



PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HÍDRICO (PSAH)

Proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”

Informe Anual N° 7

Período Enero – Diciembre 2022



Región de Antofagasta

Marzo 2023

INDICE GENERAL

1	RESUMEN.....	19
2	INTRODUCCIÓN.....	32
3	OBJETIVOS.....	44
4	MATERIALES Y MÉTODOS	45
4.1	Área de estudio	45
4.2	Variables Ambientales, Parámetros y Ubicación de los Puntos de Medición y Muestreo	49
4.2.1	Implementación del Plan de Monitoreo	51
4.2.2	Red de Monitoreo Variables Meteorológicas	53
4.2.3	Red de Monitoreo de Evapotranspiración	55
4.2.4	Red de Monitoreo Superficie Cubierta por Lagunas	59
4.2.5	Red de Monitoreo de Nivel, Posición Interfase Salina, Aforos y Calidad Química	62
4.2.6	Red de Monitoreo Pozos de Bombeo de Salmuera y de Agua dulce-salobre.....	80
4.2.7	Red del Plan de Alerta Temprana	84
4.3	Metodología y Materiales/Equipos de Muestreo, Medición y Análisis	90
4.3.1	Medición de Variables Meteorológicas.....	90
4.3.2	Medición de Evapotranspiración	91
4.3.3	Medición de la Superficie Cubierta por Lagunas	97
4.3.4	Medición del Nivel Limnimétrico de las Lagunas	104
4.3.5	Medición de Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre	108
4.3.6	Medición de Posición de la Interfase Salina	110
4.3.7	Muestreo y Análisis de la Calidad Química de agua superficial y subterránea	111
4.3.8	Medición de los Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre	119
4.4	Fechas campañas 2022	120
5	RESULTADOS Y ANÁLISIS POR VARIABLE	123
5.1	Variables meteorológicas	123
5.1.1	Precipitación	130
5.1.2	Temperatura	135
5.1.3	Presión atmosférica.....	140
5.1.4	Evaporación.....	141
5.2	Evapotranspiración.....	145
5.2.1	Sector La Punta-La Brava	147
5.2.2	Sector Peine	150
5.2.3	Sector Norte y Borde Este.....	154
5.2.4	Sector Núcleo	159
5.3	Superficie Cubierta por Lagunas.....	162

5.3.1	La Punta - La Brava.....	163
5.3.2	Peine.....	168
5.3.3	Aguas de Quelana.....	173
5.3.4	Soncor	178
5.4	Nivel limnimétrico de las lagunas	183
5.4.1	Sector La Punta-La Brava	184
5.4.2	Sector Peine	190
5.4.3	Sector Norte y Borde Este.....	198
5.5	Caudales Superficiales.....	203
5.6	Nivel freático en salmuera y agua dulce-salobre	209
5.6.1	Sector La Punta – La Brava	210
5.6.2	Sector Peine	241
5.6.3	Sector Norte y Borde Este.....	259
5.6.4	Sector Núcleo	262
5.7	Posición de la Interfase Salina	302
5.7.1	Sector La Punta – La Brava	303
5.7.2	Sector Peine	346
5.7.3	Sector Norte y Borde Este.....	386
5.8	Calidad Química del agua superficial y subterránea.....	393
5.8.1	Sector La Punta – La Brava	448
5.8.2	Sector Peine	507
5.8.3	Sector Norte y Borde Este.....	565
5.8.4	Química de los Pozos de Extracción.....	623
5.9	Caudales bombeados en salmuera y en agua dulce-salobre	630
5.9.1	Caudales bombeados en salmuera.....	630
5.9.2	Caudales bombeados en agua dulce-salobre.....	645
5.10	Red del Plan de Alerta Temprana	651
5.10.1	Sector de Alerta Norte	653
5.10.2	Sector de Alerta Núcleo.....	661
5.10.3	Sector de Alerta Acuífero	666
5.10.4	Medidas asociadas a los PAT	672
6	DISCUSIONES.....	678
6.1	Análisis en relación con límites establecidos en la RCA N°21/2016	678
6.1.1	Superficie cubierta por lagunas	678
6.1.2	Nivel Limnimétrico de las Lagunas.....	680
6.1.3	Aforos de Caudales Superficiales	682
6.1.4	Niveles Freáticos en Salmuera y en agua dulce-salobre.....	683
6.1.5	Posición de la Interfase Salina	689

6.1.6	Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea.....	690
6.1.7	Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre	690
6.2	Análisis del año hidrológico	693
6.3	Altura Limnimétrica en Laguna la Punta	698
6.4	Análisis de la evolución temporal de la evapotranspiración	704
6.4.1	Evapotranspiración mediante domos	704
6.4.2	Evaporación de lámina libre	705
6.5	Análisis integrado de la información por sectores.....	707
6.5.1	Sector La Punta – La Brava	707
6.5.2	Sector Peine	722
6.5.3	Sector Norte y Borde Este.....	735
6.5.4	Sector Núcleo	748
6.6	Discusión y Revisión del Estado del PAT	755
6.6.1	Sector Alerta Núcleo.....	755
6.6.2	Sector Alerta Acuífero	756
6.6.3	Sector Alerta Norte	758
6.7	En relación Reportabilidad a entregables 2022, en el marco de la RCA N°21/2016.....	760
6.7.1	En relación con los Lisímetros, Considerando 10.5 y 10.6 de RCA N°21/2016.	760
6.7.2	En relación con Modelo Hidrogeológico, Considerando 10.7 de RCA N°21/2016	760
6.7.3	En relación con la cota topográfica de referencia, Considerando 10.10 de la RCA N°21/2016.....	760
6.7.4	En relación con Verificación Efecto Sinérgico, Considerando 10.16 y 10.20 de RCA N°21/2016.....	761
6.7.5	En relación con los entregables asociados a las activaciones de los PAT.....	761
6.8	En relación con la conexión en línea y reporte electrónico para el monitoreo del componente hídrico, Resolución Exenta SMA N° 1.314/2020.....	763
7	CONCLUSIONES.....	764
8	REFERENCIAS.....	775

INDICE FIGURAS

Figura 4-1 Plano de Ubicación General del Salar de Atacama	46
Figura 4-2 Definición de Zonas y sub-cuencas del Salar y Sectores Asociados con el PSAH	48
Figura 4-3 Ubicaciones de las Estaciones Meteorológicas	54
Figura 4-4 Red Monitoreo Evapotranspiración	57
Figura 4-5 Red Superficie Cubierta por Lagunas.....	61
Figura 4-6 Puntos de Monitoreo Sector La Punta-La Brava	64
Figura 4-7 Puntos de Monitoreo Sector Peine	68
Figura 4-8 Puntos de Monitoreo Sector Norte y Borde Este.....	72
Figura 4-9 Puntos de Monitoreo Sector Núcleo	75
Figura 4-10 Ubicación Puntos de Bombeo Salmuera	83
Figura 4-11 Ubicación Puntos PAT	85
Figura 4-12 Esquema de la cámara semiesférica dispuesta en terreno, con ventiladores y psicrómetro instalados	91
Figura 4-13 Preparación del terreno e instalación del domo	94
Figura 4-14 Densidad de vapor de agua al interior de la cámara semiesférica	95
Figura 4-15 Ejemplo de cálculo de evaporación diaria	97
Figura 4-16 Diagrama del proceso de transformación y depuración de imágenes formato de cobertura continua (ráster) a polígonos (shape)	103
Figura 4-17 Medición de nivel en reglilla.....	105
Figura 4-18 Esquema de medición de caudal de aforo	106
Figura 4-19 Aforo con molinete	107
Figura 4-20 Esquema de sección de aforo con dos polígonos.....	108
Figura 4-21 Medición de Nivel de Agua/Salmuera en Piezómetros	109
Figura 4-22 Sonda SEBA Hydrometrie con sensor MPS-D3.....	110
Figura 5-1 Precipitación diaria con data histórica, periodo 2009-2022.....	130
Figura 5-2 Precipitación mensual con data histórica, periodo 2002-2022.....	131
Figura 5-3 Precipitación anual EM-Rockwood, periodo 2002-2022.....	132
Figura 5-4 Precipitación por año hidrológico EM-Rockwood, año hidrológico 2003-2021	132
Figura 5-5 Temperaturas extremas diarias [°C], periodo 2009-2022.....	136
Figura 5-6 Distribución T° mínimas por año EM-ROCKWOOD [°C], periodo 2009-2022	138
Figura 5-7 Distribución T° máximas por año EM-ROCKWOOD [°C], periodo 2009-2022	139
Figura 5-8 Presión atmosférica diaria, periodo 2016-2021	140
Figura 5-9 Evaporación diaria, periodo 2009-2022.....	142
Figura 5-10 Distribución Evaporación Lámina Libre EM-ROCKWOOD/SCL [mm], periodo 2009-2022	144
Figura 5-11 Mapa ubicación puntos de monitoreo de evapotranspiración sector La Punta – La Brava	148
Figura 5-12 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-19, Sector La Punta-La Brava	149
Figura 5-13 Evolución de la evapotranspiración en los puntos EVT-20, EVT-21 y EVT-22, Sector La Punta-La Brava.....	150
Figura 5-14 Mapa ubicación puntos de monitoreo de evapotranspiración sector Peine	151
Figura 5-15 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-18, Sector Peine	153
Figura 5-16 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-15, EVT-16, EVT-17 y EVT-23, Sector Peine	153
Figura 5-17 Mapa ubicación puntos de monitoreo de evapotranspiración sector Norte y Borde	155
Figura 5-18 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-5, Sector Norte	157
Figura 5-19 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-1, EVT-2, EVT-3 y EVT-4, Sector Norte	158
Figura 5-20 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-11 y EVT-12, Borde Este.....	158
Figura 5-21 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-6, EVT-7 y EVT-8, Sector Norte y Borde Este	159

Figura 5-22 Mapa ubicación puntos de monitoreo de evapotranspiración sector Núcleo	Fuente:
Elaboración propia	160
Figura 5-23 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-9, EVT-10 y EVT-13, Sector Núcleo	.....
.....	161
Figura 5-24 Registros históricos y superficie de los cuerpos de agua, sistema lagunar La Punta - La Brava.	.....
.....	163
Figura 5-25 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades 1-A y Landsat 8 en el sistema lagunar La Punta - La Brava, agosto 2022 – diciembre 2022.	.....
.....	165
Figura 5-26 Registros de superficies lagunares de seguimiento (inviernos 2016 a 2022), sector La Punta - La Brava, a partir de imágenes Pleiades 1-A.	.....
.....	166
Figura 5-27 Registros de superficies lagunares de seguimiento (inviernos 2016 a 2022), sector La Punta - La Brava, a partir de imágenes Landsat 8.	.....
.....	166
Figura 5-28 Registros de superficies lagunares de seguimiento veranos (diciembre 2016 a 2022), sector La Punta - La Brava, a partir de imágenes Pleiades 1-A.	.....
.....	167
Figura 5-29 Registros de superficies lagunares de seguimiento veranos (diciembre 2016 a 2022), sector La Punta - La Brava, a partir de imágenes Landsat 8.	.....
.....	167
Figura 5-30 Registros históricos y superficie de los cuerpos de agua, sistema lagunar Peine.	.....
.....	168
Figura 5-31 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades 1-A y Landsat 8 en el sistema lagunar Peine, agosto – diciembre 2022.	.....
.....	170
Figura 5-32 Registros de superficies lagunares de seguimiento inviernos (agosto 2016 a 2022), sector Peine, a partir de imágenes Pleiades 1-A.	.....
.....	171
Figura 5-33 Registros de superficies lagunares de seguimiento inviernos (agosto 2016 a 2022), sector Peine, a partir de imágenes Landsat 8.	.....
.....	171
Figura 5-34 Registros de superficies lagunares de seguimiento veranos (diciembre 2016 a 2022), sector Peine, a partir de imágenes Pleiades 1-A.	.....
.....	172
Figura 5-35 Registros de superficies lagunares de seguimiento veranos (diciembre 2016 a 2022), sector Peine, a partir de imágenes Landsat 8.	.....
.....	172
Figura 5-36 Registros históricos y superficie de los cuerpos de agua sistema lagunar Aguas de Quelana	.....
.....	173
Figura 5-37 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades 1-A y Landsat 8 en el sistema lagunar Aguas de Quelana, agosto – diciembre 2022.	.....
.....	175
Figura 5-38 Registros de superficies lagunares de seguimiento inviernos (agosto 2016 a 2022), sector Aguas de Quelana, a partir de Pleiades 1-A.	.....
.....	176
Figura 5-39 Registros de superficies lagunares de seguimiento inviernos (agosto 2016 a 2022), sector Aguas de Quelana, de imágenes Landsat 8.	.....
.....	176
Figura 5-40 Registros de superficies lagunares de seguimiento veranos (diciembre 2016 a 2022), Aguas de Quelana, imágenes Pleiades 1-A.	.....
.....	177
Figura 5-41 Registros de superficies lagunares de seguimiento veranos (diciembre 2016 a 2022), sector Aguas de Quelana, Landsat 8.	.....
.....	177
Figura 5-42 Registros históricos y superficie de los cuerpos de agua, sistema lagunar Soncor.	.....
.....	178
Figura 5-43 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades 1-A y Landsat 8 en el sistema lagunar Soncor, agosto – diciembre 2022.	.....
.....	180
Figura 5-44 Registros de superficies lagunares de seguimiento inviernos (agosto 2016 a 2022), sector Soncor, a partir de imágenes Pleiades 1-A.	.....
.....	181
Figura 5-45 Registros de superficies lagunares de seguimiento inviernos (agosto 2016 a 2022), sector Soncor, a partir de imágenes Landsat 8.	.....
.....	181
Figura 5-46 Registros de superficies lagunares de seguimiento veranos(diciembre 2016 a 2022), sector Soncor, a partir de imágenes Pleiades 1-A.	.....
.....	182
Figura 5-47 Registros de superficies lagunares de seguimiento veranos(diciembre 2016 a 2022), sector Soncor, a partir de imágenes Landsat 8.	.....
.....	182
Figura 5-48 Puntos de monitoreo de nivel limnimétrico, sector La Punta-La Brava	.....
.....	186
Figura 5-49 Evolución histórica de nivel limnimétrico (2016-2022), sector La Punta - La Brava (parte 1 de 2) Zona de Tilopozo	.....
.....	189

Figura 5-50 Evolución histórica de nivel limnimétrico (2016-2022), sector La Punta - La Brava (parte 2 de 2)	189
Figura 5-51 Mapa de ubicación puntos de monitoreo niveles limnimétricos, sector Peine	191
Figura 5-52 Evolución histórica de nivel limnimétrico en sector Peine	195
Figura 5-53 Evolución histórica de nivel limnimétrico en sector Peine	197
Figura 5-54 Evolución histórica de nivel limnimétrico en sector Peine	198
Figura 5-55 Mapa de ubicación puntos de monitoreo nivel limnimétrico, sector Norte y Borde Este .	199
Figura 5-56 Evolución histórica de nivel limnimétrico, sector Norte y Borde Este.....	202
Figura 5-57 Ubicación Puntos de Sección de Aforo PSAH	204
Figura 5-58 Diagramas de Cajas y Bigotes Caudales Aforados.....	206
Figura 5-59 Variación temporal de caudales superficiales Aforados.....	208
Figura 5-60 Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del sector La Punta-La Brava.	212
Figura 5-61 Hidrogramas de los puntos de observación del Norte, Centro y Este de las lagunas del sector La Punta-La Brava.....	232
Figura 5-62 Hidrogramas de los puntos de observación del sector Sur de las lagunas, sector La Punta-La Brava	235
Figura 5-63 Hidrogramas de los puntos de observación del sector Borde Sur 1, sector La Punta-La Brava	239
Figura 5-64 Hidrogramas de los puntos de observación del sector Borde Sur 2, sector La Punta-La Brava	240
Figura 5-65 Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del sector Peine	242
Figura 5-66 Hidrogramas de los puntos de observación de los sectores Laguna Interna, Zona Media Lagunas e Inicio Laguna Salada, sector Peine	257
Figura 5-67 Hidrogramas de los puntos de observación del sector Borde Este y sur de Peine	258
Figura 5-68 Mapa de ubicación puntos de monitoreo sector Norte y Borde Este	261
Figura 5-69 Mapa de ubicación puntos de monitoreo sector Núcleo.....	265
Figura 5-70 Hidrogramas de los pozos de observación de los sectores Núcleo Centro Norte y Núcleo Oeste	299
Figura 5-71 Hidrogramas de los pozos de observación del sector Núcleo Este	300
Figura 5-72 Hidrogramas de los pozos de observación de la Zona de Producción	301
Figura 5-73 Ubicación puntos de medición de perfiles de conductividad eléctrica, Sector La Punta – La Brava	304
Figura 5-74 Perfiles de C.E. en el punto MP-01C año 2022.....	332
Figura 5-75 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-01C	333
Figura 5-76 Perfiles de C.E. en el punto MP-03C año 2022.....	335
Figura 5-77 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-03C.....	336
Figura 5-78 Perfiles de C.E. en el punto MP-04C año 2022.....	337
Figura 5-79 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-04C.....	338
Figura 5-80 Perfiles de C.E. en el punto MP-05C año 2022.....	339
Figura 5-81 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-05C.....	340
Figura 5-82 Perfiles de C.E. en el punto MP-06C año 2022.....	342
Figura 5-83 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-06C.....	343
Figura 5-84 Perfiles de C.E. en el punto MP-09C año 2022.....	344
Figura 5-85 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-09C.....	345
Figura 5-86 Ubicación puntos de medición de perfiles de conductividad eléctrica, Sector Peine.....	346
Figura 5-87 Perfiles de C.E. en el punto MP-07C-1 año 2022	372
Figura 5-88 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-07C-1	373
Figura 5-89 Perfiles de C.E. en el punto MPS-AC año 2022.....	374
Figura 5-90 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MPS-AC	375
Figura 5-91 Perfiles de C.E. en el punto MPS-CC año 2022.....	378
Figura 5-92 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MPS-CC.....	379
Figura 5-93 Perfiles de C.E. en el punto PP-01 año 2022.....	380
Figura 5-94 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-01	381

Figura 5-95 Perfiles de C.E. en el punto PP-02 año 2022.....	382
Figura 5-96 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-02.....	383
Figura 5-97 Perfiles de C.E. en el punto PP-03 año 2022.....	384
Figura 5-98 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-03.....	385
Figura 5-99 Ubicación puntos de medición de perfiles de conductividad eléctrica, Sector Norte y Borde Este.....	386
Figura 5-100 Perfiles de C.E. en el punto MP-12C año 2022.....	391
Figura 5-101 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-12C.....	392
Figura 5-102 Localización puntos de monitoreo Sector La Punta – La Brava.....	448
Figura 5-103 Diagrama de Caja, pH <i>in situ</i> histórico, Sector La Punta-La Brava.....	450
Figura 5-104 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica <i>in situ</i> histórico (µS/cm), Sector La Punta-La Brava.....	451
Figura 5-105 Diagrama de Caja, SDT <i>in situ</i> histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	454
Figura 5-106 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. <i>in situ</i> histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	455
Figura 5-107 Diagrama de Caja, Temperatura <i>in situ</i> histórico (°C), Sector La Punta-La Brava.....	456
Figura 5-108 Variación Temporal: pH, Temperatura y CE <i>in situ</i> , Sector La Punta-La Brava.....	458
Figura 5-109 Variación Temporal: SDT y OD <i>in situ</i> , Sector La Punta-La Brava.....	459
Figura 5-110 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico, Sector La Punta-La Brava.....	461
Figura 5-111 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico (µS/cm), Sector La Punta-La Brava.....	462
Figura 5-112 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	463
Figura 5-113 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/ml), Sector La Punta-La Brava.....	464
Figura 5-114 Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector La Punta-La Brava.....	465
Figura 5-115 Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector La Punta-La Brava.....	466
Figura 5-116 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	470
Figura 5-117 Variación Temporal: HCO ₃ en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	471
Figura 5-118 Variación Temporal: NO ₃ en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	472
Figura 5-119 Variación Temporal: SO ₄ en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	473
Figura 5-120 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	474
Figura 5-121 Variación Temporal: K disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	475
Figura 5-122 Variación Temporal: Mg disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	476
Figura 5-123 Variación Temporal: Na disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	477
Figura 5-124 Diagrama de Piper, campaña enero 2022, Sector La Punta-La Brava.....	479
Figura 5-125 Diagrama de Piper, campaña febrero 2022, Sector La Punta-La Brava.....	480
Figura 5-126 Diagrama de Piper, campaña marzo 2022, Sector La Punta-La Brava.....	481
Figura 5-127 Diagrama de Piper, campaña abril 2022, Sector La Punta-La Brava.....	482
Figura 5-128 Diagrama de Piper, campaña julio-agosto 2022, Sector La Punta-La Brava.....	483
Figura 5-129 Diagrama de Piper, campaña octubre 2022, Sector La Punta-La Brava.....	484
Figura 5-130 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	487
Figura 5-131 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	488
Figura 5-132 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	489
Figura 5-133 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	490
Figura 5-134 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	491
Figura 5-135 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	494
Figura 5-136 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	495

Figura 5-137 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	496
Figura 5-138 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	500
Figura 5-139 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	501
Figura 5-140 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava .	502
Figura 5-141 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	503
Figura 5-142 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	504
Figura 5-143 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	505
Figura 5-144 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	506
Figura 5-145 Localización puntos de monitoreo Sector Peine	507
Figura 5-146 Diagrama de Caja, pH <i>in situ</i> histórico, Sector Peine.....	510
Figura 5-147 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica <i>in situ</i> histórico (µS/cm), Sector Peine.....	511
Figura 5-148 Diagrama de Caja, SDT <i>in situ</i> histórico (mg/l), Sector Peine.....	513
Figura 5-149 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto OD <i>in situ</i> histórico (mg/l), Sector Peine.....	514
Figura 5-150 Diagrama de Caja, Temperatura <i>in situ</i> histórico (°C), Sector Peine	515
Figura 5-151 Variación Temporal: pH, Temperatura, CE <i>in Situ</i> , Sector Peine	517
Figura 5-152 Variación Temporal: SDT y OD <i>in Situ</i> , Sector Peine	518
Figura 5-153 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico, Sector Peine.....	520
Figura 5-154 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico (µS/cm), Sector Peine.....	521
Figura 5-155 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	523
Figura 5-156 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/ml), Sector Peine	524
Figura 5-157 Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector Peine	525
Figura 5-158 Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector Peine	526
Figura 5-159 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine.....	530
Figura 5-160 Variación Temporal: HCO ₃ en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine.....	531
Figura 5-161 Variación Temporal: NO ₃ en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	532
Figura 5-162 Variación Temporal: SO ₄ en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	533
Figura 5-163 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	534
Figura 5-164 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	535
Figura 5-165 Variación Temporal: K disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	536
Figura 5-166 Variación Temporal: Mg disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine.....	537
Figura 5-167 Variación Temporal: Na disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	538
Figura 5-168 Diagrama de Piper, Campaña enero 2022 Sector Peine	539
Figura 5-169 Diagrama de Piper, Campaña febrero 2022, Sector Peine	540
Figura 5-170 Diagrama de Piper, Campaña marzo 2022, Sector Peine	541
Figura 5-171 Diagrama de Piper, Campaña abril 2022, Sector Peine.....	542
Figura 5-172 Diagrama de Piper, Campaña julio 2022, Sector Peine	543
Figura 5-173 Diagrama de Piper, Campaña octubre 2022, Sector Peine	544
Figura 5-174 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine.....	547
Figura 5-175 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine.....	548
Figura 5-176 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	549
Figura 5-177 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	550
Figura 5-178 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine.....	551
Figura 5-179 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	553
Figura 5-180 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	554
Figura 5-181 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	555
Figura 5-182 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	558
Figura 5-183 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	559
Figura 5-184 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	560
Figura 5-185 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	561
Figura 5-186 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	562
Figura 5-187 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	563
Figura 5-188 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine.....	564

Figura 5-189 Localización puntos de monitoreo Sector Norte y Borde Este	565
Figura 5-190 Diagrama de Caja, pH in situ histórico, Sector Norte y Borde Este	567
Figura 5-191 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica in situ histórico ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Sector Norte y Borde Este	569
Figura 5-192 Diagrama de Caja, SDT <i>in situ</i> histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	570
Figura 5-193 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. <i>in situ</i> histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	572
Figura 5-194 Diagrama de Caja, Temperatura <i>in situ</i> histórico ($^{\circ}\text{C}$), Sector Norte y Borde Este	573
Figura 5-195 Variación Temporal: pH, Temperatura y CE in situ, Sector Norte y Borde Este	575
Figura 5-196 Variación Temporal: SDT y OD in situ, Sector Norte y Borde Este	576
Figura 5-197 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico, Sector Norte y Borde Este	578
Figura 5-198 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Sector Norte y Borde Este	579
Figura 5-199 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	581
Figura 5-200 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/ml), Sector Norte y Borde Este	582
Figura 5-201 Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector Norte y Borde Este	583
Figura 5-202 Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector Norte y Borde Este	584
Figura 5-203 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	588
Figura 5-204 Variación Temporal: HCO_3 en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este .	589
Figura 5-205 Variación Temporal: NO_3 en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	590
Figura 5-206 Variación Temporal: SO_4 en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	591
Figura 5-207 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	592
Figura 5-208 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	593
Figura 5-209 Variación Temporal: K disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	594
Figura 5-210 Variación Temporal: Mg disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	595
Figura 5-211 Variación Temporal: Na disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	596
Figura 5-212 Diagrama de Piper, Campaña enero 2022, Sector Norte y Borde Este	597
Figura 5-213 Diagrama de Piper, Campaña febrero 2022, Sector Norte y Borde Este	598
Figura 5-214 Diagrama de Piper, Campaña marzo 2022, Sector Norte y Borde Este	599
Figura 5-215 Diagrama de Piper, Campaña abril 2022, Sector Norte y Borde Este	600
Figura 5-216 Diagrama de Piper, Campaña julio 2022, Sector Norte y Borde Este	601
Figura 5-217 Diagrama de Piper, Campaña octubre 2022, Sector Norte y Borde Este	602
Figura 5-218 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	605
Figura 5-219 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	606
Figura 5-220 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	607
Figura 5-221 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	608
Figura 5-222 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	609
Figura 5-223 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este,	611
Figura 5-224 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	612
Figura 5-225 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	613
Figura 5-226 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	616

Figura 5-227 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	617
Figura 5-228 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	618
Figura 5-229 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	619
Figura 5-230 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	620
Figura 5-231 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	621
Figura 5-232 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	622
Figura 5-233 Diagrama de caja calidad química de pozos de bombeo agua dulce-salobre (ppm)	626
Figura 5-234 Variación temporal de Calcio, Litio y Magnesio en pozos Peine, Tilopozo y Tucúcaro .	628
Figura 5-235 Variación temporal de Potasio, Sodio y Sulfato en pozos Peine, Tilopozo y Tucúcaro .	629
Figura 5-236 Mapa de ubicación de los pozos de extracción de salmuera de Albemarle.....	631
Figura 5-237 Caudales Promedio Mensuales de Extracción de Salmuera por zona, año 2022	640
Figura 5-238 Extracción mensual de salmuera de Albemarle, periodo 1983-2022 (extracción total de zonas A1 y A2)	641
Figura 5-239 Volumen anual y caudal medio anual año calendario en salmuera de Albemarle, periodo 1983-2022	641
Figura 5-240 Caudal medio año operacional 2022	643
Figura 5-241 Volumen anual y caudal medio anual año calendario en salmuera de Albemarle, periodo 1983-2020 y año operacional periodo 2021-2022	643
Figura 5-242 Caudales mensuales por zona año operacional 2022	645
Figura 5-243 Caudales mensuales históricos bombeados en Vertiente Tilopozo	647
Figura 5-244 Caudales mensuales históricos bombeados en pozo Tucúcaro	647
Figura 5-245 Caudales mensuales históricos bombeados en pozo Peine	648
Figura 5-246 Caudal extraído desde Vertiente Tilopozo y Tucúcaro durante año calendario 2022 ...	649
Figura 5-247 Caudal extraído desde Vertiente Tilopozo y Tucúcaro durante año operacional 2022 .	650
Figura 5-248 Ubicación puntos de monitoreo del Plan de Alerta Temprana (PAT).....	652
Figura 5-249 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L1-G4 Pozo.....	656
Figura 5-250 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L1-5.....	657
Figura 5-251 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L3-9.....	658
Figura 5-252 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L5-10.....	659
Figura 5-253 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L4-12.....	660
Figura 5-254 Niveles Punto de Monitoreo PN-05B	663
Figura 5-255 Niveles Punto de Monitoreo PN-08A	664
Figura 5-256 Niveles Punto de Monitoreo PN-14B	665
Figura 5-257 Niveles Punto de Monitoreo PN-16B	665
Figura 5-258 Niveles Punto de Monitoreo BA-05.....	667
Figura 5-259 Niveles Punto de Monitoreo BA-07.....	668
Figura 5-260 Niveles Punto de Monitoreo BA-16.....	670
Figura 5-261 Niveles Punto de Monitoreo BA-28.....	671
Figura 5-262 Niveles Punto de Monitoreo BA-30.....	671
Figura 6-1 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-05B.....	685
Figura 6-2 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-08A.....	685
Figura 6-3 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-14B.....	686
Figura 6-4 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-16B.....	686
Figura 6-5 Relación niveles freáticos Sector La Punta y La Brava (LPLB) y Peine versus precipitación	688
Figura 6-6 Evolución de niveles acuífero dulce-salobre y precipitaciones en el borde Este. Sistema Peine	689
Figura 6-7 Ubicación puntos de monitoreo, Laguna La Punta.....	699
Figura 6-8 Comparación imágenes Landsat de invierno en Sector La Punta – La Brava. Superior: agosto 1986 (izquierda) y Julio 1994 (derecha). Inferior: agosto 2010 (izquierda) y junio 2021 (derecha)	700
Figura 6-9 Cota limnimétrica en cubetas de laguna La Punta. Puntos D, E y F (MEL), período 1994-2020	701
Figura 6-10 Cota Limnimétrica Punto F (MEL), Cubeta Noreste Laguna La Punta. 1994-2021	702

Figura 6-11 Comparación Cota Limnimétrica Puntos F, LM-01 y LM-02, Cubeta Noreste Laguna La Punta. 2015 - 2022.....	702
Figura 6-12 Comparación Cota Limnimétrica Punto F y Cota Piezométrica BA-07, Sector Cubeta Noreste Laguna La Punta. 2013 - 2022.....	703
Figura 6-13 Evaporación de lámina libre estaciones EM-Rockwood y EM-SCL.....	706
Figura 6-14 Evolución de nivel freático en relación con la evaporación en el Sistema La Punta-La Brava.....	709
Figura 6-15 Evolución de nivel en relación con la precipitación en la zona de transición. Sistema La Punta-La Brava.....	710
Figura 6-16 Evolución de nivel profundos en relación con la precipitación en la zona de transición, línea norte. Sistema La Punta-La Brava.....	711
Figura 6-17 Evolución de niveles profundos próximos a vertiente Tilopozo. Sistema La Punta-La Brava.....	712
Figura 6-18 Evolución niveles piezómetros someros próximos a pozo Tucúcaro. Borde Oeste, Sistema La Punta-La Brava.....	713
Figura 6-19 Evolución niveles piezómetro somero próximo a la vertiente Tilopozo. Borde Sur,.....	714
Figura 6-20 Evolución de niveles en las lagunas del sistema La Punta-La Brava.....	715
Figura 6-21 Variación semestral de la superficie lagunar del sistema La Punta - La Brava (imágenes alta resolución).....	717
Figura 6-22 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector La Punta y la Brava.....	719
Figura 6-23 Evolución de conductividad eléctrica en multipiezómetros del sistema La Punta-La Brava.....	721
Figura 6-24 Evolución de nivel frente conductividad eléctrica en lagunas sistema La Punta-La Brava.....	722
Figura 6-25 Evolución de nivel en relación con la evaporación Sistema Peine.....	724
Figura 6-26 Evolución de nivel en relación con la precipitación sistema lagunar Peine.....	724
Figura 6-27 Evolución de niveles en el sector de la laguna Interna. Sector Peine.....	725
Figura 6-28 Evolución de niveles acuífero dulce-salobre y evaporación en el borde Este. Sistema Peine.....	726
Figura 6-29 Evolución de niveles acuífero dulce-salobre y precipitaciones en el borde Este. Sistema Peine.....	726
Figura 6-30 Evolución de niveles profundos, salmuera. Sector Peine.....	727
Figura 6-31 Evolución de niveles de lagunas en Sistema Peine respecto a la precipitación.....	728
Figura 6-32 Evolución de niveles de lagunas en Sistema Peine respecto a la evaporación.....	729
Figura 6-33 Evolución histórica de Caudales Aforados Sistema Peine.....	730
Figura 6-34 Variación semestral de la superficie lagunar del sistema Peine (imágenes alta resolución).....	732
Figura 6-35 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector Peine.....	734
Figura 6-36 Evolución de niveles de aguas superficiales versus evaporación. Sistema Aguas de QuelanaFuente: Elaboración propia.....	737
Figura 6-37 Evolución de niveles de pozos de aguas someras, salobres, al Sur del Sistema Aguas de Quelana versus precipitación.....	738
Figura 6-38 Variación semestral de la superficie lagunar del sistema Aguas de Quelana (imágenes alta resolución).....	739
Figura 6-39 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector Aguas de Quelana.....	741
Figura 6-40 Evolución de nivel en piezómetros de salmuera próximos al Sistema Soncor.....	743
Figura 6-41 Evolución de Nivel de Aguas superficiales en el Sistema lagunar Soncor respecto a las precipitaciones Fuente: Elaboración propia.....	744
Figura 6-42 Evolución de Nivel de Aguas superficiales en el Sistema lagunar Soncor respecto a la evaporación.....	744

Figura 6-43 Variación semestral de la superficie lagunar del sistema Soncor (imágenes alta resolución)	746
Figura 6-44 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector Soncor	747
Figura 6-45 Evolución de los niveles de Salmuera en el Sector Núcleo	750
Figura 6-46 Evolución de los niveles de Salmuera en el Sector Núcleo Norte y Este	751
Figura 6-47 Evolución de los niveles de Salmuera en el Sector Núcleo Zona de Producción	752
Figura 6-48 Descensos 2014-2022 sector La Punta-La Brava	753
Figura 6-49 Descensos 2015 -2022 sector Peine	754

INDICE TABLAS

Tabla 2-1 Proyectos y RCA consideradas en el Informe PSAH	33
Tabla 2-2 Componentes y Variables Ambientales reportados.....	34
Tabla 2-3 Identificación de Considerandos en las RCAs asociadas al PSAH.....	37
Tabla 2-4 Variables Ambientales comprometidas en el PSAH del Anexo 3 de Adenda 5	40
Tabla 2-5 Responsables de Mediciones, Muestreo y/o Análisis.....	43
Tabla 4-1 Resumen Variables Ambientales y Parámetros	49
Tabla 4-2 Detalle de las Estaciones Meteorológicas	53
Tabla 4-3 Red de Monitoreo de Evapotranspiración.....	56
Tabla 4-4 Domos utilizados para la medición de la EVT en 2022	59
Tabla 4-5 Vértices de los polígonos usados para evaluar superficie lagunar	60
Tabla 4-6 Red de Monitoreo Sector La Punta-La Brava	65
Tabla 4-7 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Norte y Borde Este	73
Tabla 4-8 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Núcleo	76
Tabla 4-9 Pozos de bombeo monitoreados año 2022, 81 puntos de extracción de salmuera y 3 puntos de extracción de agua dulce-salobre	80
Tabla 4-10 Indicadores de estado del PAT	87
Tabla 4-11 Descripción del PAT para cada sector.....	89
Tabla 4-12 Equipos de Estación Meteorológica.....	90
Tabla 4-13 Características domos utilizados para la medición de la EVT en 2022.....	92
Tabla 4-14 Equipos y materiales complementarios al uso de domos.....	92
Tabla 4-15 Factor de corrección por forma.....	96
Tabla 4-16 Materiales y Equipos para la medición de parámetros in situ	112
Tabla 4-17 Especificaciones técnicas equipo multiparámetro HI 98194	112
Tabla 4-18 Especificaciones técnicas equipo multiparámetro HI 98192	112
Tabla 4-19 Materiales y Equipos para la Toma de Muestras	113
Tabla 4-20 Materiales y Equipos para almacenamiento y Traslado de muestras	114
Tabla 4-21 Características de preservación de muestras	114
Tabla 4-22 Criterio estabilización de parámetros in situ para el muestreo de aguas	116
Tabla 4-23 Métodos de análisis en laboratorio	116
Tabla 4-24 Materiales y Equipos para la medición de Volúmenes Bombeados.....	120
Tabla 4-25 Fechas de Muestreo y Medición durante el año 2022.....	121
Tabla 4-26 Fechas de Muestreo y Medición adicionales asociadas a Activación Fase Única, PAT Sector Alerta Acuífero 2022.....	121
Tabla 4-27 Listado de variables por mes sin monitoreo	122
Tabla 5-1 Resumen registros por estación meteorológica	123
Tabla 5-2 Precipitación diaria [mm] en EM-Rockwood, año 2022	125
Tabla 5-3 Presión atmosférica diaria [mbar] en EM-Rockwood, año 2022.....	126
Tabla 5-4 Temperatura mínima diaria [°C] en EM-Rockwood, año 2022	127
Tabla 5-5 Temperatura máxima diaria en EM-Rockwood, año 2022	128
Tabla 5-6 Evaporación diaria [mm] en EM-Rockwood, año 2022.....	129
Tabla 5-7 Precipitación media mensual [mm] en estaciones meteorológicas en torno al Salar de Atacama	134
Tabla 5-8 Resumen información puntos de medición de evapotranspiración	146
Tabla 5-9 campaña de evapotranspiración 2022, Sector La Punta - La Brava	149
Tabla 5-10 Resultados campaña de evapotranspiración 2022, Sector Peine	152
Tabla 5-11 Resultados campaña de evapotranspiración 2022, Sector Norte y Borde Este	156
Tabla 5-12 Resultados campaña de evapotranspiración 2022, Sector Núcleo	161
Tabla 5-13 Superficies de cuerpos de agua estimadas a través de imágenes satelitales Pleiades 1-A en el monitoreo 2022 (invierno y verano).....	162
Tabla 5-14 Superficies de cuerpos de agua estimadas a través de imágenes satelitales Landsat 8 en el monitoreo 2022 (invierno y verano)	162

Tabla 5-15 Puntos de monitoreo para nivel limnimétrico, por sector	183
Tabla 5-16 Mediciones de nivel limnimétrico, en sector La Punta-La Brava, año 2022	187
Tabla 5-17 Mediciones de nivel limnimétrico, en sector Peine, año 2022	192
Tabla 5-18 Mediciones de nivel limnimétrico, año 2022, en sector Norte - Borde Este	200
Tabla 5-19 Resumen información puntos de medición de caudal de escorrentía superficial	205
Tabla 5-20 Resultados campañas de aforo año 2022	205
Tabla 5-21 Estadígrafos por punto de monitoreo de caudal	207
Tabla 5-22 Puntos de monitoreo para nivel piezométrico, por sector	210
Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022	213
Tabla 5-24 Periodo de registro red de monitoreo del sector Peine	241
Tabla 5-25 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2022	243
Tabla 5-26 Periodo de registro red de monitoreo del sector Norte y Borde Este	259
Tabla 5-27 Resultados mediciones de nivel en sector Norte y Borde este, año 2022	260
Tabla 5-28 Periodo de registro puntos de monitoreo sector Núcleo	262
Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022	266
Tabla 5-30 Puntos de realización de perfiles de conductividad eléctrica	302
Tabla 5-31 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C campañas año 2022	305
Tabla 5-32 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-03C campañas año 2022	313
Tabla 5-33 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-04C campañas año 2022	316
Tabla 5-34 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-05C campañas año 2022	321
Tabla 5-35 Resultados Perfilaje de C.E. punto MP-06C campañas año 2022	325
Tabla 5-36 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-09C campañas año 2022	329
Tabla 5-37 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-07C-1 campañas año 2022	347
Tabla 5-38 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-01 campañas año 2022	352
Tabla 5-39 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-02 campañas año 2022	356
Tabla 5-40 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-03 campañas año 2022	360
Tabla 5-41 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-AC campañas año 2022	366
Tabla 5-42 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-CC campañas año 2022	368
Tabla 5-43 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-12C campañas año 2022	387
Tabla 5-44 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña enero 2022 (1/3).....	396
Tabla 5-45 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña febrero 2022 (1/3) ...	402
Tabla 5-46 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña marzo 2022 (1/4)	408
Tabla 5-47 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña abril 2022 (1/5)	416
Tabla 5-48 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña julio y agosto 2022 (1/5)	426
Tabla 5-49 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña octubre 2022 (1/3)...	436
Tabla 5-50 de monitoreos de calidad fisicoquímica no realizados en 2022	442
Tabla 5-51 Clasificación de los tipos de agua	444
Tabla 5-52 Resultados Calidad Química de pozo Peine año 2022	624
Tabla 5-53 Resultados Calidad Química de vertiente Tilopozo año 2022	624
Tabla 5-54 Resultados Calidad Química de pozo Tucúcaro año 2022	625
Tabla 5-55 Estadígrafos, Calidad Química de pozos de bombeo agua dulce-salobre (ppm)	625
Tabla 5-56 Caudales y volúmenes bombeados en pozos de salmuera, año calendario 2022	632
Tabla 5-57 Caudales promedio y volúmenes bombeados de agua dulce-salobre, año calendario 2022	645
Tabla 5-58 Umbrales de Activación del sector de alerta Norte	654
Tabla 5-59 Umbrales de Activación aplicables año 2022	662
Tabla 5-60 Umbrales de Activación sector Alerta Acuífero	666
Tabla 5-61 Medidas asociadas a la activación del PAT por sector	672
Tabla 5-62 Regla de reducción de bombeo de agua y salmuera (Fase Única PAT Alerta Acuífero) .	673
Tabla 5-63 Regla de reducción de bombeo Fase II PAT Alerta Norte	674
Tabla 5-64 Aumento de la frecuencia monitoreo para la activación PAT	676
Tabla 6-1 Superficies mínimas de los sistemas lagunares (imágenes de alta resolución AR)	679

Tabla 6-2 Comparación valores mínimos superficie lagunar año 2022.....	679
Tabla 6-3 Regla de extracción aprobada, RCA N°21/2016	691
Tabla 6-4 Precipitaciones anuales (mm).....	694
Tabla 6-5 Precipitación Anual para diferentes probabilidades de excedencia	697
Tabla 6-6 Precipitación Anual Año 2022(mm)	697
Tabla 6-7 Medidas preventivas y acciones tomadas, PAT Alerta Acuífero	757
Tabla 6-8 Medidas preventivas y acciones tomadas, Fase II PAT Alerta Norte.....	759

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A: Variables Meteorológicas

Anexo A-1: Datos en escala diaria estación meteorológica de Albemarle (2009-2022)
Anexo A-2: Datos en escala mensual estación meteorológica de Albemarle (2001-2022)
Anexo A-3: Datos en escala mensual de estaciones DGA (PP mensuales 1970-2022)
Anexo A-4: Datos en escala mensual de estaciones de terceros (PP mensuales 1970-2022)
Anexo A-5: Registro de Datos Históricos Fuera de Rango
Planilla Anexo A Variables Meteorológicas (1970-2022).xlsx

Anexo B: Evapotranspiración

Registro Anexo B Evapotranspiración (2013-2022)
Planilla Anexo B Evapotranspiración (2013-2022).xlsx

Anexo C: Superficie cubierta por Lagunas

Anexo C-1: Informe “Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2022 – Verano 2022”
Anexo C-2: Registro Superficie cubierta por Lagunas (1972-2022)
Planilla Anexo C Superficie cubierta por Lagunas (1985-2022).xlsx

Anexo D: Nivel Limnimétrico de las Lagunas

Anexo D-1: Registro Niveles Limnímetros (2016-2022)
Anexo D-2: Registro Niveles Estacas (2016-2022)

Planilla Anexo D Nivel Limnimétrico de las Lagunas (2016-2022).xlsx

Anexo E: Caudales Superficiales

Registro Anexo E Caudales Superficiales (2014-2022)
Planilla SMA Anexo E Caudales Superficiales (2014-2022).xlsx

Anexo F: Niveles Freáticos en salmuera y en agua dulce-salobre

Anexo F-1: Registro Certificados de niveles emitidos por ETFA
Registro Anexo F Niveles Freáticos en salmuera y en agua dulce-salobre (1985-2022)
Planilla SMA Anexo F Niveles Freáticos en salmuera y en agua dulce-salobre (1985-2022).xlsx

Anexo G: Posición de la Interfase Salina

Registro Anexo G Posición de la Interfase Salina (2013-2022)
Planilla Anexo G Posición de la Interfase Salina (2013-2022).xlsx

Anexo H: Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea

Anexo H-1: Registro Calidad Química In-situ (2013-2022)

Anexo H-2: Registro Calidad Química Laboratorio (2013-2022)

Anexo H-3: Registro Certificados emitidos por ETFA

Anexo H-4: Registro de Calibración diaria del equipo multiparamétrico

Anexo H-5: Registro Estabilización de parámetros In-situ

Anexo H-6: Registro Cadena de custodia

Anexo H-7: Registro de Ajuste de Datos Históricos Fuera de Rango

Planilla Anexo H Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea (2013-2022).xlsx

Anexo I: Calidad química de puntos de extracción agua dulce-salobre

Registro Anexo I Calidad química de pozos de extracción agua dulce-salobre (2003-2022)

Planilla Anexo I Calidad química de pozos de extracción agua dulce-salobre (2003-2022).xlsx

Anexo J: Caudales Bombeados de salmuera y agua dulce-salobre

Registro Anexo J Caudales Bombeados de salmuera y agua dulce (1983-2022)

Planilla Anexo J Caudales Bombeados de salmuera y agua dulce-salobre (1983-2022).xlsx

Anexo K: Libreta de terreno

Anexo L: Registro de Permiso de Terceros

Anexo M: Respaldo Resoluciones, Ordinarios y Cartas

Anexo N: Responsables y Participantes del Informe Anual de Seguimiento Ambiental

LISTADO DE ANEXOS FORMATO SMA (RES 894/2019)

Caudales Superficiales, aforos.

2022_SMA_FormatoCaudalAguaSuperficial_AFORO.xlsx

Niveles de Aguas y Salmuera (pozos y limnímetros)

2022_Nivel de Agua y Salmuera Históricos.xlsx

Caudales de Bombeo

2020_SMA_Bombeos.xlsx

Calidad de Aguas (superficial y subterránea)

2022_SMA_CalidadAguaSupYSub-LPLB.xlsx

2022_SMA_CalidadAguaSupYSub-NyBE.xlsx

2022_SMA_CalidadAguaSupYSub-Peine.xlsx

2022_SMA_Planilla Calidad Agua 3 Pozos Bombeo.xlsx

Estratigrafía y perfiles de habilitación.

2022_SMA_Listado_puntos_subte PSAH_Res894 a Dic_2022.xlsx

2022_SMA_Reportabilidad 894 pozos Produccion_ALB_Salar a Dic-21.xlsx

2022_SMA_Eschema Habilitación y Estratigrafía_Puntos Sistema LPLB.pdf

2022_SMA_Eschema Habilitación y Estratigrafía_Puntos Sistema NyBE.pdf

2022_SMA_Eschema Habilitación y Estratigrafía_Puntos Sistema Peine.pdf

2022_SMA_Eschema Habilitación y Estratigrafía_ Sistema Núcleo Actual.pdf

2022_SMA_Eschema Habilitación y Estratigrafía_ Sistema Núcleo.pdf

1 RESUMEN

El presente documento corresponde al **Informe Anual N° 7 del Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (en adelante PSAH)**, el cual forma parte de las obligaciones ambientales del titular Albemarle (en adelante ALB), derivadas de la Resolución de Calificación Ambiental N° 21 de fecha 20 de enero del 2016 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Antofagasta, en adelante RCA N° 21/2016, que calificó favorablemente el Proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”.

Específicamente, el PSAH da cumplimiento a lo establecido en el Considerando N° 7 de la RCA N° 21/2016 en lo relacionado con la componente hídrica (agua). El PSAH es un compromiso ambiental aplicable para las Fases de Operación y Cierre del Proyecto, por lo que, como la fase de operación inició en fecha 28 de septiembre de 2016, el presente Informe N° 7 del PSAH, entrega información de monitoreo del año 2022, corresponde al año N°7 de reportabilidad junto a toda la información histórica y de línea de base.

En este informe se recopilan los resultados del monitoreo de las variables ambientales del componente hídrico y se describen con un análisis histórico e integrado analizando la evolución del sistema y la verificación del comportamiento previsto por la evaluación ambiental del Proyecto. Las variables ambientales se presentan agrupadas en cuatro sectores de la cuenca, que son: La Punta-La Brava, Peine, Norte y Borde Este y Núcleo (área de extracción de salmuera). La estructura y contenidos del documento cumplen con las especificaciones de la Resolución Exenta N° 223 del 26 de marzo de 2015 de la Superintendencia del Medio Ambiente 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”.

Los monitoreos de todas las variables que se encuentran dentro de los alcances específicos autorizados¹ por la SMA fueron realizados con Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental correspondiente a la empresa Laboratorio SGS Chile Ltda. (código ETFA 023-01 y ETFA 023-

¹ De acuerdo a lo indicado por la SMA, aquellas actividades que no estén incluidos en los alcances de las ETFA autorizadas, podrán continuar desarrollándose de manera transitoria por empresas que cumplan con la R.E. N° 37/2013 de la Superintendencia del Medio Ambiente, que “Dicta e instruye normas de carácter general sobre Entidades de Inspección Ambiental y validez de reportes” (disponible en <http://entidadestecnicas.sma.gob.cl/Home/Documentos>), hasta que la SMA autorice a ETFA en dichos alcances. Respecto de aquellos alcances que involucren actividades muestreo, medición y/o análisis, para los que no existan empresas acreditadas por el Instituto Nacional de Normalización (INN), ni autorizadas por organismos de la administración del Estado (R.E. N° 37/2013 SMA), podrán seguir siendo ejecutados por las empresas que lo han realizado hasta ahora.

02) en adelante ETFA, cumpliendo así con lo señalado por la autoridad ambiental. En cuanto a la calidad química, comprometida monitorear en forma trimestral, en el mes de julio 2022, el parámetro Sólidos Disueltos Totales como medición en terreno cuenta con ETFA´s acreditadas para este alcance, por lo cual, la ETFA Ecogestión Ambiental Ltda (Código ETFA 031-01) realizó la medida de este parámetro en el último trimestre del año.

Por otra parte, durante 2022 entró en vigencia la R.E. N° 574/2022 de la SMA, donde se indica en el punto 5 Excepción al Sistema ETFA, que “No se requerirá que las actividades de muestreo y/o medición sean realizadas por una entidad técnica de fiscalización ambiental, en el componente agua, cuando tales actividades cumplan alguna de las siguientes tres condiciones:

- i) Para los parámetros Nivel freático y Nivel de agua, cuando el punto de medición no cuente con un valor límite o umbral de cumplimiento establecido en un instrumento de carácter ambiental de competencia de esta Superintendencia.
- ii) Para los siguientes parámetros, cuando las actividades de muestreo y/o medición sean realizadas con una frecuencia horaria (todas las horas) o diaria (todos los días)”.

De acuerdo con lo anterior, sólo se miden y reportan los niveles de los puntos PAT con una ETFA, que durante el año 2022 ha sido SGS Chile Ltda (Código ETFA 023-01).

Destaca efectivamente que el presente PSAH incluye el reporte de los puntos de activación del Plan de Alerta Temprana (PAT) y sus umbrales² establecidos con referencia en el Considerando N° 10.18 de la RCA N°21/2016, el cual “*permite detectar anticipadamente en el tiempo y el espacio desviaciones del nulo efecto pronosticado sobre los objetos de protección*” (sistemas lagunares).

Se verificó el comportamiento del sistema hídrico como respuesta tanto a las condiciones hidrológicas y meteorológicas como a la explotación del proyecto en los puntos del PAT. Al respecto, durante el año 2022 se presentaron las siguientes activaciones y desactivaciones de los sectores de alerta del PAT:

El **Sector de Alerta Norte**, se mantuvo activado en Fase II durante todo el año 2022, debido a la activación de esta fase por el punto L1-5 en junio del 2021, mientras que el punto L1-G4 Pozo, también sostuvo medidas bajo el umbral de fase II desde julio 2021. Desde el mes de enero 2022, el punto L5-10 también presentó mediciones bajo su umbral de Fase II hasta el

² Los umbrales están establecidos en el Capítulo 4, Anexo 3 de la Adenda 5 del Proyecto.

mes de mayo, y nuevamente desde octubre en adelante. El punto L4-12 presentó medidas bajo el umbral desde enero hasta abril de 2022.

El **Sector de Alerta Núcleo**, en septiembre 2022 registró una única medición bajo el umbral Fase I en el pozo PN-08A, lo que no activó el PAT, dadas las condiciones de activación para este sector.

Finalmente, en el **Sector de Alerta Acuífero**, en enero 2022 se activó el PAT en su Fase Única debido a la superación del umbral del pozo BA-07 durante tres medidas consecutivas (carta ALB-GMA-2022-SMA-010), recuperando sus niveles por sobre el umbral en abril de 2022. En febrero 2022, se produce la superación del umbral en el pozo BA-05, durante tres medidas quincenales consecutivas, dado que se estaba midiendo con frecuencia quincenal por la activación del PAT Acuífero a causa de BA-07. El PAT de este sector se desactiva en el mes de julio de 2022.

Las medidas preventivas comprometidas y adoptadas por Albemarle durante el año 2022, de acuerdo a las activaciones del PAT, fueron las que se listan a continuación y se detallan en el Capítulo 5-10:

Para el sector de Alerta Acuífero:

- Aumento de la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas.
- Reducción precautoria de la extracción de salmuera y agua industrial: entre los meses de febrero y julio, el caudal medio mensual de extracción de salmuera fue menor o igual a 382 l/s³ y para agua industrial se bombeó menos de 10,9 l/s.
- Revisión extraordinaria de los resultados y del seguimiento del Plan de Manejo Biótico: Esta revisión fue entregada en el informe de investigación de las causas del desvío de los pronósticos y activación del PAT, entregado mediante carta ALB-GMA-2022-SMA-038 en el mes de julio de 2022.
- Entrega mensual a la autoridad de los datos de monitoreo en formato digital (ver cartas de entregas mensuales en Anexo M).
- Investigación voluntaria de las causas del desvío de los pronósticos y activación del PAT el que fue entregado a la SMA mediante carta ALB-GMA-2022-SMA-038 en el mes de julio de 2022.

³ De acuerdo con la Res Ex N°724/2021 de la SMA, en el Resuelvo, letra a) "La reducción de 60 l/s en la extracción de salmuera desde el núcleo deberá ser aplicada respecto al caudal máximo autorizado de 442 l/s y en los meses en que corresponda mantener activada la medida, lo que implica que en dicho periodo Albemarle Ltda. podrá bombear un caudal máximo de 382 l/s como promedio mensual.

Para el sector de Alerta Norte:

- Entrega mensual a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital (ver cartas de entregas mensuales en Anexo M), lo que se sigue entregando desde 2021 hasta la fecha a la autoridad.
- Evaluación Técnica de efectividad de la medida de reducción de la extracción de salmuera y entrega de su informe correspondiente: Con fecha 30 de junio, Albemarle hace entrega del “1er Informe de Evaluación Técnica de la Efectividad de la Medida de Reducción de la Extracción de salmuera” por la activación de la Fase II del PAT Alerta Norte (ALB-GMA-2022-SMA-027).
- Reducción de la extracción de salmuera. Albemarle disminuyó su caudal de extracción de salmuera, donde las extracciones durante el año operacional⁴ no superaron el nuevo límite anual máximo (considerando los meses de julio a septiembre activados), calculado en base al siguiente promedio ponderado:

$$\text{Nuevo Límite (L/s)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de meses con medida activa} \times (442 - \text{monto de reducción}) + \text{N}^\circ \text{ de meses sin medida activa} \times 442}{12}$$

De acuerdo con lo anterior, en el año 2022 **Albemarle dio cumplimiento al caudal máximo de extracción de salmuera, de 414,4 l/s como promedio anual del año operacional, extrayendo 414,1 l/s de salmuera.**

Dando cumplimiento al seguimiento ambiental hídrico, se puede señalar para el año 2022, que:

- Se realizó el muestreo, medición y análisis del monitoreo en el sistema hidrológico e hidrogeológico general de acuerdo con lo comprometido.
- Se realizó el análisis histórico de las variables monitoreadas, enfatizando en el comportamiento de éstas durante el año 2022 con respecto a la data histórica existente, y comparada con los límites comprometidos.

⁴ De acuerdo a la Res Ex N°427/2021, en el Considerando 11, letra B.2: “Atendiendo a la fecha de inicio reportada por el titular, para efectos de la definición y verificación del caudal medio anual autorizado, esta Superintendencia considera que, de acuerdo a las obligaciones establecidas en la RCA N° 21/2016, cada “año” debe entenderse comprendido entre octubre del año “t” y septiembre del año “t+1” (periodo de 12 meses corridos); y la Res Ex N°1510/2021 de la SMA, en su Resuelvo, Primero: “...para el cálculo y verificación del promedio anual de salmuera, corresponde a un periodo de 12 meses comprendido entre el 01 de octubre del año “t” y el 30 de septiembre del año “t+1” (año operacional)”.

- Se realizó un análisis integrado de las variables correspondientes, de manera de describir el comportamiento del sistema, tanto del Núcleo y la Zona Marginal, enfocado principalmente en los objetos de protección.
- Se verificó el comportamiento del sistema hídrico en los puntos del PAT como respuesta tanto a las condiciones hidrológicas y meteorológicas como a los efectos de la explotación del Proyecto.

En relación con las variables ambientales del PSAH para el año 2022 se puede resumir lo siguiente:

De los **registros de precipitación** de la estación meteorológica EM-Rockwood se tiene que el año 2022 presentó una precipitación total anual menor al promedio histórico, de 3,9 mm/año, la que presenta una probabilidad de excedencia del 67% y por lo tanto corresponde a un año seco. Solo se registraron precipitaciones en el mes de marzo (3,5 mm/mes) y junio (0,4 mm/mes), sin que se generaran aumentos significativos en los niveles piezométricos, exceptuando los puntos del núcleo que mostraron aumentos puntuales de nivel solamente como respuesta a la precipitación de marzo.

Respecto al **registro de evaporación en lámina libre**, esta se caracteriza por una marcada variación estacional, donde las mayores tasas de evaporación se registran en los meses de verano y las menores en invierno. Específicamente para el 2022 el mes correspondiente al mayor registro promedio de evaporación fue diciembre y el menor correspondió a junio. Estos resultados son acordes con las variaciones de temperatura entre las distintas estaciones del año, la cual registró la mínima promedio en el mes de agosto (1,3°C), mientras que las temperaturas máximas alcanzaron los 30,2°C promedio en enero de 2022.

La **presión atmosférica** diaria comenzó a ser medida en mayo de 2016. Se puede observar que presenta un comportamiento estacional, en el cual los valores máximos se registran entre los meses de junio y agosto y los mínimos entre noviembre y marzo. Por otra parte, durante el año 2022 se registró el valor máximo en el mes de junio (772,7 mbar) y el valor mínimo en diciembre (775,7 mbar).

En relación con la **variable Evaporación y Evapotranspiración (“EVT”)**, durante el año 2022 esta fue medida con frecuencia trimestral en los 22 puntos instalados en el área del Salar, a través del método del domo, dado que a la fecha no han entrado en funcionamiento los lisímetros instalados. A la fecha de presentación de este informe, se recibieron observaciones por parte de la autoridad (Res SMA N°158/2023) sobre el cambio metodológico de los lisímetros propuesto, las cuales fueron atendidas por ALB (fueron entregadas a través de la

carta ALB-GMA-2023-SMA-010 del mes de febrero) y se está a la espera de aprobación definitiva para realizar el cambio metodológico de estos.

Los resultados de las **Tasas de EVT** del año 2022, muestran valores máximos en estaciones más cálidas y valores mínimos para las estaciones más frías. En general, los valores de tasa de EVT se encuentran en los mismos rangos de los últimos 6 años, con variaciones estacionales evidenciadas dentro del registro histórico.

La variable **Superficie Cubierta por Lagunas**, correspondientes a los sistemas lagunares, La Punta-La Brava, Peine, Soncor y Aguas de Quelana, fueron monitoreados en temporada de invierno (agosto) y en temporada de verano (diciembre). Los resultados para imágenes de alta resolución (AR) de invierno 2022 fueron: 45,1 ha en La Punta y La Brava; 50,5 ha en Peine; 18,3 ha en Aguas de Quelana; y 190,1 ha en Soncor; y para verano 2022: 25,3 ha en La Punta y La Brava; 24,2 ha en Peine; 6,2 ha en Aguas de Quelana; y 135,5 ha en Soncor.

Los resultados de las superficies lagunares desde imágenes de media resolución (Landsat), para el año 2022, correspondieron en invierno a: 56,9 ha en La Punta y La Brava; 62,8 ha en Peine; 36,0 ha en Aguas de Quelana; y 196,3 ha en Soncor; y para verano de 2022: 26,9 ha en La Punta y La Brava; 27,7 ha en Peine; 17,8 ha en Aguas de Quelana; y 184,8 ha en Soncor.

Con estas imágenes Landsat y la validación en terreno de los índices calculados y los píxeles definidos de superficie inundada (compromiso del PSAH) se obtuvieron como valores mínimos de superficie cubierta de agua del 2022, los de la campaña de verano (diciembre).

Respecto al nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA de “*Mantener la superficie sobre mínimo histórico*”, para el año 2022, los valores mínimos de superficie de AR fueron inferiores a las 4 o 5 imágenes históricas disponibles por sistema lagunar en AR presentadas en Adenda 5. Estas 4 o 5 superficies históricas corresponden a meses distintos de los reportados semestralmente en el PSAH (julio y diciembre +/- un mes), lo cual es un aspecto importante a considerar, dada la alta variabilidad intranual que presenta esta variable y que se describe en el capítulo 6.5 análisis integrado por sector de este Informe. Por otra parte, las áreas calculadas con las imágenes en media resolución de 2022 se mantienen por encima de las superficies lagunares mínimas históricas definidas con las imágenes de mediana resolución presentadas en la Adenda 5, que corresponden a un total de 68 imágenes, entre los años 1972 y 2014.

En relación con las mediciones del **nivel limnimétrico de las lagunas**, se cuenta con una red de monitoreo mensual que corresponde a 16 limnímetros y 4 estacas instaladas el año 2016.

El comportamiento histórico de éstas, en general, corresponde a oscilaciones cíclicas estacionales en sus niveles, con máximos en los meses de invierno y mínimos en los meses de verano, destacando para el año 2022 que los niveles se mantienen relativamente estables, exceptuando los del sistema lagunar de La Punta La Brava.

Respecto al nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA de “*Mantener niveles dentro de los rangos de oscilación natural*”, según lo previamente mencionado, en el año 2022 las variaciones se mantuvieron dentro de los rangos de oscilación natural, excepto para sistema La Punta La Brava, que muestra una tendencia general al descenso de los niveles para todo el periodo (2016-2022), siendo más acentuada en los puntos LM-01 y LM-02.

Los **Caudales Superficiales**, se miden trimestralmente en puntos que se ubican principalmente en el sistema lagunar Peine conformado por las lagunas Salada, Saladita e Interna. Este sistema es monitoreado mediante aforos de caudales superficiales en 4 puntos ubicados en los canales que unen el sistema lagunar. Además, se cuenta con dos puntos de aforo ubicados en quebradas ubicadas en la zona cordillerana. Los resultados del año 2022 dan cuenta de valores máximos de 54,47 l/s en el punto AFP-03 en el mes de junio y valores mínimos de 6,64 l/s en el punto Vertiente Peine en el mes de junio.

Estos valores, respecto al nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA de “*Mantener los caudales dentro de su variación histórica*” se concluye que se mantienen dentro de su variación histórica, a excepción del AFP-03 y AFP-04 que mostraron máximos históricos en el tercer trimestre de 2022 con caudal aforado de 54,57 l/s L/s y 48,71 L/s, respectivamente.

En relación con los **Niveles Freáticos en Salmuera y/o en Agua dulce-salobre**, se cuenta con una red de monitoreo formada por 125 pozos de medición mensual de niveles. Los puntos de monitoreo que registran esta variable están distribuidos en los sectores La Punta-La Brava, Peine, y Norte y Borde Este, ubicados en la Zona Marginal y Núcleo del Salar de Atacama.

Respecto los niveles en el **Sector La Punta-La Brava**, en términos generales, se observa que los piezómetros someros presentan una mayor amplitud de variación entre las cotas mínima y máxima a lo largo de un año y que estos corresponden a los puntos de la zona Centro de las lagunas.

En cuanto a la zona norte, representada por 3 puntos, los niveles presentan una tendencia general al descenso, con variaciones estacionales con niveles más bajos en los meses de estaciones cálidas, mostrando recuperación en los meses de estaciones frías.

Los niveles de la zona sur y centro responden a la recarga de flujos subsuperficiales y subterráneos provenientes desde la parte sur de la cuenca (acuífero Monturaqui-Negrillar) y

de infiltración por precipitación directa, presentando un comportamiento marcadamente estacional y con tendencia general al descenso considerando los registros desde el año 2013 a la fecha.

De los puntos de monitoreo del Borde Sur se observan variaciones estacionales con descensos de nivel en los meses de estaciones cálidas recuperándose en los meses de estaciones frías. Destaca la tendencia al descenso de los puntos MP-09A y MP-09C, estos descensos estarían relacionados con la llegada de los efectos de la extracción de agua industrial desde el acuífero Monturaqui-Negrillar.

Finalmente, se observa que la vertiente Tilopozo, utilizada para la extracción de agua dulce-salobre, presenta un registro oscilante pero estabilizado, en torno a los 2.307,2 m s.n.m. En el año 2022, ha mostrado un ascenso neto de 12 cm, medido entre diciembre 2021 y diciembre 2022. La vertiente Tilopozo se encuentra a mayor cota de nivel freático que el pozo Tucúcaro, y esta última muestra mayor amplitud estacional.

Dentro del informe, se realiza un análisis respecto al comportamiento de los niveles, limnimétricos y piezométricos del sistema lagunar La Punta La Brava, específicamente en el sector de la Laguna la Punta, donde en su cercanía se encuentra ubicado el punto BA-07, que activó el PAT Acuífero y los puntos limnimétricos de las lagunas LM-01 y LM-02 de Albemarle y el punto F de MEL. Es importante indicar, que la zona de La Punta se compone de dos cubetas principales, las que actualmente se encuentran desconectadas superficialmente, sin embargo, en años anteriores existió un cierto grado de conexión superficial durante el período de llenado de las lagunas, normalmente en invierno.

Se puede indicar también que la mayor cota de la cubeta principal es indicador de que en caso de existir o haber existido flujo entre estas, habría sido en dirección suroeste – noreste, hacia la cubeta secundaria (punto F de MEL, y ubicación de los puntos LM-01 y LM-02). Así, la dinámica de esta última podría haber estado influenciada (alimentada) por la cubeta principal.

Si bien las cotas presentadas por Albemarle (LM-01 y LM-02) son diferentes a las reportadas por MEL (F), se puede apreciar que la tasa de variación y la amplitud estacional de los registros son coincidentes. Esto da cuenta de que hay consistencia en los registros de ambos titulares, y que, por lo tanto, es esperable que la tendencia de los puntos LM-01 y LM-02 en el período previo al comienzo de sus registros (2016), haya sido similar a la del punto F.

De lo anterior, se puede concluir que los puntos LM-01 y LM-02 (sector La Punta) habrían presentado una tendencia al descenso desde un período previo al comienzo de la operación

del Proyecto de Albemarle, equivalente a la del punto F, y que dicha tendencia no se ha modificado de manera significativa en forma posterior.

Al comparar, el nivel freático en el punto BA-07 y la altura limnimétrica del punto F, se observa que ambas series de nivel son similares en su comportamiento y se ajustan, mostrando los dos puntos una variación de la cota de magnitud similar. Así, tanto la tendencia al descenso, como la amplitud estacional del nivel es similar en ambos puntos de monitoreo. De este modo, es probable también que la tendencia al descenso del nivel freático en el barreno BA-07 haya comenzado en un período previo al comienzo de sus registros (previo al 2013), con la misma tendencia de descensos que los registrados en el Punto F.

Para el **Sector Peine**, los puntos ubicados en la zona Laguna Interna no muestran oscilaciones estacionales, pero presentan la mayor variabilidad de niveles piezométricos, dada por la respuesta a las precipitaciones intensas como las ocurridas en enero del año 2019 y agosto del año 2020, alcanzando para dichos eventos incrementos de hasta 0,85 m (2019).

Los puntos ubicados en la zona Media Lagunas presentan un comportamiento similar a los puntos de la zona Laguna Interna, con respuestas claras a las precipitaciones, pero menores, con incrementos del nivel de hasta 0,16 m (MPS-AB) en respuesta al evento de precipitación intensa del año 2019.

Los puntos de la zona Inicio Laguna Salada presentan oscilaciones estacionales y una respuesta menor a los eventos de precipitación intensa, con alzas de niveles de hasta 0,11 m en BA-28, en respuesta al evento de precipitación intensa del año 2019. Además, los puntos PAT de este sector (BA-28 y BA-30), presentan estabilidad y una leve alza en sus niveles.

En cuanto al **Sector Norte y Borde Este**, presenta también oscilaciones estacionales. Los puntos MP-12A y MP-12C (ubicados en la zona este del salar) responden mínimamente a los eventos de precipitaciones intensas, no así en el piezómetro somero BA-31, con incrementos del nivel de hasta 0,45 m, en respuesta al evento de precipitación intensa del año 2019. Durante el año 2022, los piezómetros PN-18 y PN-19 (cercaos al sistema lagunar Soncor) en línea con el Barreno BA-31, muestran la continuación del descenso observado desde mayo de 2021.

En cuando a los niveles freáticos de agua dulce salobre, el nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “Mantener niveles dentro de los rangos de oscilación natural”, por lo que se han comparado los valores de niveles freáticos de agua dulce-salobre registrados en el año 2022 con los valores históricos.

Los puntos de monitoreo que registran esta variable están distribuidos en los sectores La Punta-La Brava, Peine, y Norte y Borde Este. Los niveles en el Sector La Punta-La Brava y, especialmente en el entorno de las lagunas, se han mantenido dentro de los rangos de oscilación natural registrada históricamente, donde se observa que continúan con la misma tendencia al descenso desde el año 2013 a la fecha.

El sector de Peine sigue la tendencia observada durante el registro histórico, con oscilación estacionaria dentro del rango esperado. Históricamente, los pozos del sector han reaccionado a eventos de precipitación de alta intensidad generando aumentos en los niveles, como, por ejemplo, en el caso de las precipitaciones ocurridas en agosto de 2020, donde ocurrieron aumentos de niveles entre 0,02 cm y 0,15 cm en los pozos MP-07A y PP-02, pero que son inferiores a los registrados en los sectores más cercanos al Núcleo.

Finalmente, para los puntos ubicado en el **Sector del Núcleo**, se puede indicar que los pozos ubicados cerca de la zona de extracción de salmuera son los que presentan las mayores tasas de descensos en el tiempo. Por otra parte, los pozos de monitoreo de niveles que se ubican en el sector más externo del Núcleo presentan descensos menores y recuperaciones marcadas en respuesta a las recargas del sistema.

Todos los pozos del sector núcleo presentan un comportamiento similar y sincrónico, con rápidas respuestas a eventos de precipitación intensa como los ocurridos en febrero 2019 y agosto de 2020, exceptuando los puntos ubicados en la zona de producción y núcleo oeste, cuyos niveles son más profundos y se observan mayormente influenciados por el bombeo de salmuera.

Respecto al nivel o límite comprometido para los niveles freáticos en salmuera indicado en la RCA, que corresponde a “*Descenso según modelo*”, se han comparado los valores de niveles freáticos registrados en el año 2022 con los niveles modelados obtenidos de los escenarios de caso base con Proyecto (Esc1-CP) y recarga reducida (Esc2-CP) presentados en el informe Complemento a la Segunda Actualización del modelo de Flujo de Agua Subterránea en el Salar de Atacama (compromiso RCA N°21/2016), en fecha 31 de marzo de 2021 (VAI-ALB, 2021), presentado mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-041. Cabe destacar, que el modelo utilizado fue validado por la DGA, a través del ORD N°129/2022, de fecha 9 de diciembre de 2022.

En relación a lo anterior, los niveles de los puntos PN-05B y PN-08A, muestran una tasa de descenso, y aumentos provocados por las lluvias y descensos después de éstas, similar a lo modelado hasta diciembre 2022. La tendencia de descenso marcada por los niveles mínimos

de los valores observados es también muy similar a la tendencia de los valores mínimos de lo modelado en dicho período. En particular, el punto PN-14B muestra descensos y tendencias con valores similares al modelo, con algunos puntos observados con cotas mayores que en los niveles simulados del modelo numérico. Por último, el punto PN-16B, muestra una tendencia en el nivel que se estabiliza en el año 2022, mostrando en este caso que lo real (datos observados) presenta menores tasas de descenso que lo modelado. En otras palabras, los niveles en el Núcleo presentan descensos de acuerdo con lo modelado, e incluso inferiores, sin presentar desvíos sobre los pronósticos.

En relación con la **Posición de la Interfase Salina**, el monitoreo trimestral se realiza en 13 puntos de monitoreo a través de la medición de la conductividad eléctrica y temperatura en distintas profundidades obteniendo un perfil vertical de estas variables, que permiten detectar la profundidad del acuífero de agua dulce-salobre, la interfase salina, y la salmuera debajo de esta. Los registros del año 2022 no han mostrado variaciones significativas en la posición de la interfase salina respecto a los registros anteriores.

De esta manera, respecto al nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA de “*Mantener posición de la Interfase Salina*”, se tiene que, para todos los puntos de monitoreo de todos los sectores, los perfiles de conductividad eléctrica del 2022 han mantenido los rangos de profundidad entre los cuales se presenta la variación de conductividad eléctrica y, por lo tanto, la mantención de la posición de la Interfase Salina.

En relación con la **Calidad Química** del agua superficial y subterránea, el monitoreo trimestral se realiza a través de la medición en 40 puntos incluyendo puntos en aguas superficiales (vertientes y lagunas) y pozos. De las 182 muestras analizadas el 2022, el 98,9% (180 muestras) presenta un error del balance iónico inferior al 10% como valor absoluto, mientras que del porcentaje mencionado (98,9) un 53,3% de las muestras (97) presenta un error inferior al 5%.

Respecto a los parámetros fisicoquímicos, se puede señalar que, el pH es más neutro en las aguas superficiales y más ácido en las aguas subterráneas profundas. El alto contenido de sales en las aguas subterráneas profundas hace que las conductividades eléctricas sean mayores que las registradas en aguas superficiales.

Los resultados por sector muestran que los elementos analizados se ajustan a los rangos y variabilidad natural histórica, no presentando tendencias al cambio durante el año 2022.

Respecto del tipo de aguas, al analizar los diagramas de Piper se observa que la clasificación de aguas otorgada para cada sector se mantiene, siendo en general del tipo cloruradas

sódicas. Esta composición exceptúa a las vertientes o escurrimientos superficiales, como son Anterepresa Tilomonte, Vertiente Peine y la zona de Tilopozo, que corresponden a aguas cloruradas sódico-cálcicas.

Junto con los resultados de calidad química de los puntos asociados al PSAH, se presentan los resultados de la calidad química de las captaciones de extracción de agua dulce-salobre: Peine, Tilopozo y Tucúcaro, la que se ha reportado históricamente por Albemarle. Considerando la química de los pozos de agua dulce-salobre, los rangos de concentración presentado en ppm para cada elemento monitoreado se mantienen dentro del rango histórico y estable en el tiempo.

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*mantener parámetros dentro de variabilidad natural*”, destacando que es posible afirmar que se han mantenido los parámetros físico-químicos de las muestras y sus composiciones dentro de la variabilidad natural de calidad química del agua.

En relación con los **caudales de salmuera y de agua dulce-salobre bombeados** durante el año 2022, se bombearon 81 pozos de extracción de salmuera y las 3 captaciones de agua dulce-salobre que tiene Albemarle, correspondiente a Tilopozo, Tucúcaro y Peine.

El volumen de extracción de salmuera total de las áreas A1 y A2 para el año operacional 2022 (considerando de octubre 2021 a septiembre 2022 según lo indicado en las Res Ex N°427/2021 y Res Ex N°1510/2021) fue de 13.058.404 m³, lo que equivale a un caudal medio anual de 414,08 L/s, que cumple con el caudal medio anual establecido en la evaluación ambiental de 442 L/s y el límite para el año operacional 2022 de 414,4 L/s derivado de la activación de la Fase II de Alerta Norte. Por otra parte, debido a las medidas preventivas adoptadas por Albemarle en el marco de la activación del Sector de Alerta Acuífero, Albemarle, entre febrero y julio, cumplió con extraer un caudal medio de bombeo mensual menor al límite autorizado durante la activación del PAT de 382 l/s.

En cuanto a la extracción de agua dulce-salobre sobre la base de estas autorizaciones ambientales, se cuenta con un caudal máximo para extracción conjunta de Tilopozo y Tucúcaro de 16,9 L/s. Durante el año operacional 2022 el caudal promedio anual extraído fue del orden de 6,99 L/s desde la vertiente Tilopozo y desde el pozo Tucúcaro en conjunto, cumpliendo además durante todo el año operacional 2022 con la medida preventiva asociadas al Sector de Alerta Acuífero de que la extracción conjunta de estos pozos no debe superar los 10,9 L/s durante los meses que estas medidas preventivas se encuentren activas. Adicionalmente, también se cuenta con autorización por derecho de aprovechamiento de agua para extraer un máximo de 5 L/s del pozo Peine, para uso en el campamento emplazado en

dicha comunidad; durante 2022 el caudal extraído del pozo Peine fue de 0,038 L/s por lo que los caudales de extracción se mantuvieron dentro de lo autorizado ambientalmente.

Considerando el nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA de “*Mantener caudales de extracción autorizados ambientalmente*”, se tiene que la extracción de salmuera de ALB en el año 2022 no excedió el caudal medio anual del año operacional establecido en la evaluación ambiental, de 442 L/s, ni los límites anuales o mensuales según las medidas asociadas a los PAT.

A continuación, se presenta el informe de seguimiento con la información levantada en terreno, la que es analizada y descrita para el año 2022, dando cumplimiento a lo establecido en la R.E. N° 223/2015 de la SMA. También entrega la información del año 2022 en el formato indicado en la RES SMA N°894/2019 con los Anexos respectivos, permitiendo de esta manera la trazabilidad de los datos.

2 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe Anual N° 7 del Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (en adelante PSAH), el cual forma parte de las obligaciones ambientales del titular Albemarle⁵ (en adelante ALB), derivadas de la Resolución de Calificación Ambiental N° 21 de fecha 20 de enero del 2016 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Antofagasta, en adelante RCA N°21/2016, que calificó favorablemente el Proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”.

El PSAH corresponde a un compromiso ambiental aplicable para las Fases de Operación y Cierre del Proyecto, iniciando la fase de operación con fecha 28 de septiembre de 2016⁶, razón por la cual se genera el presente Informe N° 7 de PSAH, el que entrega información de monitoreo del año calendario 2022. En relación con el periodo informado cabe indicar que en el numeral 3.5.2 del Anexo 3 de la Adenda 5 del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto de referencia se señaló que: *“El informe será entregado dentro del plazo de tres meses siguientes al término de cada año calendario”*.

Conjuntamente, el presente informe también incluye, la información de los puntos de monitoreo comprometidos en el Considerando 2.3.1.3. de la R.E. N° 165 de fecha 14 de octubre del 2003 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Antofagasta, que modificó la R.E. N° 092 de fecha 31 de mayo del 2000 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Antofagasta que aprobó el proyecto “Construcción de Pozas de Evaporación Solar”, y lo establecido en el Resuelvo 4 de la R.E. N° 3132 de fecha 28 de noviembre del 2006 de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, correspondiente a la autorización ambiental que aprobó el proyecto “Modificación al Proyecto Construcción de Pozas de Evaporación Solar”. En la Tabla 2-1 se identifican las Resoluciones de Calificación Ambiental que son consideradas en el presente informe.

El PSAH da cumplimiento a lo establecido en el Considerando N°7 de la RCA N°21/2016 en lo relacionado con la componente hídrica (agua dulce – salobre y salmuera); Considerando N°10.19 de la misma resolución, el que a su vez remite al Capítulo 3 del Anexo 3 de la Adenda 5; y a los compromisos vinculados a la componente hídrica de las otras dos RCA indicadas en la Tabla 2-1.

⁵ Rockwood Litio Limitada a partir del día 01 de noviembre de 2017 modificó su razón social a “Albemarle Limitada”.

⁶ El inicio de la fase de operación fue informado con una semana de anticipación a la SMA con Carta MA 012.2016, recepcionada con fecha 21.09.2016, SMA Cod.50067.

Tabla 2-1 Proyectos y RCA consideradas en el Informe PSAH

Proyecto	Resoluciones
Construcción de Pozas de Evaporación Solar	RCA N° 92/2000 modificada por R.E. N° 165/2003
Modificación al Proyecto Construcción de Pozas de Evaporación Solar	RCA N° 64/2005 modificada por RCA N° 3132/2006
Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama	RCA N° 21/2016 modificada por R.E. N° 1472/2017

Fuente: PSAH N°4 2019 (ALBEMARLE-SGA. 2020).

Específicamente, el Considerando N° 7 de la RCA N° 21/2016, establece los compromisos de seguimiento de variables hídricas y bióticas. Los informes del PSAH dan cuenta de las variables físicas relacionadas con recursos hídricos, mientras que los informes del Plan de Manejo Biótico (PMB), cuyo último informe anual fue entregado con fecha 31 de agosto de 2022 dan cuenta de las variables bióticas.

El Considerando N° 7 de la RCA N° 21/2016 establece que la frecuencia de entrega del informe del PSAH es anual, y se debe reportar durante toda la fase de operación y los primeros 5 años de la fase de cierre del Proyecto (sólo para algunas de las variables ambientales). En el caso del informe PMB comienza en la fase de construcción y también se entrega con frecuencia anual. Asimismo, se indica que la información bruta de resultados es entregada (en planillas de Excel) a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) con frecuencia trimestral, para el caso del seguimiento de variables físicas relacionadas a recursos hídricos, y en forma semestral, para el seguimiento de variables bióticas.

De esta manera, el PSAH entrega el reporte y análisis de resultados del monitoreo de las variables ambientales que se indican en la Tabla 2-2, las que reflejan el comportamiento meteorológico, hidrológico (tamaño de lagunas, niveles y aforos), hidrogeológico (niveles freáticos, caudales de bombeo y posición de la interfase salina), e hidroquímico (calidad química de agua superficial y subterránea) para el área de estudio de Proyecto.

Cabe indicar que, para efectos del presente informe, se ha privilegiado el uso de la nomenclatura utilizada en la RCA N° 21/2016 (Considerando 7), en cuanto a la definición de componentes y variables ambientales. En relación con la definición de componentes ambientales que en el presente informe contempla 4 clasificaciones (RCA N° 21/2016) que son: Físico Clima y Meteorología, Físico Hidrología, Físico Hidrogeología y Físico Calidad del Agua, difiere a las definiciones establecidas en las consideraciones generales de la R.E. N° 223/2015 de la SMA, la cual es más general y clasifica las componentes ambientales nombrándolas como “Elemento Constituyente Agua”.

Tabla 2-2 Componentes y Variables Ambientales reportados

Componente Ambiental	Variable Ambiental	Procedimiento de medición
FISICO Clima y Meteorología	Variables Meteorológicas	Estación meteorológica EM-Rockwood y recopilación estaciones de la cuenca
FISICO Hidrología	Superficie Cubierta por Lagunas	Imágenes satelitales
	Nivel Limnimétrico de las Lagunas	Regletas (limnímetros)
	Aforo de Caudales superficiales	Aforos manuales
FÍSICO Hidrogeología	Evapotranspiración	Mediciones con domos
	Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce – salobre	Mediciones con pozómetro
	Posición de la Interfase Salina	Perfilaje de conductividad eléctrica
	Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre	Caudal de bombeo en cada pozo con caudalímetros
FISICO Calidad del Agua	Calidad química del agua en agua superficial y subterránea	Muestreo de terreno y análisis del laboratorio

Fuente: Adaptada de PSAH N°4 2019 (ALBEMARLE-SGA. 2020).

Adicional a lo anterior, el presente PSAH incluye el reporte de los puntos de activación del Plan de Alerta Temprana (PAT) con respecto a lo establecido en el Considerando N° 10.18 de la RCA N° 21/2016, el que a su vez remite al Capítulo 4 del Anexo 3 de la Adenda 5. Este PAT permite detectar en forma anticipada, desviaciones del nulo efecto pronosticado sobre los Sistemas Lagunares (objetos de protección).

En relación con el estado del PAT, el sector de Alerta Norte este año 2022 se mantuvo activo en Fase II durante todo el año en los pozos L1-5 y L1-G4 Pozo. Además, se superó el umbral de Fase II en el punto L5-10 el 5 enero del año 2022 y 4 de octubre del año 2022. En el sector de Alerta Acuífero, el punto BA-07 bajó del umbral en 3 de sus mediciones consecutivas medidas mensualmente, dando lugar a la activación del PAT con fecha 31 de enero del año 2022 y desactivándose el 30 de julio de 2022, periodo en el que ALB tomó las medidas comprometidas. Por otra parte, durante 2022 entró en vigencia la R.E. N° 574/2022 de la SMA, donde se indica en el punto 5 Excepción al Sistema ETFA, que “No se requerirá que las actividades de muestreo y/o medición sean realizadas por una entidad técnica de fiscalización ambiental, en el componente agua, cuando tales actividades cumplan alguna de las siguientes tres condiciones:

- i) Para los parámetros Nivel freático y Nivel de agua, cuando el punto de medición no cuente con un valor límite o umbral de cumplimiento establecido en un instrumento de carácter ambiental de competencia de esta Superintendencia.

- ii) Para los siguientes parámetros, cuando las actividades de muestreo y/o medición sean realizadas con una frecuencia horaria (todas las horas) o diaria (todos los días)”.

De acuerdo con lo anterior, sólo se miden y reportan los niveles de los puntos PAT con una ETFA, que durante el año 2022 lo ha realizado SGS Chile Ltda (Código ETFA 023-01), los que se pueden ver en Anexo F-1.

El PAT, se describe en mayor detalle en los capítulos 4.2.7 y Tabla 2-1 de este informe y en resumen se puede señalar que se compone de tres sectores y tiene medidas preventivas necesarias diferentes para evitar efectos no previstos.

Finalmente, se considera relevante indicar que los monitoreos de todas las variables que se encuentran dentro de los alcances específicos autorizados⁷ por la SMA fueron realizados con Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental correspondiente a la empresa Laboratorio SGS Chile Ltda. (código ETFA 023-01 y ETFA 023-02) en adelante ETFA, cumpliendo así con lo señalado por la autoridad ambiental. Así mismo, en el mes de julio 2022, el parámetro Sólidos disueltos Totales como medición en terreno cuenta con ETFA´s acreditadas para este alcance, por lo cual, la ETFA Ecogestión Ambiental Ltda (Código ETFA 031-01) realizó la medida de este parámetro en el mes de octubre de 2022.

En la misma línea de trabajo, la elaboración de este informe considera las instrucciones generales sobre la elaboración de informes de seguimiento ambiental dictado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) en su R.E.N° 223/2015.

Dicho lo anterior, en la Tabla 2-3 se presentan los considerandos y/o resueltos de las Resoluciones de Calificación Ambiental reportadas en este informe y en la Tabla 2-4 aquellos compromisos que se desprenden del Anexo 3 de Adenda 5 del proceso de evaluación ambiental (vinculado al numeral 10.19 de la RCA N° 21/2016).

Sin perjuicio de lo anterior, se tiene que la entrega de los archivos y planillas de los Anexos contienen datos en el formato de lo establecido por la SMA en la Resolución Exenta de la

⁷ De acuerdo a lo indicado por la SMA, aquellas actividades que no estén incluidos en los alcances de las ETFA autorizadas, podrán continuar desarrollándose de manera transitoria por empresas que cumplan con la R.E. N° 37/2013 de la Superintendencia del Medio Ambiente, que “Dicta e instruye normas de carácter general sobre Entidades de Inspección Ambiental y validez de reportes” (disponible en <http://entidadestecnicas.sma.gob.cl/Home/Documentos>), hasta que la SMA autorice a ETFA en dichos alcances. Respecto de aquellos alcances que involucren actividades de muestreo, medición y/o análisis, para los que no existan empresas acreditadas por el Instituto Nacional de Normalización (INN), ni autorizadas por organismos de la administración del Estado (R.E. N° 37/2013 SMA), podrán seguir siendo ejecutados por las empresas que lo han realizado hasta ahora.

Superintendencia de Medio Ambiente N° 894/2019 y sus actualizaciones, la cual entró en vigencia el 27 de septiembre del año 2019.

Tabla 2-3 Identificación de Considerandos en las RCAs asociadas al PSAH

Resoluciones	Considerando / Resuelvo	Transcripción
RCA N° 92/2000	Considerando 9. Primer Bullet	Realizar el monitoreo de la calidad química del acuífero ⁸ de salmuera y entrega de dichos resultados a la COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas.
	Considerando 9. Segundo Bullet	Realizar el monitoreo del nivel freático de las aguas subterráneas, y entrega de dichos resultados a la COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas.
	Considerando 9. Cuarto Bullet	Entregar al Secretario de COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas, los volúmenes mensuales de salmuera extraídos desde cada uno de los 12 pozos de producción.
	Considerando 9. Quinto Bullet	Entregar al Secretario de COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas, los volúmenes mensuales de agua extraídos desde los puntos de captación con derechos de aprovechamiento de agua.
R.E. N° 165/2003 que modifica RCA N° 92/2000	Resuelvo 2.3.1.3.a	Instalación de al menos 4 estacas perimetrales numeradas, en el borde Norte y Este de la mayor porción anegada de la laguna Interna.
	Resuelvo 2.3.1.3.b	Instalación de una regla limnimétrica en la desembocadura de la laguna Interna, del canal aportante proveniente de la laguna Saladita.
RCA N° 3132/2006 que modifica a la RCA N° 64/2005	Resuelvo 4. Primer Bullet	Ejecución de monitoreo de la calidad química del acuífero de salmuera y entrega de dichos resultados a la COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas.
	Resuelvo 4. Segundo Bullet	Ejecución de monitoreo del nivel freático de las aguas subterráneas, y entrega de dichos resultados a COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas.
	Resuelvo 4. Cuarto Bullet	Entrega al Secretario de COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas, los volúmenes mensuales de salmuera extraídos desde cada uno de los 3 pozos de producción, correspondientes al proyecto que se resuelve en el presente acto.
	Resuelvo 4. Quinto Bullet	Entrega al Secretario de COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas, los volúmenes mensuales de agua extraídos para el proyecto desde los puntos de captación con derechos de aprovechamiento de agua.
RCAN°21/2016	Considerando 7. FÍSICO Hidrogeología	Profundidad Nivel en salmuera en m s.n.m. Con procedimiento de medición manual de profundidad con pozómetro, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Descenso según modelo.

⁸ En consideración a la resolución de solicitud de interpretación de la RCA N° 21/2016, resuelta mediante la R.E. N° 1.472 de fecha 27 de diciembre 2017 del SEA Dirección Ejecutiva, es que no se presentan resultados asociados a química de los pozos de extracción de salmuera. Dicha Resolución se adjunta dentro de Anexo M de este Informe.

Tabla 2-3 Identificación de Considerandos en las RCAs asociadas al PSAH

Resoluciones	Considerando / Resuelvo	Transcripción
		<p>Profundidad Nivel en agua dulce-salobre en m s.n.m. Con procedimiento de medición manual de profundidad con pozómetro, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Mantener los niveles dentro de los rangos de oscilación natural.</p>
		<p>Conductividad Eléctrica vs Profundidad (Posición de Interfase Salina). Con procedimiento de medición de conductividad eléctrica vs. Profundidad en piezómetros, con frecuencia trimestral y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Mantener la posición de la Interfase Salina.</p>
		<p>Flujo de Evaporación en mm/día (Evapotranspiración). Con procedimiento de medición continua mediante lisímetros u otros equipos acordados con la DGA del flujo de evaporación en mm/día, con frecuencia continua (diaria) y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. No aplica niveles o límites comprometidos.</p>
		<p>Caudales bombeados de salmuera en cada pozo en L/s. Con procedimiento de medición en L/s mediante caudalímetros certificados por DGA, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Además de datos disponibles en tiempo real en plataforma online. Niveles o límites comprometidos: Mantener caudales de extracción autorizados ambientalmente.</p>
		<p>Caudales bombeados de agua dulce-salobre en cada pozo en L/s. Con procedimiento de medición en L/s mediante caudalímetros certificados por DGA, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Además de datos disponibles en tiempo real en plataforma online. Niveles o límites comprometidos: Mantener caudales de extracción autorizados ambientalmente.</p>
		<p>Plan de Alerta Temprana (PAT). Entrega de información a SMA y DGA Región de Antofagasta.</p>
	<p>Considerando 7. FISICO Hidrología</p>	<p>Aforo de Caudales superficiales en L/s. Con procedimiento de medición de aforo manual en L/s, con frecuencia trimestral y reporte digital trimestral y reporte anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Mantener los caudales dentro de su variación histórica.</p>

Tabla 2-3 Identificación de Considerandos en las RCAs asociadas al PSAH

Resoluciones	Considerando / Resuelvo	Transcripción
		<p>Nivel limnimétrico de las Lagunas en m s.n.m. Procedimiento de medición de campo en m s.n.m., con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Mantener los niveles dentro de los rangos de oscilación natural.</p> <p>Superficie cubierta por lagunas en m2. Procedimiento de medición en m² de imágenes satelitales de alta definición y apoyo en terreno, con frecuencia semestral y reporte digital semestral e informe anual. Niveles o límites comprometidos: Mantener la superficie sobre mínimo histórico.</p>
	Considerando 7. FISICO Clima y Meteorología	<p>Variables meteorológicas. Precipitación diaria en mm, Evaporación en lámina libre en mm, Presión atmosférica en mbar. Procedimiento de medición de toma de datos en estación meteorológica EM-Rockwood y recopilación de datos en estaciones disponibles de la cuenca, de frecuencia continua (diaria) y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. No aplica niveles o límites comprometidos.</p>
	Considerando 7. FISICO Calidad del Agua	<p>Parámetros Físicos in situ: pH, C.E., T°, TDS y Oxígeno Disuelto. Parámetros físico-químicos laboratorio: pH, C.E., TDS y Densidad. Elementos mayoritarios: Cl-, SO4=, HCO3-, NO3-, Ca2+, Mg2+, Na+, y K+. Elementos minoritarios y trazas: B, Li, Sr, Al, As, Fe, Si. Procedimiento de medición mediante mediciones de campo y análisis de laboratorio, frecuencia trimestral y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Mantener dentro de variabilidad natural.</p>
	Considerando 10.18	<p>Plan de Alerta Temprana. Fue presentado por el titular en su Adenda 1, en respuesta a la observación que efectuara la Dirección General de Aguas al EIA. Luego de varias observaciones, el Plan de Alerta Temprana definitivo es descrito en el Capítulo 4 del Anexo 3 de la Adenda 5. Este Plan permite detectar anticipadamente, en el tiempo y en el espacio, desviaciones del nulo efecto pronosticado en los objetos de protección. Además, el Plan de Alerta Temprana propone las medidas necesarias para corregir anticipadamente el comportamiento de las variables hídricas en caso de presentar diferencias con lo pronosticado en los escenarios de modelación y antes de generar un efecto adverso. Un ejemplo de esas medidas propuestas corresponde a la disminución de la extracción de salmuera en escalones de 60 l/s e incluso el cese de la extracción, en función de los niveles que se observen en la zona del núcleo.</p>

Tabla 2-3 Identificación de Considerandos en las RCAs asociadas al PSAH

Resoluciones	Considerando / Resuelvo	Transcripción
	Considerando 10.19	Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico Plan de Seguimiento Ambiental, descrito en el Capítulo 3 del Anexo 3 de la Adenda5, propone el monitoreo periódico de las variables hídricas más relevantes de la cuenca del Salar de Atacama. Dicho documento describe detalladamente el monitoreo previsto para verificar la respuesta futura del sistema hídrico y para proporcionar la información para futuras actualizaciones de los modelos numéricos MODFLOW y SEAWAT observados en las consultas 1.1y 1.2 del oficio Ord. DGA 11 Región N°15/2016.
R.E. N° 1472/2017 que modifica RCA N°21/2016	Resuelvo 1 Primer bullet	El alcance del Plan de Seguimiento Ambiental, expuesto en el considerando 7 de la RCA, respecto del componente ambiental “Físico Hidrogeología”, para el monitoreo “Niveles freáticos de agua dulce - salobre” y “Posición de Interfase Salina”, debe citar únicamente la Tabla 3-5, Tabla 3-6 y Tabla 3-7 del Anexo 3 de la Adenda N° 5 del proceso de evaluación de Proyecto, en atención a lo expuesto en el considerando 10.1 de esta Resolución.
	Resuelvo 1 Segundo bullet	El alcance del Plan de Seguimiento Ambiental, expuesto en el considerando 7 de la RCA, respecto del componente ambiental “Físico Calidad del Agua”, para el monitoreo “calidad química del agua superficial y subterránea”, debe citar únicamente la Tabla 3-5, Tabla 3-6 y Tabla 3-7 del Anexo 3 de la Adenda N° 5 del proceso de evaluación de Proyecto, en atención a lo expuesto en el considerando 10.2 de esta Resolución.
	Resuelvo 1 Tercer bullet	El objeto de protección asociado al Plan de Seguimiento Ambiental corresponde a las aguas del Salar de Atacama, y el acuífero de la Zona Marginal que alimenta estas aguas, por lo que los puntos de monitoreo asociados al componente “calidad del agua”, recae sobre las aguas que alimentan los sistemas lagunares y, por lo tanto, la calidad química de salmuera que se extrae de los pozos de producción, no es una variable relevante para los fines ambientales que sustenta la RCA.

