificado en todos los otros sistemas; los niveles muestran un descenso continuo que sólo recupera en los episodios de precipitación, ya que por la forma de la respuesta (ascenso inmediato y recuperación progresiva), esta agua llega en forma de recarga directa.

Actualmente, en el segundo semestre de 2020, se observa la respuesta a la lluvia registrada en el mismo periodo, con máximos de nivel en el mes de septiembre. Aunque como se ha observado anteriormente, la lluvia registrada en agosto de 2020 se produjo posteriormente a la medición mensual de ese mes para algunos puntos, por lo que el registro del nivel máximo en esos casos se obtiene en la siguiente medición, en septiembre.

Figura 6-103: Niveles medidos en los pozos que se encuentran en el borde Este del núcleo del salar



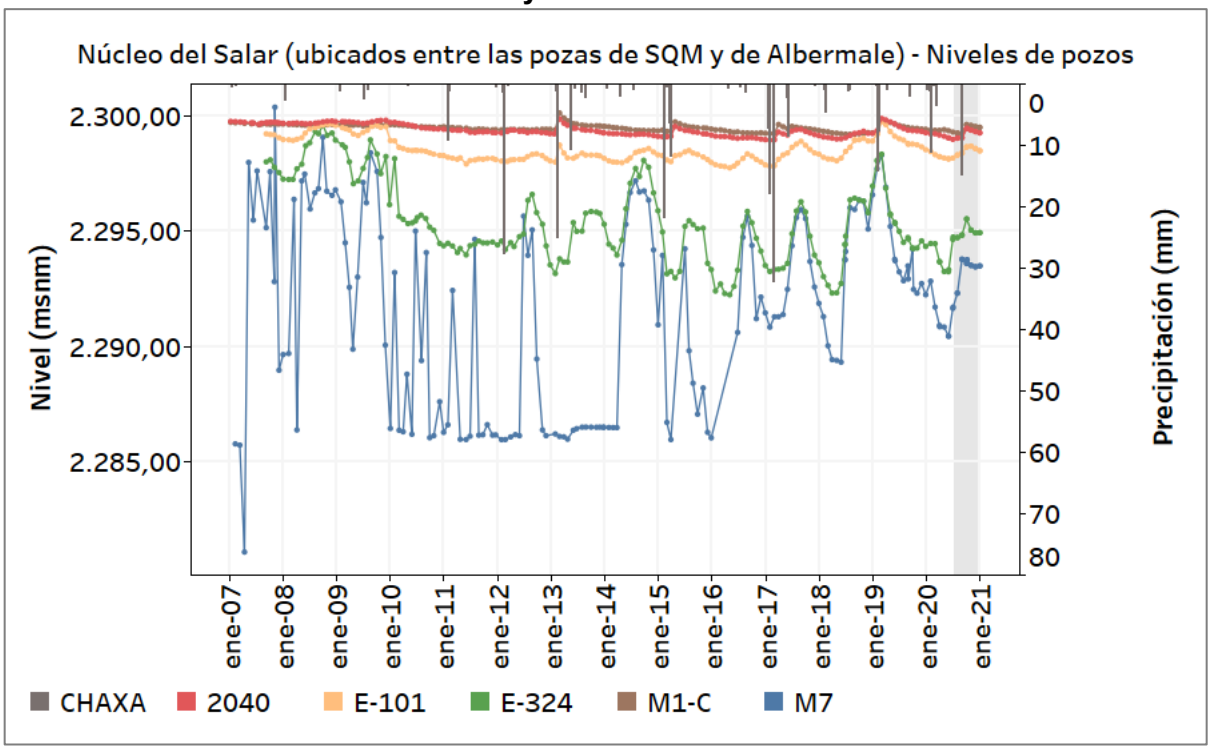
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

El siguiente grupo que se describe son los que se sitúan sobre la transecta entre las pozas de SQM y las de Albemarle y que, por tanto, parte se encuentra sobre el campo de pozos de producción de ese sector. Como puede verse en la Figura 6-104, los niveles de los puntos M7 y E-324, que son los que encuentran más cercano a las pozas de SQM (se usa su ubicación a modo de referencia espacial), muestran claramente una relación con el manejo operativo de los pozos productivos.

El E-101 se ubica equidistante entre ambas pozas y el 2040 y M1-C son los más cercanos a las pozas de Albemarle. Los niveles de éstos tres se muestran de nuevo en Figura 6-105, que permite distinguir mejor sus comportamientos. Puede verse como el E-101 oscila de la misma forma que lo hacían los puntos 2040 y E-324, pero en menor medida. Y, finalmente, los puntos 2040 y M1-C muestran un comportamiento idéntico al que se describía para los puntos ubicados en el borde este del núcleo.

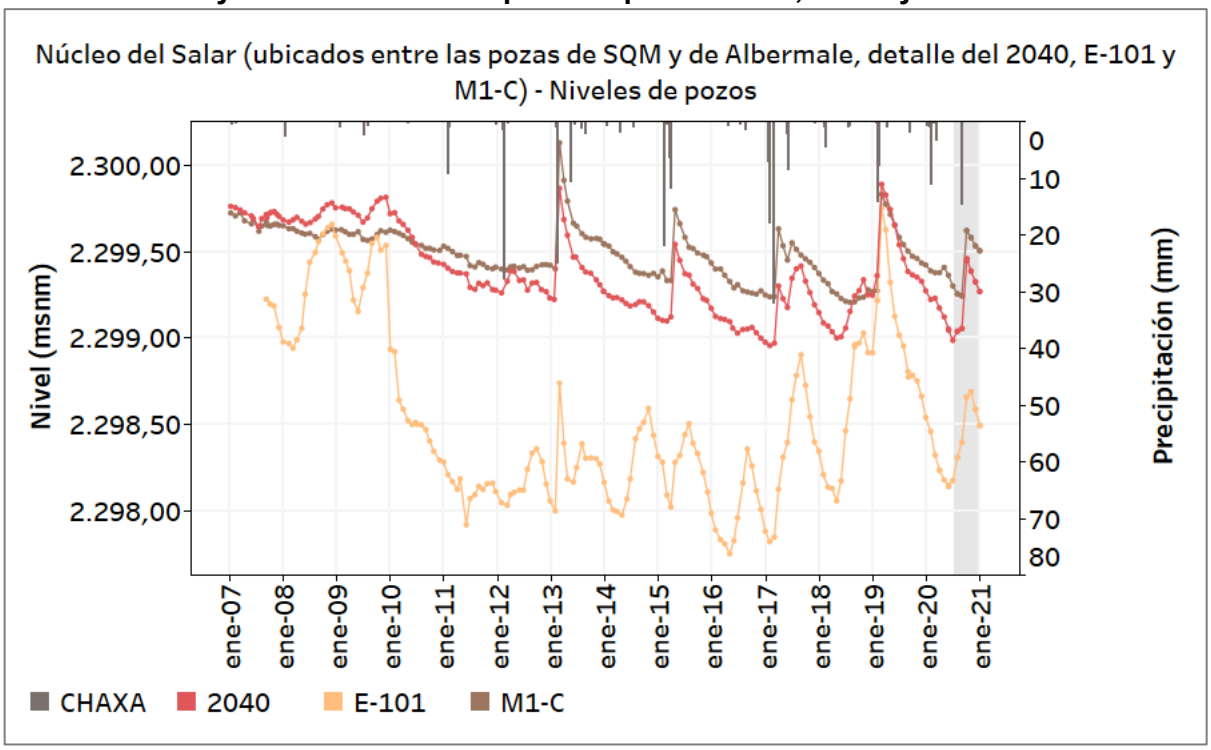
Las medidas para el segundo semestre de 2020 muestran que se mantiene el comportamiento descrito anteriormente.

Figura 6-104: Niveles medidos en los pozos que se encuentra entre las pozas de SQM y Albemarle



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Figura 6-105: Niveles medidos en los pozos que se encuentra entre las pozas de SQM y Albemarle. Detalle para los puntos 2040, E-101 y M1-C



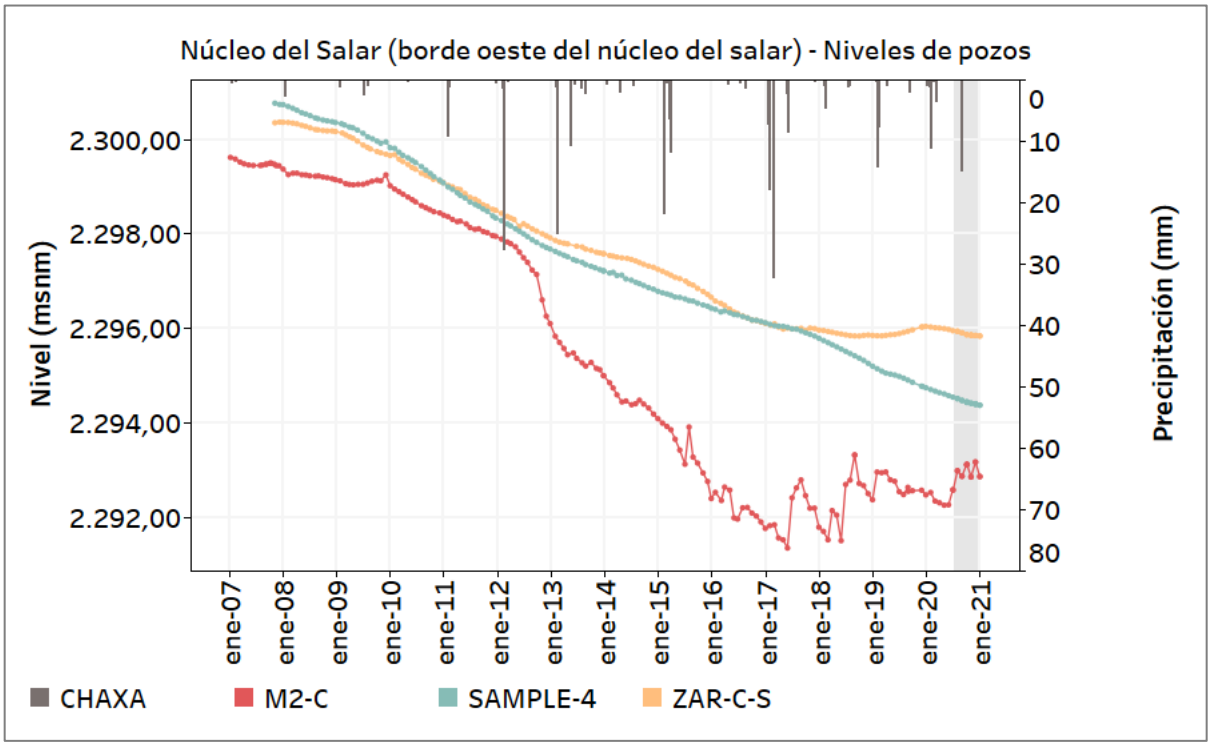
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

En el borde suroeste del núcleo, al oeste de la península de Chépica, se encuentran los puntos M2-C, Zar-C-S y Sample-4 (Figura 6-106). El M2-C es que se encuentra más cercano al campo de pozos, por lo que, como se puede ver en la Figura 6-106, muestra en sus niveles una fuerte pendiente de descenso (112 cm/año de tasa promedio, medido entre abril de 2012-mayo de 2017), que a partir de mayo de 2017 cambia drásticamente hacia una tendencia ascendente (21 cm/año de tasa promedio, medido entre mayo de 2017- diciembre de 2020), junto con variaciones irregulares. Todo ello conduce a pensar que este punto se ve influenciado por el manejo operacional del campo de pozos cercano.

Los puntos Sample-4 y Zar-C-S se encuentran en el límite del salar; el primero al sur y cercano al límite rocoso, el segundo al oeste. Estos pozos muestran también clara tendencia de descenso, pero con cambios graduales en sus pendientes a lo largo de la data histórica. Esto lleva a concluir que estos niveles son respuesta del manejo operacional del campo de pozos pero de forma residual, como pulsos que se producen en un punto y se transmiten a través del acuífero del núcleo. A partir de mayo de 2017, el Zar-C-S disminuye la tasa de descenso

hasta el punto de que parece haber estabilizado los niveles en torno a los 2.295,93 m s.n.m., coincidiendo con el cambio de comportamiento descrito en el M2-C. En cambio, el Sample-4 mantiene el descenso incluso aumentando la pendiente a partir de ese mismo mes; desde entonces la tasa promedio es de 47,7 cm/año (calculado hasta diciembre 2020).

Figura 6-106: Niveles medidos en los pozos ubicados en el borde oeste del núcleo del salar



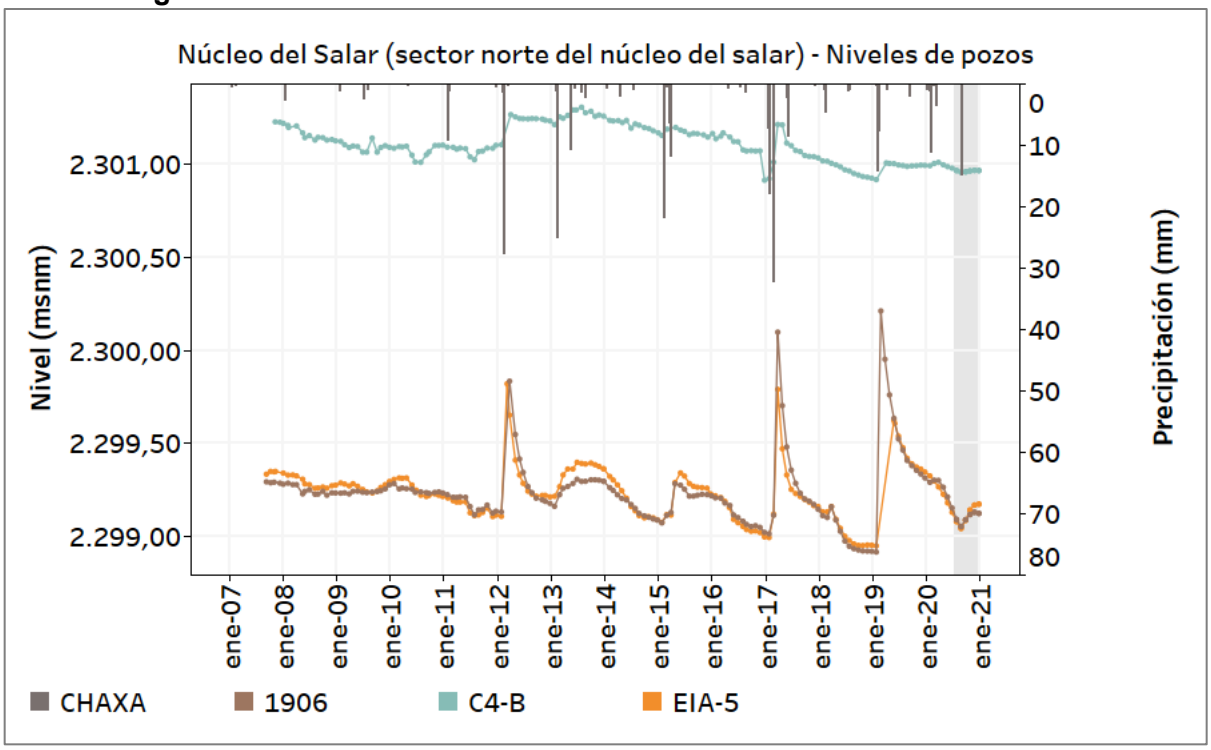
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Por último, los tres puntos que restan y que se encuentran al norte del núcleo del salar son el 1906, EIA-5 (ambos al sur del delta de San Pedro) y el C4-B (más cercano a la estación de Chaxa). Los niveles se muestran en la Figura 6-107 y puede verse como es de esperar que existan diferencias entre las cotas del 1906 y el EIA-5 con respecto el C4-B. Por este motivo, se muestra también la Figura 6-108 con los descensos calculados, lo que facilita el análisis.

Al observar la Figura 6-108, puede verse que la tendencia promedio de los tres puntos es similar, con la diferencia de que los puntos 1906 y EIA-5 son más reactivos a los eventos de precipitación, cuyo comportamiento recuerda al de los puntos del núcleo.

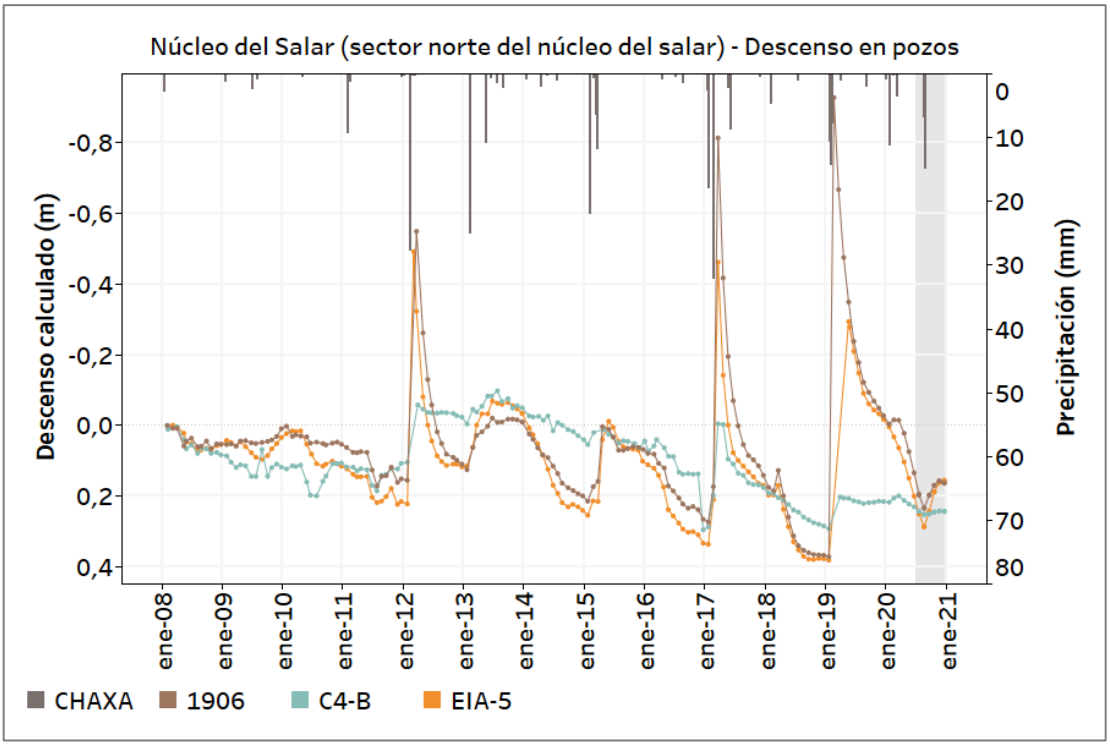
En el segundo semestre de 2020 se observa que en todos los casos han respondido al evento de lluvia registrada en este periodo; el 1906 y EIA-5 en forma de leve pulso de ascenso con máximo en diciembre y sin haber registrado el posterior descenso. En el caso del C4-B se observa la respuesta en forma de leve cambio en la tendencia en forma de ascenso. Cabe mencionar que este pozo se encuentra al norte completamente del núcleo del salar, sobre la zona marginal.

Figura 6-107: Niveles medidos en el sector norte del núcleo del salar



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Figura 6-108: Descensos calculados para los puntos ubicados en el sector norte del núcleo del salar



Fuente: Elaboración propia.

Meteorología

El análisis histórico de meteorología de la Estación KCL considera la medición de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura, desde el inicio del proyecto (Figura 6-109). Es importante mencionar que la precipitación, evaporación y temperatura son variables que condicionan el comportamiento de los niveles de los pozos asociado al sistema del PSAH.