Fuente: PSAH N°4 2019 (ALBEMARLE-SGA. 2020).Tabla 2 4 Variables Ambientales comprometidas en el PSAH del Anexo 3 de Adenda 5

Tabla 2-4 Variables Ambientales comprometidas en el PSAH del Anexo 3 de Adenda 5

Documento	Numeral	Transcripción
Adenda 5, Anexo 3 “Plan de Seguimiento Ambiental y Plan de Alerta	Numeral 3.2.1.	El nivel freático o piezométrico se reportará en m s.n.m. pero se medirá como profundidad del agua en unidades de longitud en pozos y piezómetros ubicados en el Núcleo, la Zona Marginal y borde del Salar. Para ello se contará con la topografía de la cota collar o de referencia para cada uno de los puntos de monitoreo. Este parámetro se medirá de forma manual, con periodicidad mensual, a un total de 124 puntos que se representan en el punto 3.3.4.

Tabla 2-4 Variables Ambientales comprometidas en el PSAH del Anexo 3 de Adenda 5

Documento	Numeral	Transcripción
Temprana de los Recursos Hídricos ³	Numeral 3.2.2.	El monitoreo de la posición de la Interfase Salina se realizará a través de la medición manual de perfiles de conductividad eléctrica en piezómetros habilitados con tubería ranurada en toda su extensión. Los resultados se reportarán como gráficos de profundidad versus conductividad eléctrica. Para conocer la cota altimétrica (m s.n.m.) de la posición de la interfase se contará con la topografía de la cota collar o de referencia para cada uno de los puntos de monitoreo. Esta variable se medirá con una periodicidad trimestral, en un total de 14 puntos y se presentan en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.3.	La medición de caudales se realizará mediante aforos por vadeo con la utilización de un aforador de hélice o molinete. La medida se realizará con frecuencia trimestral en un total de 6 puntos ubicados en los sectores de Peine (5) y Borde Este (1). La ubicación de estos puntos se representa en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.4.	La calidad del agua superficial de las vertientes, lagunas, y aguas subterráneas de los acuíferos del borde del Salar se determinará a partir de la medición de parámetros <i>in situ</i> y del muestreo de aguas para su análisis en laboratorio. Estos análisis se realizarán en un laboratorio certificado siguiendo los protocolos y recomendaciones de la norma NCh 411 para el muestreo de aguas y las que indique el laboratorio según sus propios requerimientos. Esta variable se medirá con una periodicidad trimestral, a un total de 40 puntos, y su ubicación se presenta en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.5.	El nivel de agua de las lagunas se medirá como cota topográfica del espejo de agua en m s.n.m. por lo tanto se dispondrá de la cota topográfica de referencia del punto de monitoreo. Esta medida se realizará mediante la instalación de una regla limnimétrica (limnómetro), adherida a una estaca. Este parámetro se medirá de forma manual con una frecuencia mensual, en un total de 17 puntos. La ubicación de estos puntos se presenta en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.6.	La superficie cubierta por las lagunas (área inundada) se medirá en los sistemas Peine, La Punta-La Brava, Soncor y Quelana donde esta variable se considera además de referencia ubicada en sectores vecinos no influenciados. Esta variable se medirá a partir del análisis de imágenes satelitales por resultar la opción menos invasiva. Se utilizarán imágenes satelitales multiespectrales con un tamaño de pixel de máximo 4 metros que incluirán los sistemas lagunares de La Punta-La Brava, Peine, Aguas de Quelana y Soncor. Las imágenes de alta resolución se focalizarán en aquellas áreas de mayor interés y se realizará la toma de dos imágenes al año, en julio y diciembre, con un margen de más o menos un mes para asegurar la disponibilidad de imágenes despejadas y sin nubes que pudieran perjudicar el análisis de esta. Además, con el objetivo de generar una correlación de estas imágenes de alta resolución con la serie histórica disponible de imágenes satelitales LANDSAT, de menor resolución, se realizará en forma simultánea un análisis y correlación con una imagen de baja resolución disponible del satélite LANDSAT8 o similar, de la fecha más próxima a las de las imágenes de alta definición. Para la determinación de la superficie cubierta por lagunas, en la imagen de alta resolución se utilizará metodología Modificación del Índice Normalizado de diferencias de agua (MNDWI), que determina la presencia de agua mediante la respuesta espectral del infrarrojo medio. Esta variable se medirá con una frecuencia semestral para permitir comprender la dinámica estacional, en los cuatro polígonos que se describen en la sección 3.3.3.
	Numeral 3.2.7.	Las variables meteorológicas se medirán a partir de la estación meteorológica denominada EM-Rockwood, en el Salar de Atacama, siendo los siguientes parámetros meteorológicos: Precipitación diaria [mm], Evaporación en lámina libre [mm], Temperatura atmosférica [°C] y Presión Atmosférica [mbar]. Estos parámetros se medirán en forma continua.

Tabla 2-4 Variables Ambientales comprometidas en el PSAH del Anexo 3 de Adenda 5

Documento	Numeral	Transcripción
	Numeral 3.2.8.	El parámetro de la evapotranspiración se medirá en forma continua a través de lisímetros del tipo “carga constante” u otros equipos que permitan medir la evaporación real en forma continua, y que deberán ser propuestos a la DGA en un plazo máximo de 60 días después de aprobada la RCA del Proyecto. Para ello, estos equipos contarán con la instrumentación e infraestructura necesaria incluyendo, si corresponde, un pequeño piezómetro con un sensor de medición de nivel continuo. Este parámetro se medirá en forma continua en un total de 10 puntos en el Núcleo y Zona Marginal del Salar.
	Numeral 3.2.9	Los volúmenes bombeados de salmuera en el Núcleo y de agua dulce-salobre en los acuíferos del borde del Salar constituyen una salida del recurso hídrico y minero de la cuenca. Estos caudales son considerados en los modelos numéricos para determinar el efecto de esta explotación sobre los niveles freáticos del Núcleo, Zona Marginal o borde del Salar. Se medirá el volumen mensual bombeado, en m ³ , desde cada uno de los pozos que extraen salmuera o agua del acuífero para el presente proyecto, mediante el uso de caudalímetros o flujómetros certificados. La información estará disponible a tiempo real en línea y se remitirá de forma trimestral.

Fuente: PSAH N°4 2019 (ALBEMARLE-SGA. 2020). Tabla 2 4 Variables Ambientales comprometidas en el PSAH del Anexo 3 de Adenda 5

Dando cumplimiento a lo establecido en la R.E. N° 223/2015 de la SMA, en la Tabla 2-5 se identifican las instituciones que llevaron a cabo las labores de medición, muestreo y análisis según corresponda a las variables ambientales durante el año 2022.

Tabla 2-5 Responsables de Mediciones, Muestreo y/o Análisis

Componente Ambiental	Variable Ambiental	Medición	Muestreo	Análisis
FISICO Clima y Meteorología	Variables Meteorológicas	Albemarle	No aplica	No aplica
FISICO Hidrología	Superficie Cubierta por Lagunas	Cedrem Consultores y Apogeos	No aplica	No aplica
	Nivel Limnimétrico de las Lagunas	Albemarle	No aplica	No aplica
	Aforo de Caudales superficiales	Albemarle	No aplica	No aplica
FÍSICO Hidrogeología	Evapotranspiración	Albemarle	No aplica	No aplica
	Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre *	Albemarle	No aplica	No aplica
	Posición de la Interfase Salina	Albemarle	No aplica	No aplica
	Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre	Albemarle	No aplica	No aplica
FISICO Calidad del Agua	Calidad química del agua en agua superficial y subterránea	SGS Chile** Ecogestión Ambiental Ltda. ***	SGS Chile**	SGS Chile**

* Código ETFA N° 023-01. Realizaron las mediciones de los puntos del PAT en el periodo de mayo a diciembre.

** Código ETFA N° 023-01 y N° 023-02. Realizaron la medición, monitoreo y análisis durante todo 2022.

*** Código ETFA N° 031-01, en octubre de 2022 realizó la medición del parámetro Sólidos Disueltos Totales (SDT) en terreno

Fuente: Elaboración propia

3 OBJETIVOS

El Plan de Seguimiento Ambiental de los Recursos Hídricos es concebido como una herramienta de gestión para monitorear en forma anual el componente hídrico de la cuenca del proyecto en cuanto a sus variables físicas y químicas principales, las cuales reflejan y permiten analizar el comportamiento del sistema hidrológico, hidrogeológico, e hidroquímico de la cuenca del Salar de Atacama. Asimismo, tiene por objeto dar cumplimiento a los considerandos correspondientes a la componente hídrica, asociado al Considerando N° 7, 10.18 y 10.19 de la RCA N° 21/2016.

El monitoreo con periodos establecidos por la RCA N° 21/2016 permite obtener información actualizada y trazable a lo largo del tiempo de las variables de asociados con la condición hidrológica e hidrogeológica, las cuales permiten analizar el comportamiento del sistema.

Los objetivos específicos de las variables que se monitorean en el presente plan de seguimiento ambiental son los siguientes:

- Monitorear el sistema hidrológico e hidrogeológico general.
- Realizar un análisis histórico de las variables monitoreadas, enfatizando en el comportamiento de éstas durante el año 2022 con respecto a la data histórica existente.
- Realizar un seguimiento sobre variables de referencia ubicados en sectores vecinos no influenciados, lejanos al área de explotación de ALB.
- Realizar un análisis integrado de las variables monitoreadas en el Salar de Atacama en el marco del PSAH, tomando en consideración la información histórica disponible con énfasis en los datos levantados durante el año 2022, de manera de verificar el comportamiento en el sistema, tanto del Núcleo como de la Zona Marginal, respecto a los principales objetos de protección ambiental.
- Verificar el comportamiento previsto del sistema hídrico como respuesta tanto a las condiciones hidrológicas y meteorológicas (estadísticamente calculadas) como a los efectos de la explotación del Proyecto en los puntos del PAT.
- Facilitar la fiscalización del Proyecto entregando la información levantada en terreno y analizada, proporcionando una herramienta de gestión y control durante la fase de operación del Proyecto y los 5 primeros años de la fase de cierre.

Todo el monitoreo y datos que van siendo registrados y reportados, son analizados en forma cada vez más robusta e integral, y el análisis de las variables que conforman este informe de PSAH N° 7, permite validar lo indicado en la evaluación ambiental.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de estudio

El área de estudio se enmarca en la cuenca hidrológica del Salar de Atacama, la cual se encuentra administrativamente en la comuna de San Pedro de Atacama, en el extremo Oriente de la Región de Antofagasta y muy cercana al límite internacional con las repúblicas de Argentina y Bolivia, como se muestra en la Figura 4-1.

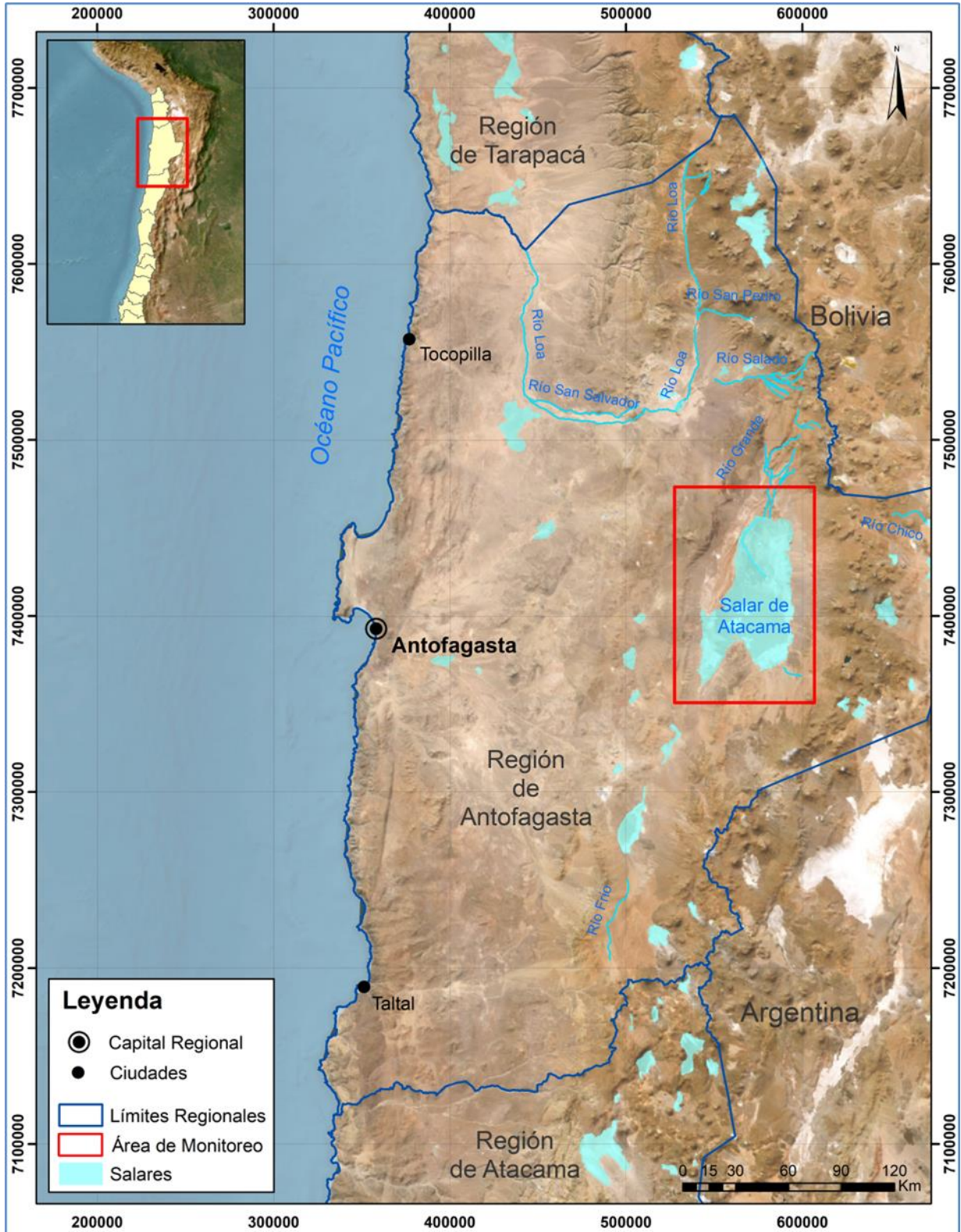
El Salar de Atacama se sitúa en una depresión topográfica con una altitud promedio de 2.300 m s.n.m. y se ubica geográficamente dentro de la denominada “Gran Fosa” donde concurren aportes fluviales que desembocan en el Borde Norte del Salar por los ríos San Pedro y Vilama, además de los aportes de vertientes transversales que provienen de las lluvias estivales, y rodeada al oeste por la Cordillera de Domeyko y al Este por la Cordillera Prealtiplánica.

La cuenca del Salar de Atacama corresponde a una cuenca endorreica, en el depocentro de la cual se encuentra el Salar de Atacama. El Salar de Atacama está compuesto mayoritariamente por depósitos evaporíticos (cloruros, sulfatos y carbonatos) con intercalaciones menores de materiales detríticos (arcillas, limos, cenizas de origen volcánico, y arenas). A su vez, el Núcleo del Salar está compuesto principalmente por halita con un espesor que puede superar los 1.800 m, y en superficie se encuentra una costra de este material. La formación del Núcleo y de la costra se interpreta por efecto de la evaporación de salmuera desde una profundidad muy somera, inferior a 1 m.

En el depósito de halita del Núcleo del Salar se encuentra presente la salmuera. En los límites norte, sur y este del Núcleo, se sitúa una banda de sedimentos evaporíticos de color más claro, denominado la Zona Marginal. En la Zona Marginal este y sur, se sitúa la Interfase Salina, que separa las aguas dulces-salobres, de densidad menor ($\approx 1 \text{ g/cm}^3$) procedentes de los acuíferos de estos bordes, de la salmuera más densa ($\approx 1,22 \text{ g/cm}^3$) presente en el Núcleo.

En el Norte, donde la zona Marginal tiene una mayor amplitud, no se ha observado la presencia de una Interfase Salina brusca, sino una zona de transición, o interfase difusa, de más de 30 km de ancho, en la que las aguas procedentes de las subcuencas aportantes del Norte, así como de la infiltración de los cauces de los ríos Vilama y San Pedro, se van salinizando progresivamente, hasta convertirse en salmuera, ingresando al Núcleo por el Norte.

Figura 4-1 Plano de Ubicación General del Salar de Atacama



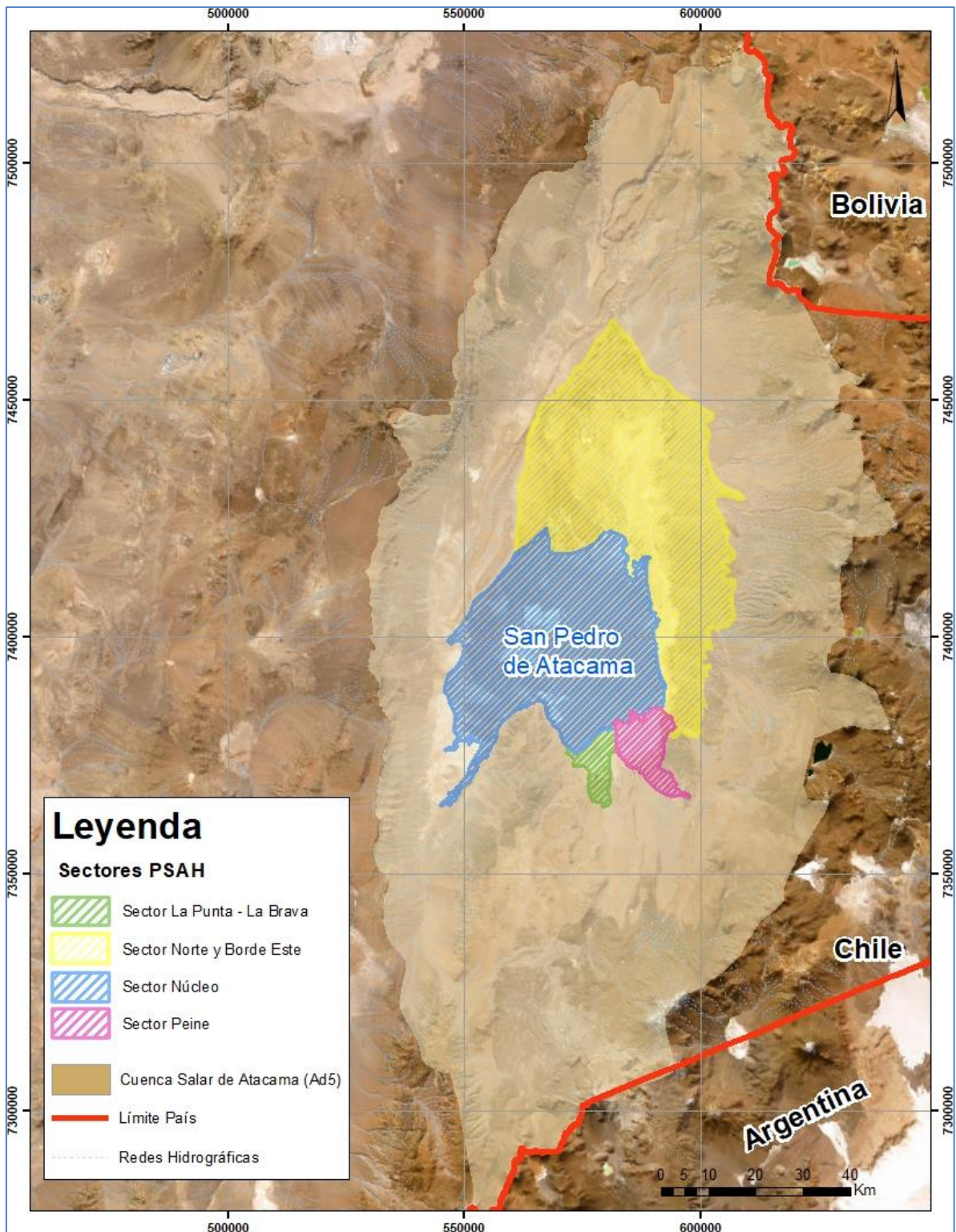
Fuente: Elaboración propia

La Interfase Salina en los bordes este y sur supone una separación hidráulica subterránea, de tal manera que el flujo procedente desde los acuíferos de las subcuencas aportantes se ve forzado a ascender, alcanzando la superficie y formando los Sistemas Lagunares permanentes, como es el caso de los sistemas de La Punta-La Brava, Peine, Aguas de Quelana y Soncor.

Los monitoreos que se realizan en el marco de este PSAH se circunscriben al Núcleo y a la Zona Marginal del Salar de Atacama, áreas que se presentan en la Figura 4-2. Dichas áreas son divididas para el análisis del PSAH en los siguientes sectores:

- La Punta – La Brava – asociado con los sistemas lagunares ubicados en el sector de las lagunas La Punta-La Brava y vegas de Tilopozo en la zona sur de la cuenca.
- Peine – asociado con el sistema lagunar de Peine, que incluye las lagunas Salada-Saladita e Interna, ubicadas en el límite SE del salar.
- Norte y Borde Este – zona amplia de descarga desde las quebradas del este y norte, asociado con los sistemas lagunares Soncor y Aguas de Quelana, ubicados en el sector NE del salar.
- Sector Núcleo – área del salar corresponde al depósito de materiales evaporíticos (costra de limos salines, costras de cloruro yesífera, yesífera, transición de cloruros y núcleo de cloruros).

Figura 4-2 Definición de Zonas y sub-cuencas del Salar y Sectores Asociados con el PSAH



Fuente: Elaboración propia

4.2 Variables Ambientales, Parámetros y Ubicación de los Puntos de Medición y Muestreo

En la Tabla 4-1 se resumen las 9 variables ambientales que se monitorean periódicamente en el área de estudio, los parámetros utilizados para caracterizar el estado y evolución de las variables ambientales, el número de puntos de monitoreo para cada variable y su frecuencia de monitoreo durante el año 2022.

Tabla 4-1 Resumen Variables Ambientales y Parámetros

Componente Ambiental	Variable Ambiental	Parámetros	N° de puntos medidos	Frecuencia de Medición
FISICO Clima y Meteorología	Variables Meteorológicas	Precipitación diaria en [mm] Temperatura atmosférica en [°C] Evaporación en lámina libre en [mm] Presión atmosférica en [mbar]	1	Diaria (Continuo)
FISICO Hidrología	Superficie Cubierta por Lagunas	Superficie en [m ²] de sistemas lagunares	4	Semestral
	Nivel Limnimétrico de las Lagunas	Nivel en [m s.n.m.]	20 ⁽¹⁾	Mensual
	Aforo de Caudales superficiales	Caudal en [L/s]	6	Trimestral
FÍSICO Hidrogeología	Evapotranspiración	Flujo de evaporación en [mm/día]	22	Trimestral
	Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre	Profundidad Nivel en [m s.n.m.]	124 ⁽²⁾	Mensual
	Posición de la Interfase Salina	Conductividad Eléctrica [μS/cm] v/s Profundidad [m s.n.m.]	13 ⁽³⁾	Trimestral
	Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre	Caudal de salmuera en [L/s]	81 Pozos ⁽⁴⁾	Mensual
		Caudal de agua industrial en [L/s]	2 y pozo Peine	Mensual
FISICO Calidad del Agua	Calidad química del agua en agua superficial y subterránea	- Parámetros Físicos <i>in situ</i> : pH, C.E., T°, TDS y Oxígeno Disuelto. - Parámetros físico-químicos laboratorio: pH, C.E., TDS y Densidad. - Elementos mayoritarios disueltos: Cl ⁻ , SO ₄ ⁼ , HCO ₃ ⁻ , NO ₃ ⁻ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , y K ⁺ . - Elementos mayoritarios totales: Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , y K ⁺ .	40 ⁽⁵⁾	Trimestral

Tabla 4-1 Resumen Variables Ambientales y Parámetros

Componente Ambiental	Variable Ambiental	Parámetros	N° de puntos medidos	Frecuencia de Medición
		- Elementos minoritarios y trazas disueltos: B, Li, Sr.		
		- Elementos minoritarios y trazas totales: Al, As, B, Fe, Li, Si, Sr.		

(1) El limnómetro LM-15 fue reemplazo por un piezómetro (el BA-31) el año 2018 porque en la ubicación original del limnómetro no había agua superficial. Además, existen 4 estacas adicionales al Plan de Seguimiento presentado en la RCA en la Laguna Interna. La exigencia de la instalación de estas estacas fue establecida antes de la RCA 021/2016 a través de la RE 165/2003 de la Comisión Regional del Medio Ambiente, II Región de Antofagasta. Albemarle reporta esta información dentro del Plan de Seguimiento Ambiental.

(2) Son 125 por que ahora BA-31 se considera dentro de la red de piezómetros y MP-08C se encuentra sellado desde el año 2016.

(3) Sólo 13 puntos, dado que originalmente eran 14, pero el pozo MP-08C se encuentra sellado desde el año 2016.

(4) Corresponde a la cantidad total de pozos que se han bombeado durante 2022.

(5) Aunque no es parte del PSAH se presenta además Calidad Química de los pozos: Peine, Tucúcaro y de la vertiente Tilopozo.
 Fuente: Elaboración propia

Para el caso de las variables meteorológicas, la medición de los parámetros se realiza de manera continua para cada una de ellas. Sin embargo, para efectos de la entrega de resultados, esta información continua, se integra a un valor por día.

Asimismo, es necesario señalar que, en el caso de la información proveniente de caudales bombeados, se realiza un monitoreo en línea y en tiempo real.

Para facilitar la visualización de los datos y para permitir el análisis por zona, las variables niveles freáticos, niveles limnimétricos de lagunas, posición de la Interfase Salina, aforo de caudales superficiales y calidades químicas de aguas superficiales y subterráneas, se presentan agrupadas en los siguientes cuatro sectores de la cuenca, mostrados en la Figura 4-2, determinados según sus comportamiento y características hidrológicas e hidrogeológicas:

- Sector La Punta-La Brava
- Sector Peine
- Sector Norte y Borde Este
- Sector Núcleo

Para el caso de las variables meteorológicas, evapotranspiración y superficie lagunar, el análisis de la información se realiza a nivel de cuenca.

En cuanto a los bombeos de salmuera (presentados en volúmenes extraídos y caudales medios), éstos son analizados por área de bombeo que consiste en las áreas de extracción de salmuera de ALB A1 y A2 (así como el total de la operación).

4.2.1 Implementación del Plan de Monitoreo

El Plan de Seguimiento Ambiental contempla un total de 173 puntos de monitoreo u observación (de aforo 6 puntos, EVT 22 puntos, nivel freático 125, y de nivel limnimétricos 20 puntos).

Al momento de aprobarse la RCA, en enero del 2016, se encontraban implementados 97 puntos por lo que la implementación total de la red de monitoreo quedó establecida en la evaluación ambiental de acuerdo con el programa ambiental.

El programa de implementación de la infraestructura de la red de monitoreo fue concebido en cuatro etapas sucesivas, de 6 meses cada una, donde los meses se contabilizan desde la fecha de inicio del Proyecto (28 de septiembre de 2016). Esta fecha de inicio fue informada con una semana de anticipación a la SMA con Carta MA012/2016, recibida con fecha 21.09.2016, SMA Cod.50067.

A la fecha del presente documento, se ha informado la implementación de las cuatro etapas a la SMA mediante carta MA 02/2017 (Etapas 1), MA 035/2017 (Etapas 2), MA 064/2017 (Etapas 3), MA 087/2017 (Etapas 4), las que incluyen el informe de levantamiento topográfico, la perforación y/o instalación de los puntos nuevos de la Red de Monitoreo, el detalle de los métodos utilizados para desarrollar cada una de las campañas de levantamiento topográfico, se puede verificar en los respectivos informes entregados a la autoridad. Además, mediante carta del 07 de enero de 2019, se informa la finalización de las labores de construcción de los 11 lisímetros a lo largo del Salar de Atacama, dando así por finalizada la implementación de la red de monitoreo del PSAH. De forma complementaria, con fecha 15 de julio de 2019, se hace entrega del Informe “Finalización de Implementación de la Red de Monitoreo PSA, según RCA N°21/2016”, que incluye el detalle de la construcción de los 11 lisímetros a lo largo del Salar de Atacama⁹.

Le tomó aproximadamente 24 meses a ALB, dar por finalizada la implementación completa de la red de monitoreo debido a los tiempos que tomaron todas las gestiones ante la Autoridad y las Comunidades, además de los tiempos de ejecución de las distintas tareas, lo que se constata a través de todo lo expuesto en el apartado anterior. Así mismo y como se menciona anteriormente, durante la puesta en marcha de los lisímetros de carga constante instalados, estos no lograron su correcto funcionamiento pese a los esfuerzos realizados en su reparación, proponiéndose finalmente el cambio de metodología a lisímetros de carga variable, proceso que fue expuesto a la autoridad. A la fecha de presentación de este informe, se recibieron observaciones por parte de la autoridad a través de la Res SMA N°158/2023, las cuales fueron

⁹ Toda esta comunicación con la Autoridad puede ser consultada en el Anexo M de este Informe.

atendidas por ALB (fueron entregadas a través de la carta ALB-GMA-2023-SMA-010) y se está a la espera aprobación para realizar el cambio metodológico de los lisímetros actualmente instalados (el detalle de los trabajos en relación con los lisímetros se presenta en la sección 4.2.3).

En cuanto a las coordenadas y elevaciones definitivas de los puntos de monitoreo de la red, la condición específica 10.3 de la RCA N°21/2016 indica que: *“El titular deberá remitir un completo Informe de la nivelación de precisión a realizar respecto de cada uno de los puntos de medición que lo requieran (pozos, reglillas y todos los otros puntos del PSA y del PAT), con los debidos antecedentes de respaldo”*. Este levantamiento topográfico ya fue realizado por ALB, con informe y respaldos entregados a la SMA con fecha 24 de agosto de 2020 (Carta ALB-GMA-2020-SMA-012), indicando que la topografía válida corresponde a la realizada entre el 2014 y 2015, la cual fue presentada durante la evaluación ambiental del proyecto. Esto, debido a que los umbrales definidos en relación con el Plan de Alerta Temprana, así como los valores de línea base han sido calculados utilizando dicha topografía. La actualización topográfica de 2020 muestra diferencias en los distintos puntos de monitoreo, las que se deben fundamentalmente al nivel de precisión de la topografía. A la fecha de emisión de este informe, la Autoridad no se ha pronunciado al respecto. En el caso de que la SMA estime necesario actualizar la información histórica con la nueva topografía, se requeriría hacer un ejercicio similar para recalcular los valores de línea base y, por ende, los umbrales asociados al Plan de Alerta Temprana. La carta ingresada con fecha 24 de agosto de 2020 se adjunta en el Anexo M de este Informe.

Sin perjuicio de lo indicado en el párrafo precedente, mediante carta ingresada ALB-GMA-2021-SMA-027 de mayo de 2021 y carta ALB-GMA-2021-SMA-034 de junio de 2021, y dando cumplimiento a lo establecido en condición específica 10.10 de la RCA 021/2016 referente a *“Sobre el nivel de las lagunas, la cota topográfica de referencia deberá ser revisada y validada por la SMA cada 2 años”*, se hizo entrega a la SMA de informe del levantamiento topográfico georreferenciado, realizado en 2021 a los 16 limnímetros¹⁰ y a las 4 estacas pertenecientes a la red del PSAH que se encuentran instalados en los cuerpos de agua del Salar. A la fecha, ALB no ha tenido respuesta por parte de la SMA respecto del informe entregado, por lo que las coordenadas y cotas presentadas en este informe son las correspondientes a las reportadas desde 2016. Las cartas ingresadas se adjuntan en el Anexo M de este Informe.

¹⁰ El LM-15 se cambió por BA-31.

4.2.2 Red de Monitoreo Variables Meteorológicas

La medición de las variables meteorológicas se realiza actualmente en la estación denominada “EM-Rockwood”, la cual está ubicada en las instalaciones que tiene ALB en el Núcleo del salar. Al respecto, cabe recordar que esta estación comenzó su funcionamiento el 28 de abril de 2016, y que reemplaza la antigua estación denominada EM-SCL (también denominada “Planta SCL” en la Adenda 5), sustentada en la necesidad de incluir la medición de la variable de presión atmosférica comprometida en la RCA N°21/2016 y además a la incorporación de mejoras tecnológicas.

En la Tabla 4-2 y en la Figura 4-3 se indica la ubicación de las estaciones meteorológicas instaladas en la cuenca, las que son de propiedad de la DGA y de terceros, cuya información debe ser integrada al PSAH a medida que se encuentre disponible, tal como fue indicado en el Anexo 3 de la Adenda 5.

Tabla 4-2 Detalle de las Estaciones Meteorológicas

Nombre	Coordenadas UTM (Datum WGS 84/Huso 19S)		Cota Referencia [m s.n.m.]	Propietario	Vigencia
	Este (m)	Norte (m)			
EM-SCL	569.244	7.384.662	2.300	ALBEMARLE	No Vigente
EM-Rockwood	568.772	7.385.236	2.300	ALBEMARLE	Vigente
Camar	605.746	7.410.665	2.700	DGA	Vigente ⁽³⁾
El Tatio	601.377	7.525.377	4.370	DGA	Vigente ⁽³⁾
Peine	595.837	7.380.038	2.460	DGA	Vigente ⁽³⁾⁽⁴⁾
Río Grande	585.501	7.494.353	3.250	DGA	Vigente ⁽³⁾
San Pedro de Atacama	581.811	7.466.358	2.450	DGA	Vigente ⁽³⁾⁽⁵⁾
Socaire	612.802	7.390.681	3.251	DGA	Vigente ⁽³⁾⁽⁵⁾
Talabre	613.518	7.421.064	3.300	DGA	Vigente ⁽³⁾⁽⁵⁾
EM-Chaxa ⁽¹⁾	583.508	7.424.264	2.304	SQM	Vigente
EM-Salar	561.348	7.396.266	2.300	SQM	No Vigente
EM-KCI ⁽²⁾	561.376	7.396.241	2.300	SQM	Vigente
EM-Tilopozo	578.068	7.368.320	2.313	MEL	Vigente ⁽⁶⁾

(1) Actualización 2022 tomado de SQM en línea <https://www.sqmsenlinea.com/meteorology/232>. Consulta 05-01-2023.

(2) EM-KCL reemplazó EM-Salar en el año 2015. Actualización 2022 tomado de SQM en línea <https://www.sqmsenlinea.com/meteorology/232>. Consulta 05-01-2023.

(3) Datos actualizados, solicitados por ley de transparencia, recibidos el 24-02-23, la carta N°AM006T0009653 se encuentra en el Anexo M, y los datos obtenidos en el Anexo A-3.

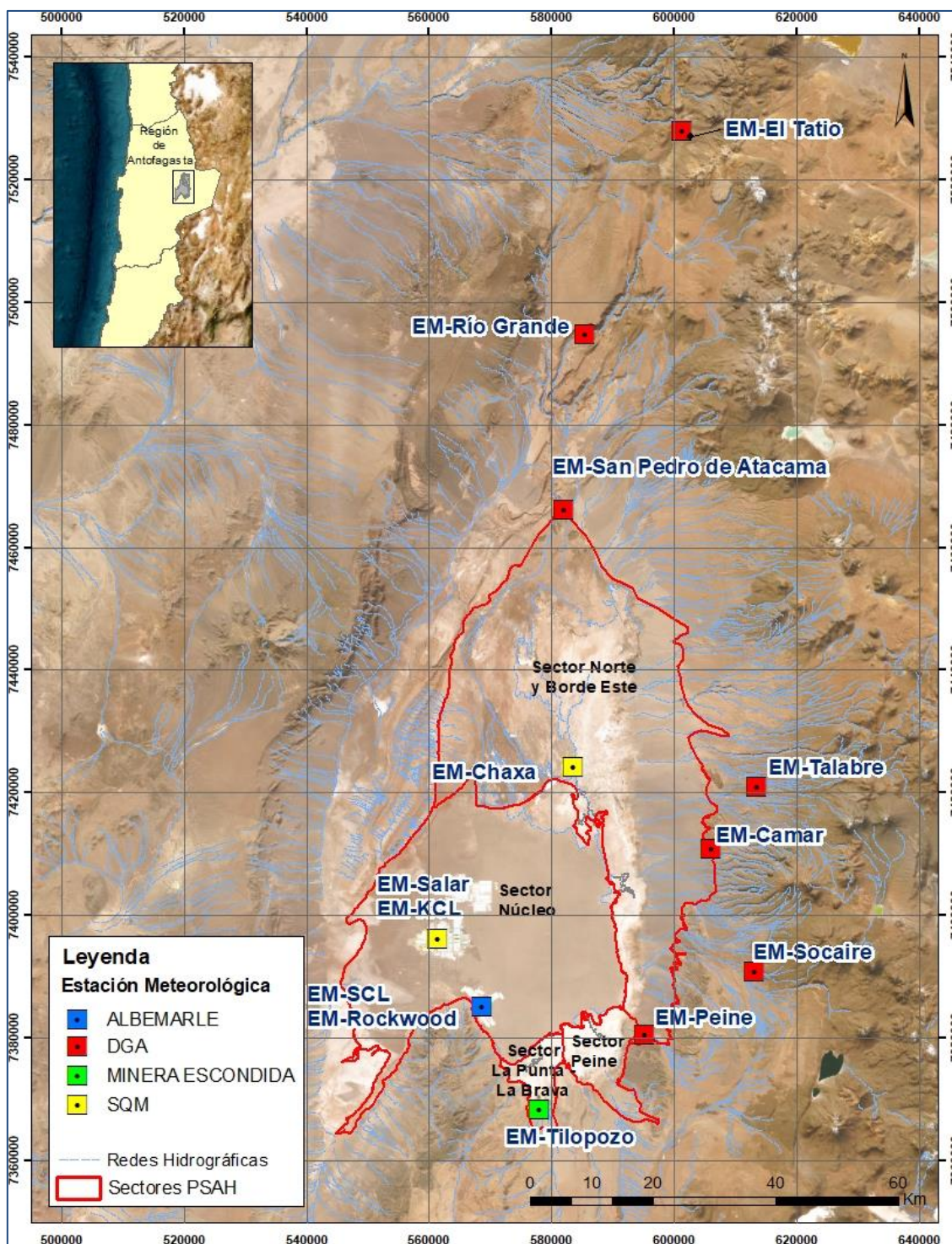
(4) Estación meteorológica suspendida, según lo reportado en carta “Respuesta Solicitud Transparencia - AM006W0067963” de fecha 30 de agosto 2021, que se encuentra en Anexo M.

(5) Estaciones meteorológica sin datos para 2022, según lo enviado por ley de transparencia, recibidos el 24-02-23, la carta N°AM006T0009653 se encuentra en el Anexo M, y los datos obtenidos en el Anexo A-3. La cual no menciona vigencia, a pesar de que fue solicitado, y según el sitio de DGA <https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes>, las estaciones se encuentran vigentes.

(6) Estación meteorológica sin datos actualizados al año 2022, últimos datos conocidos, tomados del Informe: "Reporte Anual Monitoreo Ambiental Lixiviación de Óxidos de Cobre y Aumento de la Capacidad de Tratamiento de Mineral Sulfurado, julio 2021".

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-3 Ubicaciones de las Estaciones Meteorológicas



Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Red de Monitoreo de Evapotranspiración

ALB tiene un compromiso de medir de forma continua las tasas de evaporación del salar con un total de 11 lisímetros de carga constante. No obstante, tal como se aclara en el acápite 4.2, por los desafíos asociados con el funcionamiento de los equipos, hasta la fecha no ha sido posible lograr mediciones confiables; y el día 25 de enero de 2023, se recibieron observaciones por parte de la autoridad a través de la Res SMA N°158/2023, las cuales fueron atendidas por ALB (fueron entregadas a través de la carta ALB-GMA-2023-SMA-010) y se está a la espera de aprobación para realizar el cambio metodológico de los lisímetros actualmente instalados.

Por lo anterior y con el propósito de dar cumplimiento a lo establecido en la RCA N°21/2016 y dar continuidad a las mediciones de evapotranspiración, se han continuado con las campañas trimestrales de medición con domos, que entregan información puntual de la evapotranspiración. En la Tabla 4-3 se presenta la información de los puntos de medición incluyendo su ubicación, concordancia con los futuros lisímetros, sector al cual se asocia la medición y la nomenclatura utilizada.

Tabla 4-3 Red de Monitoreo de Evapotranspiración

Punto de Monitoreo 2021	Red de Monitoreo Lisímetros	Sector	Coordenadas UTM (Datum WGS 84/Huso 19S)		Cota referencia [m s.n.m.]
			Este (m)	Norte (m)	
EVT-1	-	Norte y Borde Este	584.844	7.452.662	2.354,00
EVT-2	-	Norte y Borde Este	587.174	7.452.186	2.353,00
EVT-3	LS-01	Norte y Borde Este	580.655	7.449.818	2.340,00
EVT-4	LS-02	Norte y Borde Este	574.421	7.440.912	2.319,00
EVT-5	-	Norte y Borde Este	576.531	7.440.666	2.315,00
EVT-6	LS-03	Norte y Borde Este	586.521	7.424.624	2.305,00
EVT-7	-	Norte y Borde Este	589.510	7.424.633	2.310,00
EVT-8	-	Norte y Borde Este	592.323	7.424.633	2.323,00
EVT-9	LS-05	Núcleo	579.095	7.398.299	2.300,00
EVT-10	LS-06	Núcleo	586.123	7.393.805	2.300,00
EVT-11	-	Norte y Borde Este	591.423	7.393.882	2.303,00
EVT-12	-	Norte y Borde Este	591.748	7.394.054	2.305,00
EVT-13	-	Núcleo	572.869	7.384.102	2.300,00
EVT-15	-	Peine	590.373	7.383.699	2.300,36
EVT-16	-	Peine	591.963	7.383.004	2.303,04
EVT-17	LS-07	Peine	584.498	7.381.744	2.302,00
EVT-18	-	Peine	586.590	7.382.164	2.300,00
EVT-19	-	La Punta-La Brava	578.228	7.376.559	2.301,00
EVT-20	LS-10	La Punta-La Brava	578.855	7.375.174	2.304,00
EVT-21	-	La Punta-La Brava	578.733	7.372.927	2.306,00
EVT-22	LS-09	La Punta-La Brava	580.073	7.369.821	2.310,30
EVT-23	LS-08	Peine	587.897	7.380.946	2.304,00
LS-04*		Norte y Borde Este	593.358	7.406.165	2.300,19
LS-11*		Núcleo	560.582	7.411.613	2.300,15

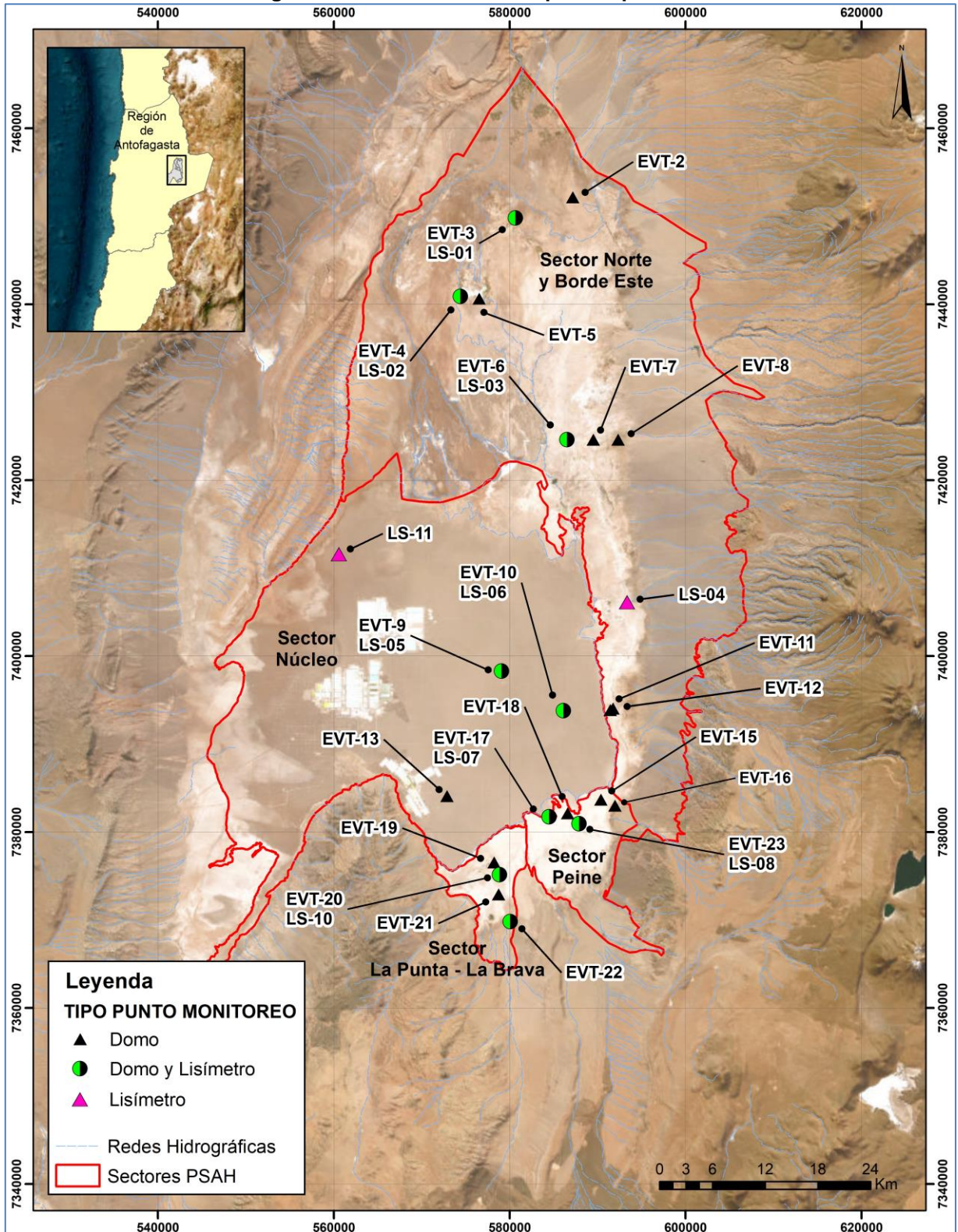
* Los puntos LS-04 y LS-11 corresponden a lisímetros sin domo asociado, aun habiendo en 2019 un lisímetro instalado en cada punto, estos no tienen un punto equivalente de medición con domo (EVT-XX).

Nota: Cota Referencia y coordenadas UTM, corresponden a las presentadas en la Adenda 5.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4 4 se muestran la ubicación de los puntos en donde actualmente se mide la evapotranspiración a través de domo.

Figura 4-4 Red Monitoreo Evapotranspiración



Fuente: Elaboración propia

Respecto a la variable evapotranspiración, la instalación prevista de lisímetros en la cuenca para la medición continua, con el objetivo de cumplir con el requisito del Anexo 3 (numeral 3.3.2) de la Adenda 5 del EIA señala que “La evapotranspiración real se medirá a partir de lisímetros u otros equipos que se instalarán en 10 puntos de medición distribuidos en el Núcleo y la Zona Marginal del Salar. Los equipos que se instalarán y sus características serán acordados con la DGA en dos reuniones técnicas que se realizarán en hasta 60 días después de la aprobación del Proyecto. estos equipos podrán ser calibrados o ajustados, si corresponde, con las mediciones realizadas con domos.”

La puesta en marcha de los lisímetros ha presentado una serie de inconvenientes, en relación con el correcto funcionamiento de los equipos. A continuación, se presenta un resumen de las actividades realizadas:

- La campaña de instalación de los 11 lisímetros a implementar se inició el día 13 de agosto de 2018. En una reunión con la DGA, sostenida el día 09 de noviembre de 2018, se presentó el avance de los trabajos de implementación, y un nuevo cronograma, en función del avance de las obras.
- El día 7 de enero 2019, se ingresó a la SMA carta donde se informa que, con fecha 05 de diciembre de 2018 finalizaron las labores de “Construcción de 11 lisímetros a lo largo del Salar de Atacama”, con lo que se dio por finalizada la implementación del PSAH.
- Para complementar lo anterior, el 15 de julio de 2019, se entregó a la SMA el Informe “Finalización de Implementación de la Red de Monitoreo PSA, según RCA N°21/2016”, con el detalle de la construcción de los 11 lisímetros.
- El 30 de octubre 2019, se tuvo una reunión con la SMA Nivel Central, donde se indicó que los lisímetros no estaban cumpliendo la función de carga constante.
- Se realizó una reunión con la SMA y DGA el 18 de diciembre de 2020, donde se señalaron los esfuerzos realizados, para que los lisímetros instalados funcionasen; sin obtener los resultados esperados, por lo cual se propuso transformar los lisímetros de carga constante a carga variable.
- El día 14 de abril de 2021, se entregó mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA-020 el informe comprometido en la reunión del día 18 de diciembre del año 2020, presentando una nueva propuesta para lograr una medición continua de la evaporación en las ubicaciones acordadas en el Salar; que correspondería a la metodología de carga variable.
- Mediante la Resolución Exenta N° 1706, y la Resolución Exenta N° 1849 de la SMA (esta última para ampliar el plazo de respuesta); solicita aclarar las observaciones de la DGA en el Ord N°51/2021 referentes al informe con el cambio metodológico

propuesto. Aclaraciones que fueron atendidas en un reporte técnico entregado a la autoridad junto a la carta ALB-GMA-2021-SMA-053 el 01 de septiembre de 2021.

Sin perjuicio de todo lo mencionado anteriormente, respecto al funcionamiento de los lisímetros, según lo establecido en la RCA N°21/2016, y para dar continuidad a las mediciones, mientras no operen de forma definitiva los mismos, se han continuado realizando las campañas trimestrales de medición de evapotranspiración con domos¹¹, las cuales se mantendrán en el tiempo hasta la fecha que disponga la Autoridad Ambiental, por cuanto permitirán correlacionar las mediciones con los lisímetros.

En relación con los domos utilizados en las campañas de EVT, se usaron 6 domos, el SA-01, SA-10, SA-11, SA-12, SA-13, SA-17, SA-18 y SA-19, en la Tabla 4-4 se detallan domos en relación con mes de campaña.

Tabla 4-4 Domos utilizados para la medición de la EVT en 2022

Domo	Campaña Marzo	Campaña Junio	Campaña Septiembre	Campaña Diciembre
SA-01	X	X	X	
SA-10		X	X	X
SA-11	X	X	X	X
SA-12	X		X	X
SA-13	X		X	
SA-17				X
SA-18				X
SA-19				X

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Red de Monitoreo Superficie Cubierta por Lagunas

El área inundada por la superficie lagunar se mide a través de imágenes satelitales de alta resolución y levantamiento en terreno, además, de imágenes de media resolución, considerando cuatro polígonos de evaluación, uno para cada sistema lagunar objeto de protección del Proyecto. Los vértices de los polígonos se indican en la Tabla 4-5, y su ubicación espacial en la Figura 4-5.

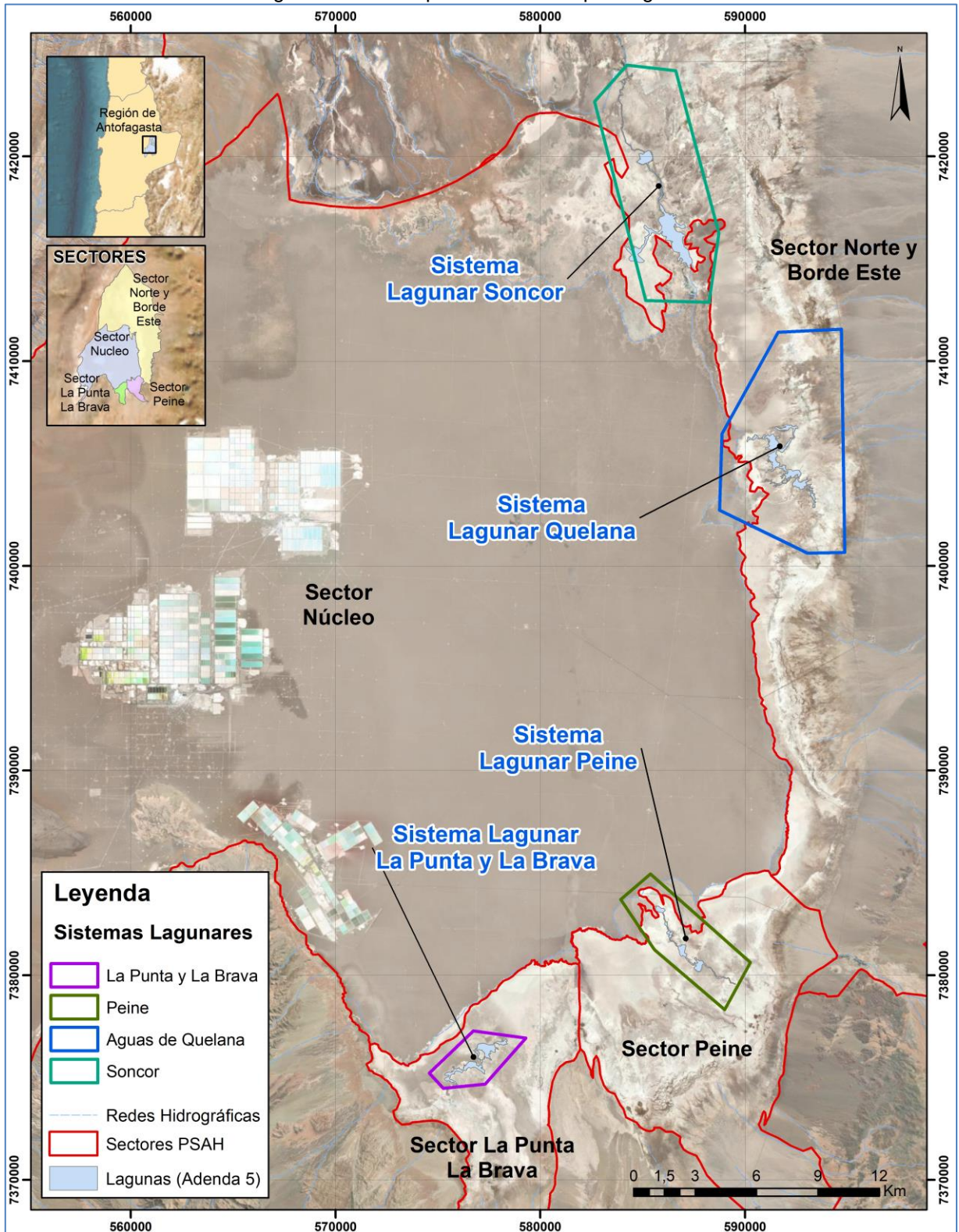
¹¹ En el Anexo 3 del Adenda 5 se indica que "Mientras se instala la nueva red de medición el titular deberá continuar con la red de monitoreo de evaporación y metodología del domo utilizada para los trabajos de la Adenda 5, con una frecuencia trimestral". El método de los domos permite obtener información puntual de la evapotranspiración.

Tabla 4-5 Vértices de los polígonos usados para evaluar superficie lagunar

Sistema Lagunar	Nombre del Nodo	Coordenadas UTM (Datum WGS84/Huso 19S)	
		Este (m)	Norte (m)
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 1	574.483	7.375.332
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 2	576.811	7.377.422
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 3	579.192	7.377.051
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 4	577.261	7.374.855
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 5	575.171	7.374.617
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 6	574.483	7.375.332
Sistema Peine	Nodo 1	583.770	7.383.878
Sistema Peine	Nodo 2	585.410	7.385.068
Sistema Peine	Nodo 3	590.358	7.380.729
Sistema Peine	Nodo 4	589.035	7.378.480
Sistema Peine	Nodo 5	585.648	7.381.285
Sistema Peine	Nodo 6	585.675	7.381.311
Sistema Peine	Nodo 7	583.770	7.383.878
Sistema Soncor	Nodo 1	588.234	7.412.889
Sistema Soncor	Nodo 2	585.093	7.412.988
Sistema Soncor	Nodo 3	582.447	7.422.414
Sistema Soncor	Nodo 4	584.200	7.424.366
Sistema Soncor	Nodo 5	586.482	7.424.101
Sistema Soncor	Nodo 6	588.631	7.416.164
Sistema Soncor	Nodo 7	588.234	7.412.889
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 1	591.549	7.411.420
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 2	594.658	7.411.519
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 3	594.823	7.400.770
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 4	592.872	7.400.869
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 5	588.738	7.402.754
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 6	588.672	7.405.896

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-5 Red Superficie Cubierta por Lagunas



Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Red de Monitoreo de Nivel, Posición Interfase Salina, Aforos y Calidad Química

Las variables niveles (superficiales y piezométricos), posición de la Interfase Salina, aforos y calidad química del agua superficial y subterránea, se abordan de manera conjunta en este numeral tal y como propone el Anexo 3 de la Adenda 5 que aprobó el Proyecto. Esto, porque en varios de los puntos de monitoreo se mide más de una variable e hidrogeológicamente se relacionan entre sí. Para facilitar el seguimiento de resultados, cada uno de los puntos se presenta asociado a los sectores que han sido indicados previamente y que corresponde a La Punta-La Brava, Peine, Norte y Borde Este y Núcleo.

La red de puntos de monitoreo de agua subterránea se encuentra compuesta por:

- Pozos someros: también denominados barrenos, cuya sigla corresponde a BA-XX¹². Son pozos de poca profundidad, hasta 2 m, realizado por métodos manuales o con ayuda de maquinaria ligera también de pequeño diámetro (2-3 pulgadas) que permite medir la profundidad del nivel de las aguas subterráneas en la zona de evaporación.
- Pozos profundos: pozos que alcanzan profundidades entre 80 m y 120 m, identificados con las siglas PP-XX, que sirven para medir en un punto específico, la profundidad del nivel de las aguas subterráneas, posición de la interfase salina y calidad química.
- Piezómetros: perforaciones de pequeño diámetro (2-5 pulgadas), realizada con maquinaria de perforación generalmente pesada, de profundidad variable, que sirven para medir la profundidad del nivel de las aguas subterráneas en un punto específico.
- Multipiezómetros: se define de esta forma al conjunto constituido por dos o tres piezómetros independientes, perforados y habilitados a diferentes profundidades. El nombre de cada multipiezómetro comienza con las iniciales MP, seguidas de un número correlativo y finaliza con una letra; A, B o C, cuyo significado es el siguiente:
 - MP-XXA: piezómetro somero perforado y habilitado sobre la posición de la Interfase Salina, es por tanto el menos profundo de los tres y sirve para la medición del nivel de agua y muestrear el acuífero de agua salobre.
 - MP-XXB: piezómetro intermedio habilitado únicamente por debajo de la posición de la Interfase Salina, destinado a la toma de muestras de salmuera.
 - MP-XXC: piezómetro profundo perforado por debajo de la interfase y habilitado en su totalidad, se destina a la realización de perfiles de conductividad y temperatura.

¹² Se indica que “XX” corresponde a una denominación para abreviar números correlativos que indican nombre de punto de monitoreo.

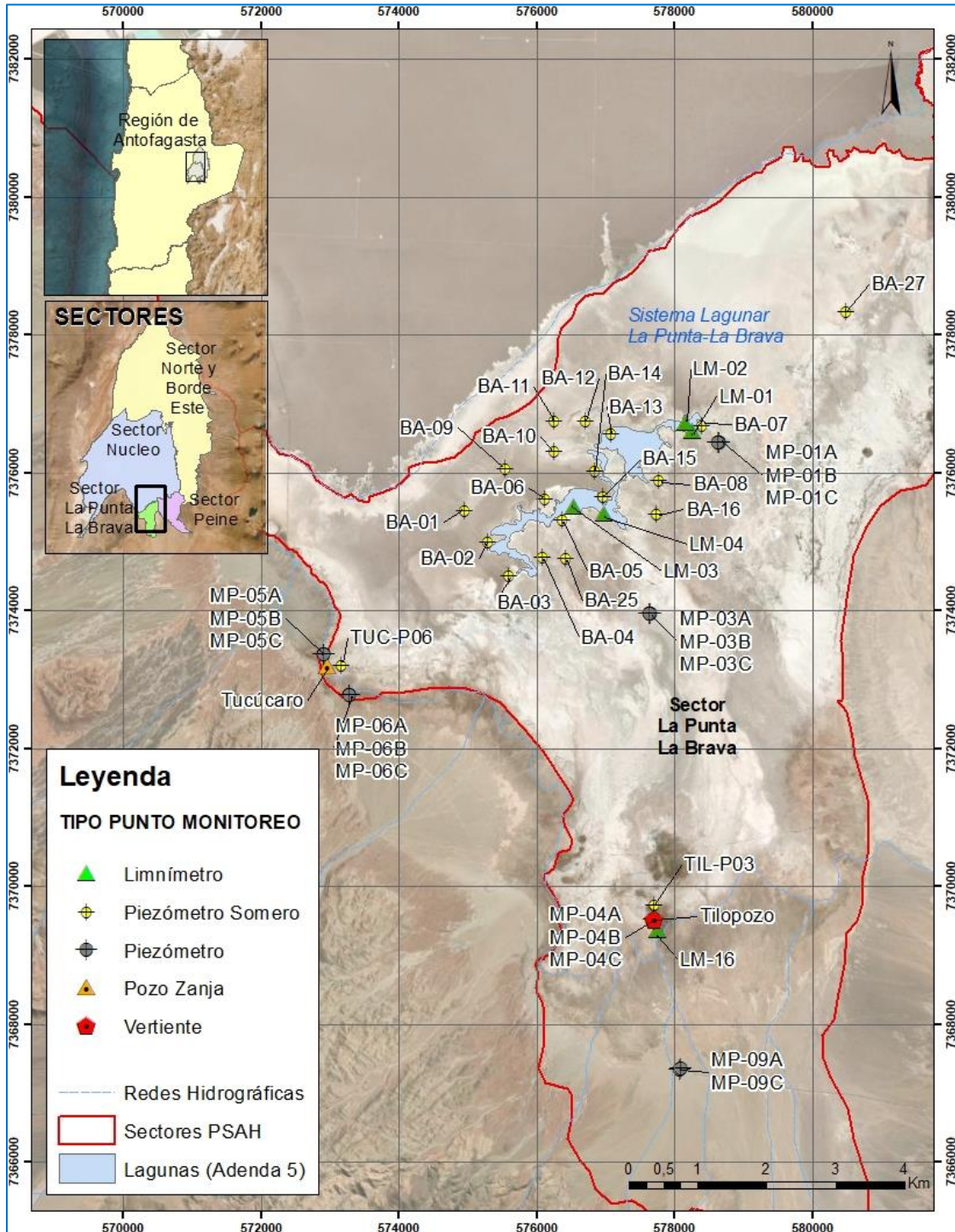
- Pozos de extracción: perforaciones de gran diámetro (menores a 30 pulgadas), realizados generalmente con maquinaria de perforación pesada, destinados a la extracción tanto de agua industrial como de salmuera.
- Zanjas: son excavaciones realizadas en el terreno mediante maquinaria tipo retroexcavadora, con profundidad en torno a los 5 metros, que permite medir la profundidad del nivel de las aguas subterráneas.

4.2.5.1 Monitoreo Sector La Punta – La Brava

Este sector abarca el área de la Zona Marginal alrededor del sistema lagunar La Punta-La Brava y el área del Borde Sur de la cuenca frente a estas lagunas. La Figura 4-8 Puntos de Monitoreo Sector Norte y Borde Este muestra la distribución de estos puntos según su tipología y la Tabla 4-6 presenta los 44 puntos de monitoreo considerados en este sector indicando las variables que deben ser medidas en cada punto, mediante una “x”.

Respecto de la nomenclatura, cabe señalar que se utiliza la notación “BA” para representar barrenos o piezómetros someros, “LM” corresponde a limnómetros y “MP” a multipiezómetros. Otros puntos de monitoreos preexistentes al desarrollo de esta red de monitoreo mantienen otra nomenclatura, pero se identifica claramente su tipología en la Figura 4-8 mediante la simbología que se indica en la leyenda.

Figura 4-6 Puntos de Monitoreo Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-6 Red de Monitoreo Sector La Punta-La Brava

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM* (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar*(m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
1	BA-01	574.964	7.375.461	2.300,92	P. somero			x		
2	BA-02	575.305	7.375.003	2.301,37	P. somero			x		
3	BA-03	575.594	7.374.516	2.301,46	P. somero			x		
4	BA-04	576.096	7.374.776	2.301,35	P. somero			x		
5	BA-05	576.373	7.375.324	2.301,09	P. somero			x		
6	BA-06	576.120	7.375.626	2.301,41	P. somero			x		
7	BA-07	578.406	7.376.692	2.300,88	P. somero			x		
8	BA-08	577.783	7.375.887	2.301,15	P. somero			x		
9	BA-09	575.545	7.376.062	2.300,79	P. somero			x		
10	BA-10	576.268	7.376.317	2.300,79	P. somero			x		
11	BA-11	576.254	7.376.750	2.300,93	P. somero			x		
12	BA-12	576.707	7.376.759	2.301,00	P. somero			x		
13	BA-13	577.081	7.376.565	2.301,08	P. somero			x		
14	BA-14	576.842	7.376.029	2.301,38	P. somero			x		
15	BA-15	576.968	7.375.650	2.301,13	P. somero			x		
16	BA-16	577.746	7.375.405	2.301,78	P. somero			x		
17	BA-25	576.424	7.374.761	2.301,47	P. somero			x		
18	BA-27	580.485	7.378.338	2.301,48	P. somero			x		
19	LM-01	578.259	7.376.599	2.300,33	Limnómetro		x			x
20	LM-02	578.162	7.376.719	2.300,80	Limnómetro		x			x
21	LM-03	576.553	7.375.507	2.300,58	Limnómetro		x			x
22	LM-04	576.992	7.375.404	2.300,93	Limnómetro		x			x
23	LM-16	577.756	7.369.364	2.307,84	Limnómetro		x			x
24	MP-01A	578.647	7.376.429	2.301,23	Piezómetro			x		x

Tabla 4-6 Red de Monitoreo Sector La Punta-La Brava

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM* (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar*(m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
25	MP-01B	578.650	7.376.430	2.301,19	Piezómetro			x		x
26	MP-01C	578.646	7.376.429	2.301,23	Piezómetro			x	x	
27	MP-03A	577.651	7.373.947	2.302,64	Piezómetro			x		x
28	MP-03B	577.653	7.373.947	2.302,63	Piezómetro			x		x
29	MP-03C	577.650	7.373.947	2.302,64	Piezómetro			x	x	
30	MP-04A	577.716	7.369.509	2.308,65	Piezómetro			x		x
31	MP-04B	577.717	7.369.513	2.308,53	Piezómetro			x		x
32	MP-04C	577.713	7.369.510	2.308,61	Piezómetro			x	x	
33	MP-05A	572.915	7.373.356	2.303,24	Piezómetro			x		x
34	MP-05B	572.913	7.373.356	2.303,24	Piezómetro			x		x
35	MP-05C	572.916	7.373.355	2.303,22	Piezómetro			x	x	
36	MP-06A	573.298	7.372.778	2.305,26	Piezómetro			x		x
37	MP-06B	573.296	7.372.777	2.305,24	Piezómetro			x		x
38	MP-06C	573.299	7.372.779	2.305,28	Piezómetro			x	x	
39	MP-09A	578.077	7.367.346	2.318,43	Piezómetro			x		x
40	MP-09C	578.099	7.367.353	2.318,26	Piezómetro			x	x	
41	TIL-P03	577.703	7.369.729	2.306,53	P. somero			x		
42	Tilopozo	577.715	7.369.511	2.308,10	Vertiente			x		
43	TUC-P06	573.171	7.373.219	2.302,42	P. somero			x		
44	Tucúcaro	572.970	7.373.199	2.303,13	Pozo Zanja			x		
Total Puntos de Monitoreo						0	5	39	6	16

*Coordenadas y cotas preliminares. Levantamiento topográfico para nivelación y homologación de coordenadas y cotas (condición específica 10.3 de la RCA N°21/2016) ya fue realizado, siendo entregado a la SMA el 24 de agosto de 2020.

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.2 Monitoreo Sector Peine

Este sector abarca el área de la Zona Marginal, Núcleo y Borde Sur alrededor del sistema lagunar de Peine, donde se encuentran las lagunas Salada, Saladita e Interna. El sector consiste en un total de 39 puntos de monitoreo de los cuales se muestran espacialmente en la Figura 4-7, haciendo la distinción en cuanto a las variables que se miden en cada uno de ellos.

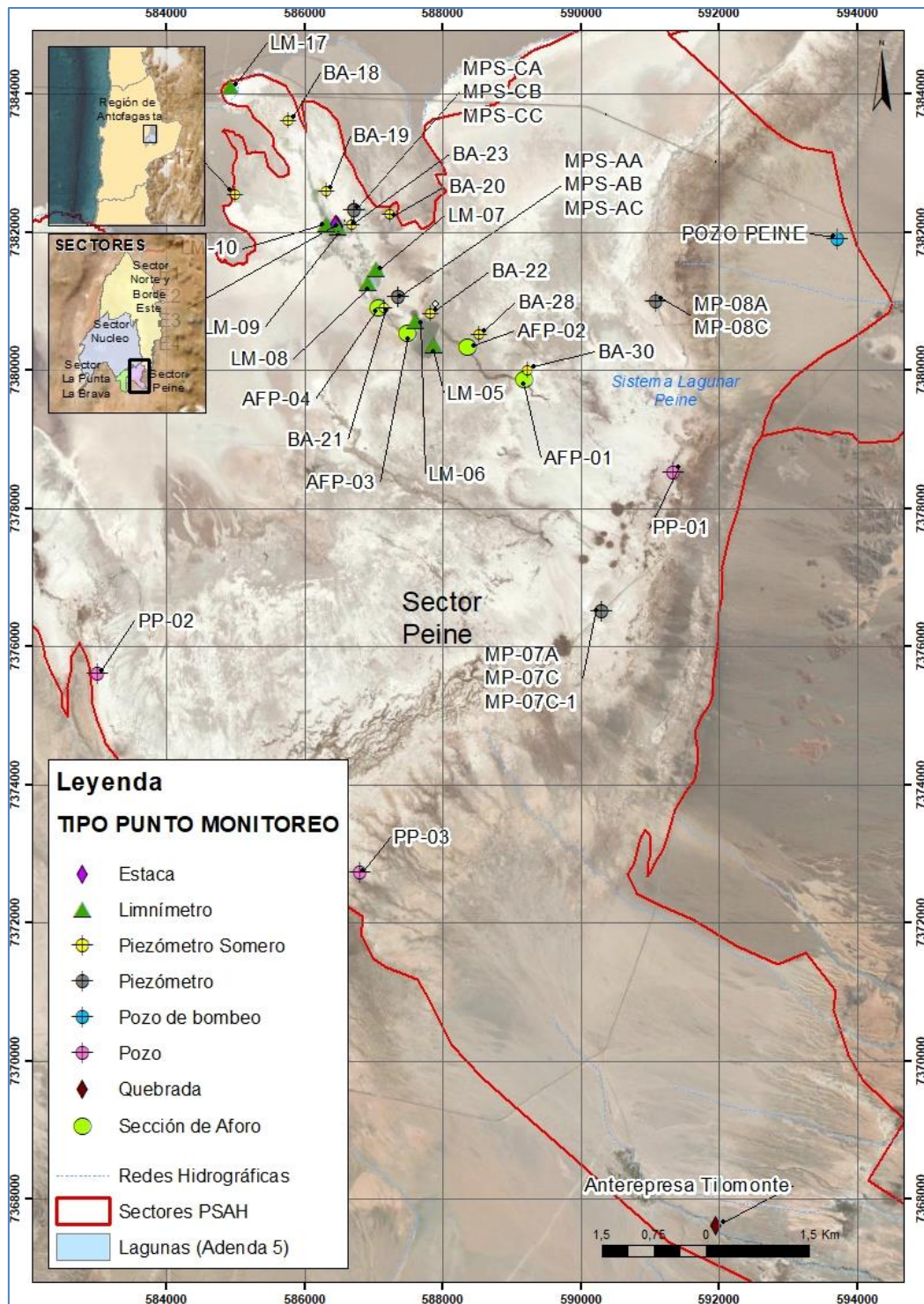
En la Tabla 4-7 se presentan todos los puntos de monitoreo considerados en este sector indicando sus coordenadas y las variables que se miden en cada uno de ellos.

En particular, se tiene:

- Piezómetro MP-07C: fue informado a la SMA mediante carta MA 064/2017 que notifica la implementación de la Etapa 3, que el piezómetro MP-07C instalado en agosto del 2016 no intercepta la Interfase Salina, por lo que fue reemplazado por piezómetro MP-07C-1.
- Piezómetro MP-08C: fue sellado por presentar surgencia, lo cual fue informado a la SMA mediante carta MA 007/2016. Asimismo, mediante carta MA 036/2017 se propone construcción de pozo equivalente MP-08C-1. Posteriormente, se recibe Ord. DGA N° 823 de 24.11.2017 con observaciones solicitando proponer otro par de piezómetros para el sistema Peine y modelación hidráulica conceptual del sistema, incorporando el acuífero confinado, a lo cual se dio respuesta mediante carta MA 033/2018 con fecha 14.03.2018, no habiéndose recibido comentarios a la fecha. Por lo anterior, este pozo no ha sido construido y se encuentra en revisión por parte de Albemarle, para retomar conversaciones con la autoridad.

Respecto de la nomenclatura, cabe señalar que se utiliza la notación “AFP” para representar afloramientos, “PP” corresponde a pozos profundos, “MPS” corresponde a multipiezómetros y “E” a estacas. Otros puntos de monitoreos preexistentes al desarrollo de esta red de monitoreo mantienen otra nomenclatura, pero se identifica claramente su tipología en la Figura 4-7 mediante la simbología que se indica en la leyenda.

Figura 4-7 Puntos de Monitoreo Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-7 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Peine

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM ⁽¹⁾ (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar ⁽¹⁾ (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
1	AFP-01	589.192	7.379.865	2.301,02	Superficial	x				
2	AFP-02	588.361	7.380.335	2.300,22	Superficial	x				
3	AFP-03	587.490	7.380.535	2.300,05	Superficial	x				
4	AFP-04	587.084	7.380.894	2.299,90	Superficial	x				
5	Anterrepresa Tilomonte	591.959	7.367.623	2.425,10	Superficial	x				x
6	BA-17	584.997	7.382.542	2.300,95	P. somero			x		
7	BA-18	585.778	7.383.610	2.300,30	P. somero			x		
8	BA-19	586.321	7.382.592	2.300,50	P. somero			x		
9	BA-20	587.247	7.382.250	2.300,54	P. somero			x		
10	BA-21	587.159	7.380.905	2.301,39	P. somero			x		
11	BA-22	587.837	7.380.817	2.301,12	P. somero			x		
12	BA-23	586.684	7.382.108	2.300,51	P. somero			x		
13	BA-28	588.525	7.380.523	2.301,31	P. somero			x		
14	BA-30	589.239	7.380.003	2.302,28	P. somero			x		
15	LM-05	587.871	7.380.354	2.300,58	Limnómetro		x			x
16	LM-06	587.618	7.380.701	2.300,78	Limnómetro		x			x
17	LM-07	587.038	7.381.462	2.300,45	Limnómetro		x			x
18	LM-08	586.928	7.381.249	2.300,54	Limnómetro		x			x
19	LM-09	586.497	7.382.059	2.299,73	Limnómetro		x			x
20	LM-10	586.329	7.382.108	2.299,69	Limnómetro		x			x
21	LM-17	584.939	7.384.094	2.299,61	Limnómetro		x			x
22	MP-07A	590.305	7.376.507	2.306,63	Piezómetro			x		x
23	MP-07C ⁽²⁾	590.300	7.376.499	2.306,63	Piezómetro			x	x	

Tabla 4-7 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Peine

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM ⁽¹⁾ (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar ⁽¹⁾ (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
	MP-07C-1	590.302	7.376.494	2.306,68						
24	MP-08A	591.099	7.380.993	2.303,90	Piezómetro			x		x
25	MP-08C ⁽³⁾	591.088	7.380.990	2.303,48	Piezómetro			x	x	
26	MPS-AA	587.361	7.381.053	2.300,25	Piezómetro			x		x
27	MPS-AB	587.360	7.381.056	2.300,19	Piezómetro			x		x
28	MPS-AC	587.361	7.381.052	2.300,27	Piezómetro			x	x	
29	MPS-CA	586.725	7.382.313	2.299,60	Piezómetro			x		
30	MPS-CB	586.723	7.382.312	2.299,66	Piezómetro			x		x
31	MPS-CC	586.726	7.382.313	2.299,62	Piezómetro			x	x	
33	PP-01	591.348	7.378.507	2.305,56	Pozo			x	x	x
34	PP-02	583.007	7.375.594	2.303,98	Pozo			x	x	x
35	PP-03	586.803	7.372.719	2.309,09	Pozo			x	x	x
36	E1	586.496	7.382.071	2.299,47	Estaca		x			
37	E2	586.495	7.382.088	2.299,45	Estaca		x			
38	E3	586.476	7.382.107	2.299,37	Estaca		x			
39	E4	586.459	7.382.110	2.299,50	Estaca		x			
Total Puntos de Monitoreo						5	11	22	6	16

Notas:

- (1) Coordenadas y cotas preliminares. Levantamiento topográfico para nivelación y homologación de coordenadas y cotas (condición específica 10.3 de la RCA N°21/2016) ya fue realizado, siendo entregado a la SMA el 24 de agosto de 2020.
- (2) El piezómetro MP-07C instalado en agosto del 2016 no intercepta la Interfase Salina, por lo que fue reemplazado por piezómetro MP-07C-1, lo que fue informado a la SMA mediante carta MA 064/2017.
- (3) Pozo sellado por presentar surgencia, lo cual fue informado a la SMA mediante carta MA 007/2016. Se propuso construcción de pozo de reemplazo (MP-08C-1), pero a la fecha no se ha materializado.

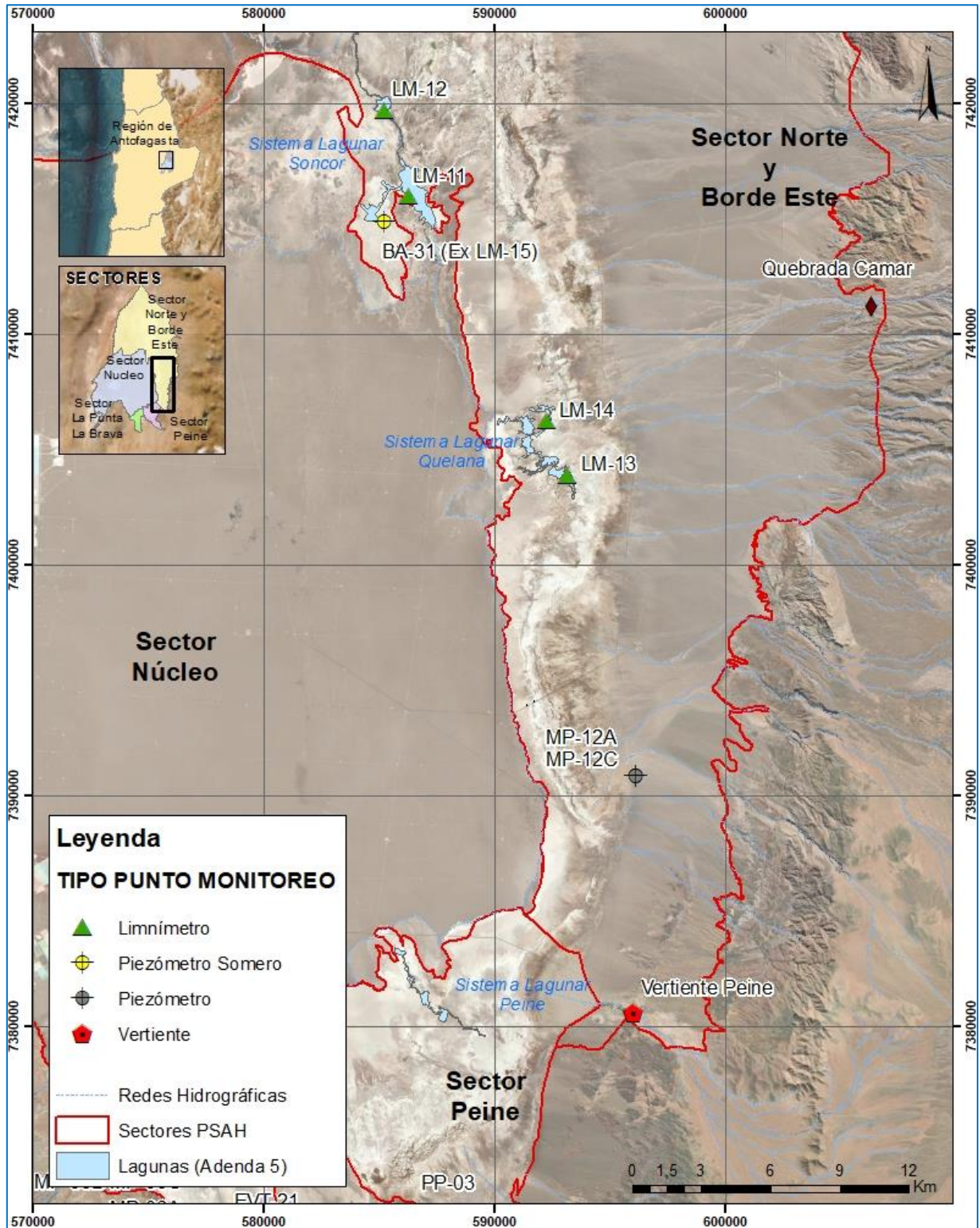
Fuente: Elaboración propia

4.2.5.3 Monitoreo Sector Norte y Borde Este

Este sector abarca el área de la Zona Marginal, parte del Núcleo y Borde Este de la cuenca alrededor de los sistemas lagunares Soncor y Aguas de Quelana, que son áreas protegidas por formar parte de la Reserva Nacional Los Flamencos y estar incluidas en la convención Ramsar.

Además del análisis de la superficie lagunar que se realiza sobre estos sistemas, se tienen los 4 limnímetros en las coordenadas que se indican en la Tabla 4-7 para la medición del nivel de las lagunas, anteriormente existió en la nomenclatura el limnímetro LM-15, que fue reemplazado por un piezómetro (el BA-31) el año 2018 porque en la ubicación original del limnímetro no había agua superficial. En los mismos puntos también se toman muestras de agua para su caracterización físico-química. La ubicación de los 9 puntos de monitoreo de este sector, se muestran en la Figura 4-8.

Figura 4-8 Puntos de Monitoreo Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-7 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Norte y Borde Este

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM ⁽¹⁾ (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar ⁽¹⁾ (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
1	LM-11	586.259	7.415.937	2.299,87	Limnómetro		x			x
2	LM-12	585.236	7.419.626	2.299,73	Limnómetro		x			x
3	LM-13	593.159	7.403.846	2.300,38	Limnómetro		x			x
4	LM-14	592.251	7.406.216	2.300,50	Limnómetro		x			x
5	BA-31 ⁽²⁾	585.222	7.414.817	2.298,80	P. somero			x		x
	(ex LM-15)									
6	MP-12A	596.113	7.390.802	2.316,23	Piezómetro			x		x
7	MP-12C	596.123	7.390.799	2.316,62	Piezómetro			x	x	
8	Quebrada Camar	606.314	7.411.194	2.729,00	Superficial					x
9	Vertiente Peine	596.008	7.380.544	2.445,48	Superficial	x				x
Total Puntos de Monitoreo						1	4	3	1	8

(1) Coordenadas y cotas preliminares. Levantamiento topográfico para nivelación y homologación de coordenadas y cotas (condición específica 10.3 de la RCA N°21/2016) ya fue realizado, siendo entregado a la SMA el 24 de agosto de 2020.

(2) BA-31 corresponde a un piezómetro somero, que en forma previa fue erróneamente denominado como limnómetro LM-15.

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.4 Monitoreo Sector Núcleo

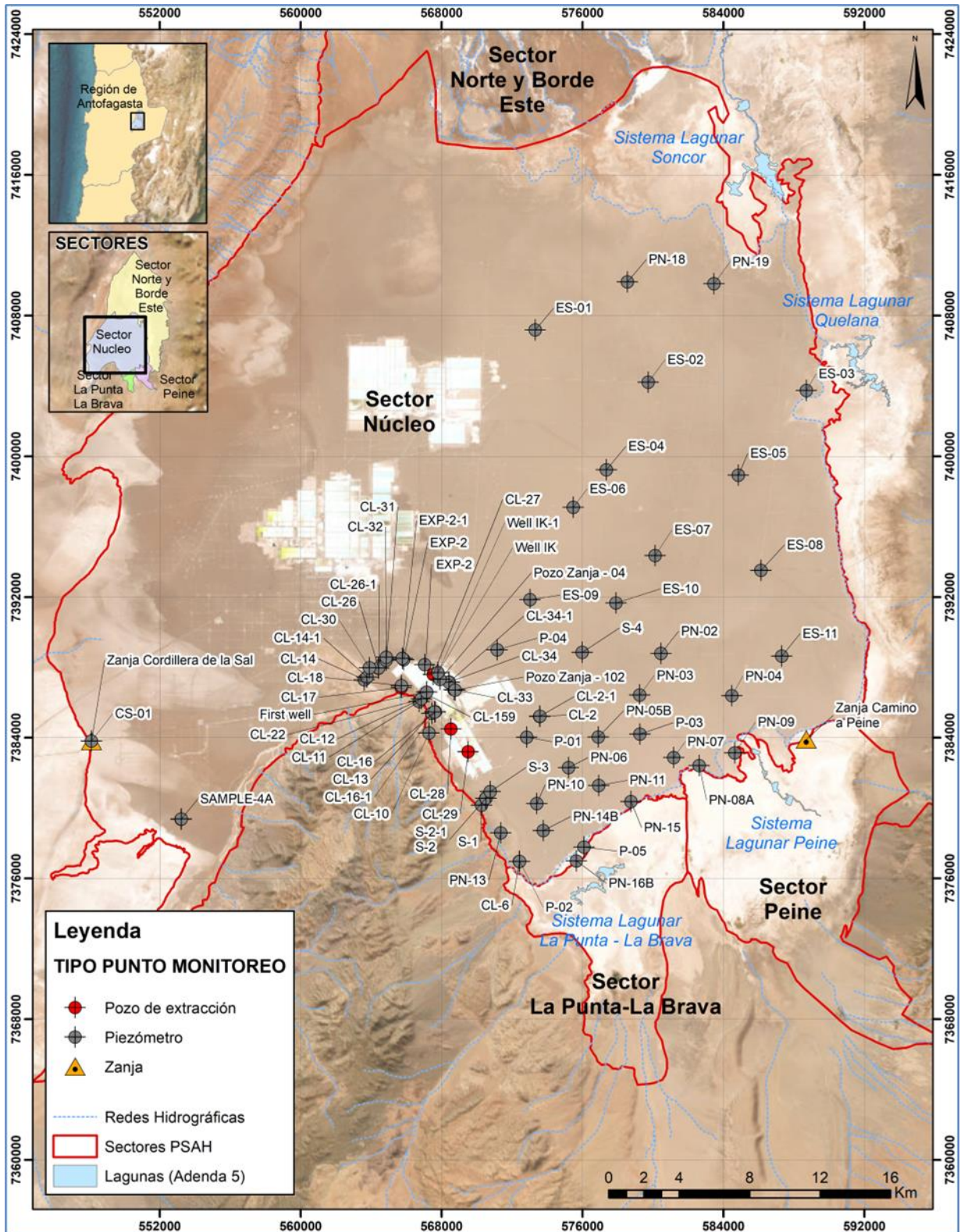
El sector Núcleo constituye el Núcleo del salar desde donde se extrae la salmuera. La red de monitoreo de este sector considera un total de 62 puntos para la medición mensual solamente de niveles piezométricos. En la Figura 4-9 se muestra la ubicación de cada uno de ellos.

La no inclusión del monitoreo de la calidad química en los pozos de extracción de salmuera está dada por la resolución de solicitud de interpretación de la RCA N°21/2016, resuelta mediante la R.E. N° 1.472 de fecha 27 de diciembre 2017 del SEA Dirección Ejecutiva. Por lo anterior es que no se presentan resultados asociados a química de los pozos de extracción de salmuera. Dicha Resolución se adjunta dentro de Anexo M de este Informe.

La Tabla 4-8 muestra la información de estos puntos. Los primeros 19 piezómetros, corresponden a puntos que ya eran monitoreados y reportados a la autoridad en cumplimiento de autorizaciones ambientales anteriores existentes (R.E. N° 092/00 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Antofagasta, y R.E. N° 3132/06 de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente), y actualmente forman parte también de las obligaciones de la RCA N°21/2016.

Respecto de la nomenclatura, cabe señalar que se utiliza la notación “PN” para representar a los piezómetros del Núcleo y “ES”, para identificar a los puntos que forman parte de la herramienta de verificación del Efecto Sinérgico de las extracciones en el Núcleo.

Figura 4-9 Puntos de Monitoreo Sector Núcleo



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-8 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Núcleo

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM ⁽¹⁾ (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar ⁽¹⁾ (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
1	CL-2	573.582	7.385.213	2.300,95	Piezómetro			x		
	CL-2-1 (2)	573.591	7.385.223	2.300,49						
2	CL-6	572.422	7.376.975	2.300,12	Piezómetro			x		
3	CL-10	567.294	7.384.280	2.300,28	Piezómetro			x		
4	CL-11	566.728	7.386.065	2.300,57	Piezómetro			x		
5	CL-12	566.856	7.386.218	2.300,16	Piezómetro			x		
6	CL-13	567.451	7.385.392	2.300,66	Piezómetro			x		
7	CL-14	563.624	7.387.299	2.300,24	Piezómetro			x		
	CL-14-1 (3)	563.769	7.387.448	2.300,75						
8	CL-16	567.641	7.385.485	2.300,30	Piezómetro			x		
	CL-16-1 (4)	567.614	7.385.472	2.301,26						
9	CL-17	565.711	7.386.853	2.300,26	Piezómetro			x		
10	CL-18	565.732	7.386.970	2.300,23	Piezómetro			x		
11	CL-26	564.419	7.387.956	2.300,63	Piezómetro			x		
	CL-26-1 (5)	564.435	7.387.975	2.300,51						
12	CL-27-P(6)	567.043	7.388.162	2.300,04	Piezómetro			x		
13	CL-28	568.539	7.384.505	2.300,88	Piezómetro			x		
14	CL-29	569.513	7.383.212	2.300,85	Piezómetro			x		
15	CL-30	563.915	7.387.985	2.300,30	Piezómetro			x		
16	CL-31	564.860	7.388.412	2.300,28	Piezómetro			x		
17	CL-32	564.868	7.388.580	2.300,18	Piezómetro			x		
18	CL-33	568.710	7.386.741	2.300,33	Piezómetro			x		
19	CL-34	568.431	7.387.167	2.300,07	Piezómetro			x		
	CL-34-1 (7)	568.432	7.387.160	2.300,31						

Tabla 4-8 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Núcleo

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM ⁽¹⁾ (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar ⁽¹⁾ (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
20	CS-01	548.122	7.383.820	2.300,86	Piezómetro			x		
21	ES-01	573.316	7.407.190	2.299,93	Piezómetro			x		
22	ES-02	579.742	7.404.217	2.299,77	Piezómetro			x		
23	ES-03	588.711	7.403.738	2.299,54	Piezómetro			x		
24	ES-04	577.358	7.399.233	2.299,87	Piezómetro			x		
25	ES-05	584.854	7.398.928	2.299,76	Piezómetro			x		
26	ES-06	575.483	7.397.097	2.300,00	Piezómetro			x		
27	ES-07	580.131	7.394.358	2.300,02	Piezómetro			x		
28	ES-08	586.136	7.393.521	2.299,90	Piezómetro			x		
29	ES-09	573.027	7.391.861	2.300,21	Piezómetro			x		
30	ES-10	577.911	7.391.666	2.300,02	Piezómetro			x		
31	ES-11	587.315	7.388.648	2.299,59	Piezómetro			x		
32	EXP-2	565.861	7.388.442	2.299,87	Piezómetro			x		
	EXP-2-1 (8)	565.777	7.388.513	2.300,60						
33	First well	567.158	7.386.604	2.300,08	Piezómetro			x		
34	P-01	572.834	7.384.032	2.300,63	Piezómetro			x		
35	P-02	572.433	7.376.977	2.300,44	Piezómetro			x		
36	P-03	579.260	7.384.212	2.300,71	Piezómetro			x		
37	P-04	571.158	7.389.005	2.300,55	Piezómetro			x		
38	P-05	576.091	7.377.780	2.299,84	Piezómetro			x		
39	PN-02	580.458	7.388.790	2.300,09	Piezómetro			x		
40	PN-03	579.258	7.386.428	2.299,52	Piezómetro			x		
41	PN-04	584.483	7.386.395	2.300,13	Piezómetro			x		
42	PN-05B	576.901	7.384.044	2.300,81	Piezómetro			x		

Tabla 4-8 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Núcleo

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM ⁽¹⁾ (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar ⁽¹⁾ (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
43	PN-06	575.214	7.382.305	2.300,49	Piezómetro			x		
44	PN-07	581.187	7.382.874	2.300,32	Piezómetro			x		
45	PN-08A	582.633	7.382.424	2.300,72	Piezómetro			x		
46	PN-09	584.650	7.383.143	2.299,65	Piezómetro			x		
47	PN-10	573.416	7.380.256	2.300,22	Piezómetro			x		
48	PN-11	576.928	7.381.292	2.300,41	Piezómetro			x		
49	PN-13	571.361	7.378.597	2.300,36	Piezómetro			x		
50	PN-14B	573.777	7.378.721	2.300,44	Piezómetro			x		
51	PN-15	578.762	7.380.378	2.300,37	Piezómetro			x		
52	PN-16B	575.663	7.377.001	2.300,42	Piezómetro			x		
53	PN-18	578.554	7.409.920	2.299,71	Piezómetro			x		
54	PN-19	583.463	7.409.811	2.299,45	Piezómetro			x		
55	S-1	570.270	7.380.179	2.300,51	Piezómetro			x		
56	S-2	570.521	7.380.563	2.300,33	Piezómetro			x		
	S-2-1 (9)	570.522	7.380.565	2.300,33	Piezómetro					
57	S-3	570.775	7.380.949	2.300,49	Piezómetro			x		
58	S-4	575.984	7.388.860	2.300,21	Piezómetro			x		
59	Sample-4A	553.228	7.379.389	2.301,19	Piezómetro			x		
60	Well IK	567.801	7.387.700	2.299,88	Piezómetro			x		
	Well-IK-1 (10)	567.802	7.387.699	2.300,53						
61	Zanja camino a Peine	588.696	7.383.905	2.300,26	Zanja			x		
Total Puntos de Monitoreo								61		

(1) Coordenadas y cotas preliminares. Levantamiento topográfico para nivelación y homologación de coordenadas y cotas (condición específica 10.3 de la RCA N°21/2016 ya fue realizado, siendo entregado a la SMA el 24 de agosto de 2020.

-
- (2) Reemplaza a CL-2 desde julio de 2016;
 - (3) Reemplaza a CL-14 desde julio de 2016;
 - (4) Reemplaza a CL-16 desde julio 2016;
 - (5) Reemplaza a CL-26 desde julio 2016;
 - (6) Se modifica solo el nombre del punto, dado que existe un punto de bombeo que tiene el mismo nombre;
 - (7) Reemplaza a CL-34 desde julio 2016;
 - (8) Reemplaza a EXP-2 desde julio 2016;
 - (9) Reemplaza a S-2 desde junio 2019;
 - (10) Reemplaza a WELL-IK desde octubre 2016. Deja de ser operativo en septiembre 2017 y en octubre 2017 se reperfora y queda operativo.
- Fuente: Elaboración propia

4.2.6 Red de Monitoreo Pozos de Bombeo de Salmuera y de Agua dulce-salobre

En la Tabla 4-9 presentan los pozos de extracción tanto de salmuera como de agua dulce-salobre, que ALB ha operado durante el año 2022, asimismo se entregan sus coordenadas. En la Figura 4-10 se presenta su ubicación.

Tabla 4-9 Pozos de bombeo monitoreados año 2022, 81 puntos de extracción de salmuera y 3 puntos de extracción de agua dulce-salobre

N°	Punto	Coordenadas UTM		Extracción	Área de Extracción
		(WGS 84/Huso 19S)			
		Este (m)	Norte (m)		
1	CL-1	573.049	7.384.403	Salmuera	A2
2	CL-100	563.437	7.386.040	Salmuera	A1
3	CL-101	557.123	7.382.092	Salmuera	A1
4	CL-104	556.633	7.380.959	Salmuera	A1
5	CL-106	568.797	7.388.505	Salmuera	A1
6	CL-107	561.11	7.386.256	Salmuera	A1
7	CL-112	559.16	7.385.094	Salmuera	A1
8	CL-113	560.156	7.384.585	Salmuera	A1
9	CL-114	568.672	7.388.530	Salmuera	A1
10	CL-116	568.622	7.388.530	Salmuera	A1
11	CL-117	568.747	7.388.530	Salmuera	A1
12	CL-119	568.474	7.388.527	Salmuera	A1
13	CL-120	568.791	7.388.180	Salmuera	A1
14	CL-121	568.485	7.388.497	Salmuera	A1
15	CL-122	568.786	7.387.900	Salmuera	A1
16	CL-124	568.79	7.387.786	Salmuera	A1
17	CL-125	568.786	7.387.923	Salmuera	A1
18	CL-126	568.785	7.388.056	Salmuera	A1
19	CL-127	568.789	7.388.097	Salmuera	A1
20	CL-128	568.577	7.387.972	Salmuera	A1
21	CL-130	568.559	7.388.109	Salmuera	A1
22	CL-133	562.022	7.386.212	Salmuera	A1
23	CL-134	562.789	7.386.481	Salmuera	A1
24	CL-136	562.033	7.388.407	Salmuera	A1
25	CL-137	562.139	7.387.328	Salmuera	A1
26	CL-140	568.243	7.382.732	Salmuera	A1
27	CL-142	568.057	7.382.804	Salmuera	A1
28	CL-143	567.86	7.382.858	Salmuera	A1
29	CL-149	567.944	7.382.746	Salmuera	A1
30	CL-15	563.329	7.387.453	Salmuera	A1
31	CL-150	562.864	7.386.230	Salmuera	A1
32	CL-151	563.211	7.387.236	Salmuera	A1

Tabla 4-9 Pozos de bombeo monitoreados año 2022, 81 puntos de extracción de salmuera y 3 puntos de extracción de agua dulce-salobre

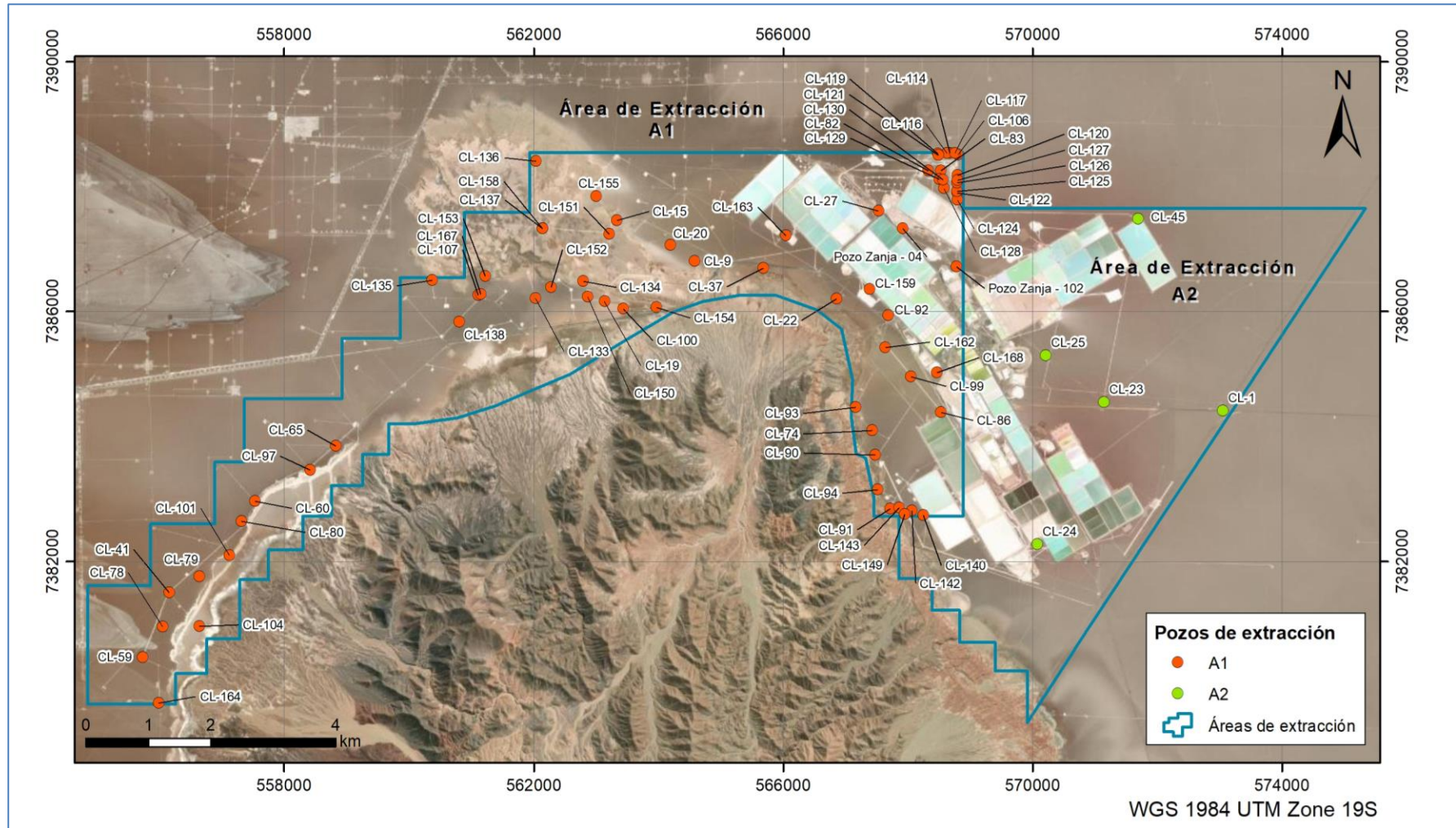
N°	Punto	Coordenadas UTM		Extracción	Área de Extracción
		(WGS 84/Huso 19S)			
		Este (m)	Norte (m)		
33	CL-152	562.275	7.386.382	Salmuera	A1
34	CL-153	561.223	7.386.566	Salmuera	A1
35	CL-154	563.962	7.386.065	Salmuera	A1
36	CL-155	563.003	7.387.844	Salmuera	A1
37	CL-157	557.579	7.382.307	Salmuera	A1
38	CL-158	562.142	7.387.327	Salmuera	A1
39	CL-159	567.383	7.386.355	Salmuera	A1
40	CL-162	567.63	7.385.423	Salmuera	A1
41	CL-163	566.038	7.387.211	Salmuera	A1
42	CL-167	561.15	7.386.273	Salmuera	A1
43	CL-168	568.458	7.385.019	Salmuera	A1
44	CL-171	570.061	7.382.252	Salmuera	A2
45	CL-172	567.36	7.385.803	Salmuera	A1
46	CL-173	570.213	7.385.273	Salmuera	A2
47	CL-175	560.796	7.385.835	Salmuera	A1
48	CL-176	555.691	7.379.740	Salmuera	A1
49	CL-177	567.263	7.384.763	Salmuera	A1
50	CL-178	556.199	7.380.251	Salmuera	A1
51	CL-179	563.321	7.387.456	Salmuera	A1
52	CL-181	564.179	7.387.052	Salmuera	A1
53	CL-182	567.399	7.385.001	Salmuera	A1
54	CL-184	562.647	7.387.027	Salmuera	A1
55	CL-185	561.739	7.387.041	Salmuera	A1
56	CL-186	568.534	7.388.252	Salmuera	A1
57	CL-19	563.132	7.386.157	Salmuera	A1
58	CL-22	566.85	7.386.202	Salmuera	A1
59	CL-23	571.141	7.384.543	Salmuera	A2
60	CL-24	570.07	7.382.264	Salmuera	A2
61	CL-27	567.527	7.387.606	Salmuera	A1
62	CL-37	565.679	7.386.693	Salmuera	A1
63	CL-41	556.151	7.381.492	Salmuera	A1
64	CL-45	571.689	7.387.482	Salmuera	A2
65	CL-59	555.731	7.380.459	Salmuera	A1
66	CL-60	557.531	7.382.960	Salmuera	A1
67	CL-65	558.828	7.383.840	Salmuera	A1
68	CL-78	556.046	7.380.948	Salmuera	A1
69	CL-79	556.639	7.381.750	Salmuera	A1
70	CL-80	557.315	7.382.635	Salmuera	A1

Tabla 4-9 Pozos de bombeo monitoreados año 2022, 81 puntos de extracción de salmuera y 3 puntos de extracción de agua dulce-salobre

N°	Punto	Coordenadas UTM		Extracción	Área de Extracción
		(WGS 84/Huso 19S)			
		Este (m)	Norte (m)		
71	CL-82	568.327	7.388.254	Salmuera	A1
72	CL-86	568.527	7.384.385	Salmuera	A1
73	CL-9	564.577	7.386.801	Salmuera	A1
74	CL-90	567.472	7.383.701	Salmuera	A1
75	CL-91	567.715	7.382.838	Salmuera	A1
76	CL-92	567.68	7.385.933	Salmuera	A1
77	CL-94	567.51	7.383.140	Salmuera	A1
78	CL-97	558.413	7.383.460	Salmuera	A1
79	CL-99	568.043	7.384.955	Salmuera	A1
80	Pozo Peine	593.721	7.381.894	Agua dulce-salobre	Peine
81	Pozo Zanja - 04	567.914	7.387.327	Salmuera	A1
82	Pozo Zanja - 102	568.778	7.386.716	Salmuera	A1
83	Tilopozo	577.715	7.369.511	Agua dulce-salobre	La Punta-La Brava
84	Tucúcaro	572.97	7.373.199	Agua dulce-salobre	La Punta-La Brava

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-10 Ubicación Puntos de Bombeo Salmuera



Fuente: Elaboración propia

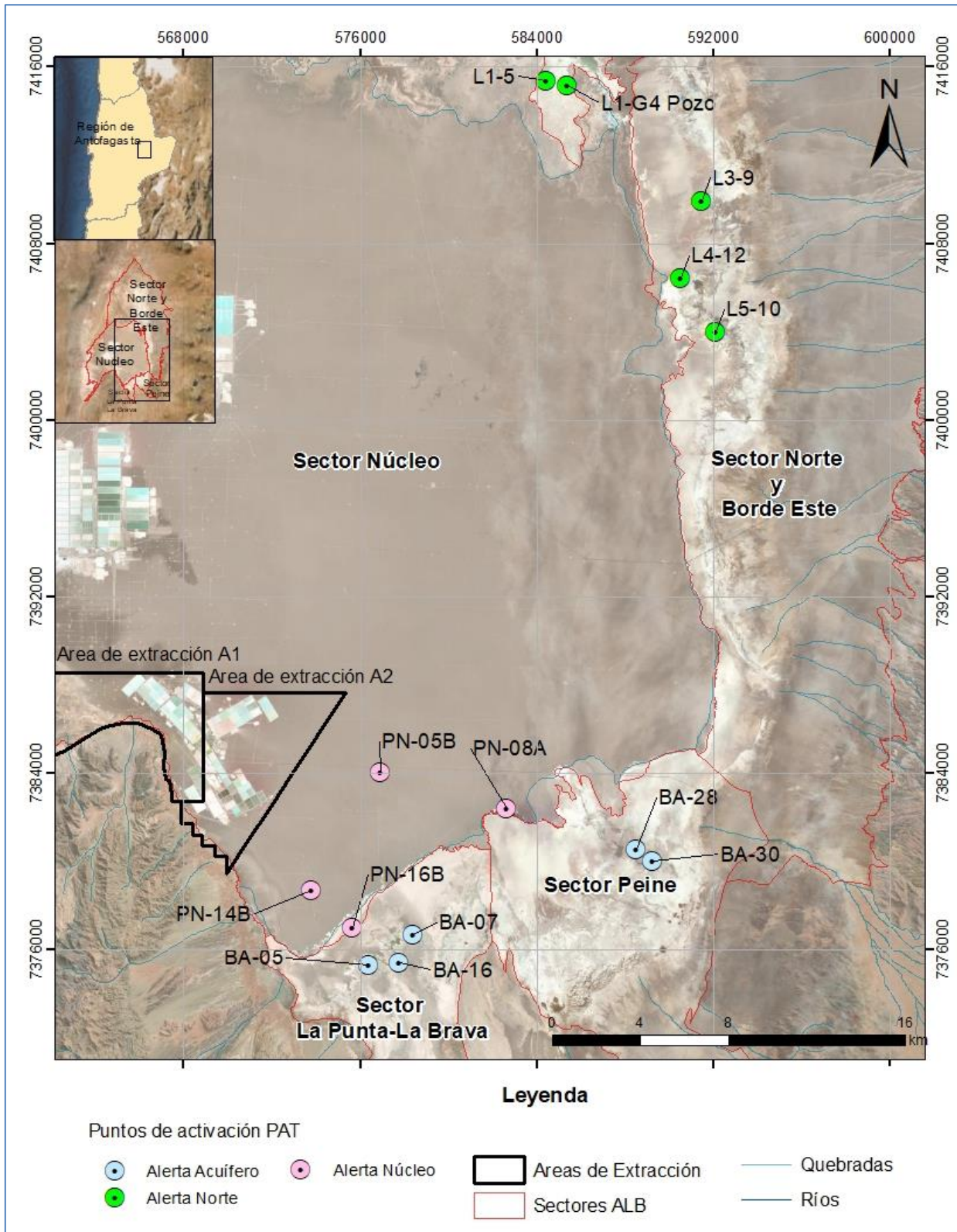
4.2.7 Red del Plan de Alerta Temprana

El objetivo del Plan de Alerta Temprana (PAT) es detectar en forma anticipada (en el tiempo y en el espacio) desviaciones respecto a las proyecciones asociados con el comportamiento del componente hídrico que pudieren llegar a afectar los sistemas objeto de protección y en consecuencia la generación de activación de medidas preventivas para evitar un afectación no previsto de los sistemas. Las medidas pueden ser preventivas intermedias, para entender el origen del desvío, pero anticipadas, como por ejemplo la disminución o cese de la extracción para revertir un comportamiento no esperado del sistema antes de que pudiera generarse un efecto adverso.

Para ello, el PAT utiliza un subconjunto de puntos de monitoreo del PSAH (Tabla 4-11), denominados “puntos de activación”, y establece variables de estado indicadoras del comportamiento del Proyecto y de los objetos de protección, con “niveles de activación” (umbrales) que permiten anticiparse a la generación de efectos no previstos de la operación del Proyecto o del efecto sinérgico de los proyectos en el Salar. El Plan de Alerta Temprana considera los siguientes 3 Sectores de Alerta (Tabla 4-11):

- Sector de alerta Núcleo, - se ubica en el Núcleo del Salar entre la explotación de ALB y los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava
- Sector de alerta Acuífero - se ubica en el acuífero de agua dulce-salobre alrededor de los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava
- Sector de alerta Norte - considera el sector del Núcleo frente los sistemas lagunares de Soncor y Aguas de Quelana

Figura 4-11 Ubicación Puntos PAT



Fuente: Elaboración propia

Cada sector tiene sus puntos de activación, umbrales (más detalles en el capítulo 5, sección 5.10 del presente informe), y medidas de acción diferentes, que dicen relación con el comportamiento esperado de cada sector (Tabla 4-11) durante la fase de operación del Proyecto:

Además, se hizo entrega del primer informe de efectividad de la medida de reducción de salmuera, mediante la carta ALB-GMA-2022-SMA-027, que corresponde a un compromiso de la activación de la Fase II en el Sector de Alerta Norte, este informe concluye que: *“La efectividad de la medida determinada con la fórmula de la Adenda 5 en los puntos del PAT Sector de Alerta Norte corresponde a 0% en la fecha de evaluación (marzo de 2022), dado que no se observa una reducción en la tasa de descenso. Esta nula efectividad obtenida para este sector se relaciona con la baja contribución que tiene ALB al descenso, además del tiempo de viaje del efecto de la medida de reducción en los puntos del PAT Sector de Alerta Norte (superior al periodo de análisis de este informe)”*.

Tabla 4-10 Indicadores de estado del PAT

Sector de Alerta	Descripción	Indicador	Nº Puntos de Activación	Efectos previstos por el proyecto
Núcleo	Núcleo frente Peine y La Punta-La Brava	Nivel freático de la salmuera	4	SI
Acuífero	Acuífero alrededor de Peine y La Punta-La Brava	Nivel freático del agua dulce-salobre	5	NO
Norte	Núcleo frente a Soncor y Aguas de Quelana	Nivel freático de la salmuera	5	NO

Fuente: Tabla 4.1, Anexo 3 de la Adenda 5

Es importante señalar, que para la red de monitoreo del PSAH, se estableció una frecuencia mensual en relación a la medición de niveles, y una frecuencia trimestral de las mediciones de la variable de la calidad química y posición de la interfase salina (frecuencia regular, sin activación del PAT), éstas frecuencias cambian cuando existe una activación del PAT, aumentando la medición de niveles freáticos de mensual a quincenal, y en relación a la calidad química e interfase salina la frecuencia de monitoreo aumenta a mensual.

La activación del PAT está determinada por la superación de umbrales en los puntos de activación que se detallan para cada sector. En cuanto a las condiciones de activación del PAT, éstas varían según los sectores mencionados (Sector de Alerta Núcleo, Sector de Alerta Acuífero y Sector de Alerta Norte), el detalle se indica en la Tabla 4-11.

Por otra parte, respecto de los umbrales de activación debe destacarse que para el **Sector de alerta Acuífero** se indicó en el Apéndice A del Anexo 3 de la Adenda 5 que, *“considerando que los puntos de activación son los que presentan los registros históricos más cortos, se propone que los umbrales de los pozos del acuífero sean recalculados con la información monitoreada en el propio pozo después de la 2ª actualización del modelo (4 años); donde se revisarán y realizarán todos los cálculos antes descritos usando la misma metodología. Esto, previa revisión y autorización de la Autoridad Ambiental”*. Este punto fue recogido en la RCA N°21/2016 en la condición 10.15 donde se indicó *“Respecto del cálculo de los umbrales para el sistema La Punta-La Brava, el titular deberá recalcular los umbrales indicados en la Tabla 3-5, pero restando sólo una desviación estándar y no dos desviaciones estándar como está propuesto”*. Sin embargo, es importante destacar que la *Tabla 3-5* mencionada corresponde al cálculo de los umbrales en el sistema Peine, y no La Punta-La Brava. En Peine la estadística de registros que se utilizó para el cálculo de umbrales es más corta, y que corresponde actualizar con un período mayor de datos.

De acuerdo con lo anterior, Albemarle el año 2021 ha trabajado en la actualización de los umbrales del sector de Alerta Acuífero, los cuales fueron entregados a la autoridad el mes de febrero 2022 mediante carta ALB-GMA-2022-SMA 012. A la fecha de entrega de este informe, ALB ha enviado a la autoridad un reporte técnico (mediante carta ALB-GMA-2023-SMA-010

de febrero de 2023), donde da respuesta a la Res N°158/2023 de la SMA de enero 2023, respecto a las observaciones de la DGA plasmadas en el ORD DGA N°82/2022 de septiembre de 2022 referente a la actualización de umbrales.

En relación con los umbrales de activación del **Sector de alerta Núcleo** se indicó en el Apéndice A del Anexo 3 del Adenda 5 que *“Debido a que las cotas expresadas en las tablas dependen del mes en el que se inicie el proyecto, se hará entrega a la autoridad la actualización de los umbrales expresados como nivel freático en cota una vez conocido el inicio real del proyecto”*.

Cabe mencionar también, que la SMA a través de la Res Ex N°1510/2021 en su Resuelvo Segundo, indicó: *“los umbrales anuales escalonados del PAT Sector de Alerta Núcleo también deben definirse en función del hito de inicio informado por el titular (28 de septiembre de 2016). Por consiguiente, y adoptando el mismo criterio que para las extracciones, el año “1” para efectos de los umbrales debe entenderse comprendido entre el 01 de octubre del año 2016 y el 30 de septiembre del año 2017, y así sucesivamente hasta completar los 25 años de operación del Proyecto”*. Al respecto, ALB entregó en la Primera Actualización de los umbrales que corresponden considerando como fecha de inicio del Proyecto el 28 septiembre del 2016. En el año 2021, mediante el oficio ORD DGA N° 67/2020, se indica que los umbrales que se presentaron en esa actualización no han sido validos por ese servicio, por ende, **los umbrales presentados en la Adenda 5, siguen siendo los válidos a la fecha de realización de este informe.**

Tabla 4-11 Descripción del PAT para cada sector

PAT Sector Alerta Núcleo		
Fase	Condición de Activación	Condición de Desactivación
Fase I	Cuando el nivel registrado esté por bajo el umbral de Fase I durante tres medidas consecutivas, en cualquier punto de activación.	Cuando el nivel registrado esté por sobre umbral de Fase I durante tres meses consecutivos, en todos los puntos de activación.
Fase II	Cuando el nivel registrado esté por debajo de su umbral de Fase II durante tres medidas consecutivas, en cualquier punto de activación.	Cuando el nivel registrado esté por encima de su umbral de Fase II durante tres meses consecutivos en todos los puntos de activación.
Fase Final	Cuando el nivel registrado esté por debajo de su umbral de Fase Final por una sola vez en al menos uno de los puntos de activación, a excepción de los tres últimos años de proyecto cuando se activará cuando en al menos uno de los puntos de activación, su nivel se registre por debajo de su umbral de Fase Final durante tres meses consecutivos.	Cuando el nivel se registre por encima de su umbral de Fase II en todos los puntos de activación, durante tres meses consecutivos.
PAT Sector Alerta Acuífero		
Fase	Condición de Activación	Condición de Desactivación
Fase Única	Cuando el nivel registrado esté por debajo de su umbral durante tres medidas consecutivas en al menos un punto de activación	Cuando el nivel registrado esté por encima su umbral durante tres meses consecutivos en todos los puntos de activación
PAT Sector Alerta Norte		
Fase	Condición de Activación	Condición de Desactivación
Fase I	Albemarle toma conocimiento que los umbrales de la Fase I han sido superados. Sea por notificación por parte de la autoridad ambiental o porque los niveles se encuentran a disposición del público.	Albemarle toma conocimiento que los umbrales de la Fase I se encuentran por debajo de los niveles en todos los pozos, ya sea por notificación por parte de la autoridad ambiental o porque los niveles se encuentran a disposición del público.
Fase II	Albemarle toma conocimiento que los umbrales de la Fase II han sido superados. Sea por notificación por parte de la autoridad ambiental o porque los niveles se encuentran a disposición del público.	Albemarle toma conocimiento que los umbrales de la Fase II se encuentran por debajo de los niveles en todos los pozos, ya sea por notificación por parte de la autoridad ambiental o porque los niveles se encuentran a disposición del público.

(i) Fuente: Elaboración propia a partir de compromisos explicitados en numerales 4.3, 4.4 y 4.5 Anexo 3 de la Adenda 5.

4.3 Metodología y Materiales/Equipos de Muestreo, Medición y Análisis

A continuación, se señalan los materiales y equipos que son utilizados en las mediciones para cada una de las variables ambientales, y se describen las metodologías de medición. En aquellos casos en los cuales deben realizarse cálculos para determinar el valor de la variable, también se describe la metodología de cálculo utilizada.

Además, se señala que las variables relacionadas con la caracterización de la calidad química del agua se realizan procesos de medición, muestreo y análisis, por lo que se describen cada uno de los métodos y equipos utilizados.

4.3.1 Medición de Variables Meteorológicas

4.3.1.1 Materiales y/o Equipos

La medición de las variables meteorológicas se realiza en la estación meteorológica denominada EM-Rockwood, la cual se encuentra ubicada en las instalaciones que tiene la empresa en el Núcleo del Salar a 2.300 m s.n.m. Los equipos que conforman esta estación meteorológica se describen en la Tabla 4-12.

Tabla 4-12 Equipos de Estación Meteorológica

Variable	Equipo	Marca	Modelo
Precipitación	Pluviómetro	RM Young	52202H
Presión Atmosférica	Barómetro	Vaisala	CS 106
Evaporación	Evaporímetro y Bandeja	Novalynx	255-100
Temperatura	Sensor de Temperatura	Campbell Scientific	CS 215

Estos equipos son los que cumplen los requerimientos de la DGA en sus Oficios Ordinarios N° 603/2016 y N° 276/2017.

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.2 Metodología de Medición

Las variables que mide la estación meteorológica instalada corresponden a: precipitación diaria [mm]; evaporación en lámina libre o de bandeja [mm], temperatura atmosférica [°C] y presión atmosférica [mbar]. Los valores son registrados directamente por el instrumental de la estación con transmisión electrónica de datos a la sala de control, desde donde se accede a ella para su descarga a través de un computador.

El instrumental instalado permite la medición de estas variables de manera continua, sin embargo para efectos de reportabilidad los datos se integran a nivel diario, mediante una planilla Excel.

4.3.2 Medición de Evapotranspiración

4.3.2.1 Materiales y/o Equipos

La medición trimestral de evapotranspiración fue realizada en el 2022 a través de domos, método que consiste en instalar una semiesfera, o domo, de acrílico transparente de volumen conocido (de espesor igual o menor a 5 mm) sobre suelo con vegetación (para medición de evapotranspiración) o raso (para medición de evaporación), dependiendo de las características específicas del lugar a monitorear. En el interior de esta semiesfera, se instala un sistema de aireación constituido por dos ventiladores, y un sensor de humedad relativa y temperatura (psicrómetro) según la configuración que se muestra en la Figura 4-12.

Figura 4-12 Esquema de la cámara semiesférica dispuesta en terreno, con ventiladores y psicrómetro instalados



Fuente: PSAH (marzo de 2020).

Las características de los domos utilizados en las mediciones trimestrales se presentan en la Tabla 4-13.

Tabla 4-13 Características domos utilizados para la medición de la EVT en 2022

Domo	Diámetro (cm)	Altura (cm)
SA-01	110	51,3
SA-10	101	49,5
SA-11	101	49,5
SA-12	101	51
SA-13	101	49,5
SA-17	100,5	52,7
SA-18	100,4	52,6
SA-19	100,4	52,4

Fuente: Elaboración propia

Los siguientes equipos y materiales complementan el uso de domos para realizar las mediciones (Tabla 4-14):

Tabla 4-14 Equipos y materiales complementarios al uso de domos

Equipos y materiales	Parámetro de medición
(4 a 6) Ventiladores de 5 Volts	N/A
(3 o 4) Baterías portátiles de 5.000 y 10.000 miliamperios para alimentar los ventiladores	N/A
2 Psicrómetros (Vaisala MI70)	Grado de humedad en el aire
Pozómetro para medición de niveles (Solinst WLM Level 101 / 30 m o Geotech ET WLM)	Profundidad del nivel de agua subterráneas

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.2 Metodología de Medición

El procedimiento de medición en terreno se describe a continuación:

- 1) Una vez se llega al punto de monitoreo, se escoge el mejor sitio de medición, teniendo en cuenta que debe representar el área que se pretende caracterizar (suelo desnudo, suelo con vegetación o lámina libre de agua) y que la superficie del terreno tiene que estar lo menos alterada posible.
- 2) Antes y después de cada medición se limpia el domo de polvo y humedad, con un paño suave y seco, esto con el fin de que la suciedad no interfiera la acción de la radiación solar, ni tampoco exista humedad en el domo que pueda interferir en la medición.
- 3) Se prepara la superficie para que el contacto entre el perímetro del domo y la superficie quede sellado, es decir, que el aire acumulado al interior del domo no pueda escapar a la atmosfera libre durante la medición. Idealmente y siempre que se pueda, se debe ocupar material suelto del lugar para aislar los espacios entre el suelo y el domo, en el caso de no existir material suelto en el área, se deberá transportar de otro lugar (ver Figura 4-13).

- 4) En el caso de los puntos donde se mide la evaporación en lámina libre de agua, es suficiente que las paredes laterales del domo queden sumergidas alrededor de 5 cm en el agua, considerando que el agua que queda “encerrada” en el interior del domo disminuye el volumen de atmósfera que queda al interior de este.
- 5) El psicrómetro se pre-configura para que tome un dato cada 5 segundos durante 5 minutos, tomando un total de 60 registros, tiempo suficiente para medir zonas ya sean con vegetación o suelos secos. Antes de empezar con los registros en cada punto y mientras se preparan el domo y los ventiladores, el psicrómetro se deja encendido, al aire y a la sombra para ambientarlo, de manera que se estabilizan las mediciones de temperatura y humedad relativa ambiente.
- 6) Se instalan los ventiladores correspondientes en el terreno antes de situar el domo en la superficie de medición. Es importante que éstos queden opuestos entre sí y que no estén direccionados directamente al sensor del psicrómetro, tal como se muestra en la Figura 4-13.
- 7) Con la cámara aún no instalada en la superficie de medición, se encienden los ventiladores, acto seguido se instala el domo en el terreno e inmediatamente se parte con el registro de datos con el psicrómetro, asegurando de que no quedan espacios entre la base del domo y el terreno.
- 8) Una vez terminada la medición, se apaga el psicrómetro, se retira del domo, se apagan los ventiladores y se levanta el domo permitiendo que la atmósfera contenida al interior de este sea liberada, se limpia y se preparan los equipos para la siguiente medición, ya sea en el mismo punto o en otro.
- 9) Para cada día de medición se registra, siempre que se pueda, el nivel freático más cercano al punto de monitoreo de evaporación.
- 10) Todos los registros de nivel, horas de medición, variables atmosféricas relevantes y otras observaciones son anotados en la correspondiente ficha de terreno.

Figura 4-13 Preparación del terreno e instalación del domo

Fuente: PSAH (marzo de 2020).

Todos los puntos de monitoreo se miden durante dos días (bijnada), en horario diurno, con una frecuencia de medición de una a dos horas, dependiendo de las distancias que se encuentran los puntos de medición y las condiciones de los caminos, considerando ambas jornadas (esto significa de 5 a 8 mediciones al día por punto). Entre los dos días de medición, en la medida de lo posible, no se repite el mismo horario de medidas en un mismo punto de manera que al final de la campaña de terreno se cuenta con 10 a 16 mediciones en diferente horario y así contar con una mejor cobertura horaria por punto.

4.3.2.3 Metodología de Cálculo de tasa de evaporación diaria

Las mediciones del psicrómetro reflejan el aumento de la densidad de vapor de agua en el interior del domo, cuya tasa de incremento es proporcional a la evapotranspiración o evaporación, según corresponda. El ajuste de una recta en la sección de mayor pendiente entrega un valor puntual de evapotranspiración a la hora de la medición (Figura 4-14) que es calculada mediante la siguiente ecuación:

$$ET(mm/d) = \frac{86,4 * M * V}{A * C}$$

Dónde:

ET = Tasa de evaporación instantánea

M = Tasa de cambio de la densidad de vapor de agua en el Domo, calculado como la pendiente máxima de la curva de la Figura 4-14 (g/m^3*s)

V = Volumen del domo (m^3)

A = Área superficial cubierta por el domo (m^2)

C = Factor de calibración por hidrofilia del domo (adimensional)*

86,4 = Factor de conversión a mm/d.

* Como Factor de calibración C se utilizó un valor de 1,0.

El factor 86,4 es un factor de conversión de unidades, que convierte gramos de agua por metro cúbico por segundo a milímetros por día. Las dimensiones de los domos utilizados para el monitoreo son las que se indicaron precedentemente.

El cálculo del volumen para los domos se realizó según las siguientes formulas:

$$Area\ basal_{Domo} = A_{Domo} = \pi \cdot \left(\frac{Diámetro_{Domo}}{2}\right)^2$$

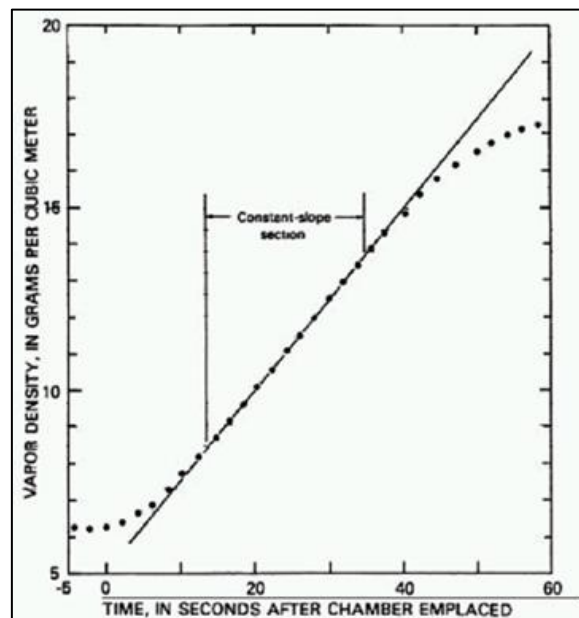
$$Volúmen\ interior_{Domo} = V_{Domo} = \frac{4}{3}\pi \cdot h_{Domo} \left(\frac{Diámetro_{Domo}}{2}\right)^2 \cdot 0,5$$

Dónde:

h_{Domo} : Altura del Domo [m]

$Diámetro_{Domo}$: Diámetro del domo [m]

Figura 4-14 Densidad de vapor de agua al interior de la cámara semiesférica



Fuente: Stannard (1988).

La tasa de evaporación calculada con la metodología anterior debe ser multiplicada por un factor de corrección que depende de las dimensiones del domo, puesto que la plataforma de cálculo considera las dimensiones de un domo estándar ($\text{Diámetro}_{\text{Domo}} = 100 \text{ cm}$ y $h_{\text{Domo}} = 50 \text{ cm}$), y estas pueden variar levemente dependiendo del domo utilizado. El cálculo de este factor se realizó tal y como se indica en el numeral 4.5.1 del Apéndice J. de la Adenda 5. Para los domos utilizados durante 2022, los factores de corrección por forma utilizados se muestran en la Tabla 4-15.

Tabla 4-15 Factor de corrección por forma

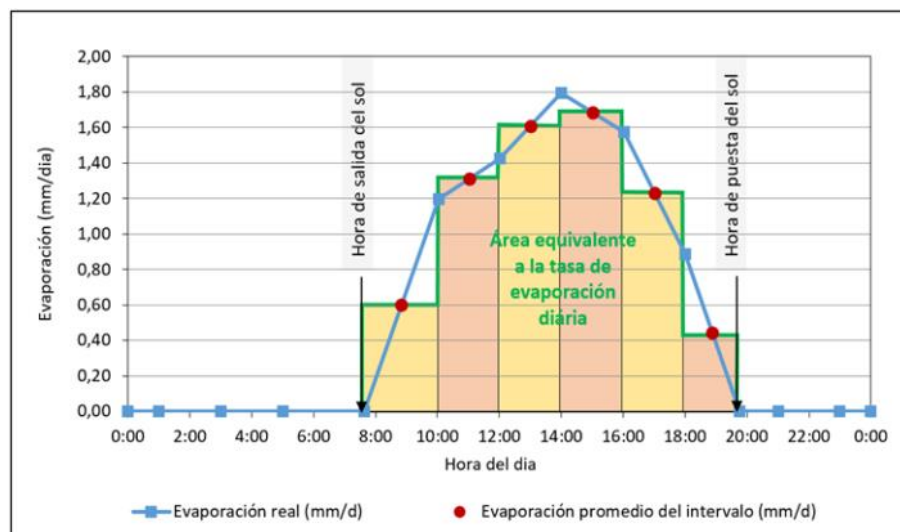
Domo	Área basal (m ²)	Volumen interior (m ³)	Factor Corrección
SA-01	0,9503	0,325	1,027
SA-10	0,8012	0,2644	0,991
SA-11	0,8012	0,2644	0,991
SA-12	0,8012	0,2724	1,021
SA-13	0,8012	0,2644	0,991
SA-17	0,7933	0,2787	1,055
SA-18	0,7917	0,2776	1,053
SA-19	0,7917	0,2766	1,049

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.4 Metodología de Cálculo de evaporación diaria

Debido a que la evaporación depende de la radiación solar, se define una tasa igual a 0 mm/día desde la hora en la que se pone el sol y hasta la hora que amanece, estas horas varían en función de la época del año en que se realizan las medidas. Luego, con el fin de obtener el área bajo la curva, se calcula el promedio de la tasa de evaporación entre cada par de medidas consecutivas de ambos días de medición y se multiplica este valor por el intervalo de tiempo transcurrido entre las dos medidas. De esta manera, se obtiene un valor de evaporación para cada intervalo de tiempo, tal y como se muestra en la Figura 4-15, cuyo ejemplo se presenta para las mediciones de un solo día. Finalmente, y para obtener la tasa diaria de evaporación, se suma todos los valores promedios obtenidos.

Figura 4-15 Ejemplo de cálculo de evaporación diaria



Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Medición de la Superficie Cubierta por Lagunas

4.3.3.1 Materiales y/o Equipos

La variable ambiental superficie cubierta por las lagunas se mide a partir del análisis de imágenes satelitales multiespectrales de alta y mediana resolución con validación en terreno, a las que se suman el sobrevuelo de un dron para complementar la información.

Las imágenes de alta resolución se obtuvieron del sensor Pleiades-1A (pixel de 2 x 2 m de resolución, resolución pancromática de 50 cm), mientras que las imágenes de mediana resolución se obtuvieron del sensor público Landsat 8 (pixel de 30 x 30 m de resolución).

Para la validación en terreno se utilizaron receptores geodésicos Full GNSS/GPS de doble frecuencia, tecnología geoestacionaria de posicionamiento en tiempo real al decímetro (10 cm), con señal de corrección *Starfire*, que entrega información en coordenadas UTM WGS84, huso 19S.

Complementariamente, se utilizó un dron modelo DJI modelo *Mavic Pro* con cámara de 12 mega pixeles, con vuelo programado a 200 metros de altura en los sistemas lagunares de La Punta y La Brava y Peine, con algunas excepciones de 300 metros en sectores con alta concentración de avifauna (Estos mosaicos fueron georreferenciados en base a la imagen de alta resolución y a los puntos de validación de terreno GNSS y que se utilizan como apoyo en la determinación del recubrimiento de suelo, lo que permite mejorar la precisión. Todo el detalle de la metodología, resultados y análisis se presenta en Anexo C de este informe.

4.3.3.2 Metodología de Medición

Las imágenes de alta resolución se focalizan en aquellas áreas de mayor interés y se adquieren en agosto y diciembre, tal como quedase establecido en la RCA N°21/2016. Además, con el objetivo de generar una correlación de estas imágenes de alta resolución con la serie histórica disponible de imágenes satelitales Landsat, de menor resolución, se realiza en forma simultánea un análisis y correlación con una imagen de baja resolución disponible del sensor Landsat 8, de la fecha más próxima a las de las imágenes de alta definición, complementariamente se utilizó un dron con vuelo programado en los sistemas lagunares de difícil acceso (Peine y La Punta - La Brava).

Las etapas metodológicas empleada durante la medición y análisis se resumen a continuación. El detalle de ellas se encuentra en el Anexo C de este Informe.

- i. Trabajo en terreno para validación del tipo de recubrimiento de suelo existente, como “cuerpo de agua” u “otro recubrimiento”, para cada punto de validación y por sistema lagunar de estudio. Para esta validación se utilizaron los mismos puntos¹³ de réplicas estacionales de las campañas de invierno y verano de años previos (desde agosto y diciembre 2016 hasta agosto y diciembre 2021) en zonas representativas de cuerpos de agua permanentes y zonas que presentan diferencias intra e intranuales. En los casos donde no sea posible el acceso para la colecta de datos, se reemplazará por el análisis fotointerpretativo, técnica que se realiza en base a imágenes satelitales de alta resolución (Pleiades 1-A, 8bits) e/o imágenes de dron, en que se les asigna a estos puntos el tipo de recubrimiento de suelo que presentan,
- ii. Obtención de las imágenes satelitales de alta resolución (pleiades 1-A) y de media resolución (Landsat 8), paralelo a la campaña de terreno y el sobrevuelo del dron DJI modelo *Mavic Pro*,
- iii. Procesamiento digital de imágenes satelitales, considerando correcciones radiométricas y atmosféricas, ortorrectificación para eliminar distorsiones geométricas y en el caso de las imágenes de alta resolución Pleiades 1-A, fueron unidas conformando dos mosaicos dentro del área de estudio.
- iv. Desarrollo y validación del modelo de clasificación supervisada de imágenes satelitales en base a la metodología “Modificada del Índice Normalizado de Diferencia de Agua” (NDWI por su sigla en inglés), la cual fue empleada en el estudio desarrollado en la Adenda 5 del Proyecto.

¹³ Puntos: 305 puntos en La Punta y La Brava, 191 puntos en Peine, 84 puntos en Aguas de Quelana y 256 puntos en Soncor para sensor Pleiades-1A, mientras que para sensor Landsat 8 se utilizaron 97 puntos en La Punta y La Brava, 182 puntos en Peine, 84 puntos en Aguas de Quelana y 233 puntos en Soncor.

La clasificación supervisada de imágenes satelitales se empleó para la identificación y delimitación de los cuerpos de agua. El método se inicia con el establecimiento, mediante criterio de experto, de los umbrales de clasificación para cada uno de los parámetros espectrales de evaluación que tienen una respuesta determinada ante la presencia de un cuerpo de agua.

Posteriormente, en un modelo de árbol de decisiones se estiman los cuerpos de agua, utilizando la combinación de los criterios definidos en el paso anterior y se evalúa el ajuste mediante la validación con los datos de terreno. Los parámetros evaluados durante la clasificación supervisada en el presente estudio fueron cinco y se indican en el siguiente Acápite (“Metodología de cálculo”).

- v. Finalmente, se realiza una depuración cartográfica, con lo cual se obtienen las coberturas de lagunas por sector. Este proceso consiste en primer lugar en transformar los datos de formato *raster* a entidades de polígonos en formato *shape*, seguido de un proceso de suavizado de contornos. Finalmente se realiza una depuración a los *shapes* para reducir errores de clasificación aleatorios. Como resultado final se obtiene un archivo en formato *shape* de cada sistema lagunar (La Punta - La Brava, Peine, Aguas de Quelana y Soncor).

4.3.3.3 Metodología de Cálculo

Para el cálculo de los parámetros espectrales del modelo de clasificación se utilizaron las siguientes metodologías:

- i) Índice de Diferencia Normalizada de Agua –NDWI

El índice NDWI (por su sigla en inglés, Normalized Difference Water Index) varía entre -1 y 1, asociando los valores positivos para las superficies con agua o húmedas y cero o negativo para el suelo y la vegetación terrestre estresada. El cálculo de este índice se realizó siguiendo la fórmula:

$$\text{NDWI} = (\text{V-NIR}) / (\text{V+NIR})$$

Donde: **V** es la reflectancia en el verde

NIR es la reflectancia en la banda del infrarrojo cercano

El cálculo de este parámetro se realizó tanto en las imágenes Landsat 8 como en las imágenes de alta resolución Pleiades-1A.

- ii) Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación – NDVI

El Índice NDVI (por su sigla en inglés, Normalized Difference Vegetation Index), consiste en la comparación entre las bandas roja e infrarroja cercana, mediante la siguiente expresión:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR}-\text{R}) / (\text{NIR}+\text{R})$$

Donde: **R** es la reflectancia en la banda roja.

El NDVI varía entre -1 y 1 y resalta en valores positivos las áreas con presencia de vegetación, mientras que en el rango de los valores negativos, este índice detecta superficies que generalmente corresponden a nubes o cuerpos de agua. El cálculo de este parámetro se realizó tanto en las imágenes Landsat 8 como en las imágenes de alta resolución Pleiades-1A.

iii) NIR – Reflectancia en la banda del infrarrojo cercano

La Banda NIR (Banda 5 en Landsat 8 y Banda 4 en Pleiades-1A), posee características espectrales útiles para la detección de cuerpos de agua. Dadas las propiedades del agua de absorción de la radiación electromagnética; esta baja reflectividad en el infrarrojo resulta útil en la distinción de áreas de tierra o suelos desnudos y agua.

Para el cálculo de este parámetro, se realiza la reclasificación de este parámetro tanto en las imágenes Landsat 8 como en las imágenes de alta resolución Pleiades-1A.

iv) Reclasificación de bandas espectrales

Este parámetro consistió en un procedimiento de clasificación binaria de los píxeles en las imágenes espectrales Pleiades-1A, en que los píxeles de las bandas espectrales de las imágenes se enfrentaron a la condición lógica de la presencia de cuerpos de agua versus otros recubrimientos, en base al segmento de longitud de onda que refleja cada banda. Para este caso se procedió el cumplimiento de la condición: **(B1 < B2) y (B3 > B4)**. Donde las bandas corresponden a: B1 azul, B2 verde, B3 rojo y B4 infrarrojo cercano.

v) Transformación “Tasseled Cap”

La transformación “Tasseled Cap” (TCT) fue desarrollada para optimizar la visualización de la vegetación en imágenes multiespectrales (Hernández, 2005). Esta transformación produce tres nuevas bandas a partir de las originales de la imagen: Brillo (*Brightness*), Verdor (*Greenness*) y Humedad (*Wetness*).

En el caso de la componente de humedad es un contraste entre la reflectancia en el infrarrojo de onda corta (SWIR) y el visible/infrarrojo cercano (VNIR), proporcionando una medida del contenido de humedad del suelo. En estas bandas, el agua absorbe la radiación (con

coeficientes de ponderación negativos) respecto al resto de las bandas menos afectadas por la humedad (coeficiente bajo y positivo) (Crist & Cicone, 1984; Crist, *et al.*, 1986).

Este parámetro se utilizó sólo en el caso de Landsat 8 y para su cálculo se utilizaron coeficientes que derivan estadísticamente a partir de estas imágenes y de observaciones empíricas que son específicos para cada sensor (Crist, *et al.* 1986).

vi) Umbrales de reclasificación y validación del modelo de clasificación supervisada

Durante el proceso de clasificación supervisada, se establecieron umbrales de reclasificación para cada parámetro del modelo, los cuales representaron el valor límite de clasificación de píxeles como “cuerpo de agua” u “otro recubrimiento”. Estos umbrales fueron definidos para cada sector, según el parámetro, y para cada tipo de imagen satelital.

La definición de cada umbral se realizó mediante inspección visual, validada por el conocimiento de las características de los objetos a catalogar, su respuesta espectral y de los umbrales determinados en campañas anteriores (Anexo C). Además, este proceso se realizó en base a la representación del patrón espacial de las coberturas de la línea de base (Adenda 5, 2015). Cabe destacar que las variaciones de estos valores respecto a la línea de base son atribuibles al cambio del tipo de imágenes satelitales usadas, a las variaciones atmosféricas, las diferencias en el procesamiento de éstas y a cambios en los valores del conjunto de datos de cada imagen, correspondientes a los ajustes metodológicos detallados en el Anexo C.

Debido a la complejidad de las áreas de estudio, es preciso considerar diferentes intervalos en las distribuciones de las variables. Para ello, se utilizan los métodos de clasificación de datos por percentiles, intervalos equivalentes y quiebres naturales; esto con el objeto de encontrar el mejor ajuste en el modelo de clasificación. Este proceso se realiza en el software ArcGIS 10.0.

Una vez fijado cada umbral de clasificación, se extrae el conjunto de píxeles espectralmente similares que formaron grupos o clases, a las que luego se les asignó el tipo de recubrimiento de suelo que representaban (cuerpos de agua u otros recubrimientos).

El cálculo final del modelo por sector se realiza mediante la unión de los parámetros reclasificados según el umbral definido y se determina la cobertura de agua cuando al menos tres de los cuatro parámetros coincidían en clasificar el píxel como “cuerpo de agua”, de lo contrario queda asignado como “otro recubrimiento”; esto para ambos tipos de imágenes. El criterio de decisión en la cantidad de parámetros usados para asignar la categoría se relaciona con la complejidad del patrón espacial de cada sistema lagunar y de su variabilidad estacional (Ortiz, C. *et al.*, 2014; DGA, 2014; Cornellà, O. *et al.*, 2009).

Seguidamente, se procede con la validación del modelo de clasificación la cual se realiza a través de una matriz de confusión, que permite evaluar la exactitud del modelo. Fundamentalmente consiste en estimar el número de puntos correctamente cartografiados dentro de un conjunto de datos. En este caso, la matriz se construyó con la información del tipo de recubrimiento establecido en los puntos de validación de terreno y fueron comparados con los resultados del modelo. En esta matriz, la diagonal principal indica que las muestras fueron coincidentes o correctamente interpretadas (ITC, 1999; Flores, 2002).

El interés del uso de esta tabla de confusión proviene de su capacidad para plasmar conflictos entre categorías. De esta forma no solo se conoce la fiabilidad global de la clasificación, sino también la exactitud conseguida para cada una de las clases, así como los principales conflictos entre ellas (Chuvieco, 2006).

A partir de la matriz de confusión se realiza el cálculo del índice *Kappa*, el cual es una medida ajuste en términos de la exactitud del modelo de clasificación. Este mide la diferencia entre los datos de validación en terreno y la clasificación según el modelo, e intenta delimitar el grado de ajuste de los datos, prescindiendo de los factores aleatorios (Congalton, 1991). El coeficiente *Kappa* fue calculado de la siguiente manera:

$$\kappa = \frac{[(\Sigma \text{concordancias observadas}) - (\Sigma \text{concordancias atribuibles al azar})]}{[(\text{total de observaciones}) - (\Sigma \text{concordancias atribuibles al azar})]}$$

El índice *Kappa* tiene un rango entre 0 y 1 el cual representa proporcionalmente la exactitud en el ajuste del modelo. Valores de *K* cercanos a 1 revelan una muy buena concordancia entre la realidad observada y la cobertura obtenida. Contrariamente, valores próximos a 0 sugieren que la concordancia observada es sólo debido al azar. Según Landis y Koch (1977), valores $K > 0,4$ indican un modelo de clasificación aceptable en término de exactitud y mayores a 0,6 sugieren un modelo confiable en la clasificación del recubrimiento de suelo obtenida.

Con los datos tomados en terreno y la clasificación finalizada por sistema lagunar, se procedió a evaluar su ajuste mediante la utilización de la Matriz de Confusión y el Índice de *Kappa*, con la finalidad de determinar el nivel de ajuste obtenido.

vii) Depuración cartográfica de cuerpos de agua

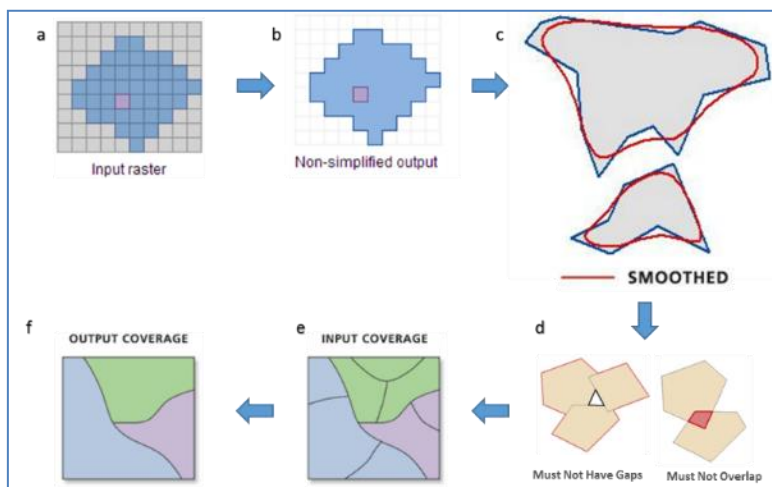
Posterior a obtener las coberturas de clasificación de los cuerpos de agua según el tipo de imagen satelital usada (Pleiades-1A y Landsat 8) y por sistema lagunar, se procedió con la depuración de las coberturas. Este proceso consistió primero en la transformación de los datos desde formato ráster a entidades de polígonos en formato *shape*. El resultado se sometió a un proceso de suavizado, por la presencia de ángulos cerrados en sus contornos, para mejorar la calidad estética de la cartografía y su aproximación al contexto real (Figura 4-16).

Adicionalmente, se realizó una depuración final en los *shapes*, la cual buscó reducir errores de clasificación aleatorios siguiendo dos criterios:

- Remoción de polígonos clasificados como cuerpos de agua con tamaño inferior al equivalente de un píxel (0,0004 ha en Pleiades-1A y 0,09 ha en Landsat 8) y que estuvieran aislados a los cuerpos de agua de mayor tamaño dentro del sector de estudio y,
- Revisión y ajuste de las coberturas mediante fotointerpretación en cuerpos de agua permanentes, con apoyo de las imágenes desde dron existentes, en relación con el patrón espacial de los registros de línea de base (Adenda 5, 2015) y de monitoreos anteriores, sobre las imágenes de alta resolución y Landsat 8.

El resultado de estas operaciones originó una clasificación binaria (cuerpos de agua / otros recubrimientos), que fueron fusionados con parámetros con igual codificación, y ajustados a los polígonos que delimitan las áreas de estudio. El resultado final correspondió a un archivo en formato *shape* de cada sistema lagunar (La Punta - La Brava, Peine, Aguas de Quelana y Soncor).

Figura 4-16 Diagrama del proceso de transformación y depuración de imágenes formato de cobertura continua (ráster) a polígonos (shape)



Dónde: **a:** Ingreso Ráster; **b:** transformación a formato shape; **c:** suavizado de polígonos; **d:** corrección de errores topológicos; **e:** generación de entidades poligonales; **f:** fusión de polígonos.
 Fuente: Cedrem Consultores en base a imágenes ESRI.

Mayor detalle de cada una de las metodologías señaladas se presenta en el Anexo C del presente Informe.

4.3.4 Medición del Nivel Limnimétrico de las Lagunas

4.3.4.1 *Materiales y/o Equipos*

La variable de nivel de las Lagunas se mide a través de las reglas limnimétricas o estacas instaladas en los puntos de medición. Las reglas limnimétricas instaladas por ALB son de 1 cm de precisión, y la medición para la obtención de la elevación de la lámina de agua o altura limnimétrica se realiza con el uso de una cinta métrica, de precisión 1 mm.

4.3.4.2 *Metodología de Medición*

La medición se realiza en terreno, midiendo la distancia (h) desde el punto de referencia (punta de la estaca donde va amarrada la reglilla) hasta el espejo de agua (ver Figura 4-17). Posteriormente, durante el procesamiento de los datos en gabinete, se calcula la elevación del nivel del espejo de agua en m s.n.m., para cada medición, restando a la cota del punto de referencia la altura o distancia h (en metros) medida con la cinta métrica.

La medida (h), tomada en terreno, se mide al menos tres veces, registrando la medida definitiva en la libreta de terreno luego de verificar que entre cada medida no exista una diferencia mayor a 1 cm. Se destaca que producto del viento y el pequeño movimiento que éste genera en los niveles superficiales de agua, el error de medición de esta variable es efectivamente mayor a la del instrumento de medición (cinta métrica).

Cabe indicar que para todos los puntos medidos se dispone de la elevación del punto de referencia en m s.n.m. (cota de referencia) obtenida mediante levantamiento topográfico de precisión.

Figura 4-17 Medición de nivel en reglilla

Fuente: PSAH N°5 (ALBEMARLE-VAI 2020).Aforo de Caudales Superficiales

4.3.4.3 Materiales y/o Equipos

Para el cálculo de caudales superficiales se realizan mediciones de la velocidad de agua en L/s en una sección del cauce, para ello se utiliza un aforador de hélice o molinete, de marca Gurley Precision Instruments y modelo “Gurley Meter Manual 625D Pygmy-Digital” que tiene un rango de lectura de 0,02 a 0,9 m/s, con una precisión del 2%.

Cuando la altura de escurrimiento del agua en una sección es menor a 4 cm, no se puede medir la velocidad del flujo con el molinete. En estos casos se hace la prueba con la técnica del flotador, para determinar si existe flujo.

4.3.4.4 Metodología de Medición

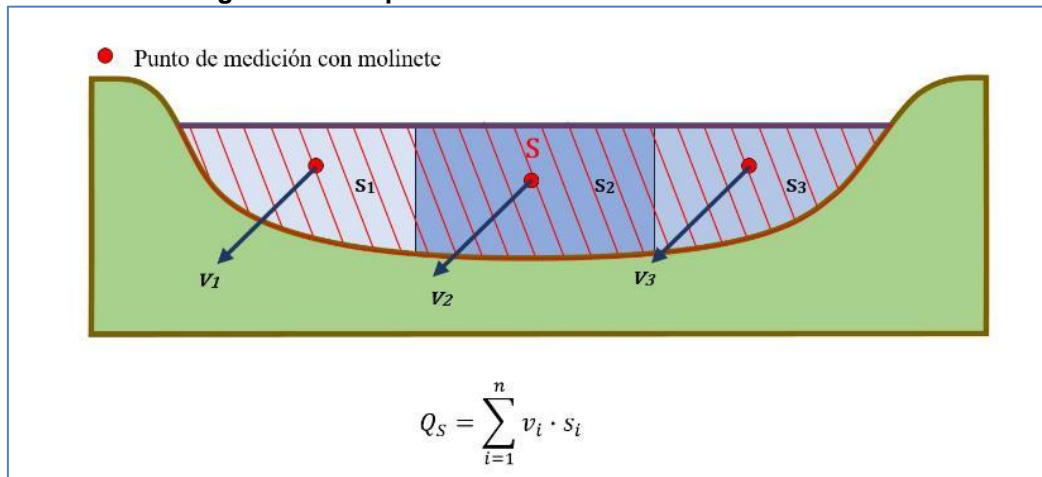
Para realizar la medida del aforo del caudal superficial, se divide el cauce en dos, tres o más áreas transversales o secciones, dependiendo de la geometría y ancho de éste, de manera de medir velocidades en diferentes secciones de escurrimiento con velocidades uniformes en ellas.

Las secciones se miden a través de su componente vertical, que es la altura promedio total de escurrimiento comprendida desde el lecho hasta el nivel superficial del agua y su componente horizontal que corresponde a la longitud distancia entre dos puntos que dividen las secciones,

a veces marcados con estacas en terreno. En el caso de las estaciones Anterrepresa Tilomonte y Vertiente Peine, se considera una única sección debido a que la velocidad de escurrimiento en toda su área es suficientemente uniforme por lo que no se considera necesario subdividir la sección.

La medición y registro de velocidades de escurrimiento se ejecuta colocando el molinete al 60% de profundidad y al centro, en la horizontal, de cada sección asignada (Figura 4-18 y Figura 4-19). El *logger* del molinete informa las mediciones de velocidad cada 4 segundos, las que se van anotando en la libreta de terreno. El profesional verifica que estas medidas sean relativamente uniformes, y que se mantengan dentro de un mismo rango de magnitud. Si esto ocurre, el dato de velocidad que se toma como característico de la sección medida es aquél que se repite al menos tres veces dentro del tamaño de muestra representativo de cada sección, que puede variar generalmente entre 6 y 9 mediciones consecutivas anotadas en la libreta.

Figura 4-18 Esquema de medición de caudal de aforo



Fuente: PSAH N°5 (ALBEMARLE-VAI 2020).

Figura 4-19 Aforo con molinete



Fuente: PSAH N°5 (ALBEMARLE-VAI 2020).

4.3.4.5 Metodología de Cálculo

El caudal total de escurrimiento de cada punto de aforo se calcula como la sumatoria de los caudales de cada sub-sección establecida en terreno. El caudal de cada sección (q_i) se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$q_i = \text{velocidad}_i \text{ (m/s)} \times \text{área sección}_i \text{ (m}^2\text{)}$$

En el caso de secciones rectangulares, el área de la sección i es comprendida como la altura de la profundidad de escurrimiento por la longitud horizontal del flujo de agua en la misma:

$$\text{área sección}_i \text{ (m}^2\text{)} = \text{Longitud horizontal}_i \text{ (m)} \times \text{Altura profundidad de escurrimiento}_i \text{ (m)}$$

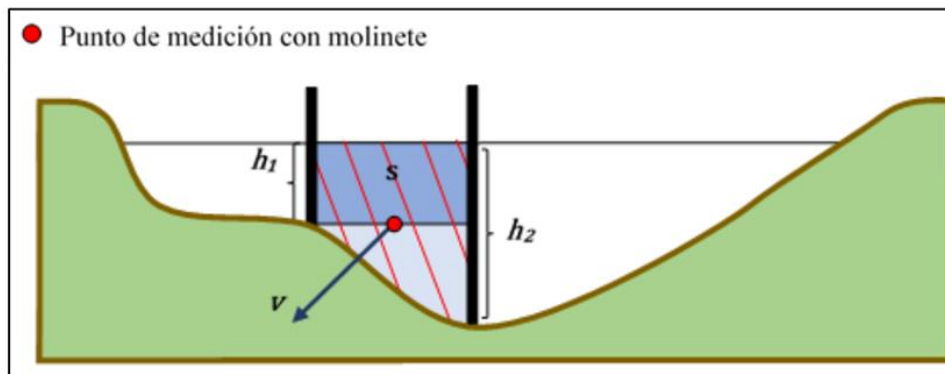
En el caso de secciones triangulares, el área se calculará de la siguiente manera:

$$\text{área sección}_i \text{ (m}^2\text{)} = \frac{1}{2} \times \text{Longitud horizontal}_i \text{ (m)} \times \text{Altura profundidad máxima de escurrimiento}_i \text{ (m)}$$

En el caso de secciones compuestas por más de un polígono (normalmente un rectángulo y un triángulo rectángulo, Figura 4-20), el área de la sección i se calcula como la suma del área de ambos polígonos, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{área sección}_i (\text{m}^2) = h_1 (\text{m}) \times \text{Long. horizontal} (\text{m}) + \frac{1}{2} \times (h_2 (\text{m}) - h_1 (\text{m})) \times \text{Long. horizontal} (\text{m})$$

Figura 4-20 Esquema de sección de aforo con dos polígonos



Fuente: PSAH N°5 (ALBEMARLE-VAI 2020).

Cuando la altura de escurrimiento del agua en una sección es menor a 4 cm, no se puede medir la velocidad del flujo con el molinete. En estos casos se hace la prueba con la técnica del flotador, y si existe flujo, se le asigna a la sección la mínima velocidad de escurrimiento, de 0,04 m/s, que es la velocidad mínima que puede cuantificar el equipo. En caso de que, no se detecte flujo, se asigna una velocidad de 0 m/s a la sección.

4.3.5 Medición de Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre

4.3.5.1 Materiales y/o Equipos

La medición de la profundidad del nivel del agua en pozos, piezómetros, piezómetros someros (barrenos) y zanjas fue realizada manualmente con pozómetros marca Solinst Modelo 101 (de distintas longitudes).

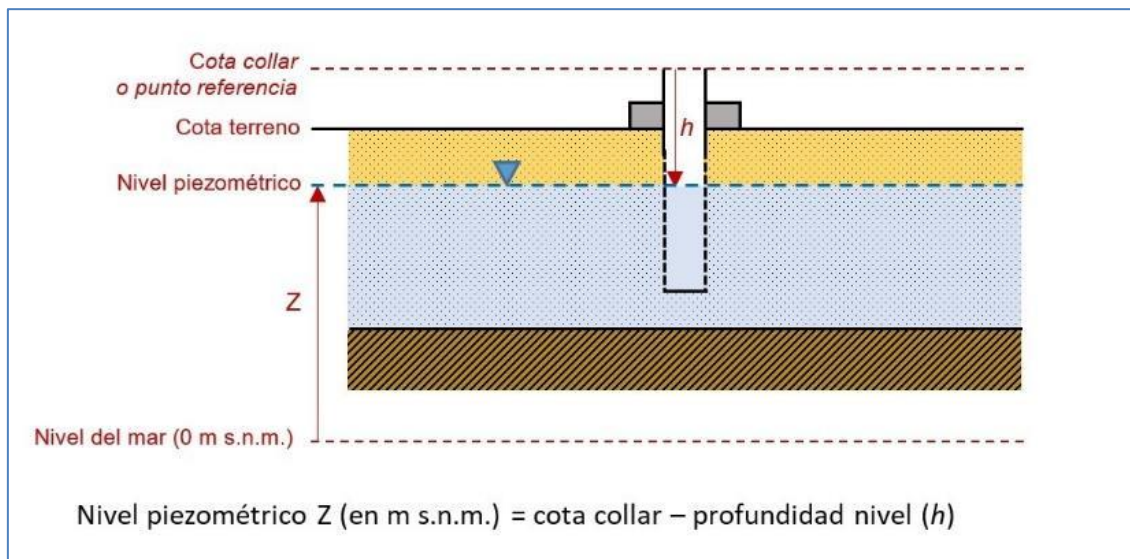
4.3.5.2 Metodología de Medición

Previo a cada campaña de monitoreo, se verifica el correcto funcionamiento del equipo, para esto se comprueba que el equipo emite una señal sonora y/o luminosa al entrar en contacto con el agua.

La medición de profundidad de nivel de agua se realiza desde un punto de referencia prefijado para cada piezómetro/pozo que normalmente es el collar de su brocal (Figura 4-21). En algunos casos, debido a que la perforación no tiene brocal o al hecho de que se trata de pozos con bomba y línea instalada, la medición se toma desde otro punto de referencia, pudiendo

ser ésta la cota terreno u otro punto predefinido. Así pues, las medidas de profundidad del nivel registradas en la libreta de terreno representan la profundidad de la lámina de agua/salmuera medida desde el punto de referencia que se denomina cota de referencia o cota collar. Para el caso de las zanjas, éstas tienen una tabla de madera con una marca que corresponde a la cota de referencia desde donde se mide la profundidad del nivel.

Figura 4-21 Medición de Nivel de Agua/Salmuera en Piezómetros



Fuente: PSAH (marzo de 2020).

La profundidad del nivel del agua (h) se mide al menos tres veces, registrando la última medición como medida definitiva en la libreta de terreno luego de verificar que entre cada medida no exista una diferencia mayor a 1 cm. En particular los pozómetros cuentan con una precisión de 1 a 2 milímetros, por lo tanto, su variabilidad es menor al 0,1% de dispersión de datos. Es importante destacar, que cada vez que se utiliza el pozómetro, éste se lava con agua destilada y se seca con toalla de papel antes y después de efectuar cada medición.

Posteriormente durante el procesamiento de los datos en gabinete, se calcula la elevación del nivel de agua en m s.n.m. para cada medición, restando la profundidad medida del nivel de agua (h) a la cota de referencia. Cabe indicar que para todos los puntos medidos se dispone de la elevación del punto de referencia en m s.n.m. obtenida mediante levantamiento topográfico de precisión.

4.3.6 Medición de Posición de la Interfase Salina

4.3.6.1 Materiales y/o Equipos

La variable de la posición de la Interfase Salina se mide a través de perfiles de conductividad y temperatura en pozos y/o piezómetros ranurados en toda su longitud. Los equipos utilizados durante el año fueron sondas marca SEBA Hydrometrie con sensor MPS-D3, Figura 4-22, de 100 m y de 250 m de largo.

4.3.6.2 Metodología de Medición

El monitoreo de la posición de la Interfase Salina se realiza a través de la medición manual de perfiles de conductividad eléctrica con la sonda (ver Figura 4-22) en piezómetros habilitados con tubería ranurada en toda su extensión. Los resultados se reportan como datos y gráficos de profundidad versus conductividad eléctrica. Para conocer la cota altimétrica [m s.n.m.] de la posición de la interfase, se cuenta con la cota collar o de referencia para cada uno de los puntos de monitoreo.

Figura 4-22 Sonda SEBA Hydrometrie con sensor MPS-D3



Fuente: SEBA Hydrometrie GmbH & Co. KG.

Previo al inicio de los trabajos en terreno, se realiza la calibración de la sonda y antes de iniciar la toma de las mediciones en cada punto, se verifica su correcto funcionamiento.

En el punto de medición se inicia el descenso de la sonda por el pozo, hasta que la sonda detecta el nivel del agua dentro de la perforación. Desde esa profundidad se registran las

lecturas de conductividad (en mS/cm) y temperatura (en °C) durante el descenso de la sonda por la columna de agua/salmuera, en intervalos definidos, esperando que estas medidas se estabilicen y se muestren en el mismo valor de la pantalla durante 30 segundos.

Los intervalos de medición están sujetos a la variación de la conductividad. Cuando se detectan valores por sobre 100.000 μ S/cm, indicativo de que se está cerca de la zona de interfase entre agua salobre y salmuera, la medición se realiza cada 0,2 – 0,5 m. Luego que los registros de conductividad se estabilizan en torno al valor característico de la salmuera durante al menos tres intervalos, se pasa de nuevo a registrar la conductividad eléctrica cada 1 o 2 metros.

Las lecturas realizadas por la sonda se observan en una pantalla al costado del tambor del equipo; para cada profundidad de medición, una vez estabilizadas, son anotadas inmediatamente en la libreta de terreno por el supervisor encargado del monitoreo.

Una vez finalizado el perfil de conductividad y temperatura de la columna de agua del punto, se extrae la sonda y se lava el instrumento con agua destilada.

4.3.7 Muestreo y Análisis de la Calidad Química de agua superficial y subterránea

La calidad química de las aguas se mide a través de la medición de parámetros físico-químicos *in situ* y de la toma de muestras que son analizadas posteriormente en un laboratorio químico. Al corresponder estas actividades al muestreo, medición y análisis por cumplimiento de una RCA, éstas se realizan con un laboratorio certificado como ETFA (Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental) por la SMA. Durante el año 2022, la ETFA encargada del muestreo de aguas superficiales y subterráneas fue SGS Chile Ltda. (Código ETFA N° 023-01 y 023-02), y fue asistida y acompañada en terreno por personal de ALB. A continuación, se presenta la metodología utilizada por la ETFA, la cual se rige por normativas NCh. 411 para el muestreo y medición en terreno de las muestras. Así mismo, en el mes de julio 2022, el parámetro Sólidos disueltos Totales como medición en terreno cuenta con ETFA's acreditadas para este alcance, por lo cual, la ETFA Ecogestión Ambiental Ltda (Código ETFA 031-01) realizó la medida de este parámetro en el mes de octubre de 2022.

4.3.7.1 Materiales y/o Equipos

Para la variable de calidad físico química de las aguas, se realiza a) medición de parámetros *in situ*, b) toma de muestras de agua, para envío a laboratorio; y c) análisis en laboratorio, que en el año 2022 fue realizado por SGS Chile Ltda.

a) Materiales y equipos para la medición *in situ*

En la Tabla 4-16 indican los materiales necesarios para la medición *in situ*.

Tabla 4-16 Materiales y Equipos para la medición de parámetros in situ

Equipo	Parámetros
Multiparámetro Hanna HI98194	Temperatura pH Conductividad eléctrica Sólidos disueltos totales Oxígeno disuelto
Conductivímetro HANNA HI98192	Conductividad eléctrica Sólidos disueltos totales Salinidad Resistividad
Pozómetro marca Solinst Modelo 101	Nivel piezométrico
Bomba Waterra	No hay parámetro asociado

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4-17 y Tabla 4-18 presenta las especificaciones técnicas (resolución y rangos de medición) del fabricante del equipo multiparámetro utilizado por la ETFA en el monitoreo físico-químico *in situ*.

Tabla 4-17 Especificaciones técnicas equipo multiparámetro HI 98194

Parámetro	Rango medición	Resolución	Precisión
pH	0,00 a 14,00	0,01 ; 0,1 mV	± 0,02 ; ± 0,5mV
Conductividad eléctrica (CE)	0 a 200 mS/cm	0,01 mS/cm a 0,1 mS/cm	± 1% de la lectura; ± 1 µS/cm
Temperatura	-5,00 a 55,00 °C	0,01°C	± 0,15 °C
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	0 a 9999 (mg/L)	1 ppm (mg/L)	± 1% de la lectura; ± 1 (mg/L)
Oxígeno Disuelto (O.D.)	0,00 a 50,0 (mg/L) (O.D. real Lmax 14,6 mg/L)*	0,1% 0,01 (mg/L)	0,00 a 30 mg/L ± 1,5% de la lectura

*O.D. Límite máximo en aguas naturales (14,6 mg/L)

Fuente: Manual de instrucciones del equipo.

Tabla 4-18 Especificaciones técnicas equipo multiparámetro HI 98192

Parámetro	Rango medición	Resolución	Precisión
Conductividad eléctrica (CE)	001 µs/cm a 400 ms/cm con compensación de temperatura	0,01 mS/cm a 0,1 mS/cm	±1% de lectura (±0.01 µs/cm o 1 dígito, el que sea mayor)
Salinidad (NaCl)	%: 0.0 a 400.0%	0.1%; 0.01	±1% de lectura
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	0 a 999 (mg/L)	0.01 mg/L (ppm)	±1% de lectura (±0.05 mg/L (ppm))
Resistividad	1.0 a 99.9 ohms; 100 a 999 ohms;	0.1 Ohm; 1 Ohm	±1% de lectura (±10 ohms o 1 dígito, el que sea mayor)

Fuente: Manual de instrucciones del equipo.

Los datos de conductividad eléctrica en terreno que superan los 200.000 µS/cm, quedan fuera del rango de medición del equipo, por lo que su conductividad eléctrica se calcula a partir del valor de conductividad absoluta aplicándole un factor de corrección que es función de la

temperatura de la muestra. En el caso del Conductivimetro HI98192, el equipo está diseñado para medir valores de conductividad eléctrica hasta los 400mS/cm con compensación de temperatura, esto quiere decir que el equipo compensara la conductividad según la temperatura medida en el momento de realizar la medición

Los registros de calibración diaria del equipo multiparamétrico utilizado por la ETFA para el monitoreo *in situ* se presentan en el Anexo H-4 de este informe.

b) Materiales y equipos para la toma de muestras

En la Tabla 4-19 se indican los materiales necesarios para la toma de muestras.

Tabla 4-19 Materiales y Equipos para la Toma de Muestras

Material/Equipo	Parámetros
Envases de Laboratorio	Analitos comprometidos para muestras de aguas superficiales y subterráneas.
Bomba peristáltica para filtrado Geotech	Para muestras de agua subterránea / superficial
Pozómetro marca Solinst Modelo 101	Para muestras de agua subterránea
Bomba "Wattera"	Para muestras de agua subterránea
Bailer simple	Para muestras de agua subterránea.
Kit filtrado Millipore	No hay parámetro asociado

Fuente: Elaboración propia

c) Materiales y equipos para análisis de laboratorio

En la Tabla 4-20 se indican los materiales necesarios para el almacenamiento y traslado de muestras.

Tabla 4-20 Materiales y Equipos para almacenamiento y Traslado de muestras

Equipo	Parámetros
Envases de plástico de 1 l	Cloruros Nitrato Sulfato pH Conductividad Densidad Bicarbonato Sólidos Disueltos Totales
Envases de plástico de 500 ml	Metales totales Metales disueltos
Preservantes HNO ₃	Metales totales y disueltos

Fuente: Laboratorio SGS

Todos los envases son conservados en un cooler a una temperatura de 4 ± 2 °C hasta el momento de su análisis, mediante el uso de acumuladores de frío.

En función del analito o parámetro a determinar, algunos envases reservorios de muestras contienen agente preservante. En la Tabla 4-21 se indica las características de preservación de las muestras en caso de que corresponda.

Tabla 4-21 Características de preservación de muestras

Analito(s) de interés	Preservación	Filtrado de muestra
Cationes mayoritarios disueltos (Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ y K ⁺)	pH<2 Ácido Nítrico 2%	Sí
Aniones mayoritarios disueltos (Cl ⁻ , SO ₄ ⁼ , HCO ₃ ⁻ y NO ₃ ⁻)	Sin preservación	No
Elementos mayoritarios totales (Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ y K ⁺)	pH<2 Ácido Nítrico 2%	No
Elementos minoritarios y trazas disueltos (B, Li y Sr)	pH<2 Ácido Nítrico 2% (después de filtrar)	Sí
Elementos minoritarios y trazas totales (Al, As, B, Fe, Li, Si y Sr)	pH<2 Ácido Nítrico 2%	No
Parámetros Físicoquímicos de laboratorio (pH, C.E., SDT y Densidad)	Sin preservación	No

Fuente: Laboratorio SGS.

Los registros de las cadenas de custodia de las muestras tomadas se presentan en el Anexo H-6 de este informe.

4.3.7.2 Metodología de toma de muestras

- Aguas superficiales: En el caso de las muestras de aguas naturales superficiales, su procedencia puede ser lagunar y de canal o vertiente, las que se obtienen directamente del punto de muestreo. Los envases reservorios de las muestras sin preservantes se ambientan 3 veces con el agua del mismo punto de muestreo y luego se toma la muestra.

Es relevante indicar que al momento de tomar la muestra, se procura no levantar sedimentos del lecho, para no alterar la representatividad de la muestra, evitando así la sobreestimación de la química presente en los cuerpos de aguas monitoreados. Para las muestras con preservantes se llenan con agua a partir de recipientes ambientados, con precaución de no derramar muestra y preservante.

- Aguas subterráneas: El muestreo de aguas subterráneas en pozos y piezómetros se realiza mediante extracción con una bomba Waterra. Para asegurar la representatividad de la muestra se utilizó el método de estabilización de parámetros físico-químicos (conductividad eléctrica, pH y temperatura), para de esta manera asegurar que la muestra obtenida es representativa del acuífero y no del almacenamiento en el propio piezómetro. Los criterios de estabilización de parámetros adoptados por SGS en terreno son los indicados en la Tabla 4-22 y los registros de la estabilización de parámetros físico-químicos para cada muestreo se presentan en el Anexo H-5 de este informe.

El día de muestreo y medición, en el punto de monitoreo, se introduce la bomba *Waterra* y se comienza la purga, una vez los parámetros se estabilizan, se procede a registrar la medida de parámetros *in situ* en la libreta de terreno tomada desde un recipiente ambientado 3 veces con el agua del mismo punto de muestreo y se realiza el muestreo.

4.3.7.3 Metodologías de medición y análisis

a) Metodología para la medición de parámetros *in situ*

Los parámetros físico-químicos *in situ* de pH, Conductividad eléctrica, Sólidos disueltos totales, Oxígeno disuelto y Temperatura se miden con un equipo multiparamétrico (Hanna, Modelo HI 98194) propiedad de la ETFA. Se destaca, además, que al inicio de cada jornada de trabajo, personal de Albemarle chequea que las mediciones de este equipo son concordantes con las mediciones realizadas con el equipo multiparamétrico propiedad de ALB (Hanna, Modelo HI 9829). Adicional a lo anterior, se utiliza para verificar las mediciones de las muestras de salmuera el equipo medidor de temperatura, CE, TDS, NaCl y resistividad de ALB (Hanna, HI 98192). Luego, durante las mediciones de parámetros físico-químicos, ALB contrasta cada medición realizada por SGS Chile Ltda. con mediciones propias realizadas con el equipo multiparamétrico propiedad del titular.

Para el caso de aguas superficiales, los parámetros se miden en muestras extraídas directamente de los cuerpos de agua, desde recipientes sin preservantes ambientados tres veces con el agua del mismo punto de muestreo.

Para el caso de aguas subterráneas, estas mediciones se registran una vez se detecta que los valores de los parámetros físico-químicos *in situ* se estabilizan dentro del recipiente de muestreo.

Tabla 4-22 Criterio estabilización de parámetros in situ para el muestreo de aguas

Criterios de Aceptación	
pH	± 0.1 upH
Temperatura	± 0.2 °C
Cond. Eléctrica	± 3%
Oxígeno Disuelto	± 10%

Fuente: Laboratorio SGS.

b) Metodologías de análisis de aguas en Laboratorio

Los métodos analíticos y características de éstos utilizados por el laboratorio para la medición de parámetros físico-químicos y concentración de analitos se indican Tabla 4-23.

Asimismo, para los analitos disueltos se realiza un post-proceso de filtrado.

Tabla 4-23 Métodos de análisis en laboratorio

Parámetro/analito	Método analítico(Standard Method)	Unidades	SGS	
			Cód. Método	Límite de detección
Conductividad Eléctrica	Conductividad Eléctrica	µS/cm	SM-2510 B	1
Densidad	Densímetro	g/mL	Picnometría	---
pH	Método Electrométrico	---	SM-4500-H+ B	0,1
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻) ⁽¹⁾	Método de la Titulación	mg/L	SM-2320 B	0,2
Sólidos Disueltos Totales	Método Sólidos Disueltos Totales secados a 180°C	mg/L	SM-2540 C	1
Aluminio (Al)	Absorción atómica (llama directa)	mg/L	SM-3030 E; SM-3111 D	0,1
Arsénico (As)	Absorción atómica (generación de hidruros)	mg/L	SM-3030 B; SM-3114 B	0,001
Boro (B)	Metal Total ICP	mg/L	SM-3030 E; SM-3120 B	0,01
Boro Disuelto (B)	Metales Disueltos ICP	mg/L	SM-3030B, SM-3120 B	0,01
Calcio (Ca)	Absorción atómica (llama directa)	mg/L	SM-3030 E; SM-3111 D	0,01
Calcio Disuelto (Ca)	Absorción atómica (llama directa)	mg/L	SM-3030B; SM-3111 B	0,01
Cloruros (Cl)	Método argentométrico	mg/L	SM 4500-Cl B	1
Estroncio (Sr)	Metal Total ICP	mg/L	SM-3030 E; SM-3120 B	0,01
Estroncio Disuelto (Sr)	Metales Disueltos ICP	mg/L	SM-3030B, SM-3120 B	0,01
Hierro (Fe)	Absorción atómica (llama directa)	mg/L	SM-3030 E; SM-3111 B	0,01
Litio (Li)	Metal Total ICP	mg/L	SM-3030 E; SM-3120 B	0,01

Tabla 4-23 Métodos de análisis en laboratorio

Parámetro/analito	Método analítico(Standard Method)	Unidades	SGS	
			Cód. Método	Límite de detección
Litio Disuelto (Li)	Metales Disueltos ICP	mg/L	SM-3030B, SM-3120 B	0,01
Magnesio (Mg)	Absorción atómica (llama directa)	mg/L	SM-3030 E; SM-3111 B	0,01
Magnesio Disuelto (Mg)	Absorción atómica (llama directa)	mg/L	SM-3030B; SM-3111 B	0,01
Nitrato (N-NO ₃) ⁽²⁾	Espectrofotometría UV-visible (SGS)	mg/L	SM 4500- NO3 B	0,01
Potasio (K)	Absorción atómica (llama directa)	mg/L	SM-3030 E; SM-3111 B	0,01
Potasio Disuelto (K)	Absorción atómica (llama directa)	mg/L	SM-3030B; SM-3111 B	0,01
Silicio (Si)	Absorción atómica (llama directa)	mg/L	SM-3030 E; SM-3111 D	1
Sulfato (SO ₄)	Gravimetría	mg/L	SM 4500- SO4- C	5
Sodio (Na)	Absorción atómica (llama directa)	mg/L	SM-3030 E; SM-3111 B	0,01
Sodio Disuelto (Na)	Absorción atómica (llama directa)	mg/L	SM-3030B; SM-3111 B	0,01

Fuente: Laboratorio SGS.

4.3.7.4 Validación de resultados, cálculo del Balance Iónico y otras verificaciones

Si bien el muestreo, las mediciones y los análisis químicos los ha realizado un laboratorio certificado como ETFA por la SMA (SGS Chile Ltda), una vez se reciben los certificados de laboratorio se revisan los valores entregados para cada muestra y parámetro con el objetivo de validar los resultados.

Una de las verificaciones más importantes para el control de calidad de los resultados de laboratorio es el cálculo del error de balance iónico a partir de la siguiente expresión, para la que comúnmente se consideran solamente los cationes y aniones mayoritarios (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Cl^- , HCO_3^{2-} , SO_4^{2-} y NO_3^-), pero que también pueden considerarse otras especies disueltas si éstas se encuentran en concentraciones destacadas:

$$\text{error de balance (\%)} = 100 \times \frac{\text{suma de cationes} - \text{suma de aniones}}{\text{suma de cationes} + \text{suma de aniones}} \text{ (en meq/L)}$$

Este cálculo mide la calidad global de los análisis de laboratorio ya que las aguas subterráneas y superficiales deben mostrar siempre un equilibrio entre las cargas eléctricas de sus especies disueltas. Los errores admitidos (en valor absoluto) son en general hasta un máximo de un 5%, aunque en ocasiones para aguas muy dulces, con conductividades menores a 200 $\mu\text{S/cm}$, pueden aceptarse errores un poco mayores, así como también para aguas muy salinas, en que el análisis de laboratorio es más complejo por las interferencias que se generan entre los diferentes parámetros disueltos y/o en suspensión.

Los errores de balance negativos indican que la concentración de alguna (o algunas) de sus especies aniónicas ha sido sobreestimada, o bien que los análisis de las especies catiónicas han subestimado alguna de sus concentraciones. El error de balance positivo, indica lo contrario.

En relación con el cálculo del balance iónico (B.I.) de las muestras, en el considerando 10.8 de la RCA N°21/2016, se indica textual: “10.8. Monitoreo físico- químico de las aguas: en los respectivos Informes de Seguimiento se deberán presentar los resultados de los balances iónicos de las muestras ejecutadas. Al respecto, se deberán considerar los lineamientos de la “Guía del Servicio de Evaluación Ambiental para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA” (SEA, 2012), para efectos de contar con referencias vigentes sobre los valores de errores admisibles para diferentes conductividades eléctricas del agua. Además, deberán cumplirse los lineamientos que dicte la SMA respecto al organismo que analice las muestras (laboratorio).”

Al respecto, y como ya se ha mencionado, el organismo que analizó las muestras durante el 2020 fue el laboratorio Hidrolab, que cumple con los lineamientos de la SMA y está certificado como ETFA. Respecto a la fórmula de cálculo del error de balance iónico que indica la “Guía

del Servicio de Evaluación Ambiental para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA” (SEA, 2012), en su acápite A3.4.1.1, ésta es la misma mencionada anteriormente, pero se indica de utilizar los 8 iones mayoritarios Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Cl^- , HCO_3^{2-} , SO_4^{2-} y NO_3^- . Sobre este punto, y considerando las características químicas generales de la mayor parte de las aguas salobres y salmueras de la cuenca del Salar es que para este Proyecto, al igual que lo realizado en su tramitación de Adenda 5, se han utilizado en el cálculo del error de balance las concentraciones disueltas de los cationes Estroncio (Sr^{2+}), Litio (Li^+) y Boro (B^{+3}). Esto, dado que en determinadas muestras, los miliequivalentes por litro de estas especies son importantes, y contribuyen al equilibrio eléctrico de las muestras.

En relación con los errores de balance iónico admisibles para diferentes conductividades eléctricas del agua, debe destacarse que la Guía, de “*carácter indicativo y referencial*” (Guía SEA 2012, pág. 14), presenta una tabla, modificada de Custodio y Llamas, aplicable para aguas dulces de 0 a 4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicando los errores de balance admisibles cada vez menores para los rangos de conductividad de 50 a 199 $\mu\text{S}/\text{cm}$, de 200 a 499 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 500 a 1.999 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y $>2.000 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Sin embargo, las muestras que forman parte del PSAH son aguas salobres y salmueras con conductividades mayores a 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$; con el 75% de las muestras con conductividades por encima los 20.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y una gran proporción con valores mayores a los 100.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por lo que la referencia anterior, no se considera adecuada para las aguas de altas conductividades del Salar de Atacama. En los análisis de muestras salobres y salmueras, las dificultades técnicas de los laboratorios en conseguir errores de balance bajos, recae en las interferencias que se producen entre las concentraciones de cada elemento durante su análisis, así como en la purga de los equipos entre cada una de las muestras, siendo muy difícil cumplir sistemáticamente, y para todas las muestras, con errores menores al 5% en error absoluto (carta SGS LAB-003-22-EC-STGO, enero 2022 ver Anexo M).

Es por ello que la verificación y validación de los resultados del laboratorio consistió en calcular el error de balance iónico de cada muestra, y verificar las tendencias históricas de cada parámetro, muestra por muestra, solicitando realizar las repeticiones necesarias al laboratorio para conseguir que la mayoría de muestras cumpla con el error de balance inferior al 5%, y todas con un error inferior al 10%. Las estadísticas de cumplimiento se describen en el Capítulo 5 de resultados en la sección 5.8 Calidad Química del agua superficial y subterránea.

4.3.8 Medición de los Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre

Materiales y/o Equipos

Los equipos instalados en cada pozo para la medición del caudal extraído por las bombas instaladas corresponden a los caudalímetros o flujómetros que se indican en la Tabla 4-24. Estos equipos miden el flujo que pasa a través de la tubería en unidades de m³/h.

Tabla 4-24 Materiales y Equipos para la medición de Volúmenes Bombeados

Equipo	Parámetros
Caudalímetro o Flujómetro Arkon, modelo MAG X2	Caudal

Fuente: Elaboración propia

Metodología de Medición

Tal como se indicó en el Anexo 3 de la Adenda 5, los caudales de extracción están disponibles en línea en tiempo real desde seis meses después de la aprobación del Proyecto. A la fecha del presente informe se ha remitido a la autoridad el link para el acceso a la información.

La información se presenta en línea, a través de la plataforma “Dezem”, donde aparecen los pozos de extracción (salmuera y agua industrial), sus coordenadas, flujo y volumen en tiempo real. El usuario y clave de acceso se le entregó a la autoridad ambiental en el año 2016 y febrero de 2019 se envió el cambio de clave.

4.4 Fechas campañas 2022

Las fechas de muestreo y/o medición que se reportan en este Informe Anual PSAH son las que se indican en la Tabla 4-25 detallando los meses en los cuales se realizaron las campañas, y cuyas fechas exactas se presentan en las tablas de resultados de cada una de las variables, en el Capítulo 5 “Resultados y Análisis por Variable”.

Tabla 4-25 Fechas de Muestreo y Medición durante el año 2022

Variable Ambiental	Frecuencia Medición	Mes de Campaña realizada											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Variabes Meteorológicas	Continuo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Evapotranspiración	Trimestral			X			X			X (1)			X
Superficie Cubierta por lagunas	Semestral								X				X
Nivel Limnimétrico de las Lagunas	Mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aforos de Caudales superficiales	Trimestral			X			X			X			X
Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre	Mensual (2)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Posición de la Interfase Salina	Trimestral (3)		X	X	X	X			X	X (4)		X	X (5)
Calidad química del agua en agua superficial y subterránea	Trimestral (6)	X	X	X	X			X	X		X		
Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre	Mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

(1) No se realiza monitoreo de Evapotranspiración con domo en los puntos EVT-06, EVT-07 y EVT-08 por arreglos en el camino de ingreso a Chaxa (ver respaldo en Anexo M).

(2) Los meses de febrero, marzo y abril fue quincenal por activación del PAT sector de Alerta Acuífero.

(3) Se realizó mensual, los meses de febrero, marzo y abril por activación del PAT sector de Alerta Acuífero.

(4) Se realiza medición en PP-02, PP-03 y MP-04C en septiembre, dado que en agosto las medidas fueron erróneas, cumpliendo con el monitoreo trimestral.

(5) Se realiza medición de MP-07C-1 en diciembre, dado que en noviembre presentó medidas erróneas, cumpliendo con el monitoreo trimestral.

(6) Se realizó mensual, los meses de febrero, marzo y abril por activación del PAT sector de Alerta Acuífero.

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los meses que hubo activación de PAT, el aumento de frecuencia de las variables ambientales mencionadas se puede ver en la Tabla 4-26.

Tabla 4-26 Fechas de Muestreo y Medición adicionales asociadas a Activación Fase Única, PAT Sector Alerta Acuífero 2022

Variable Ambiental	Frecuencia Medición	Mes de Campaña año 2022		
		Feb	Mar	Abr
Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre	Quincenal	X	X	X
Posición de la Interfase Salina	Mensual	X	X	X
Calidad química del agua en agua superficial y subterránea	Mensual	X	X	X

Fuente: Elaboración Propia

Los parámetros y periodos sin monitoreo se entregan en la Tabla 4-27.

Tabla 4-27 Listado de variables por mes sin monitoreo

Mes	Estado*
ene-22	No se ejecuta monitoreo calidad química Quebrada Camar, por falta de respuesta de la Comunidad y no se ejecuta monitoreo calidad y niveles sectores de la Reserva Nacional Los Flamencos, por falta de permiso CONAF y en sectores de las lagunas Salada, Saladita e Interna, por restricción de Comunidad Atacameña de Peine. Lo anterior por época de reproducción de flamencos (1).
feb-22	No se ejecuta monitoreo calidad química Quebrada Camar, por falta de respuesta de la Comunidad y no se ejecuta monitoreo calidad y niveles sectores de la Reserva Nacional Los Flamencos, por falta de permiso CONAF y en sectores de las lagunas Salada, Saladita e Interna, por restricción de Comunidad Atacameña de Peine; también considera la no ejecución del monitoreo de la interfase salina en el sector. Lo anterior por la época de reproducción de flamencos (1).
mar-22	No se ejecuta monitoreo calidad química Quebrada Camar, por falta de respuesta de la Comunidad y no se ejecuta monitoreo calidad y niveles sectores de la Reserva Nacional Los Flamencos, por falta de permiso CONAF y en algunos sectores de las lagunas Salada, Saladita e Interna, por restricción de Comunidad Atacameña de Peine; también considera la no ejecución del monitoreo de la interfase salina en el sector. Lo anterior por época de reproducción de flamencos (1). No se ejecuta monitoreo de niveles en LM-05 y LM-08 por presencia de flamencos (2).
abr-22	No se ejecuta monitoreo calidad química Quebrada Camar, por falta de respuesta de la Comunidad.
may-22	No se ejecuta monitoreo en LM-07 por presencia de flamencos (3).
jun-22	No se ejecuta monitoreo niveles en limnómetro LM-17 por condición insegura (4).
jul-22	No se ejecuta monitoreo calidad química Quebrada Camar, por falta de respuesta de la Comunidad. No se ejecuta monitoreo calidad química en MP-01A, MP-01B, MP-04B, MP-05A, MP-05B, MP-06A y MPP-06B por inconveniente ETFA (se monitorean por la ETFA en agosto, cumpliendo con la campaña trimestral).
sept-22	Sin observaciones.
oct-22	No se ejecuta monitoreo calidad química Quebrada Camar, por falta de respuesta de la Comunidad y no se ejecuta monitoreo calidad y niveles sectores de la Reserva Nacional Los Flamencos, por falta de permiso CONAF y en sectores de las lagunas Salada, Saladita e Interna, por restricción de Comunidad Atacameña de Peine. Lo anterior por la época de reproducción de flamencos (5).
nov-22	No se ejecuta monitoreo de niveles sectores de la Reserva Nacional Los Flamencos, por falta de permiso CONAF y en sectores de las lagunas Salada, Saladita e Interna, por restricción de Comunidad Atacameña de Peine. Lo anterior, dada la época de reproducción de flamencos(5).
dic-22	No se ejecuta monitoreo de niveles sectores de la Reserva Nacional Los Flamencos, por falta de permiso CONAF y en sectores de las lagunas Salada, Saladita e Interna, por restricción de Comunidad Atacameña de Peine. Lo anterior, dada la época de reproducción de flamencos (5).

*Las cartas se entregan en el Anexo M.

(1) Carta Oficial N°1: Albemarle_CONAF y Carta N°YYY Peine.

(2) Acta de Terreno día 2 de marzo.

(3) Acta de Terreno día 20 de mayo.

(4) 20220701_Reporte Evento LM-17

(5) Carta Oficial N°17 y Correo respaldo de Comunidad de Peine

Fuente: Elaboración propia

5 RESULTADOS Y ANÁLISIS POR VARIABLE

5.1 Variables meteorológicas

En el presente subcapítulo, se exhiben los registros de variables meteorológicas de la estación EM-Rockwood, la cual reporta datos de precipitación, presión atmosférica, temperatura atmosférica (máxima y mínima) y evaporación de lámina libre. Junto a los datos de la estación de Albemarle, se presentan los datos medidos por las estaciones de la DGA y de terceros en la Cuenca del Salar de Atacama. Entre las estaciones de ALB, DGA y terceros se cuenta con 13 estaciones presentadas en la Tabla 5-1, en conjunto con un resumen del periodo disponible de registro para cada estación, y su ubicación.

Tabla 5-1 Resumen registros por estación meteorológica

Nombre	Propietario	Sector	Periodo de registro	
			Fecha Inicio	Fecha Término
EM-SCL	ALBEMARLE	Núcleo	Enero 2002	Abril 2016
EM-Rockwood	ALBEMARLE	Núcleo	Mayo 2016	Diciembre 2022
Camar	DGA	Norte y Borde Este	Enero 1979	Septiembre 2022 ⁽⁴⁾
El Tatio	DGA	Norte y Borde Este	Enero 1978	Diciembre 2022
Peine ⁽¹⁾	DGA	Peine	Noviembre 1974	Septiembre 2020 ⁽⁴⁾
Río Grande	DGA	Norte y Borde Este	Enero 1977	Noviembre 2022
San Pedro de Atacama	DGA	Norte y Borde Este	Enero 1970	Diciembre 2017 ⁽⁴⁾
Socaire	DGA	Norte y Borde Este	Agosto 1974	Noviembre 2017 ⁽⁴⁾
Talabre	DGA	Norte y Borde Este	Agosto 1995	Marzo 2022
EM-Chaxa ⁽²⁾	SQM	Núcleo	Enero 1990	Diciembre 2022
EM-Salar ⁽³⁾	SQM	Núcleo	Enero 2000	Diciembre 2014
EM-KCI ⁽³⁾	SQM	Núcleo	Enero 2015	Diciembre 2022
EM-Tilopozo	MEL	La Punta – La Brava	Enero 2016	Agosto 2021

(1) Estación meteorológica suspendida, según lo reportado en carta "Respuesta Solicitud Transparencia - AM006W0067963" de fecha 30 de agosto 2021, que se encuentra en Anexo M. (2) Informe N° 21 del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico Proyecto "Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama" de SQM Salar S.A. presenta coordenadas UTM: 583.530,01 m E; 7.424.240,32 m N. (3) EM-KCL reemplazó EM-Salar en el año 2015. (4) Dato corregido según nuevos datos disponibles, solicitados por ley de transparencia, recibidos el 24-02-23, la carta N°AM006T0009653 se encuentra en el Anexo M, y los datos obtenidos en el Anexo A-3.

Fuente: Elaboración propia

Los registros con frecuencia diaria obtenidos durante 2022 de las variables meteorológicas de precipitación, presión atmosférica, temperatura atmosférica (máxima y mínima) y evaporación de lámina libre provenientes de la estación meteorológica EM-Rockwood, se presentan en la Tabla 5-2, Tabla 5-3, Tabla 5-4, Tabla 5-5 y Tabla 5-6. Los registros históricos a escala diaria y mensual de las estaciones meteorológicas de Albemarle se presentan en el Anexo A-1 y el Anexo A-2, respectivamente, mientras que los datos históricos a escala mensual de las estaciones meteorológicas de la DGA y terceros, se presentan el Anexo A-3 y Anexo A-4, respectivamente.

Se aclara que, para cumplir con los parámetros de medición comprometidos en la RCA N° 21/2016, la estación EM-Rockwood reemplaza a la estación EM-SCL ubicada en Planta Salar a partir de mayo 2016, de modo que el registro histórico de las variables meteorológicas de las estaciones de Albemarle considera la integración de los datos obtenidos por la EM-SCL desde enero 2009 hasta abril 2016 junto a los datos obtenidos por la EM-Rockwood desde mayo 2016 hasta diciembre 2022. Esta nueva estación se ubica a una distancia de 750 m al noreste de la estación que reemplaza.

Tabla 5-2 Precipitación diaria [mm] en EM-Rockwood, año 2022

Día del mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0
Total mensual	0	0	3,5	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0
Total anual	3,9											

Fuente: Datos estación meteorológica EM-Rockwood.