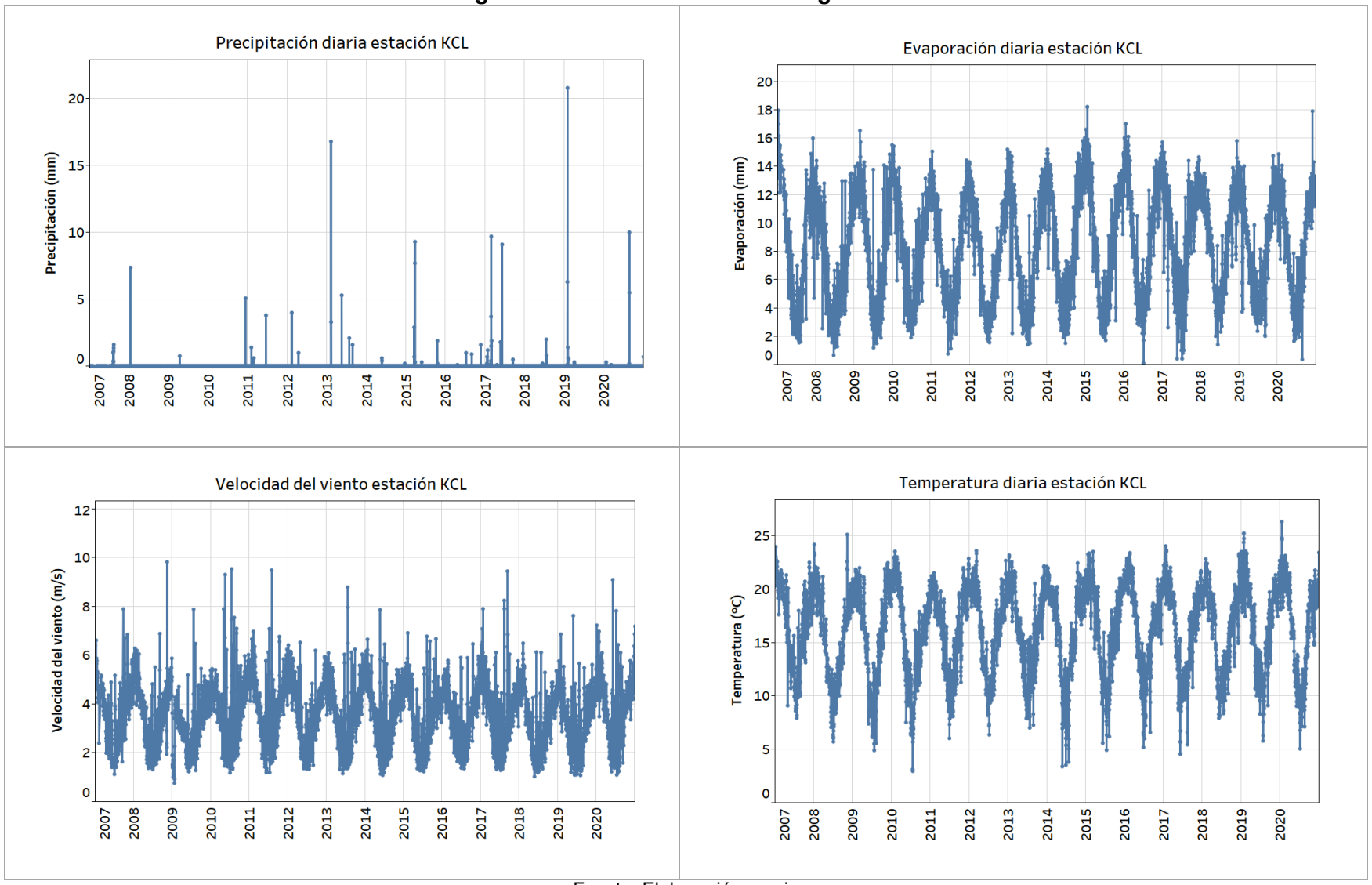
A nivel histórico, la evaporación y la temperatura presentan una oscilación anual, con incrementos de evaporación y temperatura en el verano.

La precipitación histórica, por su parte, muestra un cambio de tendencias en el tiempo, diferenciándose en dos épocas según los eventos de precipitación. Durante el primer periodo, entre mayo de 2007 y diciembre de 2012, se registraron pocos eventos de precipitación, con un máximo de 7,4 mm el día 14 de enero del 2008. Posterior a esta fecha, desde enero de 2013 en adelante, se observa un incremento de las precipitaciones. Lo anterior ocurre

principalmente en el primer trimestre de los años 2013, 2015, 2017 y 2019, alcanzando un máximo de 20,8 mm el día 31 de enero de 2019.

Cabe señalar que los niveles de los pozos ubicados en el Sector Núcleo del Salar de Atacama están fuertemente influenciados por las precipitaciones. Esto debido a que la napa freática se encuentra más próxima a la superficie. De este modo, los niveles se recuperan rápidamente con eventos de precipitación.

Figura 6-109: Estación meteorológica KCL



Fuente: Elaboración propia

Calidad Química

A continuación, se analizan los resultados del monitoreo de calidad del agua realizado el segundo semestre de 2020 en el Sistema Núcleo, en comparación con su evolución histórica (pozos SOPM-12C y 1001). Como se mencionó en la sección 5, no existen límites establecidos para los parámetros monitoreados (normativos o de línea de base). Los parámetros monitoreados en los pozos SOPM-12C y 1001 se presenta en la Figura 6-110 y Figura 6-111, respectivamente[65, 66].

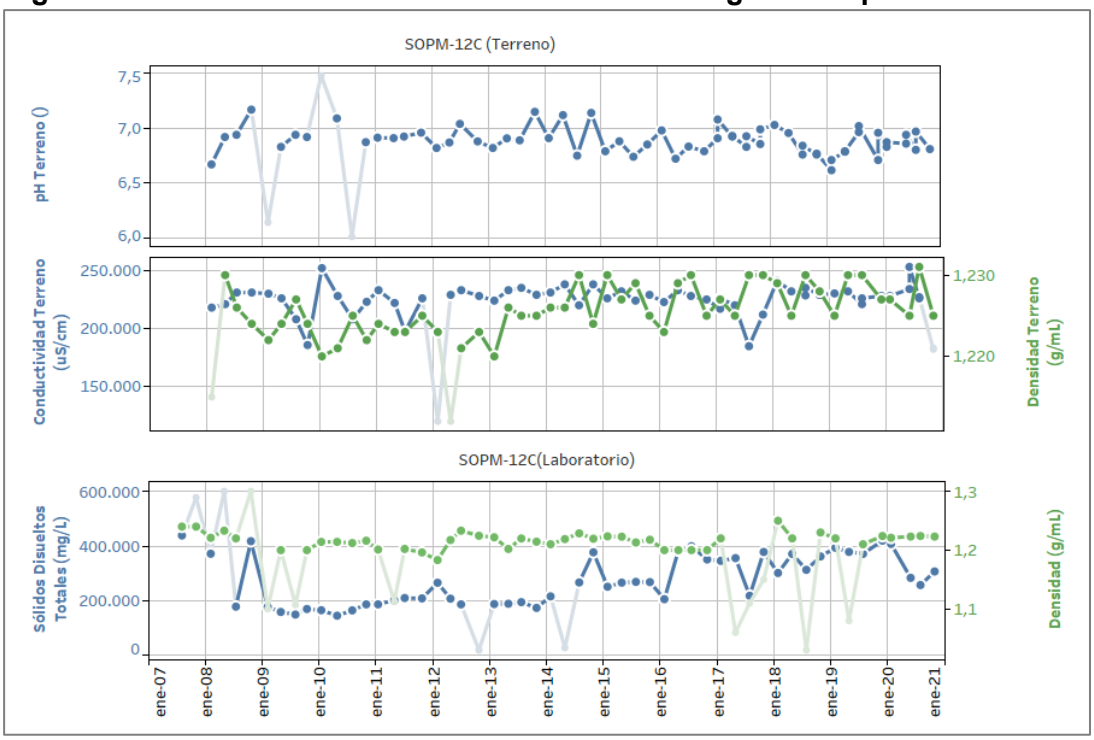
Para los puntos del Sistema Núcleo, durante todo el periodo de monitoreo se ha registrado una alta CE en torno a 230.000 µS/cm (característico de salmueras), y pH neutro (cercano a 7).

Los resultados del semestre se encuentran para todos los parámetros dentro del registro histórico, con la excepción de la conductividad de terreno en octubre, con valores mínimos para 1001 y menores a lo esperable en SOPM-12C. Ambos resultados de conductividad de terreno en octubre no se condicen con un descenso en la densidad y en la revisión de análisis posteriores se constata que ambos resultados son *outliers*.

[65] En el informe Nº5 del PSAH se detectaron errores en las mediciones de la CE y SDT de las muestras de aguas subterráneas con alta CE, reportadas por el Laboratorio ALS Environmental hasta julio de 2008, adjuntándose carta explicativa emitida por ALS Environmental, así como un breve análisis.

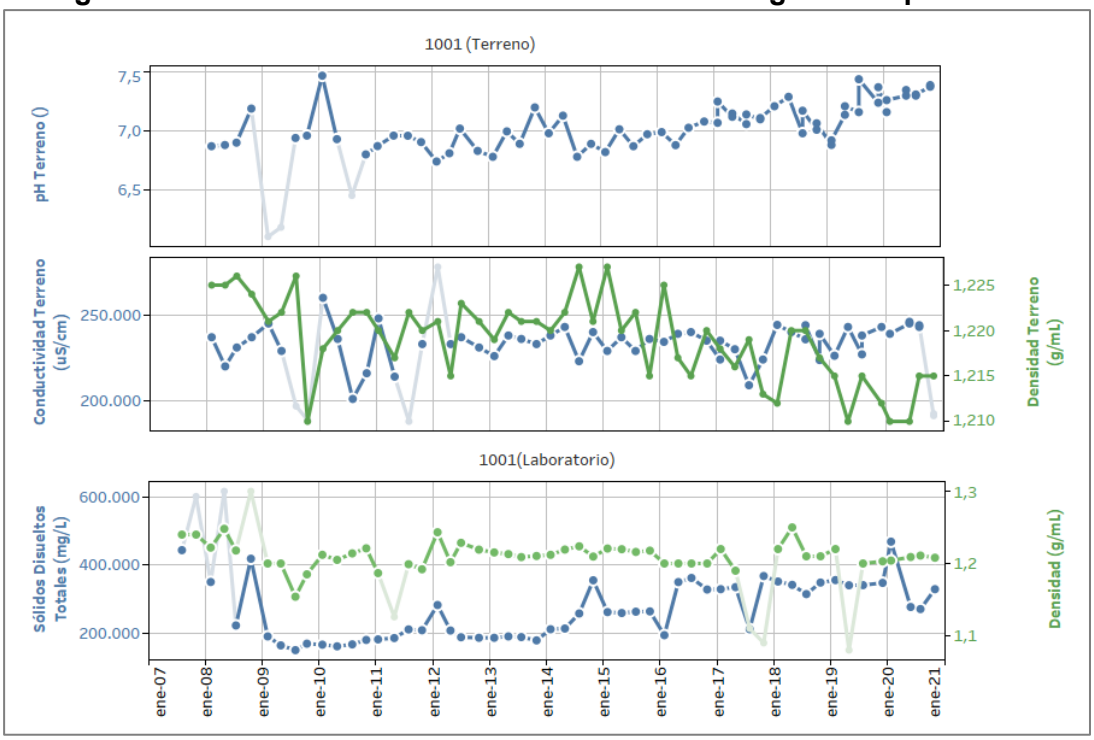
[66] En el informe N° 26 del PSAH se detectaron errores en las mediciones de SDT y ST de las muestras de aguas subterráneas con alta CE, reportadas por el laboratorio ALS Environmental hasta diciembre de 2015. Al respecto se realizó un estudio encargado a SRK y presentado en el Anexo 10.3 del citado informe. Adicionalmente, el mismo problema fue detectado en la campaña de mayo de 2020 y se adjunta la carta de respuesta de ALS, indicando que el error en los resultados de STD y ST se debe a un error en la toma de alícuota y que realizará una capacitación del personal para que no vuelva a suceder. (Esta carta se presenta en el Anexo 10.2).

Figura 6-110: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo SOPM-12C



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-111: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo 1001



Fuente: Elaboración propia.

6.1.7. CUÑA SALINA

La cuña salina corresponde a la zona de transición entre el agua dulce del acuífero aluvial y la salmuera en el acuífero del núcleo. Para el seguimiento de la cuña salina se dispone de los pozos Cuña 1, Cuña 2, Cuña 3, Cuña 4, Cuña 5, L4-3, Cuña 6, Cuña 7 y L10-1. Todos ellos están localizados en la zona Marginal, entre los sistemas Soncor, Aguas de Quelana y Peine.

El punto de control L4-3 se ha descrito en conjunto con los pozos del Sistema Aguas de Quelana y el L10-1 junto con los pozos del sistema Peine, por lo que no se mostrarán de nuevo en esta sección.

Niveles de agua subterránea

Se muestran los descensos calculados de los puntos Cuña 1, Cuña 2, Cuña 3, Cuña 4, Cuña 5, Cuña 6 y Cuña 7 en la Figura 6-112, ya que existen diferencias entre las cotas de los niveles de este grupo que no permiten visualizar bien los comportamientos a describir. En la Figura 6-113

se muestran de nuevo los descensos calculados sin el Cuña 4, puesto que en 2009 y 2017 reprodujo unos fuertes descensos que se alejan de la escala de los descensos de los otros pozos y no permite que puedan ser analizados con detalle suficiente.

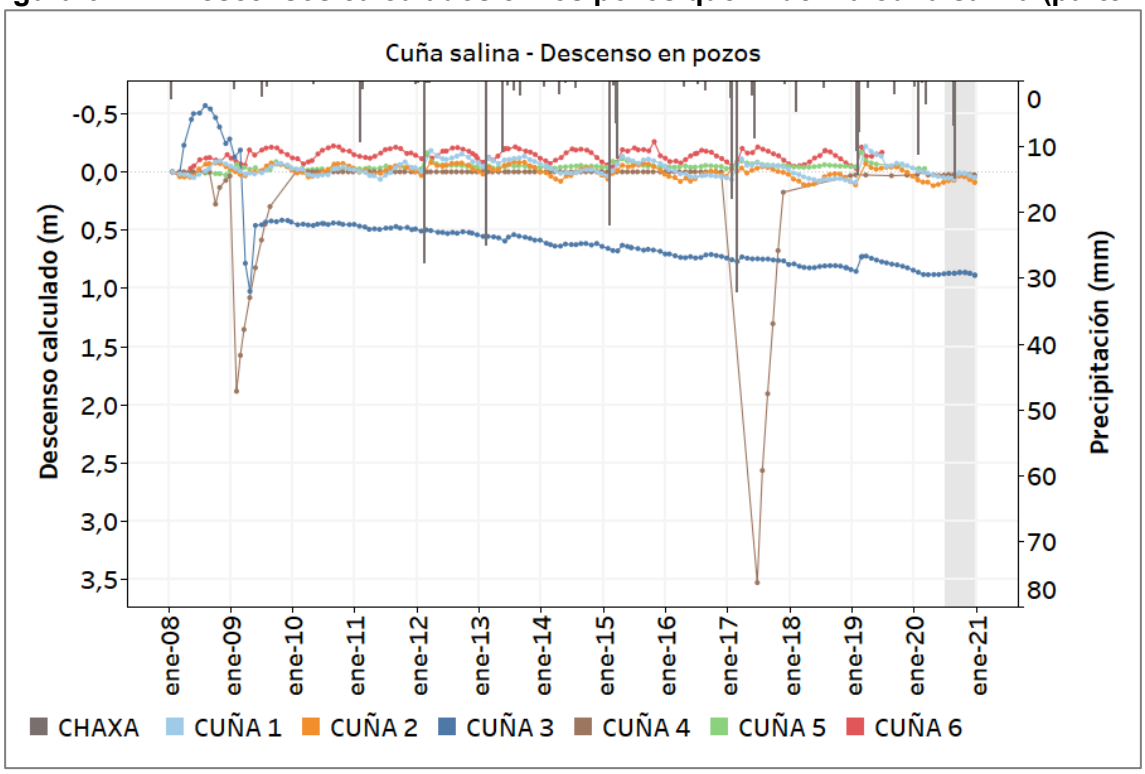
En el sistema Soncor se encuentra los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3. Los dos primeros situados sobre la zona marginal, entre las vegas de Carvajal y la laguna Barros Negros. Muestran una cierta oscilación estacional que parece residual ya que es poco regular y además se ve influenciada por los eventos de precipitación (ver Figura 6-113). Presentan tasas de descenso muy leves; 0,6 cm/año el Cuña 2 y 0,2 cm/año el Cuña 1 (calculado para el periodo enero 2008 – diciembre 2020). El Cuña 3 se sitúa sobre el acuífero aluvial, entre el pozo Mullay- 1 y las vegas de Carvajal. Muestra una mayor tasa de descenso que los anteriores pozos (ver Figura 6-113); de 4,5 cm/año (calculado para el periodo mayo 2009 – enero 2019), que por otro lado es esperable pues los pozos situados sobre el aluvial muestran este tipo de comportamiento. Se observa también como la influencia de la lluvia de 2019 ha provocado en este pozo un ascenso en forma de pulso, que al cierre de este segundo semestre de 2020 todavía se observa estar recuperando.

En el sistema Aguas de Quelana se encuentran los pozos Cuña 4 y Cuña 5, los dos al borde del acuífero aluvial, cercanos a la zona marginal. El Cuña 4 muestra un comportamiento anómalo que en sus niveles ya que se ha mencionado anteriormente (ver Figura 6-112). El Cuña 5 se muestra con una leve tasa de ascenso constante desde enero de 2009 (0,27 cm/año calculado entre enero 2009 y diciembre 2020), con respuestas frente los episodios de precipitación. Este pozo no tiene medidas en el segundo semestre 2020.

En el sistema Peine los pozos cuña presentes son el Cuña 6 y Cuña 7. El primero se encuentra al borde del acuífero aluvial, muy próximo a la zona marginal. Los niveles se ven oscilantes y sin una clara tendencia de ascenso o descenso (ver Figura 6-112). El Cuña 7 se encuentra en el extremo de la zona marginal y de la misma forma que el resto de los pozos en esa área, los niveles muestran un comportamiento típico del núcleo, con una fuerte respuesta a la lluvia y una tasa de descenso subyacente. No se tiene datos actualizados en ninguno de los dos casos, dado que no fue posible acceder a estos puntos; el Cuña 7 se midió por última vez en mayo de 2018 y

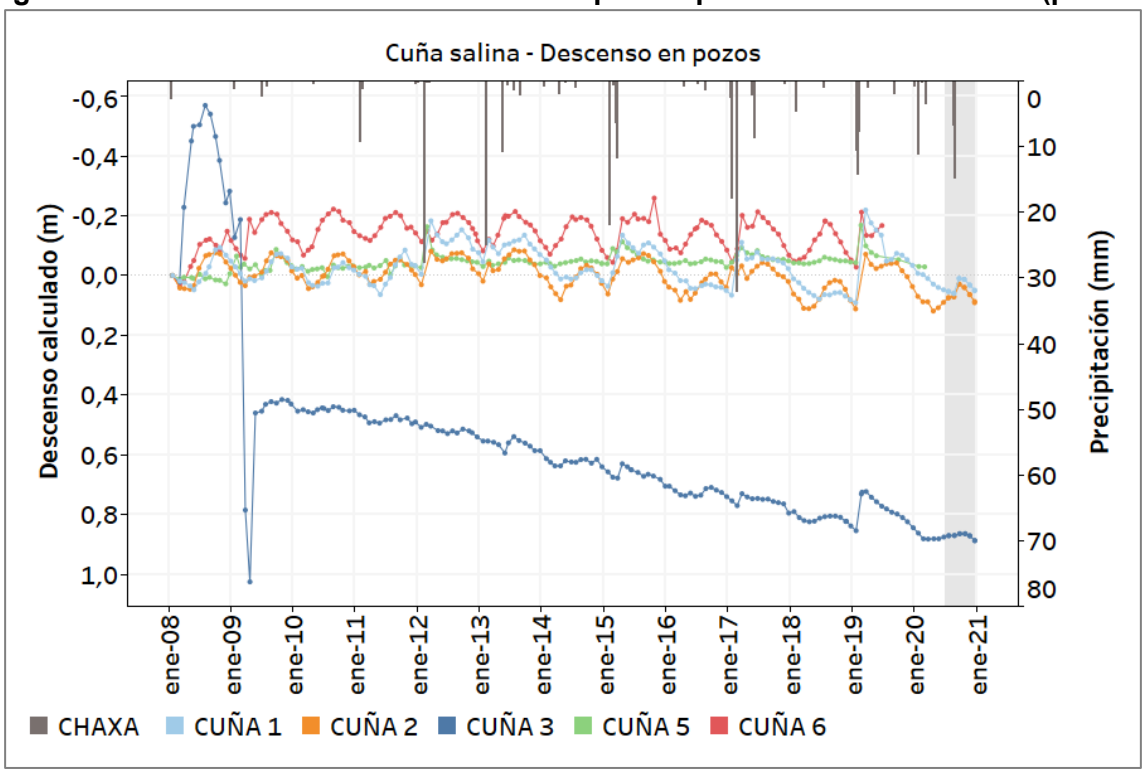
el Cuña 6 en junio de 2019, por lo que no se puede verificar el comportamiento durante el segundo semestre de 2020.

Figura 6-112: Descensos calculados en los pozos que miden la cuña salina (parte 1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-113: Descensos calculados en los pozos que miden la cuña salina (parte 2)



Fuente: Elaboración propia

Perfiles de conductividad

En los pozos de la cuña salina se monitorean los perfiles de CE. Estos ayudan a determinar la posición de la interfaz salina originada por la mezcla entre los acuíferos del núcleo y aluviales. Adicionalmente a los pozos de cuña salina, también se cuenta con mediciones de perfiles de CE en el pozo L10-1 (del sistema Peine, zona Marginal)[67]. De acuerdo con la ubicación de los pozos en los distintos sistemas se van a agrupar para el análisis de la siguiente manera:

[67] Como se señaló en el Capítulo 5, durante el primer semestre de 2020 no fue posible realizar el monitoreo del perfil de CE en los pozos Cuña 5, Cuña 6, Cuña 7 y L10-1 debido a que no se permitió el ingreso a la Reserva Nacional Los Flamencos ni al interior de la barrera por parte de la Comunidad de Peine.

i. Pozos Soncor (borde norte de la interfaz): Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3.
ii. Pozos Aguas de Quelana (borde central de la interfaz): Cuña 4, Cuña 5 y L4-3.
iii. Pozos Peine (borde sur de la interfaz): Cuña 6, Cuña 7 y L10-1.

La evolución histórica de los pozos del norte se muestra en la Figura 6-114. En ella se observa que el punto Cuña 1 (ranurado entre 2-22 m) y Cuña 2 (ranurado entre 4-22 m), presentan valores de conductividad superiores a 200 mS/cm, encontrándose al oeste de la zona donde aflora la interfaz salina. Esto indica que los flujos subterráneos en el área provendrían del núcleo del salar, no encontrándose aún con el acuífero de agua dulce-salobre del margen este. En cuanto a los registros temporales, en ambos casos se observa que la CE se mantienen superiores a 200 mS/cm, por lo que se interpreta que, durante todo el periodo de registros, en la zona y a la profundidad en la que éstos están habilitados, no se ha ubicado nunca la interfaz, encontrándose el afloramiento de la interfaz al Este de Cuña 2.

En el punto Cuña 3 se observan aguas de baja CE lo que indicaría que el inicio de la interfaz se encuentra entre los pozos Cuña 2 y Cuña 3. Este punto presenta su ranurado por debajo de los 120m[68]. Respecto a su evolución temporal, no se observan variaciones durante el periodo medido, solo se observa un cambio el primer semestre de 2009, donde el estrato de menor CE disminuyó producto de un bombeo para toma de muestra, y un ascenso para los valores cercanos a 125 mS/cm desde 2014 a la actualidad. De todas formas, es necesario mencionar que, durante buena parte del periodo monitoreado, este pozo ha mostrado ser surgente, lo que complica la interpretación de los resultados. Puede verse que la profundidad a la que se encuentran los valores de conductividad próximos a 150-200mS/cm, dentro de la zona ranurada, se ha encontrado para todo el periodo en torno a los 130 metros, mostrando oscilaciones al alza y a la baja sin una tendencia sostenida para todo el periodo de monitoreo.

[68] Se ha confirmado esta profundidad para el ranurado en base al Strarter del pozo. En anteriores informes se había confundido la profundidad del ranurado con 102m.

Figura 6-114: Evolución histórica de perfiles de conductividad en Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 (de arriba abajo ordenados según dirección este)

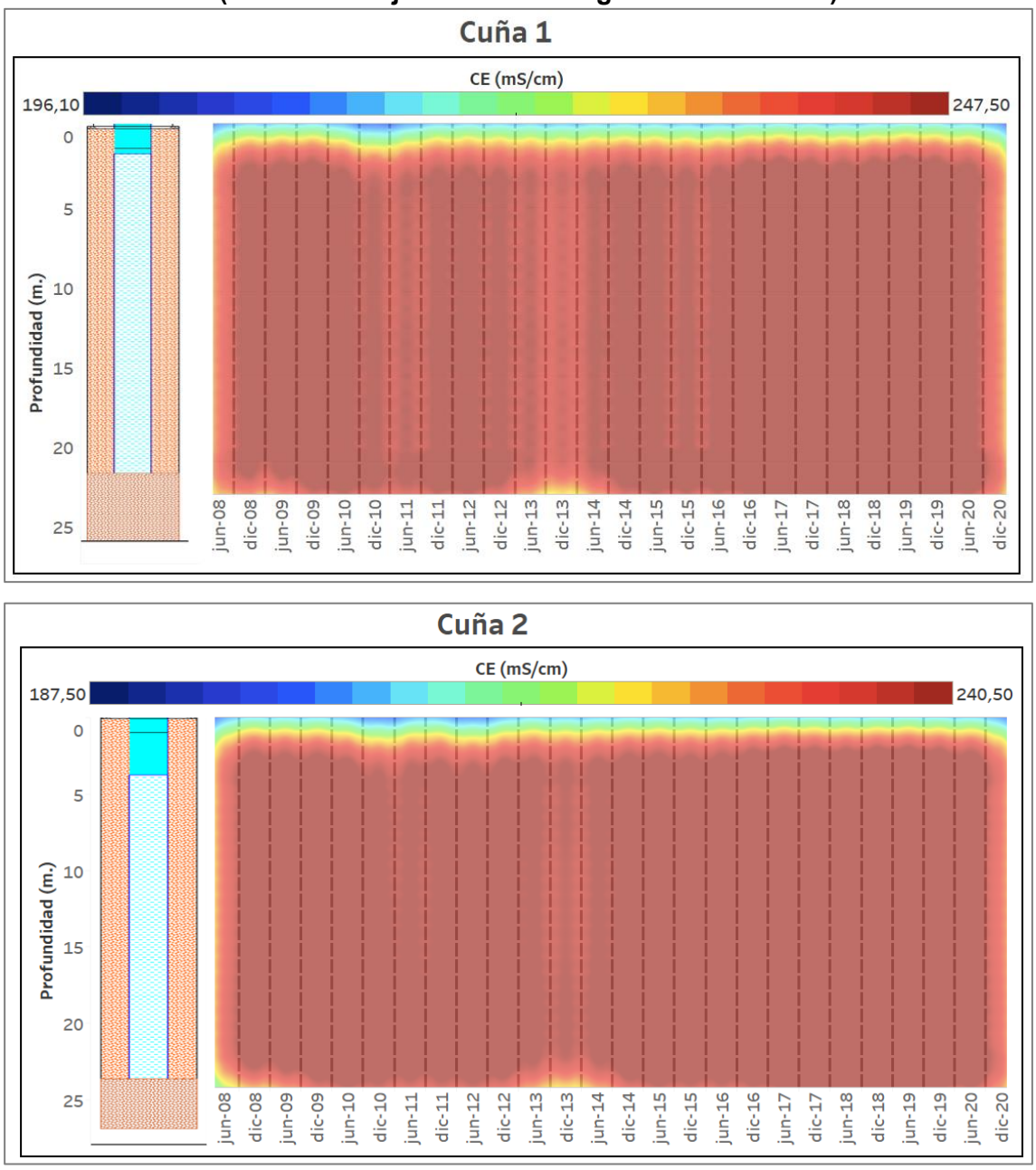
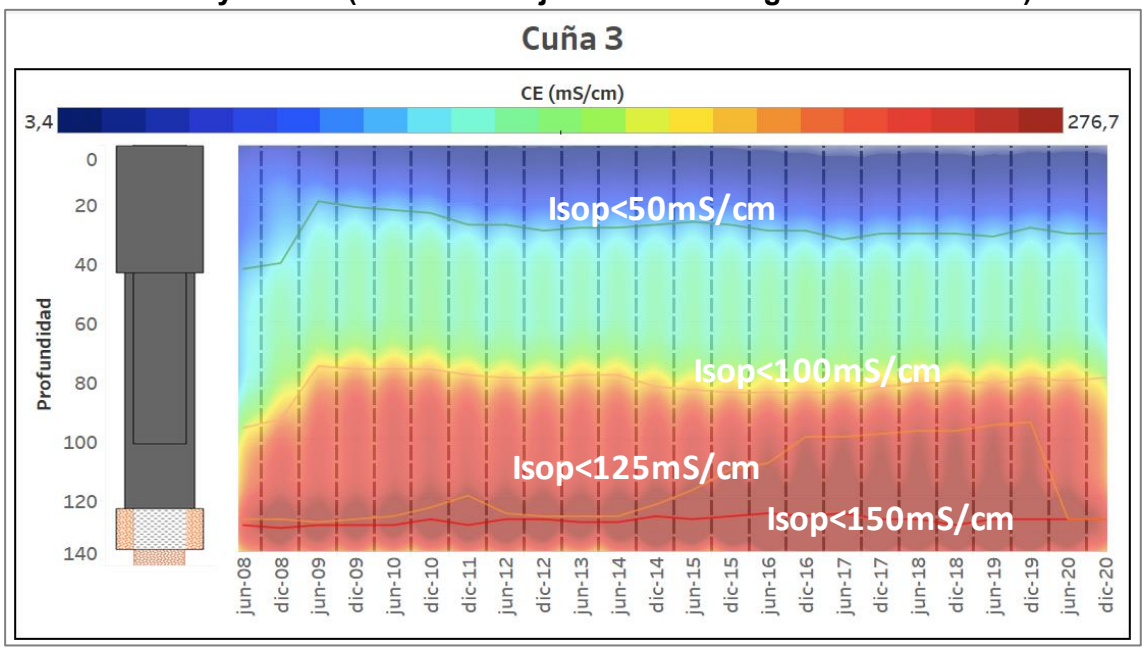


Figura 6-114 (Continuación): Evolución histórica de perfiles de conductividad en Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 (de arriba abajo ordenados según dirección este)



Fuente: Elaboración propia

La evolución histórica de los pozos centrales se muestra en la Figura 6-115. En ella se observa que en el Cuña 5 el agua cercana a la superficie es de menor CE que la más profunda. De todos modos, esta última presenta también altos valores de CE lo que indica que la interfaz comienza a aflorar más al E.

Al avanzar hacia el este (Cuña 4), se observan descensos de la CE del agua cercana a la superficie. Este punto tiene comportamiento surgente y su tramo ranurado comienza a los 64 metros. Se observa que la zona en que se produce el cambio a valores de mayor conductividad se ha mantenido estable en torno a los 55 m, sin mostrar tendencias al alza o a la baja.

En el punto más al este de Aguas de Quelana, L4-3, existe una interfaz definida, ubicada aproximadamente a 40 m de profundidad. El equilibrio de la interfaz se mantiene en el tiempo, con oscilaciones menores entre campañas, pero sin mostrar un comportamiento de tendencia.

Figura 6-115: Evolución perfiles CE en Cuña 5, Cuña 4 y L4-3 (de arriba abajo ordenados según dirección oeste - este)

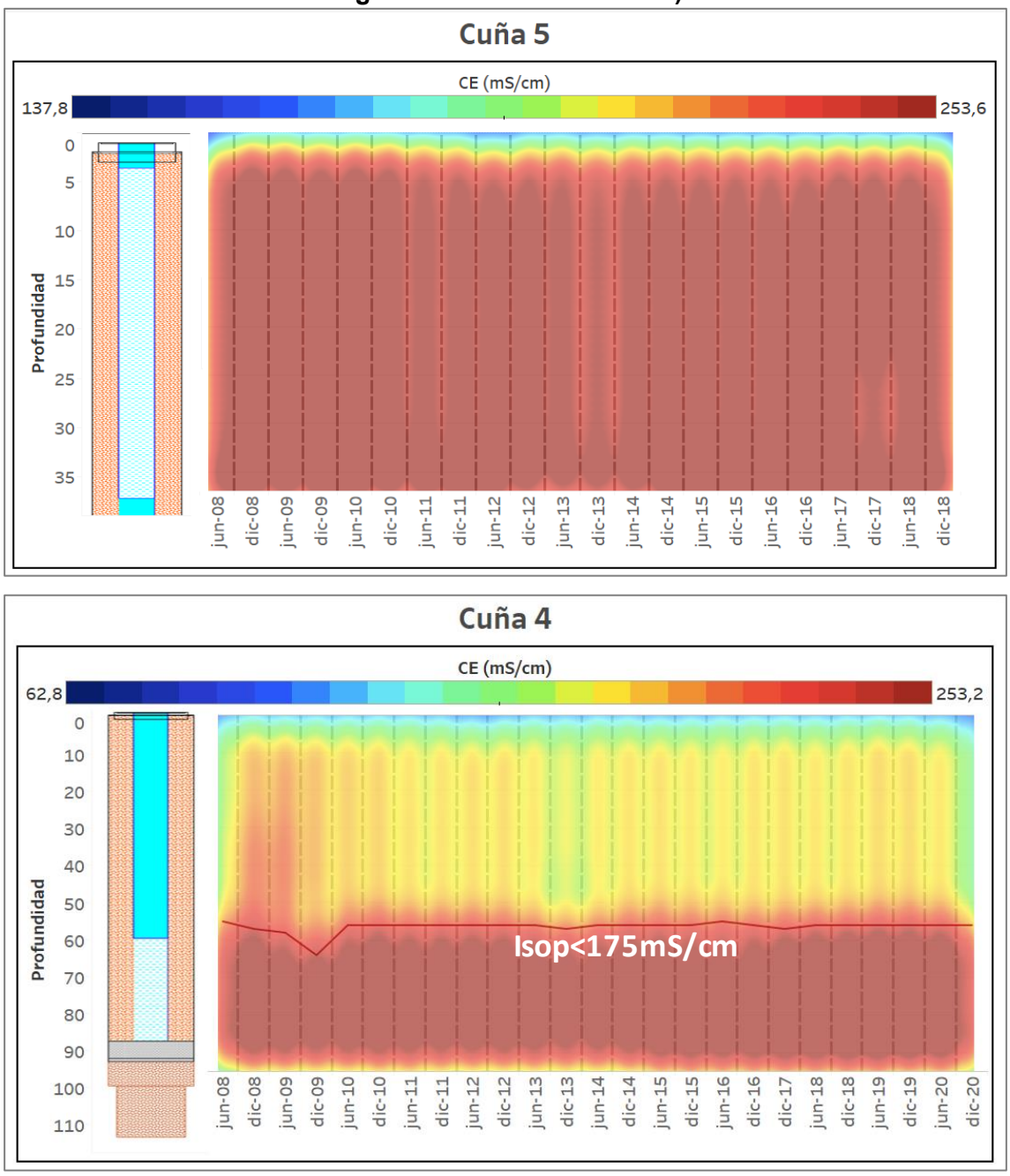
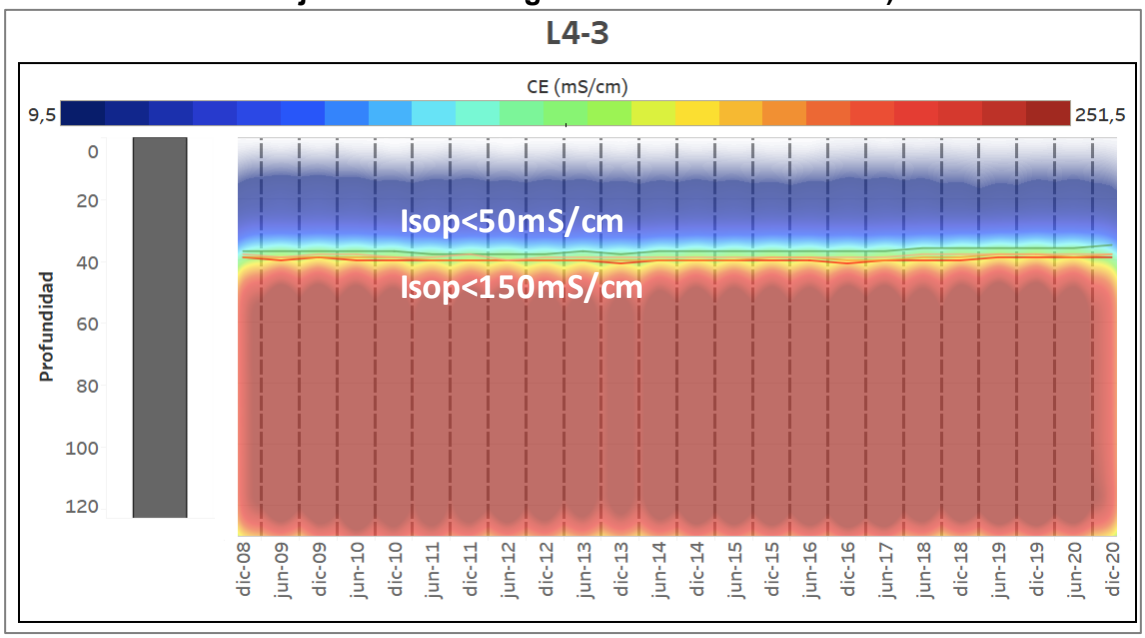


Figura 6-115 (Continuación): Evolución perfiles CE en Cuña 5, Cuña 4 y L4-3 (de arriba abajo ordenados según dirección oeste - este)



Fuente: Elaboración propia. Se quitan del gráfico algunos valores *outliers* y el perfil de junio 2017 por presentar anomalía en todo su desarrollo en Cuña 4.

Finalmente, la evolución histórica de los pozos del sur se muestra en la Figura 6-116. En ella se observa que en el pozo Cuña 7 el final del quiebre se encuentra cercano a la superficie. Siguiendo hacia el sureste, el pozo L10-1 es conocido que ha tenido características surgentes y con un ranurado comenzando en 74 metros. Se observa que los acuíferos ya están en contacto a una profundidad cercana a los 50 metros y donde cambian los valores de conductividad se ha mantenido estable en el tiempo.

En Cuña 6, se observa un mayor predominio del acuífero del margen. Aquí el mayor quiebre en los valores de conductividad se sitúa a una mayor profundidad: aproximadamente a 70 m desde la superficie. El equilibrio descrito no ha sufrido cambios en el tiempo, no observándose variaciones significativas en los perfiles de CE.