Tabla 5-3 Presión atmosférica diaria [mbar] en EM-Rockwood, año 2022

Día del mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
1	772,4	772,9	772,9	773,4	772,7	773,1	775,2	774,5	773,9	774,7	774,8	772,2
2	773,7	773,0	772,1	773,8	773,1	775,4	775,2	774,0	774,0	775,0	775,0	773,3
3	773,7	773,3	773,3	774,6	774,6	776,2	776,0	774,1	774,8	775,1	774,4	773,5
4	772,2	774,5	774,0	774,4	775,3	776,2	777,0	774,9	774,5	773,9	774,0	773,0
5	771,4	774,3	773,1	775,2	775,8	776,2	776,3	773,5	776,1	774,1	773,7	771,7
6	771,8	773,6	771,8	775,3	775,4	775,4	774,9	774,5	776,4	775,5	773,5	772,4
7	772,6	773,5	771,9	774,3	773,8	774,8	774,5	774,6	775,4	774,8	773,9	772,8
8	773,9	772,9	773,2	773,8	775,1	775,8	774,9	774,6	773,9	773,5	771,8	771,8
9	774,5	772,0	773,2	774,2	775,7	776,8	775,9	777,6	774,2	772,6	775,0	771,2
10	775,0	771,7	772,6	773,9	775,8	776,6	774,1	777,4	775,7	773,9	775,2	771,1
11	774,4	772,4	772,5	773,1	775,6	776,5	774,1	776,4	776,2	775,2	774,8	771,9
12	773,6	772,6	773,9	773,1	774,4	776,8	775,1	775,9	774,7	774,3	774,2	772,1
13	773,0	772,7	774,1	773,6	774,1	776,2	774,2	775,8	775,1	774,6	774,1	772,0
14	772,9	772,8	774,3	773,7	774,8	775,5	773,1	776,5	775,7	774,1	773,5	772,5
15	773,9	773,4	774,8	773,6	775,8	775,2	772,8	775,8	775,0	775,1	773,4	771,8
16	773,4	773,0	775,3	773,7	776,8	774,7	774,9	774,9	774,7	774,5	774,1	770,9
17	772,6	771,8	775,6	774,4	776,9	776,5	776,5	774,2	774,8	774,0	773,1	770,1
18	773,1	771,4	775,0	774,2	777,1	775,7	777,9	777,0	774,3	774,3	772,4	771,6
19	774,2	772,8	773,4	774,8	777,7	776,8	776,9	776,3	774,8	775,3	771,8	773,9
20	772,4	772,7	773,3	776,4	777,2	774,2	775,2	775,4	774,9	775,0	772,1	774,4
21	771,2	773,4	773,4	776,5	777,4	772,1	774,1	774,4	775,4	773,9	771,6	773,3
22	771,6	772,6	772,8	774,8	778,6	772,2	774,4	774,6	774,2	774,2	773,1	773,1
23	772,2	772,6	773,7	773,5	776,8	773,6	774,8	776,2	774,3	775,0	772,9	772,8
24	771,8	772,8	773,3	774,5	775,6	776,5	775,9	775,7	774,5	773,9	773,9	772,1
25	771,6	773,7	772,6	774,9	775,8	775,2	776,4	775,5	775,0	774,1	773,5	770,9
26	772,6	773,5	774,2	774,9	776,5	776,0	776,8	775,5	774,0	774,3	773,0	773,5
27	772,8	772,9	773,7	774,7	776,2	778,8	777,3	776	773,5	774,3	772,6	775,4
28	772,5	772,1	773,8	774,0	773,3	778,7	776,1	775,8	774,0	774,6	771,5	775,0
29	772,6	-	773,7	774,1	773,0	777,6	774,3	774,9	774,1	773,8	771,0	774,6
30	772,7	-	772,6	773,6	772,7	775,8	774,6	775,8	774,6	773,2	771,6	775,0
31	772,3	-	772,9	-	772,0	-	775,3	774,8	-	774,2	-	774,9
Presión Atm. Promedio mensual [mbar]	772,9	772,9	773,5	774,3	775,3	775,7	775,3	775,4	774,8	774,3	773,3	772,7

Fuente: Datos estación meteorológica EM-Rockwood.

Tabla 5-4 Temperatura mínima diaria [°C] en EM-Rockwood, año 2022

Día del mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
1	14,9	10,9	12,6	9,0	4,2	0,5	-0,7	4,2	2,8	3,9	6,0	8,4
2	14,2	10,6	13,1	8,2	6,9	-0,9	0,8	2,9	0,6	4,7	7,7	7,5
3	12,7	10,2	14,1	6,8	4,9	0,6	-0,4	2,3	0,5	3,3	7,2	10,1
4	11,9	9,7	14,2	7,3	3,8	4,3	-0,1	2,0	-0,5	4,9	6,3	10,0
5	11,8	9,1	13,5	8,2	4,9	7,1	2,5	1,7	0,2	3,1	7,6	10,9
6	12,0	9,8	14,9	9,4	4,7	6,9	4,5	6,3	-0,5	1,4	9,8	11,2
7	12,5	11,5	13,7	8,2	5,7	3,7	4	-1,0	1,9	2,7	8,5	13,4
8	13,7	10,8	13,3	8,5	7,2	2,8	7,2	-1,4	1,8	3,2	9,0	13,0
9	13,5	11,3	12,6	7,2	1,4	1,5	8,1	-1,2	4,4	4,2	8,2	14,5
10	17,4	10,6	13,4	7,3	3,0	-0,4	2,2	-0,9	5,4	3,7	8,1	14,7
11	15,8	10,2	12,8	6,3	5,6	-1,5	5,1	1,4	4,4	2,6	8,8	16,5
12	17,2	9,4	14,3	6,5	3,4	-1,4	1,6	2,1	3,3	2,7	6,5	14,1
13	16,2	9,9	14,3	5,9	3,9	-1,9	-0,3	2,6	4,2	2,4	7,9	14,7
14	15,5	10,9	10,3	3,7	2,0	-1,8	1,8	1,9	-0,3	5,6	7,2	13,9
15	14,9	10,9	11,6	3,8	0,9	-1,8	4,3	1,2	0,2	5,1	9,3	14,1
16	16,5	12,8	10,0	3,7	3,3	-0,2	-0,6	-0,3	1,5	6,3	10,2	12,2
17	13,8	13,5	9,0	2,5	3,7	-1,0	0,6	-0,9	4,6	6,4	10,9	11,7
18	14,4	14,1	9,4	3,3	2,6	-3,3	-0,3	-1,4	8,4	7,7	11,9	10,0
19	14,2	13,1	9,7	4,3	3,4	-1,8	2,2	-1,5	3,6	6,0	11,1	11,8
20	14,7	12,0	10,8	4,8	4,1	-1,1	2,8	-0,8	3,6	4,0	9,0	13,6
21	15,0	11,4	10,6	5,8	3,5	0,1	5,6	1,1	2,4	4,6	9,7	12,2
22	14,9	10,6	9,7	6,0	3,2	4,5	6,0	0,6	2,4	5,7	10,2	12,1
23	13,7	12,7	8,2	6,3	1,2	-0,6	5,2	-0,2	2,0	6,7	11,3	12,2
24	15,2	10,8	8,5	6,8	3,0	1,8	4,6	0,5	2,2	6,7	12,1	9,6
25	15,5	11,7	8,0	5,6	2,1	5,1	3,1	0,7	1,0	8,3	12,6	10,2
26	12,2	13,8	8,8	5,6	1,5	10,4	2,1	0,3	0,5	6,1	14,0	11,3
27	13,0	14,1	9,0	5,4	1,9	8,5	4,1	2,7	1,2	4,9	15,0	10,1
28	13,2	12,9	10,0	3,4	1,9	4,0	4,6	3	0,7	5,8	13,8	11,5
29	10,9	-	9,6	3,8	1,1	1,5	3,3	4,3	1,8	6,2	11,9	11,2
30	10,9	-	10,3	4,9	1,6	1,0	3,5	3,7	1,9	6,7	9,0	12,4
31	10,7	-	9,0	-	1,5	-	4,5	3,4	-	5,3	-	12,2
Temperatura mínima Promedio Mensual [°C]	14,0	11,4	11,3	5,9	3,3	1,6	3,0	1,3	2,2	4,9	9,7	12,0

Fuente: Datos estación meteorológica EM-Rockwood.

Tabla 5-5 Temperatura máxima diaria en EM-Rockwood, año 2022

Día del mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
1	31,7	26,6	29,0	26,9	25,5	16,6	19,8	22,5	22,1	26,8	26,8	24,3
2	30,7	28,1	31,3	25,2	21,6	18,5	20,1	20,5	22,8	27,0	30,0	24,5
3	31,4	28,1	29,5	24,3	24,3	19,3	20,9	19,8	22,7	25,8	29,5	25,5
4	30,4	27,5	27,9	24,9	24,2	20,5	20,5	20,1	21,3	25,1	28,2	28,3
5	30,3	27,4	28,9	26,1	24,0	16,5	20,5	20,2	21,1	21,5	28,2	29,7
6	30,6	29,3	30,1	24,7	24,5	17,9	19,4	18,5	23,8	23,8	27,9	31,3
7	31,6	30,3	29,2	26,0	23,5	20,1	22,5	18,7	24,0	26,0	29,0	30,8
8	28,9	29,5	28,5	27,2	19,4	19,5	22,9	19,2	23,5	26,4	26,9	31,2
9	27,7	29,0	27,7	26,4	20,4	18,8	19,5	19,1	24,3	25,1	25,2	31,1
10	27,0	27,1	27,3	25,5	22,7	18,8	19,8	22,4	25,5	22,9	25,4	32,7
11	29,5	27,6	27,6	24,4	23,3	17,9	19,7	24,3	22,4	22,0	25,4	30,1
12	31,5	30,1	26,0	22,7	22,9	18,2	19,1	23,6	22,1	22,1	24,3	29,8
13	32,6	30,4	25,7	23,9	21,9	19,3	18,9	23,2	20,8	24,0	24,6	30,5
14	30,7	30,9	27,0	24,8	21,9	18,7	16,0	22,6	20,9	26,0	28,7	30,7
15	28,2	31,1	26,0	23,3	22,1	19,5	16,8	20,0	24,4	26,4	31,6	32,1
16	29,1	33,7	21,6	22,5	22,5	18,5	18,0	20,2	25,2	25,3	32,8	30,8
17	29,0	33,5	22,1	23,8	22,4	16,6	19,0	20,0	23,6	24,7	33,9	27,3
18	30,2	30,9	27,1	24,7	22,8	17,4	20,6	18,5	21,4	25,3	32,8	27,7
19	31,0	28,8	29,8	24,3	22,3	17,5	20,9	21,9	22,9	24,0	30,8	28,4
20	32,7	27,6	29,1	23,7	21,2	18,7	24,0	22,5	21,1	24,1	28,7	29,8
21	31,9	28,4	28,7	23,5	21,0	18,6	23,5	21,9	21,6	25,7	28,9	30,3
22	30,7	31,2	28,1	23,8	19,5	17,9	22,1	21,9	23,5	27,1	28,1	30,1
23	29,2	29,9	27,0	24,5	20,4	20,3	22,8	22,4	22,9	28,4	29,9	29,5
24	30,3	30,5	27,0	23,8	20,9	19,6	21,4	24,0	21,2	29,8	28,6	29,0
25	30,9	32,2	27,4	24,1	21,0	22,9	22,5	24,2	21,2	27,5	32,3	29,4
26	30,9	32,8	26,5	26,2	21,3	18,7	22,3	24,4	23,2	27,8	33,0	26,7
27	30,6	31,7	29,1	24,8	20,9	14,0	23,1	23,3	21,2	26,6	33,1	26,6
28	29,8	31,9	32,0	22,9	20,5	19,6	25,2	18,5	21,0	26,1	31,3	27,4
29	29,0	-	29,7	25,7	19,1	20,4	26,1	25,6	22,0	26,4	27,8	29,6
30	27,4	-	28,2	26,5	19,1	20,6	25,7	25,3	24,3	25,0	26,7	29,8
31	27,1	-	27,0	-	18,8	-	22,7	25,0	-	24,4	-	27,4
Temperatura Máxima Promedio Mensual [°C]	30,1	29,9	27,8	24,7	21,8	18,7	21,2	21,7	22,6	25,4	29,0	29,1

Fuente: Datos estación meteorológica EM-Rockwood.

Tabla 5-6 Evaporación diaria [mm] en EM-Rockwood, año 2022

Día del mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
1	15,8	15,6	14,3	10,7	8,3	10,7	5,0	*	10,7	11,7	15,1	14,1
2	16,0	14,5	15,9	11,4	*	4,6	5,4	7,4	9,9	10,8	14,9	13,1
3	*	14,3	14,4	9,7	8,4	5,1	4,7	12,7	8,6	*	13,7	14,5
4	15,7	13,8	12,1	*	8,8	6,2	5,1	6,3	7,8	14,8	14,2	29,1
5	16,5	14,1	12,0	11,1	7,8	***	*	7,8	*	15,2	14,8	*
6	15,7	13,2	12,5	8,0	7,3	****	4,9	11,3	9,3	10,1	°	18,7
7	16,5	*	*	9,5	9,5	6,5	6,0	5,9	11,4	10,7	*	18,4
8	14,1	*	14,6	9,8	8,7	7,2	8,3	*	11,9	11,5	17,2	17,2
9	13,1	16,6	11,9	10,1	*	4,7	7,1	5,6	10,4	13,1	14,4	15,6
10	*	13,9	12,1	9,7	7,5	4,1	8,9	6,5	11,7	*	12,4	18,0
11	16,6	13,4	11,8	*	8,7	3,9	*	7,5	11,1	12,4	13,2	16,8
12	18,6	14,9	11,9	10,9	8,7	4,3	4,8	8,8	*	12,3	13,8	*
13	15,2	15,8	12,4	10,2	7,2	*	8,3	7,6	11,8	10,6	12,0	18,3
14	12,8	*	*	10,3	6,7	4,3	*	9,2	7,5	11,6	*	17,6
15	14,0	16,4	9,7	9,8	6,6	4,9	9,5	*	15,7	11,4	19,3	16,4
16	14,8	16,9	4,6	8,5	*	*****	5,4	6,2	10,9	13,5	16,0	16,3
17	*	15,9	7,4	7,2	*	4,0	4,5	11,5	12,2	*	17,1	15,5
18	18,9	16,3	8,9	*	6,0	3,8	*	5,3	13,4	14,8	17,4	13,3
19	16,6	14,2	13,2	10,9	7,6	4,3	5,0	6,2	*	13,8	15,9	*
20	17,2	13,5	12,5	9,8	6,7	6,0	6,2	6,5	12,1	11,3	13,5	17,6
21	18,0	*	*	8,9	6,1	*****	6,5	8,5	9,7	12,0	*	16,9
22	16,4	17,0	13,7	8,0	4,8	*****	5,9	*	9,8	12,6	16,8	15,4
23	15,3	15,0	12,8	8,5	*	6,9	8,1	6,3	10,2	13,2	15,4	16,2
24	*	13,8	11,7	8,5	6,6	4,5	5,3	8,1	11,8	*	11,5	14,2
25	18,1	14,3	11,5	*	6,2	5,2	*	7,9	9,3	16,0	16,6	15,4
26	16,4	15,8	10,8	9,2	6,8	4,9	6,5	8,7	*	12,5	17,0	*
27	15,7	14,9	11,6	9,7	5,6	*	8,0	6,8	14,4	12,3	17,4	14,8
28	16,1	13,5	*	5,9	7,5	4,9	6,1	4,2	9,6	13,2	*	14,3
29	15,1	-	14,2	7,6	7,6	4,9	7,4	*	10,0	12,7	19,1	15,5
30	13,2	-	13,5	8,7	*	4,6	8,3	9,6	9,0	13,2	15,9	16,7
31	*	-	11,2	-	*	-	6,5	12,6	-	*	-	14,0
Evaporación Total mensual [mm]	412,2	357,5	323,4	242,7	175,8	120,5	167,8	204,9	280,2	327,0	384,5	443,6

(*) Sin registro de evaporación diaria por limpieza de bateas. (**) No se realiza cambio de agua de bateas por toma de caminos.
 (***) Sin medición por precipitaciones. (****) Sin medición por condición del terreno. (*****) Sin medición por revisión de evaporímetro. (°) Sin registro de evaporación.

Fuente: Datos estación meteorológica EM-Rockwood.

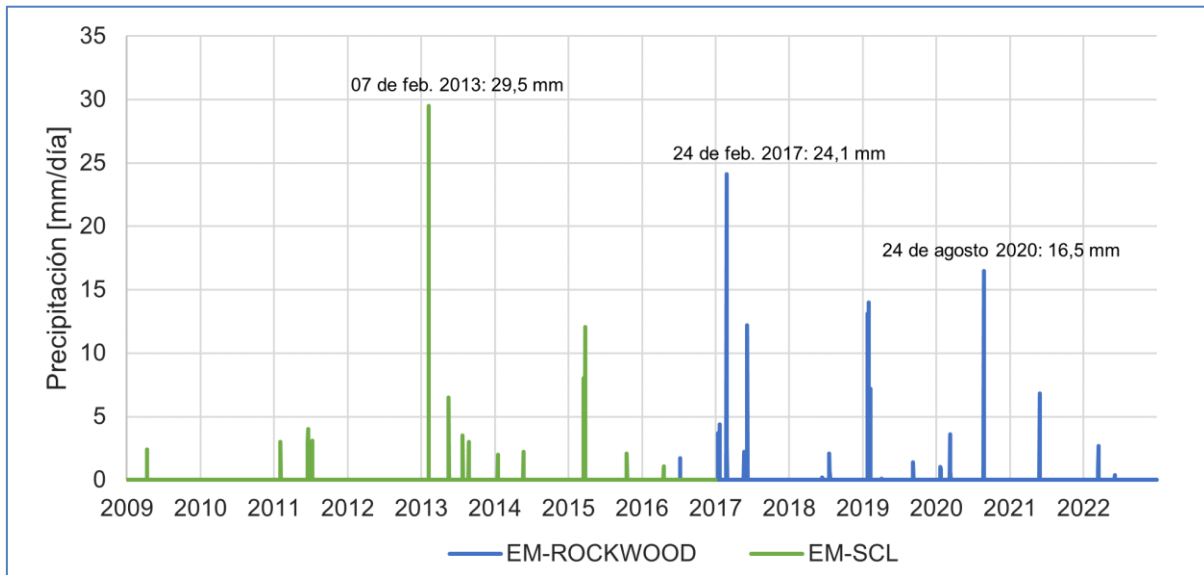
A continuación, se realiza la descripción de los resultados del registro de variables meteorológicas de las estaciones de propiedad de Albemarle.

5.1.1 Precipitación

El registro histórico disponible de precipitaciones varía según la frecuencia, de manera que el registro de precipitación anual y mensual se inicia en 2002 mientras que el registro de precipitación diaria se inició en enero 2009.

La Figura 5-1 Precipitación diaria con data histórica, periodo 2009-2022 presenta el registro histórico de precipitación diaria desde enero 2009 hasta diciembre 2022. En él, se observa que las lluvias más intensas registradas en un mismo día alcanzaron 29,5 mm/día en febrero 2013, seguidas por los 24,1 mm/días registrados en febrero 2017 y por los 16,5 mm/días registrados el 24 agosto 2020. Se reconoce un período de recurrencia de 2 años entre eventos de precipitaciones intensas que superan los 10 mm de agua caída como se observa en los años 2013, 2015, 2017 y 2019 las que ocurren principalmente en los meses de verano. No obstante, se han reconocido precipitaciones diarias sobre los 5 mm en meses del invierno estacional, como es el caso de los años 2017, 2020 y 2021.

Figura 5-1 Precipitación diaria con data histórica, periodo 2009-2022

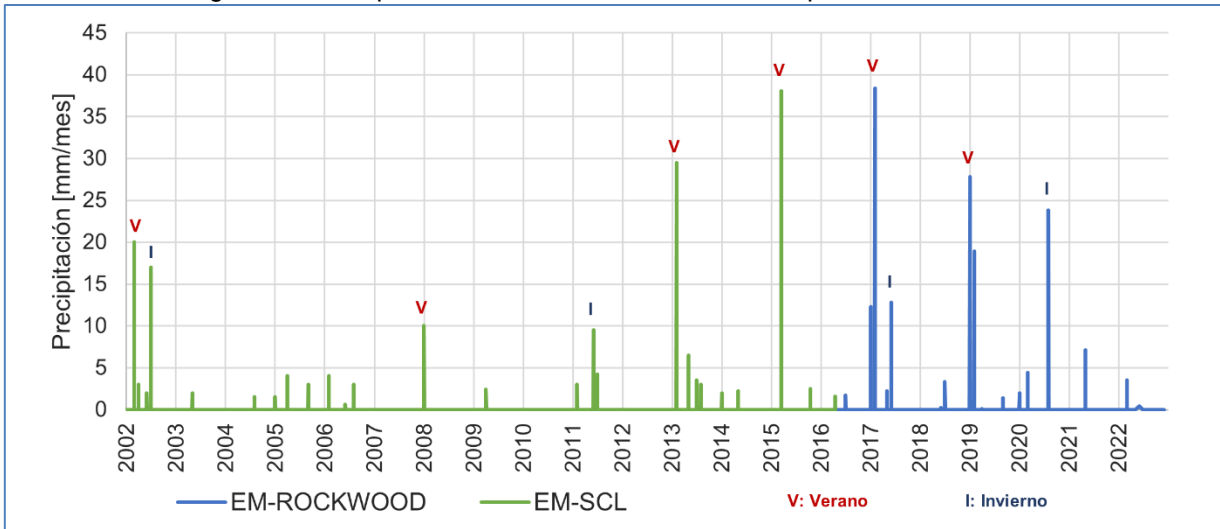


Fuente: Elaboración propia

En general, las precipitaciones más intensas se producen en los meses estivales, asociadas al fenómeno del invierno altiplánico como se observa en 2013, 2015, 2017 y 2019. Sin embargo, durante 2020 y 2021, las mayores precipitaciones tuvieron lugar en el invierno estacional. En el año 2022 se observa una baja en las precipitaciones diarias, las cuales corresponden únicamente a los meses de marzo (3,5 mm) y junio (0,4 mm).

En la Figura 5-2 se presenta el registro mensual histórico de precipitaciones a partir del 2002. En él se observa que, habitualmente, las mayores precipitaciones se desarrollan en los meses estivales coincidiendo con el invierno altiplánico (representados con “v” en la gráfica). No obstante, existen algunas ocasiones en donde precipitaciones de relevancia tienen lugar en el invierno estacional como ocurre en julio 2002 (16,7 mm), junio/julio 2011 (13,7 mm), junio 2017 (12,8 mm) y agosto 2020 (23,8 mm).

Figura 5-2 Precipitación mensual con data histórica, periodo 2002-2022



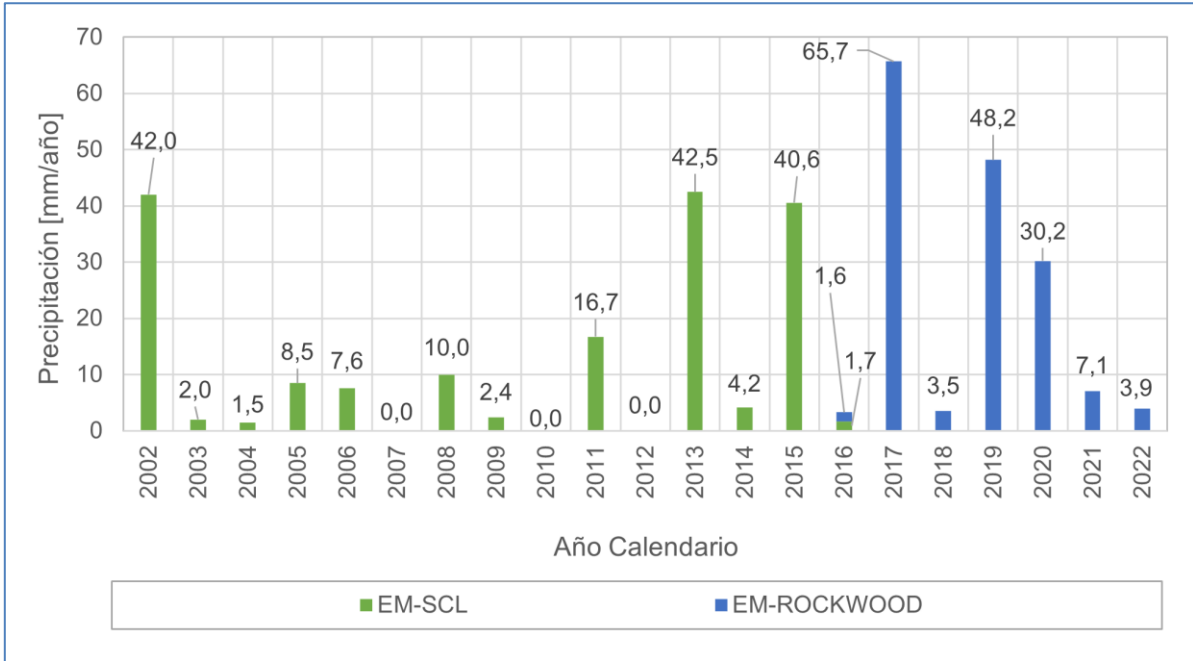
Fuente: Elaboración propia

Durante el año 2022 se registraron precipitaciones en el mes de marzo y junio, precipitando 3,5 mm y 0,4 mm respectivamente, las que fueron escasas. Las precipitaciones registradas en marzo de 2022 coinciden con leves incrementos observados sólo en los niveles de algunos sectores del acuífero y del núcleo. No obstante, los aumentos han sido puntuales, en el capítulo de discusión se revisará en más detalle esta tendencia.

La Figura 5 3 presenta la precipitación total anualizada a partir del año 2002. En esta se observa que los años más lluviosos del registro, en orden decreciente, corresponden a los años 2017, 2019 y 2013, alcanzando 65,7 mm/año; 48,2 m/año y 42,5 m/año, respectivamente. Muy por el contrario, durante 2022, la precipitación total alcanzó sólo los 3,9 mm/año notoriamente menor a la registrado en los dos años anteriores, y siendo similar a las registradas en los años 2003, 2009, 2014 y 2018.

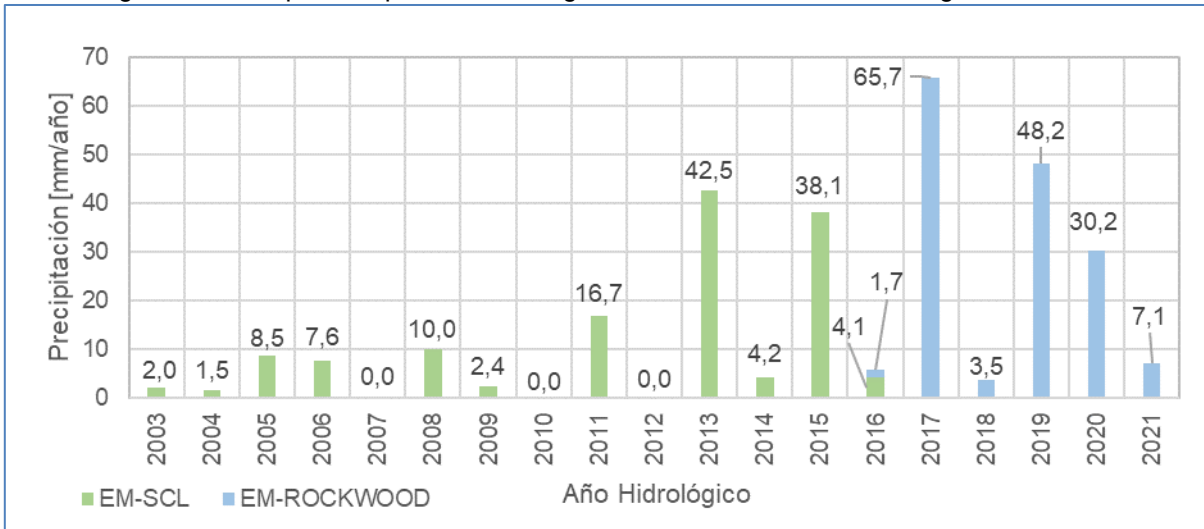
Por otra parte, la Figura 5-4 la distribución de precipitaciones por año hidrológico completo según la información disponible (2003 a 2021). Se observa una buena correspondencia con las precipitaciones por año calendario indicadas en la Figura 5 3, teniendo diferencias solo en 2015 y 2016.

Figura 5-3 Precipitación anual EM-Rockwood, periodo 2002-2022



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-4 Precipitación por año hidrológico EM-Rockwood, año hidrológico 2003-2021



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 5-7 presenta un resumen mensual y anual de la precipitación media durante los periodos de registro pluviométrico de las estaciones meteorológicas que se encuentran en el entorno del Salar, tanto propias como de terceros, cuyos datos se presentan en los anexos Anexo A-1 y Anexo A-2. La información de las estaciones DGA se obtiene por ley de transparencia, recibidos el 24-02-23, mediante la carta N°AM006T0009653 que se encuentra en el Anexo M, y los datos obtenidos en el Anexo A-3. La vigencia de la estación se toma

desde la plataforma de Estadística hidrológica en línea de la DGA el día 05 de enero de 2023 (<https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes>).

Para las estaciones meteorológicas de SQM la información se obtuvo desde el portal www.sqmsenlinea.com (07 de marzo de 2023). Por último, la información de la estación meteorológica Tilopozo se ha obtenido de los informes del Plan de Alerta Temprana para Acuífero Monturaqui-Negrillar-Tilopozo N°17, N°19, N°20 y N°21 presentados por Minera Escondida.

A Considerar que la precipitación media mensual y media anual de la Tabla 5-7, ha sido calculada con los registros que se tiene disponibles, dado que en varias estaciones no se tienen datos actualizados hasta diciembre de 2022.

Tabla 5-7 Precipitación media mensual [mm] en estaciones meteorológicas en torno al Salar de Atacama

Estación	Propietario	P. de registro	Precip. Media mensual [mm]												Precip. Media Anual [mm]
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
SCL/Rockwood	Albemarle	2002-2022	3,68	7,48	3,83	0,34	1,50	1,91	1,06	2,23	0,12	0,21	0,00	0,00	22,35
EM-Camar	DGA	1979-2022	9,76	16,03	7,85	0,49	1,09	2,66	0,66	1,32	0,62	0,05	0,17	0,55	41,25
EM-El Tatio	DGA	1978-2022	41,86	41,71	28,36	0,89	3,41	2,82	1,07	1,79	1,61	0,33	0,52	7,28	131,63
EM-Peine ⁽⁴⁾	DGA	1974-2020	2,37	7,72	6,32	0,60	1,51	1,67	0,49	0,60	0,53	0,08	0,03	0,24	22,14
EM-Río Grande	DGA	1977-2022	20,78	30,71	13,65	0,72	1,05	3,13	0,77	0,98	0,57	0,08	0,18	1,77	74,39
EM-San Pedro de Atacama ⁽¹⁾	DGA	1970-2017	5,89	13,94	3,76	0,17	1,11	1,34	0,23	0,23	0,64	0,54	0,37	0,30	28,51
EM-Socaire ⁽²⁾	DGA	1974-2017	10,59	13,81	8,02	1,15	2,44	2,49	0,89	0,77	0,78	0,23	0,27	0,71	42,14
EM-Talabre ⁽⁵⁾	DGA	1995-2022	16,68	25,02	16,71	1,75	3,06	1,84	2,92	2,69	0,43	0,04	0,00	0,23	71,36
EM-Chaxa	SQM	1990-2022	5,44	13,02	3,76	1,31	1,07	0,57	0,61	1,08	0,11	0,01	0,16	0,47	27,60
EM-Salar/KCL	SQM	2000-2022	1,80	1,73	2,51	0,27	0,51	0,72	0,52	0,68	0,01	0,06	0,17	0,33	9,32
EM-Tilopozo ⁽³⁾	MEL	2016-2020	1,29	4,32	3,10	0,68	3,51	1,55	1,80	0,45	1,69	0,44	0,07	0,28	19,17

(1) Estación San Pedro de Atacama presenta datos hasta diciembre 2017.

(2) Estación Socaire presenta datos hasta noviembre 2017.

(3) Estación Tilopozo presenta datos hasta agosto 2021.

(4) Estación meteorológica no tiene datos publicados para 2021 y 2022.

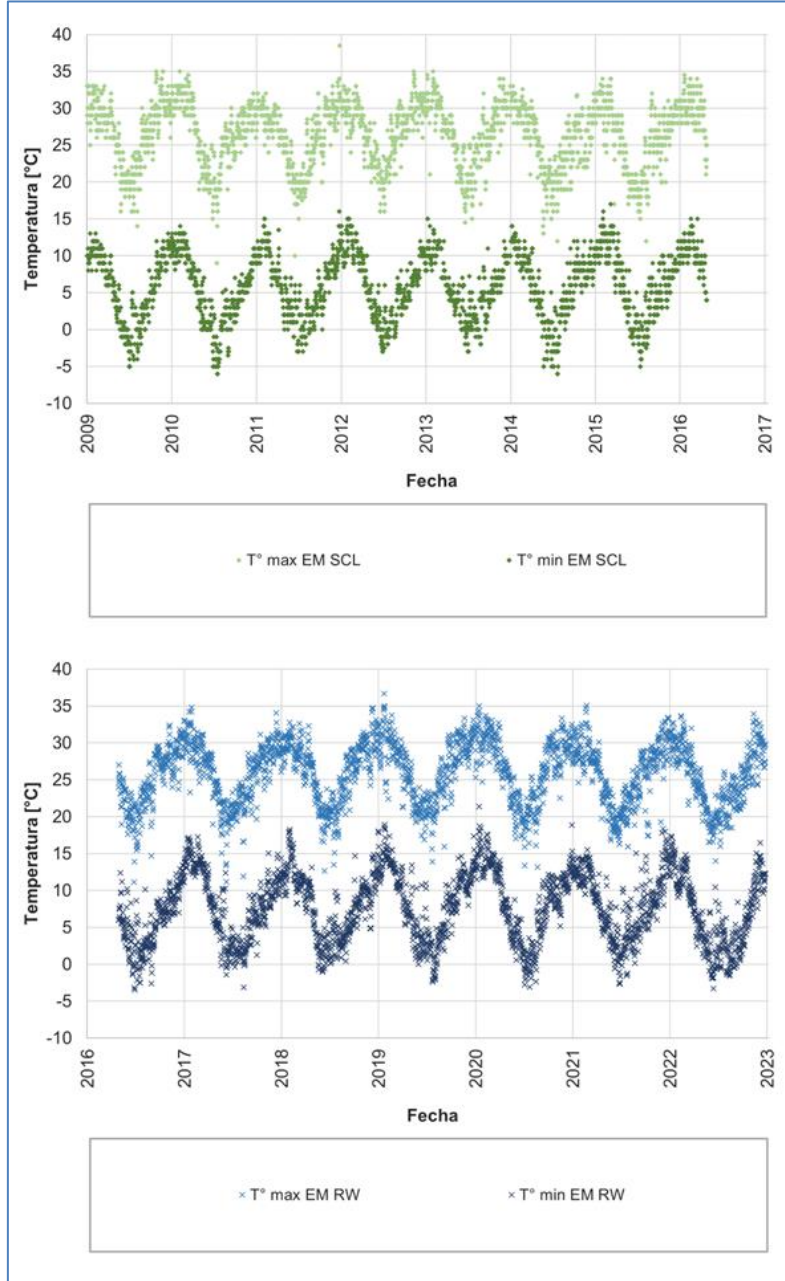
(5) Estación Talabre presenta datos hasta marzo 2022.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Temperatura

En la Figura 5 5 se presenta el registro de las temperaturas extremas diarias obtenidas desde las estaciones EM-SCL y EM-Rockwood a partir de 2009 y hasta 2022. En ella, se observan variaciones de frecuencia estacional en donde las temperaturas máximas se registran entre octubre y abril, coincidiendo con las estaciones de primavera y verano, y las temperaturas mínimas se registran entre los meses de mayo y septiembre, coincidiendo con las estaciones de otoño e invierno. En el año 2022, la temperatura mínima registrada alcanzó los $-3,3^{\circ}\text{C}$ (el día 18 de junio) mientras que la temperatura máxima anual corresponde a $33,9^{\circ}\text{C}$ (el día 17 de noviembre). La oscilación térmica diaria promedio durante 2022 es de $18,5^{\circ}\text{C}$, con valores cercanos a la tendencia histórica de la estación Rockwood.

Figura 5-5 Temperaturas extremas diarias [°C], periodo 2009-2022



Fuente: Elaboración propia

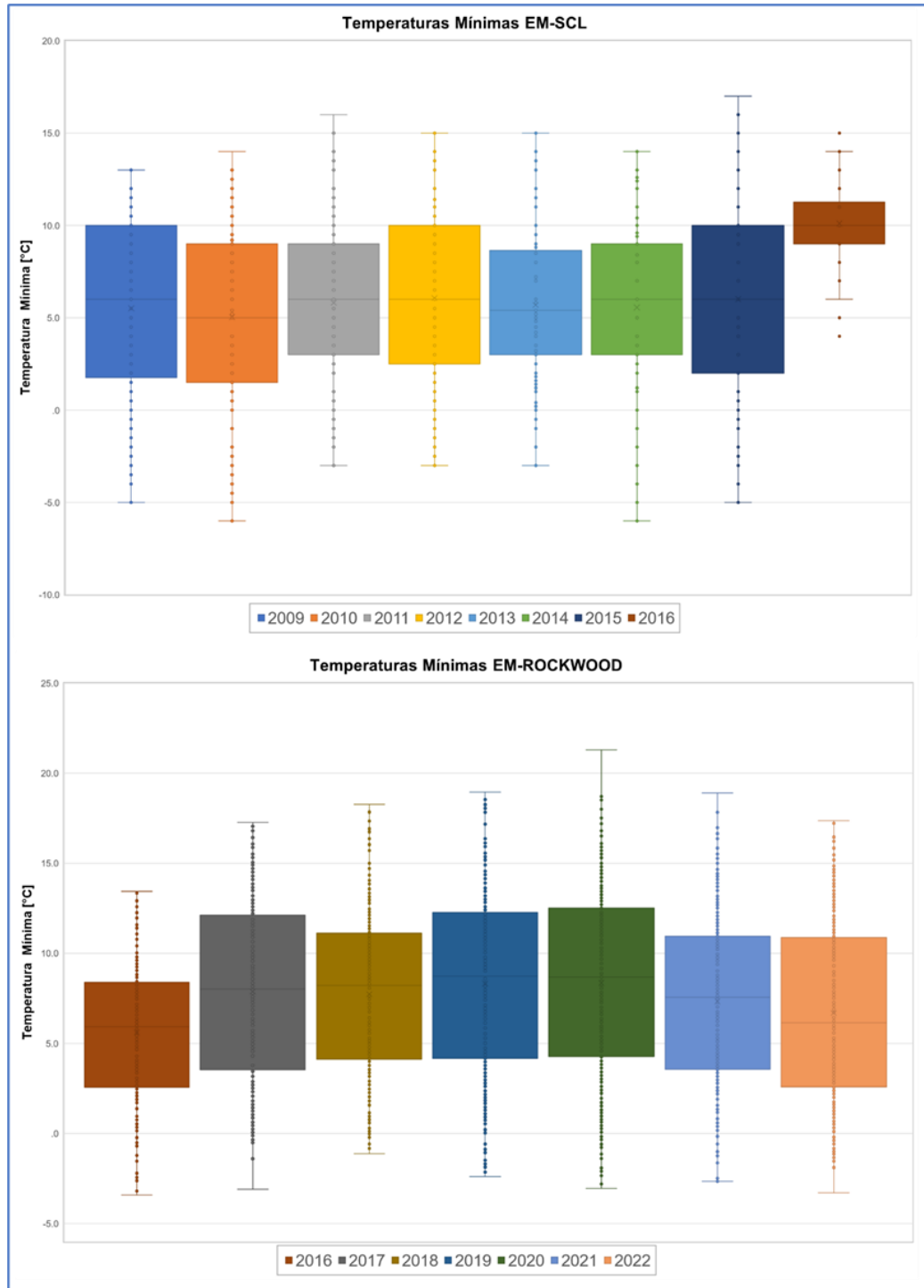
Para analizar más en detalle el comportamiento de las temperaturas esta situación se han elaborado diagramas de caja para representar la variabilidad anual de las temperaturas mínimas y máximas (Figura 5-6 y Figura 5-7).

Para las temperaturas mínimas se observa un aumento en la mediana de las mediciones anuales entre los períodos de 2010 a 2012 y 2013 hasta abril de 2016 (para la estación SCL) y entre el período de 2016 a 2019 (para la estación Rockwood). Luego de este último aumento, se observan disminución en la mediana durante los años 2021 y 2022.

Para las temperaturas máximas se observa una oscilación de las medianas con aumentos y descensos en el período de 2009 a 2014, donde ocurre además un aumento entre 2014 y abril de 2016 (para la estación SCL). Por otro lado, se observa un aumento en las medianas entre el mes de mayo del 2016 y el año 2020, para luego disminuir los años de 2021 y 2022.

Finalmente, para la estación SCL, las temperaturas mínimas oscilan en torno a los -6 y los 16°C para los meses fríos, mientras que las temperaturas máximas entre los 15 y los 35°C para los meses cálidos. Por otro lado, para la estación Rockwood, las temperaturas mínimas oscilan en torno a los -4 y los 18°C para los meses fríos, mientras que las temperaturas máximas entre los 15 y los 35°C para los meses cálidos, de forma similar a la estación SCL.

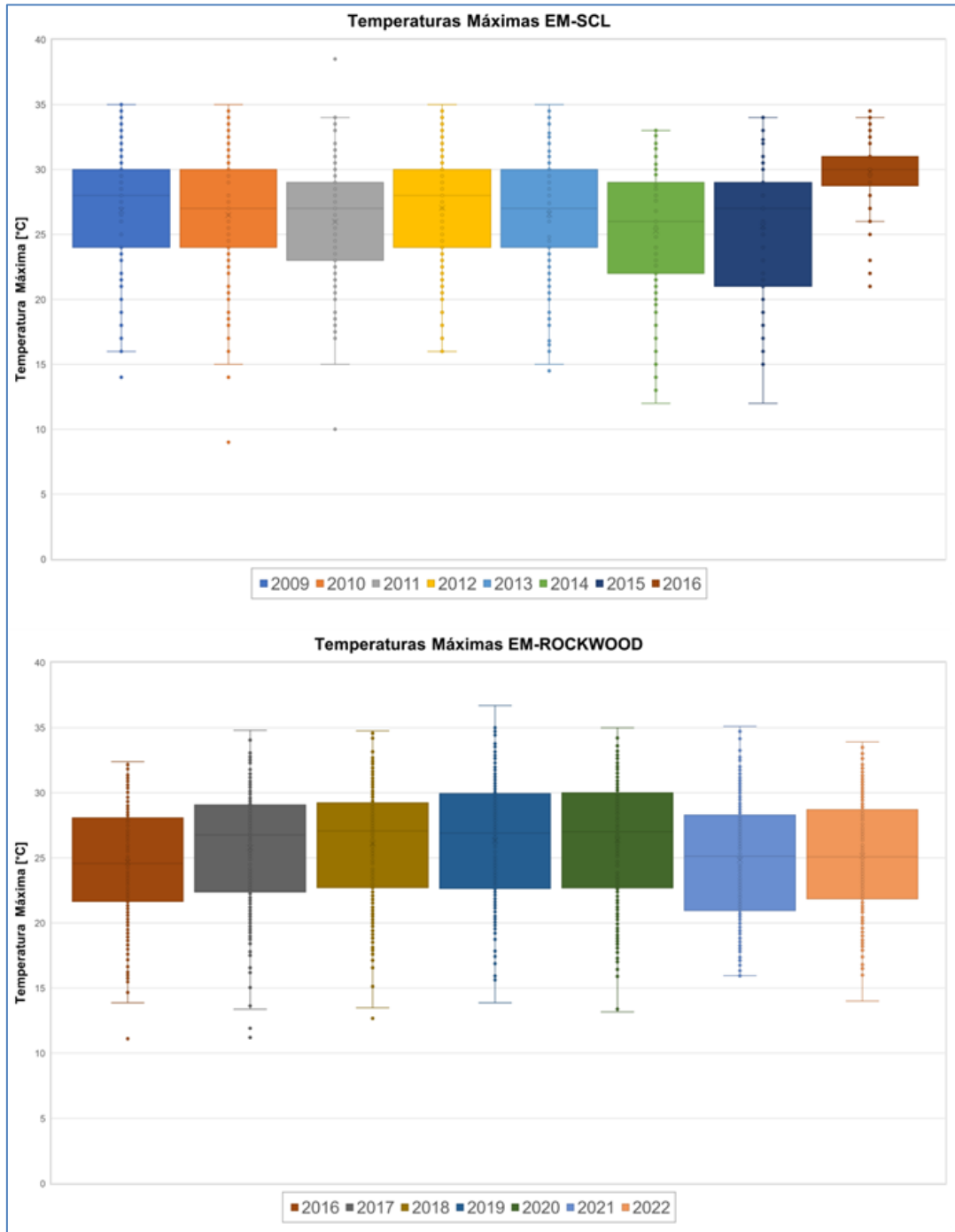
Figura 5-6 Distribución T° mínimas por año EM-ROCKWOOD [°C], periodo 2009-2022



Fuente: Año 2016 incompleto, dado que hubo cambio de estación. En EM-SCL cuenta sólo con los registros de verano y la EM-ROCKWOOD inicia con valores de otoño (abril)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-7 Distribución T° máximas por año EM-ROCKWOOD [°C], periodo 2009-2022



Año 2016 incompleto, dado que hubo cambio de estación. En EM-SCL cuenta sólo con los registros de verano y la EM-ROCKWOOD inicia con valores de otoño (abril)
 Fuente: Elaboración propia.

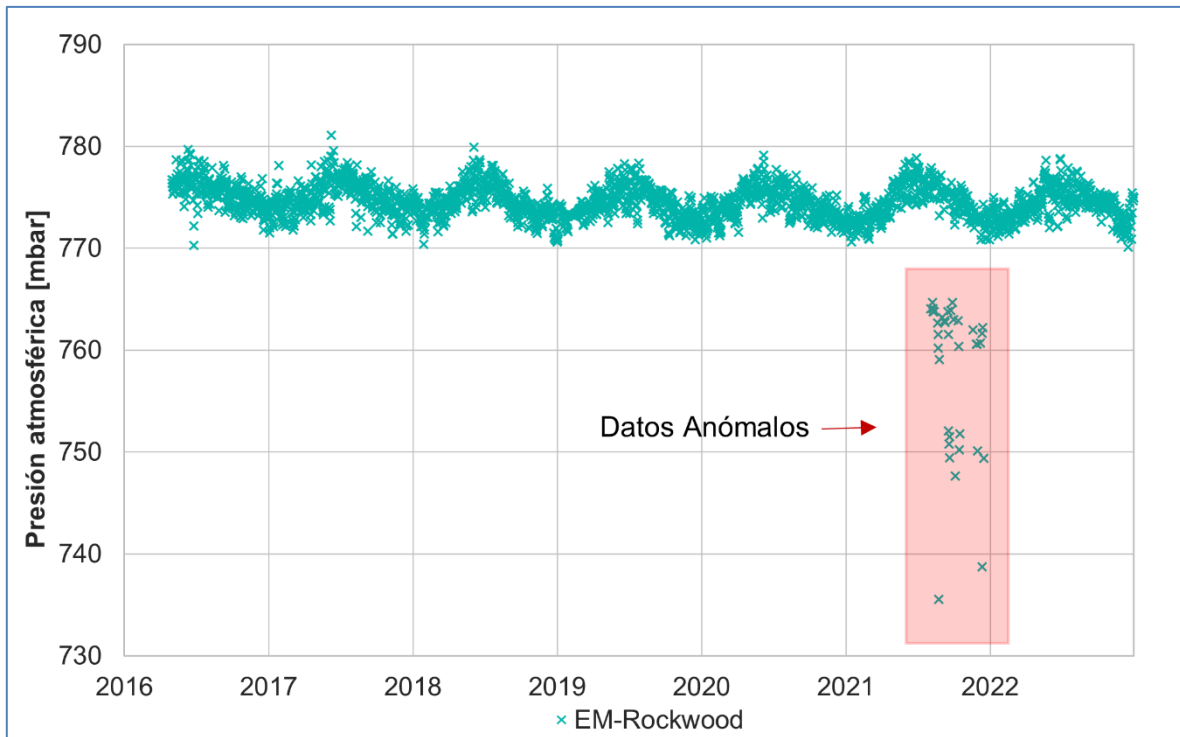
En el caso de la temperatura máxima, las medianas y los rangos de variación se observan estables para el periodo de registro, donde la mayor variación de las medianas entre años se

registra entre los años 2009 y 2015. Desde el año 2016 al 2020 estas se mantienen estables en torno a los 27°C, con una reducción a 25°C para los años 2021 y 2022.

5.1.3 Presión atmosférica

En la Figura 5-8 se presenta el registro histórico de presión atmosférica diaria, para el periodo 2016-2022. Estos datos comenzaron su registro desde el inicio de la estación EM-Rockwood que incorpora los instrumentos necesarios para la medición de esta variable.

Figura 5-8 Presión atmosférica diaria, periodo 2016-2021



Fuente: Elaboración propia

Los registros de presión atmosférica muestran variaciones de origen estacional, registrándose los valores máximos en las estaciones húmedas (entre los meses de mayo y agosto) y los valores mínimos en las estaciones secas (entre los meses de octubre y marzo). Durante 2022, el mayor registro de presión atmosférica alcanzó 778,8 mbar el día 27 de junio, mientras que el menor registro alcanzó 770,1 mbar el día 17 de diciembre.

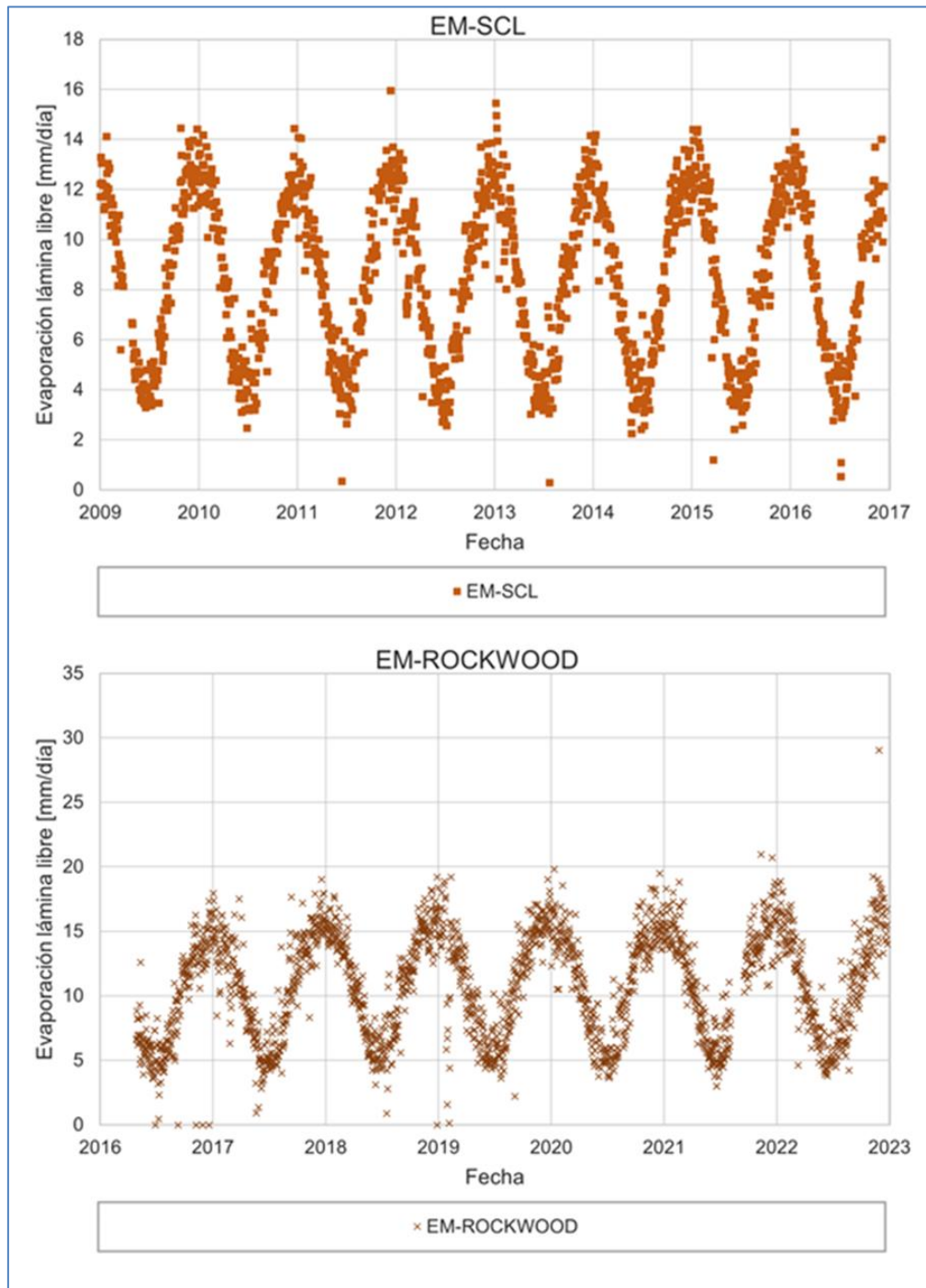
Se observan datos inferiores a los 770 mbar en el segundo semestre de 2021, los que pueden estar relacionados a fallas en los instrumentos de la estación meteorológica. Estos datos se consideran anómalos debido a que se encuentran fuera del registro histórico y no responden a lo esperado según la situación geográfica que se encuentra la estación (indicados en rojo en

la Figura 5-8). A pesar de esto, se presentan en la Figura 5-8 y la Tabla 5-3 Presión atmosférica diaria [mbar] en EM-Rockwood, año 2022 la totalidad de los datos obtenidos para el periodo de reporte del presente informe, con el fin de cumplir con los compromisos ambientales adquiridos por el titular de proyecto. De manera complementaria se presentan en el Anexo A-5 todos los valores considerados anómalos para el registro y consideraciones futuras.

5.1.4 Evaporación

En la Figura 5-9 se presenta el registro de evaporación de agua libre diaria en el periodo 2009-2022. De la misma manera que en las variables anteriormente descritas, se reconocen variaciones estacionales en donde los mayores registros de evaporación se presentan en las estaciones cálidas de primavera-verano, mientras que los menores registros se encuentran en las estaciones frías de otoño-invierno.

Figura 5-9 Evaporación diaria, periodo 2009-2022



Fuente: Elaboración propia

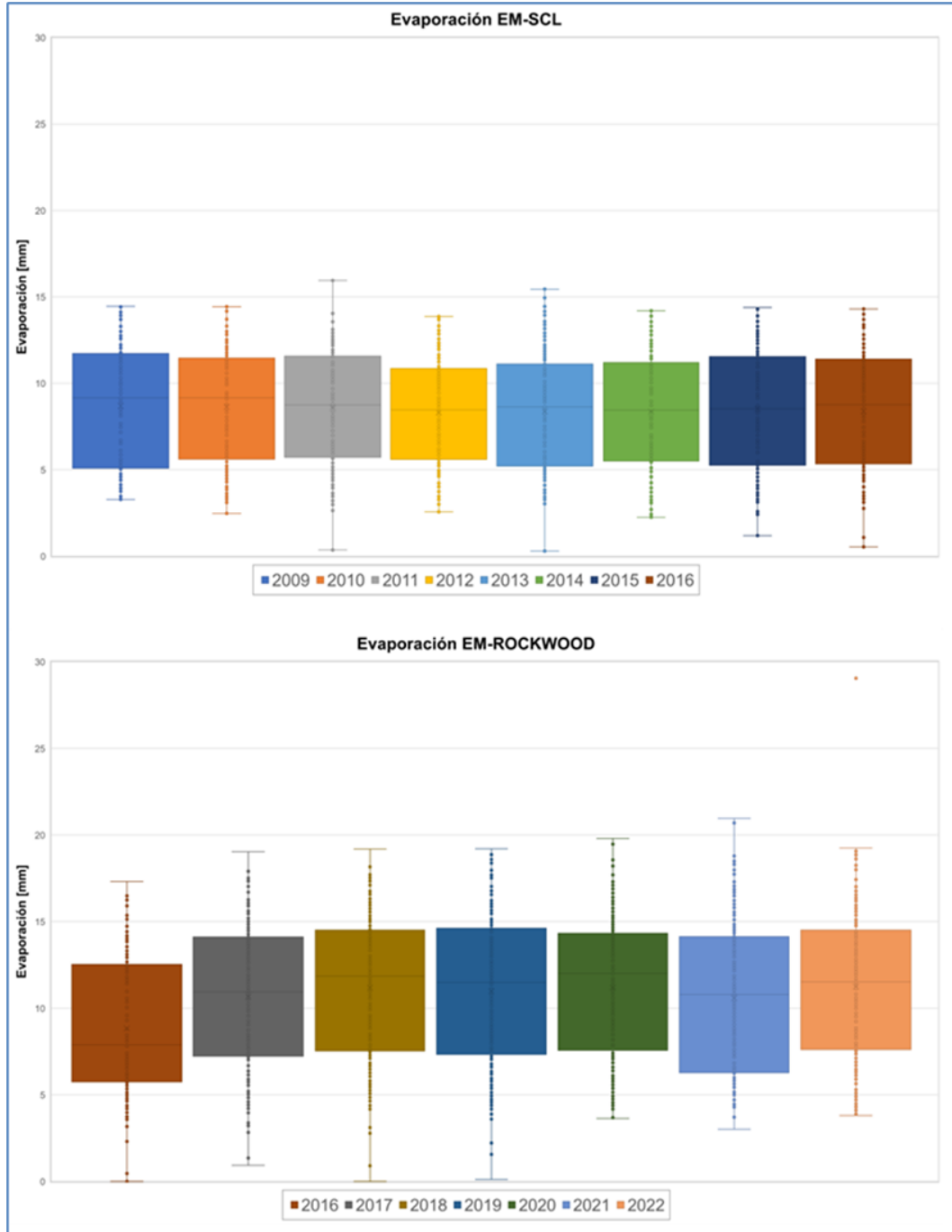
Además, se reconoce que los registros en ambas estaciones meteorológicas siguen una tendencia distinta, siendo mayores los registros de la EM-Rockwood en el orden de un 25% con respecto a la EM-SCL.

De esta manera, en el periodo 2009-2016 (EM-SCL) la evaporación de lámina libre oscila en torno a los 3,0 mm/día en los meses fríos y los 14,0 mm/día en los meses cálidos, mientras que en el periodo 2016-2022 (EM-Rockwood) la evaporación de lámina libre oscila en torno a los 4,0 mm/día en los meses fríos y los 20 mm/día en los meses cálidos. Estas diferencias podrían atribuirse a diferencias en la estandarización de las instalaciones y a las condiciones del estanque de evaporación en que se realizó el reemplazo de la estación meteorológica. Por otra parte, la relación de este comportamiento con otras variables meteorológicas será analizada posteriormente en el capítulo de discusión.

Durante 2022, se registró una evaporación máxima con valores cercanos a 20 mm/días junto a una evaporación mínima de 3,8 mm/día el día 18 de junio (Figura 5-9). Este último valor se encuentra en lo esperado para la estación según el registro histórico, mientras que el máximo anual corresponde a un nuevo máximo histórico para la estación. Por otra parte, se observa una tendencia al alza en los valores mínimos y máximas de evaporación en los últimos 5 años.

En la Figura 5-10 muestra la distribución anual de la evaporación en el período 2009-2022 para ambas estaciones meteorológicas (SCL/Rockwood). Como se mencionó anteriormente, se observa un contraste entre las mediciones realizadas en la estación SCL (2009 - abril 2016) y Rockwood (mayo 2016 – presente) con diferencias entre 2 a 3 mm entre sus medianas. No obstante, se observa un mayor rango de variación en la estación EM - Rockwood y sus medianas presentan una tendencia al alza durante los últimos 6 años, coincidente con lo observado en la Figura 5-9.

Figura 5-10 Distribución Evaporación Lámina Libre EM-ROCKWOOD/SCL [mm], periodo 2009-2022



Año 2016 incompleto, dado que hubo cambio de estación. En EM-SCL cuenta sólo con los registros de verano y la EM-ROCKWOOD inicia con valores de otoño (abril)
 Fuente: Elaboración propia

5.2 Evapotranspiración

En la presente sección se muestran los resultados de las campañas de medición de la tasa de evapotranspiración (EVT), realizadas durante el año 2022 mediante el método del domo para los puntos comprendidos en la red de monitoreo del PSAH (Figura 4-4). Como se menciona en el Capítulo 4, mientras no entren en funcionamiento los lisímetros instalados, estas mediciones deben realizarse con frecuencia trimestral mediante la metodología del domo según los compromisos adquiridos en el Anexo 3 de la Adenda 5 del EIA del Proyecto. Con respecto a los lisímetros, Albemarle presentó a la autoridad los inconvenientes que han presentado los lisímetros de carga constante instalados en el salar junto a una propuesta de cambio metodológico a lisímetros de carga variable¹⁴. A la fecha de confección de este informe, el día 25 de enero de 2023 se recibió la Res Ex SMA 158/2023 donde se indica que se debe presentar *un Reporte Técnico con sus correspondientes medios de verificación, que atienda cada una de las observaciones formuladas por la DGA en su Oficio ORD. DGA N°47/2022*, el cual fue entregado a la autoridad junto a la carta conductora ALB-GMA-2023-SMA-010 (ver Anexo M) , mientras se espera respuesta de la autoridad respecto a esta nueva solicitud, se continuará con la medición de las tasas de evaporación mediante domos y el posterior periodo de calibración de los lisímetros.

La presentación de los resultados de las mediciones de evaporación se realiza por sector, de acuerdo con la siguiente individualización:

- Sector La Punta - La Brava
- Sector Peine
- Sector Norte y Borde Este
- Sector Núcleo

En la Tabla 5-8 se muestran los 22 puntos de monitoreo para la evaporación, agrupados según el sector, donde se detalla las características de cada punto y su periodo de registro a la fecha.

¹⁴ Mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA-020, el 14 de abril de 2021 Albemarle hace entrega a la SMA el informe "Propuesta de Conversión de Lisímetros a Carga Variable" dónde se explican los inconvenientes y la propuesta de conversión a carga variable.

Tabla 5-8 Resumen información puntos de medición de evapotranspiración

Sector	Punto de Monitoreo	Equivalencia futura Red de Monitoreo Lisímetros	Periodo de registro	
Norte y Borde Este	EVT-1	-	05-2013	12-2022
	EVT-2	-	05-2013	12-2022
	EVT-3	LS-01	05-2013	12-2022
	EVT-4	LS-02	05-2013	03-2021(1)
	EVT-5	-	05-2013	03-2021(1)
	EVT-6	LS-03	05-2013	12-2022
	EVT-7	-	05-2013	12-2022
	EVT-8	-	05-2013	12-2022
	EVT-11	-	05-2013	12-2022
	EVT-12	-	05-2013	12-2022
Núcleo	EVT-9	LS-05	05-2013	12-2022
	EVT-10	LS-06	05-2013	12-2022
	EVT-13	-	05-2013	12-2022
Peine	EVT-15	-	05-2013	12-2022
	EVT-16	-	05-2013	12-2022
	EVT-17	LS-07	05-2013	12-2022
	EVT-18	-	05-2013	09-2022(2)
	EVT-23	LS-08	05-2013	09-2022(2)
La Punta-La Brava	EVT-19	-	05-2013	12-2022
	EVT-20	LS-10	05-2013	12-2022
	EVT-21	-	05-2013	12-2022
	EVT-22	LS-09	08-2013	12-2022

(1): Comunidad de Coyo no autoriza ingreso al punto de monitoreo durante el año 2022. (2): No se autoriza el ingreso por parte de la Comunidad de Peine, dado el periodo de reproducción de flamencos.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados registrados durante las campañas de monitoreo del año 2022 se detallan entre la Tabla 5-9 y Tabla 5-12 para cada sector respectivamente.

Es importante mencionar que los lisímetros LS-04 y LS-11, de los sectores Norte y Borde Este y Núcleo respectivamente, no cuentan con un punto equivalente de medición con el método del domo.

A continuación, se presenta la evolución temporal de las tasas de evapotranspiración medidas durante las campañas de terreno realizadas por el titular en los puntos comprometidos en el PSAH.

5.2.1 Sector La Punta-La Brava

En el Sector La Punta-La Brava, existen 4 puntos de monitoreo de medición de evaporación, estos son: EVT-19, EVT-20, EVT-21 y EVT-22, la ubicación de los puntos se presenta en el mapa de la Figura 5-11 y los resultados de las mediciones para el año 2022, se presentan en la Tabla 5-9.

Figura 5-11 Mapa ubicación puntos de monitoreo de evapotranspiración sector La Punta – La Brava

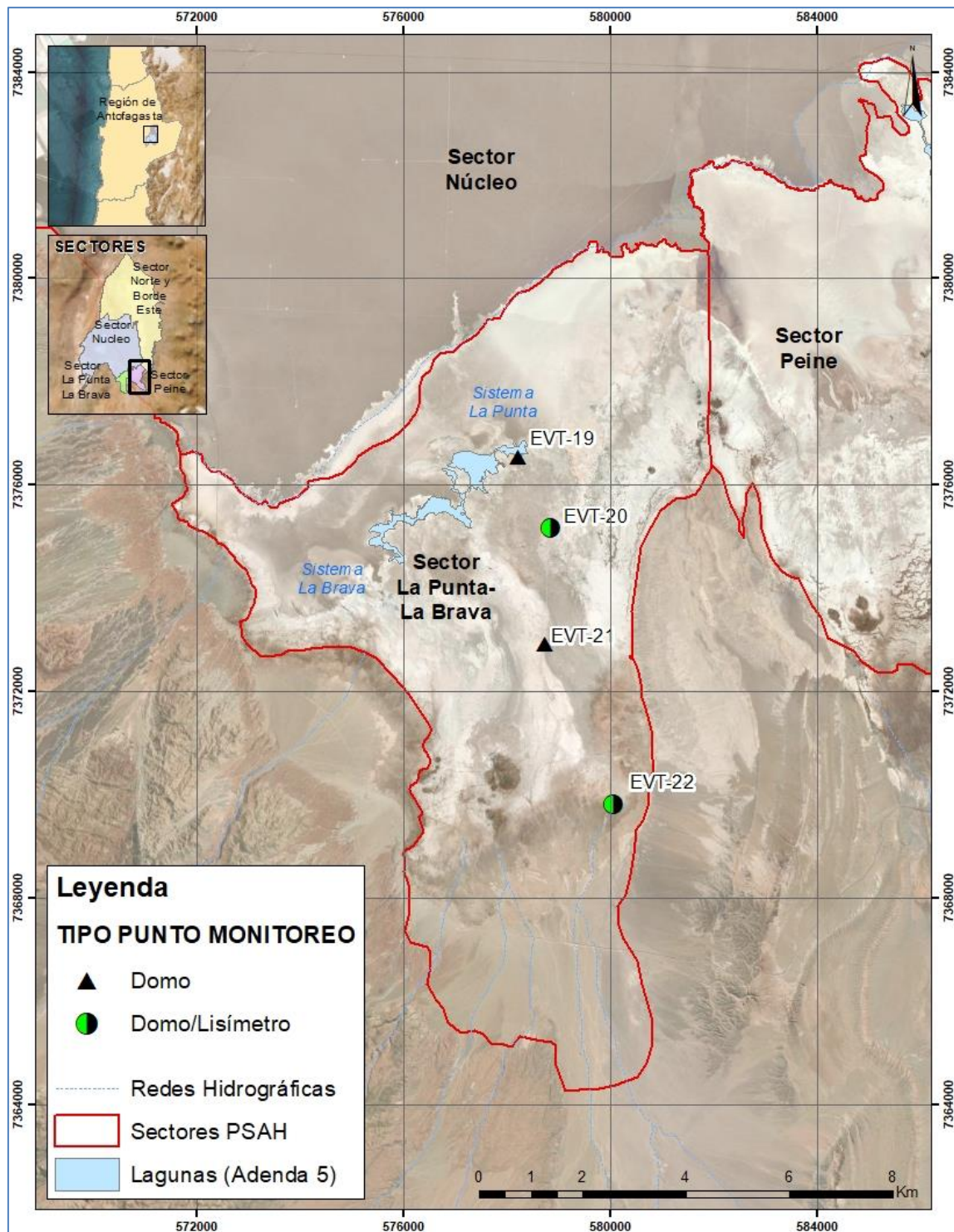


Tabla 5-9 campaña de evapotranspiración 2022, Sector La Punta - La Brava

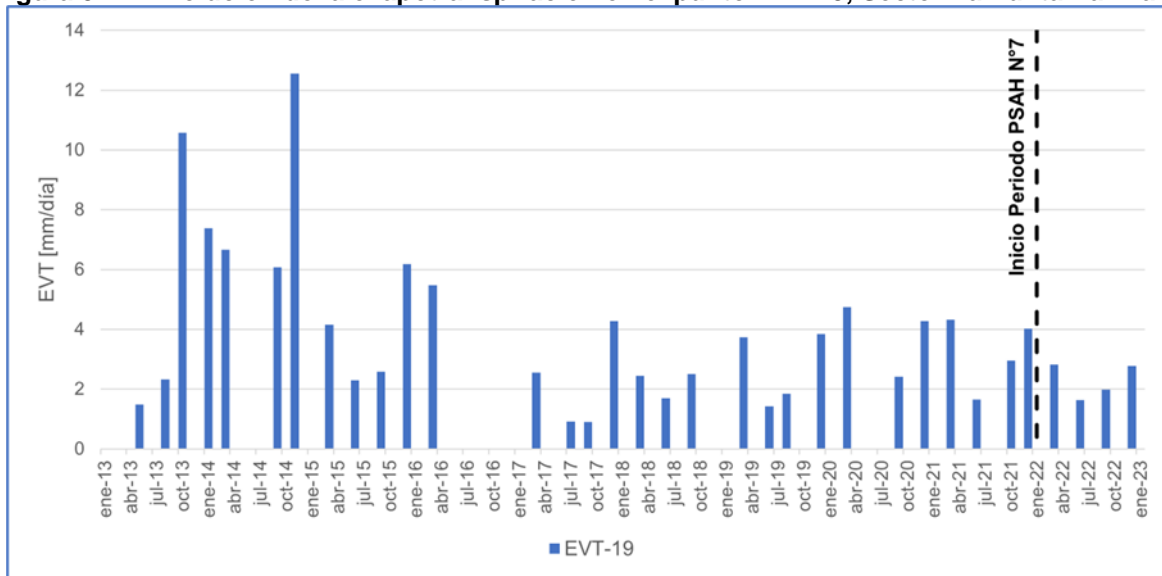
Punto de Monitoreo	Tasa Promedio EVT (mm/día)			
	1° Trim.	2° Trim.	3° Trim.	4° Trim.
	Marzo 2022	Junio 2022	Septiembre 2022	Diciembre 2022
EVT-19	2,818	1,641	1,985	2,777
EVT-20	0,634	0,474	1,076	0,947
EVT-21	0,427	0,711	0,422	0,731
EVT-22	0,415	0,549	0,097	0,430

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5-12 y Figura 5-13, se muestra la evolución de la evapotranspiración en los puntos de medición de EVT comprometidos en el PSAH en el sector La Punta-La Brava. El punto EVT-19, ubicado en el espejo de agua de la laguna La Punta, se gráfica de manera particular en la

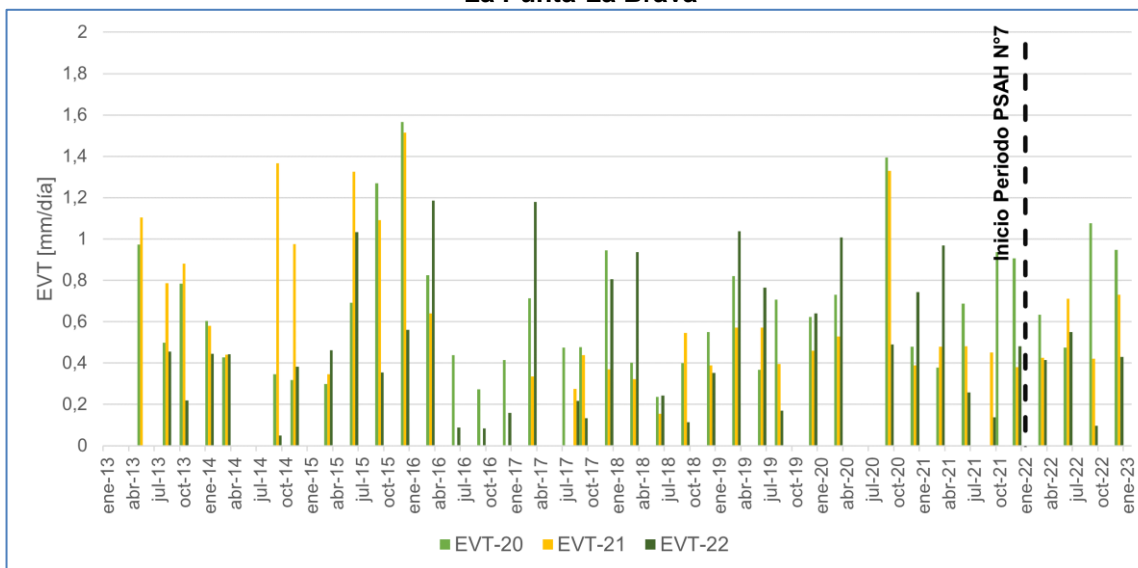
, debido a la diferencia de escala con respecto al resto de las mediciones.

Figura 5-12 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-19, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-13 Evolución de la evapotranspiración en los puntos EVT-20, EVT-21 y EVT-22, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

La estación EVT-19, cuyas medidas se realizan en el espejo de agua de la Laguna La Punta, tiene tasas de evapotranspiración determinadas entre 1,641 y 2,818 mm/día para el período del presente informe. Las tasas se mantienen similares a lo observado entre los años 2017 a 2021, pero inferiores a los registrados durante los años 2013 y 2014.

En las estaciones EVT-20, EVT-21 y EVT-22, los valores determinados durante el año 2022 en el sector se mantienen en el rango de lo observado durante los años 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021, e inferiores a los valores registrados el año 2015 y primer semestre de 2016. Durante el año 2022 el máximo registrado en los puntos mencionados corresponde a 1,076 mm/día en el punto EVT-20 (septiembre 2022), mientras que el menor valor de evaporación registrado es 0,097 mm/día en la estación EVT-22 (septiembre 2022).

La serie de datos permite confirmar el comportamiento estacional mencionados en los informes PSAH anteriores, con máximos registrados principalmente en los meses de verano (diciembre a marzo) y mínimos en invierno (junio a septiembre).

5.2.2 Sector Peine

En el Sector Peine, existen 5 puntos de monitoreo de medición de evaporación: EVT-15, EVT-16 y EVT-17, EVT-18 y EVT-23. La ubicación de los puntos se presenta en el mapa de la Figura 5-14 y los resultados de las mediciones para el año 2022, se presentan en la Tabla 5-10 Resultados campaña de evapotranspiración 2022, Sector Peine.

Figura 5-14 Mapa ubicación puntos de monitoreo de evapotranspiración sector Peine

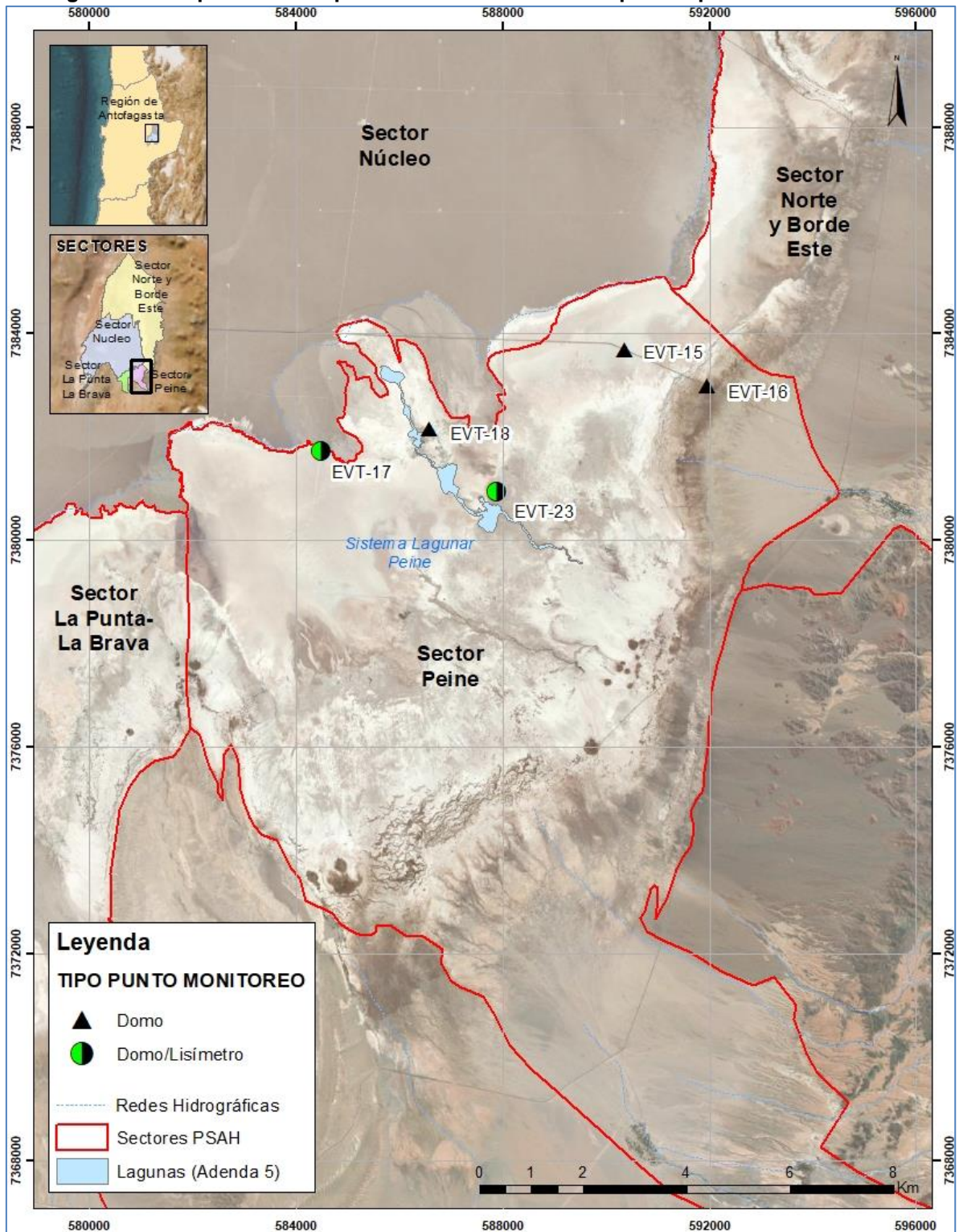


Tabla 5-10 Resultados campaña de evapotranspiración 2022, Sector Peine

Punto de Monitoreo	Tasa Promedio EVT (mm/día)			
	1° Trim.	2° Trim.	3° Trim.	4° Trim.
	Marzo 2022	Junio 2022	Septiembre 2022	Diciembre 2022
EVT-15	0,253	0,083	0,123	0,133
EVT-16	0,813	0,206	0,224	0,375
EVT-17	0,220	0,113	0,046	0,168
EVT-18	2,583	0,903	1,760	(1)
EVT-23	0,713	0,369	0,439	(1)

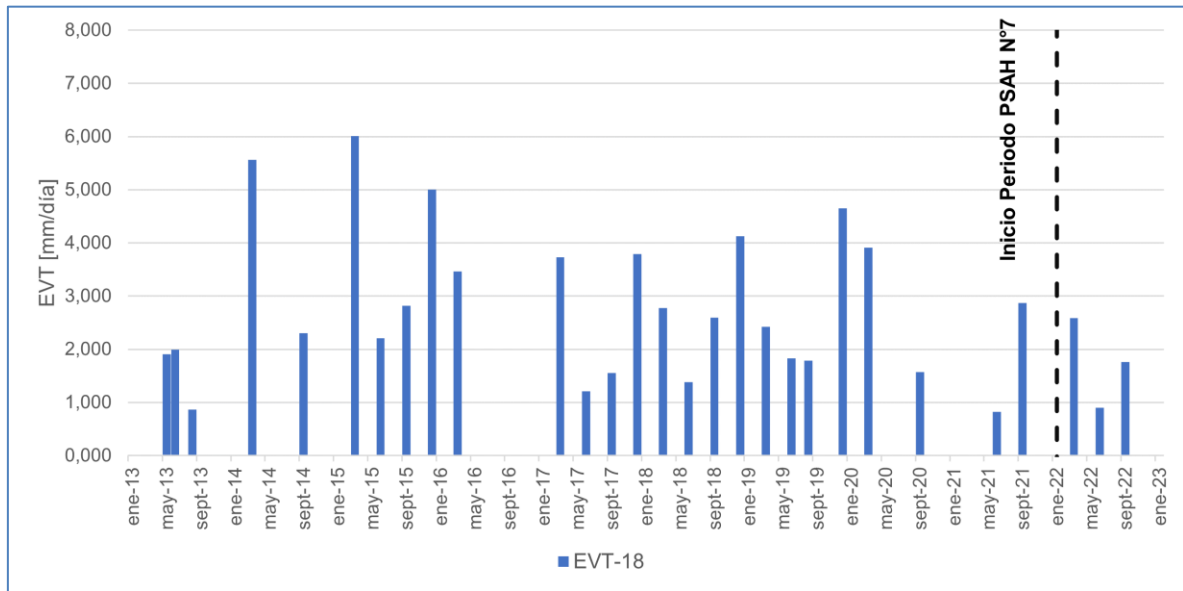
(1): No se autoriza el ingreso por parte de la Comunidad de Peine, dado el periodo de reproducción de flamencos.
 Fuente: Elaboración propia

En Figura 5-15 y Figura 5-16 se muestra la evolución de la evapotranspiración en los puntos de medición de EVT comprometidos en el sector Peine. La estación EVT-18 se encuentra en el espejo de agua de la Laguna Interna, debido a esto se gráfica de manera independiente (Figura 5-15) por la diferencia de escala entre las tasas de esta estación y el resto de los puntos.

Para este período se observan valores dentro de la variabilidad histórica para los puntos EVT-15, EVT-16, EVT-17 y EVT-23. El rango de variación observado para estas estaciones varía entre 0,046 mm/día (septiembre de 2022, EVT-23) y 0,813 mm/día (marzo de 2022, EVT-16). La estación EVT-23 posee mediciones los primeros tres trimestres del año, existiendo una restricción de acceso durante el cuarto trimestre por la presencia de flamencos.

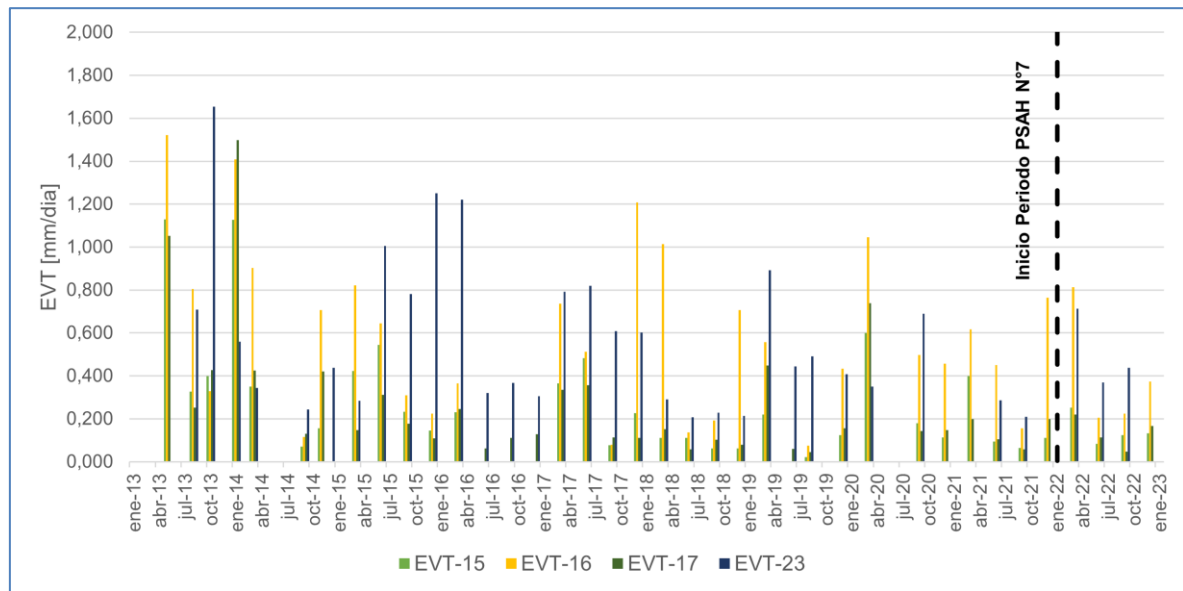
De la misma manera que en EVT-23, la estación EVT-18, ubicada en el espejo de agua de la Laguna Interna, posee mediciones los primeros tres trimestres del año, por prohibición de acceso al punto de monitoreo. Los valores obtenidos durante el año 2022 se mantienen dentro de lo observado históricamente para la estación EVT-18.

Figura 5-15 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-18, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-16 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-15, EVT-16, EVT-17 y EVT-23, Sector Peine



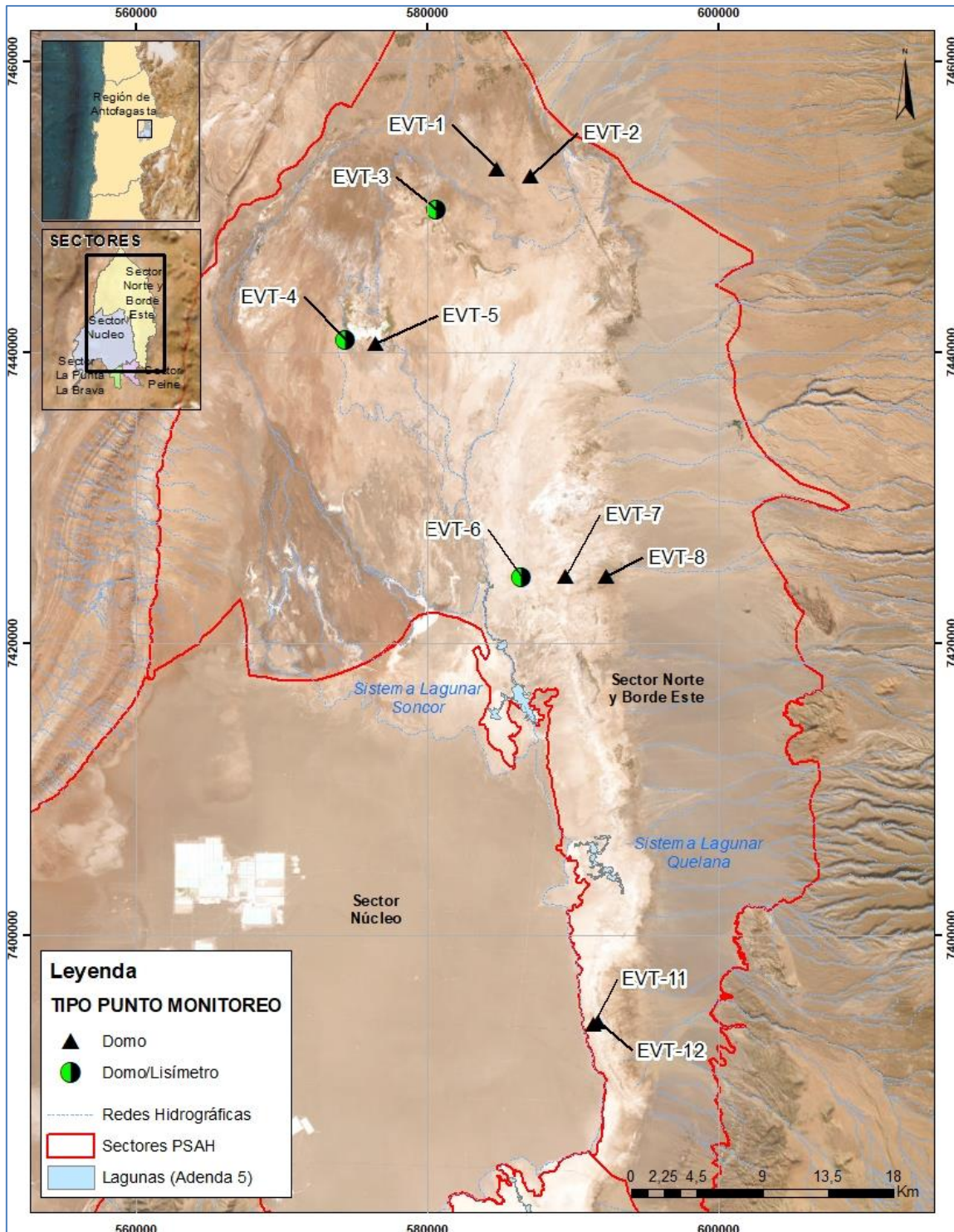
Fuente: Elaboración propia

En general, se observa un comportamiento estacional de la evaporación, con menores tasas de evaporación durante el invierno estacional.

5.2.3 Sector Norte y Borde Este

En el Sector Norte y borde Este, existen 10 puntos de monitoreo de medición de evaporación: EVT-1, EVT-2, EVT-3, EVT-4, EVT-5, EVT-6, EVT-7, EVT-8, EVT-11 y EVT-12, la ubicación de los puntos se presenta en el mapa de la Figura 5-17, y los resultados de las mediciones para el año 2022, se presentan en la Tabla 5-11.

Figura 5-17 Mapa ubicación puntos de monitoreo de evapotranspiración sector Norte y Borde



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-11 Resultados campaña de evapotranspiración 2022, Sector Norte y Borde Este

Punto de Monitoreo	Tasa Promedio EVT (mm/día)			
	1° Trim.	2° Trim.	3° Trim.	4° Trim.
	Marzo 2022	Junio 2022	Septiembre 2022	Diciembre 2022
EVT-1	0,652	0,094	0,073	0,931
EVT-2	1,155	0,228	0,321	1,129
EVT-3	0,425	0,073	0,101	0,669
EVT-4	(1)	(1)	(1)	(1)
EVT-5	(1)	(1)	(1)	(1)
EVT-6	0,396	0,343	-2	0,572
EVT-7	0,692	0,312	-2	0,507
EVT-8	0,261	0,1	-2	0,259
EVT-11	0,22	0,199	0,07	0,158
EVT-12	0,467	0,448	0,63	0,874

(1): Comunidad de Coyo no autoriza ingreso al punto de monitoreo durante el año 2022. (Fuente: Elaboración propia

De la Figura 5-18 a la Figura 5-21, se ilustra la evolución de la evapotranspiración en los puntos de la red de monitoreo de evapotranspiración en el sector Norte y Borde Este. La estación EVT-5 se ubica en una superficie lagunar por lo que se gráfica de manera independiente debido a la diferencia de escala de las mediciones con el resto de los puntos.

Durante el año 2022 en el punto EVT-5 (superficie lagunar) no pudo ser monitoreado debido a restricciones de ingreso al punto de monitoreo.

En la Figura 5-19 se muestran las mediciones históricas de los puntos EVT-1, EVT-2, EVT-3 y EVT-4. De la misma manera que en el punto EVT-5 (Figura 5-18), la estación EVT-4 no cuenta con mediciones para el año 2022, debido a restricción de acceso al punto de monitoreo. Para el resto de las estaciones, los valores obtenidos se mantienen dentro de la variabilidad observada en el registro histórico, con patrones similares a lo observado en los años 2017 a 2019.

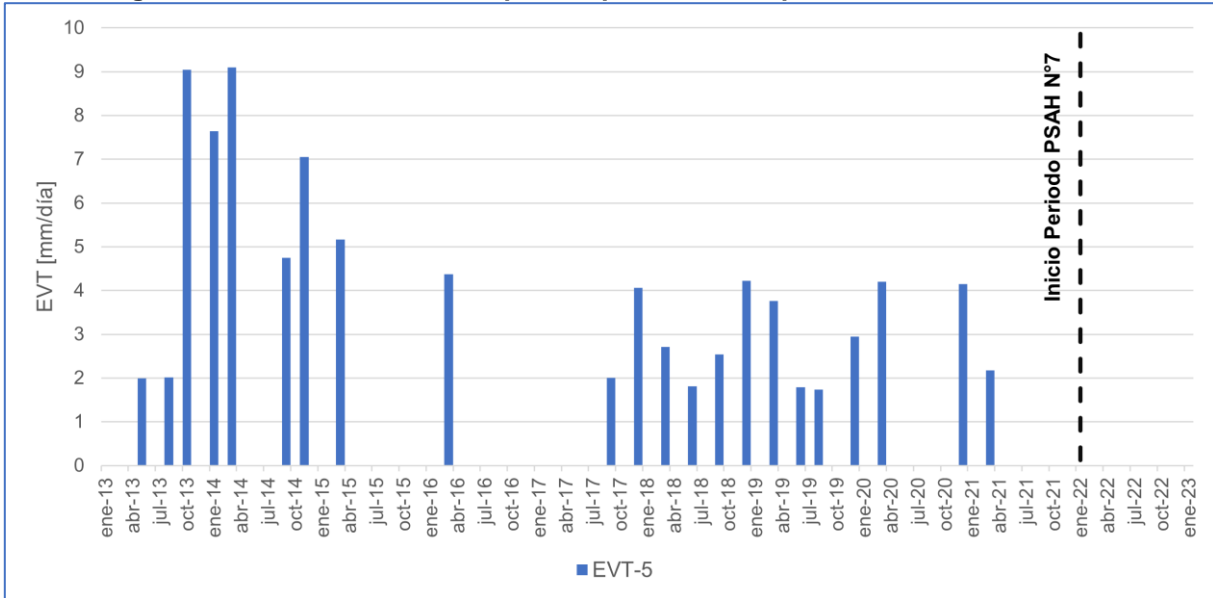
Los puntos EVT-11 y EVT-12, correspondientes a la parte sur del Borde Este del salar, cuentan con el registro de los cuatros trimestres según la frecuencia de medición establecida en el PSAH. Al igual que las estaciones anteriores, los valores 2022 se mantienen dentro del rango histórico, con resultados que varían en el rango comprendido entre 0,070 y 0,874 mm/día, siendo levemente mayores a lo registrado durante el año 2021.

Los puntos EVT-6, EVT-7 y EVT-8 ubicados de la parte norte del Borde Este del salar vuelven a tener mediciones durante el año 2021 y 2022 (a excepción del tercer trimestre), después de

no haber podido ser monitoreadas durante el año 2020 debido a la pandemia. Los valores registrados son consistentes con los valores obtenidos durante los años 2017 a 2019.

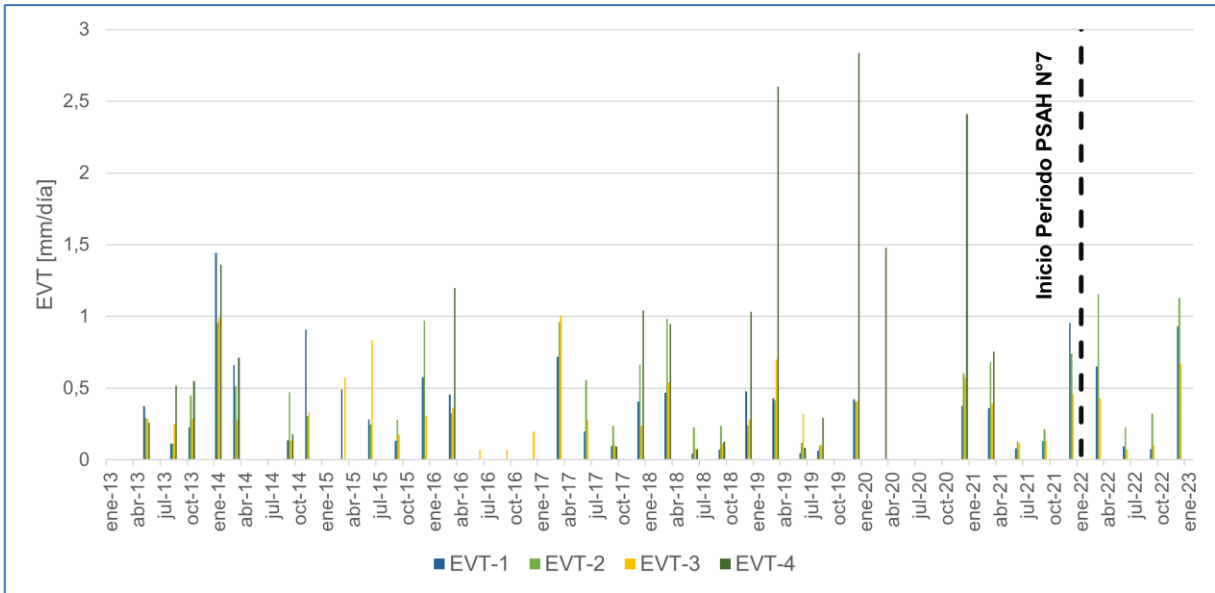
En general, se observa una variación estacional de las tasas de evaporación con tasa de evaporación menores en los meses de invierno.

Figura 5-18 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-5, Sector Norte



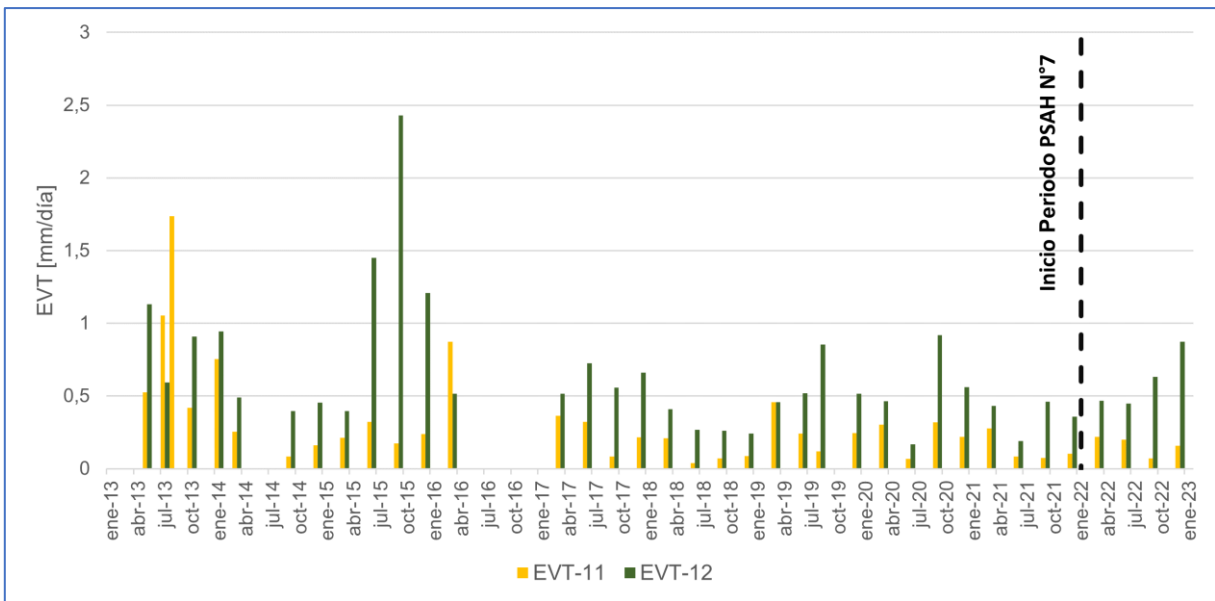
Fuente: Elaboración propia. Comunidad de Coyo no autoriza ingreso al punto de monitoreo durante todo el año 2022.