Figura 6-116: Conductividad eléctrica histórica de los pozos Cuña 7, L10-1 y Cuña 6 (de arriba abajo ordenados según dirección suroeste - sureste)

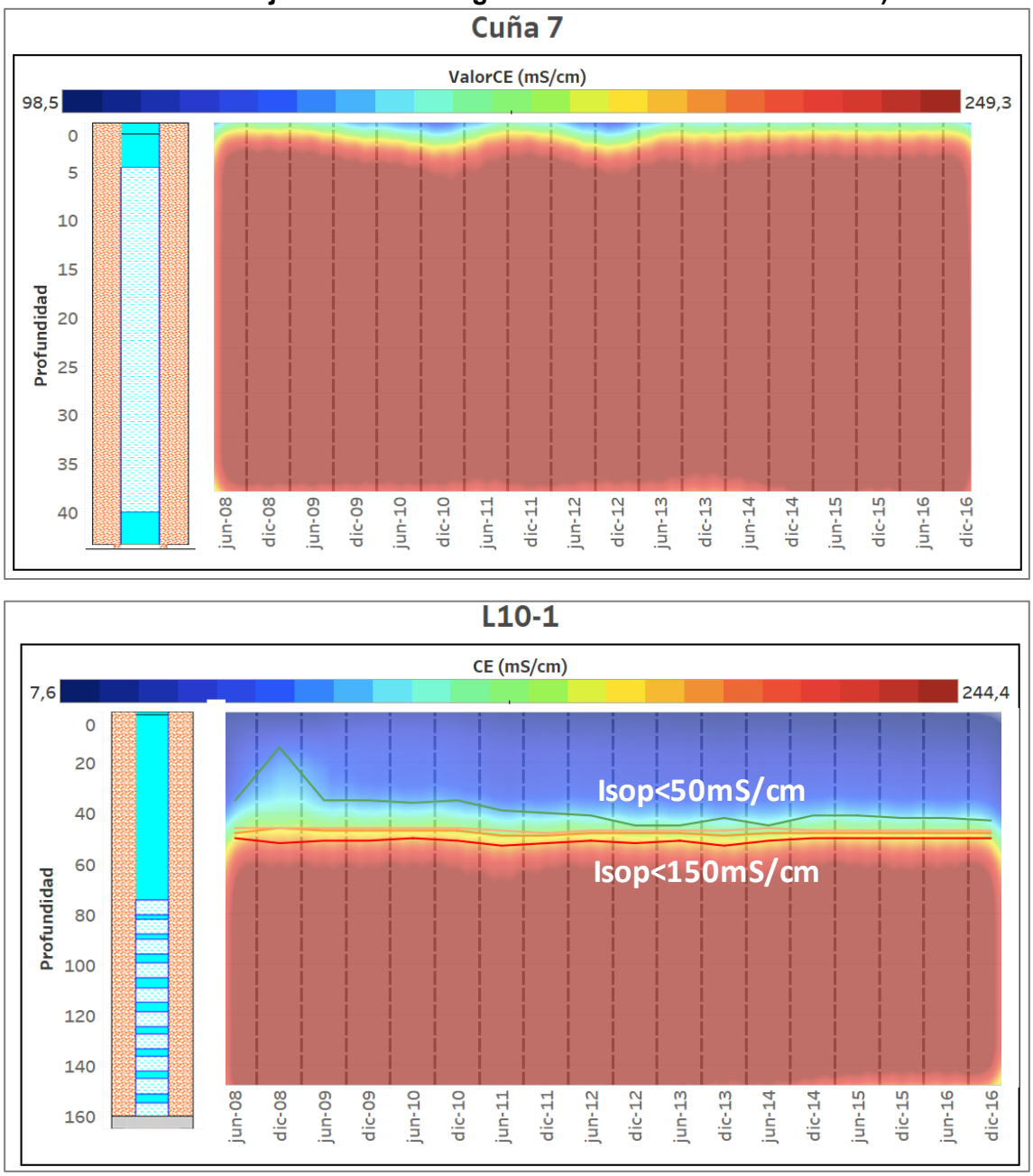
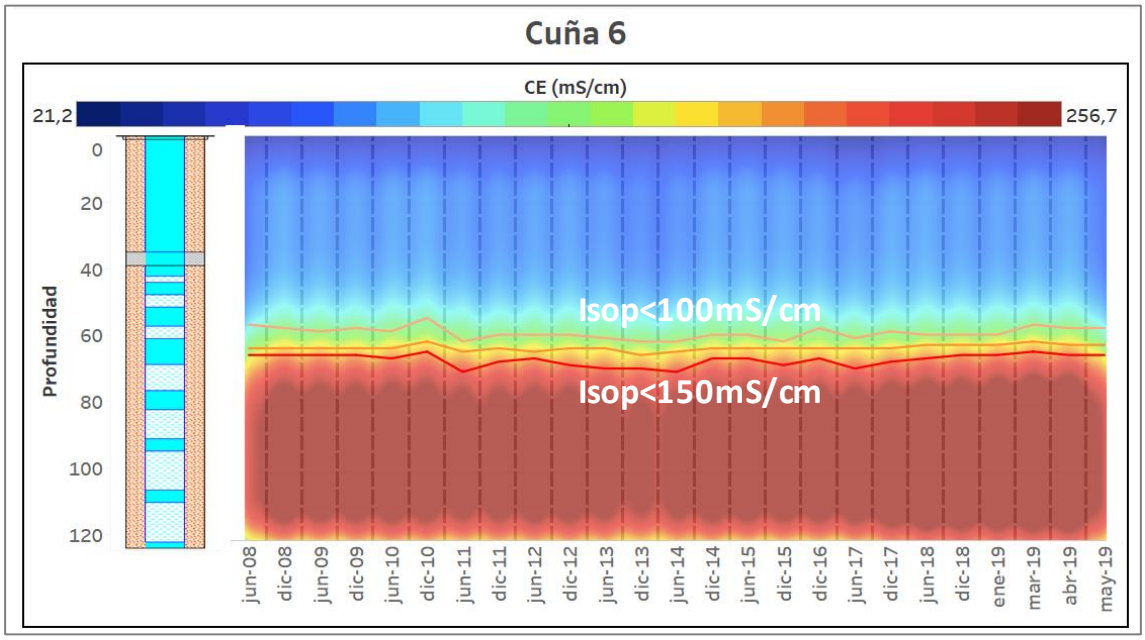


Figura 6-116 (Continuación): Conductividad eléctrica histórica de los pozos Cuña 7, L10-1 y Cuña 6 (de arriba abajo ordenados según dirección suroeste - sureste)



Fuente: Elaboración propia. Se ha eliminado el perfil de junio 2016, por tener resultados anómalos.

El único punto de monitoreo cuya calidad química se mide periódicamente en el Sistema Cuña Salina corresponde al pozo de monitoreo L10-1 (agua subterránea). Este pozo también es parte del seguimiento del Sistema Peine por lo que su evolución histórica se presenta y discute en la sección de análisis y discusión de los resultados (capítulo 6), sin observarse comportamientos de tendencia en los parámetros comprometidos. El punto L4-3 también cuenta con monitoreo de calidad, como parte del seguimiento en el sistema Aguas de Quelana y del Sistema Vegetación Borde Este, su evolución histórica fue presentada en la sección 6.2.2.

En el presente apartado se ha visto como la profundidad en la que se producen los quiebres de conductividad se ha mantenido estable en el tiempo con algunas variaciones menores y sin mostrar tendencias al alza o a la baja para los distintos puntos. Por ende, puede decirse que la posición de la interfaz no se ha visto afectada en el periodo monitoreado.

6.2. ANÁLISIS DEL PLAN DE CONTINGENCIAS

De los 34 indicadores de estado evaluados como parte del Plan de Contingencia, durante el segundo semestre del año 2020 se presentan los estados de activación que corresponden, en este periodo, al Sistema Soncor y al Sistema Vegetación Borde Este – Brea Atriplex.

En los siguientes capítulos se muestra una descripción de los niveles históricos de todos los indicadores, junto con los umbrales definidos en el Plan de Contingencia.

6.2.1. SISTEMA SONCOR

De acuerdo con la RCA Nº226/2006 (considerandos 11.2.1 y 11.2.3), la Reglilla L1-G4 y el pozo L1-5 son los indicadores de estado para la Laguna Barros Negros por el bombeo de salmuera desde el núcleo del salar, mientras que el pozo L1-4 es el indicador de estado para la misma laguna, pero por el posible efecto proveniente de los pozos de agua industrial Mullay-1 y Allana. El pozo L7-4 es el indicador de estado para la Laguna Puilar por el bombeo del pozo Mullay-1 y Allana.

Respecto de los puntos Reglilla L1-G4 (Figura 6-117) y el L1-5 (Figura 6-118) se han descrito en el apartado 6.1.1 (Análisis y discusión de los resultados del sistema Soncor) y se ha podido comprobar, a través del análisis de sus niveles y de los puntos vecinos, cómo desde 2012 estos pozos ya no volvieron a recibir de forma regular los aportes en forma de recarga directa proveniente de los desbordes de la laguna Barros Negros por lo que desde entonces reproducen el descenso propio del acuífero en ese sector, con constante tasa de descenso y respuesta inmediata a los episodios de precipitación.

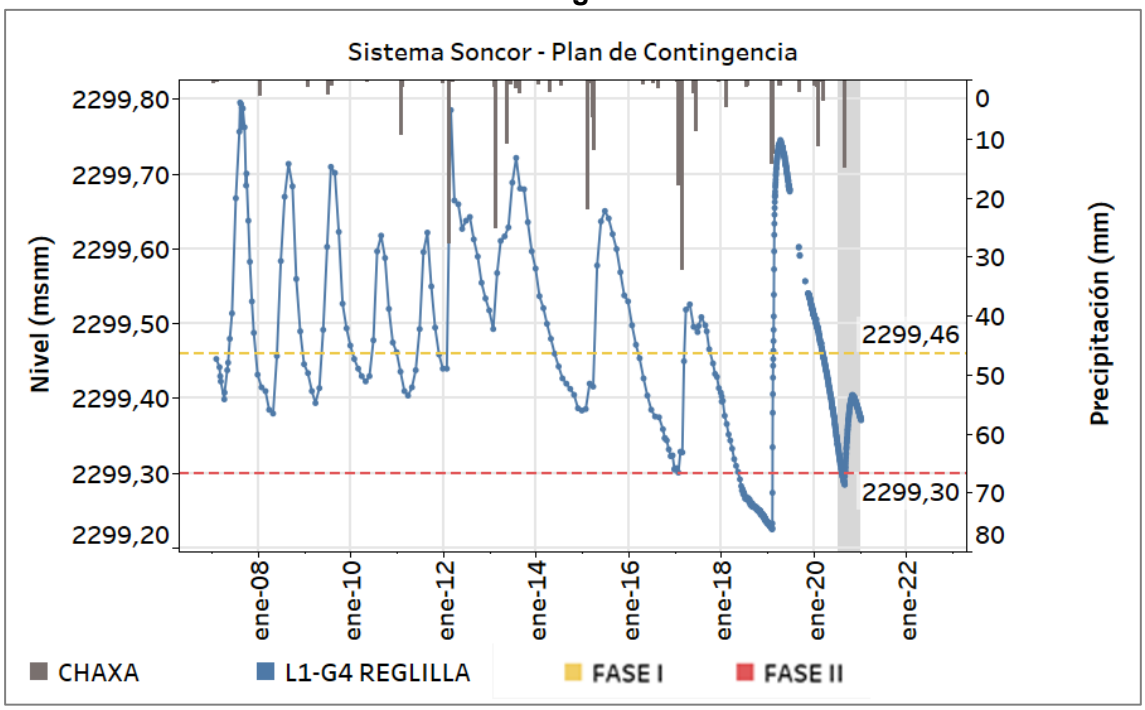
Tal y como se describe en el apartado de resultados del Plan de Contingencias (5.2) se activó la Fase II de los indicadores L1-G4 Reglilla el 8 de agosto de 2020 y el 1 de agosto de 2020 el L1-5. Tal y como se preveía, ambos puntos se encontraban en la etapa de estabilización posterior al evento de lluvia de 2019, por el que el descenso terminó superando el límite de la Fase II en ambos casos. Según el informe de investigación y como se ha viene observando desde 2018, el motivo que ha llevado a la activación en estos casos responde a que estos pozos vienen comportándose como un pozo de tipo núcleo desde que no están recibiendo los aportes del

desborde de la laguna Barros Negros a través del sector de Cola de Pez. Como se ha mencionado en varias ocasiones, este patrón no se identificó en el momento de la elaboración de la RCA 226/2006, ya que se preveía que estos pozos reproducían la dinámica propia de la recarga del cuerpo lagunar.

Estos pozos, aunque desactivaron Fase II (el L1-5 incluso desactivó Fase I) producto de la respuesta frente la precipitación de agosto de 2020, posterior al cierre del segundo semestre, se ha producido la activación nuevamente de la Fase II en ambos casos; el L1-G4 Reglilla ha activado el día 10 de abril de 2021 y el L1-5 el día 22 de abril de 2021. En el informe PSAH Nº 29 se dará el detalle de las cartas y el análisis de las causas, aunque como se viene describiendo, se prevé que haya sido producto del mismo motivo que ha llevado a las sucesivas activaciones de estos puntos desde 2018.

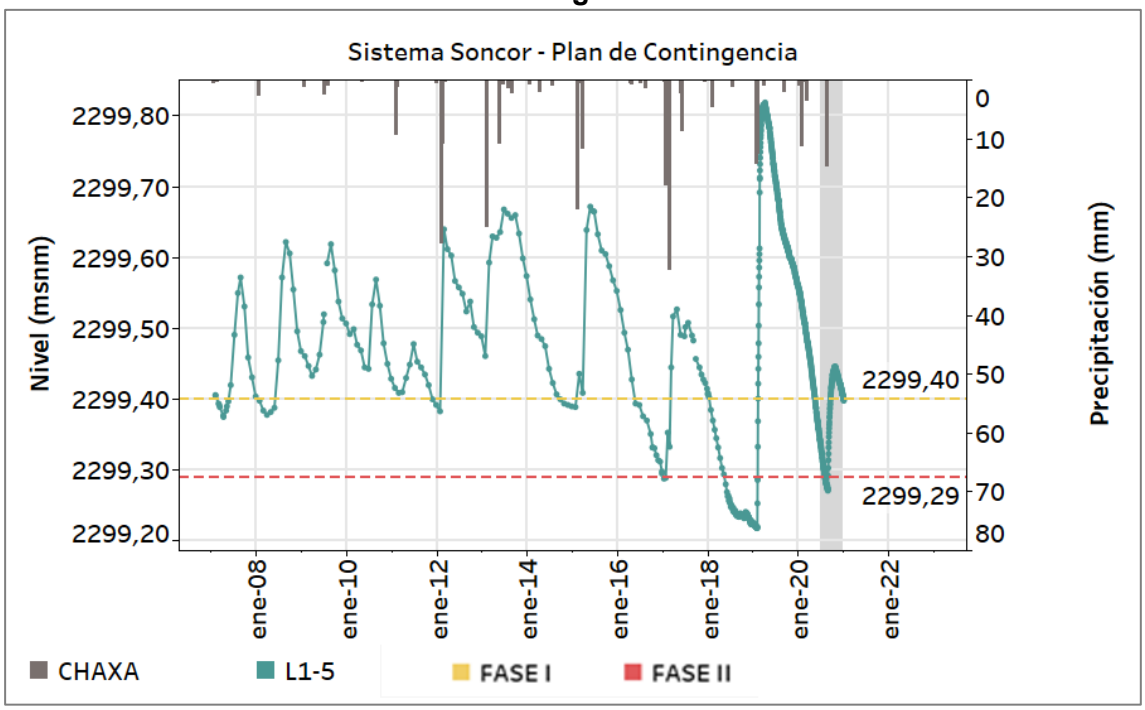
De esta forma, dados los resultados de los análisis y simulaciones implementadas durante la etapa de investigación efectuada con motivo de la activación de Fase II en mayo de 2018 de estos mismos puntos (IDAEA-CSIC, 2018) que permitieron concluir que la causa principal de activación correspondió al cambio en la dinámica natural de desborde de la laguna Barros Negros y no al efecto de las extracciones de salmuera efectuado por SQM en el salar, es que se deduce que los actuales indicadores de estado, L1-5 y L1-G4, no son eficaces para anticipar potenciales efectos sobre el sistema objeto de protección producto de las extracciones de salmuera en el núcleo, siendo recomendable establecer una optimización de los indicadores de estado considerando puntos más idóneos para estos efectos.

Figura 6-117: Niveles medidos en la Reglilla L1-G4 junto con sus umbrales del Plan de Contingencia



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Figura 6-118: Niveles medidos en el L1-5 junto con sus umbrales del Plan de Contingencia

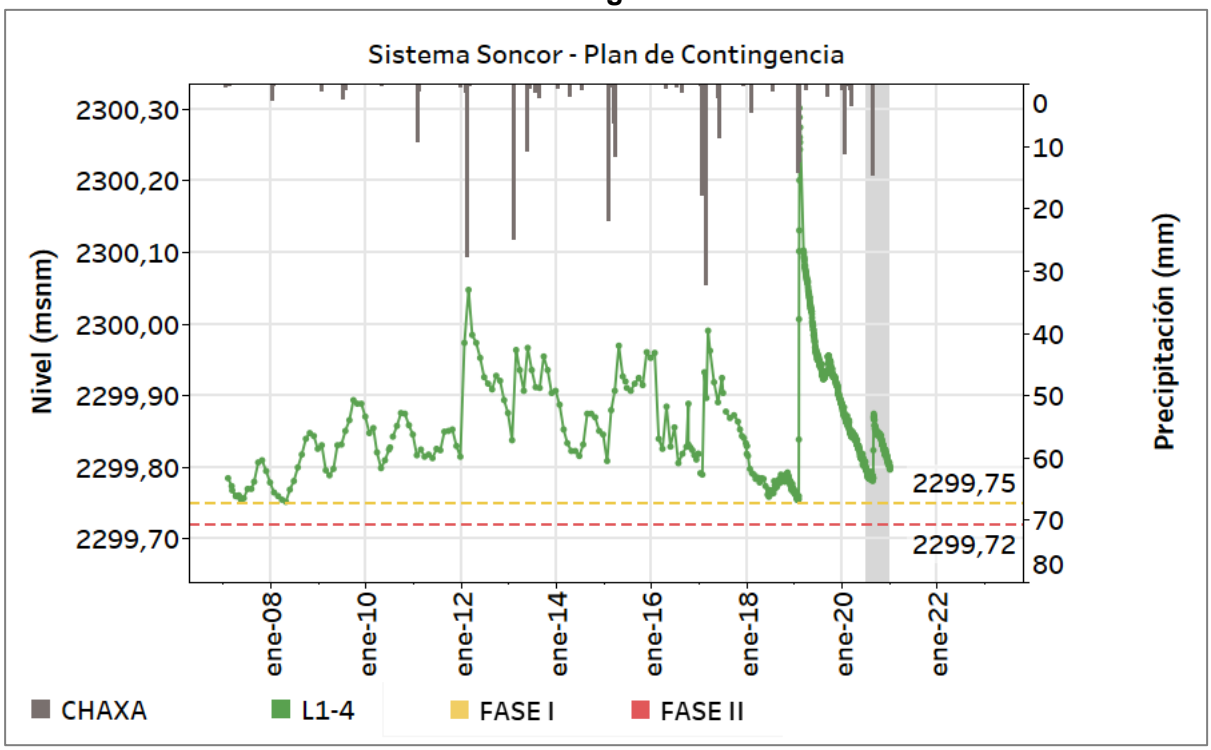


Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84

Por su parte, el punto L1-4 (Figura 6-119) se ha analizado en el apartado 6.1.1 (Análisis y discusión de los resultados del sistema Soncor) y se ha podido comprobar que los niveles en este punto muestran un comportamiento propio de la zona marginal (relacionado con la interfaz salina y los ciclos de evaporación), pero con influencia del cuerpo de agua superficial de Barros Negros. Este punto, a partir de 2012, tiene una leve tendencia de descenso cuando se observan los mínimos de las oscilaciones (1,6 cm/año) y se muestra influenciado por la recarga directa de los episodios de lluvia.

Durante el segundo semestre de 2020, reproduce la respuesta al evento de lluvia de agosto 2020 y se mantiene en fase de recuperación al cierre del semestre, con un nivel 5 cm por encima de la Fase I.

Figura 6-119: Niveles medidos en el L1-4 junto con sus umbrales del Plan de Contingencia

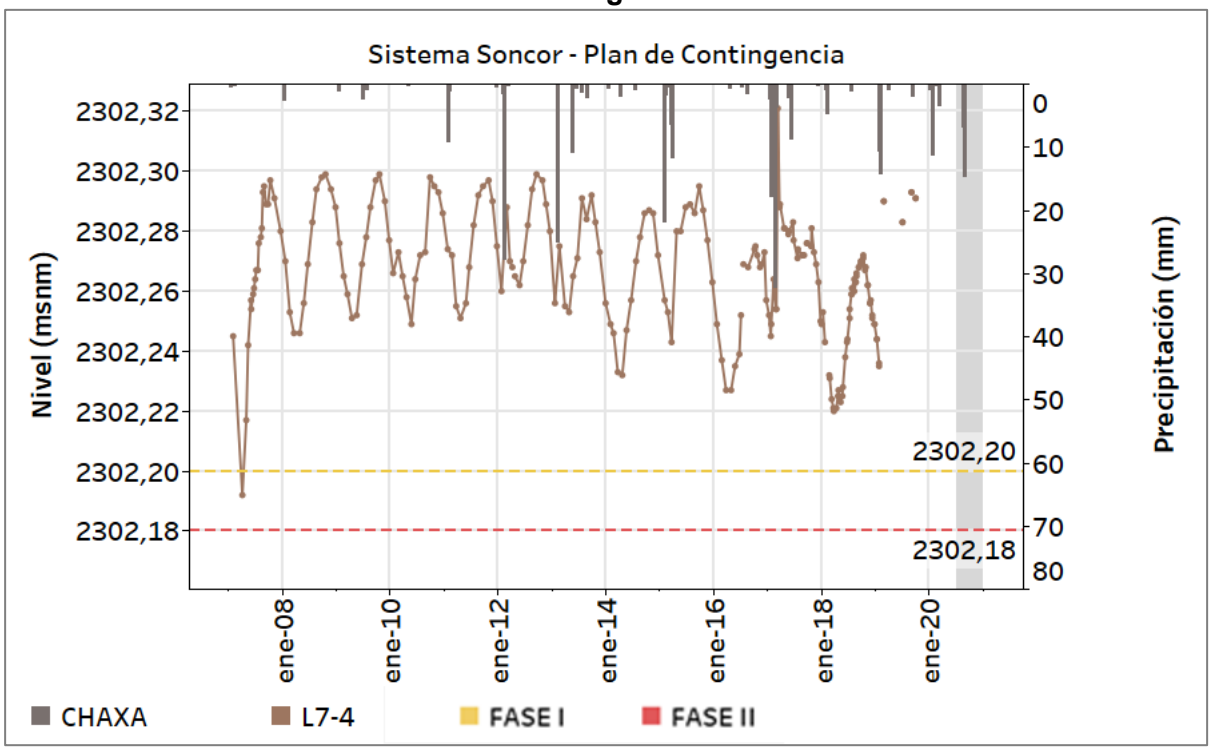


Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84

El L7-4 (Figura 6-120), que es el indicador de estado de la laguna Puilar, en el apartado 6.1.4 se ha podido comprobar que muestra un comportamiento influenciado por los ciclos de evaporación (propio de los puntos próximos a la interfaz salina) y relacionado con la recarga proveniente del borde este y los episodios de lluvia más intensos.

Este punto no ha podido medirse desde septiembre de 2019, por lo que se desconoce su estado actual en relación con los umbrales del PC. La última medida se situaba 9 cm sobre el umbral de Fase I. La falta de mediciones no ha permitido determinar el efecto que estaría produciendo sobre los niveles de este indicador la detención del pozo Mullay-1 y la considerable reducción de caudal del pozo Allana.

Figura 6-120: Niveles medidos en el L7-4 junto con sus umbrales del Plan de Contingencia



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84

6.2.2. SISTEMA AGUAS DE QUELANA

El PC del Sistema Aguas de Quelana busca advertir, anticipar y evitar posibles afectaciones sobre los objetos de protección del sistema producto de las actividades que desarrolla SQM en la cuenca. Para este sistema, los objetos de protección corresponden al hábitat para la biota del conjunto de lagunas dispersos del margen este del Salar de Atacama, que quedan dentro de la Reserva Nacional Los Flamencos de Aguas de Quelana.

Teniendo en cuenta el objeto de protección descrito, para la RCA Nº226/2006 se definieron diferentes indicadores de estado del sistema. Estos indicadores buscan alertar sobre posibles afectaciones provenientes desde dos fuentes: extracciones de salmuera desde el núcleo del salar y bombeo de agua industrial desde Camar-2 y Socaire-5B. Como indicadores de la influencia de las extracciones del núcleo, se monitorea el nivel de los pozos L3-9, L4-12 y L5-10. Como

indicadores del bombeo en Camar-2 y Socaire-5B, se monitorea el nivel de los pozos L3-5, L4-8 y L5-8.

Respecto los indicadores de estado del bombeo de los pozos de agua industrial (L3-5, L4-8 y L5-8), los descensos calculados[69] se muestran en la Figura 6-121 junto los umbrales correspondientes. En el análisis efectuado en el apartado 6.1.2 se ha comprobado que estos puntos muestran la dinámica propia de los puntos influenciados por la interfaz salina (oscilaciones estacionales y sin tendencias de descenso-ascenso de los niveles) y la recarga proveniente del borde Este y de los episodios de lluvia.

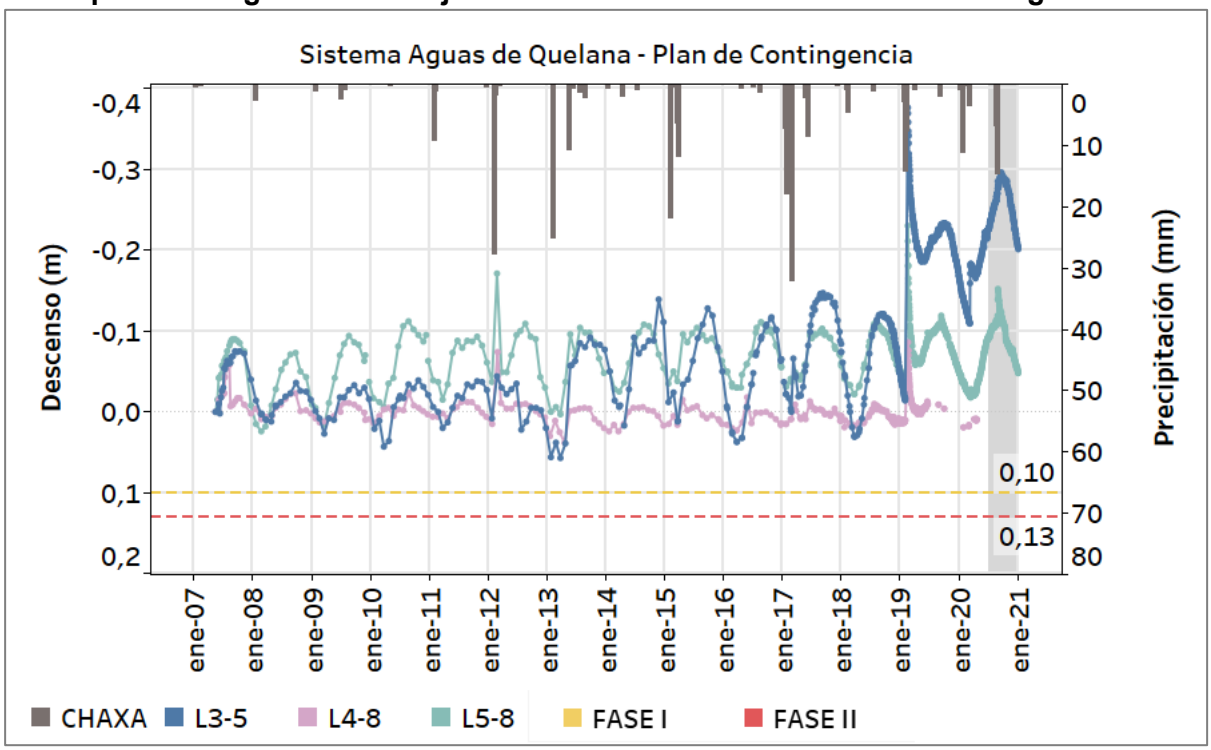
Destaca el aumento que se ha generado en los niveles del L3-5 motivo de la respuesta al evento de lluvia de 2019. Esto lleva a que, al término del segundo semestre de 2020, este pozo se mantiene 30 cm por encima de la Fase I, es decir que se encuentra 15 cm más alejado de la Fase I de lo que se encontraba en diciembre de 2018, previo a la lluvia de 2019.

El L5-8 se mantiene oscilante, aunque como se ha analizado en los capítulos previos, se observa una leve tasa de ascenso promedio durante el registro histórico de este pozo. Al cierre del segundo semestre de 2020 el pozo de se encuentra 15 cm por encima de la Fase I.

Finalmente, respecto del L4-8 no se dispone de mediciones actualizadas, en abril de 2020 se encontraba a 10 cm de la Fase I. Según la data histórica disponible, este pozo no muestra tendencia de descenso ni fuertes oscilaciones estacionales por lo que, a falta de nueva información, se pronostica que este pozo se mantiene a una distancia similar a la de la última medición. De todas formas, no es posible verificar su estado con respecto las fases hasta no disponer de nuevas mediciones.

[69] Para este apartado, la fecha de inicio que permite el cálculo del descenso se basa en lo estipulado según la RCA Nº226/2006.

Figura 6-121: Descensos de los indicadores de Aguas de Quelana para el bombeo de los pozos de agua industrial junto con los umbrales del Plan de Contingencia

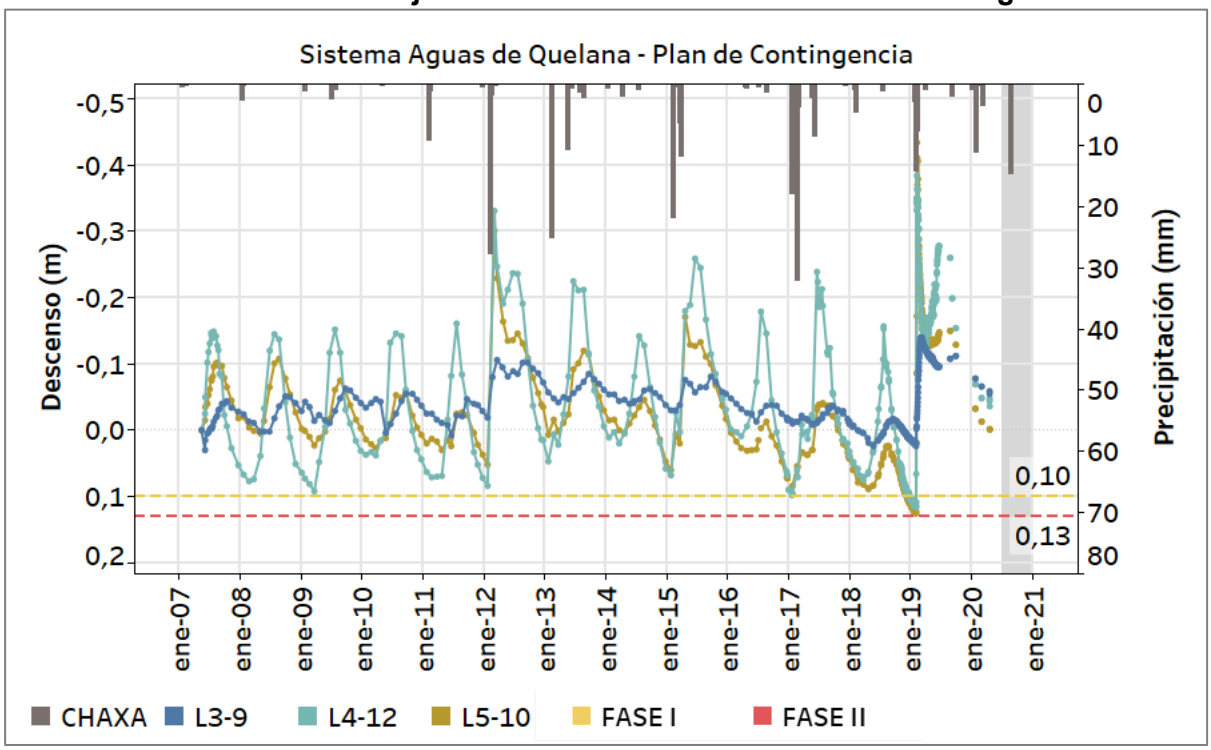


Fuente: Elaboración propia

Los indicadores de estado para determinar la influencia de las extracciones del núcleo (L3-9, L4-12 y L5-10) se muestran en la Figura 6-122 junto con los umbrales de la Fase I y Fase II. En el apartado de análisis de estos puntos (6.1.2) se ha podido determinar que estos puntos muestran un comportamiento mixto entre la zona marginal (zona de interfaz salina) y el núcleo, por lo que es esperable que este grupo de pozos muestren una oscilación estacional, que será más regular en la medida que el punto esté más próximo a la interfaz, a la vez que una tendencia promedio de descenso, que tendrá una pendiente mayor en la medida que el punto se encuentre más cercano al núcleo. De la misma forma que ha ocurrido en todo el borde este del Salar, existe un cambio en el comportamiento de estos niveles a partir de las lluvias de 2012; desde esta fecha, la tasa de descenso promedio de estos puntos aumentando a 1,3 cm/año para el L3-9, 1,7 cm/año para el L4-12 y 2 cm/año para el L5-10.

No se dispone de nuevas mediciones realizadas durante el segundo semestre de 2020. Las últimas corresponden a abril de 2020. En esa ocasión el L5-10 se distaba 10 cm de la Fase I, el L4-12 13,6 cm y el L3-9 15,5 cm.

Figura 6-122: Descensos de los indicadores de Aguas de Quelana para el bombeo de salmuera del núcleo junto con los umbrales del Plan de Contingencia



Fuente: Elaboración propia

6.2.3. SISTEMA BORDE ESTE - VEGETACIÓN HIDROMORFA

El Sistema Vegetación Borde Este cuenta con 3 subsistemas: Vegetación Hidromorfa, Brea-Atriplex y Alerta Temprana. A continuación, se describe cada uno de ellos por separado.

El Plan de Contingencia del subsistema Vegetación Hidromorfa busca advertir, anticipar y evitar posibles afecciones que puedan producir las extracciones de agua industrial. Para ello, se tiene como indicadores de estado los pozos: L1-17, L2-4, L2-27, L3-5, L7-3 y la Reglilla L4-10.

Los puntos L1-17, L2-4, L2-27 y L7-3 se han analizado junto con los otros puntos del sistema Soncor (apartado 6.1.1) y el punto L3-5 y la reglilla L4-10 en el sistema de Aguas de Quelana

(apartado 6.1.2). Todos estos puntos, a excepción del L7-3, se han identificado sus niveles con un comportamiento asociado a la zona marginal, donde los niveles oscilan estacionalmente por los ciclos de evaporación y no muestran tendencia. El L7-3 se ha caracterizado por ser un punto que muestra un comportamiento mixto entre la tendencia de descenso propia del acuífero aluvial (con una tasa propia que a partir de 2012 es de 3 cm/año) y unas oscilaciones características de la zona marginal.

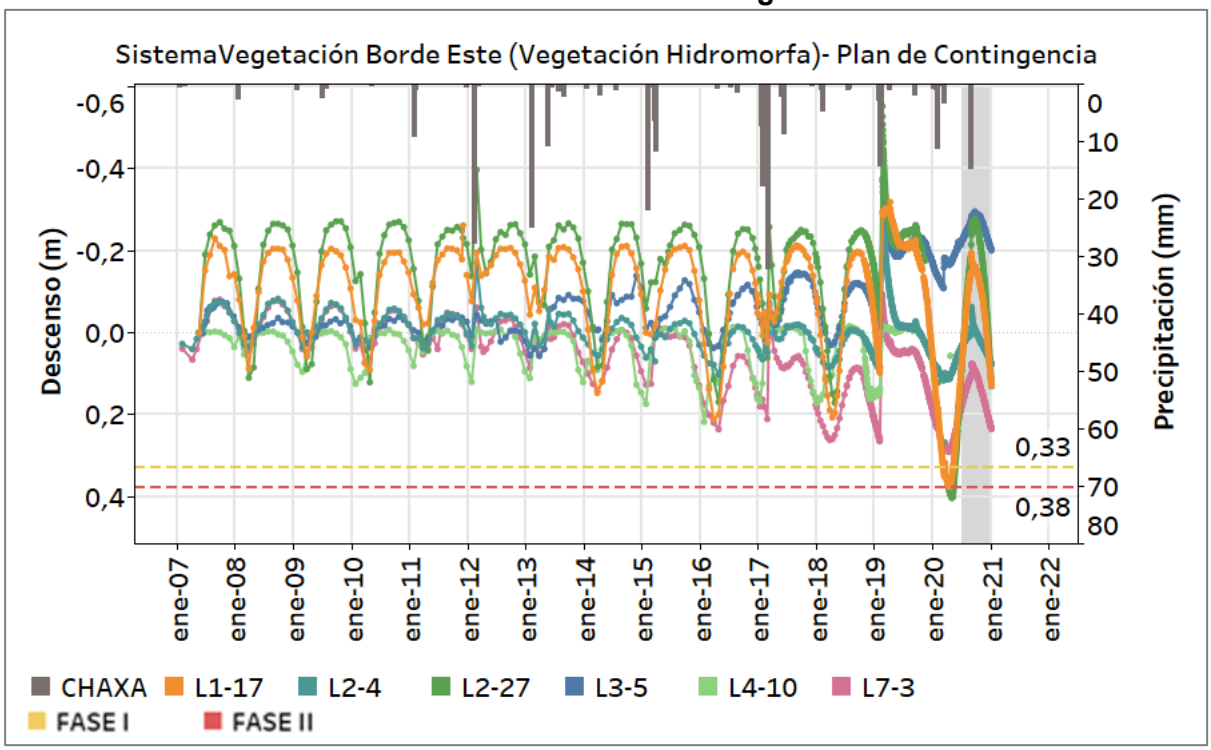
Los descensos calculados para estos puntos con respecto los umbrales de Fase I y Fase II se muestran en la Figura 6-123. Durante el segundo semestre de 2020 no se han producido activaciones de fase en ninguno de los indicadores de este grupo[70].

Destaca por tanto el nuevo patrón de comportamiento observado en los pozos L2-27 y L1-17, cuyos mínimos estacionales están alcanzando mínimos históricos y muy alejados de las cotas que se registraban en el periodo anterior a la lluvia de 2019. Si bien los informes de investigación elaborados para las activaciones de Fase II producidas en el primer semestre 2020 vinculan el efecto de los pozos de agua industrial como una de las causas, también abren la duda de si existen otros factores que puedan estar influyendo en este reciente comportamiento en ambas vegas de forma simultánea, Carvajal y Aguas de Quelana.

Al término de este periodo de reporte (diciembre de 2020), todos los indicadores se encuentran a una distancia con respecto el umbral de fase I tal y como se describe a continuación en orden descendente: L3-5 (53 cm), L2-4 (25,4 cm), L1-17 y L2-27 (20 cm) y L7-3 (9,6 cm). El punto L4-10 no se ha podido volver a medir desde abril de 2020, en ese momento se encontraba a 27,3 cm con respecto la Fase I.

[70] No obstante, al cierre de este periodo, el L1-17 activó la Fase I en febrero de 2021 y, posteriormente, el día 3 de marzo de 2021 activó la Fase II. Similar ha ocurrido con el L2-27 que activó Fase II el 9 de febrero de 2020. Estos hechos serán analizados y detallados, conforme a lo establecido, en el informe PSAH Nº 29.

Figura 6-123: Descensos de los indicadores de Vegetación Hidromorfa junto con los umbrales del Plan de Contingencia



Fuente: Elaboración propia

6.2.4. SISTEMA BORDE ESTE - VEGETACIÓN BREA-ATRIPLEX

Los pozos del Plan de Contingencia del subsistema Vegetación Brea-Atriplex conectada con el acuífero corresponden a los indicadores L7-6, L1-3, L2-7, L2-28, L3-3, L4-7 y L9-1. Si bien los pozos L7-6, L2-7 y L4-7 no se encuentra en una zona de Vegetación Brea-Atriplex (ver Tabla 4-6), sí se ha mantenido su evaluación como indicadores de acuerdo con lo comprometido en la RCA N°226/2006.

Estos indicadores se han analizado juntamente con los otros puntos del PSAH según el sistema hidrogeológico en el que se encuentran; en el sistema Soncor (6.1.1) se encuentra el análisis de los puntos L7-6, L1-3, L2-7 y L2-28, en el apartado 6.1.2 del sistema Aguas de Quelana está el análisis de los indicadores L3-3 y L4-7, y el L9-1 se ha analizado en el sistema de Vegetación Hidromorfa (apartado 6.1.3).