Figura 5-19 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-1, EVT-2, EVT-3 y EVT-4, Sector Norte



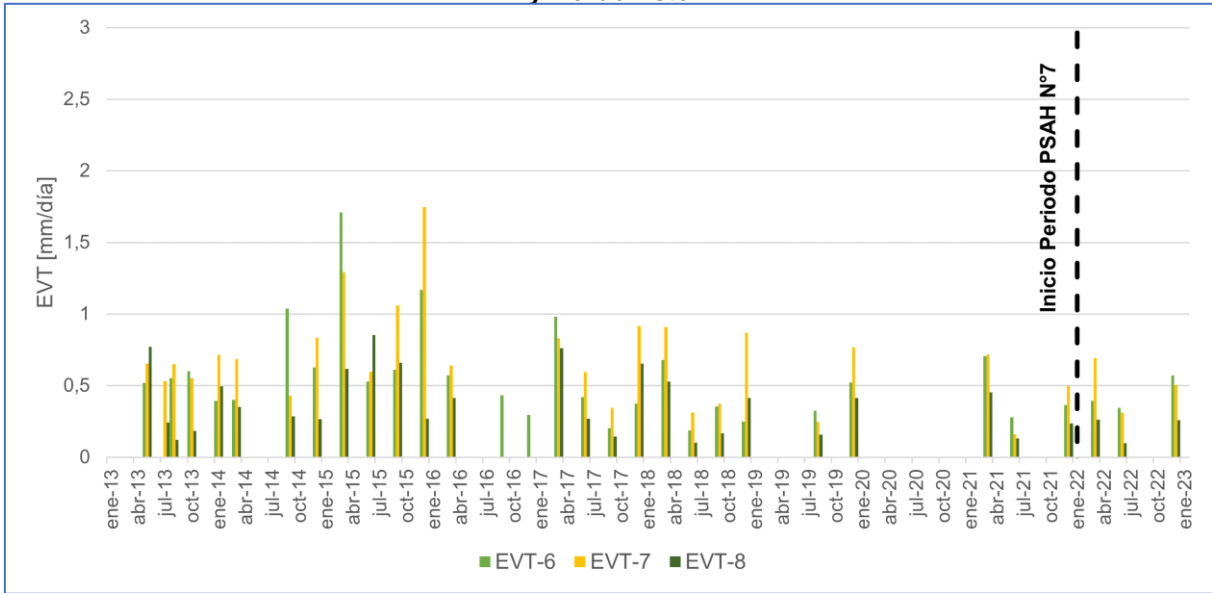
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-20 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-11 y EVT-12, Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-21 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-6, EVT-7 y EVT-8, Sector Norte y Borde Este

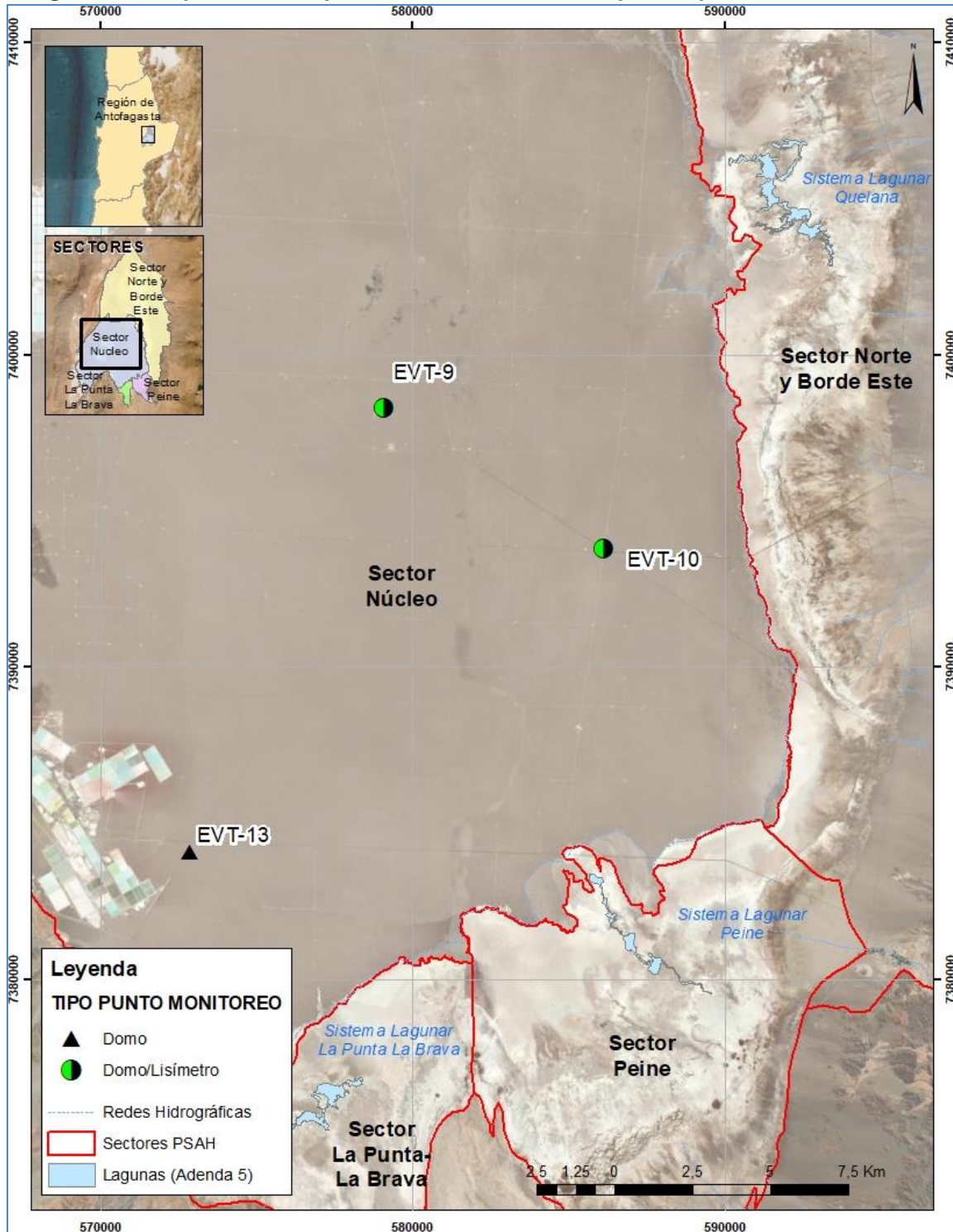


Fuente: Elaboración propia

5.2.4 Sector Núcleo

En el Sector Núcleo, existen 3 puntos de monitoreo de medición de evaporación: EVT-9, EVT-10 y EVT-13, la ubicación de los puntos se presenta en el mapa de la Figura 5-22, y los resultados de las mediciones para el año 2022 se presentan en la Tabla 5-12.

Figura 5-22 Mapa ubicación puntos de monitoreo de evapotranspiración sector Núcleo



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-12 Resultados campaña de evapotranspiración 2022, Sector Núcleo

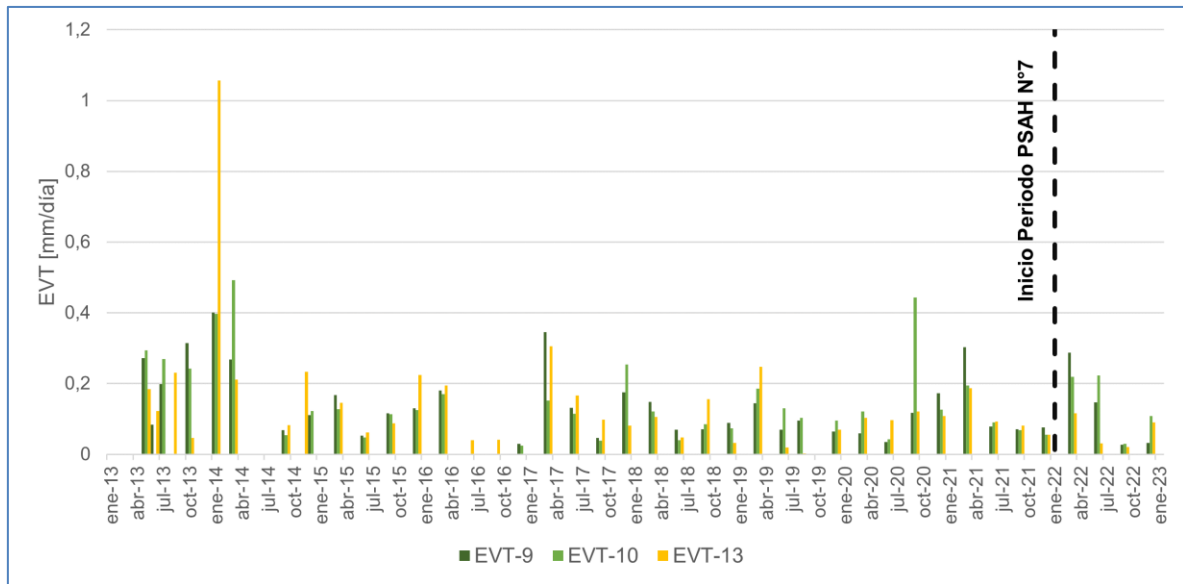
Punto de Monitoreo	Tasa Promedio EVT (mm/día)			
	1° Trim.	2° Trim.	3° Trim.	4° Trim.
	Marzo 2022	Junio 2022	Septiembre 2022	Diciembre 2022
EVT-9	0,288	0,147	0,028	0,032
EVT-10	0,219	0,223	0,03	0,108
EVT-13	0,116	0,031	0,021	0,09

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5-23 se muestra la evolución histórica de la evapotranspiración en los puntos de la red de monitoreo de evapotranspiración en el Núcleo del salar.

Los valores reportados durante el año 2022 se encuentran en el rango de variación histórico de las campañas de monitoreo. De la Tabla 5-12 se observa mayores valores de tasas promedio de evapotranspiración en marzo 2022 y junio 2022, y menores en septiembre 2022. El valor máximo se obtuvo en la estación EVT-9, ubicada en la costra salina, en el mes de marzo con una tasa de 0,288 mm/día. Por otra parte, la menor tasa de evaporación se registró en el punto EVT-13 durante el mes de septiembre con una tasa de 0,021 mm/día.

Figura 5-23 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-9, EVT-10 y EVT-13, Sector Núcleo



Fuente: Elaboración propia

5.3 Superficie Cubierta por Lagunas

Dentro de los compromisos ambientales en el marco del PSAH se realiza la medición de la superficie cubierta por las lagunas de los sistemas La Punta-La Brava, Peine, Aguas de Quelana y Soncor. El año 2022 este monitoreo se realizó en los meses de agosto y diciembre, correspondientes a las temporadas de invierno y verano, respectivamente.

La determinación de las superficies lagunares se realiza a través del análisis de imágenes satelitales de alta resolución, obtenidas a partir del satélite Pleiades-1A. De manera complementaria, también como compromiso del PSAH, con el objetivo de generar una correlación de estas imágenes con la serie histórica disponible de imágenes Landsat, de menor resolución, se realiza de manera simultánea un análisis de imágenes provenientes del satélite Landsat 8 o el similar, de la fecha más próxima a las imágenes de alta resolución.

La Tabla 5-13 y Tabla 5-14 presentan las superficies de los cuerpos de agua que fueron determinadas a partir del modelo de clasificación supervisada, determinadas desde la imagen de alta resolución (Pleiades 1-A) y de media resolución (Landsat 8).

Tabla 5-13 Superficies de cuerpos de agua estimadas a través de imágenes satelitales Pleiades 1-A en el monitoreo 2022 (invierno y verano)

Tipo de imagen	Sistema Lagunar	Superficies sistemas lagunares – Monitoreos Año 2022			
		Invierno 2022		Verano 2022	
		ha	m ²	ha	m ²
Superficies Pleiades 1-A de alta resolución	LP LB	45,1	451.057	25,3	253.216
	PE	50,5	504.796	24,2	242.284
	AQ	18,3	183.019	6,2	62.322
	SO	190,1	1.900.976	135,5	1.354.906

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-14 Superficies de cuerpos de agua estimadas a través de imágenes satelitales Landsat 8 en el monitoreo 2022 (invierno y verano)

Tipo de imagen	Sistema Lagunar	Superficies sistemas lagunares – Monitoreos Año 2022			
		Invierno 2022		Verano 2022	
		ha	m ²	ha	m ²
Superficies Landsat 8 de media resolución	LP LB	56,9	569.345	26,9	269.378
	PE	62,8	628.203	27,7	276.620
	AQ	36	360.039	17,8	177.829
	SO	196,3	1.962.905	184,8	1.848.238

Fuente: Elaboración propia

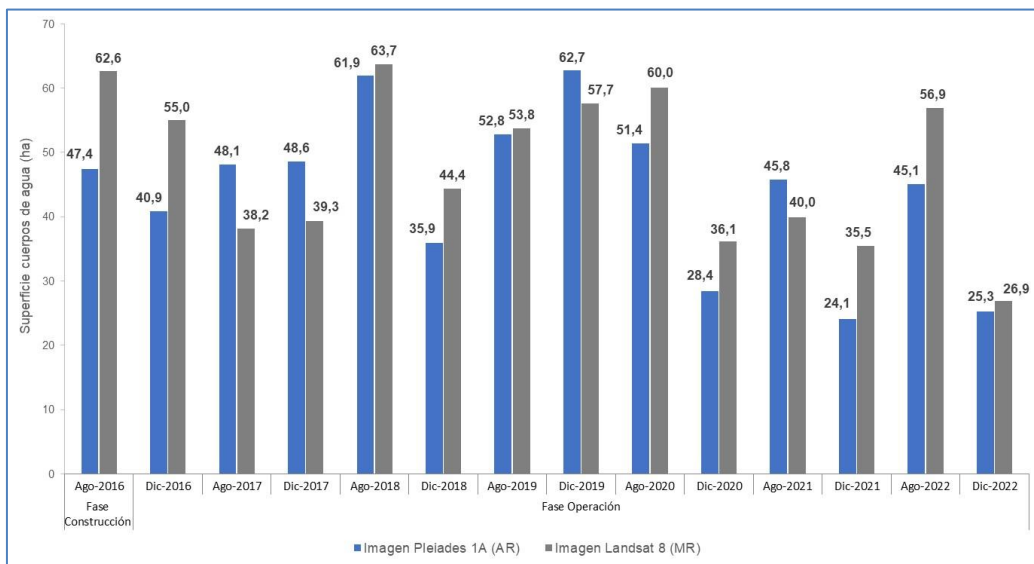
5.3.1 La Punta - La Brava

En el sistema lagunar La Punta - La Brava, la cobertura de cuerpos de agua estimada a partir de imágenes satelitales de alta resolución Pleiades 1-A en agosto de 2022 es de 45,1 ha y en diciembre 2022 abarca una superficie de 25,3 ha (Tabla 5-13;Figura 5-25). La Figura 5-26 y Figura 5-28 muestran los resultados gráficos y numéricos de las superficies monitoreadas entre 2016 a 2022, desde que se aprobó la RCA N° 21/2016.

En este sistema lagunar, desde las imágenes Landsat 8 (Tabla 5-14) se calculó que la cobertura de cuerpos de agua abarca una superficie de 56,9 ha en agosto de 2022, y en diciembre 2022 se calculó que la superficie de estos cuerpos es de 26,9 ha.

Los valores de agosto 2022, en comparación con los verificados para Pleiades 1-A, muestran una diferencia de Landsat sobre Pleiades de un +26,2% (+11,8 ha) para este periodo de invierno, y una diferencia de +6,3% (+1.6 ha) para el mes de diciembre 2022. Estas diferencias son atribuibles principalmente a la resolución espacial (tamaño píxel), y, por ende, a menor resolución de los resultados del modelo de media resolución versus un modelo con mayor detalle que entrega el modelo de alta resolución (mayor definición de los bordes o contorno del recubrimiento, por la mejora del contraste y respuesta espectral que otorga las imágenes de alta resolución).

Figura 5-24 Registros históricos y superficie de los cuerpos de agua, sistema lagunar La Punta - La Brava.



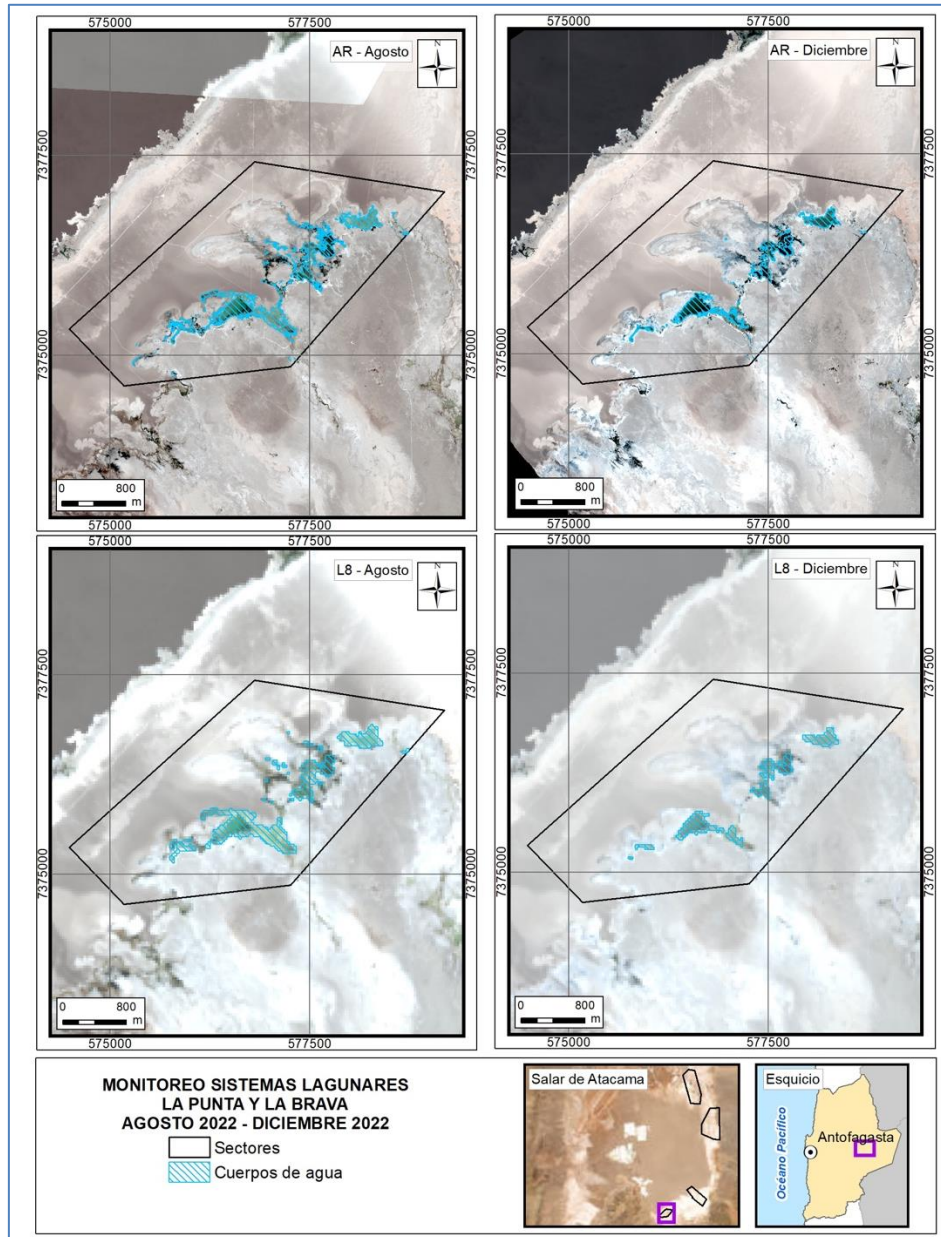
Dónde; MR: Imagen de Mediana Resolución (píxel 30m); AR: Imágenes de alta resolución (píxel menor a 4m). Fuente: Cedrem Consultores a partir de modelo de clasificación supervisada.

La correlación entre las superficies desde 2016 a 2022 en el sector La Punta - La Brava, calculadas desde de alta resolución (Pleiades) y desde media resolución (Landsat), y según el coeficiente de correlación de Pearson, muestra que las variables tienen una correlación de 0,74415 lo que indica una relación positiva moderada entre variables; mientras que el valor p es de 0,002, lo que indica que existe significancia estadística de la asociación entre las variables Pleiades y Landsat.

Las Figura 5-26 a la Figura 5-29, muestran las superficies de los cuerpos de agua según tipo de imagen por año de monitoreo, desde 2016 a la fecha y su representación espacial respectivamente (Para mayor detalle gráfico de las superficies AR ver Anexo Variaciones Anuales Superficies Sector/Monitoreo 2016 – 2022 en Anexo C de este informe). En el sector de La Punta - La Brava, se observa estacionalidad en la superficie lagunar, donde en general, las superficies máximas son medidas en invierno y las mínimas en verano, lo que está relacionado con la evaporación. En periodos de intensas precipitaciones (como la de 2019), el análisis en época de verano ha mostrado superficies de mayor tamaño, mostrando que estos cuerpos responden ante estos eventos aumentando su superficie.

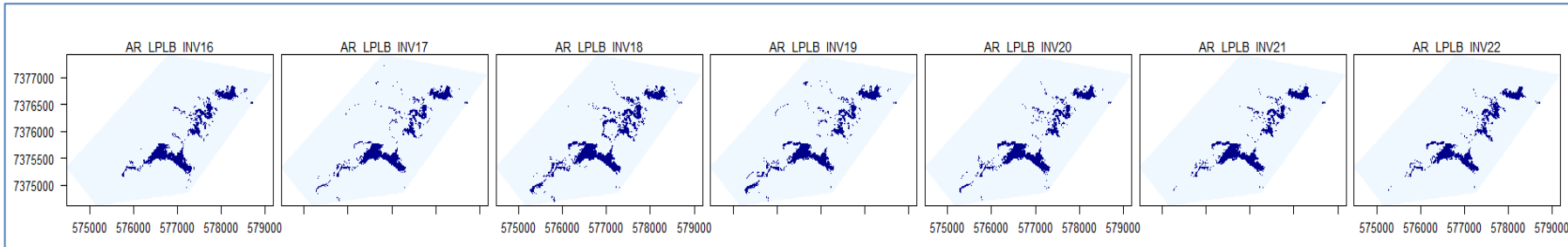
¹⁵ El valor del coeficiente de correlación puede variar de -1 a $+1$. Un valor absoluto de 1 indica una relación lineal perfecta. Una correlación cercana a 0 indica que no existe relación lineal entre las variables.

Figura 5-25 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades 1-A y Landsat 8 en el sistema lagunar La Punta - La Brava, agosto 2022 – diciembre 2022.



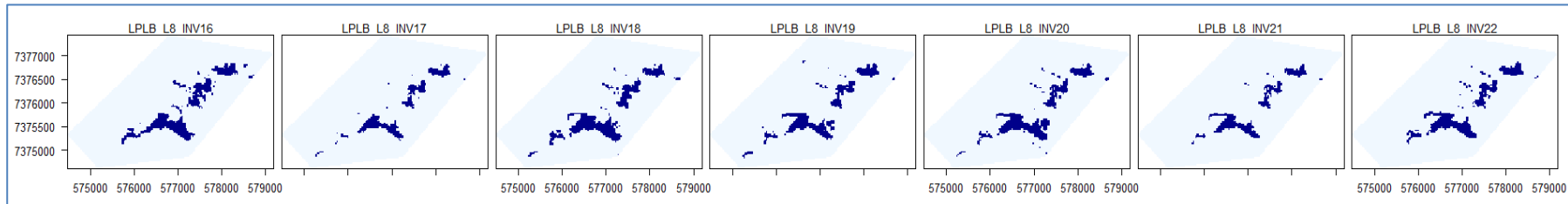
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto 2022 y diciembre de 2022.

Figura 5-26 Registros de superficies lagunares de seguimiento (inviernos 2016 a 2022), sector La Punta - La Brava, a partir de imágenes Pleiades 1-A.



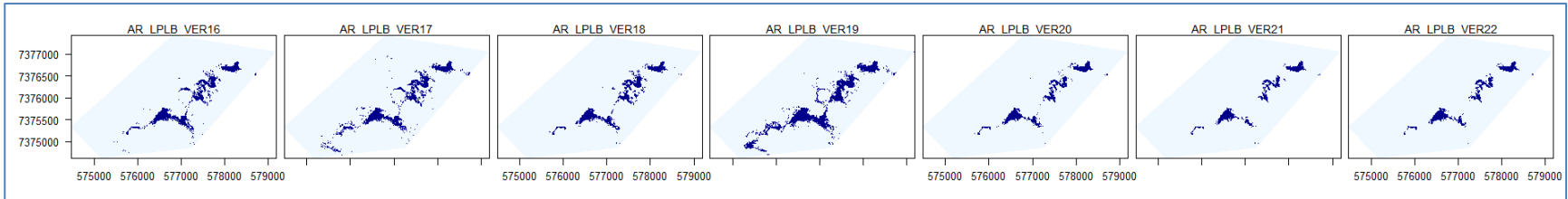
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto 2016 a agosto 2022

Figura 5-27 Registros de superficies lagunares de seguimiento (inviernos 2016 a 2022), sector La Punta - La Brava, a partir de imágenes Landsat 8.



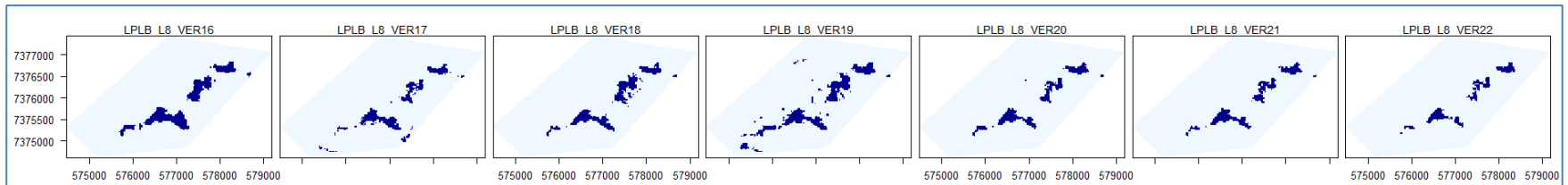
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto 2016 a agosto 2022

Figura 5-28 Registros de superficies lagunares de seguimiento veranos (diciembre 2016 a 2022), sector La Punta - La Brava, a partir de imágenes Pleiades 1-A.



Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de diciembre 2016 a diciembre 2022

Figura 5-29 Registros de superficies lagunares de seguimiento veranos (diciembre 2016 a 2022), sector La Punta - La Brava, a partir de imágenes Landsat 8.

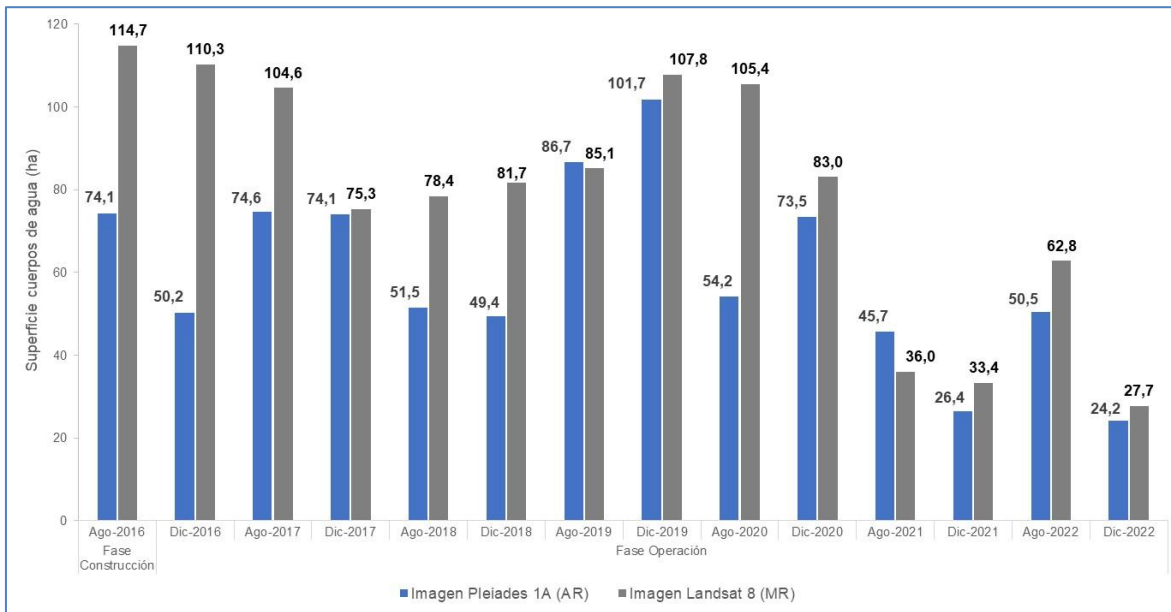


Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de diciembre 2016 a diciembre 2022

5.3.2 Peine

En el sistema lagunar Peine, la cobertura de cuerpos de agua estimada a partir de imágenes satelitales de alta resolución Pleiades 1-A en agosto de 2022 es de 50,5 ha y en diciembre 2022 abarca una superficie de 24,2 ha (Tabla 5-13). La Figura 5-30 y Figura 5-31, muestran los resultados gráficos y numéricos de las superficies monitoreadas entre 2016 a 2022, desde que se aprobó la RCA 021/2016.

Figura 5-30 Registros históricos y superficie de los cuerpos de agua, sistema lagunar Peine.



Dónde; **MR**: Imagen de Mediana Resolución (píxel 30m); **AR**: Imágenes de alta resolución (píxel menor a 4m).
 Fuente: Cedrem Consultores a partir de modelo de clasificación supervisada.

En el sistema lagunar Peine, desde las imágenes Landsat 8 se calculó una cobertura de cuerpos de agua que abarca una superficie de 62,8 ha en agosto de 2022 y de 27,7 en diciembre 2022 (Tabla 5-14); estos valores en comparación con los verificados para Pleiades 1-A, muestran una diferencia de Landsat sobre Pleiades de un +24,4% (+12,3 ha) para el periodo de invierno y de un +14,5% (+3,5 ha) para el periodo de verano. Estas diferencias son atribuibles principalmente a la resolución espacial de las imágenes de media resolución, que entrega un modelo con bordes menos definidos en comparación al modelo de alta resolución que presenta una mayor definición de los bordes o contorno del recubrimiento agua, por la mejora del contraste y respuesta espectral que otorga las imágenes de alta resolución.

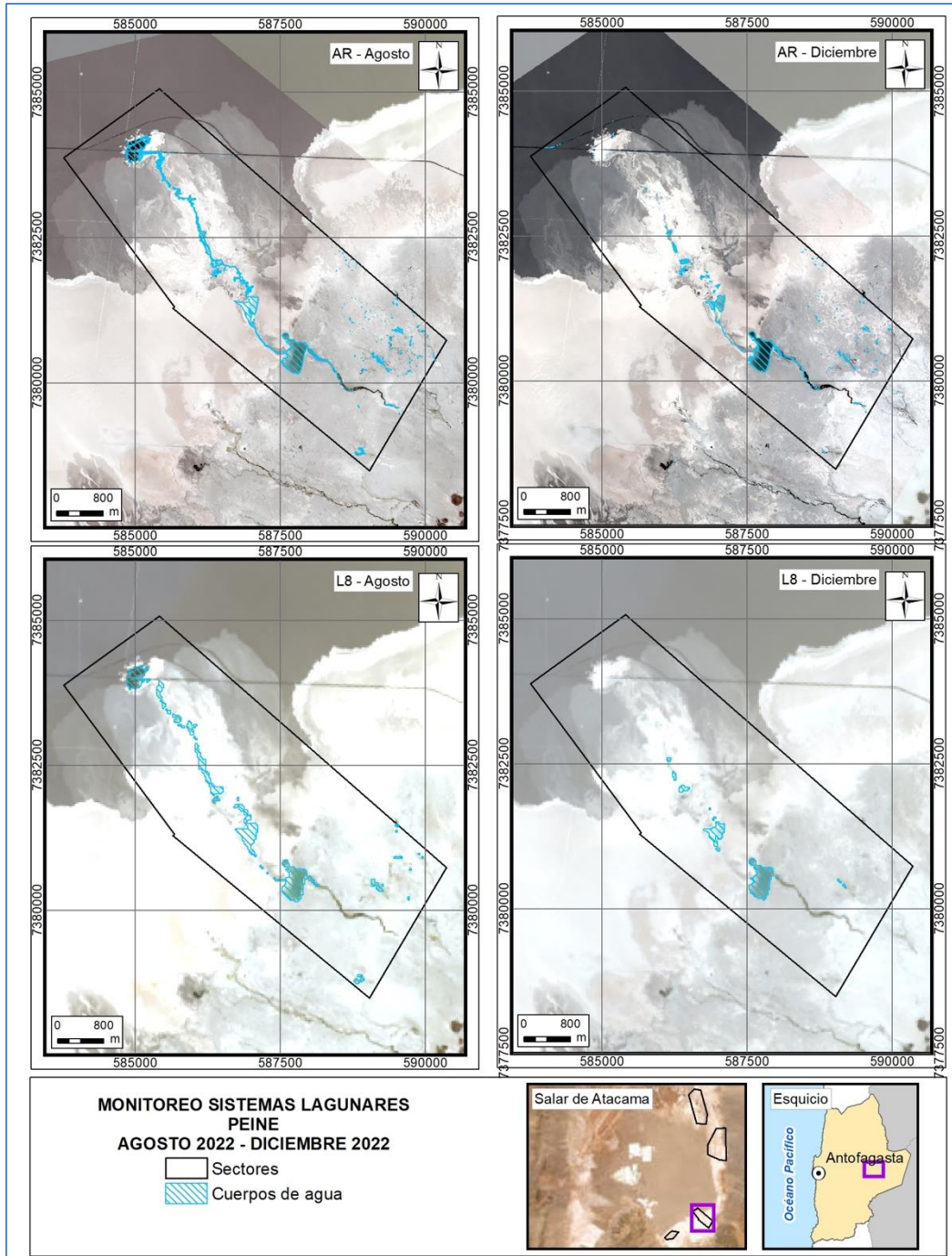
La correlación entre las superficies del sector Peine desde 2016 a 2022, calculadas desde de alta resolución (Pleiades) y desde media resolución (Landsat), y según el coeficiente de

correlación de Pearson, muestra que las variables tienen una correlación de 0,70016 lo que indica una relación positiva moderada entre variables; mientras que el valor p es de 0,005 lo que indica que existe significancia estadística de la asociación entre las variables Pleiades y Landsat.

Las Figura 5-32 a la Figura 5-35 a la muestran los cambios en las superficies de los cuerpos de agua, desde 2016 a la fecha, y su representación espacial respectivamente (Para mayor detalle gráfico de las superficies AR ver Anexo Variaciones Anuales Superficies Sector/Monitoreo 2016 – 2022 en Anexo C de este informe). Entre las principales diferencias entre registros, se observa un aumento de las superficies de los cuerpos de agua en el registro de invierno 2017y verano 2019; además, el subsector Desborde de Laguna Interna no presenta superficie de agua para las temporadas de diciembre 2021 y diciembre 2022, lo que se extiende a los canales de conexión del subsector Interna con el subsector de Laguna Salada, que también muestra un retroceso de sus zonas de inundación. En las temporadas de invierno 2021 y 2022, se observan variaciones en los canales de alimentación sur – norte a laguna Salada, canal de orientación sur – norte de laguna Salada a Laguna Saladita y bordes de laguna Saladita y en Laguna Interna principalmente de la sección final norte.

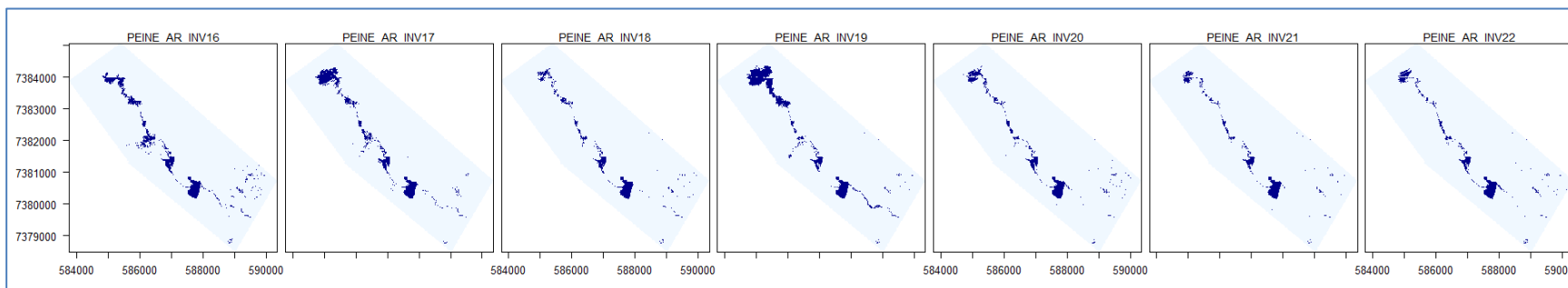
¹⁶ El valor del coeficiente de correlación puede variar de -1 a $+1$. Un valor absoluto de 1 indica una relación lineal perfecta. Una correlación cercana a 0 indica que no existe relación lineal entre las variables.

Figura 5-31 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades 1-A y Landsat 8 en el sistema lagunar Peine, agosto – diciembre 2022.



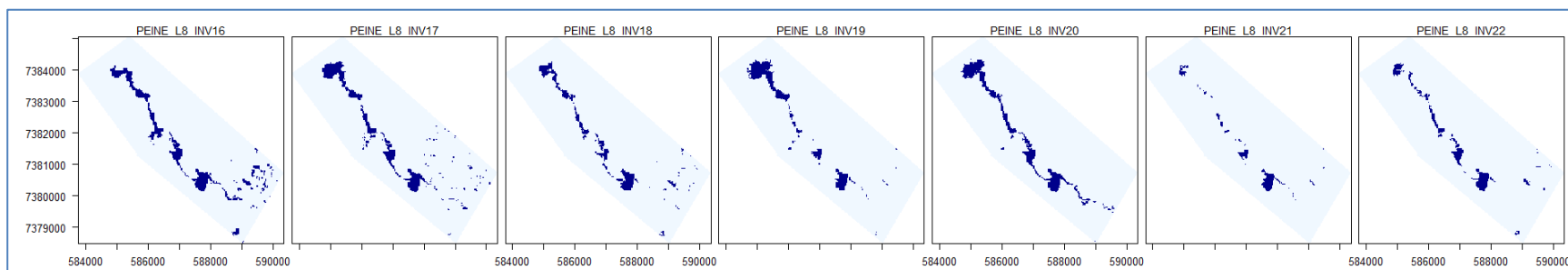
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto y diciembre 2022.

Figura 5-32 Registros de superficies lagunares de seguimiento inviernos (agosto 2016 a 2022), sector Peine, a partir de imágenes Pleiades 1-A.



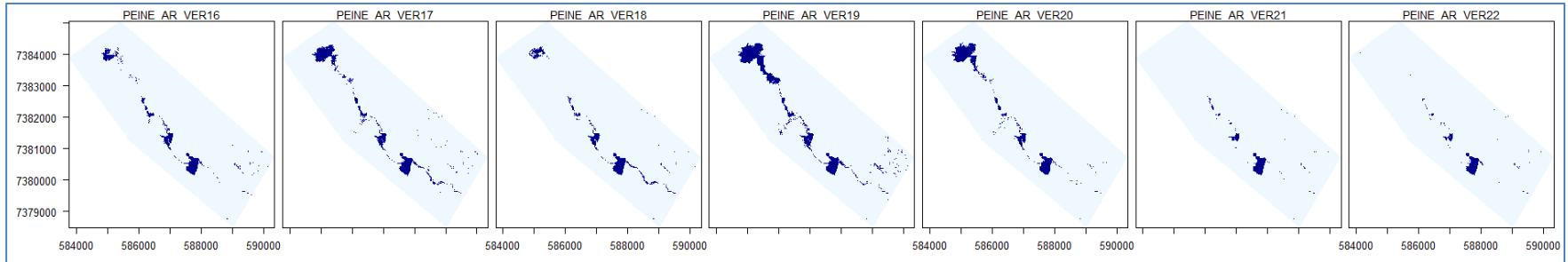
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto 2016 a agosto 2022.

Figura 5-33 Registros de superficies lagunares de seguimiento inviernos (agosto 2016 a 2022), sector Peine, a partir de imágenes Landsat 8.



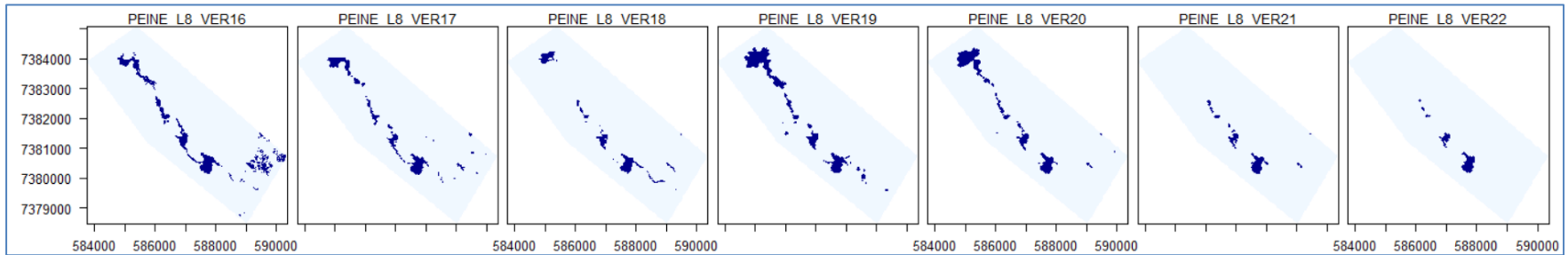
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto 2016 a agosto 2022.

Figura 5-34 Registros de superficies lagunares de seguimiento veranos (diciembre 2016 a 2022), sector Peine, a partir de imágenes Pleiades 1-A.



Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de diciembre 2016 a diciembre 2022.

Figura 5-35 Registros de superficies lagunares de seguimiento veranos (diciembre 2016 a 2022), sector Peine, a partir de imágenes Landsat 8.

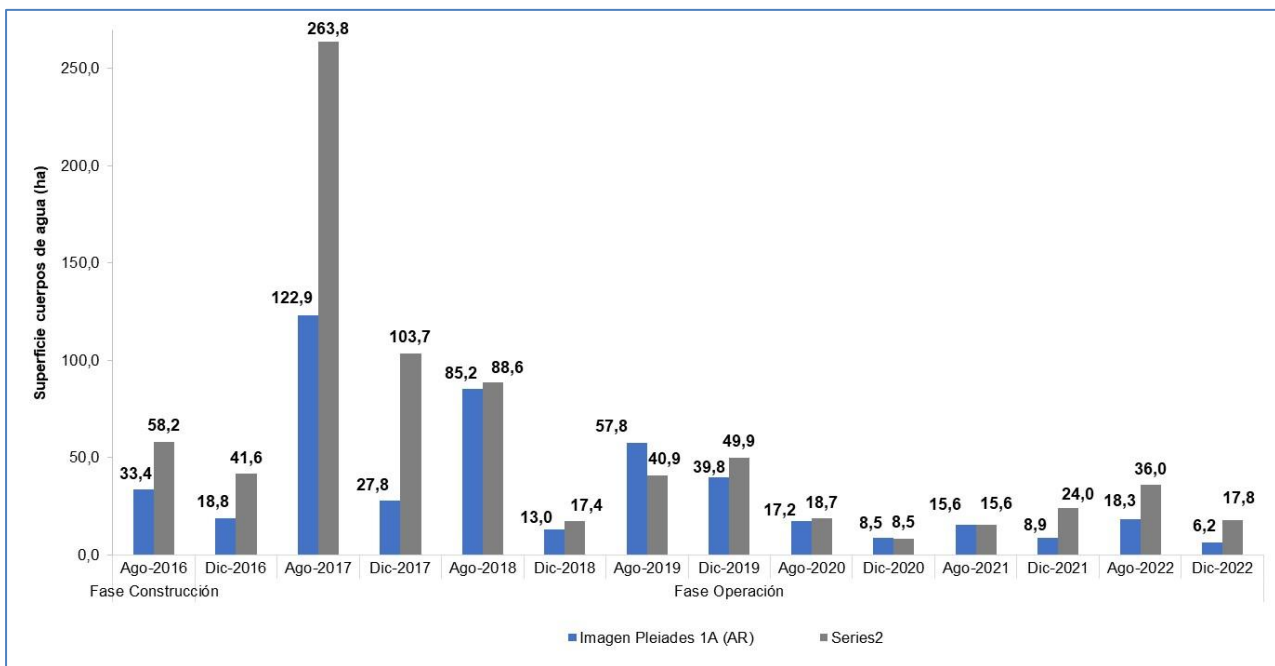


Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de diciembre 2016 a diciembre 2022.

5.3.3 Aguas de Quelana

En el sistema lagunar Aguas de Quelana, la cobertura de cuerpos de agua estimada a partir de imágenes satelitales de alta resolución Pleiades 1-A en agosto de 2022 es de 18,3 ha y en diciembre 2022 abarca una superficie de 6,2 ha (Tabla 5-1). La Figura 5-36 y Figura 5-37 muestran los resultados gráficos y numéricos de las superficies monitoreadas entre 2016 a 2022, desde la aprobación de la RCA 021/2016.

Figura 5-36 Registros históricos y superficie de los cuerpos de agua sistema lagunar Aguas de Quelana



Dónde; **MR**: Imagen de Mediana Resolución (píxel 30m); **AR**: Imágenes de alta resolución (píxel menor a 4m).
 Fuente: Cedrem Consultores a partir de modelo de clasificación supervisada.

En el sistema lagunar Aguas de Quelana, desde las imágenes Landsat 8 (Tabla 5-14) se calculó una cobertura de cuerpos de agua que abarca una superficie de 36,0 ha en agosto de 2022 y de 17,8 ha en diciembre 2022; estos valores en comparación con los verificados para Pleiades 1-A, muestran una diferencia de +96,7% (+17,7 ha) entre Landsat 8 y Pleiades 1-A para el periodo de invierno y de +187,1% ha (+11,6 ha) para el periodo de verano. Según los resultados observados por tipo de imagen, se observa que también en este sector las principales diferencias son atribuibles a la resolución espacial de las imágenes de media resolución. En el caso particular de los resultados del monitoreo de agosto 2017 y diciembre 2017, donde se da la mayor diferencia entre las imágenes Landsat 8 y Pleiades 1-A, la mayor resolución y la existencia de extensas zonas inundadas, amplió la superficie de las áreas

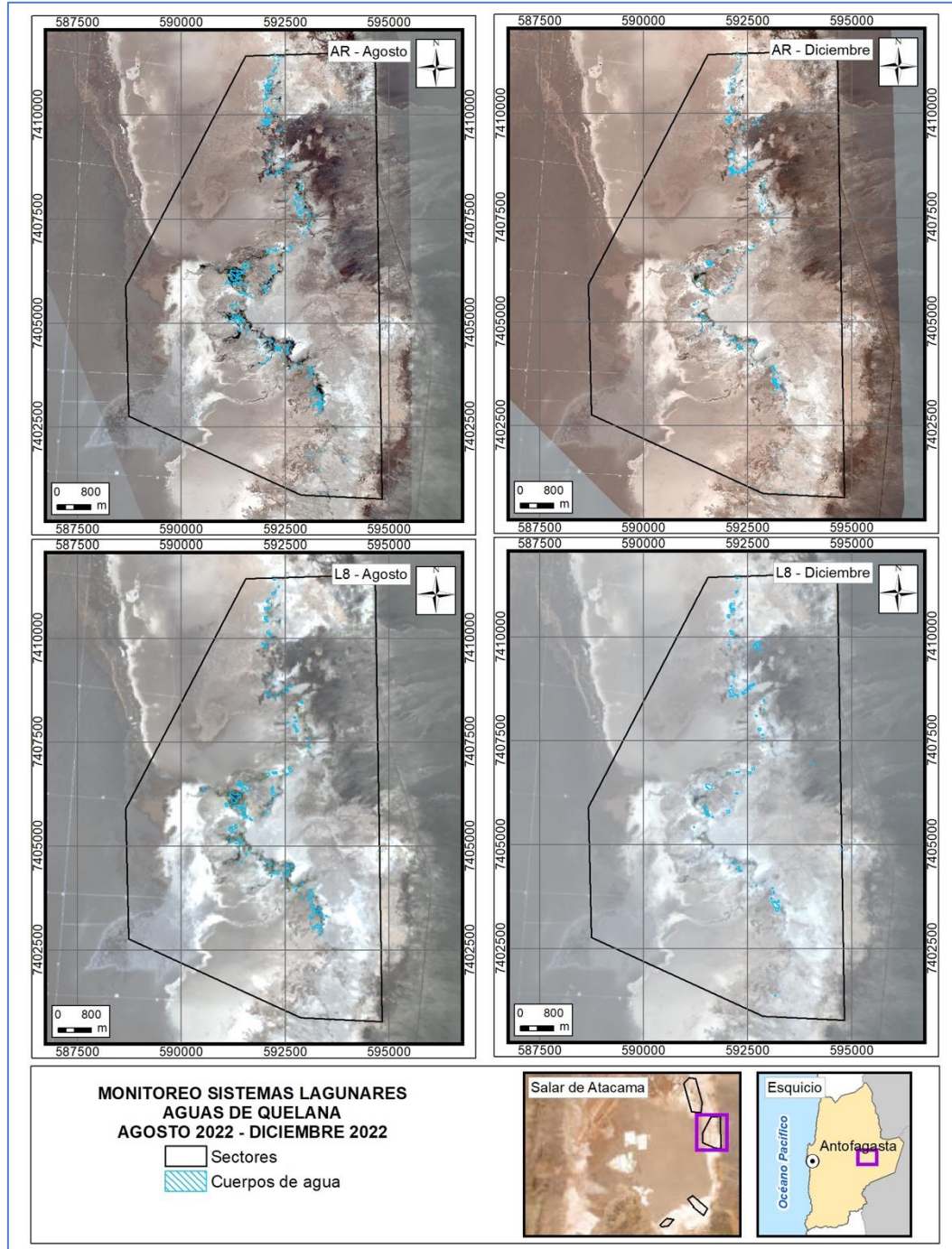
interconectadas, aumentando la superficie total, en relación con un resultado donde los contornos se ajustaron de mejor manera generando una superficie más definida a los bordes, en el caso de las imágenes Pleiades 1-A. Sin embargo, el ajuste del modelo en monitoreos sucesivos ha ido acortando las diferencias entre imágenes, llegando a un mejor ajuste, muy por debajo del caso particular de 2017. Esto fundamentalmente con el rastreo continuo del área (validación en terreno y/o fotointerpretación), que ha permitido delimitar zonas espectralmente difusas y generar mejor clasificación de los recubrimientos del suelo.

La correlación entre las superficies del sector Aguas de Quelana desde 2016 a 2022, calculadas desde de alta resolución (Pleiades) y desde media resolución (Landsat), y según el coeficiente de correlación de Pearson, muestra que las variables tienen una correlación de 0,87317 lo que indica una relación positiva alta entre variables; mientras que el valor p es de 0,000, lo que indica que existe significancia estadística de la asociación entre las variables Pleiades y Landsat.

Desde la Figura 5-38 a la Figura 5-39, muestran los cambios en las superficies de los cuerpos de agua, desde 2016 a 2022, y su representación espacial respectivamente (Para mayor detalle gráfico de las superficies AR ver Anexo Variaciones Anuales Superficies Sector/Monitoreo 2016 – 2022 en Anexo C de este informe). Entre las principales diferencias entre registros, se observa la disminución de los pequeños cuerpos de agua que se reparten en faja central del área de estudio, asociadas principalmente con vegetación ribereña, y la contracción de zonas de inundación que surgen de la interconexión de estos pequeños cuerpos.

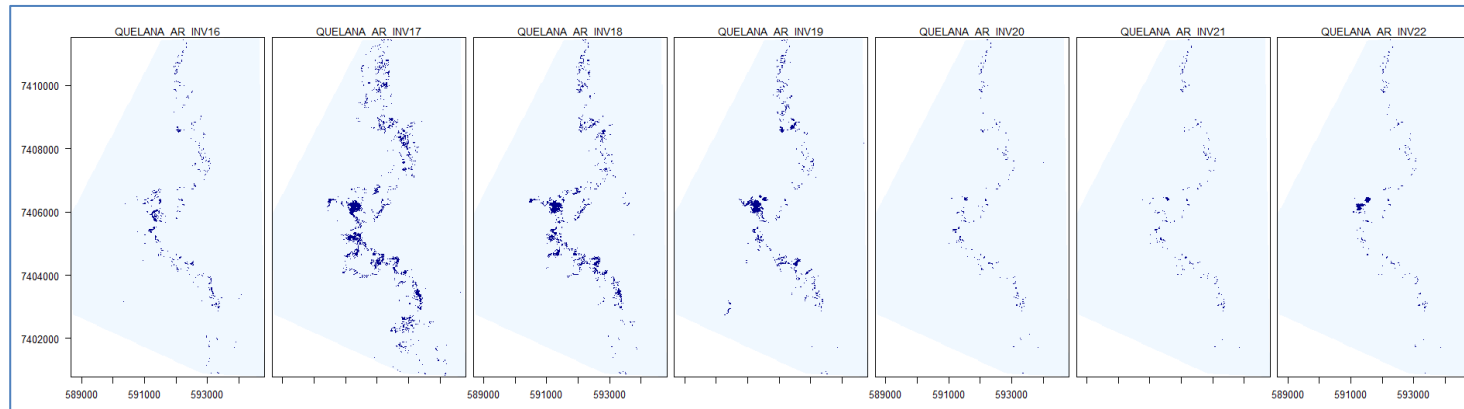
¹⁷ El valor del coeficiente de correlación puede variar de -1 a +1. Un valor absoluto de 1 indica una relación lineal perfecta. Una correlación cercana a 0 indica que no existe relación lineal entre las variables.

Figura 5-37 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades 1-A y Landsat 8 en el sistema lagunar Aguas de Quelana, agosto – diciembre 2022.



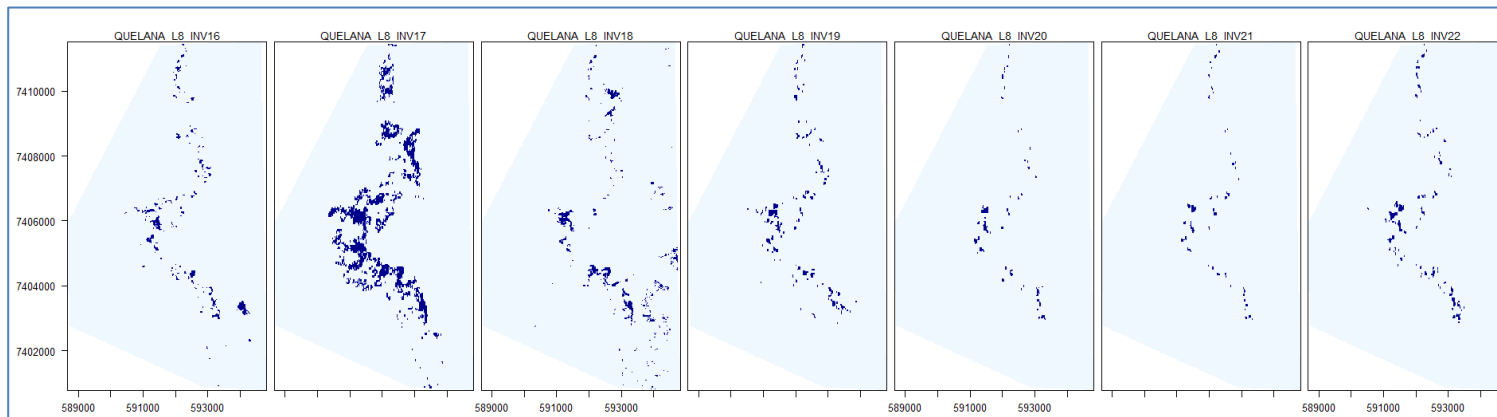
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto y diciembre 2022.

Figura 5-38 Registros de superficies lagunares de seguimiento inviernos (agosto 2016 a 2022), sector Aguas de Quelana, a partir de Pleiades 1-A.



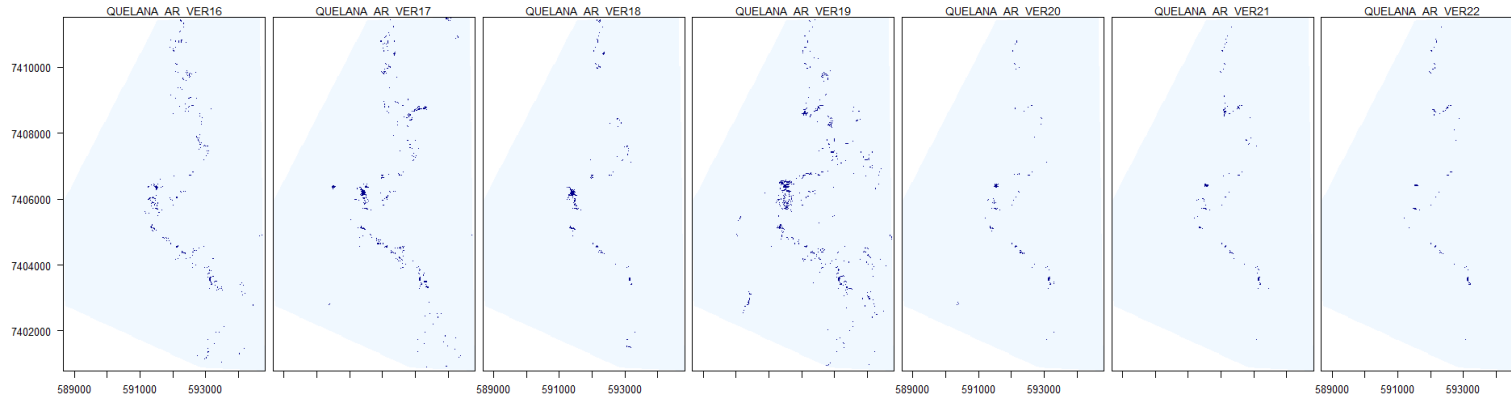
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto 2016 a agosto 2022.

Figura 5-39 Registros de superficies lagunares de seguimiento inviernos (agosto 2016 a 2022), sector Aguas de Quelana, de imágenes Landsat 8.



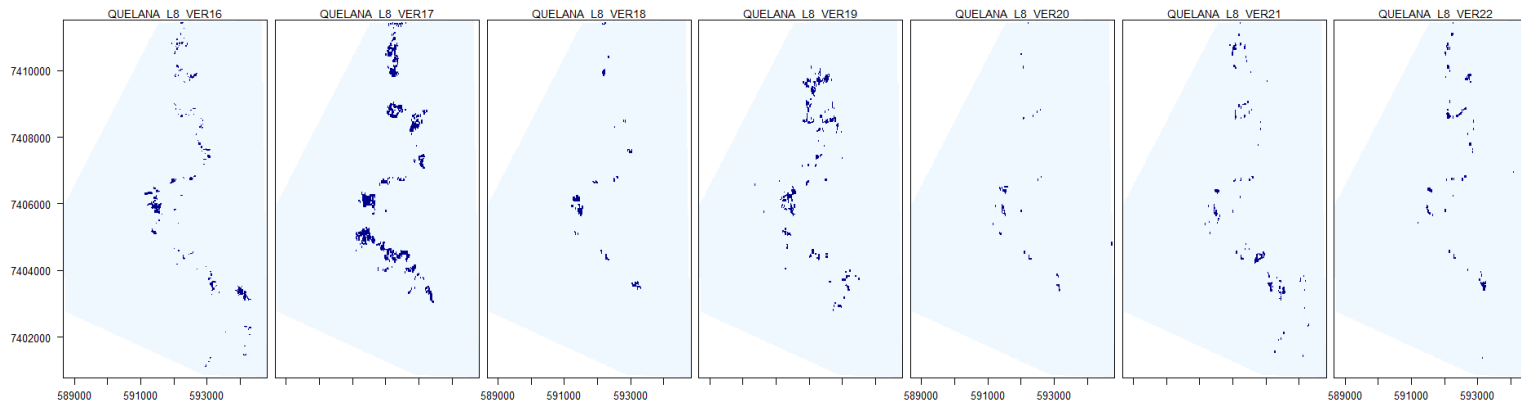
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto 2016 a agosto 2022.

Figura 5-40 Registros de superficies lagunares de seguimiento veranos (diciembre 2016 a 2022), Aguas de Quelana, imágenes Pleiades 1-A.



Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de diciembre 2016 a 2022.

Figura 5-41 Registros de superficies lagunares de seguimiento veranos (diciembre 2016 a 2022), sector Aguas de Quelana, Landsat 8.

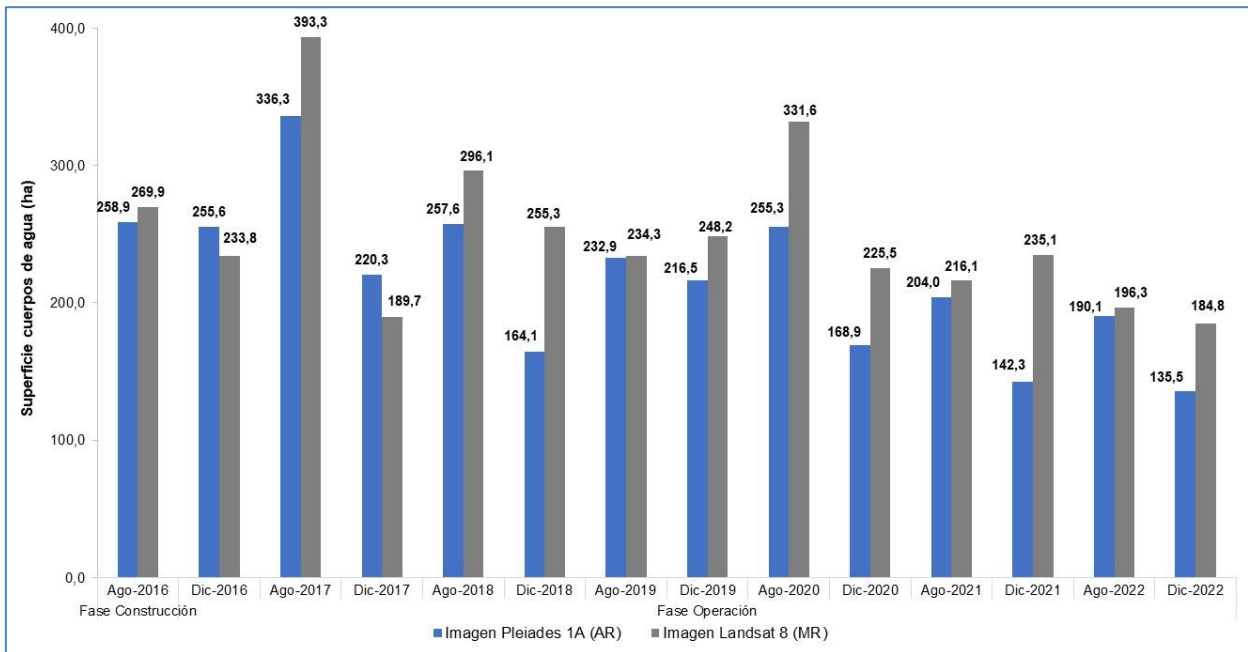


Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de diciembre 2016 a 2022.

5.3.4 Soncor

En el sistema lagunar Soncor, la cobertura de cuerpos de agua estimada a partir de imágenes satelitales de alta resolución Pleiades 1-A en agosto de 2022 es de 190,1 ha y en diciembre 2022 abarca una superficie de 135,5 ha (Tabla 5-1). La Figura 5-42 y Figura 5-43 muestran los resultados gráficos y numéricos de las superficies monitoreadas entre 2016 a 2022, desde la aprobación de la RCA 021/2016.

Figura 5-42 Registros históricos y superficie de los cuerpos de agua, sistema lagunar Soncor.



Dónde; MR: Imagen de Mediana Resolución (píxel 30m); AR: Imágenes de alta resolución (píxel menor a 4m).
 Fuente: Cedrem Consultores a partir de modelo de clasificación supervisada.

En este sistema lagunar, desde las imágenes Landsat 8 (Tabla 4-13) se calculó que la cobertura de cuerpos de agua abarca una superficie de 196,3 ha en agosto de 2022 y 184,8 ha en diciembre de 2022. Estos valores en comparación con los verificados para Pleiades 1-A, muestran una diferencia de Landsat 8 sobre Pleiades 1-A de +3,3% (+6,2 ha) para agosto de 2022 y de +36,4% (+49,3 ha) para verano de 2022. Según los resultados observados por tipo de imagen, se observa que las principales diferencias son atribuibles principalmente a la resolución espacial de las imágenes Landsat 8, que entrega un modelo con bordes menos definidos en comparación al modelo de alta resolución; sin embargo estas diferencias son menores en comparación a otros sistemas lagunares, dada la fisonomía del sector (cuerpo de agua confinado en una costra salina muy diferenciable como recubrimiento y sin sectores de

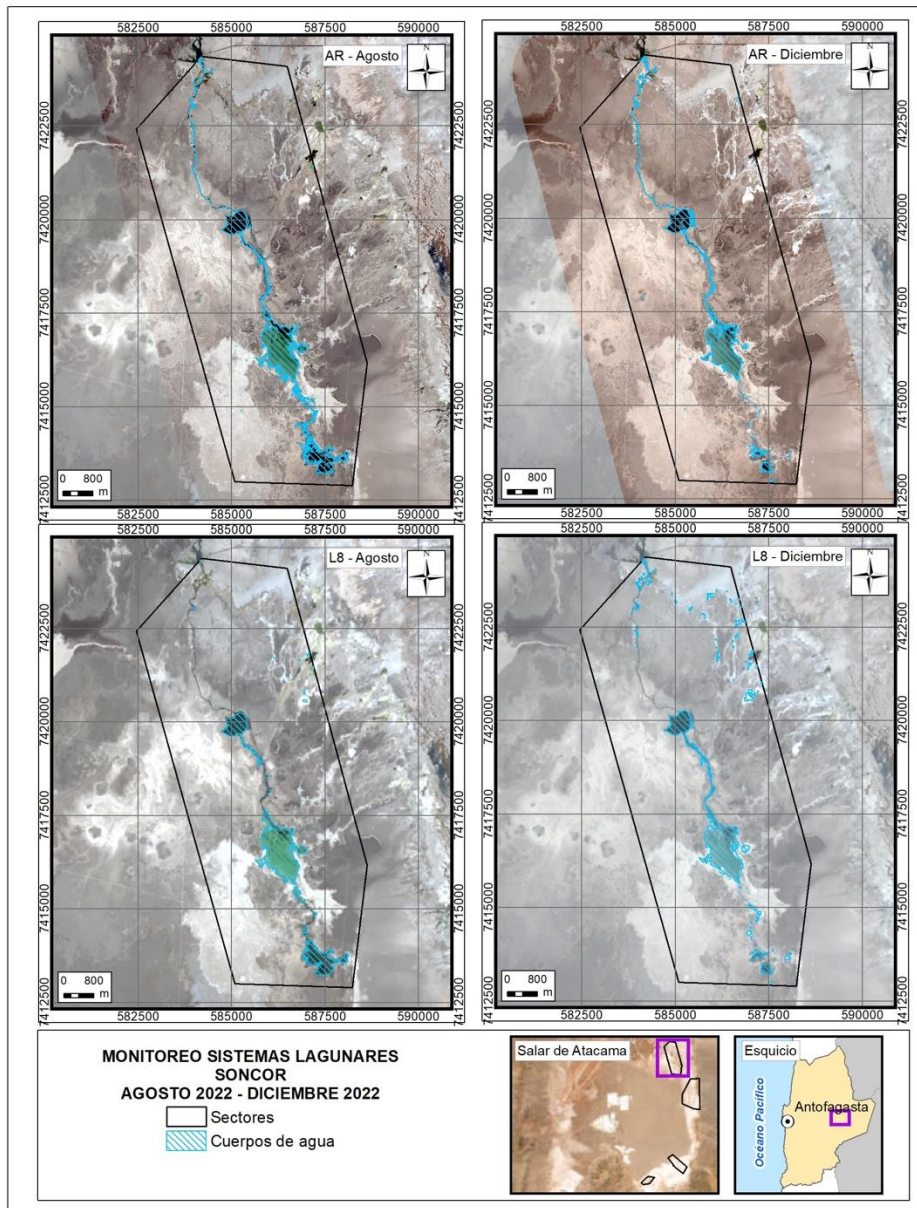
combinación agua – vegetación o similares) por lo que los resultados desde los parámetros están mejor ajustados.

La correlación entre las superficies del sector Soncor desde 2016 a 2022, calculadas desde de alta resolución (Pleiades 1-A) y desde media resolución (Landsat 8), y según el coeficiente de correlación de Pearson, muestra que las variables tienen una correlación de 0,75818 lo que indica una relación positiva entre variables; mientras que el valor p es de 0,002 lo que indica que existe significancia estadística de la asociación entre las variables Pleiades y Landsat.

Las Figura 5-44 a la Figura 5-47 muestran los cambios en las superficies de los cuerpos de agua, desde 2016 a 2022, y su representación espacial respectivamente (Para mayor detalle gráfico de las superficies AR ver Anexo Variaciones Anuales Superficies Sector/Monitoreo 2016 – 2022 en Anexo C de este informe). Para el sector de Soncor, las principales diferencias entre monitoreos se observan en la zona sur del sistema y por derrames de la laguna Barros Negros al sector de entrada oeste, cuyas variaciones contribuyen aumentando o disminuyendo las superficies calculadas para los cuerpos de agua. En particular, las figuras muestran cambios en la superficie de la zona de desborde oeste de la laguna Barros Negros (Cola de pez) entre desde 2016 a 2022. Cabe destacar que a partir del año 2012 la laguna muestra preferencia a descargar en el sector desborde sur (mayor detalle de esto se presenta en el 1er Informe Técnico de Análisis de Efectividad de la medida de reducción de caudal de salmuera, generado en el año 2022).

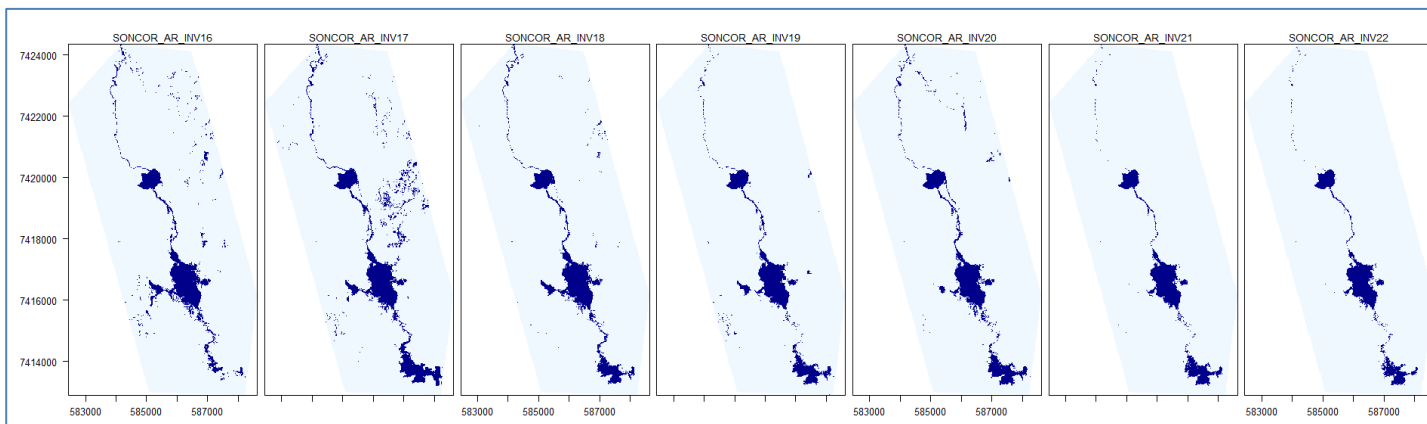
¹⁸ El valor del coeficiente de correlación puede variar de -1 a +1. Un valor absoluto de 1 indica una relación lineal perfecta. Una correlación cercana a 0 indica que no existe relación lineal entre las variables.

Figura 5-43 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades 1-A y Landsat 8 en el sistema lagunar Soncor, agosto – diciembre 2022.



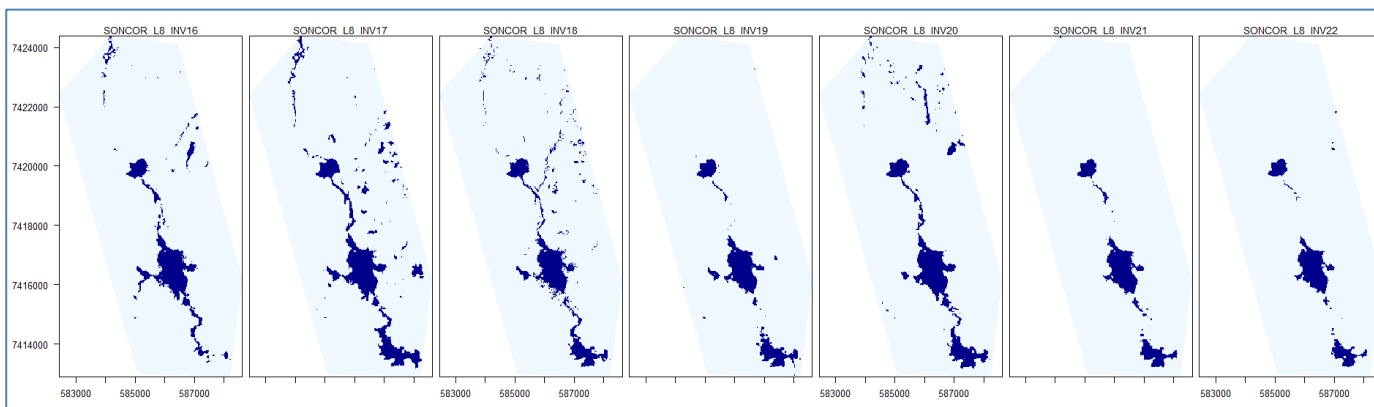
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto y diciembre 2022.

Figura 5-44 Registros de superficies lagunares de seguimiento inviernos (agosto 2016 a 2022), sector Soncor, a partir de imágenes Pleiades 1-A.



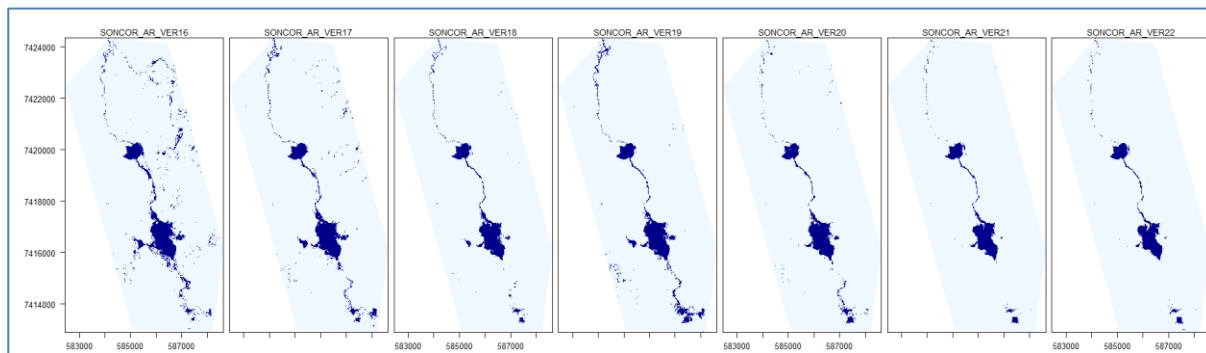
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto 2016 a agosto 2022.

Figura 5-45 Registros de superficies lagunares de seguimiento inviernos (agosto 2016 a 2022), sector Soncor, a partir de imágenes Landsat 8.



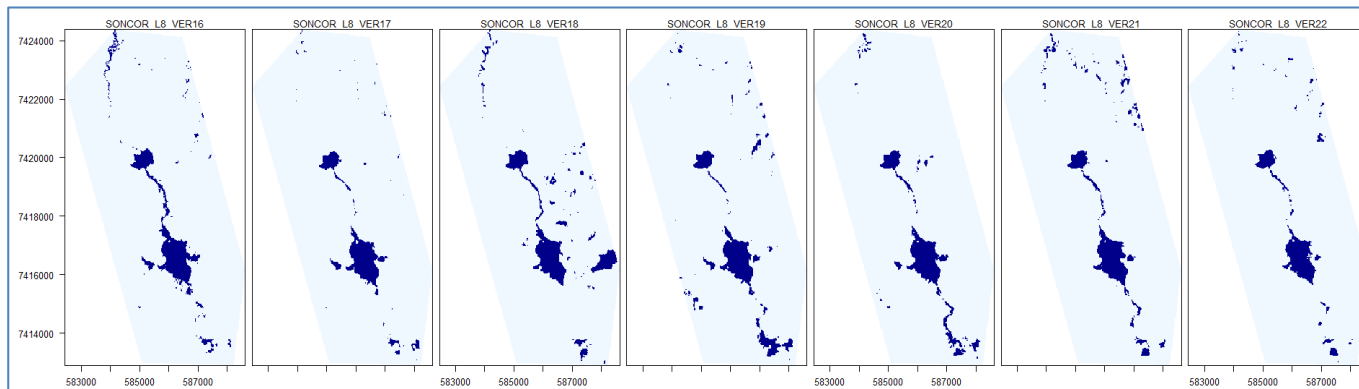
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto 2016 a agosto 2022.

Figura 5-46 Registros de superficies lagunares de seguimiento veranos(diciembre 2016 a 2022), sector Soncor, a partir de imágenes Pleiades 1-A.



Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de diciembre 2016 a 2022

Figura 5-47 Registros de superficies lagunares de seguimiento veranos(diciembre 2016 a 2022), sector Soncor, a partir de imágenes Landsat 8.



Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de diciembre 2016 a 2022

5.4 Nivel limnimétrico de las lagunas

En el presente subcapítulo, se exhiben los resultados de las mediciones de nivel de agua de las lagunas a través de las reglas limnimétricas y estacas. En total se cuenta con 20 puntos de monitoreo (16 limnímetros y 4 estacas) asociados a esta variable, distribuidos en tres sectores, estos son:

- Sector La Punta-La Brava
- Sector Peine
- Sector Norte y Borde Este

En la Tabla 5-1, se muestran los 20 puntos de monitoreo de nivel limnimétrico, agrupados según sector. El periodo de registro general presenta datos desde el 2016 a 2022. La base de datos histórica con las mediciones de nivel limnimétrico se incluye en el Anexo D.

Los registros de los niveles limnimétrico son mensuales, exceptuando en los meses de febrero, marzo y abril de 2022, dada la activación del PAT Sector Alerta Acuífero (desde 31 de enero hasta 30 de julio de 2022) que aumentó la frecuencia de monitoreo de las variables hidrológicas a quincenal, donde fue incluida en forma voluntaria la medición del nivel limnimétrico.

Tabla 5-15 Puntos de monitoreo para nivel limnimétrico, por sector

Sector	Punto de monitoreo	Periodo de registro	
		Fecha inicio	Fecha final
La Punta-La Brava	LM-01	may-16	dic-22
	LM-02	may-16	dic-22
	LM-03	may-16	dic-22
	LM-04	may-16	dic-22
	LM-16	may-16	dic-22
Peine	E1	jun-16	sept-22 (1)
	E2	jun-16	sept-22 (1)
	E3	jun-16	sept-22 (1)
	E4	jun-16	sept-22 (1)
	LM-05	may-16	oct-22 (1)
	LM-06	may-16	oct-22 (1)
	LM-07	may-16	sept-22 (1)
	LM-08	may-16	sept-22 (1)
	LM-09	may-16	sept-22 (1)
	LM-10	may-16	sept-22 (1)
Norte y Borde Este	LM-11	ago-16	sept-22 (2)
	LM-12	ago-16	sept-22 (2)

Tabla 5-15 Puntos de monitoreo para nivel limnimétrico, por sector

Sector	Punto de monitoreo	Periodo de registro	
		Fecha inicio	Fecha final
	LM-13	ago-16	dic-22
	LM-14	ago-16	dic-22

(1) Acceso cerrado en meses posteriores por la Comunidad de Peine dada la época de reproducción de flamencos (Correo 13 de octubre de 2022, Anexo L).

(2) Acceso cerrado en meses posteriores por CONAF dada la época de reproducción de flamencos (Carta Oficial N°1/2022 y Carta Oficial N°17/2022 de CONAF, Anexo L).

Fuente: Elaboración propia

5.4.1 Sector La Punta-La Brava

En el Sector La Punta-La Brava, existen 5 puntos de monitoreo de medición de nivel limnimétrico, estos son: LM-01, LM-02, LM-03, LM-04 y LM-16 según se aprecia en la Tabla 5-15, cuya ubicación se presenta en el mapa de la Figura 5-48 y los resultados de las mediciones de nivel limnimétrico para el año 2022, se presentan en la Tabla 5-16.

En la Figura 5-49 y Figura 5-50, se muestra el grafico la evolución histórica del nivel limnimétrico de los puntos monitoreados (2016-2022). En ambos gráficos, se observan variaciones estacionales con descensos de nivel en los meses de estaciones cálidas, recuperándose en los meses de estaciones frías.

En particular en el gráfico de la Figura 5-49, se observa el comportamiento del punto de monitoreo LM-16, el cual se ubica en la zona de vegas de Tilopozo; este punto presenta una cota de nivel más alta que los otros puntos, y muestra una tendencia a mantener los niveles relativamente estables durante todo el periodo de registro (2016 a 2022), con una diferencia de cota de nivel entre diciembre 2016 y diciembre 2022 de 0 cm. Durante el año 2022, se muestra estable con la misma medida de 2307,405 m s.n.m. en diciembre 2021 y diciembre 2022, las variaciones estacionales se presentan en torno a la cota de 2.307,41 m s.n.m., con una amplitud entre cotas máxima y mínima de alrededor de 0,08 m.

En el gráfico de la Figura 5-50, se observan las mediciones de los puntos LM-01, LM-02, LM-03 y LM-04, los que muestran tendencia general al descenso de los niveles para todo el periodo (2016-2022), la que es más acentuada en LM-01 y LM-02. Siendo similares entre sí el comportamiento de los puntos LM-01 y LM-02, ubicados en La Punta, y siendo también similares entre sí los puntos LM-03 y LM-04, ubicados en la laguna La Brava.

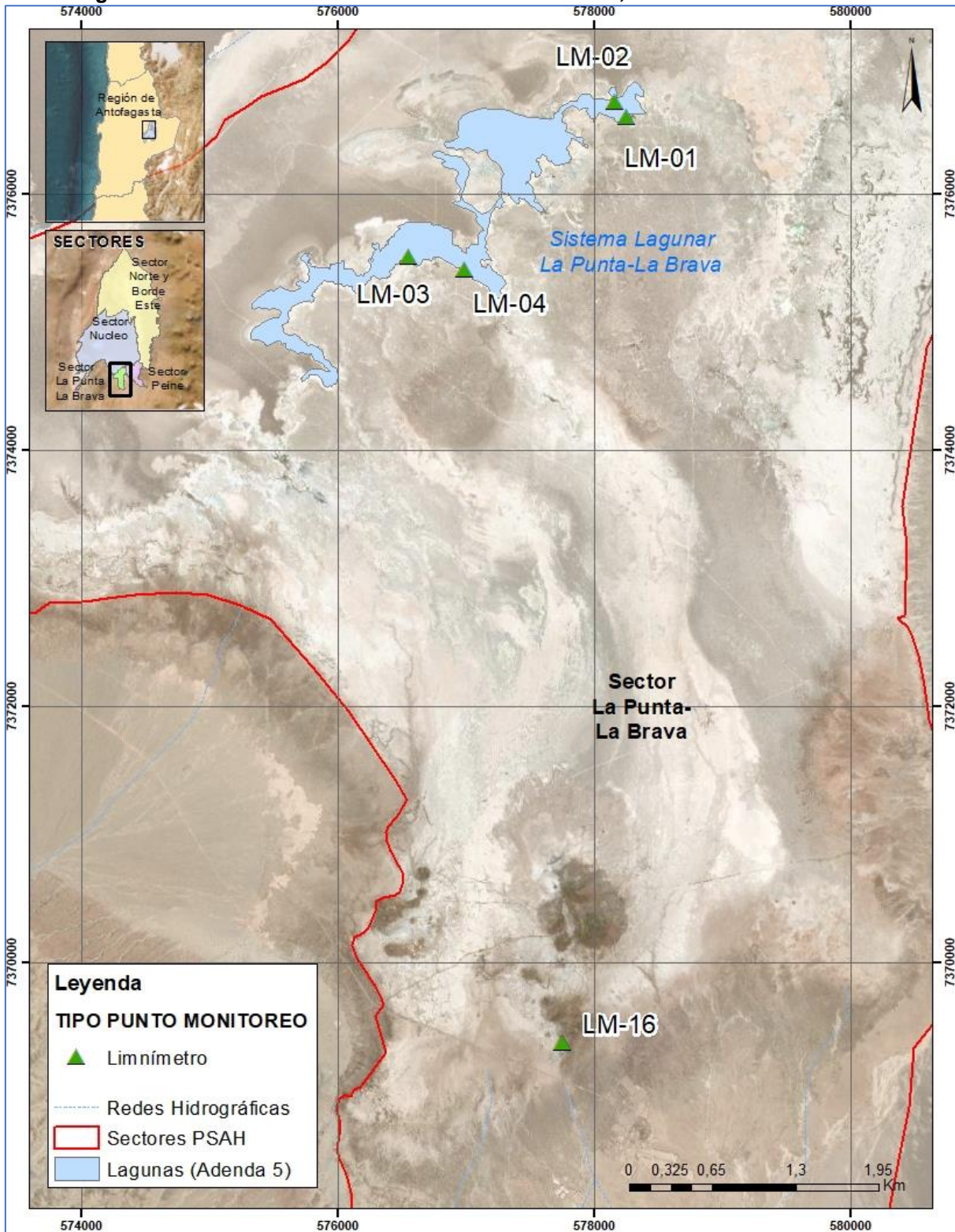
Entre el año 2016 y el año 2019 se observan niveles estabilizados (interrumpidos por el evento de precipitación de 2019); y entre los años 2020 y finales del año 2021 se observa una tendencia al descenso, mayor en los puntos del sector La Punta (LM-01 y LM-02) de alrededor de 7 cm, medido en LM-02 (diciembre 2019 y diciembre 2021), que el sector La Brava (LM-03 y LM-04) del orden de 3 cm, medido en LM-04 (diciembre 2019 y diciembre 2021). Durante el

año 2022 el nivel se mantiene estable en el punto LM-04, por otra parte, los puntos LM-01, y LM-02 muestran descensos de nivel con valores netos entre 2 y 3 cm respectivamente (calculados como la diferencia entre las mediciones de diciembre 2021 y diciembre 2022); en el punto LM-03, muestra ascenso del nivel en valor neto de 1 cm (calculados para dic 2021 y dic 2022).

En el año 2022 también se observa que los puntos LM-01 y LM-02 muestran una amplitud anual de niveles que alcanza los 0,12 m (en LM-02), la cual es mayor que la amplitud alcanzada el año 2021 (0,094 m). Los puntos LM-03 y LM-04, comparados con los puntos LM-01 y LM-02, presentan mayores cotas limnimétricas y una amplitud anual de niveles menor que alcanza los 0,10 m (en LM-04) durante el año 2022, similar a lo observado el año 2021.

Además, se observa en la Figura 5-50 que todos los puntos de monitoreo presentan variaciones estacionales, y aumentos de nivel, que como se verá más adelante en Figuras de capítulo de Discusión (1.1), responden a los eventos de precipitación, como los ocurridos en el año 2019 y 2020.

Figura 5-48 Puntos de monitoreo de nivel limnimétrico, sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-16 Mediciones de nivel limnimétrico, en sector La Punta-La Brava, año 2022

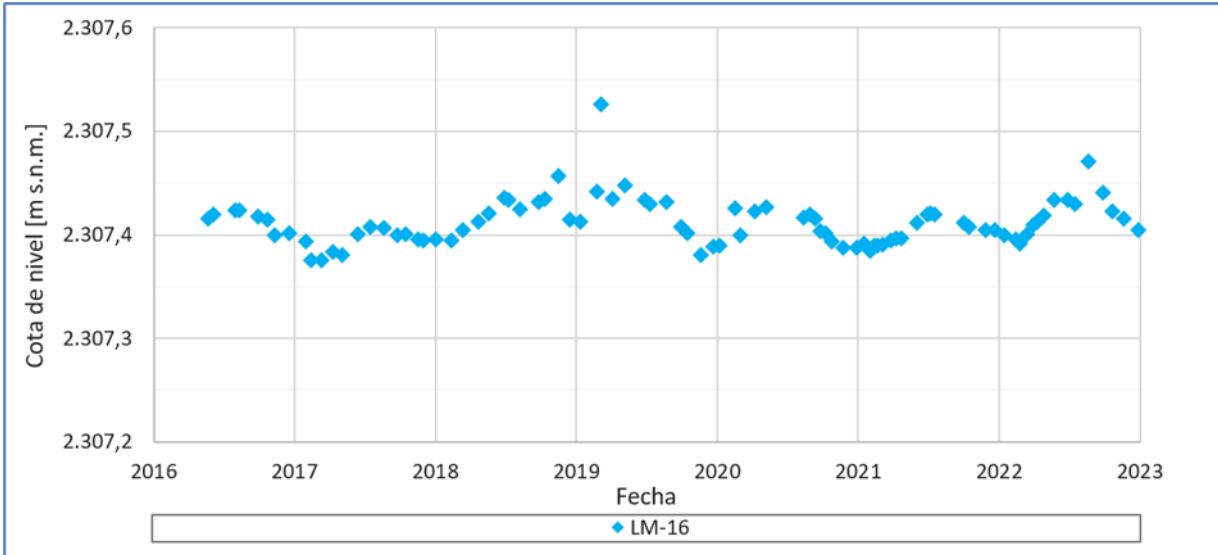
Punto de monitoreo	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]
LM-01	03-01-22	2.300,330	0,459	2.299,871	07-06-22	2.300,330	0,358	2.299,972
	15-02-22	2.300,330	0,464	2.299,866	04-07-22	2.300,330	0,349	2.299,981
	26-02-22	2.300,330	0,462	2.299,868	06-08-22	2.300,330	0,344	2.299,986
	04-03-22	2.300,330	0,461	2.299,869	05-09-22	2.300,330	0,355	2.299,975
	18-03-22	2.300,330	0,440	2.299,890	03-10-22	2.300,330	0,380	2.299,950
	03-04-22	2.300,330	0,422	2.299,908	06-11-22	2.300,330	0,407	2.299,923
	24-04-22	2.300,330	0,399	2.299,931	05-12-22	2.300,330	0,449	2.299,881
	15-05-22	2.300,330	0,375	2.299,955				
LM-02	03-01-22	2.300,795	0,908	2.299,887	28-06-22	2.300,795	0,796	2.299,999
	15-02-22	2.300,795	0,915	2.299,880	04-07-22	2.300,795	0,795	2.300,000
	26-02-22	2.300,795	0,912	2.299,883	06-08-22	2.300,795	0,791	2.300,004
	04-03-22	2.300,795	0,908	2.299,887	05-09-22	2.300,795	0,802	2.299,993
	18-03-22	2.300,795	0,886	2.299,909	03-10-22	2.300,795	0,825	2.299,970
	03-04-22	2.300,795	0,874	2.299,921	06-11-22	2.300,795	0,859	2.299,936
	24-04-22	2.300,795	0,841	2.299,954	11-12-22	2.300,795	0,907	2.299,888
	28-05-22	2.300,795	0,816	2.299,979				
LM-03	06-01-22	2.300,576	0,479	2.300,097	13-06-22	2.300,576	0,403	2.300,173
	07-02-22	2.300,576	0,488	2.300,088	01-07-22	2.300,576	0,384	2.300,192
	17-02-22	2.300,576	0,486	2.300,090	24-08-22	2.300,576	0,388	2.300,188
	05-03-22	2.300,576	0,479	2.300,097	13-09-22	2.300,576	0,400	2.300,176
	22-03-22	2.300,576	0,449	2.300,127	01-10-22	2.300,576	0,419	2.300,157
	03-04-22	2.300,576	0,443	2.300,133	04-11-22	2.300,576	0,429	2.300,147
	18-04-22	2.300,576	0,426	2.300,150	10-12-22	2.300,576	0,461	2.300,115
	01-05-22	2.300,576	0,415	2.300,161				
LM-04	06-01-22	2.300,934	0,862	2.300,072	13-06-22	2.300,934	0,785	2.300,149
	07-02-22	2.300,934	0,866	2.300,068	01-07-22	2.300,934	0,766	2.300,168
	17-02-22	2.300,934	0,861	2.300,073	24-08-22	2.300,934	0,770	2.300,164
	05-03-22	2.300,934	0,860	2.300,074	13-09-22	2.300,934	0,785	2.300,149
	22-03-22	2.300,934	0,836	2.300,098	01-10-22	2.300,934	0,802	2.300,132
	03-04-22	2.300,934	0,829	2.300,105	04-11-22	2.300,934	0,812	2.300,122
	18-04-22	2.300,934	0,809	2.300,125	10-12-22	2.300,934	0,852	2.300,082
	01-05-22	2.300,934	0,799	2.300,135				
LM-16	15-01-22	2.307,836	0,436	2.307,400	28-06-22	2.307,836	0,402	2.307,434
	14-02-22	2.307,836	0,440	2.307,396	17-07-22	2.307,836	0,406	2.307,430

Tabla 5-16 Mediciones de nivel limnimétrico, en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto de monitoreo	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]
	23-02-22	2.307,836	0,444	2.307,392	20-08-22	2.307,836	0,365	2.307,471
	15-03-22	2.307,836	0,435	2.307,401	28-09-22	2.307,836	0,395	2.307,441
	31-03-22	2.307,836	0,426	2.307,410	21-10-22	2.307,836	0,413	2.307,423
	10-04-22	2.307,836	0,423	2.307,413	20-11-22	2.307,836	0,420	2.307,416
	26-04-22	2.307,836	0,417	2.307,419	28-12-22	2.307,836	0,431	2.307,405
	24-05-22	2.307,836	0,402	2.307,434				

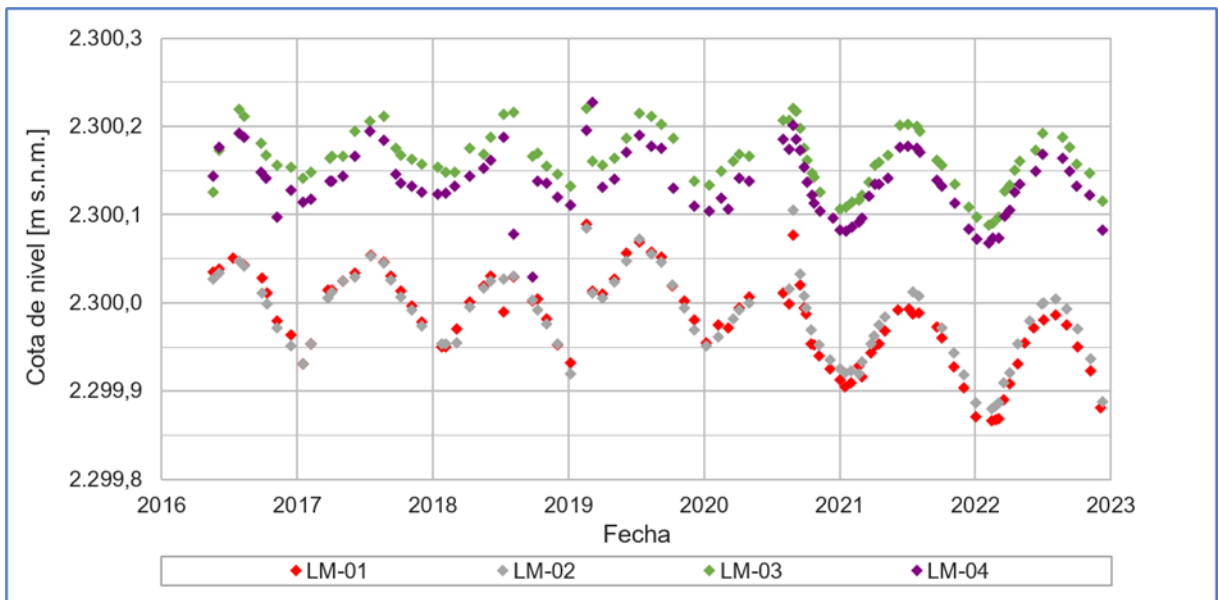
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-49 Evolución histórica de nivel limnimétrico (2016-2022), sector La Punta - La Brava (parte 1 de 2) Zona de Tilopozo



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-50 Evolución histórica de nivel limnimétrico (2016-2022), sector La Punta - La Brava (parte 2 de 2)



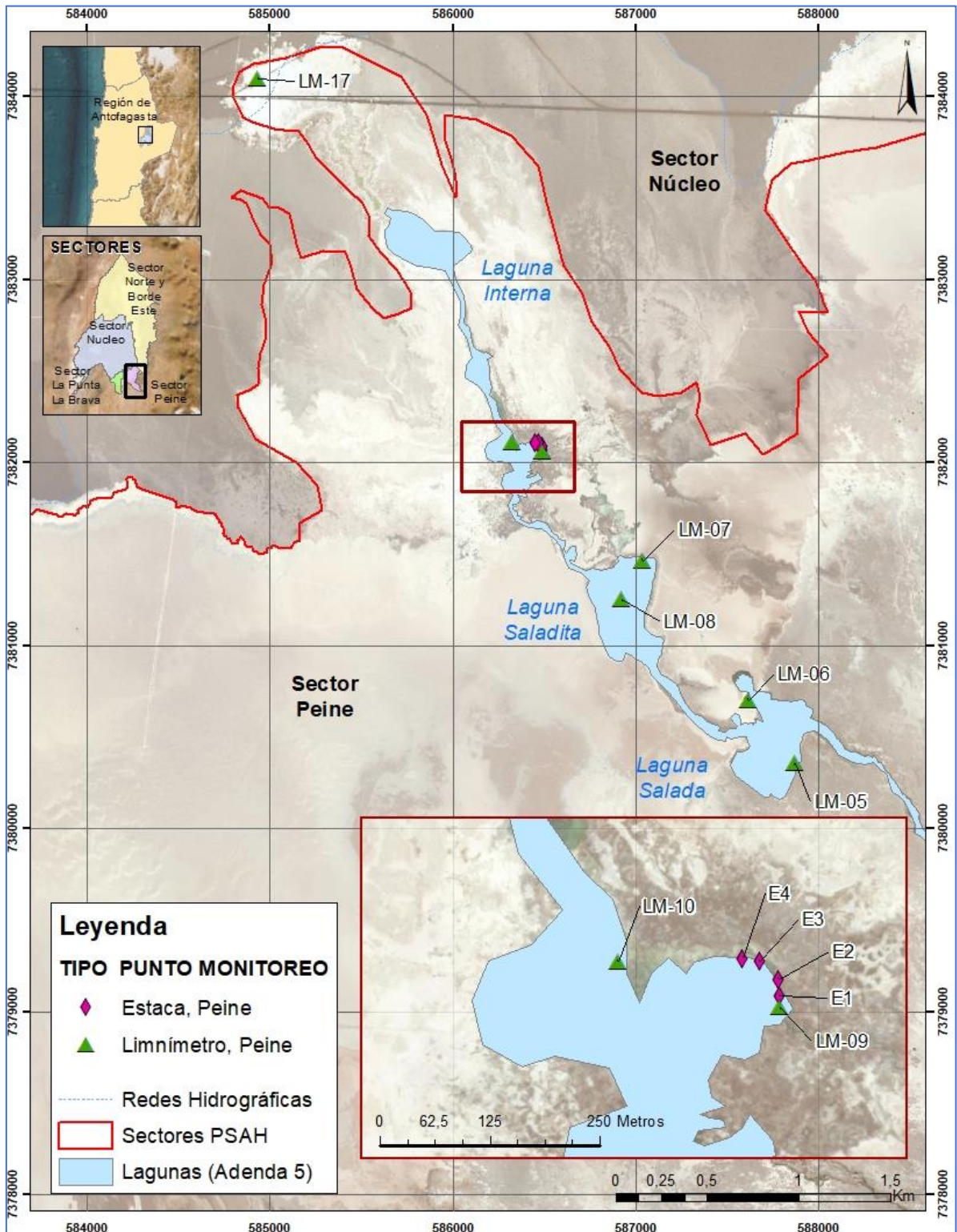
Fuente: Elaboración propia

5.4.2 Sector Peine

En el Sector Peine, existen 11 puntos de monitoreo de medición de nivel limnimétrico, de los cuales 7 son limnímetros: LM-05, LM-06, LM-07, LM-08, LM-09, LM-10, LM-17; y 4 son estacas: E1, E2, E3 y E4, según se aprecia en la Tabla 5-15. La ubicación de estos puntos de monitoreo limnimétrico, se presenta en el mapa de la Figura 5-51, y los resultados de las mediciones de nivel limnimétrico para el año 2022, se presentan en la Tabla 5-15. El monitoreo en el sector de Peine durante el año 2022 presenta meses con ausencia de datos (entre enero y febrero y desde octubre o noviembre hasta diciembre) debido a las restricciones de acceso a las lagunas por parte de la Comunidad de Peine debido a la presencia de flamencos y/o por corresponder a la época de reproducción de esta especie, lo que se puede ver con detalle en la Tabla 5-17.

El registro histórico de los niveles limnimétricos hasta el año 2022, se grafican en la Figura 5-52, Figura 5-53 y Figura 5-54.

Figura 5-51 Mapa de ubicación puntos de monitoreo niveles limnimétricos, sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-17 Mediciones de nivel limnimétrico, en sector Peine, año 2022

Punto de monitoreo	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]
LM-05	02-01-2022	2.300,583		(1)	20-06-2022	2.300,583	0,602	2.299,981
	02-02-2022	2.300,583		(1)	02-07-2022	2.300,583	0,609	2.299,974
	16-02-2022	2.300,583		(1)	22-08-2022	2.300,583	0,605	2.299,978
	02-03-2022	2.300,583		(2)	03-09-2022	2.300,583	0,613	2.299,970
	28-03-2022	2.300,583		(2)	02-10-2022	2.300,583	0,615	2.299,968
	13-04-2022	2.300,583	0,609	2.299,974	02-11-2022	2.300,583		(1)
	25-04-2022	2.300,583	0,609	2.299,974	03-12-2022	2.300,583		(1)
	02-05-2022	2.300,583	0,605	2.299,978				
LM-06	02-01-2022	2.300,776		(1)	20-06-2022	2.300,776	0,847	2.299,929
	02-02-2022	2.300,776		(1)	02-07-2022	2.300,776	0,855	2.299,921
	16-02-2022	2.300,776		(1)	22-08-2022	2.300,776	0,853	2.299,923
	09-03-2022	2.300,776	0,852	2.299,924	03-09-2022	2.300,776	0,857	2.299,919
	28-03-2022	2.300,776	0,856	2.299,920	02-10-2022	2.300,776	0,861	2.299,915
	13-04-2022	2.300,776	0,852	2.299,924	02-11-2022	2.300,776		(1)
	25-04-2022	2.300,776	0,962	2.299,814	03-12-2022	2.300,776		(1)
	05-05-2022	2.300,776	0,852	2.299,924				
M-07	09-01-2022	2.300,447		(1)	12-06-2022	2.300,447	0,757	2.299,690
	08-02-2022	2.300,447		(1)	13-07-2022	2.300,447	0,757	2.299,690
	22-02-2022	2.300,447		(1)	13-08-2022	2.300,447	0,755	2.299,692
	09-03-2022	2.300,447	0,764	2.299,683	12-09-2022	2.300,447	0,769	2.299,678
	28-03-2022	2.300,447	0,764	2.299,683	15-10-2022	2.300,447		(1)
	04-04-2022	2.300,447	0,757	2.299,690	13-11-2022	2.300,447		(1)
	25-04-2022	2.300,447	0,757	2.299,690	12-12-2022	2.300,447		(1)
	20-05-2022	2.300,447		(2)				
LM-08	09-01-2022	2.300,542		(1)	12-06-2022	2.300,542	0,666	2.299,876
	08-02-2022	2.300,542		(1)	25-07-2022	2.300,542	0,664	2.299,878
	22-02-2022	2.300,542		(1)	13-08-2022	2.300,542	0,668	2.299,874
	02-03-2022	2.300,542		(2)	12-09-2022	2.300,542	0,678	2.299,864
	28-03-2022	2.300,542		(1)	15-10-2022	2.300,542		(1)
	13-04-2022	2.300,542	0,668	2.299,874	13-11-2022	2.300,542		(1)
	25-04-2022	2.300,542	0,665	2.299,877	12-12-2022	2.300,542		(1)
	20-05-2022	2.300,542	0,669	2.299,873				
LM-09	09-01-2022	2.299,726		(1)	12-06-2022	2.299,730	0,767	2.298,959
	08-02-2022	2.299,726		(1)	13-07-2022	2.299,730	0,765	2.298,961

Tabla 5-17 Mediciones de nivel limnimétrico, en sector Peine, año 2022

Punto de monitoreo	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]
	22-02-2022	2.299,726		(1)	13-08-2022	2.299,730	0,761	2.298,965
	02-03-2022	2.299,726	0,798	2.298,928	12-09-2022	2.299,730	0,759	2.298,967
	16-03-2022	2.299,726	0,777	2.298,949	15-10-2022	2.299,730		(1)
	04-04-2022	2.299,726	0,784	2.298,942	13-11-2022	2.299,730		(1)
	25-04-2022	2.299,726	0,778	2.298,948	12-12-2022	2.299,730		(1)
	20-05-2022	2.299,726	0,770	2.298,956				
LM-10	09-01-2022	2.299,691		(1)	12-06-2022	2.299,690	0,760	2.298,931
	08-02-2022	2.299,691		(1)	13-07-2022	2.299,690	0,759	2.298,932
	22-02-2022	2.299,691		(1)	13-08-2022	2.299,690	0,755	2.298,936
	02-03-2022	2.299,691		(2)	12-09-2022	2.299,690	0,763	2.298,928
	16-03-2022	2.299,691	0,774	2.298,917	15-10-2022	2.299,690		(1)
	13-04-2022	2.299,691	0,774	2.298,917	13-11-2022	2.299,690		(1)
	25-04-2022	2.299,691	0,768	2.298,923	12-12-2022	2.299,690		(1)
	20-05-2022	2.299,691	0,766	2.298,925				
LM-17	04-01-2022	2.299,606		(1)(3)	04-06-2022	2.299,606		(4)
	04-02-2022	2.299,606		(1)(3)	06-07-2022	2.299,606	1,267	2.298,339
	18-02-2022	2.299,606		(1)(3)	07-08-2022	2.299,606	1,284	2.298,322
	02-03-2022	2.299,606		(3)	06-09-2022	2.299,606	1,307	2.298,299
	16-03-2022	2.299,606		(3)	07-10-2022	2.299,606		(1)(3)
	02-04-2022	2.299,606		(3)	07-11-2022	2.299,606		(1)(3)
	19-04-2022	2.299,606		(3)	04-12-2022	2.299,606		(1)(3)
	10-05-2022	2.299,606		(3)				
E1	09-01-2022	2.299,472		(1)	12-06-2022	2.299,472	0,519	2.298,953
	08-02-2022	2.299,472		(1)	13-07-2022	2.299,472	0,511	2.298,961
	25-02-2022	2.299,472		(1)	13-08-2022	2.299,472	0,496	2.298,976
	02-03-2022	2.299,472	0,556	2.298,916	12-09-2022	2.299,472	0,483	2.298,989
	30-03-2022	2.299,472	0,538	2.298,934	15-10-2022	2.299,472		(1)
	04-04-2022	2.299,472	0,535	2.298,937	13-11-2022	2.299,472		(1)
	22-04-2022	2.299,472	0,529	2.298,943	12-12-2022	2.299,472		(1)
	20-05-2022	2.299,472	0,524	2.298,948				
E2	09-01-2022	2.299,453		(1)	12-06-2022	2.299,453	0,579	2.298,874
	08-02-2022	2.299,453		(1)	13-07-2022	2.299,453	0,578	2.298,875
	25-02-2022	2.299,453		(1)	13-08-2022	2.299,453	0,572	2.298,881
	02-03-2022	2.299,453	0,599	2.298,854	12-09-2022	2.299,453	0,574	2.298,879

Tabla 5-17 Mediciones de nivel limnimétrico, en sector Peine, año 2022

Punto de monitoreo	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]
	30-03-2022	2.299,453	0,583	2.298,870	15-10-2022	2.299,453	(1)	
	04-04-2022	2.299,453	0,587	2.298,866	13-11-2022	2.299,453	(1)	
	22-04-2022	2.299,453	0,583	2.298,870	12-12-2022	2.299,453	(1)	
	20-05-2022	2.299,453	0,577	2.298,876				
E3	09-01-2022	2.299,369	(1)		12-06-2022	2.299,369	0,545	2.298,824
	08-02-2022	2.299,369	(1)		13-07-2022	2.299,369	0,544	2.298,825
	25-02-2022	2.299,369	(1)		13-08-2022	2.299,369	0,547	2.298,822
	02-03-2022	2.299,369	0,566	2.298,803	12-09-2022	2.299,369	0,549	2.298,820
	30-03-2022	2.299,369	0,557	2.298,812	15-10-2022	2.299,369	(1)	
	04-04-2022	2.299,369	0,562	2.298,807	13-11-2022	2.299,369	(1)	
	22-04-2022	2.299,369	0,546	2.298,823	12-12-2022	2.299,369	(1)	
	20-05-2022	2.299,369	0,546	2.298,823				
E4	09-01-2022	2.299,503	(1)		12-06-2022	2.299,503	0,689	2.298,814
	08-02-2022	2.299,503	(1)		13-07-2022	2.299,503	0,698	2.298,805
	25-02-2022	2.299,503	(1)		13-08-2022	2.299,503	0,699	2.298,804
	02-03-2022	2.299,503	0,701	2.298,802	12-09-2022	2.299,503	0,711	2.298,792
	30-03-2022	2.299,503	0,685	2.298,818	15-10-2022	2.299,503	(1)	
	13-04-2022	2.299,503	0,685	2.298,818	13-11-2022	2.299,503	(1)	
	22-04-2022	2.299,503	0,683	2.298,820	12-12-2022	2.299,503	(1)	
	20-05-2022	2.299,503	0,685	2.298,818				

Nota:

- (1) Acceso cerrado por Comunidad de Peine dada la época de reproducción de flamencos.
- (2) No se realiza, acceso restringido por presencia de flamencos.
- (3) Punto seco.
- (4) Limnómetro caído. No se mide por condición insegura.

Fuente: Elaboración propia

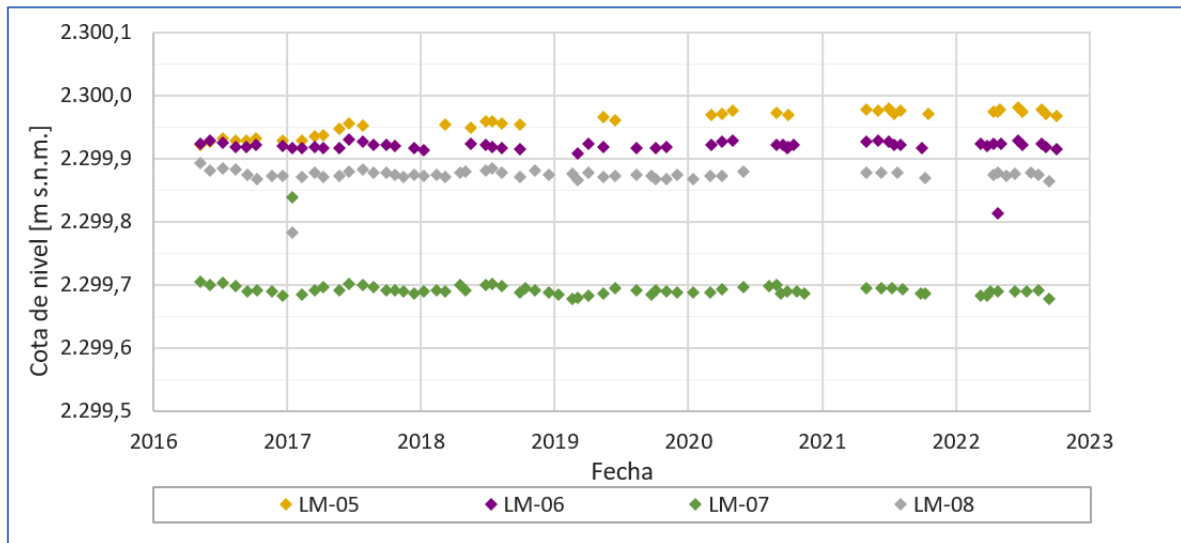
En el gráfico de la Figura 5-52, se observan los niveles limnimétricos de los puntos LM-05, LM-06 ubicados en el sector Laguna Salada y de LM-07 y LM-08 ubicados en el sector laguna Saladita, los que muestran en relación con el nivel limnimétrico distintas tendencias generales para el periodo (2016-2022). Por una parte, los puntos LM-06 (Salada) y LM-08 (Saladita) presentan una tendencia estable de sus niveles en el tiempo (2016-2022); el punto LM-05 (Salada) presenta una tendencia de aumento en sus niveles durante todo el periodo (2016-2022), con un ascenso neto de 4 cm, (calculado entre octubre 2016 y octubre 2022). Finalmente, el punto LM-07 (Saladita) muestra tendencia al descenso de sus niveles, con un descenso neto de 1 cm (calculado entre septiembre 2016 y septiembre 2022).

Durante el año 2022 (ver Figura 5-52) los niveles se mantienen estables en las mediciones de los limnímetros LM-05, LM-06 y LM-08, (se calculan valores de nivel neto en octubre 2021 y octubre 2022 en los puntos LM-05 y LM-06, y en el punto LM-08 se calcula entre julio 2021 y julio 2022), por otra parte, en el punto LM-07 se observa descenso en el nivel neto del orden de 1 cm, (calculado entre septiembre 2021 y septiembre 2022).

En la misma Figura 5-52, se observa para todo el periodo (2016-2022), que las mediciones de los puntos de monitoreo LM-05 y LM-06, se encuentran en torno a los 2.299,93 m s.n.m. En el mismo periodo los puntos aguas abajo, LM-07 y LM-08 presentan cotas menores, LM-08 cercano a 2.299,88 m s.n.m., y aún más abajo el punto LM-07, con una cota de nivel cercano a los 2.299,70 m s.n.m..

Para los puntos LM-06, LM-07 y LM-08 se reconocen dentro del registro histórico tres datos estadísticamente anómalos, en el punto LM-06 en abril del año 2022, y en los puntos LM-07 y LM-08 en enero 2017. En todos los puntos: LM-05, LM-06, LM-07 y LM-08, la amplitud de oscilación estacional es de entre 0,010 m y 0,015 m, para el año 2022.

Figura 5-52 Evolución histórica de nivel limnimétrico en sector Peine



Fuente: Elaboración propia

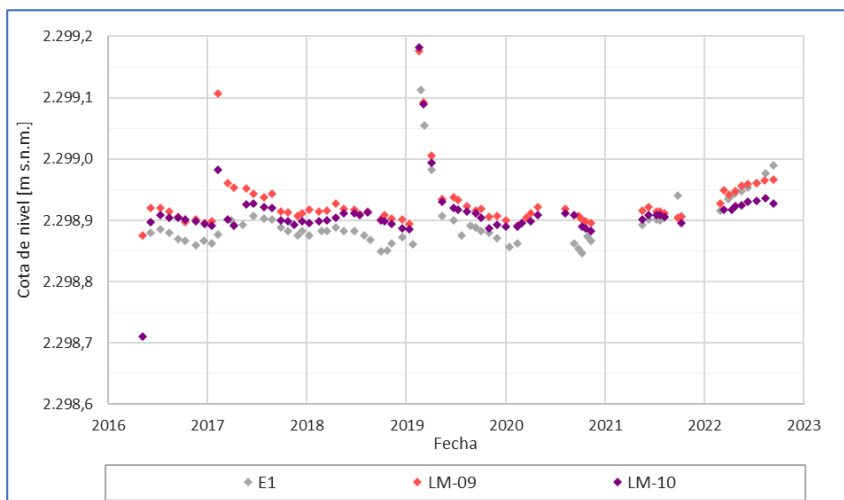
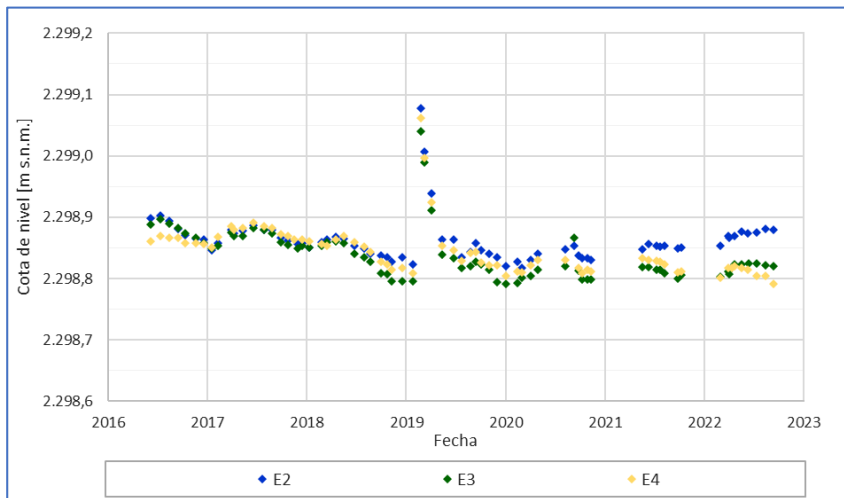
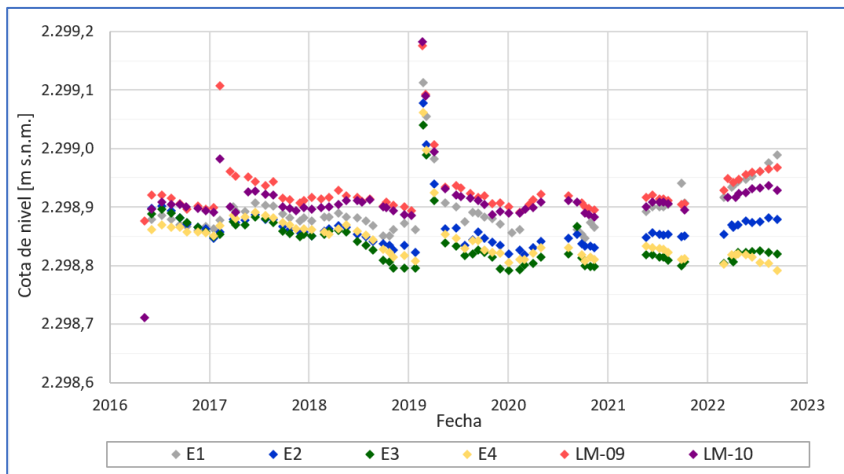
En la Figura 5-53 se grafican los limnímetros LM-09 y LM-10, y las estacas: E1, E2, E3 y E4 ubicados en el sector de Laguna Interna.

En relación con la tendencia general se tiene que los puntos E1, LM-09 y LM-10 muestran una tendencia a mantenerse relativamente estable desde el año 2016 al 2021, mientras en los puntos E2, E3 y E4 muestran descenso de nivel entre 2016 a 2019 y se mantienen relativamente estables entre el 2019 y 2021. Durante el año 2022 (Figura 5-53) los niveles netos ascienden en los puntos E1, E2, E3, LM-9 y LM-10, entre 2 cm (E3) y 6 cm (LM-9), calculado entre septiembre 2021 y septiembre 2022. Al contrario, en el punto E4, el nivel muestra descenso neto del orden de 2 cm, calculado también entre septiembre 2021 y septiembre 2022.

En la Figura 5-53, además se observa que todos los puntos muestran variaciones estacionales que oscilan principalmente sobre los 2.298,80 m s.n.m., y bajo 2.999,00 m s.n.m, para todo el periodo de registro, con excepción de la respuesta de los niveles al evento de precipitación de enero 2019.

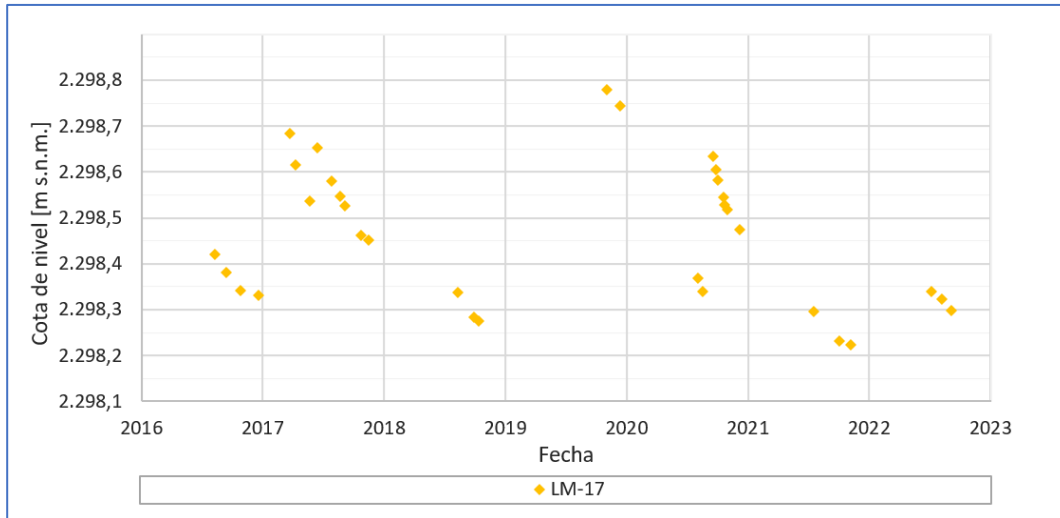
En el gráfico de la Figura 5-54, se observa el comportamiento fuertemente variable del punto de monitoreo LM-17, el cual se encuentra en la zona de avance de la laguna Interna hacia el Núcleo. En él, se reconoce una rápida respuesta a eventos de precipitación, por ejemplo, respondiendo en septiembre 2020 al evento de precipitación de agosto 2020. Este punto no presenta registros continuos durante el año 2022, principalmente debido a que se presenta seco entre los meses de enero y mayo, y entre octubre y diciembre, en el mes de junio el limnómetro se encuentra caído y no se mide por condición insegura.

Figura 5-53 Evolución histórica de nivel limnimétrico en sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-54 Evolución histórica de nivel limnimétrico en sector Peine



Fuente: Elaboración propia

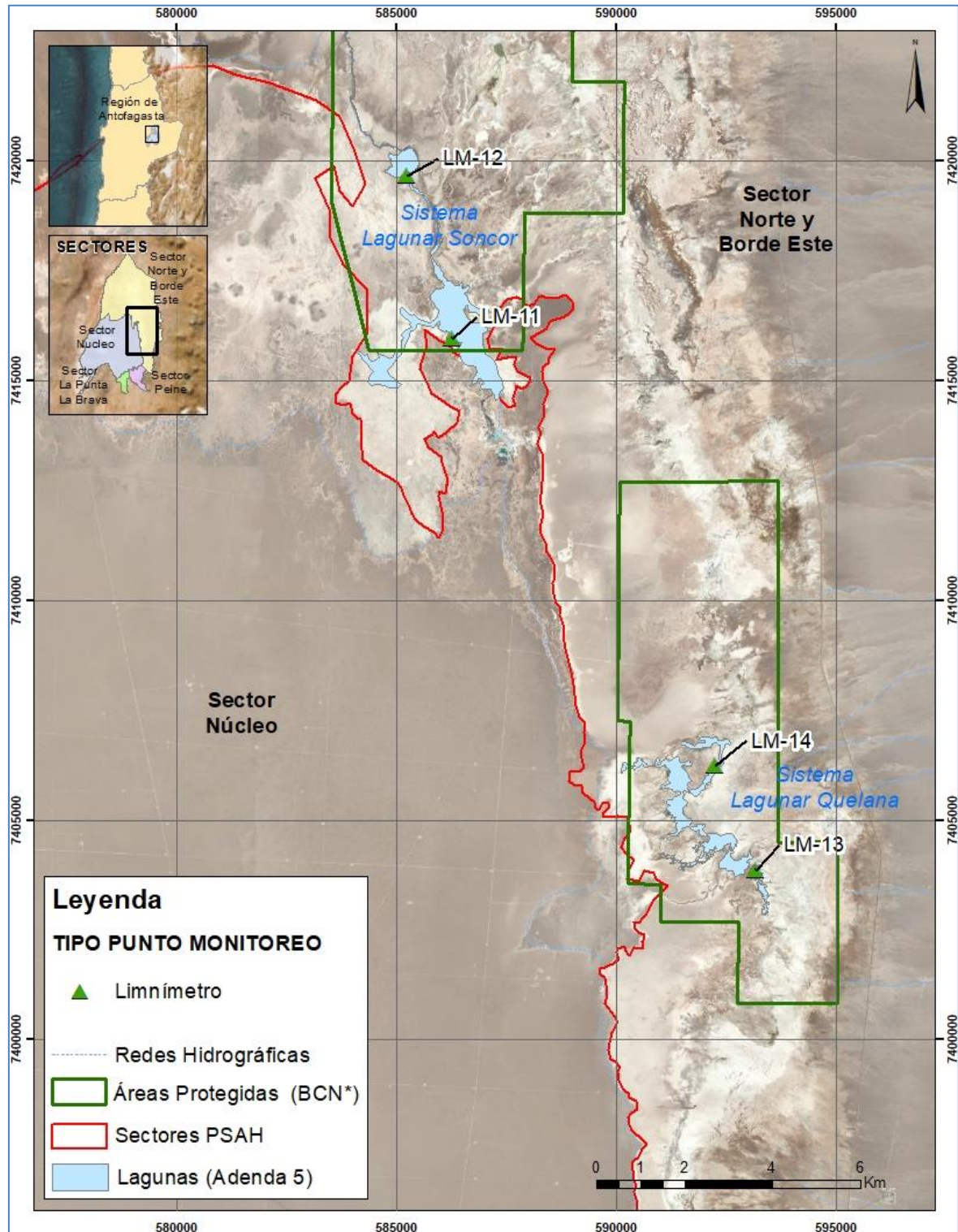
5.4.3 Sector Norte y Borde Este

En el Sector Norte y Borde Este, existen 4 puntos de monitoreo de medición de nivel limnimétrico, estos son: LM-11, LM-12 (Sistema Soncor), LM-13 y LM-14 (Aguas de Quelana), según se aprecia en Tabla 5-15. Los 4 limnímetros se ubican dentro de la Reserva Nacional Los Flamencos, administrada por CONAF. Su ubicación se presenta en el mapa de la Figura 5-55, y los resultados de las mediciones de nivel efectuadas durante 2022 se presentan en la Tabla 5-18. El registro histórico de niveles limnimétricos, se grafica en la Figura 5-56.

En relación con los datos históricos, no se cuenta con mediciones limnimétricas entre marzo 2020 y enero 2021, debido a que el monitoreo limnimétrico se suspende, en el sector, con fecha 18 de marzo de 2020 asociado a la contingencia COVID-19, mediante la Res N° 162/2020 (Ver Anexo L) de la dirección ejecutiva de CONAF, para posteriormente retomar las mediciones el 18 de enero de 2021, de acuerdo con autorización presentada en Res N° 64/2020 de CONAF (Ver Anexo L).

Durante el año 2022, tampoco se cuenta con todas las mediciones limnimétricas, principalmente, por restricción de acceso por parte de CONAF (dada la época de reproducción de flamencos, según CARTA OFICIAL N° 1/2022 y CARTA OFICIAL N° 17/2022, ver en Anexo L). Específicamente no se pudo medir en los puntos LM-11 y LM-12 (Soncor), en dos periodos, el primer período del 13 de enero al 17 de marzo del año 2022, y el segundo periodo, del 06 de octubre al 22 de diciembre del año 2022. Se observan otras causas que se detallan en la Tabla 5-18.

Figura 5-55 Mapa de ubicación puntos de monitoreo nivel limnimétrico, sector Norte y Borde Este



(*) Modificado de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
 Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-18 Mediciones de nivel limnimétrico, año 2022, en sector Norte - Borde Este

Punto de monitoreo	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]
LM-11	13-01-2022	2.299,865	(1)		14-07-2022	2.299,865	1,057	2.298,808
	27-01-2022	2.299,865	(1)		28-07-2022	2.299,865	1,077	2.298,788
	13-02-2022	2.299,865	(1)		11-08-2022	2.299,865	1,089	2.298,776
	25-02-2022	2.299,865	(1)		25-08-2022	2.299,865	1,088	2.298,777
	03-03-2022	2.299,865	(1)		01-09-2022	2.299,865	1,089	2.298,776
	17-03-2022	2.299,865	(1)		22-09-2022	2.299,865	1,119	2.298,746
	07-04-2022	2.299,865	1,095	2.298,770	06-10-2022	2.299,865		(1)
	28-04-2022	2.299,865	1,083	2.298,782	20-10-2022	2.299,865		(1)
	12-05-2022	2.299,865	1,085	2.298,780	03-11-2022	2.299,865		(1)
	26-05-2022	2.299,865	1,081	2.298,784	24-11-2022	2.299,865		(1)
	03-06-2022	2.299,865	1,094	2.298,771	01-12-2022	2.299,865		(1)
23-06-2022	2.299,865	1,095	2.298,770	22-12-2022	2.299,865		(1)	
LM-12	13-01-2022	2.299,732	(1)		14-07-2022	2.299,732	0,775	2.298,957
	27-01-2022	2.299,732	(1)		28-07-2022	2.299,732	0,758	2.298,974
	13-02-2022	2.299,732	(1)		11-08-2022	2.299,732	0,766	2.298,966
	25-02-2022	2.299,732	(1)		25-08-2022	2.299,732	0,767	2.298,965
	03-03-2022	2.299,732	(1)		01-09-2022	2.299,732	0,773	2.298,959
	17-03-2022	2.299,732	(1)		22-09-2022	2.299,732	0,790	2.298,942
	07-04-2022	2.299,732	0,778	2.298,954	06-10-2022	2.299,732		(1)
	28-04-2022	2.299,732	0,763	2.298,969	20-10-2022	2.299,732		(1)
	12-05-2022	2.299,732	0,761	2.298,971	03-11-2022	2.299,732		(1)
	26-05-2022	2.299,732	0,752	2.298,980	24-11-2022	2.299,732		(1)
	03-06-2022	2.299,732	0,775	2.298,957	01-12-2022	2.299,732		(1)
23-06-2022	2.299,732	0,785	2.298,947	22-12-2022	2.299,732		(1)	

Tabla 5-18 Mediciones de nivel limnimétrico, año 2022, en sector Norte - Borde Este

Punto de monitoreo	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]
LM-13	13-01-2022	2.300,376	(2)		28-07-2022	2.300,376	0,913	2.299,463
	13-02-2022	2.300,376	0,986	2.299,390	11-08-2022	2.300,376	0,913	2.299,463
	24-02-2022	2.300,376	0,990	2.299,386	25-08-2022	2.300,376	0,913	2.299,463
	03-03-2022	2.300,376	0,987	2.299,389	01-09-2022	2.300,376	0,910	2.299,466
	17-03-2022	2.300,376	0,946	2.299,430	22-09-2022	2.300,376	0,917	2.299,459
	07-04-2022	2.300,376	0,936	2.299,440	06-10-2022	2.300,376	0,940	2.299,436
	28-04-2022	2.300,376	0,916	2.299,460	20-10-2022	2.300,376	0,944	2.299,432
	12-05-2022	2.300,376	0,914	2.299,462	03-11-2022	2.300,376	0,957	2.299,419
	26-05-2022	2.300,376	0,911	2.299,465	24-11-2022	2.300,376	(3)	
	03-06-2022	2.300,376	0,926	2.299,450	01-12-2022	2.300,376	0,990	2.299,386
	23-06-2022	2.300,376	0,923	2.299,453	22-12-2022	2.300,376	0,991	2.299,385
14-07-2022	2.300,376	0,918	2.299,458					
LM-14	13-01-2022	2.300,496	(2)		28-07-2022	2.300,496	0,885	2.299,611
	13-02-2022	2.300,496	1,040	2.299,456	11-08-2022	2.300,496	0,887	2.299,609
	24-02-2022	2.300,496	1,042	2.299,454	25-08-2022	2.300,496	0,889	2.299,607
	03-03-2022	2.300,496	1,036	2.299,460	01-09-2022	2.300,496	0,891	2.299,605
	17-03-2022	2.300,496	0,999	2.299,497	22-09-2022	2.300,496	0,898	2.299,598
	07-04-2022	2.300,496	0,963	2.299,533	06-10-2022	2.300,496	0,907	2.299,589
	28-04-2022	2.300,496	0,913	2.299,583	20-10-2022	2.300,496	0,925	2.299,571
	12-05-2022	2.300,496	0,886	2.299,610	03-11-2022	2.300,496	0,967	2.299,529
	26-05-2022	2.300,496	0,887	2.299,609	24-11-2022	2.300,496	(3)	
	03-06-2022	2.300,496	0,888	2.299,608	01-12-2022	2.300,496	1,030	2.299,466
	23-06-2022	2.300,496	0,887	2.299,609	22-12-2022	2.300,496	(2)	
	14-07-2022	2.300,496	0,877	2.299,619				

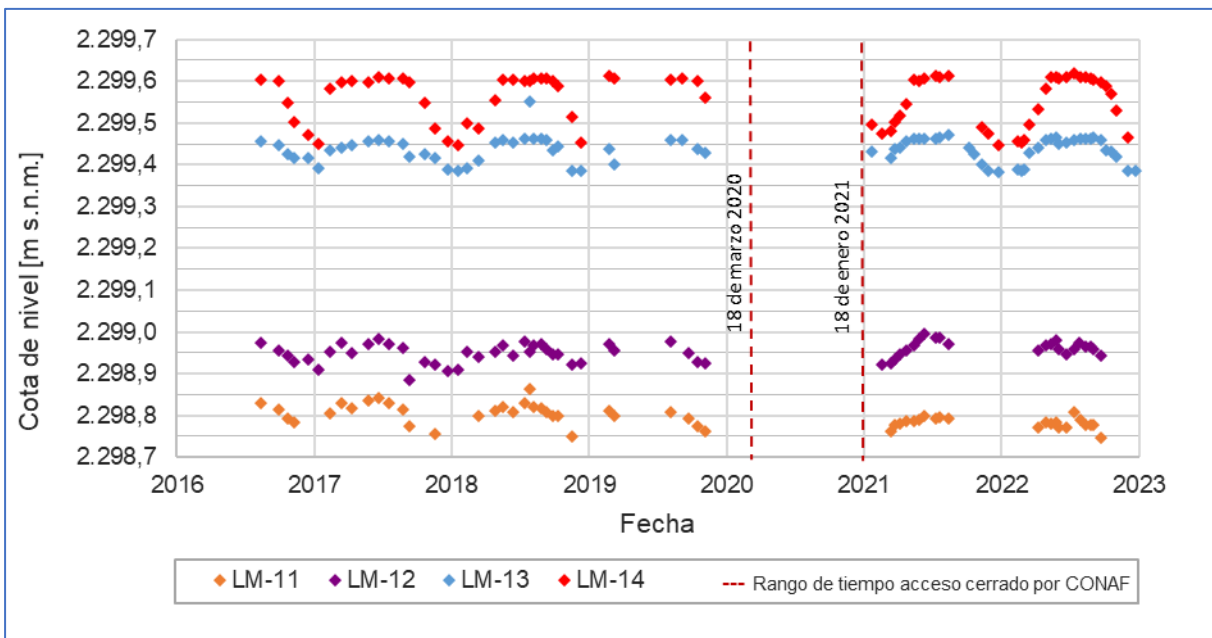
Nota: (1) Acceso restringido por parte de CONAF, dada la época de reproducción de flamencos. (2) Punto seco. (3) No se realiza, acceso restringido por paro nacional de CONAF.

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de la Figura 5-56 se observa que los niveles limnimétricos en los puntos LM-12, LM-13 y LM-14 se mantienen en general estables entre los años 2016-2022, y el punto LM-11, muestra descenso acumulado en los niveles para el periodo (2016-2022) del orden de 7 cm calculado entre septiembre 2016 y septiembre 2022.

Además, en la Figura 5-56, se observa que los puntos de control LM-11 y LM-12, ubicados en el sistema lagunar Soncor, presentan un comportamiento sincrónico con variaciones estacionales (estaciones frías y cálidas) y un nivel en torno a los 2.298,78 m s.n.m. (LM-11) y en torno a 2.298,97 m s.n.m. (LM-12), para todo el periodo (2016-2022). La amplitud entre cotas máxima y mínima calculadas para el año 2022, es del orden de 0,038 m (en LM-12), menor a lo observado el año 2021 (0,071 m). Del mismo modo, los puntos de control LM-13 y LM-14 (ver Figura 5-56), ubicados en el sistema lagunar Aguas de Quelana, presentan un comportamiento sincrónico, con variaciones estacionales de mayor amplitud en LM-14 y un comportamiento estabilizado para todo el periodo (2016-2022), oscilando en torno a los 2.299,45 m s.n.m. y los 2.299,53 m s.n.m., respectivamente. Las amplitudes entre las cotas máximas y mínimas, calculadas para el año 2022, son del orden de 0,081 m (en LM-13), y del orden de 0,165 m (en LM-14), similares a las calculadas para el año 2021.

Figura 5-56 Evolución histórica de nivel limnimétrico, sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

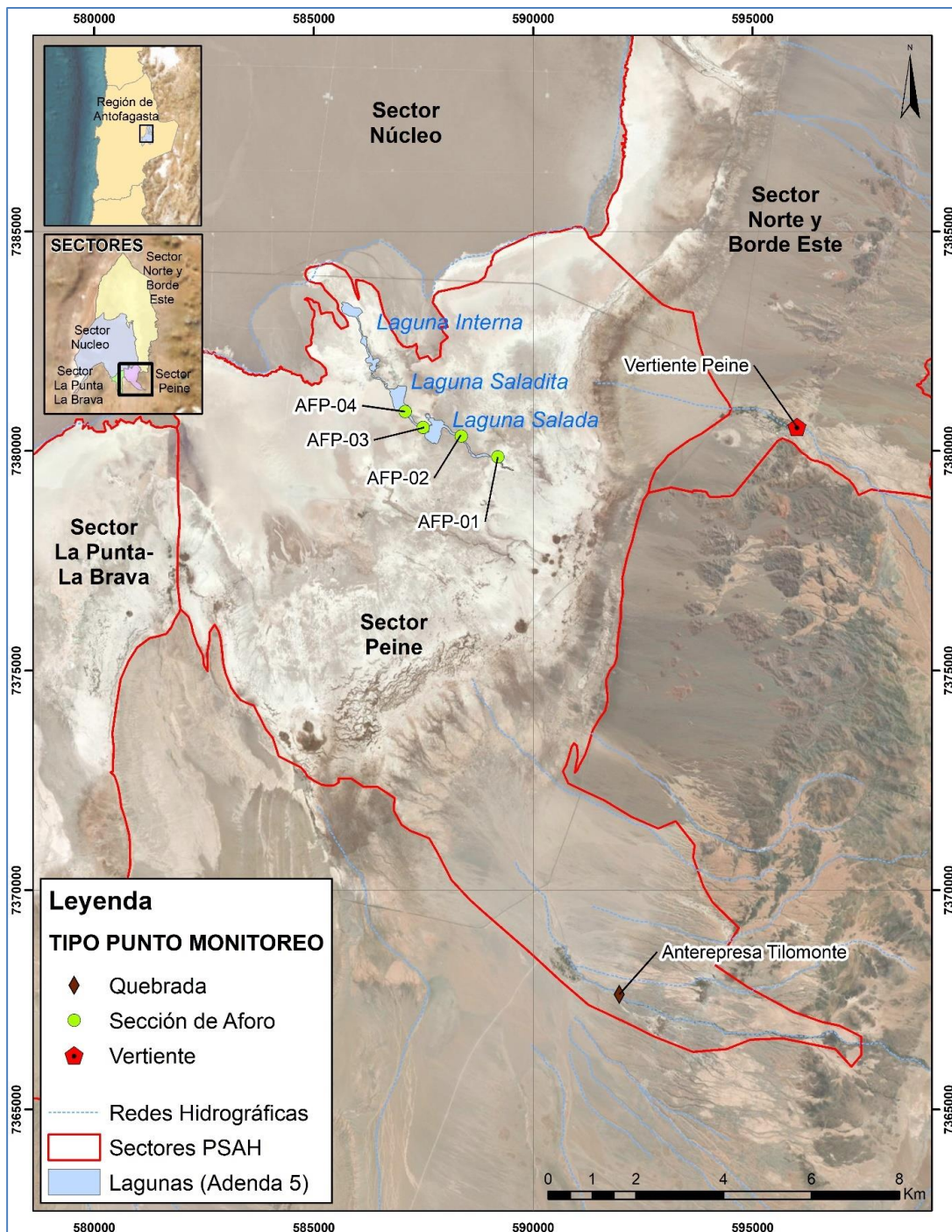
5.5 Caudales Superficiales

En el presente subcapítulo, se muestran los resultados de medición de caudales de la red de monitoreo comprometida en el PSAH, conformada por 6 puntos de aforo, todos localizados en el sector Peine. La distribución de los puntos se muestra en el mapa de la Figura 5 57.

En la Tabla 5-19, se muestra el resumen de información de las mediciones por punto de aforo.

Los puntos AFP-01, AFP-02, AFP-03 y AFP-04, se encuentran ubicados en el Sistema Lagunar Peine, formado por las lagunas Salada, Saladita e Interna; y los puntos Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine, los cuales corresponden a vertientes cuyos flujos provienen de las zonas cordilleranas. Se debe mencionar que el punto “Vertiente Peine”, corresponde al punto AFP-00 de la Adenda 5 del EIA del Proyecto.

Figura 5-57 Ubicación Puntos de Sección de Aforo PSAH



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-19 Resumen información puntos de medición de caudal de escorrentía superficial

Punto	Ubicación - Descripción	Periodo de registro	
		Primer	Último
AFP-01	Sistema Lagunar Peine - Vertiente	Septiembre 2014	Octubre 2022 ⁽¹⁾
AFP-02	Sistema Lagunar Peine - Vertiente	Septiembre 2014	Octubre 2022 ⁽¹⁾
AFP-03	Sistema Lagunar Peine - Vertiente	Septiembre 2014	Octubre 2022 ⁽¹⁾
AFP-04	Sistema Lagunar Peine - Vertiente	Septiembre 2014	Octubre 2022 ⁽¹⁾
Antrepresa Tilomonte	Quebrada	Septiembre 2014	Diciembre 2022
Vertiente Peine (AFP-00)	Vertiente	Septiembre 2014	Diciembre 2022

Nota: (1) Último dato medido en octubre 2022, dado que en diciembre 2022 no se pudo por la restricción de ingreso establecido por la comunidad de Peine con motivo de la época de reproducción de flamencos (correo 13 de octubre 2022, Anexo L).
 Fuente: Elaboración Propia

Los valores de los caudales aforados durante las campañas del año 2022 en los puntos comprometidos se presentan en la Tabla 5-20. Durante el primer trimestre del año 2022 no se realizó la medición de caudal en el punto AFP-02, debido a restricciones de ingreso establecidas por la comunidad de Peine debido a la época de reproducción de flamencos (acta de terreno 02 de marzo 2022, Anexo L). Durante el último trimestre se reportan los caudales medidos en octubre de 2022 en los puntos AFP-01, AFP-02, AFP-03 y AFP-04 (última fecha con medición) debido a la restricción de ingreso al sistema lagunar Peine durante el mes de diciembre (correo 13 de octubre 2022, Anexo L).

Tabla 5-20 Resultados campañas de aforo año 2022

Punto	Caudal (l/s)				
	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	
	mar-22	jun-22	sept-22	oct-22	dic-22
AFP-01	47,01	47,89	52,05	59,34	(1)
AFP-02	(1)	50,39	49,52	41,90	(1)
AFP-03	36,38	54,47	33,01	34,83	(1)
AFP-04	22,75	48,71	33,03	30,73	(1)
Antrepresa Tilomonte	41,61	48,08	44,31	(2)	39,96
Vertiente Peine	7,28	6,64	9,92	(2)	8,46

Notas: (1) En diciembre 2022 no se realiza aforo, dada la restricción de ingreso establecidas por la comunidad de Peine, debido a la época de reproducción de flamencos (correo 13 de octubre 2022, Anexo L). En consecuencia, a lo mencionado se considera la medida de octubre 2022 como dato del trimestre 4 de 2022. (2) Medida del trimestre 4 corresponde a la de diciembre de 2022.
 Fuente: Elaboración propia

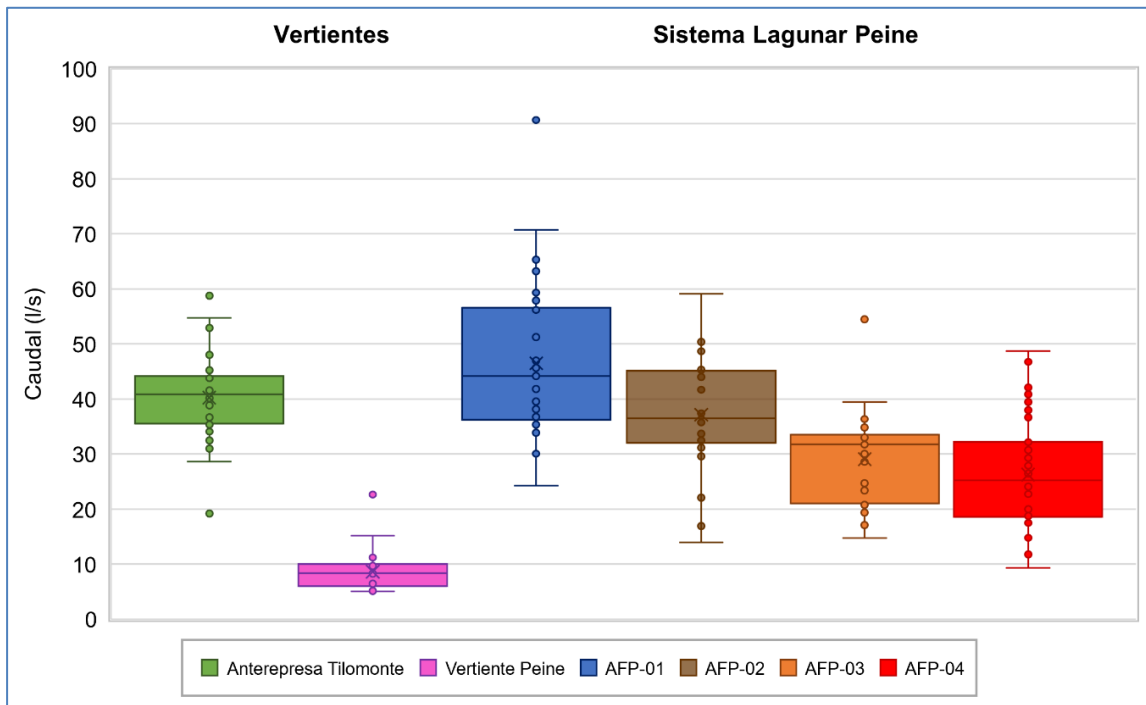
En la Figura 5-58 se muestra la distribución de los caudales históricos desde el año 2014 a diciembre 2022, en cada uno de los puntos de medición mediante gráficos de caja y bigote. En estos se representan los percentiles 25% y 75% a través de los límites inferiores y superiores de la caja, mientras que los extremos de los bigotes representan el percentil 25

menos 1,5 veces el rango intercuartil y el percentil 75 más 1,5 veces el rango intercuartil para la estación. De manera complementaria se muestran los estadígrafos determinados para cada uno de los puntos de monitoreo para el período 2014 a 2022 en la Tabla 5-21.

Dentro del registro histórico de Anterepresa Tilomonte el dato de octubre de 2015 se considera como anómalo, no se consideró en los cálculos estadísticos Anterepresa Tilomonte, el que corresponde a 0,8 l/s en octubre de 2015. Este dato se considera anómalo para la distribución de caudales en el período de registro, por lo que se quitó de la serie de datos utilizados para determinar los estadígrafos, pero se mantuvo en el gráfico para evidenciar su existencia. Se observan mayores caudales en la quebrada asociada a la Anterepresa Tilomonte (mediana 40,88 l/s) que en la Vertiente Peine (mediana 8,41 l/s).

A partir de la Figura 5-58 se puede observar la evolución espacial de los caudales aforados en el Sistema Lagunar Peine, donde la numeración de los puntos de monitoreo es creciente en sentido aguas abajo, se puede observar una disminución de caudal en dirección aguas abajo del sistema lagunar, observándose los mayores caudales en el punto AFP-01, con una mediana de 44,20 l/s, y los menores en la estación de aforo AFP-04, con una mediana de 25,27 l/s.

Figura 5-58 Diagramas de Cajas y Bigotes Caudales Aforados



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-21 Estadígrafos por punto de monitoreo de caudal

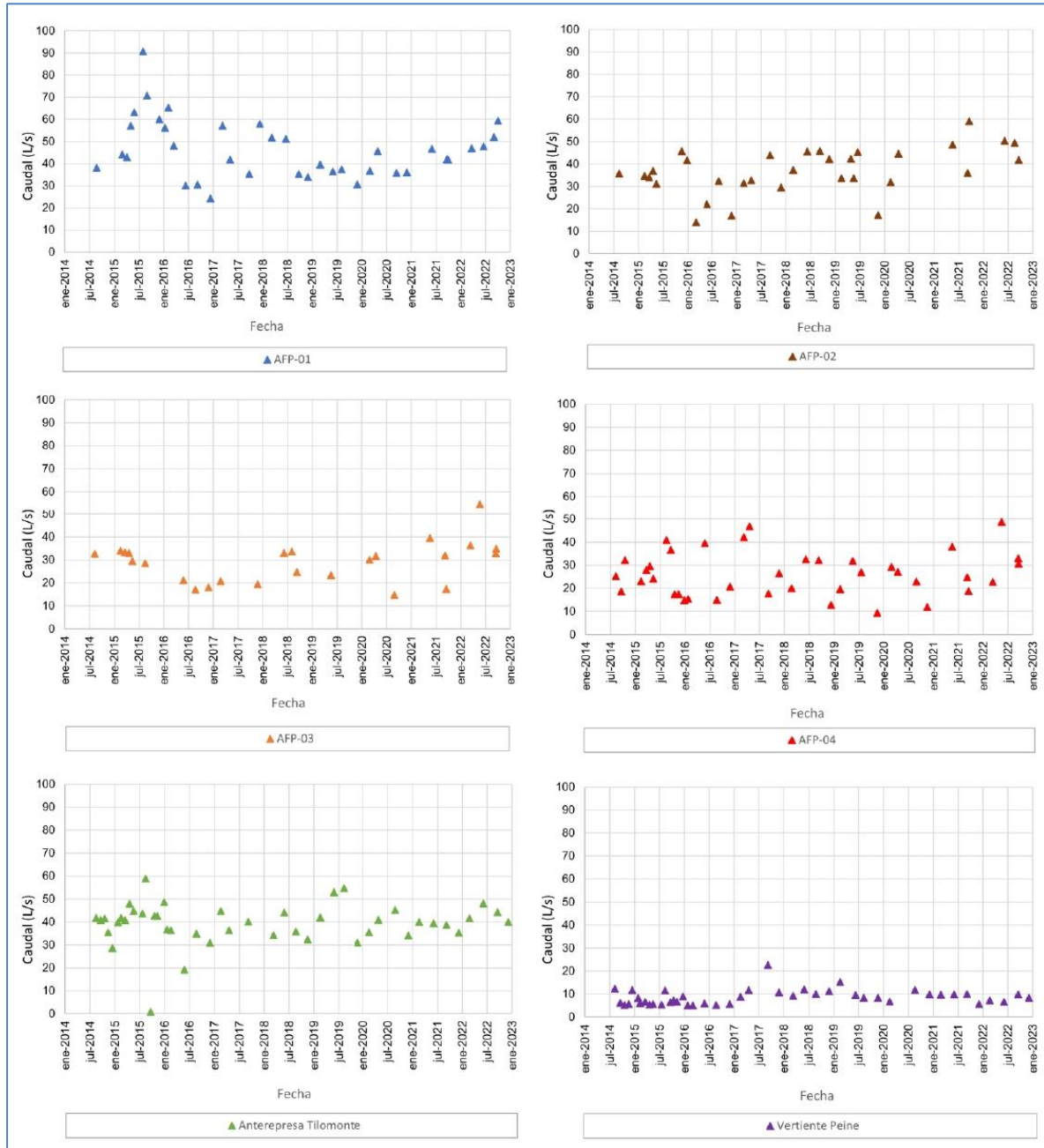
Punto de Monitoreo	Antepresa Tilomonte	Vertiente Peine	AFP-01	AFP-02	AFP-03	AFP-04
N° Datos	43	44	37	32	25	39
Mínimo	19,24	5,10	24,28	13,99	14,74	9,38
P25	35,74	6,01	36,45	32,35	21,24	18,70
Promedio	40,26	8,66	46,52	37,16	29,08	26,29
Mediana	40,88	8,41	44,20	36,54	31,75	25,27
P75	43,98	10,08	56,20	44,81	33,40	32,20
Máximo	58,80	22,65	90,70	59,11	54,47	48,71
RIC(1)	8,24	4,06	19,75	12,46	12,16	13,50
Desviación Estándar	7,04	3,32	13,37	10,21	8,81	9,72

Notas: 1. Rango Inter Cuartil: corresponde a la diferencia entre el tercer y el primer cuartil (P75-P25).
 Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5-59 se muestra la evolución temporal (2014 a 2022) de los caudales aforados en cada punto de monitoreo. En general, los caudales aforados durante el año 2022 se mantienen dentro de lo observado entre los años 2019 y 2021, no obstante, se observa un aumento de los valores máximos en AFP-03 y AFP-04 y un aumento en los valores de la mediana en comparación a lo calculado para el año 2021, lo anterior reportado en el informe anual PSAH N°6 (ALBEMARLE-VAI, 2022). Por otro lado, los valores mínimos no varían con respecto a los calculas en el año 2021 (ALBEMARLE-VAI, 2022), es decir, que los caudales aforados en el 2022 no son menores a los del registro histórico (2014-2021). El detalle de las mediciones de los caudales de aforo se encuentra en el Anexo E-1 del presente informe, mientras que los datos considerados anómalos se registran en el Anexo E-2.

Durante el año 2022 se observan caudales entre 45 l/s y 60 l/s en el punto AFP-01, en los tres primeros trimestres. Estas mediciones se encontrarían dentro de los registros históricos, dónde los caudales registrados el año 2022 son cercanos a la mediana histórica para la estación de monitoreo (44,20 l/s). Durante el último trimestre se observa un alza en los caudales con respecto al trimestre anterior de 7,29 l/s.

Figura 5-59 Variación temporal de caudales superficiales Aforados



Fuente: Elaboración propia

En el punto AFP-02 los caudales se mantienen cercanos a los observado durante los cuatro años anteriores, siendo levemente mayores (sobre 40 l/s) a los registrados durante los años 2016 a 2019 (mediana de 36,54 l/s).

De la misma manera que el caso anterior, el punto AFP-03 registra un nuevo máximo durante junio de 2022 (54,47 l/s), el que es aproximadamente 15 l/s mayor que el máximo anterior

(junio de 2021). El resto de las mediciones del año se encuentran dentro de la variación histórica.

La estación AFP-04, el punto más distal del Sistema Lagunar Peine, durante el año 2022 registra caudales dentro la variabilidad histórica. Los caudales medidos durante el 2022 son en general, levemente mayores a los registrados entre el año 2019 y 2021.

Los puntos de aforo cordilleranos muestran variación dentro del año, pero con caudales medidos durante el año 2022 dentro de su rango histórico. La estación Anterepresa Tilomonte muestra un aumento de caudales con respecto al último trimestre del año 2021 durante el primer cuarto de 2022. Posteriormente los caudales disminuyen levemente hasta finales de 2022 como ha sido observado en años anteriores. Por otra parte, durante 2022 la Vertiente Peine presenta caudales dentro de lo observado entre los años 2018 a 2021 con valores cercanos a la mediana histórica (8,41 l/s).

En general, los datos de las campañas de monitoreo del año 2022 muestran valores dentro del rango histórico, manteniéndose dentro de la variabilidad natural y estacional de cada punto de medición, con valores menores durante los meses de verano, el caudal medido en el punto AFP-03 registra un nuevo máximo histórico durante junio de 2022.

5.6 Nivel freático en salmuera y agua dulce-salobre

En el presente subcapítulo se exhiben los resultados de las mediciones de nivel freático en salmuera y agua dulce-salobre. En total, se cuenta con 124 puntos de monitoreo asociados a esta variable, distribuidos en cuatro sectores, estos son:

- La Punta - La Brava;
- Peine;
- Norte - Borde Este; y
- Núcleo.

En la Figura 5-60 se muestran los 124 puntos de monitoreo de nivel freático, agrupados según sector, e incluye el periodo de registro. Los resultados de las mediciones se presentan en metros sobre el nivel de mar (m s.n.m.) calculados a partir de la profundidad medida desde la cota collar hasta el nivel de agua y/o salmuera, y su cota topográfica equivalente. La base de datos histórica con las mediciones de nivel freático se incluye en el Anexo F.

El análisis de los resultados de la variable de nivel freático se realiza, de acuerdo con la RCA 21/2016, en base a los datos levantados con frecuencia mensual durante la operación normal del proyecto, y quincenal durante activaciones de Plan de Alerta Temprana (PAT) (ver sección 5.10). En particular, durante el año 2022 la frecuencia de monitoreo del nivel freático en

salmuera y agua dulce/salobre, se vio aumentada los meses de febrero, marzo y abril 2022, asociado a la activación del PAT en el sector de Alerta Acuífero en Fase Única entre el 31 de enero y 30 de julio del 2022.

Es importante señalar que, durante el año 2022, se presentaron dos eventos de precipitaciones en el salar. De acuerdo con los registros de la estación meteorológica ubicada en Planta Salar (EM – Rockwood), el primero ocurrió durante los días 15 y 16 de marzo (con 0,8 y 2,7 mm, respectivamente) y el segundo, el 5 de junio (con 0,4 mm), registrando un total de 3,9 mm en el año. Al igual que el año 2021 anterior, destaca la ausencia de eventos precipitación intensa, que en años previos superan los 9 mm y que inciden en los aumentos relativamente instantáneos de los niveles freáticos del acuífero y del núcleo.

5.6.1 Sector La Punta – La Brava

En el sector La Punta-La Brava la red de monitoreo se compone de 39 puntos, los que se listan según se aprecia en la Tabla 5-22 detallando el periodo registro histórico de mediciones de cada punto de monitoreo. De los 39 puntos mencionados, 20 son piezómetros someros, 17 multipiezómetros y además 2 corresponden a expresiones superficiales del nivel freático, en los puntos vertiente Tilopozo y Pozo Zanja Tucúcaro.

Los puntos de monitoreo se han clasificado según su distribución espacial en 5 zonas:

- Norte Lagunas;
- Centro Lagunas;
- Sur Lagunas;
- Este Lagunas; y
- Borde Sur.

La ubicación de los puntos se exhibe en el mapa de la Figura 5-60, y los resultados de las mediciones de nivel durante el año 2022 se muestran en la Tabla 5-23

Tabla 5-22 Puntos de monitoreo para nivel piezométrico, por sector

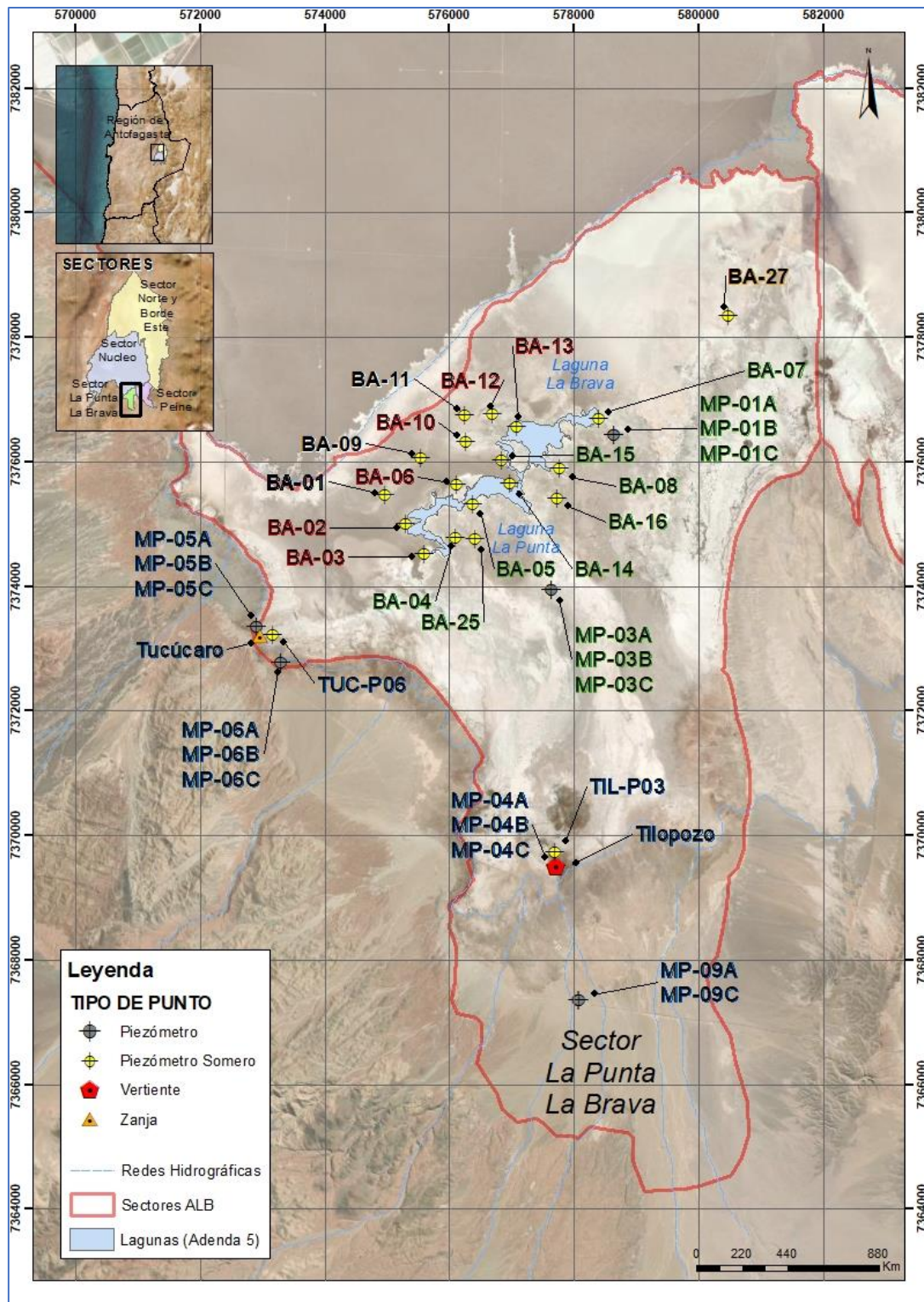
Zona	Punto de monitoreo	Periodo de Registro	
		Fecha inicio	Fecha final
Borde Sur	MP-04A	22-10-2013	28-12-2022
	MP-04B	14-01-2014	28-12-2022
	MP-04C	22-10-2013	28-12-2022
	MP-05A	22-10-2013	17-12-2022
	MP-05B	25-10-2013	17-12-2022
	MP-05C	22-10-2013	17-12-2022
	MP-06A	22-10-2013	17-12-2022

Tabla 5-22 Puntos de monitoreo para nivel piezométrico, por sector

Zona	Punto de monitoreo	Periodo de Registro	
		Fecha inicio	Fecha final
	MP-06B	25-10-2013	17-12-2022
	MP-06C	22-10-2013	17-12-2022
	MP-09A	12-07-2016	28-12-2022
	MP-09C	12-07-2016	28-12-2022
	Tilopozo	28-01-2001	29-12-2022
	TIL-P03	14-07-2015	29-12-2022
	TUC-P06	10-06-2015	17-12-2022
	Tucúcaro	28-01-2001	29-12-2022
Este de las lagunas	BA-27	07-06-2015	20-12-2022
Norte de las lagunas	BA-01	07-09-2013	11-12-2022
	BA-09	20-10-2013	11-12-2022
	BA-11	19-08-2013	11-12-2022
Centro de las lagunas	BA-02	19-08-2013	11-12-2022
	BA-03	18-08-2013	11-12-2022
	BA-06	17-05-2013	10-12-2022
	BA-10	07-09-2013	11-12-2022
	BA-12	19-08-2013	11-12-2022
	BA-13	19-08-2013	11-12-2022
Sur de las lagunas	BA-04	22-06-2013	10-12-2022
	BA-05	17-05-2013	30-12-2022
	BA-07	17-05-2013	30-12-2022
	BA-08	17-05-2013	05-12-2022
	BA-14	21-06-2013	05-12-2022
	BA-15	21-06-2013	05-12-2022
	BA-16	17-05-2013	30-12-2022
	BA-25	18-08-2013	10-12-2022
	MP-01A	22-10-2013	05-12-2022
	MP-01B	25-10-2013	05-12-2022
	MP-01C	22-10-2013	05-12-2022
	MP-03A	22-10-2013	10-12-2022
	MP-03B	25-10-2013	10-12-2022
MP-03C	22-10-2013	10-12-2022	

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-60 Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del sector La Punta-La Brava.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto monitoreo	de	Cota Collar	Fecha medición	de	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha medición	de	Prof. medida	Cota de nivel
		[m.s.n.m.]			[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]			[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
BA-01		2.300,92	08-ene-22		1,77	2.299,15	17-jun-22		1,805	2.299,12
			03-feb-22		1,791	2.299,13	09-jul-22		1,789	2.299,14
			20-feb-22		1,8	2.299,12	09-ago-22		1,761	2.299,16
			05-mar-22		1,807	2.299,12	14-sept-22		1,736	2.299,19
			29-mar-22		1,817	2.299,11	09-oct-22		1,75	2.299,17
			08-abr-22		1,818	2.299,11	09-nov-22		1,766	2.299,16
			20-abr-22		1,819	2.299,11	11-dic-22		1,787	2.299,14
			16-may-22		1,819	2.299,11				
BA-02		2.301,37	08-ene-22		1,816	2.299,55	14-jun-22		1,749	2.299,62
			03-feb-22		1,848	2.299,52	09-jul-22		1,672	2.299,70
			20-feb-22		1,861	2.299,51	09-ago-22		1,589	2.299,78
			05-mar-22		1,867	2.299,50	14-sept-22		1,595	2.299,77
			29-mar-22		1,868	2.299,50	09-oct-22		1,657	2.299,71
			08-abr-22		1,865	2.299,50	30-nov-22		1,712	2.299,66
			20-abr-22		1,859	2.299,51	11-dic-22		1,772	2.299,60
			16-may-22		1,821	2.299,55				
BA-03		2.301,46	08-ene-22		1,69	2.299,77	14-jun-22		1,54	2.299,92
			03-feb-22		1,712	2.299,75	09-jul-22		1,496	2.299,96
			20-feb-22		1,717	2.299,74	09-ago-22		1,479	2.299,98
			05-mar-22		1,72	2.299,74	14-sept-22		1,493	2.299,96
			29-mar-22		1,701	2.299,76	09-oct-22		1,538	2.299,92

Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto monitoreo	de	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida [m.b.n.s.]	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida [m.b.n.s.]	Cota de nivel
		[m.s.n.m.]			[m.s.n.m.]			[m.s.n.m.]
			08-abr-22	1,694	2.299,76	09-nov-22	1,589	2.299,87
			20-abr-22	1,684	2.299,77	11-dic-22	1,644	2.299,81
			16-may-22	1,622	2.299,84			
BA-04	2.301,35		06-ene-22	1,164	2.300,18	14-jun-22	1,078	2.300,27
			07-feb-22	1,165	2.300,18	01-jul-22	1,071	2.300,28
			17-feb-22	1,164	2.300,18	24-ago-22	1,081	2.300,27
			05-mar-22	1,161	2.300,19	13-sept-22	1,1	2.300,25
			22-mar-22	1,142	2.300,20	01-oct-22	1,111	2.300,24
			03-abr-22	1,141	2.300,21	04-nov-22	1,131	2.300,22
			18-abr-22	1,129	2.300,22	10-dic-22	1,152	2.300,19
			01-may-22	1,113	2.300,23			
BA-05	2.301,09		31-ene-22	0,985	2.300,10	30-jun-22	0,882	2.300,20
			15-feb-22	0,985	2.300,10	15-jul-22	0,895	2.300,19
			28-feb-22	0,984	2.300,10	30-jul-22	0,883	2.300,20
			14-mar-22	0,966	2.300,12	12-ago-22	0,888	2.300,20
			29-mar-22	0,946	2.300,14	26-sept-22	0,916	2.300,17
			14-abr-22	0,935	2.300,15	14-oct-22	0,916	2.300,17
			30-abr-22	0,916	2.300,17	30-nov-22	0,955	2.300,13
			30-may-22	0,903	2.300,18	30-dic-22	0,97	2.300,12
			15-jun-22	0,892	2.300,19			

Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto monitoreo	de	Cota Collar	Fecha medición	de	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha medición	de	Prof. medida	Cota de nivel
		[m.s.n.m.]			[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]			[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
BA-06		2.301,41	06-ene-22		1,699	2.299,71	13-jun-22		1,447	2.299,96
			07-feb-22		1,719	2.299,69	01-jul-22		1,433	2.299,97
			17-feb-22		1,725	2.299,68	24-ago-22		1,421	2.299,98
			05-mar-22		1,73	2.299,68	26-sept-22		1,455	2.299,95
			22-mar-22		1,709	2.299,70	01-oct-22		1,47	2.299,94
			03-abr-22		1,7	2.299,71	04-nov-22		1,571	2.299,83
			18-abr-22		1,681	2.299,72	10-dic-22		1,654	2.299,75
			01-may-22		1,645	2.299,76				
BA-07		2.300,88	31-ene-22		0,966	2.299,92	30-jun-22		0,857	2.300,02
			15-feb-22		0,964	2.299,92	15-jul-22		0,863	2.300,02
			28-feb-22		0,956	2.299,93	30-jul-22		0,857	2.300,02
			14-mar-22		0,946	2.299,94	12-ago-22		0,86	2.300,02
			29-mar-22		0,93	2.299,95	26-sept-22		0,891	2.299,99
			14-abr-22		0,927	2.299,95	14-oct-22		0,901	2.299,98
			30-abr-22		0,91	2.299,97	30-nov-22		0,944	2.299,94
			30-may-22		0,883	2.300,00	30-dic-22		0,958	2.299,92
			15-jun-22		0,867	2.300,01				
BA-08		2.301,15	03-ene-22		0,828	2.300,32	05-jun-22		0,726	2.300,42
			15-feb-22		0,826	2.300,32	04-jul-22		0,712	2.300,44
			26-feb-22		0,821	2.300,33	06-ago-22		0,716	2.300,43
			04-mar-22		0,818	2.300,33	05-sept-22		0,73	2.300,42

Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto monitoreo	de	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida [m.b.n.s.]	Cota de nivel [m.s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida [m.b.n.s.]	Cota de nivel [m.s.n.m.]
		[m.s.n.m.]						
			18-mar-22	0,786	2.300,36	03-oct-22	0,756	2.300,39
			14-abr-22	0,775	2.300,37	06-nov-22	0,788	2.300,36
			24-abr-22	0,76	2.300,39	05-dic-22	0,804	2.300,35
			15-may-22	0,739	2.300,41			
BA-09		2.300,79	08-ene-22	1,676	2.299,11	14-jun-22	1,712	2.299,08
			03-feb-22	1,701	2.299,09	09-jul-22	1,689	2.299,10
			20-feb-22	1,71	2.299,08	09-ago-22	1,665	2.299,12
			05-mar-22	1,718	2.299,07	14-sept-22	1,631	2.299,16
			29-mar-22	1,731	2.299,06	09-oct-22	1,643	2.299,14
			08-abr-22	1,734	2.299,05	09-nov-22	1,663	2.299,12
			20-abr-22	1,734	2.299,05	11-dic-22	1,688	2.299,10
			16-may-22	1,733	2.299,05			
BA-10		2.300,79	08-ene-22	1,439	2.299,35	14-jun-22	1,386	2.299,41
			03-feb-22	1,465	2.299,33	09-jul-22	1,323	2.299,47
			20-feb-22	1,473	2.299,32	09-ago-22	1,276	2.299,52
			05-mar-22	1,478	2.299,31	14-sept-22	1,278	2.299,51
			29-mar-22	1,484	2.299,31	09-oct-22	1,316	2.299,48
			08-abr-22	1,481	2.299,31	09-nov-22	1,367	2.299,42
			20-abr-22	1,476	2.299,32	11-dic-22	1,418	2.299,37
			16-may-22	1,45	2.299,34			

Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto monitoreo	de	Cota Collar	Fecha medición	de	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha medición	de	Prof. medida	Cota de nivel
		[m.s.n.m.]			[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]			[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
BA-11		2.300,93	08-ene-22		1,934	2.298,99	14-jun-22		1,947	2.298,98
			03-feb-22		1,953	2.298,98	09-jul-22		1,918	2.299,01
			20-feb-22		1,962	2.298,97	09-ago-22		1,886	2.299,04
			05-mar-22		1,964	2.298,96	14-sept-22		1,894	2.299,03
			29-mar-22		1,972	2.298,96	09-oct-22		1,921	2.299,01
			08-abr-22		1,97	2.298,96	09-nov-22		1,947	2.298,98
			20-abr-22		1,967	2.298,96	11-dic-22		1,973	2.298,96
			16-may-22		1,963	2.298,97				
BA-12		2.301,00	08-ene-22		1,741	2.299,26	14-jun-22		1,638	2.299,36
			03-feb-22		1,775	2.299,22	09-jul-22		1,502	2.299,50
			20-feb-22		1,772	2.299,23	09-ago-22		1,49	2.299,51
			05-mar-22		1,775	2.299,22	14-sept-22		1,554	2.299,45
			29-mar-22		1,766	2.299,23	09-oct-22		1,632	2.299,37
			08-abr-22		1,76	2.299,24	09-nov-22		1,689	2.299,31
			20-abr-22		1,752	2.299,25	11-dic-22		1,742	2.299,26
			16-may-22		1,72	2.299,28				
BA-13		2.301,08	08-ene-22		1,501	2.299,58	14-jun-22		1,255	2.299,83
			03-feb-22		1,522	2.299,56	09-jul-22		1,235	2.299,85
			20-feb-22		1,524	2.299,56	09-ago-22		1,251	2.299,83
			05-mar-22		1,517	2.299,57	14-sept-22		1,302	2.299,78
			29-mar-22		1,466	2.299,62	09-oct-22		1,361	2.299,72

Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto monitoreo	de	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida [m.b.n.s.]	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida [m.b.n.s.]	Cota de nivel
		[m.s.n.m.]			[m.s.n.m.]			[m.s.n.m.]
			08-abr-22	1,453	2.299,63	09-nov-22	1,424	2.299,66
			20-abr-22	1,431	2.299,65	11-dic-22	1,489	2.299,60
			16-may-22	1,344	2.299,74			
BA-14	2.301,38		03-ene-22	1,489	2.299,89	05-jun-22	1,355	2.300,02
			15-feb-22	1,503	2.299,87	04-jul-22	1,336	2.300,04
			26-feb-22	1,501	2.299,87	06-ago-22	1,335	2.300,04
			04-mar-22	1,501	2.299,87	05-sept-22	1,34	2.300,04
			18-mar-22	1,473	2.299,90	03-oct-22	1,369	2.300,01
			14-abr-22	1,441	2.299,93	06-nov-22	1,417	2.299,96
			24-abr-22	1,421	2.299,95	05-dic-22	1,461	2.299,91
			15-may-22	1,37	2.300,01			
BA-15	2.301,13		03-ene-22	1,216	2.299,92	05-jun-22	1,137	2.300,00
			15-feb-22	1,228	2.299,90	04-jul-22	1,113	2.300,02
			26-feb-22	1,225	2.299,91	06-ago-22	1,111	2.300,02
			04-mar-22	1,223	2.299,91	05-sept-22	1,123	2.300,01
			18-mar-22	1,202	2.299,93	03-oct-22	1,149	2.299,98
			14-abr-22	1,17	2.299,96	06-nov-22	1,161	2.299,97
			24-abr-22	1,155	2.299,98	05-dic-22	1,193	2.299,94
			15-may-22	1,141	2.299,99			
BA-16	2.301,78		31-ene-22	0,96	2.300,82	30-jun-22	0,885	2.300,89

Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto monitoreo	de	Cota Collar	Fecha medición	de	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha medición	de	Prof. medida	Cota de nivel
		[m.s.n.m.]			[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]			[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
			15-feb-22		0,956	2.300,82	15-jul-22		0,895	2.300,88
			28-feb-22		0,954	2.300,82	30-jul-22		0,888	2.300,89
			14-mar-22		0,946	2.300,83	12-ago-22		0,89	2.300,89
			29-mar-22		0,936	2.300,84	26-sept-22		0,913	2.300,86
			14-abr-22		0,933	2.300,84	14-oct-22		0,914	2.300,86
			30-abr-22		0,919	2.300,86	30-nov-22		0,943	2.300,83
			30-may-22		0,902	2.300,88	30-dic-22		0,945	2.300,83
			15-jun-22		0,891	2.300,89				
BA-25		2.301,47	06-ene-22		1,201	2.300,27	14-jun-22		1,175	2.300,30
			07-feb-22		1,203	2.300,27	01-jul-22		1,174	2.300,30
			17-feb-22		1,197	2.300,28	24-ago-22		1,177	2.300,30
			05-mar-22		1,199	2.300,27	13-sept-22		1,182	2.300,29
			22-mar-22		1,193	2.300,28	01-oct-22		1,183	2.300,29
			03-abr-22		1,193	2.300,28	04-nov-22		1,19	2.300,28
			18-abr-22		1,189	2.300,28	10-dic-22		1,197	2.300,28
			01-may-22		1,184	2.300,29				
BA-27		2.301,48	17-ene-22		1,303	2.300,17	17-jun-22		1,336	2.300,14
			09-feb-22		1,316	2.300,16	20-jul-22		1,299	2.300,18
			26-feb-22		1,327	2.300,15	27-ago-22		1,273	2.300,20
			09-mar-22		1,33	2.300,15	17-sept-22		1,267	2.300,21
			29-mar-22		1,334	2.300,14	22-oct-22		1,291	2.300,18

Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto monitoreo	de	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida [m.b.n.s.]	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida [m.b.n.s.]	Cota de nivel
		[m.s.n.m.]			[m.s.n.m.]			[m.s.n.m.]
			08-abr-22	1,337	2.300,14	27-nov-22	1,307	2.300,17
			24-abr-22	1,339	2.300,14	20-dic-22	1,323	2.300,15
			28-may-22	1,343	2.300,13			
MP-01A	2.301,23		03-ene-22	0,521	2.300,71	05-jun-22	0,471	2.300,76
			15-feb-22	0,533	2.300,69	04-jul-22	0,454	2.300,77
			26-feb-22	0,527	2.300,70	29-ago-22	0,447	2.300,78
			04-mar-22	0,524	2.300,70	05-sept-22	0,455	2.300,77
			18-mar-22	0,512	2.300,71	03-oct-22	0,468	2.300,76
			14-abr-22	0,51	2.300,72	06-nov-22	0,485	2.300,74
			24-abr-22	0,498	2.300,73	05-dic-22	0,512	2.300,71
			15-may-22	0,486	2.300,74			
MP-01B	2.301,19		03-ene-22	0,379	2.300,81	05-jun-22	0,334	2.300,86
			15-feb-22	0,371	2.300,82	04-jul-22	0,324	2.300,87
			26-feb-22	0,38	2.300,81	29-ago-22	0,332	2.300,86
			04-mar-22	0,377	2.300,82	05-sept-22	0,332	2.300,86
			18-mar-22	0,366	2.300,83	03-oct-22	0,351	2.300,84
			14-abr-22	0,367	2.300,83	06-nov-22	0,353	2.300,84
			24-abr-22	0,357	2.300,84	05-dic-22	0,372	2.300,82
			15-may-22	0,351	2.300,84			
MP-01C	2.301,23		03-ene-22	0,6	2.300,63	05-jun-22	0,588	2.300,65

Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto monitoreo	de	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida [m.b.n.s.]	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida [m.b.n.s.]	Cota de nivel
		[m.s.n.m.]			[m.s.n.m.]			[m.s.n.m.]
			15-feb-22	0,621	2.300,61	04-jul-22	0,588	2.300,65
			26-feb-22	0,622	2.300,61	29-ago-22	0,583	2.300,65
			04-mar-22	0,622	2.300,61	05-sept-22	0,584	2.300,65
			18-mar-22	0,603	2.300,63	03-oct-22	0,587	2.300,65
			14-abr-22	0,599	2.300,64	06-nov-22	0,589	2.300,65
			24-abr-22	0,595	2.300,64	05-dic-22	0,598	2.300,64
			15-may-22	0,585	2.300,65			
MP-03A	2.302,64		06-ene-22	0,714	2.301,93	14-jun-22	0,605	2.302,04
			07-feb-22	0,727	2.301,92	01-jul-22	0,596	2.302,05
			17-feb-22	0,728	2.301,92	24-ago-22	0,578	2.302,07
			05-mar-22	0,724	2.301,92	13-sept-22	0,59	2.302,05
			22-mar-22	0,7	2.301,94	01-oct-22	0,601	2.302,04
			03-abr-22	0,697	2.301,95	04-nov-22	0,622	2.302,02
			18-abr-22	0,687	2.301,96	10-dic-22	0,663	2.301,98
			01-may-22	0,658	2.301,99			
MP-03B	2.302,63		06-ene-22	0,707	2.301,93	14-jun-22	0,601	2.302,03
			07-feb-22	0,716	2.301,92	01-jul-22	0,591	2.302,04
			17-feb-22	0,719	2.301,92	24-ago-22	0,584	2.302,05
			05-mar-22	0,722	2.301,91	13-sept-22	0,599	2.302,04
			22-mar-22	0,701	2.301,93	01-oct-22	0,609	2.302,03
			03-abr-22	0,696	2.301,94	06-nov-22	0,631	2.302,00

Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto monitoreo	de	Cota Collar	Fecha medición	de	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha medición	de	Prof. medida	Cota de nivel
		[m.s.n.m.]			[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]			[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
			18-abr-22		0,681	2.301,95	10-dic-22		0,674	2.301,96
			01-may-22		0,663	2.301,97				
MP-03C	2.302,64		06-ene-22		0,7	2.301,94	14-jun-22		0,591	2.302,05
			07-feb-22		0,71	2.301,93	01-jul-22		0,579	2.302,07
			17-feb-22		0,709	2.301,94	24-ago-22		0,571	2.302,07
			05-mar-22		0,709	2.301,94	13-sept-22		0,584	2.302,06
			22-mar-22		0,686	2.301,96	01-oct-22		0,594	2.302,05
			03-abr-22		0,685	2.301,96	04-nov-22		0,618	2.302,03
			18-abr-22		0,668	2.301,98	10-dic-22		0,656	2.301,99
			01-may-22		0,646	2.302,00				
MP-04A	2.308,65		15-ene-22		1,025	2.307,62	28-jun-22		0,989	2.307,66
			14-feb-22		1,045	2.307,60	17-jul-22		0,976	2.307,67
			23-feb-22		1,045	2.307,60	20-ago-22		0,97	2.307,68
			15-mar-22		1,046	2.307,60	28-sept-22		0,971	2.307,68
			31-mar-22		1,038	2.307,61	18-oct-22		0,974	2.307,67
			10-abr-22		1,037	2.307,61	20-nov-22		0,991	2.307,66
			26-abr-22		1,031	2.307,62	28-dic-22		1,019	2.307,63
			24-may-22		1	2.307,65				
MP-04B	2.308,53		15-ene-22		5,826	2.302,70	28-jun-22		5,031	2.303,50
			14-feb-22		5,702	2.302,83	17-jul-22		4,014	2.304,52

Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto monitoreo	de	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida [m.b.n.s.]	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida [m.b.n.s.]	Cota de nivel
		[m.s.n.m.]			[m.s.n.m.]			[m.s.n.m.]
			23-feb-22	5,639	2.302,89	20-ago-22	4,263	2.304,27
			15-mar-22	5,594	2.302,94	28-sept-22	3,607	2.304,92
			31-mar-22	5,506	2.303,02	18-oct-22	3,457	2.305,07
			10-abr-22	5,449	2.303,08	20-nov-22	3,601	2.304,93
			26-abr-22	5,363	2.303,17	28-dic-22	3,585	2.304,94
			24-may-22	5,225	2.303,30			
MP-04C		2.308,61	15-ene-22	1,137	2.307,47	28-jun-22	1,101	2.307,51
			14-feb-22	1,137	2.307,47	17-jul-22	1,089	2.307,52
			23-feb-22	1,158	2.307,45	20-ago-22	1,085	2.307,53
			15-mar-22	1,159	2.307,45	28-sept-22	1,094	2.307,52
			31-mar-22	1,156	2.307,46	18-oct-22	1,096	2.307,52
			10-abr-22	1,15	2.307,46	20-nov-22	1,118	2.307,49
			26-abr-22	1,144	2.307,47	28-dic-22	1,147	2.307,46
			24-may-22	1,113	2.307,50			
MP-05A		2.303,24	15-ene-22	1,646	2.301,60	17-jun-22	1,504	2.301,74
			14-feb-22	1,665	2.301,58	18-jul-22	1,478	2.301,76
			23-feb-22	1,663	2.301,58	21-ago-22	1,459	2.301,78
			15-mar-22	1,654	2.301,59	17-sept-22	1,412	2.301,83
			31-mar-22	1,646	2.301,60	18-oct-22	1,449	2.301,79
			10-abr-22	1,626	2.301,62	21-nov-22	1,543	2.301,70
			26-abr-22	1,608	2.301,63	17-dic-22	1,605	2.301,64

Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto monitoreo	de	Cota Collar	Fecha medición	de	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha medición	de	Prof. medida	Cota de nivel
		[m.s.n.m.]			[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]			[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
			21-may-22		1,551	2.301,69				
MP-05B	2.303,24	15-ene-22	3,802	2.299,44	17-jun-22	3,853	2.299,38			
		14-feb-22	3,821	2.299,42	18-jul-22	3,85	2.299,39			
		23-feb-22	3,825	2.299,41	21-ago-22	3,85	2.299,39			
		15-mar-22	3,844	2.299,39	17-sept-22	3,851	2.299,39			
		31-mar-22	3,85	2.299,39	18-oct-22	3,855	2.299,38			
		10-abr-22	3,847	2.299,39	21-nov-22	3,896	2.299,34			
		26-abr-22	3,848	2.299,39	17-dic-22	3,904	2.299,33			
		21-may-22	3,861	2.299,38						
MP-05C	2.303,22	15-ene-22	1,262	2.301,96	17-jun-22	1,138	2.302,08			
		14-feb-22	1,306	2.301,91	18-jul-22	1,13	2.302,09			
		23-feb-22	1,261	2.301,96	21-ago-22	1,115	2.302,10			
		15-mar-22	1,279	2.301,94	17-sept-22	1,131	2.302,09			
		31-mar-22	1,269	2.301,95	18-oct-22	1,176	2.302,04			
		10-abr-22	1,244	2.301,98	21-nov-22	1,283	2.301,94			
		26-abr-22	1,247	2.301,97	17-dic-22	1,327	2.301,89			
		21-may-22	1,182	2.302,04						
MP-06A	2.305,26	15-ene-22	1,547	2.303,71	17-jun-22	1,519	2.303,74			
		14-feb-22	1,578	2.303,68	18-jul-22	1,511	2.303,75			
		23-feb-22	1,574	2.303,68	21-ago-22	1,517	2.303,74			

Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto monitoreo	de	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
		[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
			15-mar-22	1,575	2.303,68	17-sept-22	1,504	2.303,75
			31-mar-22	1,561	2.303,70	18-oct-22	1,512	2.303,74
			10-abr-22	1,556	2.303,70	21-nov-22	1,531	2.303,73
			26-abr-22	1,55	2.303,71	17-dic-22	1,548	2.303,71
			21-may-22	1,538	2.303,72			
MP-06B	2.305,24		15-ene-22	1,232	2.304,01	17-jun-22	1,205	2.304,03
			14-feb-22	1,254	2.303,99	18-jul-22	1,189	2.304,05
			23-feb-22	1,254	2.303,99	21-ago-22	1,197	2.304,04
			15-mar-22	1,257	2.303,98	17-sept-22	1,184	2.304,06
			31-mar-22	1,252	2.303,99	18-oct-22	1,186	2.304,05
			10-abr-22	1,246	2.303,99	21-nov-22	1,208	2.304,03
			26-abr-22	1,239	2.304,00	17-dic-22	1,212	2.304,03
			21-may-22	1,224	2.304,02			
MP-06C	2.305,28		15-ene-22	1,56	2.303,72	17-jun-22	1,536	2.303,74
			14-feb-22	1,585	2.303,69	18-jul-22	1,527	2.303,75
			23-feb-22	1,587	2.303,69	21-ago-22	1,53	2.303,75
			15-mar-22	1,589	2.303,69	17-sept-22	1,519	2.303,76
			31-mar-22	1,579	2.303,70	18-oct-22	1,526	2.303,75
			10-abr-22	1,572	2.303,71	21-nov-22	1,546	2.303,73
			26-abr-22	1,566	2.303,71	17-dic-22	1,562	2.303,72
			21-may-22	1,554	2.303,73			

Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto monitoreo	de	Cota Collar	Fecha medición	de	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha medición	de	Prof. medida	Cota de nivel
		[m.s.n.m.]			[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]			[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
MP-09A	2.318,43	31-ene-22	9,301	2.309,13	28-jun-22	9,309	2.309,12			
		14-feb-22	9,311	2.309,12	17-jul-22	9,305	2.309,13			
		23-feb-22	9,308	2.309,12	20-ago-22	9,294	2.309,14			
		15-mar-22	9,32	2.309,11	29-sept-22	9,286	2.309,15			
		31-mar-22	9,319	2.309,11	19-oct-22	9,283	2.309,15			
		10-abr-22	9,322	2.309,11	20-nov-22	9,293	2.309,14			
		26-abr-22	9,326	2.309,11	28-dic-22	9,321	2.309,11			
		24-may-22	9,324	2.309,11						
MP-09C	2.318,26	31-ene-22	9,102	2.309,16	28-jun-22	9,108	2.309,15			
		14-feb-22	9,109	2.309,15	17-jul-22	9,106	2.309,16			
		23-feb-22	9,106	2.309,16	20-ago-22	9,093	2.309,17			
		15-mar-22	9,119	2.309,14	29-sept-22	9,085	2.309,18			
		31-mar-22	9,114	2.309,15	19-oct-22	9,083	2.309,18			
		10-abr-22	9,122	2.309,14	20-nov-22	9,093	2.309,17			
		26-abr-22	9,126	2.309,14	28-dic-22	9,121	2.309,14			
		24-may-22	9,124	2.309,14						
Tilopozo	2.308,10	31-ene-22	0,983	2.307,12	29-jun-22	0,792	2.307,31			
		14-feb-22	0,888	2.307,21	31-jul-22	0,749	2.307,35			
		28-feb-22	0,904	2.307,20	31-ago-22	0,815	2.307,28			
		15-mar-22	0,882	2.307,22	29-sept-22	0,828	2.307,27			

Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto monitoreo	de	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida [m.b.n.s.]	Cota de nivel [m.s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida [m.b.n.s.]	Cota de nivel [m.s.n.m.]
		[m.s.n.m.]						
			31-mar-22	0,863	2.307,24	30-oct-22	0,896	2.307,20
			15-abr-22	0,778	2.307,32	29-nov-22	0,817	2.307,28
			30-abr-22	0,76	2.307,34	29-dic-22	0,766	2.307,33
			31-may-22	0,785	2.307,31			
TIL-P03		2.306,53	31-ene-22	1,122	2.305,41	28-jun-22	0,87	2.305,66
			14-feb-22	1,139	2.305,39	17-jul-22	0,835	2.305,70
			28-feb-22	1,158	2.305,38	20-ago-22	0,792	2.305,74
			15-mar-22	1,137	2.305,40	28-sept-22	0,78	2.305,75
			31-mar-22	1,136	2.305,40	22-oct-22	0,853	2.305,68
			10-abr-22	1,11	2.305,42	20-nov-22	0,925	2.305,61
			30-abr-22	1,053	2.305,48	28-dic-22	1,036	2.305,50
			24-may-22	0,975	2.305,56			
TUC-P06		2.302,42	31-ene-22	1,121	2.301,29	17-jun-22	0,897	2.301,52
			14-feb-22	1,134	2.301,28	18-jul-22	0,862	2.301,55
			28-feb-22	1,123	2.301,29	21-ago-22	0,839	2.301,58
			15-mar-22	1,113	2.301,30	17-sept-22	0,808	2.301,61
			31-mar-22	1,088	2.301,33	27-oct-22	0,897	2.301,52
			10-abr-22	1,073	2.301,34	21-nov-22	0,96	2.301,46
			30-abr-22	1,035	2.301,38	17-dic-22	1,039	2.301,38
			21-may-22	0,977	2.301,44			

Tabla 5-23 Resultados medición de niveles freáticos en sector La Punta-La Brava, año 2022

Punto monitoreo	de	Cota Collar	Fecha medición	de	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha medición	de	Prof. medida	Cota de nivel
		[m.s.n.m.]			[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]			[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
Tucúcaro	2.303,13	31-ene-22	1,334	2.301,79	29-jun-22	0,866	2.302,26			
		14-feb-22	1,336	2.301,79	31-jul-22	0,851	2.302,27			
		28-feb-22	1,325	2.301,80	31-ago-22	1,011	2.302,11			
		15-mar-22	1,271	2.301,85	29-sept-22	0,965	2.302,16			
		31-mar-22	1,229	2.301,90	30-oct-22	1,103	2.302,02			
		15-abr-22	1,166	2.301,96	29-nov-22	1,232	2.301,89			
		30-abr-22	1,07	2.302,06	29-dic-22	1,259	2.301,87			
		31-may-22	0,97	2.302,16						

Fuente: Elaboración propia

Zona Norte de las lagunas

En la zona Norte de las lagunas, se monitorean 3 piezómetros someros: BA-01, BA-09, y BA-11, según se aprecia en la Tabla 5-22. La ubicación de los puntos de monitoreo de nivel freático en el sector La Punta-La Brava se presentan en el mapa de la Figura 5-60. Estos puntos cuentan con mediciones desde el año 2013 a 2022, ver tabla citada al principio del párrafo. Los resultados de las mediciones de nivel freático para el año 2022 se presentan en la Tabla 5-23, y las mediciones históricas en el Anexo F.

Estos piezómetros muestran profundidades de construcción máximas de 2 m, por lo que son particularmente sensibles a los procesos de evaporación y recarga directa (precipitación) que ocurren en superficie.

En la Figura 5-61, se muestra el gráfico de la evolución de los niveles freáticos para todos los puntos monitoreados (2013-2022), con tendencia histórica general al descenso incluyendo los 3 puntos de esta zona. Los niveles presentan variaciones estacionales con niveles más bajos en los meses de estaciones cálidas, mostrando recuperación en los meses de estaciones frías. De los 3 puntos del sector, 2 de estos son los puntos BA-01 y BA-09 que, en el año 2022, presentan con respecto a las oscilaciones estacionales los valores mínimos tardíos, en los meses de abril y mayo, similar a algunos años previos.

En relación con los registros históricos de niveles considerados hasta el año 2021 (periodo de registro entre los años 2013 y 2021), se tiene que la cota de nivel de este subsector varía entre un mínimo de 2.299,007 y máximo de 2.299,723 m s.n.m. (medidos ambos en BA-11 en las fechas de diciembre 2021 y febrero 2019, respectivamente).

Durante el año 2022, las cotas del nivel freático se registraron entre los 2.298,955 (BA-11 en diciembre) y los 2.299,188 m s.n.m. (BA-01 en septiembre). Todos los puntos muestran niveles con descensos netos entre 3 cm (BA-01) y 5 cm (BA-09), calculado entre diciembre 2021 y diciembre 2022.

En relación con la amplitud estacional del año 2022, en los 3 puntos son del orden de 10 cm (calculado en BA-01). Además, muestran variaciones en comparación con el año 2021, disminuyendo la amplitud en los tres puntos.

En relación con las precipitaciones históricas, los puntos BA-01, BA-09 y BA-11 se han mostrado sensibles a los eventos de precipitación importantes. Por ejemplo, posterior a las precipitaciones de 2019, se generaron aumentos de su nivel freático, de hasta 0,67 m (en el piezómetro somero BA-11) (Figura 5-61). En cambio, durante el año 2022 los niveles freáticos de este sector no mostraron aumentos abruptos relacionados con precipitaciones, ya que no hubo eventos relevantes.