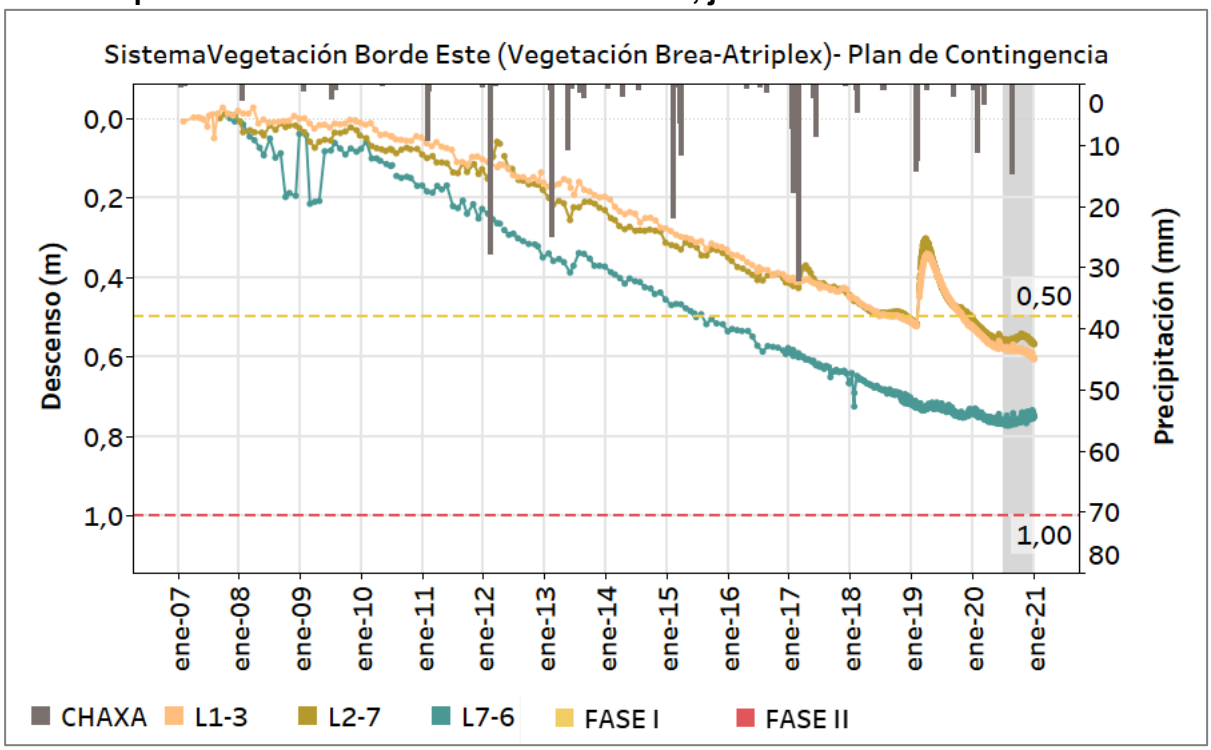
Según estos análisis, los puntos L7-6, L1-3 y L2-7 muestran un comportamiento relacionado con el acuífero aluvial (Figura 6-124); estos puntos presentan niveles descendentes, sin oscilaciones estacionales y sin respuestas a las lluvias, aunque la registrada en febrero de 2019 sí fue sentida por lo puntos L1-3 y L2-7. El L7-6 activó la Fase I en junio de 2015 y en 2019 también lo hicieron los puntos L1-3 y L2-7 (noviembre y diciembre respectivamente).

Se destaca lo observado en el caso del L7-7, que ha pasado de una pendiente de descenso constante a una tendencia de ascenso en el último semestre de 2020, producto posiblemente del paro del pozo Mullay-1, pero también puede resultar un pulso por el aumento de recarga producido por la lluvia de 2019.

Cabe señalar que el pozo L7-6 se definió en la RCA como un pozo del PC para el resguardo del Sistema Vegetación Borde Este - Brea Atriplex. Sin embargo, cuando se ejecutó se verificó que su ubicación no era idónea para el objetivo planteado, manteniéndose su monitoreo como parte del PSAH, pero siendo reemplazado como indicador de contingencia por otros pozos existentes de mayor representatividad (L7-14, L4-17, L9-2 y L2-25). En el marco del proceso sancionatorio iniciado por la SMA mediante Res. Ex. Nº1/Rol F-041-2016, SQM retoma el monitoreo de dicho pozo como parte del Plan de Contingencia del Sistema Vegetación Borde Este, lo que dio aviso a la autoridad de la activación de Fase I.

Por otro lado, hay que recordar que el pozo L1-3 se reconstruyó durante el año 2012, producto de que el original fue tapado por un aluvión. Esta situación fue informada a través del Informe PSAH N° 11 el mismo año 2012, dado que el nuevo pozo (ubicado en el mismo sector del pozo original) supone una pequeña variación de las coordenadas de ubicación y de la cota del punto de referencia. La diferencia entre la cota del punto de referencia del pozo destruido por el aluvión de 2012 y la del pozo de reemplazo es de 0,183 metros, por lo tanto, a partir de marzo de 2012, se adicionan 0,183 m a la "medición desde punto de referencia" inicial de mayo de 2007.

Figura 6-124: Descensos de los indicadores de Vegetación Brea-Atriplex con comportamiento asociado al acuífero aluvial, junto con sus umbrales del PC

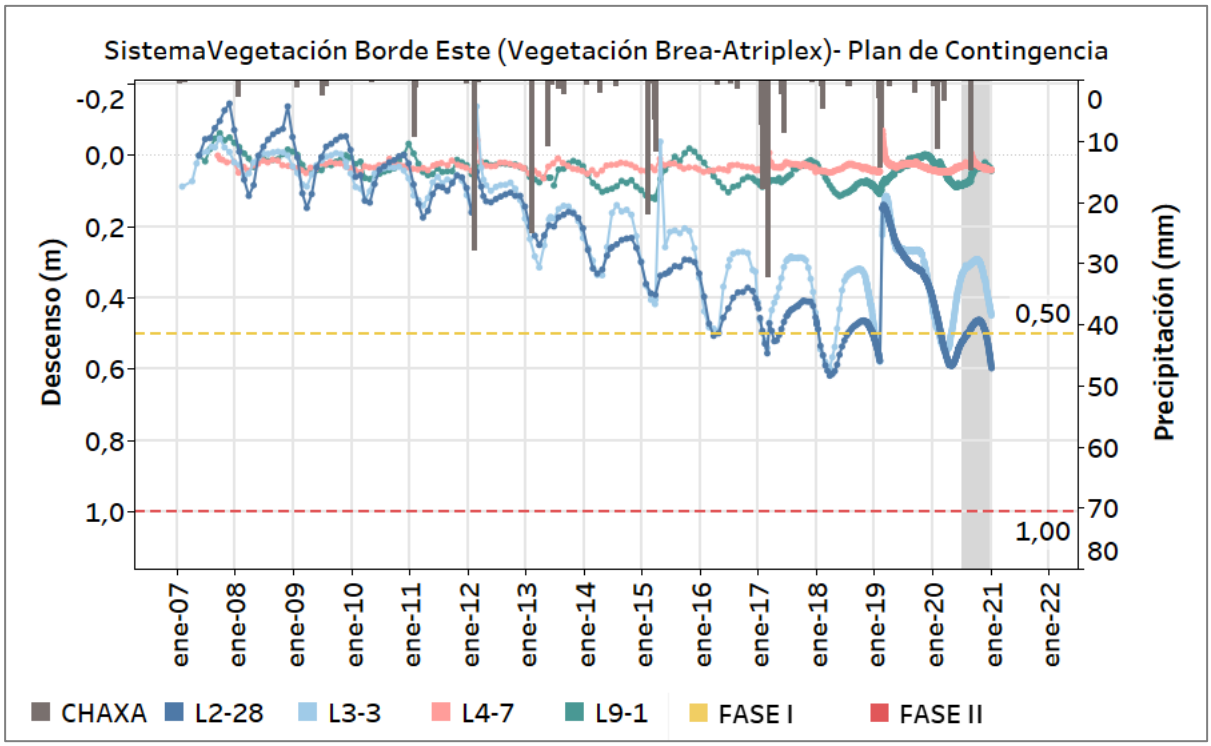


Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, para los puntos L2-28, L3-3 y L9-1 se ha observado que muestran un comportamiento transicional entre el acuífero aluvial y en la zona marginal relacionada con la zona de interfaz salina (Figura 6-125). Se caracterizan por presentar oscilaciones estacionales junto con un descenso promedio de los niveles. La mayor pendiente la muestran los puntos L2-28 y L3-3 y; en el pasado semestre activaron y posteriormente, el L3-3 en abril de 2020 y el L2-28 en agosto de 2020, desactivaron la Fase I durante el registro del mínimo estacional y su posterior recuperación. En el presente semestre reportado, concretamente en noviembre de 2020, el L2-28 activó nuevamente la Fase I durante la recuperación del máximo estacional.

Los indicadores L4-7 y L9-1 no muestran apenas descenso y los niveles se encuentran alrededor de los 45 cm de distancia de la Fase I del PC.

Figura 6-125: Descensos de los indicadores L2-28, L3-3, L9-1 y L4-7, junto con sus umbrales del PC



Fuente: Elaboración propia

6.2.5. SISTEMA BORDE ESTE - ALERTA TEMPRANA

Los pozos del subsistema Alerta Temprana están ubicados al este del Sistema Vegetación Brea-Atriplex, en el límite oriental del sistema de vegetación Borde Este. Estos pozos permiten observar anticipadamente los potenciales efectos del bombeo de agua sobre las formaciones vegetales que son objeto de protección. Los indicadores de estado considerados para esta zona son L4-3, L7-13, L2-25, L3-11 (ubicado al oeste del Sistema Vegetación Brea-Atriplex), y L9-1. Estos puntos fueron analizados de forma conjunta según su ubicación con respecto los sistemas hidrogeológicos de la siguiente forma: en el sistema de Soncor los pozos L7-13 y L2-25, en el sistema Aguas de Quelana el L4-3 y L3-11 y en el sistema Vegetación Borde Este el L9-1.

Como ya se ha descrito, el pozo L4-3 cambió su tendencia de descenso a partir de 2014 y empezó a mostrar un ascenso regular (Figura 6-126).

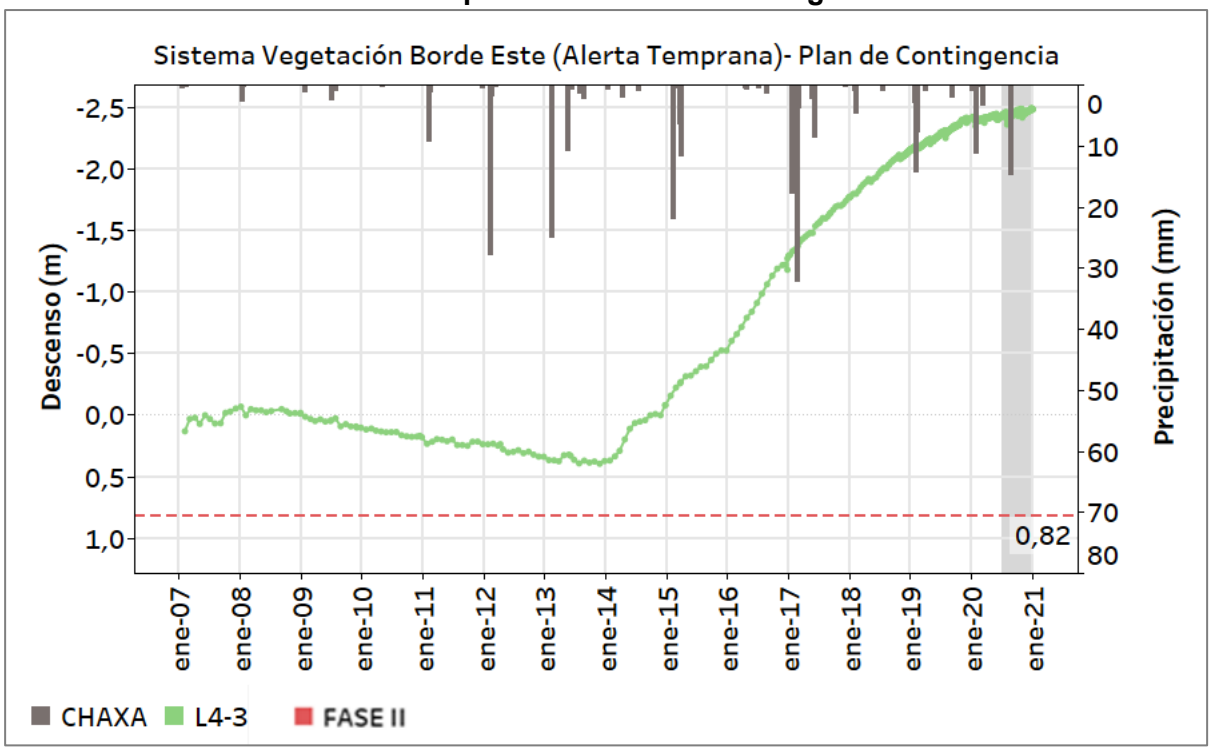
El punto L2-25 se encuentra en el extremo oeste del acuífero aluvial y como ya se ha observado, presenta un comportamiento de transición entre éste y la zona marginal (Figura 6-127). Concretamente, este punto muestra un ascenso promedio en su serie histórica. En el marco del Plan de Contingencia se define únicamente el límite para la activación de la Fase II, que corresponde a un descenso de 1 m. Es necesario mencionar que el día 29 de octubre de 2020 se llevó a cabo un muestreo para calidad del punto y resultó en un descenso abrupto del nivel de 2 cm que no se recuperaron, posteriormente, los registros diarios mostraron la fluctuación estacional esperada del pozo, pero 2 cm más abajo. No obstante, este hecho no afecta a la posición del nivel con respecto su Fase II, pues al cierre del semestre, el indicador se encuentra más de 1 m por sobre el umbral.

Por su parte, el L7-13 (Figura 6-128) se encuentra en el acuífero aluvial del sistema Soncor y muestra el comportamiento asociado a esta zona; una tasa de descenso constante sin oscilaciones estacionales. En el marco del Plan de Contingencia se define únicamente el límite para la activación de la Fase II, que corresponde a un descenso de 1,25 m. Del registro histórico se puede ver que el pozo presentaba un descenso constante que lo llevó a registrar un máximo histórico al cierre del primer semestre de 2020 de 67,8 cm por sobre del umbral. En el segundo semestre se ha observado una estabilización del nivel producto posiblemente de la disminución en la extracción del acuífero aluvial, haciendo que el nivel se haya mantenido sobre la misma distancia con respecto el umbral durante este periodo.

Finalmente, se muestra conjuntamente los puntos L3-11 y L9-1 ya que comparten el mismo umbral (se define únicamente el límite para la activación de la Fase II, que corresponde a un descenso de 0,86 m) (Figura 6-129), aunque se encuentren en sectores muy distintos; el L9-1 se encuentra en el sistema Vegetación Borde Este en el extremo del acuífero aluvial, mientras que el L3-11 se encuentra en el sistema Aguas de Quelana en la zona que queda entre la interfaz salina y el núcleo. Esto último hace notar que este punto no es representativo como indicador de estado de la vegetación del borde Este. De todas formas, como compromiso adquirido en la RCA se mantiene este punto dentro del PC. El L3-11 no es medido desde el semestre pasado, por lo que no es posible verificar su situación con respecto el umbral. De todas formas, la última medición (abril de 2020) el indicador se encontraba por sobre los 92 cm del umbral, esto junto con la leve tendencia de descenso de este pozo.

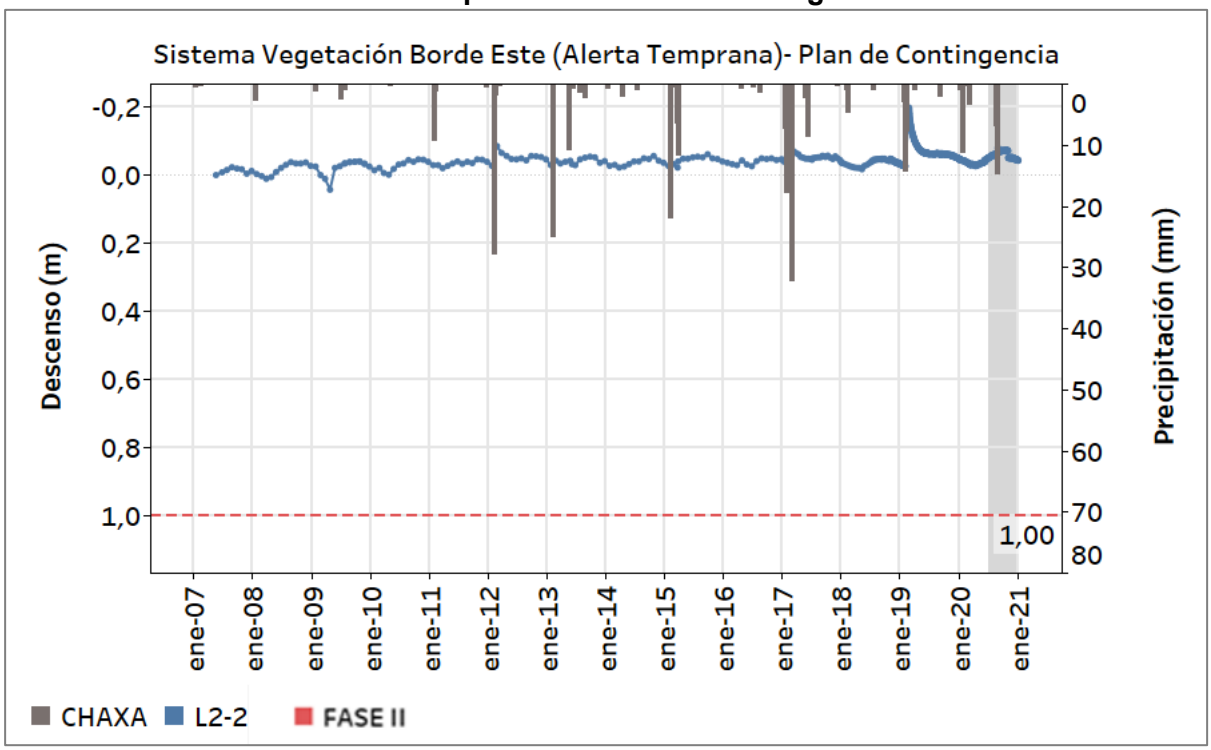
El indicador L9-1 se muestra oscilante y con una tendencia estable alrededor de la misma cota; al cierre del segundo semestre el indicador se encuentra a 82 por sobre del umbral.

Figura 6-126: Descenso del indicador L4-3 junto al umbral perteneciente al subsistema Alerta Temprana del Plan de Contingencia



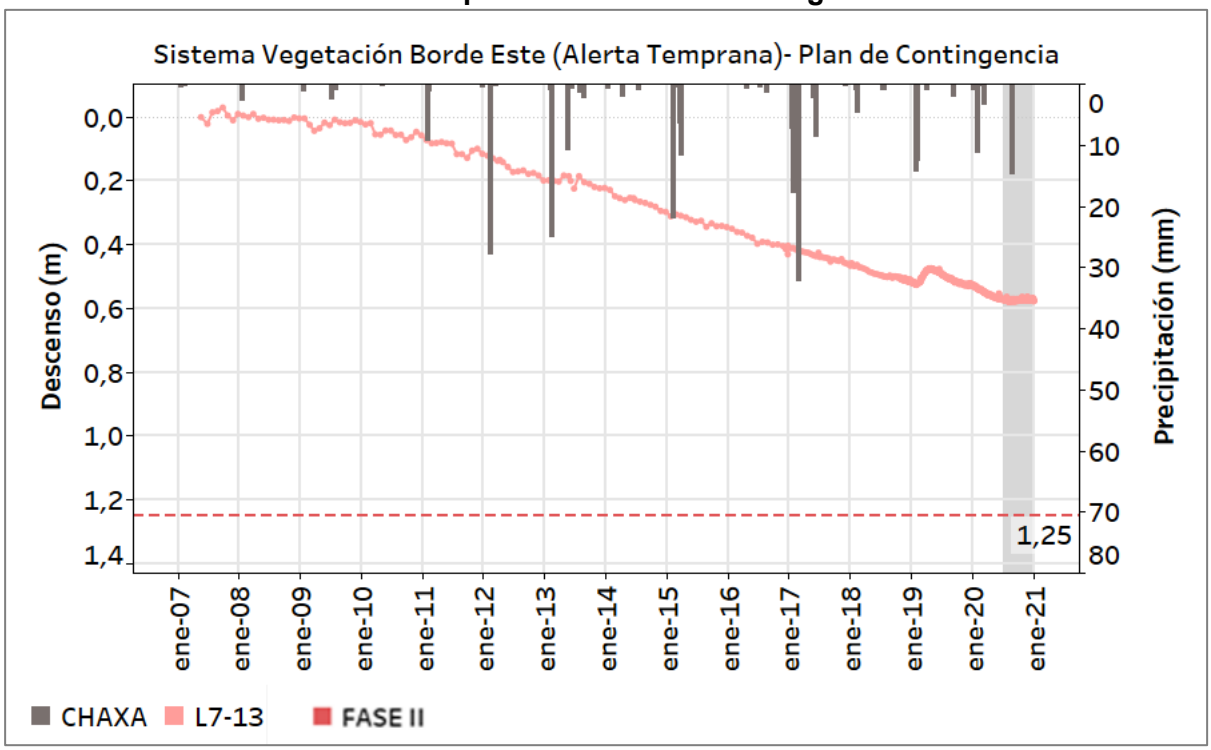
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-127: Descenso del indicador L2-25 junto al umbral perteneciente al subsistema Alerta Temprana del Plan de Contingencia