Zona Centro de las lagunas

En la zona Centro de las lagunas se monitorean 6 piezómetros someros: BA-02, BA-03, BA-06, BA-10, BA-12 y BA-13. La ubicación de los puntos de monitoreo de nivel freático en el sector La Punta-La Brava se presentan en el mapa de la Figura 5-60. Estos puntos cuentan con datos desde el año 2013 a 2022, ver Tabla 5-22. Los resultados de las mediciones de nivel freático para el año 2022, se presentan en la Tabla 5-23.

Estos piezómetros son someros y muestran profundidades de construcción máximas de 2 m, por lo que son particularmente sensibles a los procesos de evaporación y recarga directa (precipitación) que ocurren en superficie.

En la Figura 5-61, se muestra el gráfico de la evolución histórica de los niveles freáticos de todos los puntos monitoreados (2013-2022), que incluye los 6 puntos de esta zona con tendencia general al descenso. Se observan variaciones estacionales con descensos de nivel en los meses de estaciones cálidas, recuperándose en los meses de estaciones frías alcanzando su nivel máximo, en la mayoría de los puntos, en los meses de agosto de cada año.

En relación con los registros de niveles considerados hasta el año 2021 (periodo entre los años 2013 y 2021), se tiene que la cota de nivel de este subsector varía entre 2.299,275 y 2.300,131 m s.n.m. medidos en BA-12 (diciembre de 2021) y BA-02 (febrero de 2019), respectivamente.

Durante el año 2022, la cota del nivel freático se registró entre los 2.299,984 y 2.299,224 m s.n.m. medidos en BA-06 (agosto) y en BA-12 (febrero), respectivamente. Los niveles muestran descensos netos en los puntos BA-12 y BA-13, entre 1 cm y 2 cm, medido en los puntos BA-13 y BA-12, respectivamente, calculado para diciembre 2021 y diciembre 2022.

En relación con la amplitud estacional del año 2022, ésta es en todos los puntos de aproximadamente 30 cm (calculado en BA-06). Además, muestran variaciones en relación con lo observado para el año 2021, estas amplitudes disminuyen principalmente en el punto BA-12 más cercanos al núcleo, se mantiene constante en el punto BA-10, y aumentan en los puntos BA-02, BA-03 y BA-06.

En relación con las precipitaciones, los puntos de la zona Centro de lagunas, ha mostrado históricamente que son sensibles a los eventos de precipitación (Figura 5-61); sin embargo, durante el año 2022, las precipitaciones diarias ocurridas, fueron bajas, de sólo 0,8 mm/día, 2,7 mm/día y 0,4 mm/día (estación EM – Rockwood), por lo que no generaron aumentos abruptos de los niveles freáticos en la zona.

Zona Este de las lagunas

En la zona Este de las lagunas se cuenta con un único punto de medición, el piezómetro somero BA-27, según se aprecia en la Tabla 5-22. La ubicación del punto de monitoreo de nivel freático en el sector La Punta-La Brava se presentan en el mapa de la Figura 5-60. Estos puntos cuentan con datos desde el año 2015 a 2022, ver Tabla 5-22. Los resultados de las mediciones de nivel freático del año 2022 se presentan en Tabla 5-23, y las mediciones históricas en el Anexo F.

Este piezómetro, al igual que los de las zonas norte y centro de las lagunas es somero, con una profundidad de 1,89 m, por lo que es particularmente sensible a los procesos de evaporación y recarga directa (precipitación) que ocurren en superficie.

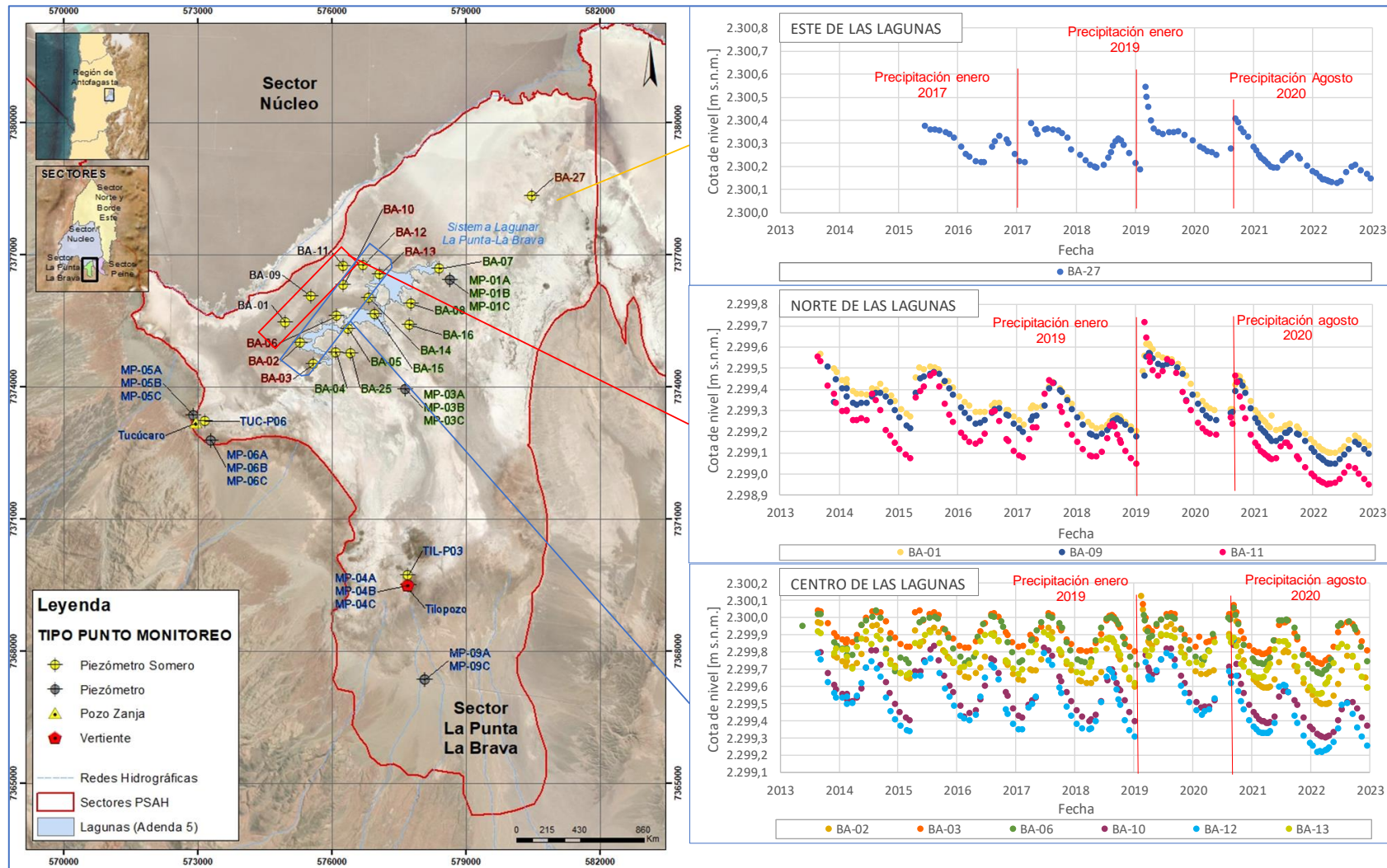
En la Figura 5-61, se muestra el gráfico de la evolución histórica del nivel freático de todos los puntos monitoreados (2015-2022), con tendencia general al descenso incluyendo el punto BA-27. Este punto muestra variaciones estacionales con descensos de nivel en los meses de estaciones más frías, obteniendo el nivel mínimo 2022 en el mes de mayo. Los niveles se recuperan en invierno, alcanzando su nivel máximo en el mes de septiembre, para 2022.

En relación con los valores históricos de este punto de monitoreo hasta el año 2021 (periodo de registro entre los años 2015 y 2021), las cotas de nivel han variado entre 2.300,183 (diciembre 2021) y 2.300,546 m s.n.m febrero 2019). Durante el año 2022, la cota del nivel freático varió entre 2.300,132 (mayo) y 2.300,208 (septiembre) m s.n.m. con un descenso neto de 3 cm, de diciembre 2021 a diciembre 2022.

Además, en la Figura 5-61 se observa que el comportamiento del BA-27 es similar al de los piezómetros someros ubicados al norte de las lagunas, más cercanos al núcleo, con amplitudes de oscilación estacional similares a BA-01, BA-09 y BA-11. El punto BA-27, también describe oscilaciones con mínimos y máximos en los meses más fríos de mayo y septiembre 2022 respectivamente, similar a lo que se observa en BA-01 y BA-09 con mínimos en abril y mayo.

En relación con las precipitaciones históricas, el punto BA-27, también responde con “saltos” posteriores a los eventos de precipitación importantes, con el máximo aumento de 0,355 m luego de las precipitaciones de enero 2019 (13,1 mm/día y 14 mm/día). No obstante, durante el año 2022, los niveles freáticos del BA-27 tampoco mostraron aumentos abruptos, ya que las precipitaciones ocurridas en el año fueron muy bajas (marzo 3,5 mm/día y junio 0,4 mm/día, en estación EM – Rockwood).

Figura 5-61 Hidrogramas de los puntos de observación del Norte, Centro y Este de las lagunas del sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Zona Sur de las lagunas

En la zona Sur de las lagunas, se monitorean 14 puntos, de los cuales 8 son piezómetros someros y 6 multipiezómetros, según se aprecia en la Tabla 5-22. Los piezómetros someros corresponden a los de la serie de barrenos BA-XX (BA-04, BA-05, BA-07, BA-08, BA-14, BA-15, BA-16 y BA-25) con profundidades de construcción máximas de 2 m. Los multipiezómetros corresponden a los de la serie MP-XX (MP-01A a C y MP-03A a C), que cuentan con tres habilitaciones, una somera en el acuífero de agua salobre (A), una profunda (B) en la salmuera y una instalación habilitada en todo su espesor (C). La ubicación de los puntos de monitoreo de nivel freático la Zona Sur de las lagunas, en el sector La Punta-La Brava, se presentan en el mapa de la Figura 5-62. Estos puntos cuentan con datos desde el año 2013 a 2022, ver Tabla 5-22. Las mediciones de nivel freático realizadas el año 2022 se presentan en la Tabla 5-23, y las mediciones históricas en el Anexo F. Se hace la distinción entre los piezómetros MP de la serie B, dado que están habilitados más profundos que el resto de los puntos y muestran un comportamiento distinto, producto que están habilitados en la zona de la salmuera como se menciona anteriormente.

Los niveles freáticos de los puntos de monitoreo de esta zona también se muestran sensibles a las precipitaciones en casi todos ellos (más detalle en el análisis integrado cap 6.5).

En la Figura 5-62 se muestra el gráfico de la evolución histórica del nivel freático de todos los puntos monitoreados de esta zona (2013-2022) que muestran tendencias al descenso, que estarían relacionados con los conos de descenso producto de los bombeos que se han realizado en el sector Sur de la cuenca (campos de pozos del sector Monturaqui y Negrilla en la cabecera de la cuenca). Los puntos de esta Zona Sur presentan un comportamiento homogéneo y oscilante, aunque con una menor amplitud en la variabilidad estacional que lo observado en la Zona Norte y Centro. Los niveles más someros se miden durante meses de junio y agosto, y los niveles más profundos durante los meses de enero y febrero, con excepción de los puntos BA-25 y el MP-01C, que muestra una menor oscilación estacional.

Los niveles históricos hasta el año 2021, muestran variaciones entre 2.299,877 m s.n.m. y 2.302,167 m s.n.m., medidos en BA-14 en febrero 2015 y en MP-03C en agosto 2020, respectivamente.

Durante el 2022 el nivel freático en la Zona Sur de las lagunas presentó valores entre 2.299,872 m s.n.m. y 2.302,073 m s.n.m., medidos en BA-14 en febrero y MP-03C en agosto, respectivamente. Los puntos MP-03A, MP-03C, BA-04, BA-16 y BA-14, ascienden su nivel neto entre 1 cm (MP-03A) y 3 cm (BA-14), entre diciembre 2021 y diciembre 2022. Por otra parte, los puntos: BA-05, BA-08, BA-15, BA-25, MP-01C y MP-01A, se mantienen

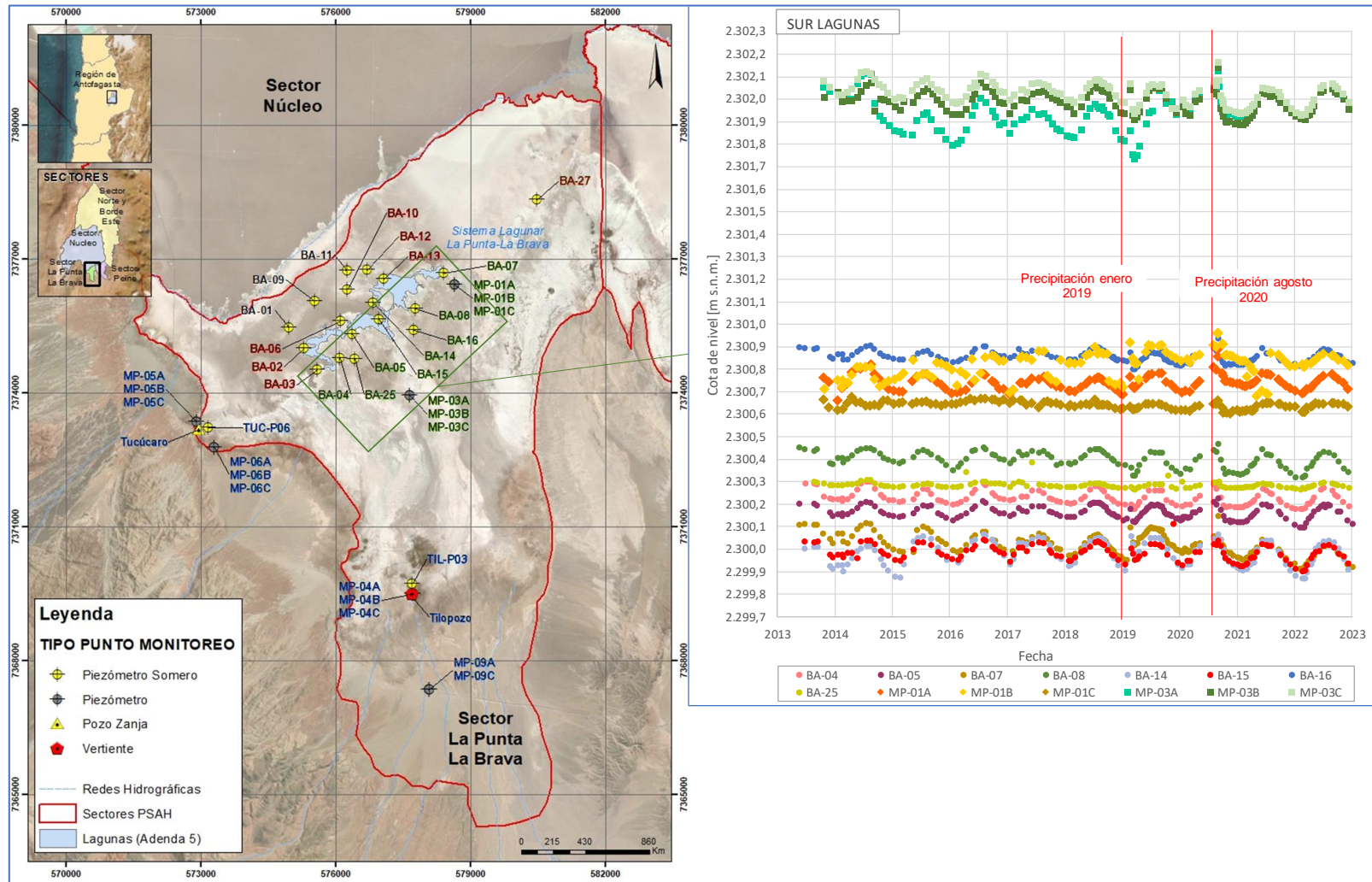
relativamente constantes entre diciembre 2021 y diciembre 2022 en sus niveles registrando 0 cm de variación. Por último, el único punto de la zona sur de las lagunas, que desciende en su nivel neto el año 2022, es el punto BA-07, del orden de 2 cm, entre diciembre 2021 y diciembre 2022.

El punto MP-03B asciende en su nivel neto en 2 cm, calculado para diciembre 2021 y diciembre 2022. Por otra parte, el punto MP-01B, se mantiene relativamente constante en sus niveles registrando 0,4 cm de variación entre diciembre 2021 y diciembre 2022.

En relación con la amplitud estacional, ésta es del orden de 10 cm (BA-15), para el año 2022, menor que en las zonas Centro y similar a la zona Norte y zona Este.

En relación con las precipitaciones históricas del área, los puntos de esta zona muestran solamente una respuesta clara de aumento de niveles luego del evento de precipitación de agosto 2020.

Figura 5-62 Hidrogramas de los puntos de observación del sector Sur de las lagunas, sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Zona Borde Sur

En la zona Borde Sur, más al Sur de las lagunas, se monitorean los niveles freáticos de 15 puntos, de los cuales 11 son multipiezómetros y 4 piezómetros someros, según se aprecia en la Tabla 5-22. Los multipiezómetros MP de la serie A, tienen profundidades entre 20 y 40 m, los de la serie B son más profundos y están habilitados por debajo de la interfase, en la salmuera, y los de la serie C están habilitados completos, con profundidades de hasta 120,5 m (MP-04C). Los piezómetros someros son, entre otros, los puntos TIL-P03 y TUC-P06 con profundidades entorno a los 2 m. Los otros puntos someros del sector son el Pozo Tucúcaro y la vertiente Tilopozo, que corresponden a puntos de extracción de agua industrial, y presentan data histórica de niveles más extensa, desde el año 2001.

Las mediciones de nivel piezométrico del año 2022 se presentan en la Tabla 5-23 y las mediciones históricas en el Anexo F.

En los hidrogramas de las Figura 5-63 y Figura 5-64 se hace la distinción entre los piezómetros MP de la serie B, dado que están habilitados más profundos que el resto de los puntos y muestran un comportamiento distinto, asociado a que están captando la salmuera que está en profundidad.

Borde sur 1

En la Figura 5-63, se muestra el gráfico de la evolución histórica del nivel freático, del sector Borde Sur 1, de los puntos monitoreados MP-05A, MP-05C, MP-06A, MP-06C, TUC-P06 y pozo Tucúcaro (el cual presenta un periodo de registro desde 2001, pero para hacerlo comparable con los otros puntos se grafica desde el 2013), los que exhiben tendencia general al descenso leve son MP-06A, MP-06C y TUC-P06. El pozo Tucúcaro muestra un ascenso leve. Se observan variaciones estacionales con descensos de nivel en los meses de estaciones cálidas recuperándose en los meses de estaciones frías.

Los valores históricos de niveles entre 2013 y 2021 varían entre 2300,431 y 2304,024 m s.n.m., medidos en TUC-P06 (febrero 2021) y MP-06C (julio 2015), respectivamente (no se consideran los de la serie B).

Durante el año 2022, la cota del nivel freático se registró entre los 2301,281 y 2303,760 m s.n.m., medidos en TUC-P06 (febrero) y en MP-06C (septiembre), respectivamente. Los puntos Tucúcaro, TUC-P06, MP-05A, y MP-06A muestran niveles con ascensos netos entre 1 cm (MP-06A) y 8 cm (Tucúcaro), entre diciembre 2021 y diciembre 2022. Por otra parte, los puntos MP-05C y MP-06C, muestran niveles con descensos anuales netos de 6 cm y 1 cm, respectivamente, desde diciembre 2021 a diciembre 2022.

Los multipiezómetros MP-05A y MP-05C presentan un comportamiento sincrónico entre ambos. Los puntos MP-06A y MP-06C, presentan la cota de nivel más alta del sector, registran valores acotados entre el rango 2.298,982 m s.n.m. y 2.304,166 m s.n.m., con un comportamiento sincrónico entre ellos, y una leve tendencia histórica al descenso.

En la Figura 5-63 se observan los multipiezómetro MP-05B y MP-06B (habilitado entre 40 y 60 m b.n.t.). El multipiezómetro MP-05B presenta un descenso abrupto de su cota de 0,838 m en su registro de junio de 2016, iniciando una tendencia al descenso que se mantuvo hasta mayo de 2020; Posteriormente, desde el año 2021, los niveles siguen descendiendo a una tasa menor. En el mismo grafico se presentan los niveles medidos en el punto MP-06B, con un comportamiento irregular hasta mediados del 2017, momento en que muestra un comportamiento más estable incluso con niveles ascendientes. Los valores históricos de niveles entre 2013 y 2021 varían entre 2298,982 m s.n.m. (junio 2016) y 2304,166 m s.n.m. (abril 2019), ambos medidos en MP-06B.

Durante el año 2022, la cota del nivel freático se registró entre los 2299,333 y los 2304,055 m s.n.m. medidos en MP-05B (diciembre) y en MP-06B (septiembre) respectivamente. El punto MP-05B presentó un descenso neto de 11 cm, entre diciembre 2021 y diciembre 2022, mientras que MP-06B presentó un ascenso neto de nivel de 1 cm, en el mismo período.

Por otra parte, en la Figura 5-63 se observa que el pozo Tucúcaro y la vertiente Tilopozo, que se utilizan para la extracción de agua dulce-salobre para su posterior uso industrial, presenta un registro oscilante de niveles, pero con una tendencia general estable. Durante el 2022, presentaron sin embargo ascenso netos de niveles de 8 y 12 cm, respectivamente, entre diciembre 2021 y diciembre 2022.

Borde sur 2

En la Figura 5-64, se muestra el gráfico de la evolución histórica (de 2013 a 2022) del nivel freático para todos los puntos monitoreados (2013-2022), incluido los puntos MP-04A, MP-04C, MP-09A, MP-09C, Tilopozo y TIL-P03, el punto Tilopozo. Se observan variaciones estacionales con descensos de nivel en los meses de estaciones cálidas recuperándose en los meses de estaciones frías. Destaca la tendencia al descenso de los puntos MP-09A y MP-09C, estos descensos estarían relacionados con la llegada de los efectos de la extracción de agua industrial en el sector de Monturaqui y Negrillar.

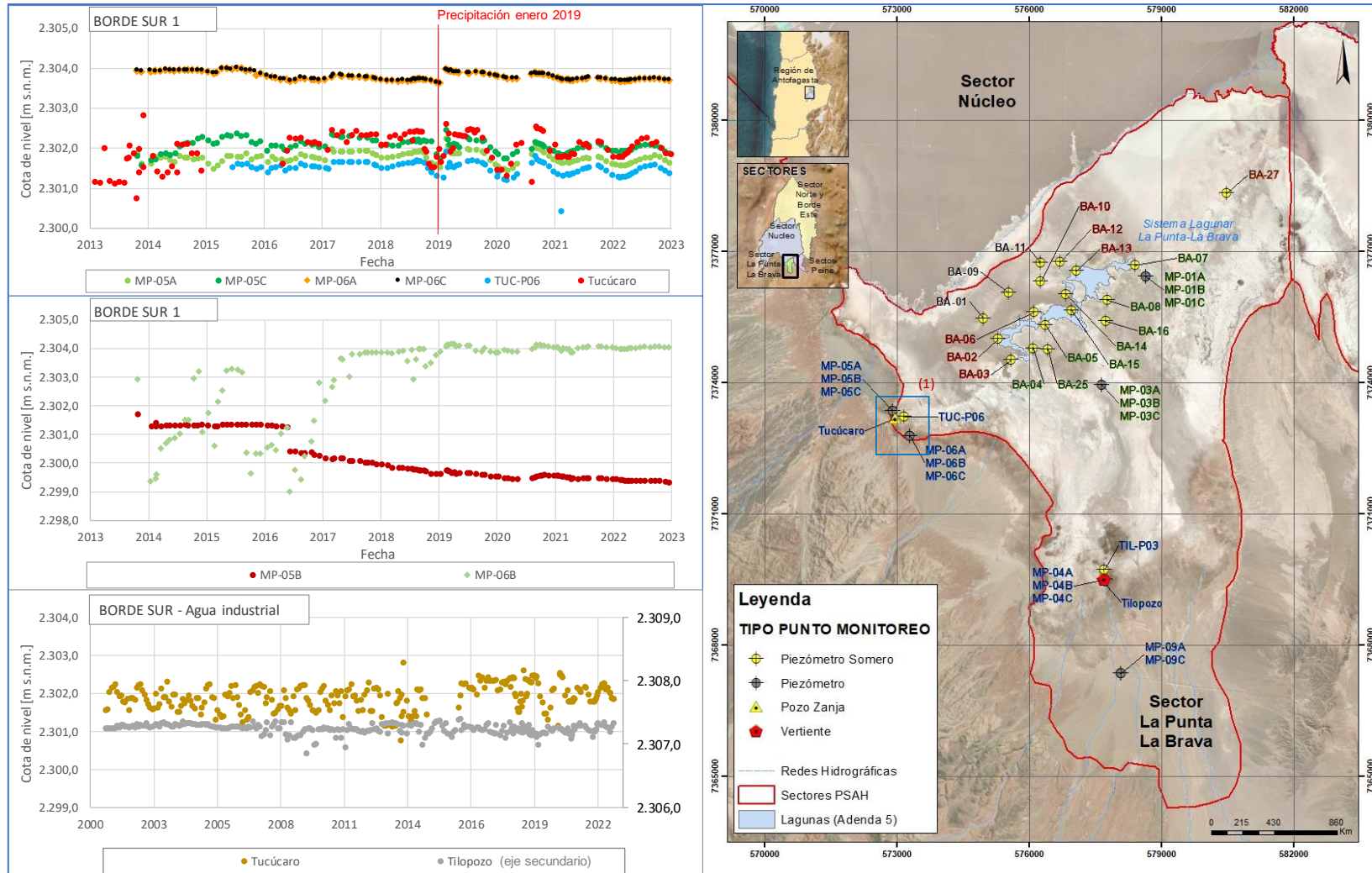
Los valores históricos de niveles entre 2013 y 2021, de todos los puntos mencionados (MP-04A, MP-04C, MP-09A, MP-09C, Tilopozo y TIL-P03), varían entre 2305,376 y 2317,122 m s.n.m. medidos en TIL-P03 (marzo 2021) MP-09C (enero 2020).

Durante el año 2022, la cota del nivel freático se registró entre los 2305,375 y 2309,178 m s.n.m. medidos en TIL-P03 (febrero) y en MP-09C (octubre) respectivamente. El punto Tilopozo, muestra nivel con ascensos netos de 12 cm, entre diciembre 2021 y diciembre 2022. Por otra parte, los puntos MP-04A, MP-04C, MP-09A, MP-09C y TIL-P03 muestran niveles con descensos netos entre 1 cm (MP-04A) y 5 cm (MP-09A), entre diciembre 2021 y diciembre 2022.

El piezómetro MP-04B, es un punto que se comporta diferente en relación con las tendencias de los puntos cercanos. Hasta el año 2021 (periodo de registro entre los años 2016 y 2021) muestra variaciones entre 2298,763 (diciembre 2017) y 2302,867 (octubre 2021) m s.n.m.. Durante el año 2022, la cota del nivel freático se registró entre los 2302,703 m s.n.m y 2305,072 m s.n.m., medidos en octubre y enero respectivamente, con un ascenso neto de 240 cm (2,4 m), entre diciembre 2021 y diciembre 2022.

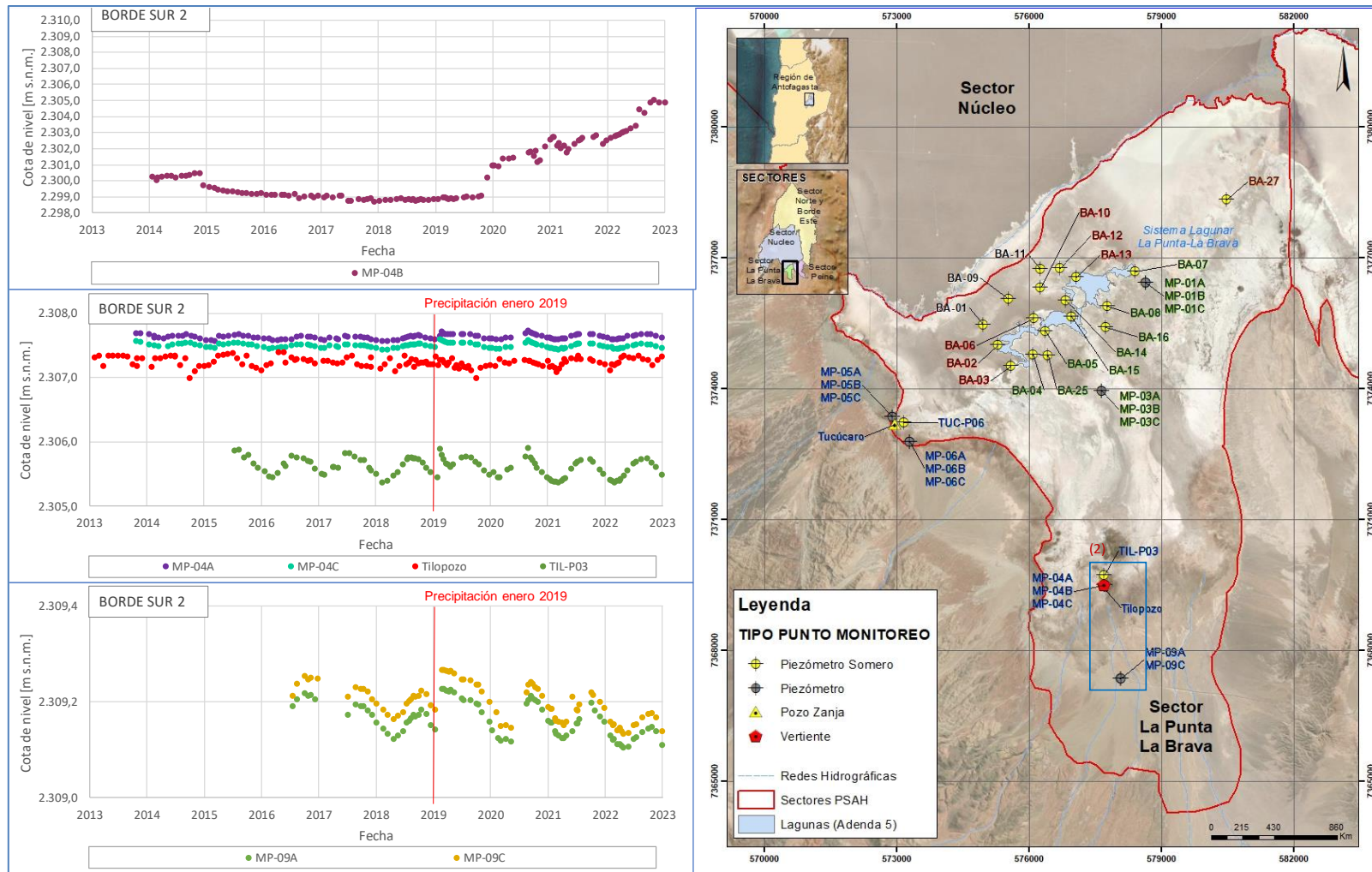
En la Figura 5-64 se observa que la vertiente Tilopozo, utilizada para la extracción de agua dulce-salobre, presenta un registro oscilante pero estabilizado, en torno a los 2.307,2 m s.n.m. En el año 2022, ha mostrado un ascenso neto de 12 cm, medido entre diciembre 2021 y diciembre 2022. La vertiente Tilopozo se encuentra a mayor cota de nivel freático que el pozo Tucúcaro, y esta última muestra mayor amplitud estacional.

Figura 5-63 Hidrogramas de los puntos de observación del sector Borde Sur 1, sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-64 Hidrogramas de los puntos de observación del sector Borde Sur 2, sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

5.6.2 Sector Peine

En el sector de Peine, la red de monitoreo se compone de 21 puntos, según se aprecia en Tabla 5-24 la cual presenta el periodo registro de las mediciones de cada punto. De los 21 puntos mencionados 9 corresponden a piezómetros someros, 9 multipiezómetros y 3 pozos.

Los puntos de monitoreo se han clasificado según su distribución en 4 zonas:

- Laguna Interna
- Zona Media Lagunas
- Inicio Laguna Salada
- Borde Este y Sur de Peine

La ubicación de los puntos se presenta en el mapa de la Figura 5-65. Los resultados de las mediciones de nivel durante el año 2022 se muestran en la Tabla 5-24 y los registros históricos en el Anexo F.

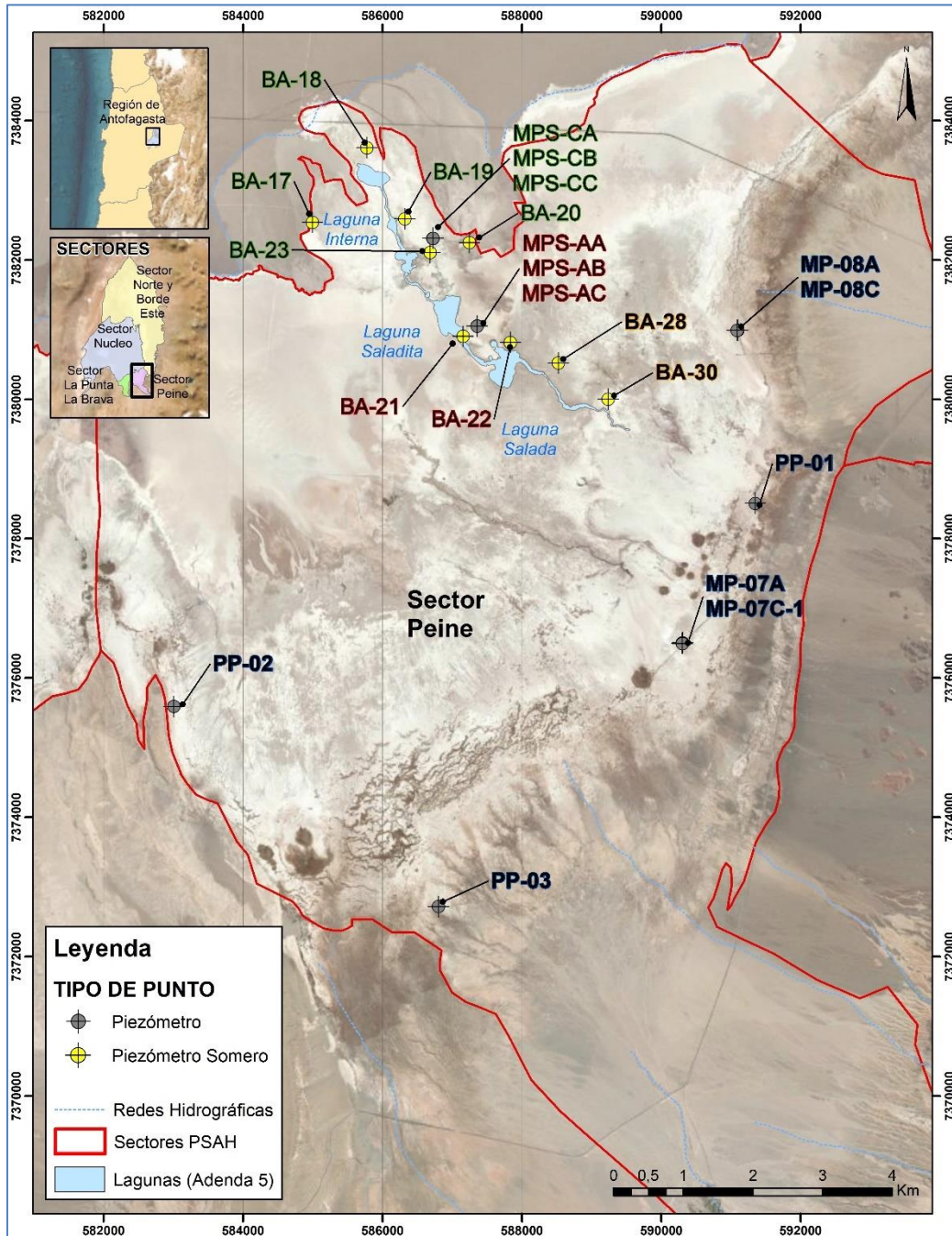
Tabla 5-24 Periodo de registro red de monitoreo del sector Peine

Zona	Punto de monitoreo	Periodo de Registro	
		Fecha inicio	Fecha final
Laguna interna	BA-17	17-06-2013	06-07-2022 (1)
	BA-18	17-06-2013	08-10-2022 (2)
	BA-19	17-06-2013	08-10-2022 (2)
	BA-20	17-06-2013	08-10-2022 (2)
	BA-23	21-05-2013	12-09-2022 (2)
	MPS-CA	24-10-2013	08-10-2022 (2)
	MPS-CB	24-10-2013	08-10-2022 (2)
	MPS-CC	24-10-2013	08-10-2022 (2)
Zona media lagunas	BA-21	21-05-2013	26-09-2022 (2)
	BA-22	10-09-2013	26-09-2022 (2)
	MPS-AA	24-10-2013	02-10-2022 (2)
	MPS-AB	24-10-2013	02-10-2022 (2)
	MPS-AC	24-10-2013	02-10-2022 (2)
Inicio laguna salada	BA-28	09-07-2015	26-09-2022 (2)
	BA-30	09-07-2015	26-09-2022 (2)
Borde este y sur de peine	MP-07A	25-09-2016	19-12-2022
	MP-07C-1 (ex MP-07C)	01-09-2016	19-12-2022
		14-07-2017	19-12-2022
	MP-08A	01-08-2016	18-12-2022
	PP-01	11-07-2016	19-12-2022
	PP-02	25-09-2016	02-12-2022
PP-03	01-08-2016	19-12-2022	

Notas: (1) No se mide por pozo seco. (2) Sin autorización de ingreso por Comunidad de Peine, dada la época de reproducción de flamencos.

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-65 Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del sector Peine



Elaboración propia

Fuente:

Tabla 5-25 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
BA-17	2.300,948	04-ene-22	2,389	2298,559	19-jun-22	2,415	2298,533
		04-feb-22	2,398	2298,550	06-jul-22	2,419	2298,529
		18-feb-22	2,405	2298,543	07-ago-22		(1)
		01-mar-22	2,403	2298,545	06-sept-22		(1)
		26-mar-22	2,358	2298,590	07-oct-22		(1)
		04-abr-22	2,264	2298,684	07-nov-22		(1)
		19-abr-22	2,372	2298,576	04-dic-22		(1)
		10-may-22	2,396	2298,552			
BA-18	2.300,302	16-ene-22		(2)	16-jun-22	1,771	2298,531
		11-feb-22		(2)	08-jul-22	1,781	2298,521
		25-feb-22		(2)	08-ago-22	1,795	2298,507
		07-mar-22	1,765	2298,537	23-sept-22	1,821	2298,481
		23-mar-22	1,706	2298,596	08-oct-22	1,826	2298,476
		13-abr-22	1,713	2298,589	11-nov-22		(2)
		22-abr-22	1,729	2298,573	23-dic-22		(2)
		20-may-22	1,755	2298,547			
BA-19	2.300,499	16-ene-22		(2)	16-jun-22	1,935	2298,564
		11-feb-22		(2)	08-jul-22	1,945	2298,554
		25-feb-22		(2)	08-ago-22	1,960	2298,539

Tabla 5-25 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
		07-mar-22	1,927	2298,572	23-sept-22	1,986	2298,513
		23-mar-22	1,874	2298,625	08-oct-22	1,988	2298,511
		13-abr-22	1,875	2298,624	11-nov-22	(2)	
		22-abr-22	1,891	2298,608	23-dic-22	(2)	
		20-may-22	1,916	2298,583			
BA-20	2.300,542	16-ene-22	(2)		16-jun-22	1,613	2298,929
		11-feb-22	(2)		08-jul-22	1,623	2298,919
		25-feb-22	(2)		08-ago-22	1,638	2298,904
		02-mar-22	1,587	2298,955	23-sept-22	1,646	2298,896
		23-mar-22	1,547	2298,995	08-oct-22	1,653	2298,889
		13-abr-22	1,570	2298,972	11-nov-22	(2)	
		22-abr-22	1,587	2298,955	23-dic-22	(2)	
		20-may-22	1,611	2298,931			
BA-21	2.301,393	02-ene-22	(2)		15-jun-22	1,323	2300,070
		02-feb-22	(2)		15-jul-22	1,300	2300,093
		16-feb-22	(2)		12-ago-22	1,326	2300,067
		02-mar-22	1,339	2300,054	26-sept-22	1,332	2300,061
		29-mar-22	1,327	2300,066	14-oct-22	(2)	

Tabla 5-25 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
		01-abr-22	1,327	2300,066	16-nov-22	(2)	
		16-abr-22	1,326	2300,067	30-dic-22	(2)	
		02-may-22	1,324	2300,069			
BA-22	2.301,124	02-ene-22	(2)		15-jun-22	0,830	2300,294
		02-feb-22	(2)		15-jul-22	0,832	2300,292
		16-feb-22	(2)		12-ago-22	0,830	2300,294
		09-mar-22	0,854	2300,270	26-sept-22	0,842	2300,282
		29-mar-22	0,847	2300,277	14-oct-22	(2)	
		01-abr-22	0,846	2300,278	16-nov-22	(2)	
		16-abr-22	0,848	2300,276	30-dic-22	(2)	
		02-may-22	0,839	2300,285			
BA-23	2.300,513	09-ene-22	(2)		12-jun-22	1,131	2299,382
		08-feb-22	(2)		13-jul-22	1,139	2299,374
		25-feb-22	(2)		13-ago-22	1,142	2299,371
		02-mar-22	1,125	2299,388	12-sept-22	1,150	2299,363
		23-mar-22	1,110	2299,403	15-oct-22	(2)	
		04-abr-22	1,100	2299,413	13-nov-22	(2)	
		22-abr-22	1,110	2299,403	12-dic-22	(2)	

Tabla 5-25 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
		20-may-22	1,125	2299,388			
BA-28	2.301,313	03-ene-22	(2)		15-jun-22	0,601	2300,712
		02-feb-22	(2)		30-jun-22	0,601	2300,712
		16-feb-22	(2)		15-jul-22	0,584	2300,729
		02-mar-22	0,663	2300,650	30-jul-22	0,581	2300,732
		16-mar-22	0,656	2300,657	12-ago-22	0,577	2300,736
		01-abr-22	0,646	2300,667	26-sept-22	0,590	2300,723
		16-abr-22	0,640	2300,673	14-oct-22	(2)	
		02-may-22	0,623	2300,690	30-nov-22	(2)	
		30-may-22	0,619	2300,694	30-dic-22	(2)	
BA-30	2.302,279	03-ene-22	(2)		15-jun-22	0,680	2301,599
		02-feb-22	(2)		30-jun-22	0,681	2301,598
		16-feb-22	(2)		15-jul-22	0,700	2301,579
		02-mar-22	0,748	2301,531	30-jul-22	0,693	2301,586
		16-mar-22	0,742	2301,537	12-ago-22	0,698	2301,581
		01-abr-22	0,737	2301,542	26-sept-22	0,735	2301,544
		16-abr-22	0,730	2301,549	14-oct-22	(2)	
		02-may-22	0,700	2301,579	30-nov-22	(2)	

Tabla 5-25 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
		30-may-22	0,691	2301,588	30-dic-22	(2)	
MP-07A	2.306,628	20-ene-22	1,038	2305,590	19-jun-22	0,931	2305,697
		08-feb-22	1,069	2305,559	16-jul-22	0,932	2305,696
		25-feb-22	1,065	2305,563	19-ago-22	0,930	2305,698
		08-mar-22	1,094	2305,534	19-sept-22	0,940	2305,688
		20-mar-22	1,014	2305,614	10-oct-22	0,953	2305,675
		09-abr-22	1,001	2305,627	19-nov-22	1,020	2305,608
		29-abr-22	0,970	2305,658	19-dic-22	1,050	2305,578
		23-may-22	0,948	2305,680			
MP-07C-1	2.306,677	20-ene-22	0,603	2306,074	19-jun-22	0,516	2306,161
		08-feb-22	0,616	2306,061	16-jul-22	0,507	2306,170
		25-feb-22	0,624	2306,053	19-ago-22	0,506	2306,171
		08-mar-22	0,622	2306,055	19-sept-22	0,509	2306,168
		20-mar-22	0,602	2306,075	10-oct-22	0,520	2306,157
		09-abr-22	0,591	2306,086	19-nov-22	0,548	2306,129
		29-abr-22	0,563	2306,114	19-dic-22	0,574	2306,103
		23-may-22	0,535	2306,142			

Tabla 5-25 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
MP-08A	2.303,898	07-ene-22	1,362	2302,536	18-jun-22	1,312	2302,586
		06-feb-22	1,375	2302,523	10-jul-22	1,277	2302,621
		25-feb-22	1,378	2302,520	10-ago-22	1,261	2302,637
		06-mar-22	1,388	2302,510	18-sept-22	1,262	2302,636
		20-mar-22	1,366	2302,532	20-oct-22	1,262	2302,636
		15-abr-22	1,364	2302,534	10-nov-22	1,268	2302,630
		28-abr-22	1,352	2302,546	18-dic-22	1,299	2302,599
		17-may-22	1,339	2302,559			
MPS-AA	2.300,250	02-ene-22	(2)		01-jun-22	0,797	2299,453
		02-feb-22	(2)		02-jul-22	0,797	2299,453
		16-feb-22	(2)		22-ago-22	0,800	2299,450
		02-mar-22	0,812	2299,438	03-sept-22	0,800	2299,450
		16-mar-22	0,808	2299,442	02-oct-22	0,811	2299,439
		01-abr-22	0,801	2299,449	02-nov-22	(2)	
		16-abr-22	0,798	2299,452	03-dic-22	(2)	
		02-may-22	0,799	2299,451			
MPS-AB	2.300,190	02-ene-22	(2)		01-jun-22	0,744	2299,446
		02-feb-22	(2)		02-jul-22	0,745	2299,445

Tabla 5-25 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
		16-feb-22	(2)		22-ago-22	0,747	2299,443
		02-mar-22	0,762	2299,428	03-sept-22	0,750	2299,440
		16-mar-22	0,759	2299,431	02-oct-22	0,759	2299,431
		01-abr-22	0,749	2299,441	02-nov-22	(2)	
		16-abr-22	0,747	2299,443	03-dic-22	(2)	
		02-may-22	0,748	2299,442			
MPS-AC	2.300,270	02-ene-22	(2)		01-jun-22	0,804	2299,466
		02-feb-22	(2)		02-jul-22	0,804	2299,466
		16-feb-22	(2)		22-ago-22	0,809	2299,461
		02-mar-22	0,819	2299,451	03-sept-22	0,809	2299,461
		16-mar-22	0,816	2299,454	02-oct-22	0,820	2299,450
		01-abr-22	0,808	2299,462	02-nov-22	(2)	
		16-abr-22	0,806	2299,464	03-dic-22	(2)	
		02-may-22	0,806	2299,464			
MPS-CA	2.299,600	09-ene-22	(2)		12-jun-22	1,345	2298,255
		08-feb-22	(2)		08-jul-22	1,354	2298,246
		22-feb-22	(2)		08-ago-22	1,364	2298,236
		02-mar-22	1,347	2298,253	12-sept-22	1,371	2298,229

Tabla 5-25 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
		16-mar-22	1,344	2298,256	08-oct-22	1,380	2298,220
		04-abr-22	1,290	2298,310	02-nov-22	(2)	
		22-abr-22	1,312	2298,288	12-dic-22	(2)	
		20-may-22	1,336	2298,264			
MPS-CB	2.299,660	09-ene-22	(2)		12-jun-22	1,389	2298,271
		08-feb-22	(2)		08-jul-22	1,399	2298,261
		22-feb-22	(2)		08-ago-22	1,417	2298,243
		02-mar-22	1,382	2298,278	12-sept-22	1,427	2298,233
		16-mar-22	1,381	2298,279	08-oct-22	1,436	2298,224
		04-abr-22	1,325	2298,335	02-nov-22	(2)	
		22-abr-22	1,349	2298,311	12-dic-22	(2)	
		20-may-22	1,380	2298,280			
MPS-CC	2.299,620	09-ene-22	(2)		12-jun-22	1,417	2298,203
		08-feb-22	(2)		08-jul-22	1,427	2298,193
		22-feb-22	(2)		08-ago-22	1,441	2298,179
		02-mar-22	1,415	2298,205	12-sept-22	1,451	2298,169
		16-mar-22	1,412	2298,208	08-oct-22	1,463	2298,157
		04-abr-22	1,359	2298,261	02-nov-22	(2)	

Tabla 5-25 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
		22-abr-22	1,381	2298,239	12-dic-22	(2)	
		20-may-22	1,407	2298,213			
PP-01	2.305,561	20-ene-22	1,094	2304,467	19-jun-22	0,950	2304,611
		08-feb-22	1,106	2304,455	16-jul-22	0,941	2304,620
		25-feb-22	1,110	2304,451	19-ago-22	0,939	2304,622
		08-mar-22	1,106	2304,455	19-sept-22	0,956	2304,605
		20-mar-22	1,078	2304,483	10-oct-22	0,975	2304,586
		09-abr-22	1,062	2304,499	19-nov-22	1,014	2304,547
		29-abr-22	1,021	2304,540	19-dic-22	1,054	2304,507
		23-may-22	0,983	2304,578			
PP-02(3)	2.303,980	20-ene-22	0,428	2303,552	19-jun-22	0,416	2303,564
		08-feb-22	0,429	2303,551	16-jul-22	0,399	2303,581
		25-feb-22	0,421	2303,559	07-ago-22	0,382	2303,598
		08-mar-22	0,424	2303,556	02-sept-22	0,399	2303,581
		18-mar-22	0,397	2303,583	10-oct-22	0,377	2303,603
		09-abr-22	0,380	2303,600	04-nov-22	0,395	2303,585
		29-abr-22	0,348	2303,632	02-dic-22	0,420	2303,560
		23-may-22	0,346	2303,634			

Tabla 5-25 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]		[m.b.n.s.]	[m.s.n.m.]
PP-03	2.309,093	20-ene-22	0,502	2308,591	19-jun-22	0,486	2308,607
		08-feb-22	0,513	2308,580	16-jul-22	0,473	2308,620
		25-feb-22	0,513	2308,580	19-ago-22	0,462	2308,631
		08-mar-22	0,523	2308,570	19-sept-22	0,465	2308,628
		18-mar-22	0,527	2308,566	10-oct-22	0,466	2308,627
		09-abr-22	0,514	2308,579	19-nov-22	0,478	2308,615
		29-abr-22	0,507	2308,586	19-dic-22	0,500	2308,593
		23-may-22	0,504	2308,589			

Notas: (1) No se mide por piezómetro seco. (2) Acceso cerrado por Comunidad de Peine, dada la época de reproducción de flamencos (3) El punto PP-02, muestra un evento (fue chocado por una camioneta) el 23 de mayo del año 2022 .

Fuente: Elaboración propia

La representación gráfica de los registros de niveles del sector Peine, se presenta en la Figura 5-66 y Figura 5-67. A continuación, se realiza el análisis de la evolución temporal del nivel freático, el cual se organiza por zona, definidas Tabla 5-24.

Laguna Interna

Los resultados de las mediciones de nivel freático en la zona de Laguna Interna fueron presentados en la Tabla 5-25 mientras que la representación gráfica del registro histórico de niveles se presenta en la Figura 5-66 en conjunto con el mapa de ubicación de los puntos del sector. En esta zona se monitorean 8 puntos, los que corresponden a 5 piezómetros someros de la serie de barrenos BA-XX más 1 multipiezómetro somero de la serie MPS-XX. Los puntos más profundos se comportan similares a los que son someros, por lo que se analizan juntos.

Durante el año 2022 no se pudieron medir los niveles en enero, febrero, octubre, noviembre y diciembre, en algunos puntos (más detalle en la Tabla 5-25), principalmente debido a la restricción de acceso por la Comunidad de Peine, dada la época de reproducción de flamencos. El punto BA-17, desde agosto de 2022, no se pudo medir dado que se secó.

Los niveles históricos de esta zona entre 2013 y 2021 varían entre un mínimo de 2298,227 y un máximo de 2299,717 m s.n.m. medidos en MPS-CC (octubre 2021) y BA-23 (enero 2019), respectivamente.

Durante el año 2022, la cota del nivel freático se registró entre los 2298,157 y 2299,413 m s.n.m. medidos en MPS-CC (octubre) y en BA-23 (abril), respectivamente. Todos los puntos, muestran niveles con descensos netos entre 1 cm y 11 cm, medido en los puntos BA-23 (calculado en julio 2021 y julio 2022 dada la disponibilidad de datos y BA-19 (calculado en octubre 2021 y octubre 2022 dada la disponibilidad de datos), respectivamente.

En el gráfico de la Figura 5-66 se observa que el conjunto de pozos de observación de la zona Laguna interna, describen un comportamiento sincrónico. Los niveles mínimos se registran entre los meses de octubre y diciembre de cada año, y los máximos se alcanzan como respuesta a los eventos de precipitación, entre los años 2013 y 2019 ocurridos entre los meses de enero y mayo. Como respuesta a la precipitación los niveles pueden subir hasta 0,85 m respecto a su medida anterior (diferencia calculada en MPS-CB, entre enero y febrero de 2019). En el caso particular del año 2020, el evento de precipitación al cual responden los niveles ocurrió en el mes de agosto.

Zona Media Lagunas

Los resultados de las mediciones de nivel freático en la Zona Media Lagunas se presentan en la Tabla 5-25 mientras que la representación gráfica del registro histórico de niveles se

presenta en la Figura 5-66 en conjunto con el mapa de ubicación de los puntos del sector. Este sector es monitoreado en 5 puntos, los que corresponden a 3 piezómetros someros, 2 de la serie de barrenos, BA-21 y BA-22, más 1 multipiezómetro somero MPS-AA y 2 multipiezómetros profundos MPS-AB y MPS-AC. Los puntos más profundos se comportan similares a los que son someros, por lo que se analizan juntos.

Los niveles históricos de esta zona entre 2013 y 2021 varían entre 2299,381 y 2300,332 m s.n.m. medidos en MPS-AC (enero 2015) BA-22 (septiembre 2020), respectivamente.

Durante el año 2022, la cota del nivel freático se registró entre los 2299,428 y 2300,294 m s.n.m. medidos en MPS-AB (marzo) y en BA-22 (junio y agosto), respectivamente. Los puntos BA-21 y BA-22 muestran ascensos netos para el año 2022, calculado entre julio 2021 y julio 2022, dada la disponibilidad de datos. Los puntos de la serie MPS-XX, muestran niveles con descensos netos entre 1 cm y 2 cm, medidos en los puntos MPS-AB y MPS-AA, respectivamente, entre octubre 2021 y octubre 2022, dada la disponibilidad de datos.

- Los niveles mínimos se registran en los meses más cálidos entre octubre y marzo de cada año, y los máximos se alcanzan como respuesta a los eventos de precipitación, entre los años 2013 y 2021. Los niveles muestran ascensos menores posterior a los eventos de precipitación respecto a lo que se observa en la Zona Laguna Interna con incrementos del nivel de hasta 0,156 m (MPS-AB) en respuesta al evento de precipitación intensa del año 2019.

A medida que los puntos de monitoreo se alejan del borde del Núcleo del salar, el grado de respuesta asociada a los eventos de precipitación disminuye.

Inicio Laguna Salada

Los resultados de las mediciones de nivel freático en la zona Inicio Laguna Salada, se presentan en la Tabla 5-25, mientras que la representación gráfica del registro histórico de niveles se presenta en la Figura 5-66 en conjunto con el mapa de ubicación de los puntos del sector. Este sector es monitoreado en 2 piezómetros someros: BA-28 y BA-30, con habilitaciones inferiores a los 2 metros.

Los niveles históricos de esta zona desde el año 2013 a han variado entre 2300,599 y 2301,652 m s.n.m. medidos en BA-28 (febrero 2016) y BA-30 (septiembre 2020), respectivamente.

Durante el año 2022, la cota del nivel freático se registró entre los 2300,650 y 2301,599 m s.n.m. medidos en BA-28 (marzo) y en BA-30 (junio) respectivamente. El punto BA-28 muestra niveles con ascensos netos de 4 cm, calculado entre julio 2021 y julio 2022, dada la

disponibilidad de datos. Por otra parte, el punto BA-30 muestran el nivel estable con variación de 0 cm, entre julio 2021 y julio 2022, dada la disponibilidad de datos.

En el gráfico de la Figura 5-66 se observa que ambos piezómetros describen un comportamiento sincrónico y estacional, con niveles máximos que se registran entre junio y septiembre, y mínimos entre diciembre y marzo. La amplitud de las variaciones estacionales para el año 2022 es de 0,09 m (BA-28) y 0,07 m (BA-30), esta amplitud esta sesgada por la falta de datos de niveles en el año.

- Los niveles de BA-28 responden de manera más clara que el punto BA-30 a los eventos de precipitación ocurridos en 2017 y 2019; por ejemplo, mientras que en BA-28 los niveles suben entre 0,08 m (entre agosto y septiembre 2020) posterior a los eventos de precipitaciones, en el punto BA-30, en el evento de precipitación de 2020, éste mostró un ascenso de 0,06 m (entre agosto y septiembre 2020), ver Figura 5-66 además el punto BA-28 responde con alzas de niveles de hasta 0,11 m, en respuesta al evento de precipitación intensa del año 2019, a diferencia del BA-30, que no muestra respuesta a este evento.

En esta zona, los niveles mantienen un comportamiento estacional oscilatorio, a diferencia de lo que se observa en las zonas más al norte, en zona Laguna Interna y zona Media de Lagunas en las cuales no se observa este mismo comportamiento estacional oscilatorio.

Borde Este y Sur de Peine

Los resultados de las mediciones de nivel freático en el Borde Este y Sur de Peine se presentan en la Tabla 5-25 mientras que la representación gráfica del registro histórico de niveles se presenta en Figura 5-67 en conjunto con el mapa de ubicación de los puntos del sector. La red de monitoreo del sector corresponde exclusivamente a piezómetros profundos, dada su ubicación alejada de los cuerpos de agua en superficie y cercana a la zona del piedemonte del frente de montaña. Por la proximidad al acuífero aluvial que se desarrolla en este sector, la red de monitoreo es sensible a los aportes provenientes desde las subcuencas producto de eventos de precipitación o deshielo, al igual que aluviones que hacen su descarga en el sector marginal del Salar de Atacama. La red está compuesta por 6 puntos, de los cuales 3 corresponden a multipiezómetros de la serie MP-XX y 3 a la serie PP-XX.

Los niveles históricos de esta zona registrados entre los años 2016 y 2021 varían entre 2302,362 y 2308,754 m s.n.m. medidos en MP-08A (enero 2012) y PP-03 (febrero 2019), respectivamente.

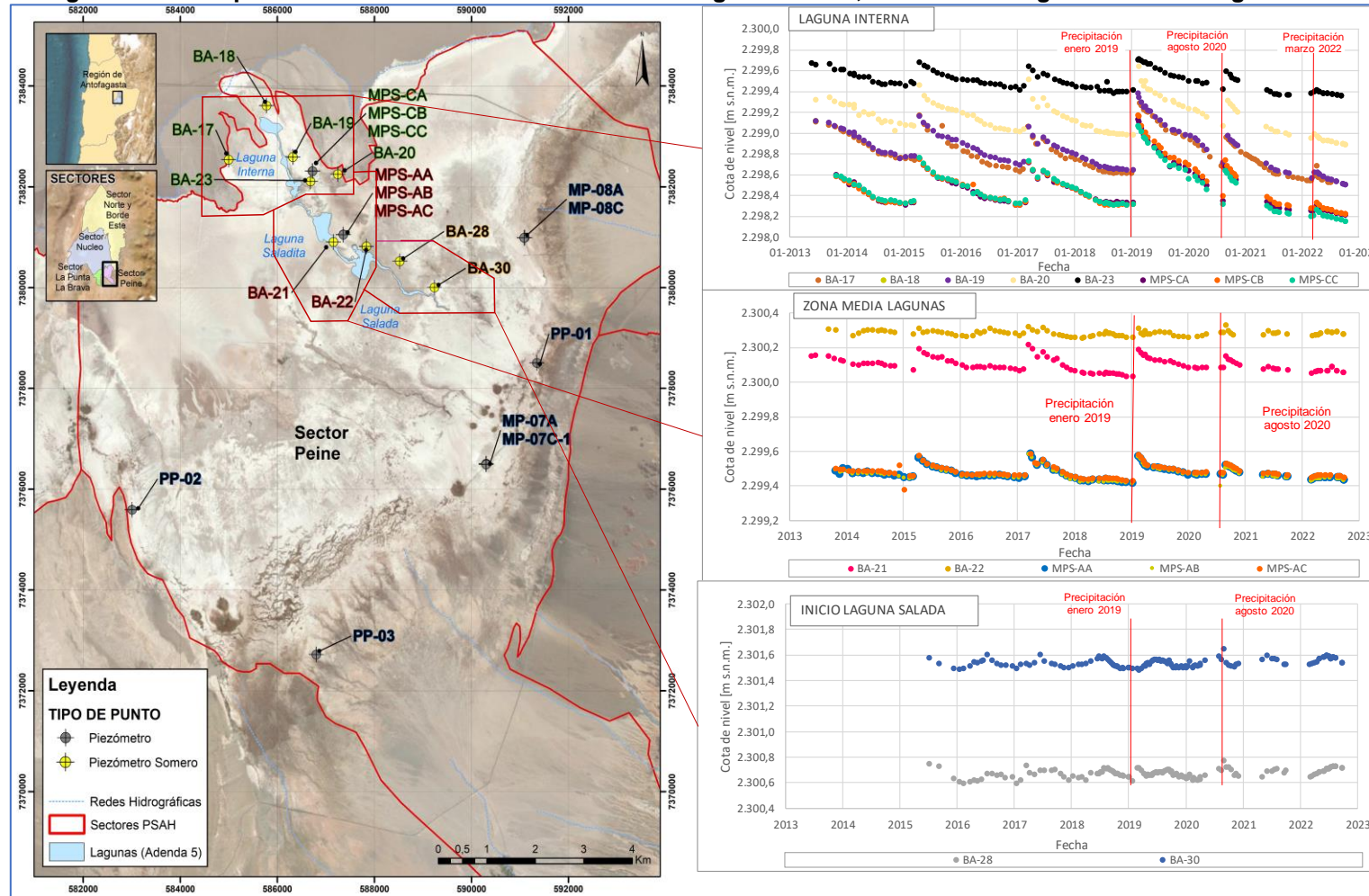
Durante el año 2022, la cota del nivel freático se registró entre los 2302,510 y 2308,631 m s.n.m. medidos en MP-08A (marzo) y en PP-03 (agosto), respectivamente. Los puntos PP-01 y MP-08A muestran niveles con ascensos netos de 1 cm, entre diciembre 2021 y diciembre 2022. Por otra parte, el punto MP-07C-1 muestra nivel estable el año 2022 sin variaciones centimétricas entre el mismo período. Por último, los puntos MP-07A, PP-02 y PP-03 muestran niveles con descensos netos entre 1 cm (PP-02) y 3 cm (PP-03), entre diciembre 2021 y diciembre 2022.

Destaca en este sector la presencia de niveles surgentes ocasionales, en los puntos PP-02, MP-07C-1 y PP-03, con niveles medios hasta 0,21 m s.n.t. (metros sobre el nivel de terreno) (PP-02 en junio de 2021). Los niveles de estos puntos durante el periodo histórico de registros se observan estables.

El 23 de mayo de 2022, la obra superficial (brocal) del punto PP-02 fue chocada por una camioneta, hecho que eventualmente pudiera alterar las mediciones posteriores en ese punto. Este hecho se dio a conocer a la autoridad ambiental mediante la entrega del informe “reporte del evento ocurrido en punto de monitoreo PP-02” y carta ALB-GMA-2022-SMA-030 (Anexo M).

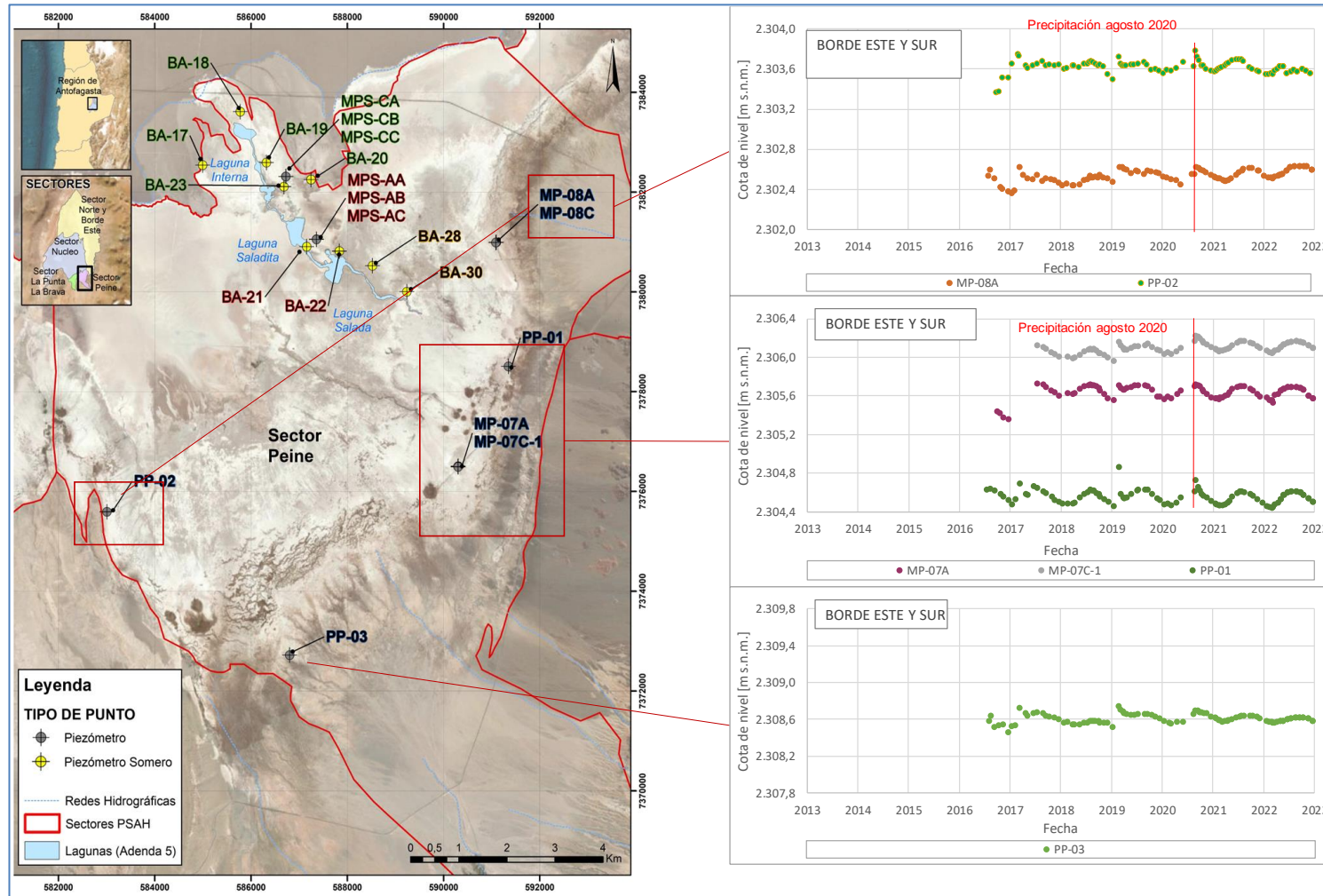
Todos los puntos de control del sector Borde Este y Sur de Peine, incluyendo los puntos con niveles surgentes, muestran un comportamiento sincrónico, con oscilaciones estacionales y respuestas a los eventos de precipitación con ascensos bruscos y puntuales de los niveles, con magnitudes distintas entre los puntos. Los niveles máximos se registran entre agosto y septiembre, y mínimos entre enero y marzo.

Figura 5-66 Hidrogramas de los puntos de observación de los sectores Laguna Interna, Zona Media Lagunas e Inicio Laguna Salada, sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-67 Hidrogramas de los puntos de observación del sector Borde Este y sur de Peine



5.6.3 Sector Norte y Borde Este

En el sector Norte y Borde Este la red de monitoreo se compone de 3 puntos, según se aprecia en la Tabla 5-26., donde además se detalla el periodo registro mediciones para todos los puntos. Estos puntos corresponden a 2 multipiezómetros (MP-12A y MP-12C) ubicados en la zona sur, y 1 un piezómetro somero (BA-31), ubicado en el sistema lagunar Soncor, según muestra la Figura 5-68. La representación gráfica del registro histórico de niveles de estos puntos se presenta en la Figura 5-69, y los resultados de las mediciones del año 2022 se muestran en la Tabla 5-27 y los registros históricos en el Anexo F.

Los niveles históricos desde 2016 a 2021 han variado entre 2297,660 y 2307,127 m s.n.m. medidos en BA-31 (ex LM-15) (noviembre 2021) y MP-12C (noviembre 2019), respectivamente. Durante el año 2022, la cota del nivel freático se registró entre los 2297,547 y 2307,088 m s.n.m., medidos en BA-31 (diciembre) y en MP-12C (enero) respectivamente.

Tabla 5-26 Periodo de registro red de monitoreo del sector Norte y Borde Este

Punto de monitoreo	Periodo de Registro	
	Fecha inicio	Fecha inicio
BA-31 (ex LM-15)	21-10-2016	22-12-2022
MP-12A	25-09-2016	18-12-2022
MP-12C	25-09-2016	18-12-2022

Fuente: Elaboración propia

El piezómetro BA-31 no se mide durante el año 2020 por encontrarse cerrada la Reserva Nacional Los Flamencos, administrada por CONAF, en el contexto de la pandemia por COVID-19. En el año 2022 se cuenta con datos desde febrero a diciembre.

En la Figura 5-68 se observa que el punto BA-31, muestra una rápida respuesta a eventos de precipitación intensa, evidencia de esto es el aumento de nivel de 0,44 m posterior a las precipitaciones ocurridas en enero-febrero 2019, y el menor aumento relacionado con la precipitación de marzo 2022. Posterior a las precipitaciones, los niveles retoman la tendencia pre-lluvia, similar a lo observado en los puntos de la zona Laguna Interna del sector Peine.

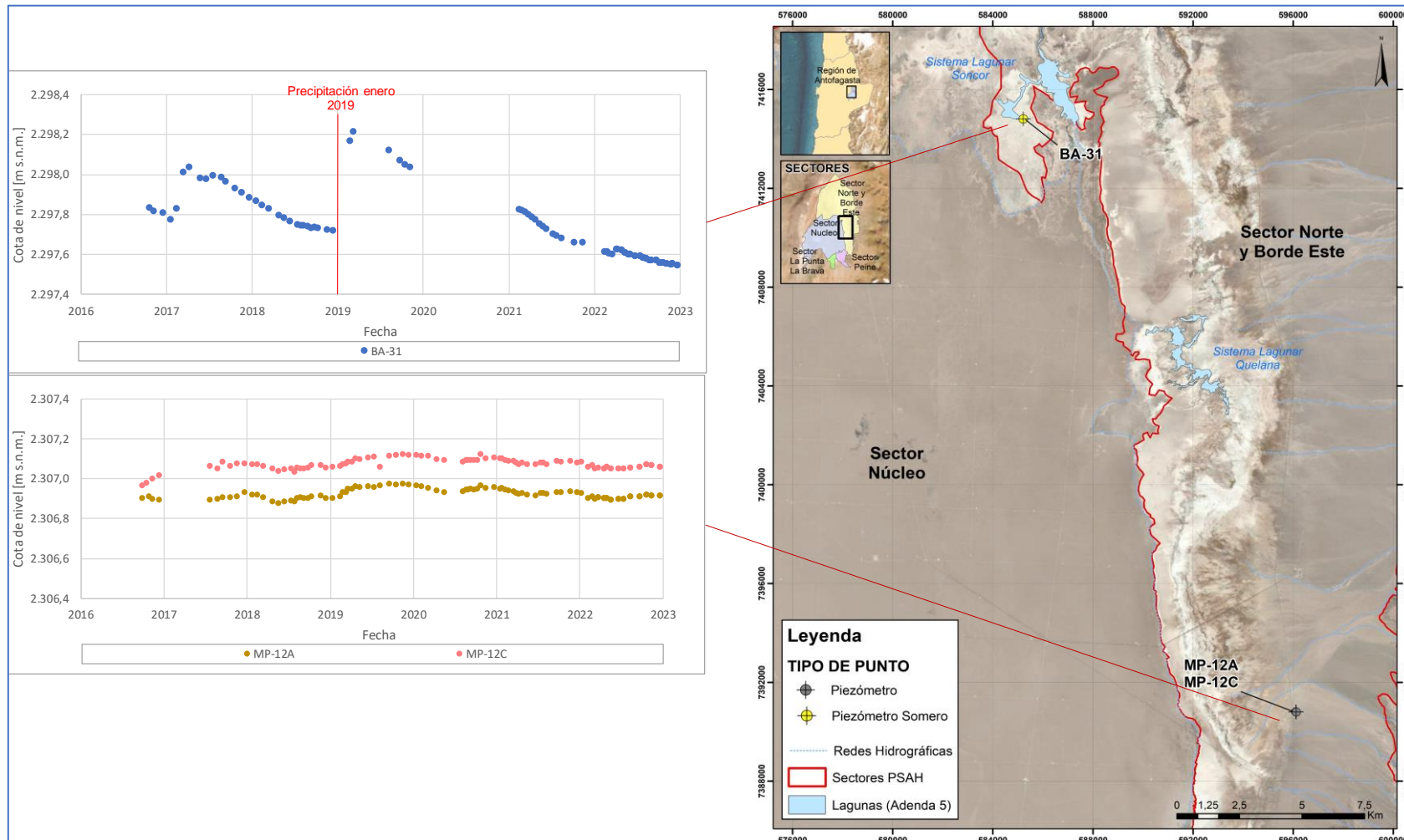
En cuanto al registro de los puntos MP-12A y MP-12C, se observa que ambos pozos presentaron una tendencia de aumento de niveles hasta la mitad del 2021 y luego una tendencia al descenso hasta el año 2022. No obstante, desde el inicio de las mediciones hasta ahora, existe un aumento neto promedio de 0,03 m (entre diciembre 2016 y diciembre 2022). La recarga en la zona Este se deduce que ocurre principalmente por flujos de aporte subsuperficial y subterráneo, y en menor escala por precipitaciones y aportes superficiales, reconociéndose períodos de aumento tanto en los meses de verano como en los meses de invierno.

Tabla 5-27 Resultados mediciones de nivel en sector Norte y Borde este, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
BA-31	2298,795	13-ene-22	(1)		14-jul-22	1,202	2297,593
		27-ene-22	(1)		28-jul-22	1,209	2297,586
		13-feb-22	1,178	2297,617	11-ago-22	1,212	2297,583
		24-feb-22	1,181	2297,614	25-ago-22	1,220	2297,575
		03-mar-22	1,187	2297,608	01-sept-22	1,221	2297,574
		17-mar-22	1,192	2297,603	22-sept-22	1,224	2297,571
		07-abr-22	1,168	2297,627	06-oct-22	1,234	2297,561
		28-abr-22	1,173	2297,622	20-oct-22	1,235	2297,560
		12-may-22	1,184	2297,611	03-nov-22	1,240	2297,555
		26-may-22	1,192	2297,603	24-nov-22	1,243	2297,552
		03-jun-22	1,193	2297,602	01-dic-22	1,239	2297,556
		23-jun-22	1,200	2297,595	22-dic-22	1,248	2297,547
MP-12A	2316,232	07-ene-22	9,303	2306,929	18-jun-22	9,332	2306,900
		06-feb-22	9,326	2306,906	10-jul-22	9,332	2306,900
		24-feb-22	9,320	2306,912	10-ago-22	9,316	2306,916
		06-mar-22	9,331	2306,901	18-sept-22	9,316	2306,916
		20-mar-22	9,322	2306,910	20-oct-22	9,309	2306,923
		15-abr-22	9,327	2306,905	10-nov-22	9,312	2306,920
		28-abr-22	9,327	2306,905	18-dic-22	9,314	2306,918
		17-may-22	9,333	2306,899			
MP-12C	2316,621	07-ene-22	9,533	2307,088	18-jun-22	9,566	2307,055
		06-feb-22	9,558	2307,063	10-jul-22	9,569	2307,052
		24-feb-22	9,549	2307,072	10-ago-22	9,564	2307,057
		06-mar-22	9,566	2307,055	18-sept-22	9,558	2307,063
		20-mar-22	9,561	2307,060	20-oct-22	9,547	2307,074
		15-abr-22	9,567	2307,054	10-nov-22	9,552	2307,069
		28-abr-22	9,558	2307,063	18-dic-22	9,558	2307,063
		17-may-22	9,569	2307,052			

Notas: (1) Sin autorización de acceso de CONAF.
 Fuente: Elaboración propia

Figura 5-68 Mapa de ubicación puntos de monitoreo sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

5.6.4 Sector Núcleo

En el Sector Núcleo la red de monitoreo se compone de 61 puntos, según se aprecia en Tabla 5-28, donde además se detalla el periodo registros que iniciaron entre los años 1985 y 2016. De estos 57 son piezómetros, 3 pozos de extracción y 1 zanja (Zanja Camino a Peine).

Los puntos de monitoreo se han clasificado según su distribución en 4 zonas:

- Núcleo Centro Norte
- Núcleo Oeste
- Núcleo Este
- Zona de Producción

La ubicación de los puntos se exhibe en el mapa de la Figura 5-70, y los resultados de las mediciones de nivel durante el año 2022 se muestran en la Tabla 5-29, y los registros históricos en Anexo F.

Tabla 5-28 Periodo de registro puntos de monitoreo sector Núcleo

Zona	Punto de monitoreo	Periodo de Registro	
		Fecha inicio	Fecha final
Núcleo Centro Norte	ES-01	17-11-16	23-12-22
	ES-02	17-11-16	23-12-22
	ES-03	17-11-16	23-12-22
	ES-04	17-11-16	23-12-22
	ES-05	17-11-16	23-12-22
	ES-06	17-11-16	23-12-22
	ES-07	17-11-16	23-12-22
	ES-08	17-11-16	23-12-22
	ES-09	02-08-16	07-12-22
	ES-10	02-08-16	07-12-22
	ES-11	08-07-16	23-12-22
	PN-18	25-10-16	23-12-22
PN-19	25-10-16	23-12-22	
Núcleo Oeste	CS-01 (ex Zanja Cordillera de la Sal)	28-01-01	30-09-06
		02-07-16	06-12-22
	SAMPLE-4A (ex SAMPLE-4)	28-01-01	30-09-12
		26-09-16	06-12-22
Núcleo Este	CL-6	28-01-01	05-12-22
	P-01	20-07-13	13-12-22
	P-02	19-07-13	05-12-22
	P-03	21-07-13	13-12-22

Tabla 5-28 Periodo de registro puntos de monitoreo sector Núcleo

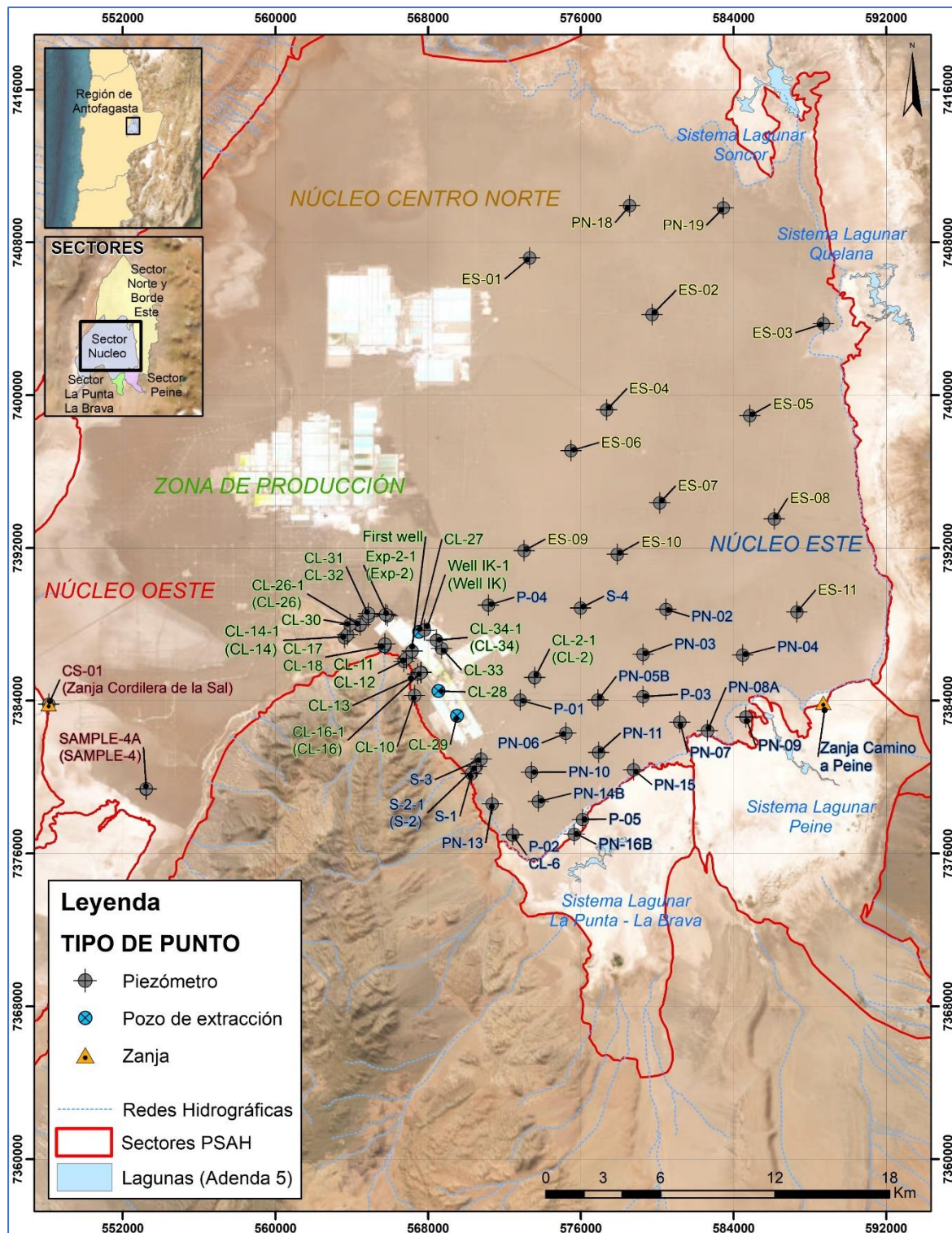
Zona	Punto de monitoreo	Periodo de Registro	
		Fecha inicio	Fecha final
	P-04	06-09-13	07-12-22
	P-05	17-10-13	05-12-22
	PN-02	08-07-16	07-12-22
	PN-03	08-07-16	07-12-22
	PN-04	08-07-16	04-12-22
	PN-05B	12-11-14	30-12-22
	PN-06	02-08-16	13-12-22
	PN-07	02-08-16	04-12-22
	PN-08A	07-12-14	30-12-22
	PN-09	08-07-16	04-12-22
	PN-10	02-08-16	13-12-22
	PN-11	02-08-16	13-12-22
	PN-13	02-08-16	17-12-22
	PN-14B	07-11-14	30-12-22
	PN-15	02-08-16	18-12-22
	PN-16B	07-11-14	30-12-22
	S-1	24-08-89	13-12-22
	S-2-1 (ex S-2)	27-09-90	16-05-19
		27-06-19	13-12-22
	S-3	24-08-89	13-12-22
S-4	24-08-89	07-12-22	
Zanja Camino a Peine	28-01-01	04-12-22(1)	
Zona de Producción	CL-10	02-05-85	05-04-22
	CL-11	02-05-85	14-12-22
	CL-12	02-05-85	14-12-22
	CL-13	02-05-85	14-12-19
	CL-14-1 (ex CL-14)	24-08-89	30-09-10
		02-06-16	14-12-22
	CL-16-1 (ex CL-16)	02-05-85	01-03-16
		02-06-16	14-12-22
	CL-17	02-05-85	14-12-22
	CL-18	02-05-85	14-12-22
	CL-2-1 (ex CL-2)	04-07-85	02-06-16
		14-08-16	07-12-22
	CL-26-1 (ex CL-26)	28-01-01	02-06-16
		15-08-16	14-12-22
	CL-27	28-01-01	06-12-22
CL-28	28-01-01	06-12-22	
CL-29	28-01-01	06-12-22	

Tabla 5-28 Periodo de registro puntos de monitoreo sector Núcleo

Zona	Punto de monitoreo	Periodo de Registro	
		Fecha inicio	Fecha final
	CL-30	28-01-01	06-12-22
	CL-31	28-01-01	06-12-22
	CL-32	28-01-01	06-12-22
	CL-33	28-01-01	06-12-22
	CL-34-1 (ex CL-34)	28-01-01	02-06-16
		15-08-16	06-12-22
	EXP-2-1 (ex EXP-2)	28-01-01	01-01-16
		25-09-16	14-12-22
	First well	28-01-01	06-12-22
	Well IK-1 (ex Well IK)	02-05-85	09-09-16
		07-10-16	06-12-22

Notas: (1) Pozo Seco.
 Fuente: Elaboración propia

Figura 5-69 Mapa de ubicación puntos de monitoreo sector Núcleo



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
CL-10	2.300,278	01-ene-22	(1)		24-jun-22	(1)	
		02-feb-22	(1)		30-jul-22	(1)	
		19-feb-22	(1)		26-ago-22	(1)	
		11-mar-22	(1)		10-sept-22	(1)	
		31-mar-22	(1)		26-oct-22	(1)	
		05-abr-22	5,349	2.294,929	27-nov-22	(1)	
		24-abr-22	(1)		14-dic-22	(1)	
		29-may-22	(1)				
CL-11	2.300,571	01-ene-22	9,953	2.290,618	24-jun-22	9,943	2.290,628
		02-feb-22	10,095	2.290,476	30-jul-22	10,117	2.290,454
		19-feb-22	10,235	2.290,336	26-ago-22	10,598	2.289,973
		11-mar-22	10,325	2.290,246	11-sept-22	9,639	2.290,932
		31-mar-22	8,348	2.292,223	26-oct-22	10,393	2.290,178
		05-abr-22	8,239	2.292,332	27-nov-22	10,944	2.289,627
		24-abr-22	8,047	2.292,524	14-dic-22	11,429	2.289,142
		29-may-22	7,905	2.292,666			
CL-12	2.300,162	01-ene-22	10,622	2.289,540	24-jun-22	10,385	2.289,777
		02-feb-22	10,728	2.289,434	30-jul-22	9,568	2.290,594

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		19-feb-22	10,861	2.289,301	26-ago-22	10,873	2.289,289
		11-mar-22	10,887	2.289,275	11-sept-22	9,380	2.290,782
		31-mar-22	7,726	2.292,436	26-oct-22	10,645	2.289,517
		05-abr-22	7,613	2.292,549	27-nov-22	11,435	2.288,727
		24-abr-22	7,409	2.292,753	14-dic-22	11,397	2.288,765
		29-may-22	7,253	2.292,909			
CL-13	2.300,663	01-ene-22	(1)		24-jun-22	(1)	
		02-feb-22	(1)		30-jul-22	(1)	
		19-feb-22	(1)		26-ago-22	(1)	
		31-mar-22	(1)		11-sept-22	(1)	
		31-mar-22	(1)		26-oct-22	(1)	
		05-abr-22	(1)		27-nov-22	(1)	
		24-abr-22	(1)		14-dic-22	(1)	
		29-may-22	(1)				
CL-14-1	2.300,745	01-ene-22	10,378	2.290,367	24-jun-22	10,177	2.290,568
		02-feb-22	10,572	2.290,173	30-jul-22	9,972	2.290,773
		19-feb-22	10,628	2.290,117	26-ago-22	9,873	2.290,872
		11-mar-22	10,454	2.290,291	22-sept-22	9,535	2.291,210

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		31-mar-22	10,342	2.290,403	26-oct-22	9,530	2.291,215
		05-abr-22	10,320	2.290,425	27-nov-22	9,731	2.291,014
		24-abr-22	10,274	2.290,471	14-dic-22	9,735	2.291,010
		29-may-22	10,200	2.290,545			
CL-16-1	2.301,257	01-ene-22	7,833	2.293,424	24-jun-22	7,885	2.293,372
		02-feb-22	7,736	2.293,521	31-jul-22	8,169	2.293,088
		19-feb-22	7,734	2.293,523	26-ago-22	8,461	2.292,796
		11-mar-22	7,636	2.293,621	11-sept-22	8,695	2.292,562
		31-mar-22	7,640	2.293,617	26-oct-22	9,352	2.291,905
		05-abr-22	7,675	2.293,582	27-nov-22	10,003	2.291,254
		24-abr-22	7,697	2.293,560	14-dic-22	10,137	2.291,120
		29-may-22	7,814	2.293,443			
CL-17	2.300,260	01-ene-22	6,167	2.294,093	24-jun-22	7,012	2.293,248
		02-feb-22	6,325	2.293,935	30-jul-22	6,245	2.294,015
		19-feb-22	6,934	2.293,326	26-ago-22	6,164	2.294,096
		11-mar-22	6,371	2.293,889	11-sept-22	6,211	2.294,049
		31-mar-22	6,323	2.293,937	26-oct-22	6,288	2.293,972
		09-abr-22	6,302	2.293,958	27-nov-22	6,302	2.293,958

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		24-abr-22	6,291	2.293,969	14-dic-22	6,350	2.293,910
		29-may-22	6,255	2.294,005			
CL-18	2.300,234	01-ene-22	6,169	2.294,065	24-jun-22	6,205	2.294,029
		02-feb-22	6,327	2.293,907	30-jul-22	6,194	2.294,040
		19-feb-22	6,395	2.293,839	26-ago-22	6,137	2.294,097
		11-mar-22	6,310	2.293,924	11-sept-22	6,179	2.294,055
		31-mar-22	6,269	2.293,965	26-oct-22	6,274	2.293,960
		05-abr-22	6,261	2.293,973	27-nov-22	6,305	2.293,929
		24-abr-22	6,235	2.293,999	14-dic-22	6,344	2.293,890
		29-may-22	6,204	2.294,030			
CL-2-1	2.300,492	22-ene-22	2,143	2.298,349	11-jun-22	2,183	2.298,309
		06-feb-22	2,148	2.298,344	12-jul-22	2,200	2.298,292
		26-feb-22	2,152	2.298,340	14-ago-22	2,212	2.298,280
		06-mar-22	2,161	2.298,331	07-sept-22	2,220	2.298,272
		23-mar-22	2,104	2.298,388	16-oct-22	2,227	2.298,265
		05-abr-22	2,110	2.298,382	13-nov-22	2,224	2.298,268
		24-abr-22	2,139	2.298,353	07-dic-22	2,237	2.298,255
		08-may-22	2,158	2.298,334			

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
CL-26-1	2.300,509	29-ene-22	6,750	2.293,759	24-jun-22	6,955	2.293,554
		02-feb-22	6,758	2.293,751	30-jul-22	7,020	2.293,489
		19-feb-22	6,782	2.293,727	26-ago-22	7,016	2.293,493
		11-mar-22	6,810	2.293,699	11-sept-22	7,014	2.293,495
		31-mar-22	6,839	2.293,670	26-oct-22	6,968	2.293,541
		05-abr-22	6,846	2.293,663	27-nov-22	6,977	2.293,532
		24-abr-22	6,871	2.293,638	14-dic-22	6,966	2.293,543
		29-may-22	6,919	2.293,590			
CL-27	2.300,036	29-ene-22	3,574	2.296,462	06-jun-22	3,924	2.296,112
		02-feb-22	3,597	2.296,439	12-jul-22	3,940	2.296,096
		19-feb-22	3,883	2.296,153	12-ago-22	3,964	2.296,072
		11-mar-22	3,965	2.296,071	10-sept-22	3,998	2.296,038
		31-mar-22	4,886	2.295,150	13-oct-22	4,087	2.295,949
		05-abr-22	3,814	2.296,222	12-nov-22	4,103	2.295,933
		24-abr-22	3,837	2.296,199	06-dic-22	4,092	2.295,944
		16-may-22	3,829	2.296,207			
CL-28	2.300,880	29-ene-22	4,746	2.296,134	06-jun-22	4,819	2.296,061

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		02-feb-22	4,760	2.296,120	12-jul-22	4,810	2.296,070
		19-feb-22	4,696	2.296,184	12-ago-22	4,792	2.296,088
		11-mar-22	4,627	2.296,253	10-sept-22	4,770	2.296,110
		31-mar-22	4,728	2.296,152	13-oct-22	4,658	2.296,222
		05-abr-22	4,758	2.296,122	12-nov-22	4,754	2.296,126
		24-abr-22	4,769	2.296,111	06-dic-22	4,785	2.296,095
		16-may-22	4,799	2.296,081			
CL-29	2.300,847	29-ene-22	2,763	2.298,084	06-jun-22	2,873	2.297,974
		02-feb-22	2,760	2.298,087	12-jul-22	2,925	2.297,922
		19-feb-22	2,803	2.298,044	12-ago-22	2,940	2.297,907
		11-mar-22	2,769	2.298,078	10-sept-22	2,957	2.297,890
		31-mar-22	2,785	2.298,062	13-oct-22	3,003	2.297,844
		05-abr-22	2,798	2.298,049	12-nov-22	3,014	2.297,833
		24-abr-22	2,832	2.298,015	06-dic-22	3,016	2.297,831
		16-may-22	2,844	2.298,003			
CL-30	2.300,303	29-ene-22	8,307	2.291,996	07-jun-22	8,489	2.291,814
		02-feb-22	8,313	2.291,990	12-jul-22	8,475	2.291,828
		10-feb-22	8,353	2.291,950	12-ago-22	8,418	2.291,885

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		11-mar-22	8,399	2.291,904	11-sept-22	8,344	2.291,959
		31-mar-22	8,431	2.291,872	13-oct-22	8,190	2.292,113
		05-abr-22	8,435	2.291,868	12-nov-22	8,244	2.292,059
		24-abr-22	8,454	2.291,849	06-dic-22	8,174	2.292,129
		16-may-22	8,469	2.291,834			
CL-31	2.300,280	29-ene-22	3,857	2.296,423	06-jun-22	3,950	2.296,330
		02-feb-22	3,871	2.296,409	12-jul-22	3,940	2.296,340
		19-feb-22	3,905	2.296,375	12-ago-22	3,891	2.296,389
		11-mar-22	3,933	2.296,347	11-sept-22	3,907	2.296,373
		31-mar-22	3,961	2.296,319	13-oct-22	3,885	2.296,395
		05-abr-22	3,975	2.296,305	12-nov-22	3,827	2.296,453
		24-abr-22	3,986	2.296,294	06-dic-22	3,794	2.296,486
		16-may-22	3,977	2.296,303			
CL-32	2.300,175	29-ene-22	3,315	2.296,860	06-jun-22	3,348	2.296,827
		02-feb-22	3,317	2.296,858	12-jul-22	3,240	2.296,935
		19-feb-22	3,400	2.296,775	12-ago-22	3,345	2.296,830
		11-mar-22	3,366	2.296,809	11-sept-22	3,344	2.296,831
		31-mar-22	3,394	2.296,781	13-oct-22	3,313	2.296,862

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		05-abr-22	3,398	2.296,777	12-nov-22	3,282	2.296,893
		24-abr-22	3,402	2.296,773	06-dic-22	3,275	2.296,900
		16-may-22	3,370	2.296,805			
CL-33	2.300,330	29-ene-22	2,726	2.297,607	06-jun-22	2,562	2.297,771
		02-feb-22	2,736	2.297,597	12-jul-22	2,604	2.297,729
		19-feb-22	2,640	2.297,693	12-ago-22	2,596	2.297,737
		11-mar-22	2,588	2.297,745	10-sept-22	2,624	2.297,709
		31-mar-22	2,562	2.297,771	13-oct-22	2,604	2.297,729
		05-abr-22	2,577	2.297,756	12-nov-22	2,635	2.297,698
		24-abr-22	2,544	2.297,789	06-dic-22	2,653	2.297,680
		16-may-22	2,566	2.297,767			
CL-34-1	2.300,311	29-ene-22	4,069	2.296,242	06-jun-22	4,115	2.296,196
		02-feb-22	4,042	2.296,269	12-jul-22	4,104	2.296,207
		19-feb-22	3,839	2.296,472	12-ago-22	4,032	2.296,279
		11-mar-22	4,203	2.296,108	11-sept-22	3,828	2.296,483
		31-mar-22	4,160	2.296,151	13-oct-22	4,149	2.296,162
		05-abr-22	4,137	2.296,174	12-nov-22	4,192	2.296,119
		24-abr-22	4,182	2.296,129	06-dic-22	4,195	2.296,116

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		16-may-22	4,096	2.296,215			
CL-6	2.300,120	22-ene-22	1,716	2.298,404	05-jun-22	1,780	2.298,340
		15-feb-22	1,735	2.298,385	04-jul-22	1,790	2.298,330
		26-feb-22	1,768	2.298,352	06-ago-22	1,799	2.298,321
		04-mar-22	1,746	2.298,374	05-sept-22	1,829	2.298,291
		18-mar-22	1,746	2.298,374	03-oct-22	1,836	2.298,284
		09-abr-22	1,738	2.298,382	07-nov-22	1,816	2.298,304
		24-abr-22	1,744	2.298,376	05-dic-22	1,832	2.298,288
		15-may-22	1,760	2.298,360			
CS-01	2.300,864	10-ene-22	7,829	2.293,035	17-jun-22	7,936	2.292,928
		05-feb-22	7,856	2.293,008	05-jul-22	7,967	2.292,897
		28-feb-22	7,862	2.293,002	05-ago-22	7,993	2.292,871
		12-mar-22	7,877	2.292,987	10-sept-22	8,014	2.292,850
		27-mar-22	7,883	2.292,981	05-oct-22	8,031	2.292,833
		06-abr-22	7,890	2.292,974	05-nov-22	8,057	2.292,807
		23-abr-22	7,906	2.292,958	06-dic-22	8,075	2.292,789
		09-may-22	7,916	2.292,948			