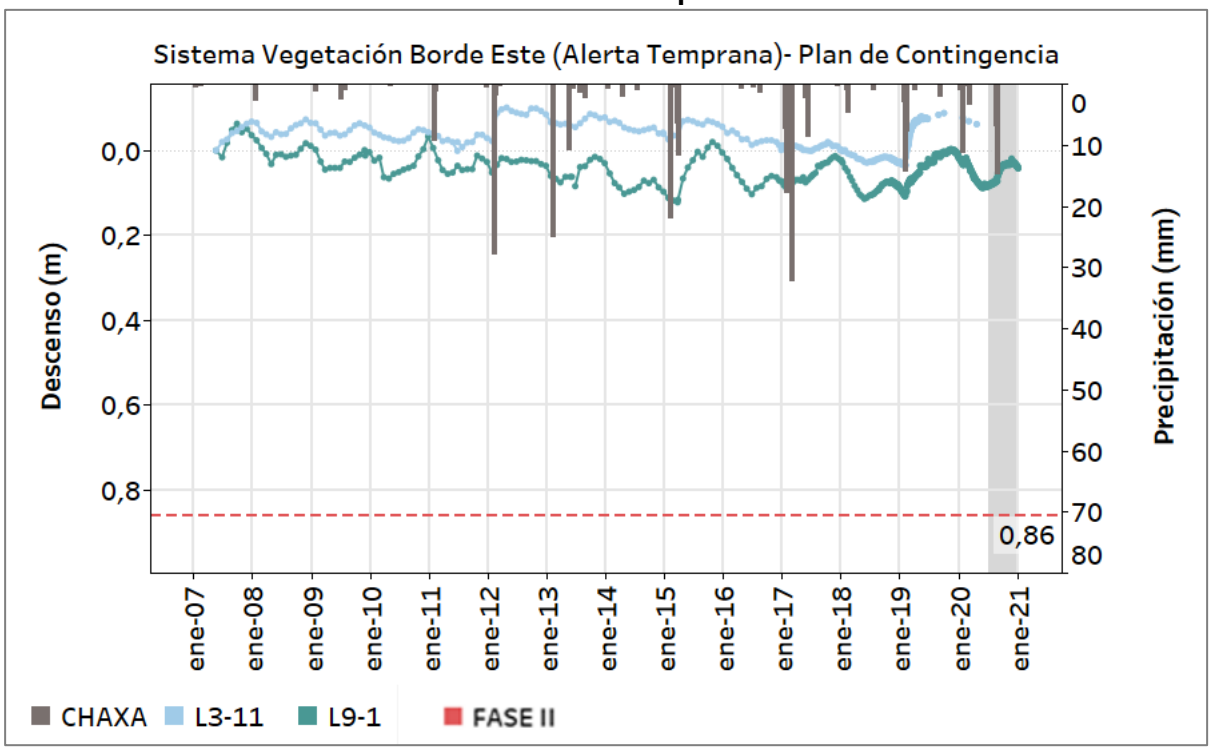
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-128: Descenso del indicador L7-13 junto al umbral perteneciente al subsistema Alerta Temprana del Plan de Contingencia



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-129: Descenso de los indicadores L3-11 y L9-1 junto al umbral perteneciente al subsistema Alerta Temprana del PC



Fuente: Elaboración propia

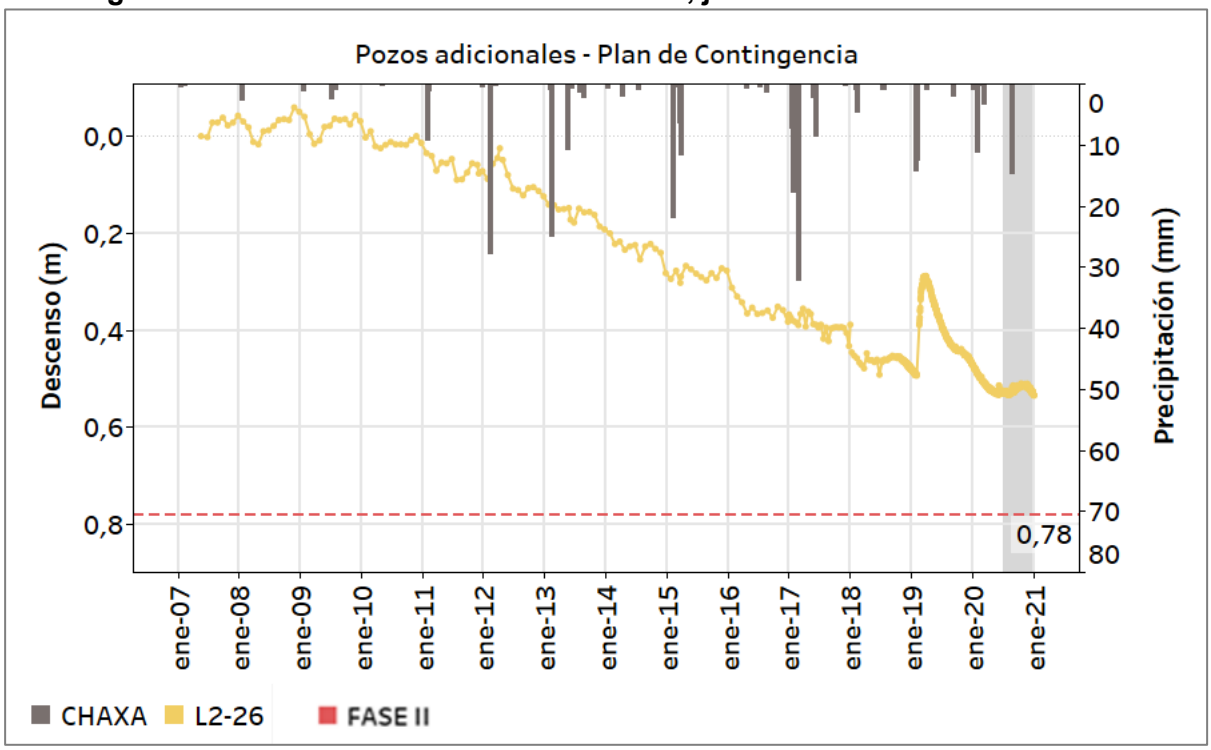
6.2.6. POZOS ADICIONALES AL PLAN DE CONTINGENCIA

Tal como se mencionó en la sección 4.3.8, con el fin de incrementar los resguardos sobre el Sistema Borde Este, SQM ha incluido en forma complementaria al Plan de Contingencia, mediante la misma metodología utilizada en la definición del resto de los pozos que conforman el PC, seis pozos de monitoreo que forman parte del PSAH, como indicadores adicionales a los establecidos en la RCA Nº226/2006. Estos pozos son: L7-14, L4-17, L9-2, L2-25 (asociados al Subsistema Borde Este – Vegetación Brea-Atriplex) y L2-26 y L3-15 (asociados al Subsistema Borde Este – Alerta Temprana).

A partir del análisis de los niveles realizado en los apartados anteriores (L7-14, L2-25 y L2-26 en el sistema Soncor, L4-17 y L3-15 en el sistema Aguas de Quelana y L9-2 en el de Vegetación Borde Este) se puede extraer que el único con un comportamiento asociado netamente al acuífero aluvial es el L2-26 (Figura 6-130) ya que muestra tendencia al descenso sin oscilaciones

estacionales. La tasa de descenso se ha visto disminuida a partir de 2018 debido quizás a la detención del pozo Camar-2 en esa fecha. Para el pozo L2-26 se define únicamente el límite para la activación de Fase II. Éste corresponde a un descenso de 0,78 m, el que nunca ha sido superado. El mayor descenso que se ha registrado es de 0,53 m (25 cm por sobre el umbral) y se ha producido durante el presente semestre, en el momento del inicio del pulso de recarga producido por la lluvia de agosto 2020 y en la recuperación posterior, al cierre de este periodo. De los datos medidos en los dos últimos semestres, se intuye que este indicador está registrando una disminución de la tasa de descenso, no obstante, es necesario observar la tendencia que el indicador registre en los próximos meses, para evaluar si la pendiente efectivamente se suaviza.

Figura 6-130: Descenso del indicador L2-26, junto con sus umbrales del PC

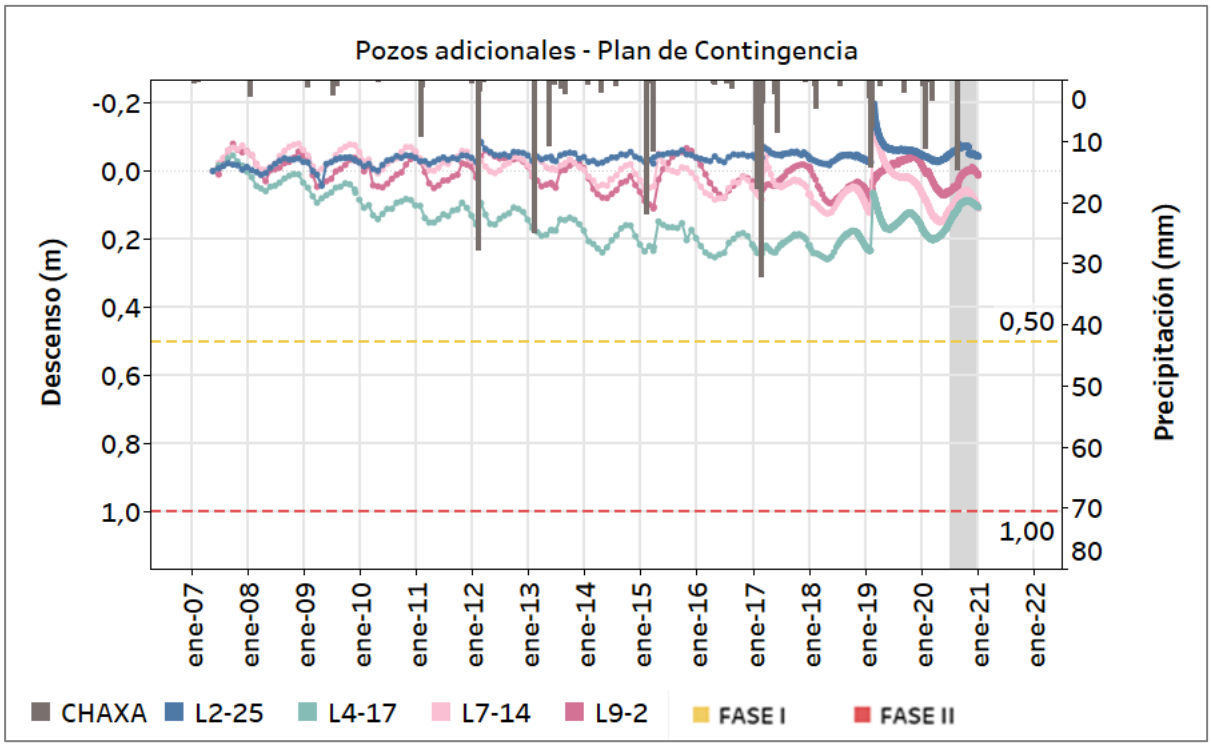


Fuente: Elaboración propia

El resto de los puntos de este grupo muestran una transición entre el acuífero aluvial y la zona marginal. Se muestran en distintos gráficos según el umbral por el que se define el PC; en la Figura 6-131 se grafican los descensos históricos del L2-25, L4-17, L7-14 y L9-2. Para este grupo de pozos, se asimilaron los límites de activación de Fases del subsistema Vegetación Brea-

Atriplex. Así, desde el 2007 hasta la fecha, ningún pozo ha descendido más allá del límite de Fase I. El pozo con mayor tasa de descenso correspondía al L4-17 pero posterior a las lluvias de 2019, el pozo ha empezado una mostrar una tendencia de ascenso durante estos meses. Debe confirmarse si este comportamiento se mantendrá o bien corresponde a un efecto producto de la recarga tardía de la misma lluvia caída sobre el aluvial.

Figura 6-131: Descensos de los indicadores L2-25, L4-17, L7-14 y L9-2, junto con sus umbrales del PC

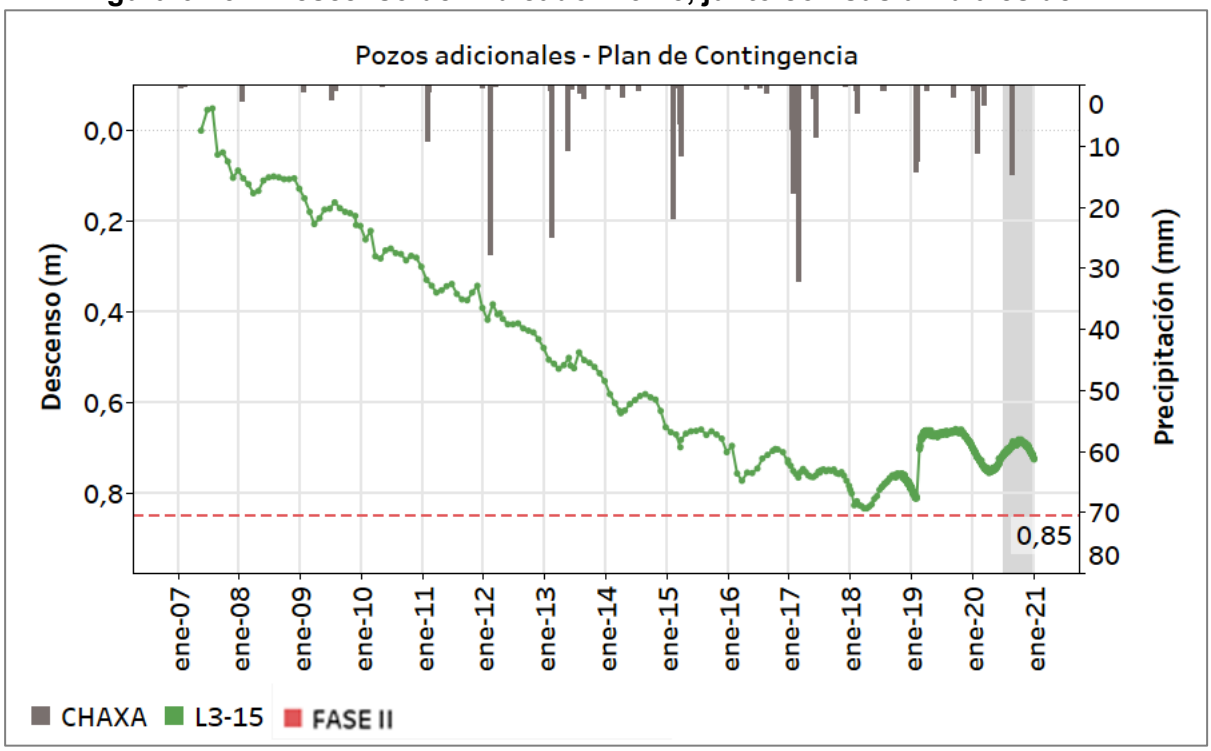


Fuente: Elaboración propia

Con respecto al pozo L3-15 (Figura 6-132), que muestra también un comportamiento mixto entre el asociado a la zona marginal y al acuífero aluvial, se observa que la tasa de descenso del nivel de 6,7 cm/año se ha visto atenuada a partir del año 2016, asociado probablemente a la detención del pozo Camar-2 (en 2018) y a eventos de precipitación como los registrados durante febrero de 2019. Para el pozo L3-15 se define únicamente el límite para la activación de la Fase II, con un umbral de descenso de 0,85 m, el que no ha sido superado a la fecha. En el actual periodo reportado, y desde el evento de precipitación de 2019, los niveles de este indicador parecen

mostrar un cambio con respecto los periodos anteriores; la oscilación estacional se produce sobre cotas más elevadas y, por el momento, no se aprecia tendencia de descenso.

Figura 6-132: Descenso del indicador L3-15, junto con sus umbrales del PC



Fuente: Elaboración propia

6.2.7. INDICADORES DE ESTADO SISTEMA PEINE

Tal como se especifica en el PdC presentado a la SMA, se comprometió aplicar los umbrales de activación de Fase I y/o II definidos para el Sistema Peine, tanto en el seguimiento del proyecto aprobado por la RCA Nº226/2006 (pozos 1028, L10-11 y L10-4), como a los pozos PN-05B y PN-08A establecidos en el considerando 10.18 de la RCA Nº21/16[71].

[71] Asimismo, mediante Res. Ex. 1367/2020, de 6 de agosto de 2020, la aplicación de estos umbrales de activación para los indicadores de estado mencionados fue ordenada como medida provisional por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente, medida que fue renovada mediante Res. Ex. 2141/2020, de 28 de octubre de 2020 y Res. Ex. Nº 962/2021, de 30 de abril de 2021.

Para los pozos pertenecientes al plan de seguimiento contemplado en la RCA Nº226/2006 (pozos 1028, L10-11 y L10-4), el PdC propone el contraste entre las mediciones efectuadas a partir de octubre de 2018, respecto a los umbrales establecidos (umbrales variables anualmente en forma escalonada). Para el caso de los pozos PN-05B y PN-08A de la RCA Nº21/16, la adopción de medidas de control se condiciona al aviso por parte de la SMA a SQM de la activación de Fase II. Cabe señalar que durante el segundo semestre de 2020 no se recibieron avisos por parte de la SMA relativos a la activación de Fase II de estos pozos.

Como se ha mencionado, los umbrales de los indicadores 1028, L10-11 y L10-4 son escalonados y varían de forma anual, disminuyendo la cota los meses de septiembre de cada año. Para el segundo semestre de 2020 se ha efectuado el cambio de escalón previsto para cada año, el cual puede consultarse en el capítulo de resultados 5.2.6 .

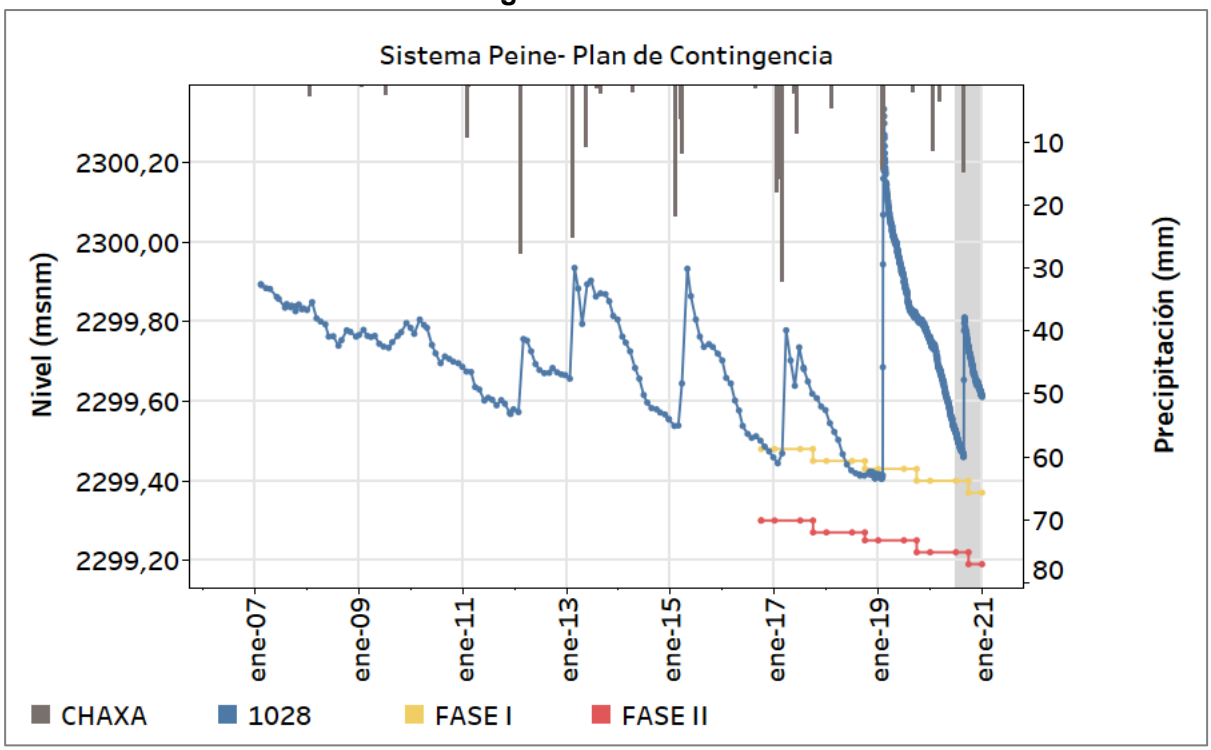
El pozo 1028 se encuentra cercano al punto de desborde de Interna, pero según el análisis efectuado con el resto de los pozos del PSAH del sistema Peine, este punto muestra un comportamiento relacionado con el núcleo (sección 6.1.4). Durante este semestre se ha registrado el pulso producido por la lluvia de agosto de 2020. Al cierre del segundo semestre el indicador se encuentra en fase de recuperación, a una distancia de 24 cm por sobre el umbral de Fase I. El comportamiento esperado en este indicador es que en los meses que viene termine de reproducir la recuperación posterior a la lluvia para retomar la tasa de descenso característica del núcleo.

El indicador L10-11 (Figura 6-134) también se encuentra en el núcleo, con el consecuente patrón de comportamiento de nivel, igual que el anterior pozo descrito (1028). El comportamiento observado en este pozo es totalmente análogo al 1028. Al cierre del segundo semestre de 2020, el pozo se encuentra en fase de recuperación posterior a la lluvia de agosto, a una distancia de 20 cm por sobre el umbral de Fase I.

Por su parte, el L10-4 (Figura 6-135) se encuentra en el extremo de la zona marginal, cercano al núcleo, por lo que, a partir del análisis de niveles, se ha podido ver que este punto muestra un comportamiento transicional entre la zona marginal y el núcleo, aunque dada su proximidad al núcleo, se registran variaciones muy similares al resto de puntos caracterizados como núcleo. Al

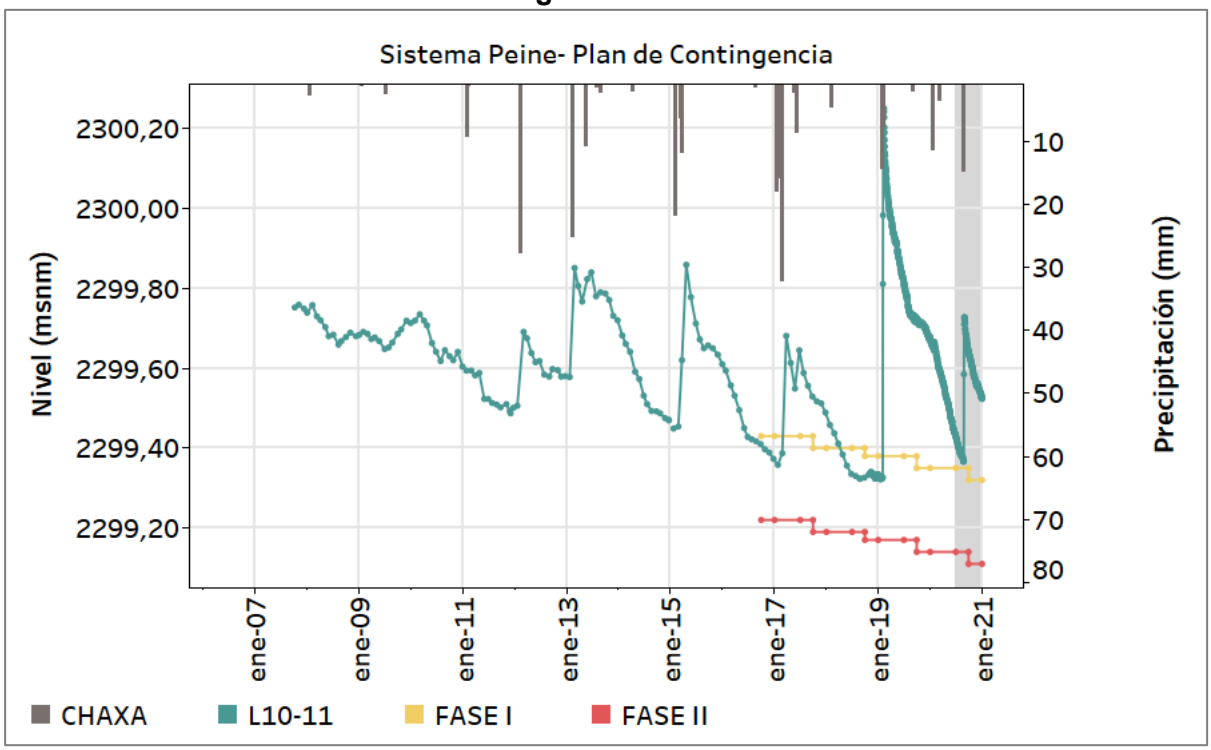
cierre del segundo semestre de 2020, el pozo se encuentra a una distancia de 31 cm respecto su umbral de Fase I.

Figura 6-133: Niveles medidos en el 1028 junto con sus umbrales, pertenecientes al Plan de Contingencia del sistema Peine



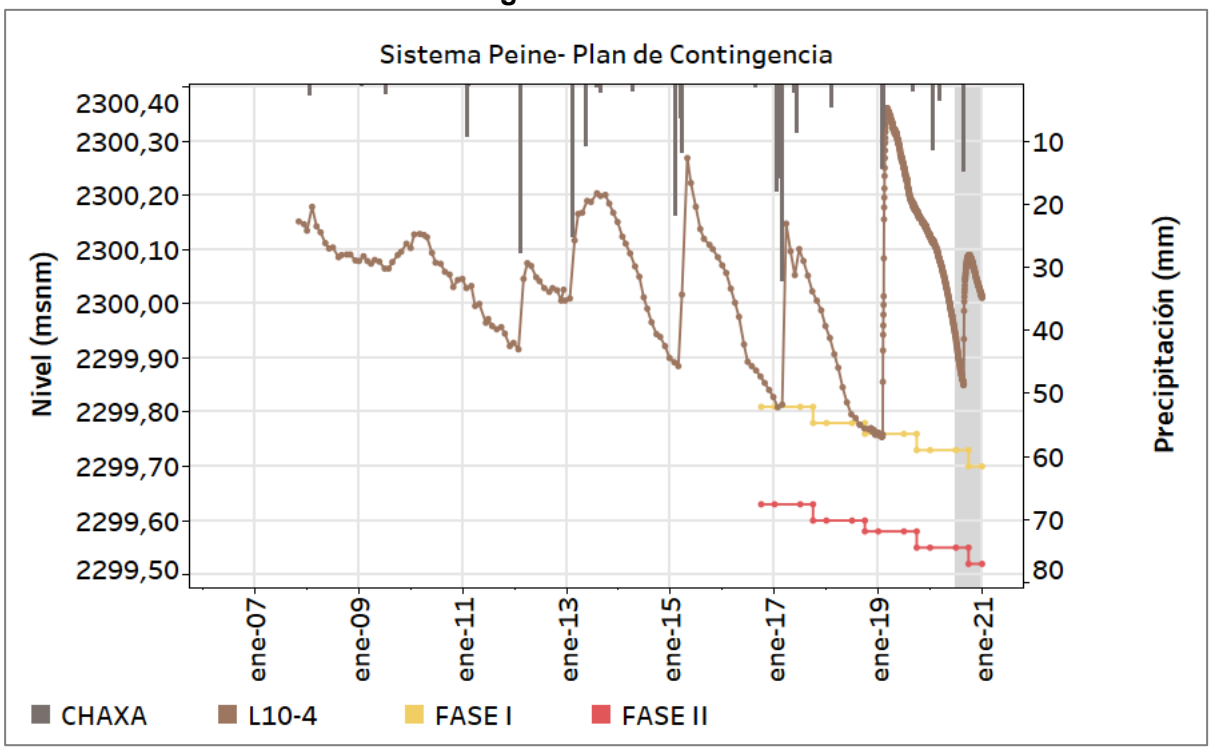
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Figura 6-134: Niveles medidos en el L10-11 junto con sus umbrales, pertenecientes al Plan de Contingencia del sistema Peine



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Figura 6-135: Niveles medidos en el L10-4 junto con sus umbrales, pertenecientes al Plan de Contingencia del sistema Peine



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

7. CONCLUSIONES

El PSAH asociado a la RCA 226/2006 abarca una gran extensión espacial, con 225 puntos de monitoreo en los que se registran 35 parámetros, con diferente frecuencia de medición en función del punto, de la variable y del parámetro objeto de control (desde medición continua a frecuencia anual). El PSAH permite monitorear el comportamiento hidrogeológico del Salar de Atacama, entregando información clave para, por un lado, el resguardo de los sistemas lacustres y vegetativos y por otro, para mejorar el conocimiento del funcionamiento hidrogeológico de la cuenca, información con la que se nutren las actualizaciones del modelo numérico hidrogeológico comprometidas en la RCA indicada anteriormente.

Durante el periodo semestral reportado, comprendido entre el 1 de julio y el 31 de diciembre del año 2020, se efectuaron campañas de monitoreo de todos los puntos incluidos en el PSAH, de acuerdo con la frecuencia establecida. No obstante, no fue posible obtener resultados en varios puntos de control, debido a las restricciones de acceso, que se registran y especifican en el Capítulo 5 de este informe. La principal causa que ha llevado a esta disminución del volumen de información levantado es la restricción de ingreso a la Reserva Nacional Los Flamencos para los sistemas de Soncor y Aguas de Quelana, y de la no autorización de ingreso a las zonas sensibles del sistema Peine por parte de su comunidad. Para este segundo semestre de 2020, se ha sumado además los efectos producidos por la pandemia mundial del COVID-19, que ha complicado todavía más la ejecución del seguimiento previsto.

A continuación, se describen las principales conclusiones de las variables de seguimiento y del estado del Plan de Contingencias.

<u>De los niveles de agua/salmuera subterránea</u>

En general, para el segundo semestre de 2020 y según la información que se ha conseguido levantar, todos los pozos han mostrado, según sus niveles, mantener el comportamiento esperado según su patrón Tipo Núcleo, Tipo Marginal, Tipo Aluvial, Influencia de agua superficial y todos los comportamientos transicionales asociados.

Los del Tipo Núcleo, influenciados por la extracción de salmuera en el núcleo, han mostrado un pulso de ascenso y posterior recuperación (descenso) producto de la lluvia registrada en agosto de 2020. Los de Tipo Aluvial, influenciados por la extracción de agua industrial, han mantenido las tasas de descenso con respecto el anterior semestre, a excepción de aquellos puntos que se ven influenciados por la detención o disminución de los pozos de agua industrial Allana, Mullay-1 y Camar-2. De los puntos influenciados por los cuerpos de agua superficiales (sistema Soncor y Peine) no se ha podido evaluar el comportamiento actual debido a no disponer de datos suficientes, producto del cierre de la Reserva Nacional Los Flamencos, así como de la denegación de acceso por parte de la Comunidad de Peine. Finalmente, los puntos relacionados con el Tipo Marginal, para el actual semestre, han registrado el máximo estacional esperado para esta época del año, y en algunos casos se han registrado pulsos de ascenso y posterior recuperación producto de la lluvia de agosto, de forma superpuesta al máximo estacional.

Del plan de contingencias

En el sistema Soncor, al inicio del segundo semestre de 2020 se venía con la Fase I activada para los indicadores L1-5 y L1-G4 Reglilla. En el mes de agosto de 2020 se produjo finalmente la activación de la Fase II en ambos casos. Se elaboró un único informe de investigación que incluía el análisis de las dos activaciones, la cual concluye que, de la misma forma que en las anteriores activaciones de Fase II, la causa radica en que estos puntos dejaron de recibir los aportes de agua superficial producto de los desbordes de la laguna Barros Negros sobre el sector de Cola de Pez. En ambos casos, el mismo mes de agosto de 2020 desactivaron dicha fase en el momento que los niveles ascendieron como respuesta a la lluvia registrada ese mismo mes, al cierre del semestre analizado ambos pozos se encontraban con la Fase I activada. No obstante, en el momento de la elaboración de este reporte, han activado de nuevo la Fase II; el L1-G4 Reglilla el día 10 de abril y el L1-5 el 23 de abril de 2021, lo que corresponde al informe PSAH Nº 29.

Del sistema de Vegetación Borde Este – Vegetación Hidromorfa no se ha producido ninguna activación durante el segundo semestre de 2020. No obstante, durante el primer semestre 2021 se han producido de nuevo las activaciones de Fase II de los indicadores L1-17 (3 de marzo

2021) y L2-27 (9 de febrero 2021), las que serán debidamente descritas en el próximo informe Nº 29.

En el sistema de Vegetación Borde Este – Vegetación Brea Atriplex se mantienen activadas las Fases I (con respecto el anterior semestre reportado) de los indicadores L7-6, L2-7, L1-3 y L2-28. Los cuatro indicadores se mantienen en este estado durante todo el segundo semestre del 2020, exceptuando que el L2-28 desactiva la fase entre los meses de agosto y noviembre, producto del máximo estacional registrado en ese periodo; este indicador se encuentra oscilante alrededor del umbral de Fase I.

Respecto de los demás sistemas objeto de protección, Aguas de Quelana y Peine, y de los indicadores adicionales (sistema Vegetación Borde Este), no se ha producido ninguna activación de fase en este periodo. Respecto los indicadores de estado PN-05B y PN-08 del PAT Sector Alerta Núcleo de Albermarle[72], SQM no ha recibido ninguna notificación por parte de la SMA sobre la activación de alguno de ellos.

Por otro lado, los indicadores L7-4 en el sistema Soncor, L4-8, L3-9, L5-10, L4-12 en el sistema Aguas de Quelana, L4-10 en el sistema de Borde Este – Vegetación Hidromorfa y L3-11 del sistema de Borde Este – Alerta Temprana, no han podido ser medidos durante el actual semestre de reporte, producto de las restricciones de ingreso a RNF, por lo que no es posible verificar sus estados con respecto el PC. De todas formas, en todos los casos, debidos a los análisis sobre sus comportamientos históricos y junto con lo observado en los sectores sobre los que se ubican, se estima que estos indicadores se han mantenido por sobre del umbral de Fase I.

[72] Asociados a los indicadores de estado, umbrales de activación y medidas de control definidas para el Sistema Peine, en el marco del Programa de Cumplimiento propuesto a la Superintendencia del Medio Ambiente en el procedimiento administrativo sancionatorio F-041-2016, y a las medidas provisionales impuestas por el mismo organismo a través de Resolución Exenta N°1367/2020, de 6 de agosto de 2020, renovadas mediante Res. Ex. 2141/2020, de 28 de octubre de 2020, que disponen la continuidad de parte de las acciones incluidas en el programa de cumplimiento propuesto por SQM Salar S.A

De las variables meteorológicas

El análisis histórico de las variables meteorológicas considera la medición de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura, variables que condicionan en distinta medida el comportamiento de los niveles del PSAH. El registro histórico de precipitación muestra un cambio de tendencias en el tiempo, diferenciándose dos épocas. Durante el primer periodo, entre el 2007 y el 2011, se registraron pocos eventos de precipitación, mientras que, en forma posteriormente se observa un incremento de estas. Durante el periodo a reportar, se han registrado eventos de precipitación destacables sobre los 10 mm en la estación de Chaxa y también en KCL en el mes de agosto.

De la extensión lagunar

Este periodo contempla el levantamiento de información respecto de esta variable mediante estacas perimetrales, las cuales no se han podido llevar a cabo debido a las restricciones de ingreso a los sistemas, bien por encontrarse dentro de la RNF (lagunas Barros Negros, Chaxa y Puilar), o bien por no contar con la autorización de la Comunidad de Peine (lagunas Salada y Saladita).

Para este periodo no se contempla la medición mediante imágenes satelitales de alta resolución, ya que la aplicación de esta técnica tiene una frecuencia anual y se hace coincidir para todos los meses de abril (primer semestre de cada año).

De los caudales de agua superficial

En este periodo de mediciones no ha sido posible acceder a los puntos de aforos; debido a la prohibición de ingreso a RNF para el caso de los puntos Aforo Barros Negros y Puente San Luis y la prohibición de ingreso a los sectores del Sistema Peine en que se sitúan los puntos Aforo Salada y Aforos Saladita. Por lo que no se cuenta con mediciones manuales.

En el caso de la medición continua del punto Puente San Luis Aforo, posteriormente al cierre del presente semestre reportado, se logró acceder y se prosiguió con la descarga de los datos. Este punto llevaba sin ser visitado desde el 27 de mayo de 2020 (8 meses en total); ha mostrado haber estado en falla durante todos estos meses, por lo que los datos de este periodo no se han

validado. En este sentido, se resalta la necesidad de poder mantener una periodicidad como mínimo mensual para la visita de este punto en concreto, lo que permitiría poder realizar las mantenciones necesarias y detectar a tiempo desviaciones en los instrumentos.

De la calidad química de aguas superficiales y subterráneas

En relación a la calidad físico-química de las aguas superficiales y subterráneas, y en base a las mediciones y muestras que se han logrado tomar, es posible concluir que la gran mayoría de los parámetros monitoreados durante el segundo semestre del año 2020 se encuentran dentro del rango histórico, con excepciones aisladas que no sugieren un comportamiento anómalo del sistema ni se evidencian tendencias generalizadas.

De las extracciones de agua industrial

Los pozos que se encuentran 100 % operativos son el CA-2015 (Sistema Vegetación Borde Este) y el Socaire-5B (Sistema Aguas de Quelana). Durante el segundo semestre de 2020 se han mantenido por debajo de los límites ambientalmente aprobados.

Del resto, en el Sistema Soncor, el pozo Mullay-1 permanece detenido durante este semestre (se detuvo en el mes de marzo 2020) y el pozo Allana permanece con su caudal reducido al 50 % desde febrero 2020. En el Sistema de Aguas de Quelana, el pozo Camar-2 detuvo sus operaciones a partir de enero de 2018.

De la posición de la cuña salina

En el presente semestre de reporte, no han podido realizarse los perfiles de conductividad eléctrica de los pozos Cuña 5, Cuña 6, Cuña 7 y L10-1, el primero debido a situarse dentro de RNF, los otros por no contar con la autorización de la Comunidad de Peine en los sectores donde se encuentran estos puntos. Respecto de los perfiles que sí se han realizado (Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 en el Sistema Soncor, Cuña 4 y L4-3 en el Sistema Aguas de Quelana), se observa que la interfaz se mantiene con un comportamiento estable y sin tendencia en el tiempo.

8. REFERENCIAS

Amphos 21 Actualización del modelo conceptual del sector Soncor, Informe para SQM [Informe]. - Santiago : [s.n.], 2009a.

Fetter Charles Willard Applied Hydrogeology [Libro]. - New Jersey : Prentice Hall, 2001.

IDAEA-CSIC Informe de Efectividad de Acción [Informe]. - Barcelona : [s.n.], 2018.

IDAEA-CSIC Informe de Investigación producto de la activación del plan de contingencia en los puntos L1-5 y reglilla L1-G4 [Informe]. - Barcelona : [s.n.], 2018.

Marazuela M. A [y otros] 3D mapping, hydrodynamics and modelling of the freshwater-brine mixing zone in salt flats similar to the Salar de Atacama (Chile) [Publicación periódica] // Journal of Hydrology 561. - 2018. - págs. 223–235.

SGA Soluciones en Gestión Ambiental Estudio hidrogeológico y modelo numérico Sector Sur del Salar de Atacama (Anexo 1). Estudio de Impacto Ambiental proyecto "Modificaciones del Sistema de Pozas de Evaporación solar en el Salar de Atacama de Rockwood Lithium" [Informe]. - Santiago : [s.n.], 2015.

SQM INFORME Nº 19 DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA [Informe]. - Santiago : [s.n.], 2016.

9. GLOSARIO Y ABREVIACIONES

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

Cota piezométrica: Altura del agua/salmuera respecto al nivel medio del mar.

Cota de punto de referencia: Altura del punto de referencia respecto al nivel medio del mar, desde donde se mide el nivel del agua y/o salmuera.

Cota punto: Definición equivalente a Cota de punto de referencia indicada en los Informes N°1 y N°2 de Integrant, 2007.

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

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.

LD: Límite de detección.

LM: Límite de medición (superior).

LT: Level Troll (equipo para medición en continuo de niveles basado en sensores de presión hidroestática).

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

PC: Plan de Contingencias.

PSA: Plan de Seguimiento Ambiental.

PSAH: Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico.

PSAD 56: Datum geodésico o sistema de referencia geodésico provisional sudamericano del año 1956 (Provisional Sudamericano datum 1956).

WGS84: sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio de tres unidades dadas. WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984.

Remedición: medición que se realiza sobre un punto ya medido previamente, con la finalidad de ratificar el resultado original.