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
ES-01	2.299,925	06-ene-22	2,259	2.297,666	07-jul-22	2,321	2.297,604
		21-ene-22	2,267	2.297,658	21-jul-22	2,327	2.297,598
		10-feb-22	2,274	2.297,651	06-ago-22	2,332	2.297,593
		24-feb-22	2,278	2.297,647	18-ago-22	2,336	2.297,589
		10-mar-22	2,284	2.297,641	08-sept-22	2,345	2.297,580
		24-mar-22	2,185	2.297,740	22-sept-22	2,349	2.297,576
		07-abr-22	2,217	2.297,708	06-oct-22	2,351	2.297,574
		21-abr-22	2,247	2.297,678	20-oct-22	2,358	2.297,567
		05-may-22	2,273	2.297,652	03-nov-22	2,356	2.297,569
		19-may-22	2,289	2.297,636	17-nov-22	2,361	2.297,564
		09-jun-22	2,305	2.297,620	08-dic-22	2,364	2.297,561
		27-jun-22	2,317	2.297,608	23-dic-22	2,357	2.297,568
ES-02	2.299,774	06-ene-22	2,169	2.297,605	07-jul-22	2,232	2.297,542
		21-ene-22	2,174	2.297,600	21-jul-22	2,236	2.297,538
		10-feb-22	2,184	2.297,590	06-ago-22	2,240	2.297,534
		24-feb-22	2,190	2.297,584	18-ago-22	2,245	2.297,529
		10-mar-22	2,195	2.297,579	08-sept-22	2,247	2.297,527
		24-mar-22	2,110	2.297,664	22-sept-22	2,255	2.297,519
		07-abr-22	2,134	2.297,640	06-oct-22	2,261	2.297,513

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		21-abr-22	2,164	2.297,610	20-oct-22	2,267	2.297,507
		05-may-22	2,190	2.297,584	03-nov-22	2,266	2.297,508
		19-may-22	2,203	2.297,571	17-nov-22	2,268	2.297,506
		09-jun-22	2,221	2.297,553	08-dic-22	2,273	2.297,501
		27-jun-22	2,232	2.297,542	23-dic-22	2,266	2.297,508
ES-03	2.299,537	06-ene-22	1,881	2.297,656	07-jul-22	1,935	2.297,602
		21-ene-22	1,882	2.297,655	21-jul-22	1,939	2.297,598
		10-feb-22	1,893	2.297,644	06-ago-22	1,945	2.297,592
		24-feb-22	1,900	2.297,637	18-ago-22	1,955	2.297,582
		10-mar-22	1,905	2.297,632	08-sept-22	1,956	2.297,581
		24-mar-22	1,854	2.297,683	22-sept-22	1,963	2.297,574
		07-abr-22	1,856	2.297,681	06-oct-22	1,967	2.297,570
		21-abr-22	1,885	2.297,652	20-oct-22	1,971	2.297,566
		05-may-22	1,902	2.297,635	03-nov-22	1,973	2.297,564
		19-may-22	1,916	2.297,621	17-nov-22	1,977	2.297,560
		09-jun-22	1,913	2.297,624	08-dic-22	1,980	2.297,557
		27-jun-22	1,931	2.297,606	23-dic-22	1,976	2.297,561
ES-04	2.299,872	06-ene-22	2,149	2.297,723	07-jul-22	2,210	2.297,662

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		21-ene-22	2,155	2.297,717	21-jul-22	2,216	2.297,656
		10-feb-22	2,164	2.297,708	06-ago-22	2,221	2.297,651
		24-feb-22	2,168	2.297,704	18-ago-22	2,226	2.297,646
		10-mar-22	2,173	2.297,699	08-sept-22	2,233	2.297,639
		24-mar-22	2,085	2.297,787	22-sept-22	2,238	2.297,634
		07-abr-22	2,111	2.297,761	06-oct-22	2,240	2.297,632
		21-abr-22	2,142	2.297,730	20-oct-22	2,246	2.297,626
		05-may-22	2,166	2.297,706	03-nov-22	2,245	2.297,627
		19-may-22	2,179	2.297,693	17-nov-22	2,249	2.297,623
		09-jun-22	2,195	2.297,677	08-dic-22	2,252	2.297,620
		27-jun-22	2,206	2.297,666	23-dic-22	2,244	2.297,628
ES-05	2.299,764	06-ene-22	2,054	2.297,710	07-jul-22	2,120	2.297,644
		21-ene-22	2,059	2.297,705	21-jul-22	2,126	2.297,638
		10-feb-22	2,070	2.297,694	06-ago-22	2,128	2.297,636
		24-feb-22	2,075	2.297,689	18-ago-22	2,137	2.297,627
		10-mar-22	2,080	2.297,684	08-sept-22	2,139	2.297,625
		24-mar-22	1,995	2.297,769	22-sept-22	2,145	2.297,619
		07-abr-22	2,021	2.297,743	06-oct-22	2,148	2.297,616
		21-abr-22	2,057	2.297,707	20-oct-22	2,152	2.297,612

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		05-may-22	2,077	2.297,687	03-nov-22	2,152	2.297,612
		19-may-22	2,092	2.297,672	17-nov-22	2,154	2.297,610
		09-jun-22	2,107	2.297,657	08-dic-22	2,157	2.297,607
		27-jun-22	2,118	2.297,646	23-dic-22	2,158	2.297,606
ES-06	2.300,003	06-ene-22	2,194	2.297,809	07-jul-22	2,255	2.297,748
		21-ene-22	2,201	2.297,802	21-jul-22	2,261	2.297,742
		10-feb-22	2,208	2.297,795	06-ago-22	2,267	2.297,736
		24-feb-22	2,213	2.297,790	18-ago-22	2,272	2.297,731
		10-mar-22	2,218	2.297,785	08-sept-22	2,279	2.297,724
		24-mar-22	2,131	2.297,872	22-sept-22	2,280	2.297,723
		07-abr-22	2,156	2.297,847	06-oct-22	2,285	2.297,718
		21-abr-22	2,187	2.297,816	20-oct-22	2,290	2.297,713
		05-may-22	2,211	2.297,792	03-nov-22	2,290	2.297,713
		19-may-22	2,222	2.297,781	17-nov-22	2,293	2.297,710
		09-jun-22	2,240	2.297,763	08-dic-22	2,297	2.297,706
		27-jun-22	2,252	2.297,751	23-dic-22	2,287	2.297,72
ES-07	2.300,016	06-ene-22	2,126	2.297,890	07-jul-22	2,188	2.297,828
		21-ene-22	2,132	2.297,884	21-jul-22	2,195	2.297,821

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		10-feb-22	2,140	2.297,876	06-ago-22	2,200	2.297,816
		24-feb-22	2,146	2.297,870	18-ago-22	2,206	2.297,810
		10-mar-22	2,150	2.297,866	08-sept-22	2,213	2.297,803
		24-mar-22	2,063	2.297,953	22-sept-22	2,215	2.297,801
		07-abr-22	2,089	2.297,927	06-oct-22	2,219	2.297,797
		21-abr-22	2,121	2.297,895	20-oct-22	2,224	2.297,792
		05-may-22	2,143	2.297,873	03-nov-22	2,221	2.297,795
		19-may-22	2,156	2.297,860	17-nov-22	2,225	2.297,791
		09-jun-22	2,172	2.297,844	08-dic-22	2,229	2.297,787
		27-jun-22	2,184	2.297,832	23-dic-22	2,221	2.297,795
ES-08	2.299,903	06-ene-22	2,060	2.297,843	07-jul-22	2,126	2.297,777
		21-ene-22	2,064	2.297,839	21-jul-22	2,130	2.297,773
		10-feb-22	2,075	2.297,828	06-ago-22	2,136	2.297,767
		24-feb-22	2,081	2.297,822	18-ago-22	2,144	2.297,759
		10-mar-22	2,085	2.297,818	08-sept-22	2,148	2.297,755
		24-mar-22	2,008	2.297,895	22-sept-22	2,154	2.297,749
		07-abr-22	2,028	2.297,875	06-oct-22	2,155	2.297,748
		21-abr-22	2,060	2.297,843	20-oct-22	2,160	2.297,743
		05-may-22	2,080	2.297,823	03-nov-22	2,159	2.297,744

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		19-may-22	2,095	2.297,808	17-nov-22	2,164	2.297,739
		09-jun-22	2,109	2.297,794	08-dic-22	2,165	2.297,738
		27-jun-22	2,120	2.297,783	23-dic-22	2,157	2.297,746
ES-09	2.300,209	14-ene-22	2,117	2.298,092	11-jun-22	2,161	2.298,048
		12-feb-22	2,128	2.298,081	12-jul-22	2,176	2.298,033
		28-feb-22	2,131	2.298,078	14-ago-22	2,190	2.298,019
		12-mar-22	2,141	2.298,068	07-sept-22	2,198	2.298,011
		27-mar-22	2,058	2.298,151	16-oct-22	2,203	2.298,006
		07-abr-22	2,075	2.298,134	13-nov-22	2,200	2.298,009
		24-abr-22	2,111	2.298,098	07-dic-22	2,214	2.297,995
		08-may-22	2,134	2.298,075			
ES-10	2.300,015	14-ene-22	2,011	2.298,004	11-jun-22	2,056	2.297,959
		12-feb-22	2,021	2.297,994	12-jul-22	2,069	2.297,946
		28-feb-22	2,027	2.297,988	14-ago-22	2,084	2.297,931
		12-mar-22	2,035	2.297,980	07-sept-22	2,091	2.297,924
		27-mar-22	1,953	2.298,062	16-oct-22	2,101	2.297,914
		09-abr-22	1,977	2.298,038	13-nov-22	2,097	2.297,918
		24-abr-22	2,017	2.297,998	07-dic-22	2,109	2.297,906

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		08-may-22	2,025	2.297,990			
ES-11	2.299,586	21-ene-22	1,927	2.297,659	21-jul-22	1,992	2.297,594
		10-feb-22	1,939	2.297,647	06-ago-22	1,995	2.297,591
		24-feb-22	1,943	2.297,643	18-ago-22	2,002	2.297,584
		10-mar-22	1,948	2.297,638	08-sept-22	2,010	2.297,576
		24-mar-22	1,887	2.297,699	22-sept-22	2,014	2.297,572
		07-abr-22	1,897	2.297,689	06-oct-22	2,017	2.297,569
		21-abr-22	1,924	2.297,662	20-oct-22	2,021	2.297,565
		05-may-22	1,942	2.297,644	03-nov-22	2,022	2.297,564
		19-may-22	1,955	2.297,631	17-nov-22	2,024	2.297,562
		09-jun-22	1,967	2.297,619	08-dic-22	2,025	2.297,561
		27-jun-22	1,979	2.297,607	23-dic-22	2,018	2.297,568
				07-jul-22	1,985	2.297,601	
EXP-2-1	2.300,598	01-ene-22	3,332	2.297,266	24-jun-22	3,428	2.297,170
		02-feb-22	3,353	2.297,245	30-jul-22	3,438	2.297,160
		19-feb-22	3,368	2.297,230	26-ago-22	3,450	2.297,148
		11-mar-22	3,379	2.297,219	10-sept-22	3,453	2.297,145
		31-mar-22	3,391	2.297,207	26-oct-22	3,447	2.297,151

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		05-abr-22	3,399	2.297,199	27-nov-22	3,438	2.297,160
		24-abr-22	3,406	2.297,192	14-dic-22	3,414	2.297,184
		29-may-22	3,419	2.297,179			
First well	2.300,079	29-ene-22	5,599	2.294,480	06-jun-22	5,048	2.295,031
		02-feb-22	5,614	2.294,465	12-jul-22	5,247	2.294,832
		19-feb-22	5,544	2.294,535	12-ago-22	5,466	2.294,613
		11-mar-22	5,409	2.294,670	11-sept-22	5,600	2.294,479
		31-mar-22	5,217	2.294,862	13-oct-22	5,649	2.294,430
		05-abr-22	5,166	2.294,913	12-nov-22	5,824	2.294,255
		24-abr-22	5,049	2.295,030	06-dic-22	5,923	2.294,156
		16-may-22	5,045	2.295,034			
P-01	2.300,628	22-ene-22	2,177	2.298,451	24-jun-22	2,222	2.298,406
		06-feb-22	2,180	2.298,448	29-jul-22	2,233	2.298,395
		16-feb-22	2,184	2.298,444	27-ago-22	2,248	2.298,380
		06-mar-22	2,191	2.298,437	10-sept-22	2,249	2.298,379
		23-mar-22	2,138	2.298,490	27-oct-22	2,262	2.298,366
		09-abr-22	2,148	2.298,480	27-nov-22	2,267	2.298,361
		24-abr-22	2,171	2.298,457	13-dic-22	2,268	2.298,360

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		22-may-22	2,197	2.298,431			
P-02	2.300,435	22-ene-22	1,958	2.298,477	05-jun-22	1,990	2.298,445
		15-feb-22	1,955	2.298,480	04-jul-22	2,001	2.298,434
		26-feb-22	1,968	2.298,467	06-ago-22	2,003	2.298,432
		04-mar-22	1,965	2.298,470	05-sept-22	2,031	2.298,404
		18-mar-22	1,965	2.298,470	03-oct-22	2,035	2.298,400
		09-abr-22	1,958	2.298,477	07-nov-22	2,014	2.298,421
		20-abr-22	1,988	2.298,447	05-dic-22	2,029	2.298,406
		15-may-22	1,976	2.298,459			
P-03	2.300,708	22-ene-22	2,212	2.298,496	24-jun-22	2,261	2.298,447
		06-feb-22	2,219	2.298,489	29-jul-22	2,275	2.298,433
		27-feb-22	2,226	2.298,482	27-ago-22	2,288	2.298,420
		06-mar-22	2,232	2.298,476	10-sept-22	2,294	2.298,414
		23-mar-22	2,176	2.298,532	27-oct-22	2,301	2.298,407
		09-abr-22	2,183	2.298,525	27-nov-22	2,331	2.298,377
		24-abr-22	2,208	2.298,500	13-dic-22	2,307	2.298,401
		22-may-22	2,239	2.298,469			

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
P-04	2.300,549	14-ene-22	2,264	2.298,285	11-jun-22	2,319	2.298,230
		12-feb-22	2,279	2.298,270	12-jul-22	2,326	2.298,223
		27-feb-22	2,285	2.298,264	14-ago-22	2,343	2.298,206
		13-mar-22	2,290	2.298,259	07-sept-22	2,350	2.298,199
		27-mar-22	2,212	2.298,337	16-oct-22	2,358	2.298,191
		05-abr-22	2,232	2.298,317	27-nov-22	2,355	2.298,194
		24-abr-22	2,265	2.298,284	07-dic-22	2,366	2.298,183
		08-may-22	2,289	2.298,260			
P-05	2.299,844	22-ene-22	1,360	2.298,484	05-jun-22	1,379	2.298,465
		15-feb-22	1,367	2.298,477	04-jul-22	1,390	2.298,454
		26-feb-22	1,374	2.298,470	06-ago-22	1,391	2.298,453
		04-mar-22	1,372	2.298,472	05-sept-22	1,404	2.298,440
		18-mar-22	1,375	2.298,469	03-oct-22	1,415	2.298,429
		03-abr-22	1,356	2.298,488	06-nov-22	1,424	2.298,420
		20-abr-22	1,358	2.298,486	05-dic-22	1,433	2.298,411
		15-may-22	1,370	2.298,474			
PN-02	2.300,090	14-ene-22	2,043	2.298,047	11-jun-22	2,088	2.298,002
		12-feb-22	2,054	2.298,036	12-jul-22	2,103	2.297,987

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		27-feb-22	2,058	2.298,032	14-ago-22	2,117	2.297,973
		12-mar-22	2,066	2.298,024	07-sept-22	2,127	2.297,963
		27-mar-22	1,994	2.298,096	16-oct-22	2,134	2.297,956
		06-abr-22	2,007	2.298,083	13-nov-22	2,129	2.297,961
		23-abr-22	2,039	2.298,051	07-dic-22	2,142	2.297,948
		08-may-22	2,061	2.298,029			
PN-03	2.299,521	14-ene-22	2,129	2.297,392	11-jun-22	2,173	2.297,348
		12-feb-22	2,139	2.297,382	12-jul-22	2,189	2.297,332
		27-feb-22	2,143	2.297,378	14-ago-22	2,203	2.297,318
		12-mar-22	2,152	2.297,369	07-sept-22	2,212	2.297,309
		27-mar-22	2,082	2.297,439	16-oct-22	2,217	2.297,304
		06-abr-22	2,093	2.297,428	13-nov-22	2,217	2.297,304
		23-abr-22	2,125	2.297,396	07-dic-22	2,226	2.297,295
		08-may-22	2,146	2.297,38			
PN-04	2.300,126	04-ene-22	2,064	2.298,062	04-jun-22	2,107	2.298,019
		04-feb-22	2,077	2.298,049	06-jul-22	2,128	2.297,998
		18-feb-22	2,083	2.298,043	07-ago-22	2,141	2.297,985
		01-mar-22	2,086	2.298,040	06-sept-22	2,153	2.297,973

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		19-mar-22	2,035	2.298,091	07-oct-22	2,161	2.297,965
		02-abr-22	2,028	2.298,098	07-nov-22	2,167	2.297,959
		19-abr-22	2,058	2.298,068	04-dic-22	2,169	2.297,957
		10-may-22	2,088	2.298,038			
PN-05B	2.300,812	04-ene-22	2,272	2.298,540	15-jun-22	2,321	2.298,491
		04-feb-22	2,280	2.298,532	30-jun-22	2,329	2.298,483
		21-feb-22	2,290	2.298,522	15-jul-22	2,337	2.298,475
		01-mar-22	2,291	2.298,521	30-jul-22	2,342	2.298,470
		19-mar-22	2,276	2.298,536	12-ago-22	2,347	2.298,465
		02-abr-22	2,243	2.298,569	26-sept-22	2,361	2.298,451
		19-abr-22	2,269	2.298,543	14-oct-22	2,366	2.298,446
		03-may-22	2,286	2.298,526	30-nov-22	2,372	2.298,440
		30-may-22	2,312	2.298,500	30-dic-22	2,381	2.298,431
PN-06	2.300,490	14-ene-22	2,186	2.298,304	24-jun-22	2,236	2.298,254
		12-feb-22	2,195	2.298,295	29-jul-22	2,249	2.298,241
		27-feb-22	2,197	2.298,293	27-ago-22	2,262	2.298,228
		12-mar-22	2,206	2.298,284	10-sept-22	2,266	2.298,224
		27-mar-22	2,158	2.298,332	27-oct-22	2,274	2.298,216

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		06-abr-22	2,160	2.298,330	27-nov-22	2,278	2.298,212
		23-abr-22	2,185	2.298,305	13-dic-22	2,280	2.298,210
		22-may-22	2,213	2.298,277			
PN-07	2.300,321	04-ene-22	2,122	2.298,199	04-jun-22	2,164	2.298,157
		04-feb-22	2,140	2.298,181	06-jul-22	2,183	2.298,138
		18-feb-22	2,141	2.298,180	07-ago-22	2,197	2.298,124
		01-mar-22	2,144	2.298,177	06-sept-22	2,208	2.298,113
		19-mar-22	2,131	2.298,190	07-oct-22	2,216	2.298,105
		02-abr-22	2,100	2.298,221	07-nov-22	2,224	2.298,097
		26-abr-22	2,130	2.298,191	04-dic-22	2,226	2.298,095
		10-may-22	2,147	2.298,174			
PN-08A	2.300,716	04-ene-22	2,209	2.298,507	15-jun-22	2,256	2.298,460
		04-feb-22	2,212	2.298,504	30-jun-22	2,261	2.298,455
		18-feb-22	2,229	2.298,487	15-jul-22	2,269	2.298,447
		01-mar-22	2,234	2.298,482	30-jul-22	2,278	2.298,438
		19-mar-22	2,216	2.298,500	12-ago-22	2,282	2.298,434
		02-abr-22	2,193	2.298,523	26-sept-22	2,303	2.298,413
		19-abr-22	2,209	2.298,507	14-oct-22	2,312	2.298,404

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		03-may-22	2,224	2.298,492	30-nov-22	2,317	2.298,399
		30-may-22	2,246	2.298,470	30-dic-22	2,324	2.298,392
PN-09	2.299,647	04-ene-22	1,852	2.297,795	04-jun-22	1,878	2.297,769
		04-feb-22	1,866	2.297,781	06-jul-22	1,901	2.297,746
		18-feb-22	1,871	2.297,776	07-ago-22	1,914	2.297,733
		01-mar-22	1,873	2.297,774	06-sept-22	1,928	2.297,719
		19-mar-22	1,833	2.297,814	07-oct-22	1,939	2.297,708
		11-abr-22	1,827	2.297,820	07-nov-22	1,950	2.297,697
		19-abr-22	1,847	2.297,800	04-dic-22	1,952	2.297,695
		10-may-22	1,866	2.297,781			
PN-10	2.300,222	14-ene-22	2,097	2.298,125	24-jun-22	2,140	2.298,082
		12-feb-22	2,102	2.298,120	29-jul-22	2,153	2.298,069
		16-feb-22	2,102	2.298,120	27-ago-22	2,165	2.298,057
		13-mar-22	2,109	2.298,113	10-sept-22	2,171	2.298,051
		27-mar-22	2,069	2.298,153	27-oct-22	2,173	2.298,049
		06-abr-22	2,070	2.298,152	27-nov-22	2,183	2.298,039
		23-abr-22	2,091	2.298,131	13-dic-22	2,185	2.298,037
		22-may-22	2,118	2.298,104			

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
PN-11	2.300,410	14-ene-22	2,066	2.298,344	24-jun-22	2,120	2.298,290
		12-feb-22	2,080	2.298,330	29-jul-22	2,120	2.298,290
		27-feb-22	2,073	2.298,337	27-ago-22	2,140	2.298,270
		13-mar-22	2,082	2.298,328	10-sept-22	2,145	2.298,265
		27-mar-22	2,059	2.298,351	10-oct-22	2,152	2.298,258
		06-abr-22	2,053	2.298,357	27-nov-22	2,157	2.298,253
		23-abr-22	2,071	2.298,339	13-dic-22	2,154	2.298,256
		22-may-22	2,098	2.298,312			
PN-13	2.300,364	14-ene-22	1,921	2.298,443	24-jun-22	2,004	2.298,360
		12-feb-22	1,933	2.298,431	29-jul-22	1,996	2.298,368
		26-feb-22	1,937	2.298,427	27-ago-22	2,019	2.298,345
		13-mar-22	1,940	2.298,424	10-sept-22	2,018	2.298,346
		27-mar-22	1,941	2.298,423	27-oct-22	2,013	2.298,351
		06-abr-22	1,942	2.298,422	27-nov-22	2,014	2.298,350
		23-abr-22	1,957	2.298,407	17-dic-22	2,011	2.298,353
		22-may-22	1,983	2.298,381			
PN-14B	2.300,442	04-ene-22	2,286	2.298,156	15-jun-22	2,331	2.298,111

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		04-feb-22	2,306	2.298,136	30-jun-22	2,337	2.298,105
		18-feb-22	2,306	2.298,136	15-jul-22	2,344	2.298,098
		01-mar-22	2,307	2.298,135	30-jul-22	2,348	2.298,094
		19-mar-22	2,309	2.298,133	12-ago-22	2,354	2.298,088
		02-abr-22	2,282	2.298,160	26-sept-22	2,368	2.298,074
		19-abr-22	2,296	2.298,146	14-oct-22	2,374	2.298,068
		03-may-22	2,304	2.298,138	30-nov-22	2,383	2.298,059
		30-may-22	2,322	2.298,120	30-dic-22	2,391	2.298,051
PN-15	2.300,368	14-ene-22	2,032	2.298,336	24-jun-22	2,081	2.298,287
		12-feb-22	2,045	2.298,323	29-jul-22	2,080	2.298,288
		27-feb-22	2,036	2.298,332	27-ago-22	2,099	2.298,269
		13-mar-22	2,046	2.298,322	10-sept-22	2,105	2.298,263
		27-mar-22	2,032	2.298,336	27-oct-22	2,111	2.298,257
		06-abr-22	2,025	2.298,343	27-nov-22	2,123	2.298,245
		23-abr-22	2,037	2.298,331	18-dic-22	2,123	2.298,245
		22-may-22	2,063	2.298,305			
PN-16B	2.300,415	06-ene-22	1,710	2.298,705	15-jun-22	1,717	2.298,698
		03-feb-22	1,714	2.298,701	30-jun-22	1,717	2.298,698

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		16-feb-22	1,713	2.298,702	15-jul-22	1,715	2.298,700
		04-mar-22	1,718	2.298,697	30-jul-22	1,714	2.298,701
		18-mar-22	1,719	2.298,696	12-ago-22	1,713	2.298,702
		03-abr-22	1,708	2.298,707	26-sept-22	1,713	2.298,702
		18-abr-22	1,705	2.298,710	14-oct-22	1,714	2.298,701
		01-may-22	1,706	2.298,709	30-nov-22	1,715	2.298,700
		30-may-22	1,715	2.298,700	30-dic-22	1,713	2.298,702
PN-18	2.299,713	06-ene-22	2,120	2.297,593	07-jul-22	2,209	2.297,504
		21-ene-22	2,123	2.297,590	21-jul-22	2,208	2.297,505
		10-feb-22	2,141	2.297,572	06-ago-22	2,212	2.297,501
		24-feb-22	2,155	2.297,558	18-ago-22	2,226	2.297,487
		10-mar-22	2,159	2.297,554	08-sept-22	2,217	2.297,496
		24-mar-22	2,116	2.297,597	22-sept-22	2,224	2.297,489
		07-abr-22	2,111	2.297,602	06-oct-22	2,237	2.297,476
		21-abr-22	2,143	2.297,570	20-oct-22	2,238	2.297,475
		05-may-22	2,171	2.297,542	03-nov-22	2,238	2.297,475
		19-may-22	2,188	2.297,525	17-nov-22	2,233	2.297,480
		09-jun-22	2,196	2.297,517	08-dic-22	2,237	2.297,476
		27-jun-22	2,217	2.297,496	23-dic-22	2,234	2.297,479

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
PN-19	2.299,450	06-ene-22	2,081	2.297,369	07-jul-22	2,135	2.297,315
		21-ene-22	2,085	2.297,365	21-jul-22	2,138	2.297,312
		10-feb-22	2,090	2.297,360	06-ago-22	2,140	2.297,310
		24-feb-22	2,097	2.297,353	18-ago-22	2,148	2.297,302
		10-mar-22	2,104	2.297,346	08-sept-22	2,147	2.297,303
		24-mar-22	2,068	2.297,382	22-sept-22	2,152	2.297,298
		07-abr-22	2,058	2.297,392	06-oct-22	2,158	2.297,292
		21-abr-22	2,080	2.297,370	20-oct-22	2,161	2.297,289
		05-may-22	2,098	2.297,352	03-nov-22	2,162	2.297,288
		19-may-22	2,110	2.297,340	17-nov-22	2,164	2.297,286
		09-jun-22	2,128	2.297,322	08-dic-22	2,167	2.297,283
		27-jun-22	2,136	2.297,314	23-dic-22	2,164	2.297,286
S-1	2.300,513	22-ene-22	2,076	2.298,437	24-jun-22	2,130	2.298,383
		06-feb-22	2,081	2.298,432	29-jul-22	2,141	2.298,372
		26-feb-22	2,089	2.298,424	27-ago-22	2,156	2.298,357
		06-mar-22	2,095	2.298,418	10-sept-22	2,163	2.298,350
		23-mar-22	2,075	2.298,438	27-oct-22	2,164	2.298,349
		09-abr-22	2,067	2.298,446	27-nov-22	2,169	2.298,344

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		24-abr-22	2,085	2.298,428	13-dic-22	2,170	2.298,343
		22-may-22	2,110	2.298,403			
S-2-1	2.301,046	22-ene-22	2,365	2.298,681	24-jun-22	2,412	2.298,634
		06-feb-22	2,369	2.298,677	29-jul-22	2,418	2.298,628
		26-feb-22	2,373	2.298,673	27-ago-22	2,434	2.298,612
		06-mar-22	2,380	2.298,666	10-sept-22	2,439	2.298,607
		23-mar-22	2,353	2.298,693	27-oct-22	2,446	2.298,600
		09-abr-22	2,347	2.298,699	27-nov-22	2,451	2.298,595
		24-abr-22	2,366	2.298,680	13-dic-22	2,458	2.298,588
		22-may-22	2,392	2.298,654			
S-3	2.300,491	22-ene-22	2,144	2.298,347	24-jun-22	2,188	2.298,303
		06-feb-22	2,146	2.298,345	29-jul-22	2,196	2.298,295
		26-feb-22	2,150	2.298,341	27-ago-22	2,211	2.298,280
		06-mar-22	2,158	2.298,333	10-sept-22	2,212	2.298,279
		23-mar-22	2,123	2.298,368	27-oct-22	2,223	2.298,268
		09-abr-22	2,122	2.298,369	27-nov-22	2,226	2.298,265
		24-abr-22	2,142	2.298,349	13-dic-22	2,229	2.298,262
		22-may-22	2,166	2.298,325			

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
S-4	2.300,211	22-ene-22	1,928	2.298,283	11-jun-22	1,970	2.298,241
		06-feb-22	1,932	2.298,279	12-jul-22	1,984	2.298,227
		26-feb-22	1,940	2.298,271	14-ago-22	1,996	2.298,215
		06-mar-22	1,944	2.298,267	07-sept-22	2,009	2.298,202
		23-mar-22	1,872	2.298,339	16-oct-22	2,012	2.298,199
		09-abr-22	1,892	2.298,319	13-nov-22	2,022	2.298,189
		24-abr-22	1,920	2.298,291	07-dic-22	2,024	2.298,187
		08-may-22	1,939	2.298,272			
SAMPLE-4A	2.301,188	13-ene-22	8,431	2.292,757	06-jun-22	8,557	2.292,631
		02-feb-22	8,463	2.292,725	05-jul-22	8,585	2.292,603
		28-feb-22	8,475	2.292,713	05-ago-22	8,619	2.292,569
		12-mar-22	8,489	2.292,699	10-sept-22	8,650	2.292,538
		27-mar-22	8,494	2.292,694	05-oct-22	8,671	2.292,517
		06-abr-22	8,505	2.292,683	05-nov-22	8,696	2.292,492
		23-abr-22	8,520	2.292,668	06-dic-22	8,721	2.292,467
		09-may-22	8,532	2.292,656			
Well IK-1	2.300,533	29-ene-22	4,366	2.296,167	06-jun-22	4,391	2.296,142

Tabla 5-29 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2022

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		02-feb-22	4,397	2.296,136	12-jul-22	4,450	2.296,083
		19-feb-22	4,422	2.296,111	12-ago-22	4,236	2.296,297
		11-mar-22	4,439	2.296,094	11-sept-22	3,870	2.296,663
		31-mar-22	4,441	2.296,092	13-oct-22	3,837	2.296,696
		09-abr-22	4,416	2.296,117	13-nov-22	3,934	2.296,599
		24-abr-22	4,414	2.296,119	06-dic-22	4,059	2.296,474
		16-may-22	4,387	2.296,146			
Zanja Camino a Peine	2.300,258	04-ene-22	1,144	2.299,114	04-jun-22	1,170	2.299,088
		04-feb-22	1,150	2.299,108	06-jul-22	1,186	2.299,072
		18-feb-22	1,155	2.299,103	07-ago-22	1,205	2.299,053
		01-mar-22	1,156	2.299,102	06-sept-22	1,217	2.299,041
		19-mar-22	1,154	2.299,104	07-oct-22	1,226	2.299,032
		02-abr-22	1,138	2.299,120	07-nov-22	1,232	2.299,026
		19-abr-22	1,142	2.299,116	04-dic-22	1,237	2.299,021
		10-may-22	1,159	2.299,099			

Notas: (1) Pozo Seco. Fuente: Elaboración propia

El análisis de la evolución temporal del nivel freático en el sector Núcleo se presenta a continuación.

Núcleo Centro Norte

En la zona Núcleo Centro Norte, se monitorean 13 piezómetros desde el año 2016, que son: ES-01, ES-02, ES-03, ES-04, ES-05, ES-06, ES-07, ES-08, ES-09, ES-10, ES-11, PN-18 y PN-19, la ubicación de estos puntos Figura 5-70. Estos puntos cuentan con datos desde el año 2016 a 2022, ver Tabla 5-28. Los resultados de las mediciones de nivel freático del año 2022 se presentan en la Tabla 5-29, y las mediciones históricas se encuentran en el Anexo F.

Los niveles históricos desde el año 2016 al 2021 variaron entre un mínimo de 2.297,376 y un máximo de 2.298,896 m s.n.m. en los puntos PN-19 (diciembre de 2021) y ES-09 (febrero de 2019), respectivamente.

Durante el año 2022, la cota del nivel freático se registró entre los 2.297,283 y 2.298,151 m s.n.m., en PN-19 (diciembre) y ES-09 (marzo), respectivamente. Todos los puntos muestran descensos netos para el año 2022 de 11 cm, excepto en el punto PN-19 que muestra descenso de 9 cm (medidos entre diciembre 2021 y 2022).

Todos los pozos del sector presentan un comportamiento similar y sincrónico, con rápidas respuestas a eventos de precipitación intensa como los ocurridos en febrero 2019 y agosto de 2020, por ejemplo, en el evento de precipitaciones de enero del año 2019, generaron aumentos de nivel de 0,67 en PN-19 y 0,89 m en ES-11 (medidos entre enero y febrero 2019).

Núcleo Oeste

En la zona Núcleo Oeste, se monitorean desde el año 2001 dos piezómetros, CS-01 y SAMPLE-4A, que reemplazaron a los puntos Zanja Cordillera de la Sal y SAMPLE-4 respectivamente, según se aprecia en la Tabla 5-28. La ubicación de los puntos de monitoreo de nivel freático en el sector Núcleo Oeste se presentan en el mapa de la Figura 5-70. Los resultados de las mediciones de nivel freático para el año 2022, se presentan en la Tabla 5-29, y las mediciones históricas en el Anexo F.

Los niveles históricos de estos pozos desde el 2001 al 2021 han variado entre un mínimo de 2.292,768 y máximo de 2.294,981 m s.n.m., mediciones en SAMPLE-4A de diciembre de 2021 y septiembre de 2016, respectivamente. Mostrando un descenso de nivel de 1,3 m en 32 años, coherente con la cercanía a las áreas activas de bombeo y extracción de salmuera por parte de SQM y Albemarle.

Durante el año 2022, la cota del nivel freático se registró entre los 2.292,467 y 2.293,035 m s.n.m. medidos en SAMPLE-4A (diciembre) y en CS-01 (enero), respectivamente. Los

descensos netos de ambos puntos durante el año fueron de 26 cm (CS-01) y 30 cm (SAMPLE-4A), entre diciembre 2021 y diciembre 2022.

Núcleo Este

En la zona Este, se monitorean 25 puntos, que corresponde a 24 piezómetros y 1 a una zanja que son: CL-6, P-01, P-02, P-03, P-04, P-05, PN-02, PN-03, PN-04, PN-05B, PN-06, PN-07, PN-08A, PN-09, PN-10, PN-11, PN-13, PN-14B, PN-15, PN-16B, S-1, S-2-1 (ex S-2), S-3, S-4 y Zanja Camino a Peine, según se aprecia en la Tabla 5-28, cuya ubicación se presenta en el mapa de la Figura 5-71. Los que cuentan con registros más antiguos iniciaron sus mediciones en 1989 (Tabla 5-28); las mediciones de nivel freático del año 2022 se presentan en la Tabla 5-29 y las mediciones históricas en el Anexo F.

Es relevante mencionar que el pozo S-2-1, fue construido en 2019, para reemplazar al pozo S-2 (Tabla 5-28), que se había secado en mayo de 2019, y de esta manera tener continuidad de datos en su ubicación. Los puntos con mayores periodos de registro son S-1, S-3 y S-4, con datos desde 1989 a la actualidad, y los que presentan registros más cortos, por ser nuevos puntos de monitoreo, son los de la serie PN-XX, con registros desde el año 2016 en adelante.

Los niveles históricos en esta zona han variado entre un mínimo de 2.297,400 y máximo de 2.299,731 m s.n.m., medidos en los puntos PN-03 (diciembre de 2021) y Zanja Camino a Peine (febrero de 2019), respectivamente, mostrando descensos acumulados en cada uno de los subsectores indicados en la Figura 5-71 de 1,2 m en 32 años en el sector 1 (medido en el punto S-4), y del orden de 0,37 m en 20 años en el sector 2 (medido en el punto Zanja Camino a Peine).

Durante el año 2022, la cota del nivel freático se registró entre los 2.297,295 y 2.299,120 m s.n.m. medidos en PN-03 (diciembre) y en Zanja Camino a Peine (abril), respectivamente. Todos los puntos de esta zona muestran descensos netos durante el año 2022, de entre 2 cm (PN-16B) y 13 cm (CL-6) calculado entre diciembre 2021 y diciembre 2022. Estos descensos son menores a los calculados en la zona del núcleo Oeste.

El comportamiento de los niveles de todos los puntos es sincrónico con la tendencia general al descenso ya mencionada, que se interrumpe con las recuperaciones de niveles que provocan los eventos de precipitación intensas como las observadas en marzo 2013, abril 2015, febrero 2017, marzo 2019 y agosto 2020. Entre los años 2002 y 2013 no se generaron recuperaciones de nivel por este fenómeno, debido a la ausencia de precipitaciones significativas. En el año 2022, las precipitaciones bajas de marzo (de 2,7 mm medida en EM-Rockwood y de 9,8 mm medida en EM-Chaxa) generaron aumentos en los niveles pequeños y puntuales. La Zanja Camino a Peine inicia su registro el año 2001 y presenta un comportamiento similar al de los pozos S-1 a S-4 y CL-6.

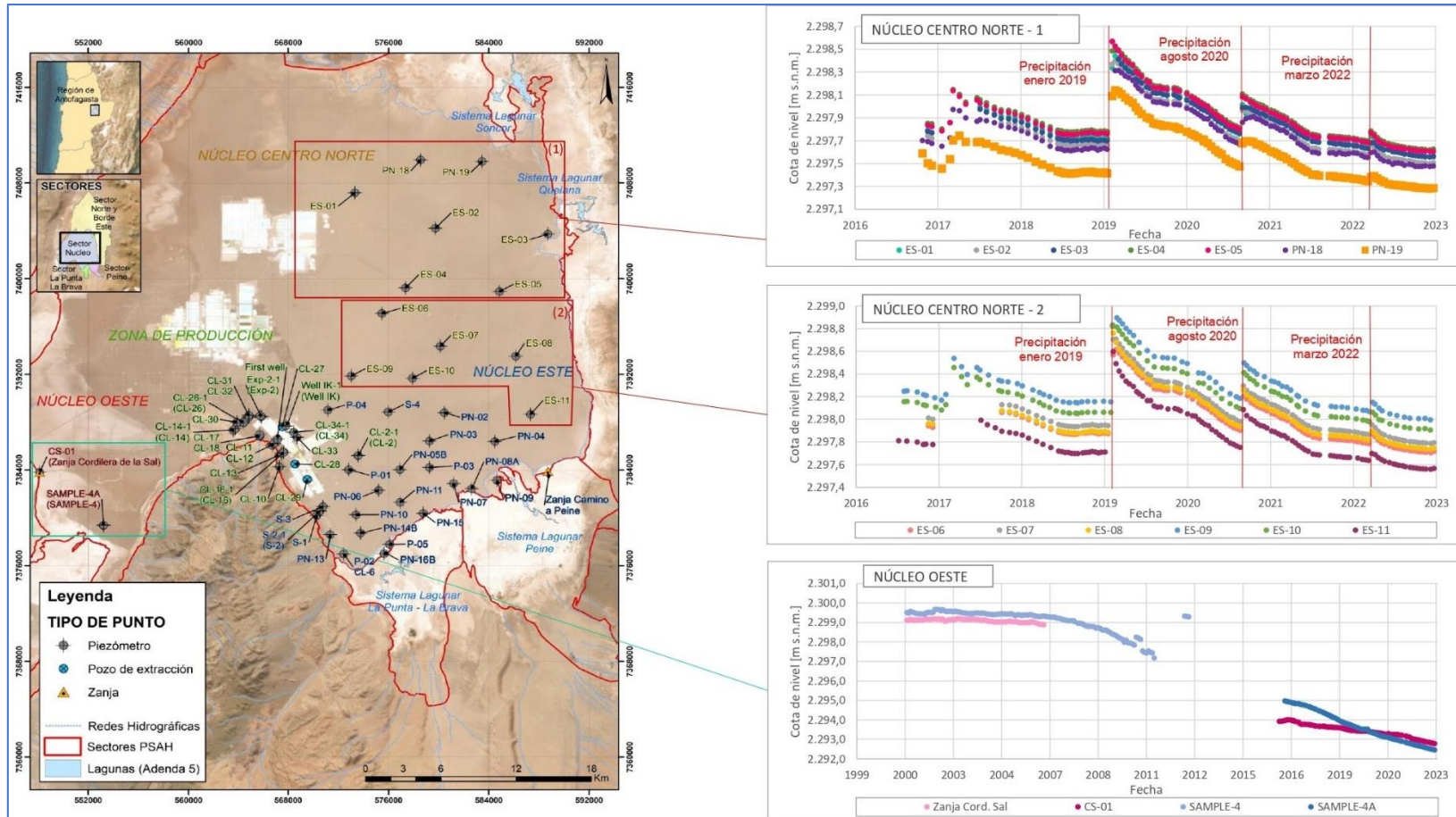
Zona de Producción

En la Zona de Producción, se monitorean 21 puntos desde el año 1985 o 2001 (Tabla 5-28), y cuya ubicación se muestra en la Figura 5-72. Los resultados de las mediciones de nivel freático del año 2022 se presentan en la Tabla 5-29 y las mediciones históricas en el Anexo F. Los puntos CL-13 y CL-10 se encontraron secos durante todo el año 2022, excepto el punto CL-10, en abril 2022.

Los niveles históricos de esta zona entre los años 1985 y 2021 variaron entre un mínimo de 2.289,677 y un máximo de 2.300,780 m s.n.m. en CL-12 (diciembre de 2021) y CL-28 (marzo de 2013), respectivamente.

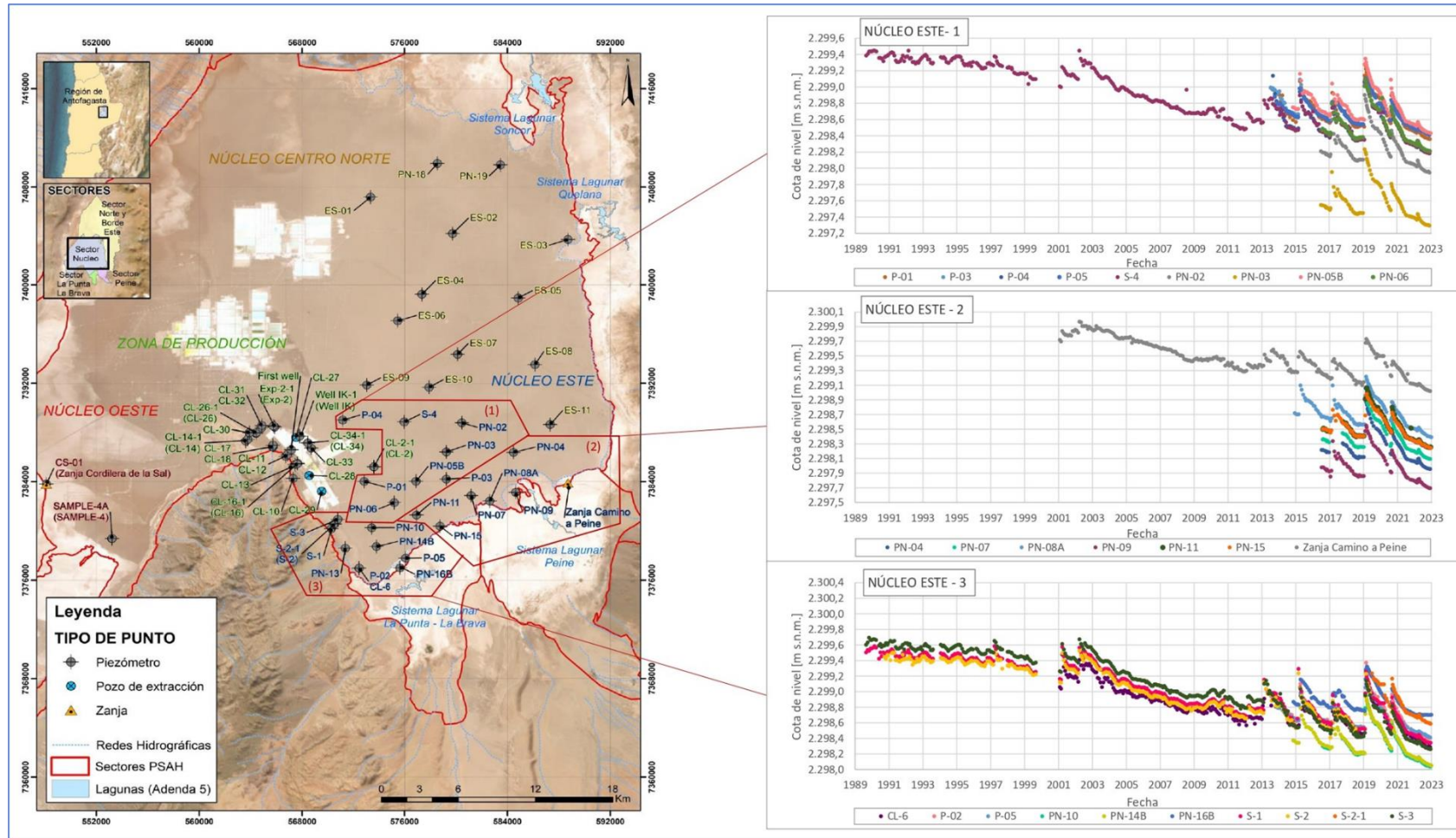
Durante el año 2022, la cota del nivel freático se registró entre los 2.288,727 y 2.298,388 m s.n.m. medidos en CL-12 (noviembre) y en CL-2-1 (marzo), respectivamente. Los puntos CL-14-1, Well IK-1 y CL-30 ascienden en su nivel neto en entre de 1 cm (CL-30) y 62 cm (CL-14-1), calculado entre diciembre 2021 y diciembre 2022, mostrando un comportamiento diferente al resto de los puntos de la zona de producción. Por otra parte, el punto CL-32, se mantiene constante en sus niveles registrando 0 cm de variación entre diciembre 2021 y diciembre 2022. Por último, la mayoría de los puntos muestra descensos netos de su nivel de entre 1 cm (CL-34-1) y 21 cm (CL-16-1) calculados también entre diciembre 2021 y diciembre 2022.

Figura 5-70 Hidrogramas de los pozos de observación de los sectores Núcleo Centro Norte y Núcleo Oeste



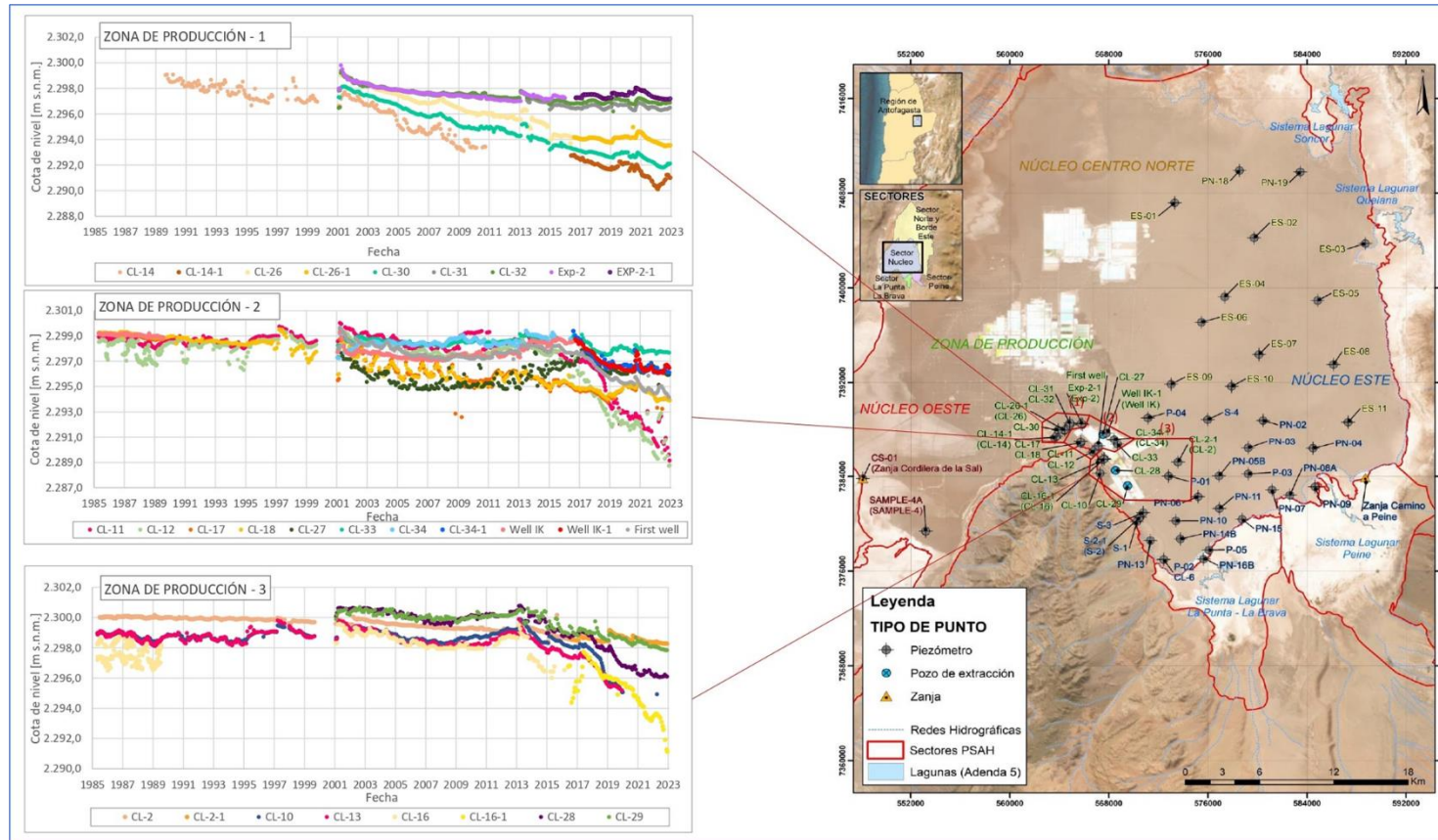
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-71 Hidrogramas de los pozos de observación del sector Núcleo Este



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-72 Hidrogramas de los pozos de observación de la Zona de Producción



Fuente: Elaboración propia

5.7 Posición de la Interfase Salina

La posición de la Interfase Salina corresponde a aquella profundidad en la cual se detecta un cambio importante en la conductividad eléctrica del fluido pasando gradualmente de aguas salobres del acuífero a la salmuera que las subyace.

En el presente subcapítulo, se exhiben los resultados de los perfiles de conductividad eléctrica y temperatura en profundidad de la columna de agua de pozos pertenecientes a la red de monitoreo del PSAH. El objetivo de estas mediciones es determinar la profundidad a la cual se encuentra la Interfase Salina, las que se realizan en 13 pozos distribuidos en los sectores que se individualizan a continuación:

- Sector La Punta La Brava
- Sector Peine
- Sector Norte y Borde Este

En la Tabla 5-30 se presentan los pozos donde se realizan los perfiles de conductividad, agrupados por sector, aquí se detallan la fecha de construcción y periodo de registro de los perfiles de conductividad.

Tabla 5-30 Puntos de realización de perfiles de conductividad eléctrica

Sector	Punto	Fecha de Construcción	Periodo de registro	
			Fecha Inicio	Fecha Término
La Punta-La Brava	MP-01C	septiembre 2013	octubre 2013	noviembre 2022
	MP-03C	septiembre 2013	octubre 2013	noviembre 2022
	MP-04C	septiembre 2013	octubre 2013	noviembre 2022
	MP-05C	septiembre 2013	octubre 2013	noviembre 2022
	MP-06C	agosto 2013	octubre 2013	noviembre 2022
	MP-09C	agosto 2016	julio 2016	noviembre 2022
Sector Peine	MP-07C-1 ⁽¹⁾	julio 2017	julio 2017	diciembre 2022
	MPS-AC	septiembre 2013	octubre 2013	agosto 2022
	MPS-CC	septiembre 2013	octubre 2013	agosto 2022
	PP-01	julio 2016	julio 2016	noviembre 2022
	PP-02	agosto 2016	octubre 2016	noviembre 2022
	PP-03	julio 2016	agosto 2016	noviembre 2022
Sector Norte y Borde Este	MP-12C	agosto 2016	octubre 2016	noviembre 2022

Nota:

(1) Pozo de reemplazo de pozo original MP-07C, dado que este no interceptó la cuña salina.

(2) No se tiene medición para el último trimestre debido a restricción de acceso a sistema lagunar Peine por época de reproducción de flamencos.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de estos perfiles se muestran desde la Tabla 5-31 hasta la Tabla 5-43. Durante el año 2022 se realizó un aumento en la frecuencia de monitoreo por activaciones del PAT, teniendo mediciones en los meses de febrero, marzo, y abril. De manera complementaria, se muestran de manera gráfica los perfiles de conductividad eléctrica con los resultados de las campañas comprendidas en el presente período de reporte y la comparación del año reportado con respecto al registro histórico.

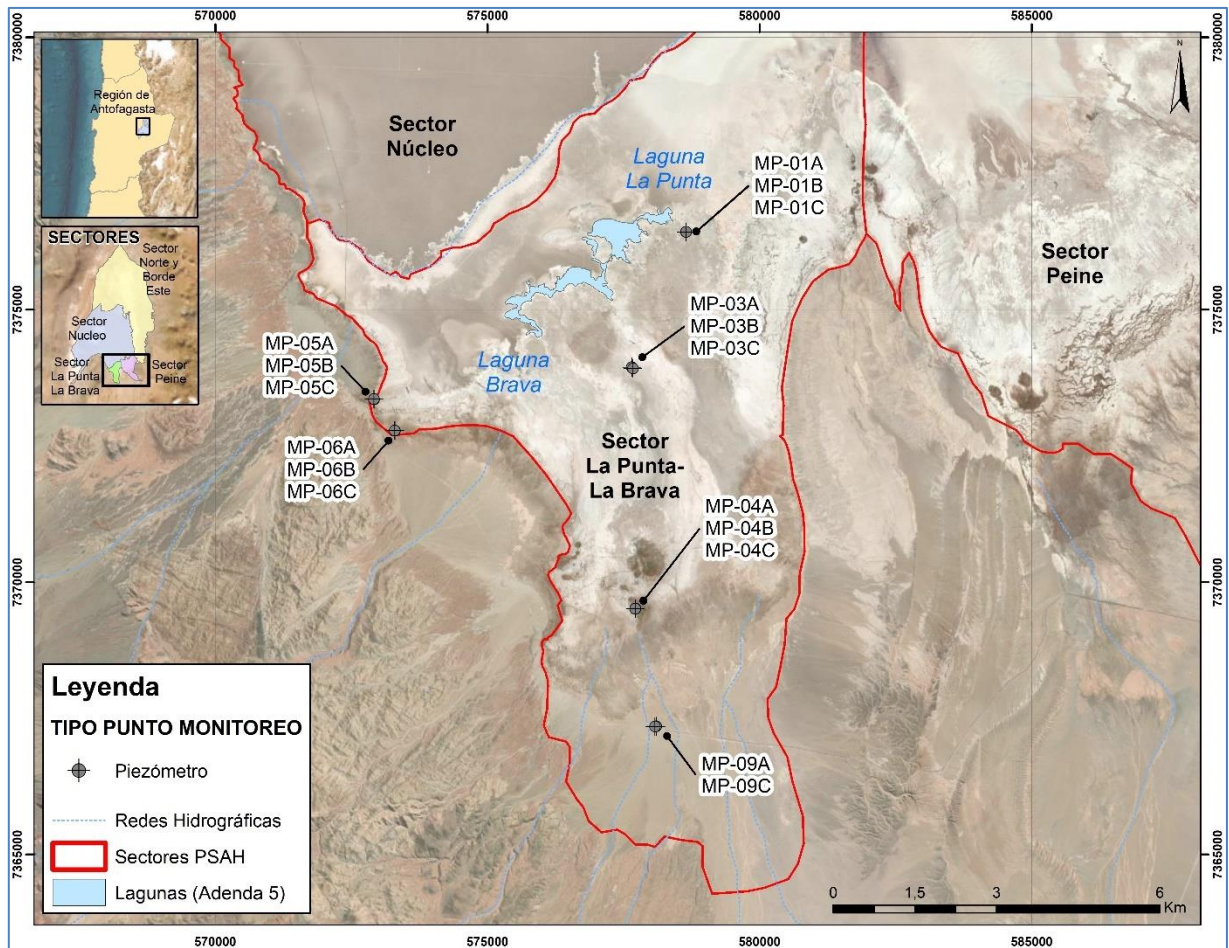
Como fue descrito en la sección 4.2.5 de este informe, el pozo MP-07C fue reemplazado, con el respectivo reporte a la autoridad, por el pozo MP-07C-1 en julio de 2017, ya que el primero no interceptó la cuña salina, por ende, no mide la posición de la Interfase Salina.

A continuación, se presentarán los análisis de los datos obtenidos por sector (La Punta – La Brava, Peine y, Norte y Borde Este).

5.7.1 Sector La Punta – La Brava

En la Figura 5-73 se muestra la ubicación de los puntos comprometidos para la medición de perfiles de conductividad eléctrica en el sector La Punta – La Brava. De forma particular estos corresponden a los puntos MP-01C, MP-03C, MP-04C, MP-05C, MP-06C y MP-09C.

Figura 5-73 Ubicación puntos de medición de perfiles de conductividad eléctrica, Sector La Punta – La Brava



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran los registros de profundidad (m), conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), y temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de los distintos pozos obtenidos en las campañas realizadas en el año 2022, mientras que en el Anexo G del presente informe se detallan los registros históricos en los puntos de medición.

Tabla 5-31 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C campañas año 2022

MP-01C																	
Fecha de Campaña																	
15-02-2022			04-03-2022			14-04-2022			15-05-2022			29-08-2022			06-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
0,6	61.370	15,29	0,7	61.060	15,34	0,6	54.390	15,49	0,6	51.330	16,42	0,6	54.190	17,09	0,6	54.550	15,42
0,7	61.250	15,31	0,8	61.100	15,34	0,7	54.420	15,49	0,7	51.400	16,39	0,7	54.160	17,09	0,7	54.520	15,42
0,8	61.270	15,32	0,9	61.090	15,32	0,8	54.640	15,49	0,8	51.420	16,39	0,8	54.280	17,07	0,8	54.430	15,42
0,9	61.310	15,32	1	61.070	15,34	0,9	54.280	15,49	0,9	51.460	16,38	0,9	54.270	17,05	0,9	54.450	15,42
1	61.310	15,32	1,1	61.130	15,33	1	54.590	15,5	1	51.510	16,38	1	54.190	17,05	1	54.540	15,42
1,1	61.310	15,32	1,2	61.060	15,33	1,1	54.160	15,5	1,1	51.440	16,38	1,1	54.260	17,05	1,1	54.590	15,42
1,2	61.310	15,32	1,3	61.100	15,33	1,2	54.210	15,5	1,2	51.380	16,38	1,2	54.140	17,05	1,2	54.630	15,42
1,3	61.350	15,32	1,4	61.120	15,33	1,3	54.260	15,5	1,3	51.560	16,38	1,3	54.270	17,05	1,3	54.600	15,42
1,4	61.290	15,32	1,5	61.050	15,33	1,4	54.280	15,5	1,4	51.530	16,38	1,4	54.200	17,05	1,4	54.510	15,42
1,5	61.170	15,32	1,6	61.010	15,33	1,5	54.470	15,5	1,5	51.580	16,37	1,5	54.270	17,04	1,5	54.600	15,42
1,6	61.350	15,32	1,7	60.870	15,33	1,6	54.200	15,5	1,6	51.610	16,37	1,6	54.300	17,04	1,6	56.550	15,42
1,7	61.310	15,32	1,8	61.800	15,33	1,7	54.760	15,5	1,7	51.610	16,37	1,7	54.290	17,04	1,7	54.640	15,42
1,8	61.350	15,32	1,9	60.960	15,33	1,8	54.310	15,5	1,8	51.570	16,37	1,8	54.260	17,03	1,8	54.650	15,42
1,9	61.020	15,32	2	61.120	15,33	1,9	54.520	15,49	1,9	51.550	16,37	1,9	54.280	17,04	1,9	54.600	15,42
2	60.060	15,32	2,1	60.480	15,33	2	54.450	15,49	2	51.580	16,37	2	54.240	17,03	2	54.570	15,42
2,1	61.370	15,32	2,2	60.990	15,33	2,1	54.650	15,49	2,1	51.590	16,37	2,1	54.260	17,03	2,1	54.630	15,42
2,2	61.170	15,32	2,3	61.130	15,33	2,2	54.520	15,49	2,2	51.570	16,37	2,2	54.280	17,04	2,2	54.570	15,42
2,3	61.180	15,32	2,4	61.380	15,33	2,3	54.570	15,49	2,3	51.530	16,37	2,3	54.240	17,04	2,3	54.760	15,42
2,4	61.620	15,32	2,5	61.400	15,33	2,4	54.560	15,49	2,4	51.650	16,37	2,4	54.270	17,04	2,4	54.710	15,42
2,5	61.510	15,32	2,6	61.230	15,33	2,5	54.540	15,49	2,5	51.540	16,37	2,5	54.110	17,04	2,5	54.630	15,42
2,6	61.470	15,32	2,7	61.300	15,33	2,6	54.680	15,49	2,6	51.600	16,37	2,6	54.290	17,05	2,6	54.630	15,42

Tabla 5-31 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C campañas año 2022

MP-01C																	
Fecha de Campaña																	
15-02-2022			04-03-2022			14-04-2022			15-05-2022			29-08-2022			06-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
2,7	61.370	15,32	2,8	60.880	15,33	2,7	54.560	15,49	2,7	51.660	16,37	2,7	54.190	17,05	2,7	54.630	15,42
2,8	61.620	15,32	2,9	61.170	15,33	2,8	54.370	15,49	2,8	51.680	16,37	2,8	54.190	17,05	2,8	54.670	15,42
2,9	61.420	15,32	3	60.910	15,33	2,9	54.750	15,49	2,9	51.610	16,37	2,9	54.240	17,05	2,9	54.700	15,42
3	61.510	15,32	3,1	60.980	15,33	3	54.590	15,49	3	51.670	16,36	3	54.230	17,06	3	54.750	15,42
3,1	61.560	15,32	3,2	60.940	15,33	3,1	54.560	15,49	3,1	51.840	16,36	3,1	54.290	17,09	3,1	54.620	15,42
3,2	61.510	15,32	3,3	61.080	15,33	3,2	54.640	15,49	3,2	51.670	16,36	3,2	54.200	17,07	3,2	54.540	15,42
3,3	61.370	15,32	3,4	61.510	15,33	3,3	54.540	15,49	3,3	51.860	16,36	3,3	54.210	17,08	3,3	54.580	15,42
3,4	61.410	15,32	3,5	61.600	15,33	3,4	54.370	15,49	3,4	51.780	16,36	3,4	54.440	17,09	3,4	54.700	15,42
3,5	61.330	15,32	3,6	61.600	15,33	3,5	54.770	15,49	3,5	51.790	16,36	3,5	54.120	17,09	3,5	54.770	15,42
3,6	61.630	15,32	3,7	61.480	15,33	3,6	54.350	15,49	3,6	51.730	16,36	3,6	54.010	17,08	3,6	54.790	15,42
3,7	61.670	15,32	3,8	61.450	15,33	3,7	54.530	15,49	3,7	51.780	16,36	3,7	54.260	17,08	3,7	54.750	15,42
3,8	61.410	15,32	3,9	61.670	15,33	3,8	54.530	15,49	3,8	51.780	16,36	3,8	54.350	17,08	3,8	54.620	15,42
3,9	61.220	15,32	4	61.700	15,33	3,9	54.600	15,49	3,9	51.830	16,36	3,9	54.330	17,08	3,9	54.820	15,42
4	61.810	15,32	4,1	61.690	15,33	4	54.560	15,49	4	51.780	16,36	4	54.260	17,08	4	54.750	15,42
4,1	62.040	15,32	4,2	61.660	15,33	4,1	54.550	15,49	4,1	51.910	16,36	4,1	54.250	17,09	4,1	54.960	15,42
4,2	62.060	15,32	4,3	61.780	15,33	4,2	54.590	15,49	4,2	51.980	16,36	4,2	54.250	17,09	4,2	54.700	15,42
4,3	62.090	15,32	4,4	61.690	15,33	4,3	54.710	15,49	4,3	51.760	16,36	4,3	54.220	17,09	4,3	54.630	15,42
4,4	61.990	15,32	4,5	61.750	15,33	4,4	54.400	15,49	4,4	51.790	16,36	4,4	54.320	17,09	4,4	54.760	15,42
4,5	62.020	15,32	4,6	61.780	15,33	4,5	54.670	15,49	4,5	51.820	16,36	4,5	54.470	17,09	4,5	54.760	15,42
4,6	62.100	15,32	4,7	61.910	15,33	4,6	54.670	15,49	4,6	51.830	16,36	4,6	54.270	17,09	4,6	54.800	15,42
4,7	62.090	15,32	4,8	61.850	15,33	4,7	54.680	15,49	4,7	51.880	16,36	4,7	54.400	17,09	4,7	54.770	15,42
4,8	62.170	15,32	4,9	61.780	15,33	4,8	54.730	15,49	4,8	51.760	16,36	4,8	54.430	17,07	4,8	54.650	15,42

Tabla 5-31 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C campañas año 2022

MP-01C																	
Fecha de Campaña																	
15-02-2022			04-03-2022			14-04-2022			15-05-2022			29-08-2022			06-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
4,9	62.120	15,32	5	61.860	15,33	4,9	54.730	15,49	4,9	52.160	16,36	4,9	54.540	17,07	4,9	54.840	15,42
5	62.160	15,32	5,1	61.740	15,33	5	54.880	15,49	5	51.950	16,36	5	54.540	17,06	5	54.750	15,42
5,1	62.270	15,32	5,2	61.860	15,33	5,1	54.570	15,49	5,1	51.750	16,36	5,1	54.530	17,06	5,1	54.930	15,42
5,2	62.160	15,32	5,3	61.740	15,33	5,2	54.470	15,49	5,2	51.910	16,34	5,2	54.540	17,06	5,2	54.860	15,42
5,3	62.270	15,32	5,4	61.810	15,33	5,3	54.630	15,49	5,3	51.970	16,34	5,3	54.530	17,06	5,3	54.860	15,42
5,4	62.220	15,32	5,5	61.740	15,33	5,4	54.690	15,49	5,4	51.030	16,34	5,4	54.530	17,06	5,4	54.920	15,42
5,5	62.290	15,32	5,6	61.530	15,33	5,5	54.630	15,49	5,5	51.860	16,35	5,5	54.550	17,06	5,5	54.830	15,42
5,6	62.200	15,32	5,7	61.780	15,33	5,6	54.680	15,49	5,6	51.980	16,36	5,6	54.470	17,06	5,6	55.030	15,42
5,7	62.220	15,32	5,8	61.870	15,33	5,7	54.630	15,49	5,7	51.800	16,35	5,7	54.460	17,06	5,7	54.790	15,42
5,8	62.280	15,32	5,9	61.860	15,33	5,8	54.730	15,49	5,8	51.800	16,35	5,8	54.440	17,06	5,8	54.780	15,42
5,9	62.170	15,32	6	61.990	15,33	5,9	54.620	15,49	5,9	51.960	16,35	5,9	54.320	17,06	5,9	55.080	15,42
6	62.220	15,32	6,1	61.840	15,33	6	54.650	15,49	6	51.800	16,35	6	54.380	17,07	6	54.850	15,42
6,1	62.290	15,32	6,2	61.980	15,33	6,1	54.740	15,49	6,1	51.830	16,35	6,1	54.230	17,07	6,1	54.880	15,42
6,2	62.310	15,32	6,3	61.980	15,33	6,2	54.820	15,49	6,2	52.000	16,35	6,2	54.360	17,07	6,2	54.920	15,42
6,3	62.370	15,32	6,4	62.030	15,33	6,3	54.740	15,49	6,3	51.960	16,35	6,3	54.320	17,07	6,3	54.880	15,42
6,4	62.370	15,32	6,5	62.110	15,33	6,4	54.620	15,49	6,4	51.920	16,35	6,4	54.310	17,07	6,4	54.770	15,42
6,5	62.330	15,32	6,6	62.250	15,33	6,5	54.610	15,49	6,5	52.170	16,35	6,5	54.340	17,06	6,5	54.880	15,42
6,6	62.410	15,32	6,7	62.200	15,32	6,6	54.700	15,49	6,6	52.030	16,35	6,6	54.350	17,05	6,6	55.000	15,42
6,7	62.330	15,32	6,8	62.200	15,32	6,7	54.570	15,49	6,7	51.890	16,35	6,7	54.370	17,05	6,7	54.750	15,42
6,8	62.460	15,32	6,9	62.320	15,32	6,8	54.850	15,49	6,8	51.890	16,35	6,8	54.450	17,04	6,8	53.100	15,42
6,9	62.390	15,32	7	62.290	15,32	6,9	54.720	15,49	6,9	51.930	16,35	6,9	54.580	17,04	6,9	54.810	15,42
7	62.420	15,31	7,1	62.360	15,32	7	54.610	15,49	7	51.860	16,35	7	54.550	17,02	7	55.030	15,42

Tabla 5-31 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C campañas año 2022

MP-01C																	
Fecha de Campaña																	
15-02-2022			04-03-2022			14-04-2022			15-05-2022			29-08-2022			06-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
7,1	62.570	15,31	7,2	62.420	15,32	7,1	54.810	15,49	7,1	52.110	16,35	7,1	54.800	17	7,1	54.880	15,42
7,2	62.480	15,31	7,3	62.260	15,32	7,2	54.610	15,49	7,2	52.100	16,35	7,2	54.620	17	7,2	55.220	15,42
7,3	62.570	15,31	7,4	62.420	15,32	7,3	54.760	15,49	7,3	51.920	16,35	7,3	54.730	16,99	7,3	54.880	15,42
7,4	62.620	15,31	7,5	62.450	15,32	7,4	54.590	15,49	7,4	52.650	16,36	7,4	54.830	16,99	7,4	54.920	15,42
7,5	62.690	15,31	7,6	62.450	15,32	7,5	54.840	15,49	7,5	51.920	16,35	7,5	54.580	16,99	7,5	55.070	15,42
7,6	62.770	15,31	7,7	62.460	15,32	7,6	54.780	15,49	7,6	52.130	16,36	7,6	54.640	16,99	7,6	54.700	15,42
7,7	62.810	15,31	7,8	62.470	15,32	7,7	54.870	15,49	7,7	51.990	16,36	7,7	54.600	16,99	7,7	54.720	15,42
7,8	62.880	15,31	7,9	62.270	15,32	7,8	54.870	15,49	7,8	51.980	16,36	7,8	54.600	16,99	7,8	54.890	15,42
7,9	62.870	15,31	8	62.480	15,32	7,9	54.410	15,49	7,9	51.800	16,33	7,9	54.650	16,99	7,9	54.880	15,42
8	62.780	15,31	8,1	62.490	15,32	8	54.870	15,49	8	52.030	16,35	8	54.620	16,98	8	54.690	15,42
8,1	62.790	15,31	8,2	62.400	15,32	8,1	54.720	15,49	8,1	52.040	16,35	8,1	54.560	16,98	8,1	55.060	15,42
8,2	62.800	15,31	8,3	62.450	15,32	8,2	54.680	15,49	8,2	51.990	16,36	8,2	54.570	16,98	8,2	54.980	15,42
8,3	62.890	15,31	8,4	62.360	15,32	8,3	54.920	15,48	8,3	51.960	16,36	8,3	54.720	16,98	8,3	55.130	15,42
8,4	62.950	15,31	8,5	62.830	15,32	8,4	54.610	15,48	8,4	52.100	16,36	8,4	54.700	16,98	8,4	55.010	15,42
8,5	63.110	15,31	8,6	62.690	15,32	8,5	54.600	15,48	8,5	51.940	16,36	8,5	54.660	16,98	8,5	54.930	15,42
8,6	63.230	15,31	8,7	62.870	15,32	8,6	54.570	15,48	8,6	52.040	16,36	8,6	54.540	16,98	8,6	55.060	15,42
8,7	63.110	15,31	8,8	62.920	15,32	8,7	54.270	15,48	8,7	51.900	16,36	8,7	54.590	16,98	8,7	54.860	15,42
8,8	63.320	15,31	8,9	62.670	15,32	8,8	54.780	15,48	8,8	52.090	16,36	8,8	54.600	16,98	8,8	55.090	15,42
8,9	63.270	15,31	9	63.140	15,32	8,9	54.760	15,48	8,9	52.030	16,35	8,9	54.530	16,98	8,9	54.720	15,42
9	63.110	15,31	9,1	63.250	15,32	9	54.500	15,48	9	52.130	16,36	9	54.530	16,98	9	55.030	15,42
9,1	63.430	15,31	9,2	63.350	15,32	9,1	54.690	15,48	9,1	52.090	16,36	9,1	54.810	16,98	9,1	54.930	15,42
9,2	63.460	15,31	9,3	63.150	15,32	9,2	54.840	15,48	9,2	52.140	16,34	9,2	54.900	16,99	9,2	55.000	15,42

Tabla 5-31 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C campañas año 2022

MP-01C																	
Fecha de Campaña																	
15-02-2022			04-03-2022			14-04-2022			15-05-2022			29-08-2022			06-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)
9,3	63.760	15,31	9,4	63.390	15,32	9,3	54.380	15,48	9,3	52.020	16,32	9,3	54.770	16,99	9,3	55.080	15,42
9,4	63.900	15,31	9,5	63.630	15,32	9,4	54.860	15,48	9,4	52.140	16,34	9,4	54.620	16,99	9,4	54.980	15,42
9,5	64.000	15,3	9,6	63.770	15,32	9,5	54.710	15,48	9,5	52.200	16,35	9,5	54.760	16,98	9,5	55.050	15,42
9,6	64.140	15,3	9,7	63.770	15,31	9,6	54.800	15,48	9,6	52.230	16,35	9,6	54.800	16,98	9,6	55.090	15,42
9,7	64.390	15,3	9,8	63.770	15,31	9,7	54.820	15,48	9,7	52.200	16,35	9,7	54.710	16,98	9,7	54.910	15,42
9,8	64.140	15,3	9,9	61.090	15,31	9,8	55.020	15,48	9,8	52.700	16,35	9,8	54.640	16,97	9,8	54.920	15,42
9,9	64.390	15,3	10	64.330	15,31	9,9	54.840	15,48	9,9	52.140	16,35	9,9	54.770	16,97	9,9	54.930	15,42
10	65.000	15,3	10,1	64.700	15,31	10	54.650	15,48	10	52.210	16,34	10	54.800	16,97	10	55.020	15,42
10,1	64.990	15,3	10,2	64.740	15,31	10,1	54.940	15,48	10,1	52.380	16,34	10,1	54.840	16,97	10,1	54.990	15,42
10,2	65.220	15,29	10,3	65.090	15,31	10,2	54.900	15,48	10,2	52.310	16,34	10,2	54.740	16,98	10,2	55.260	15,42
10,3	65.140	15,29	10,4	64.860	15,31	10,3	55.170	15,48	10,3	52.450	16,34	10,3	54.530	16,98	10,3	55.500	15,42
10,4	64.860	15,29	10,5	65.430	15,31	10,4	55.280	15,48	10,4	52.490	16,34	10,4	54.770	16,98	10,4	55.100	15,42
10,5	65.530	15,29	10,6	65.500	15,31	10,5	54.840	15,48	10,5	52.180	16,34	10,5	54.920	16,98	10,5	55.120	15,42
10,6	64.660	15,29	10,7	65.810	15,31	10,6	55.160	15,48	10,6	52.180	16,35	10,6	55.110	16,95	10,6	55.190	15,42
10,7	65.620	15,29	10,8	65.880	15,3	10,7	54.670	15,48	10,7	52.450	16,34	10,7	55.420	16,93	10,7	55.480	15,42
10,8	65.530	15,29	10,9	66.150	15,3	10,8	55.220	15,48	10,8	52.420	16,34	10,8	55.110	16,92	10,8	55.200	15,42
10,9	66.470	15,29	11	67.130	15,3	10,9	55.250	15,48	10,9	52.490	16,34	10,9	55.300	16,92	10,9	55.090	15,42
11	67.240	15,29	11,1	68.020	15,3	11	55.300	15,48	11	52.320	16,34	11	55.280	16,92	11	54.840	15,42
11,1	67.630	15,28	11,2	68.720	15,3	11,1	55.320	15,48	11,1	52.630	16,34	11,1	55.410	16,92	11,1	54.940	15,42
11,2	67.890	15,28	11,3	70.070	15,29	11,2	55.870	15,48	11,2	53.270	16,34	11,2	55.220	16,92	11,2	55.760	15,42
11,3	70.310	15,28	11,4	71.220	15,29	11,3	55.770	15,48	11,3	53.150	16,34	11,3	55.630	16,92	11,3	55.600	15,42
11,4	70.770	15,27	11,5	71.770	15,28	11,4	55.870	15,48	11,4	52.630	16,34	11,4	55.640	16,92	11,4	55.500	15,41

Tabla 5-31 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C campañas año 2022

MP-01C																	
Fecha de Campaña																	
15-02-2022			04-03-2022			14-04-2022			15-05-2022			29-08-2022			06-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)
11,5	72.240	15,27	11,6	73.030	15,27	11,5	55.690	15,48	11,5	52.730	16,35	11,5	56.550	16,92	11,5	55.970	15,41
11,6	73.840	15,26	11,7	74.680	15,27	11,6	55.590	15,48	11,6	52.800	16,33	11,6	56.020	16,92	11,6	55.900	15,42
11,7	75.670	15,26	11,8	77.500	15,25	11,7	55.880	15,48	11,7	52.850	16,33	11,7	55.820	16,91	11,7	55.740	15,42
11,8	76.980	15,25	11,9	79.090	15,25	11,8	55.130	15,48	11,8	54.010	16,33	11,8	56.530	16,91	11,8	55.810	15,42
11,9	79.530	15,23	12	84.010	15,25	11,9	56.880	15,48	11,9	53.840	16,33	11,9	56.930	16,91	11,9	56.160	15,42
12	84.440	15,23	12,1	88.790	15,22	12	56.910	15,47	12	54.800	16,33	12	56.570	16,89	12	56.360	15,41
12,1	89.360	15,22	12,2	95.120	15,19	12,1	57.960	15,47	12,1	54.300	16,33	12,1	56.610	16,89	12,1	58.180	15,41
12,2	94.340	15,21	12,3	131.300	15,17	12,2	57.790	15,47	12,2	54.700	16,33	12,2	57.530	16,89	12,2	57.470	15,41
12,3	140.600	15,17	12,4	140.700	15,15	12,3	57.930	15,47	12,3	54.970	16,32	12,3	58.280	16,89	12,3	57.490	15,41
12,4	241.900	15,14	12,5	239.800	14,98	12,4	58.650	15,46	12,4	54.990	16,32	12,4	58.630	16,88	12,4	58.260	15,4
12,5	240.000	15,06	12,6	239.800	14,98	12,5	58.390	15,46	12,5	55.330	16,32	12,5	57.530	16,87	12,5	57.580	15,4
12,6	240.100	15,27	12,7	239.800	15,32	12,6	59.300	15,45	12,6	55.070	16,32	12,6	62.060	16,87	12,6	59.140	15,4
12,7	240.100	15,34	12,8	239.800	15,32	12,7	58.480	15,45	12,7	55.030	16,32	12,7	64.640	16,86	12,7	55.260	15,4
12,8	240.100	15,34	12,9	239.800	15,32	12,8	57.330	15,47	12,8	56.830	16,32	12,8	67.300	16,82	12,8	61.750	15,41
12,9	240.100	15,34	13	239.800	15,34	12,9	71.240	15,4	12,9	69.600	16,23	12,9	64.640	16,79	12,9	64.160	15,34
13	240.100	15,34	13,1	239.800	15,34	13	88.570	15,3	13	80.220	16,22	13	67.300	16,79	13	68.400	15,34
13,1	240.100	15,34	13,2	239.800	15,35	13,1	111.800	15,17	13,1	121.300	16,08	13,1	72.220	16,77	13,1	108.800	15,14
13,2	240.100	15,33	13,3	239.900	15,35	13,2	236.600	15,32	13,2	230.100	16,22	13,2	106.800	16,56	13,2	141.900	15,05
13,3	240.100	15,33	13,4	239.900	15,34	13,3	236.300	15,41	13,3	232.000	16,3	13,3	154.800	16,46	13,3	242.000	15,23
13,4	240.100	15,33	13,5	239.900	15,34	13,4	236.200	15,44	13,4	232.100	16,35	13,4	247.600	16,71	13,4	241.600	15,38
13,5	240.100	15,33	13,6	239.900	15,34	13,5	236.200	15,45	13,5	232.100	16,35	13,5	247.500	16,8	13,5	241.600	15,41
13,6	240.100	15,33	13,7	239.900	15,34	13,6	236.300	15,46	13,6	232.100	16,34	13,6	247.600	16,81	13,6	241.600	15,39

Tabla 5-31 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C campañas año 2022

MP-01C																	
Fecha de Campaña																	
15-02-2022			04-03-2022			14-04-2022			15-05-2022			29-08-2022			06-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)
13,7	240.100	15,33	13,8	239.900	15,34	13,7	236.700	15,46	13,7	232.100	16,34	13,7	247.700	16,81	13,7	241.600	15,4
13,8	240.100	15,33	13,9	239.900	15,34	13,8	236.300	15,46	13,8	232.100	16,35	13,8	247.700	16,81	13,8	241.600	15,41
13,9	240.100	15,33	14	239.900	15,34	13,9	236.300	15,46	13,9	232.100	16,34	13,9	247.800	16,8	13,9	241.700	15,39
14	240.100	15,33	14,1	239.900	15,34	14	236.300	15,46	14	232.000	16,35	14	247.800	16,79	14	241.600	15,4
14,1	240.100	15,33	14,2	239.900	15,34	14,1	236.300	15,46	14,1	232.100	16,34	14,1	247.800	16,78	14,1	241.600	15,41
14,2	240.100	15,33	14,3	239.900	15,34	14,2	236.300	15,46	14,2	232.100	16,35	14,2	247.900	16,79	14,2	241.600	15,4
14,3	240.100	15,33	14,4	239.900	15,34	14,3	236.300	15,46	14,3	232.100	16,34	14,3	248.000	16,79	14,3	241.600	15,4
14,4	240.100	15,33	14,5	239.900	15,34	14,4	236.300	15,46	14,4	232.100	16,34	14,4	248.000	16,77	14,4	241.600	15,4
14,5	240.100	15,33	15	239.900	15,34	14,5	236.300	15,46	14,5	232.100	16,34	14,5	248.100	16,76	14,5	241.600	15,4
15	240.100	15,32	15,5	239.900	15,34	15	236.300	15,45	15	232.100	16,34	15	248.000	16,76	15	241.700	15,39
15,5	240.100	15,33	16	239.900	15,32	15,5	236.300	15,45	15,5	232.100	16,34	15,5	248.000	16,77	15,5	241.600	15,39
16	240.100	15,32	16,5	239.500	15,34	16	236.300	15,46	16	232.000	16,34	16	247.900	16,77	16	241.500	15,39
16,5	239.700	15,33	17	238.900	15,32	16,5	236.000	15,46	16,5	231.500	16,33	16,5	247.600	16,76	16,5	241.200	15,35
17	239.100	15,3	17,5	238.900	15,31	17	235.600	15,42	17	231.500	16,3	17	247.600	16,71	17	241.200	15,35
17,5	239.200	15,28	18	238.900	15,3	17,5	235.700	15,4	17,5	231.500	16,29	17,5	247.700	16,7	17,5	241.200	15,33
18	239.200	15,28	18,5	238.900	15,29	18	235.700	15,4	18	231.500	16,28	18	247.600	16,7	18	241.200	15,33
18,5	239.200	15,28	19	238.900	15,29	18,5	235.700	15,4	18,5	231.500	16,28	18,5	247.600	16,7	18,5	241.200	15,33
19	239.200	15,27	19,5	238.900	15,29	19	235.700	15,4	19	231.500	16,27	19	247.600	16,7	19	241.200	15,34
19,5	239.200	15,27	20	238.900	15,29	19,5	235.700	15,4	19,5	231.500	16,29	19,5	247.500	16,7	19,5	241.200	15,33
20	239.200	15,27	20,5	238.900	15,28	20	235.800	15,39	20	231.600	16,28	20	247.500	16,7	20	241.200	15,33
20,5	239.100	15,27	21	238.900	15,28	20,5	235.700	15,39	20,5	231.600	16,26	20,5	247.800	16,67	20,5	241.400	15,31
21	239.100	15,26	21,5	238.800	15,27	21	235.700	15,38	21	231.700	16,25	21	247.900	16,66	21	241.400	15,3

Tabla 5-31 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C campañas año 2022

MP-01C																	
Fecha de Campaña																	
15-02-2022			04-03-2022			14-04-2022			15-05-2022			29-08-2022			06-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
21,5	239.100	15,25	22	238.900	15,25	21,5	235.700	15,38	21,5	231.700	16,24	21,5	248.100	16,64	21,5	241.500	15,29
22	239.100	15,24	22,5	238.800	15,25	22	235.700	15,37	22	231.800	16,23	22	248.100	16,62	22	241.600	15,28
22,5	239.100	15,23	23	238.900	15,23	22,5	235.700	15,37	22,5	231.800	16,22	22,5	248.300	16,6	22,5	241.600	15,28
23	239.100	15,22	23,5	238.800	15,22	23	235.700	15,36	23	231.800	16,22	23	248.400	16,58	23	241.800	15,27
23,5	239.100	15,2	24	238.900	15,21	23,5	235.700	15,34	23,5	231.900	16,21	23,5	248.300	16,59	23,5	241.800	15,36
24	239.100	15,19	24,5	238.900	15,19	24	235.700	15,31	24	231.800	16,2	24	248.000	16,59	24	241.700	15,26
24,5	239.100	15,17	25	238.900	15,17	24,5	235.700	15,29	24,5	231.800	16,2	24,5	247.800	16,55	24,5	241.700	15,23
25	239.100	15,14	25,5	238.900	15,14	25	235.700	15,27	25	231.800	16,15	25	247.800	16,55	25	241.700	15,2
25,5	239.100	15,13	26	238.900	15,13	25,5	235.700	15,26	25,5	231.800	16,14	25,5	247.800	16,53	25,5	241.800	15,19
26	239.100	15,12	26,5	238.900	15,13	26	235.700	15,26	26	231.800	16,13	26	247.800	16,52	26	241.800	15,19
26,5	239.100	15,11	27	238.900	15,12	26,5	235.800	15,24	26,5	231.700	16,13	26,5	247.800	16,51	26,5	241.800	15,18
27	239.100	15,1	27,5	238.900	15,11	27	235.700	15,24	27	231.700	16,12	27	247.800	16,51	27	241.700	15,18
27,5	239.100	15,1	28	238.900	15,11	27,5	235.700	15,23	27,5	231.700	16,12	27,5	247.800	16,51	27,5	241.800	15,17
28	239.200	15,09	28,5	238.900	15,1	28	235.800	15,23	28	231.600	16,12	28	247.800	16,5	28	241.800	15,16
28,5	239.200	15,09	29	238.900	15,1	28,5	235.800	15,23	28,5	231.600	16,11	28,5	247.800	16,49	28,5	241.800	15,16
29	239.100	15,08	29,5	221.900	15,1	29	235.700	15,22	29	231.500	16,11	29	247.900	16,49	29	241.700	15,16
29,5	219.200	15,08				29,5	218.500	15,22	29,5	211.700	16,11	29,5	228.400	16,5	29,5	225.500	15,16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-32 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-03C campañas año 2022

MP-03C																	
Fecha de Campaña																	
07-02-2022			05-03-2022			03-04-2022			01-05-2022			24-08-2022			04-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
0,8	7.919	14,68	0,8	8.014	14,81	0,8	7.951	16,02	0,8	7.825	15,13	0,8	7.856	15,02	0,8	8.144	14,76
1	7.933	14,59	1	7.974	14,69	1	7.979	14,98	1	7.803	15,07	1	7.846	14,84	1	8.116	14,65
1,5	7.938	14,58	1,5	7.989	14,61	1,5	8.022	14,73	1,5	7.808	15,07	1,5	7.846	14,82	1,5	8.117	14,66
2	7.945	14,58	2	7.984	14,6	2	8.032	14,72	2	7.810	15,08	2	7.848	14,82	2	8.119	14,67
4	7.939	14,56	4	7.985	14,59	4	8.031	14,73	4	7.818	15,08	4	7.849	14,81	4	8.116	14,68
6	7.936	14,57	6	7.980	14,59	6	8.030	14,71	6	7.806	15,14	6	7.850	14,81	6	8.119	14,69
8	7.929	14,57	8	7.967	14,58	8	8.020	14,7	8	7.808	15,13	8	7.848	14,82	8	8.116	14,69
10	7.932	14,57	10	7.960	14,59	10	8.024	14,69	10	7.803	15,13	10	7.840	14,82	10	8.108	14,71
12	7.932	14,6	12	7.958	14,59	12	8.024	14,71	12	7.805	15,13	12	7.843	14,82	12	8.111	14,71
13	7.931	14,62	13	7.959	14,61	13	8.023	14,72	13	7.804	15,13	13	7.842	14,82	14	8.112	14,72
14	7.932	14,61	14	7.952	14,61	14	8.022	14,72	14	7.803	15,12	14	7.843	14,82	16	8.111	14,73
15	7.930	14,63	15	7.952	14,64	15	8.022	14,72	15	7.804	15,13	15	7.843	14,84	17	8.112	14,76
16	7.932	14,68	16	7.950	14,64	16	8.021	14,73	16	7.805	15,14	16	7.843	14,85	17,2	8.108	14,76
17	29.310	14,98	17	24.090	14,68	17	8.030	14,78	17	7.808	15,16	17	30.740	15,14	17,4	34.180	14,82
17,2	33.160	15,12	17,2	33.610	15,1	17,2	32.050	15,07	17,2	7.805	15,17	17,2	33.550	15,21	17,6	35.210	15,14
17,4	34.780	15,15	17,4	34.820	15,14	17,4	34.960	15,17	17,4	33.400	15,43	17,4	33.930	15,24	17,8	35.320	15,18
17,6	34.860	15,17	17,6	34.850	15,15	17,6	35.080	15,21	17,6	34.040	15,56	17,6	33.920	15,25	18	35.370	15,24
17,8	34.870	15,18	17,8	34.830	15,18	17,8	35.090	15,24	17,8	34.020	15,65	17,8	34.180	15,26	18,2	41.530	15,24
18	34.880	15,19	18	34.880	15,19	18	35.130	15,26	18	33.990	15,66	18	34.650	15,27	18,4	89.010	15,26
18,2	38.600	15,19	18,2	34.830	15,2	18,2	39.920	15,28	18,2	37.670	15,68	18,2	45.850	15,27	18,6	132.600	15,28
18,4	64.350	15,19	18,4	59.440	15,21	18,4	68.070	15,29	18,4	59.200	15,68	18,4	81.320	15,27	18,8	133.500	15,28
18,6	130.800	15,19	18,6	129.300	15,21	18,6	132.400	15,29	18,6	128.400	15,69	18,6	129.300	15,27	19	133.500	15,28

Tabla 5-32 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-03C campañas año 2022

MP-03C																	
Fecha de Campaña																	
07-02-2022			05-03-2022			03-04-2022			01-05-2022			24-08-2022			04-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
18,8	131.800	15,18	18,8	131.700	15,2	18,8	132.700	15,29	18,8	128.200	15,69	18,8	130.100	15,27	19,5	133.600	15,26
19	131.800	15,18	19	131.700	15,2	19	132.700	15,29	19	128.600	15,7	19	130.100	15,26	20	133.600	15,25
19,5	131.900	15,18	19,5	131.800	15,2	19,5	132.800	15,28	19,5	128.800	15,69	19,5	130.300	15,26	20,2	133.600	15,26
20	131.900	15,17	20	131.800	15,2	20	132.900	15,28	20	129.000	15,68	20	130.400	15,24	20,4	133.700	15,24
20,2	131.900	15,16	20,2	131.800	15,18	20,2	132.900	15,27	20,2	129.100	15,68	20,2	130.600	15,24	20,6	144.700	15,24
20,4	132.000	15,16	20,4	131.900	15,17	20,4	132.900	15,27	20,4	129.200	15,67	20,4	131.100	15,24	20,8	163.300	15,24
20,6	136.700	15,15	20,6	136.700	15,17	20,6	138.100	15,26	20,6	134.200	15,67	20,6	136.400	15,23	21	183.300	15,23
20,8	152.900	15,15	20,8	153.100	15,17	20,8	154.700	15,25	20,8	149.300	15,67	20,8	157.700	15,22	21,2	208.300	15,24
21	176.600	15,14	21	176.200	15,16	21	178.100	15,25	21	171.900	15,67	21	182.300	15,22	21,4	222.200	15,23
21,2	201.800	15,14	21,2	202.500	15,16	21,2	204.800	15,25	21,2	197.600	15,66	21,2	206.900	15,22	21,6	228.500	15,23
21,4	219.700	15,13	21,4	219.900	15,16	21,4	221.400	15,24	21,4	216.100	15,66	21,4	216.400	15,21	21,8	231.400	15,21
21,6	225.900	15,13	21,6	225.800	15,16	21,6	227.800	15,24	21,6	221.300	15,66	21,6	222.600	15,2	22	233.900	15,21
21,8	228.100	15,13	21,8	228.400	15,15	21,8	230.300	15,24	21,8	224.000	15,65	21,8	224.500	15,2	22,2	235.900	15,22
22	229.900	15,12	22	230.100	15,14	22	232.900	15,23	22	226.000	15,65	22	226.700	15,21	22,4	238.000	15,2
22,2	232.800	15,12	22,2	232.600	15,14	22,2	235.400	15,22	22,2	228.500	15,65	22,2	229.200	15,2	22,6	238.600	15,19
22,4	235.400	15,11	22,4	234.900	15,13	22,4	237.700	15,23	22,4	230.100	15,64	22,4	230.600	15,19	22,8	238.900	15,2
22,6	236.600	15,11	22,6	235.800	15,13	22,6	238.200	15,22	22,6	230.800	15,65	22,6	231.700	15,19	23	239.100	15,19
22,8	237.000	15,11	22,8	236.800	15,13	22,8	238.400	15,22	22,8	231.400	15,63	22,8	232.000	15,18	23,5	239.600	15,19
23	237.200	15,11	23	236.400	15,12	23	238.600	15,21	23	231.800	15,62	23	232.100	15,18	24	240.600	15,17
23,5	237.600	15,1	23,5	237.100	15,12	23,5	238.900	15,2	23,5	232.400	15,62	23,5	232.300	15,17	24,5	241.100	15,17
24	237.800	15,09	24	237.800	15,11	24	239.300	15,2	24	232.700	15,61	24	232.600	15,16	25	241.200	15,16
24,5	238.000	15,09	24,5	238.500	15,1	24,5	240.000	15,19	24,5	233.400	15,6	24,5	233.300	15,15	26	242.500	15,14

Tabla 5-32 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-03C campañas año 2022

MP-03C																	
Fecha de Campaña																	
07-02-2022			05-03-2022			03-04-2022			01-05-2022			24-08-2022			04-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
25	238.800	15,08	25	239.000	15,09	25	240.700	15,18	25	234.000	15,59	25	233.600	15,15	27	243.200	15,13
26	240.100	15,06	26	240.140	15,09	26	241.900	15,17	26	235.300	15,58	26	235.000	15,14	28	244.900	15,13
27	240.600	15,05	27	241.000	15,07	27	242.900	15,16	27	236.400	15,56	27	236.300	15,12	28,3	245.200	15,12
28	242.600	15,05	28	242.800	15,06	28	244.600	15,15	28	238.100	15,55	28	237.600	15,11	28,4	136.900	15,12
28,3	242.700	15,04	28,3	243.000	15,06	28,3	244.900	15,14	28,3	238.300	15,55	28,3	237.900	15,11			
28,5	159.600	15,04	28,5	192.200	15,05	28,5	196.400	15,14	28,5	181.900	15,55	28,4	149.900	15,11			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-33 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-04C campañas año 2022

MP-04C																	
Fecha de Campaña																	
14-02-2022			15-03-2022			10-04-2022			24-05-2022			28-09-2022			20-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)
1,5	3.567	25,89	1,5	3.666	25,47	1,5	3.592	25,81	1,5	3.629	26,28	1,5	3.554	25,53	1,5	3.670	25,42
2	3.565	25,73	2	3.661	25,69	2	3.586	25,85	2	3.627	26,29	2	3.537	25,71	2	3.671	25,69
2,5	3.647	25,7	2,5	3.663	25,7	2,5	3.582	25,86	2,5	3.632	26,4	2,5	3.535	25,74	2,5	3.664	25,75
3	3.645	25,7	3	3.661	25,72	3	3.581	25,86	3	3.631	26,42	3	3.536	25,74	3	3.664	25,76
4	3.655	25,7	4	3.662	25,72	4	3.581	25,87	4	3.632	26,42	4	3.534	25,74	4	3.664	25,76
5	3.651	25,7	5	3.661	25,72	5	3.581	25,87	5	3.632	26,42	5	3.534	25,75	5	3.664	25,77
6	3.653	25,7	6	3.661	25,72	6	3.579	25,86	6	3.632	26,42	6	3.534	25,74	6	3.663	25,76
8	3.658	25,7	8	3.666	25,72	8	3.580	25,86	8	3.637	26,41	8	3.539	25,75	8	3.670	25,77
10	3.662	25,7	10	3.671	25,72	10	3.584	25,86	10	3.640	26,43	10	3.549	25,75	10	3.671	25,77
12	3.663	25,7	12	3.671	25,72	12	3.583	25,87	12	3.640	26,42	12	3.552	25,75	12	3.672	25,77
14	3.668	25,7	14	3.675	25,72	14	3.589	25,86	14	3.643	26,42	14	3.629	25,75	14	3.674	25,77
16	4.226	25,69	16	4.136	25,73	16	4.021	25,87	16	3.846	26,41	16	3.998	25,75	16	4.282	25,78
18	4.596	25,7	18	4.512	25,72	18	4.320	25,86	18	4.215	26,4	18	4.440	25,75	18	4.634	25,78
20	6.185	25,71	20	5.900	25,73	20	5.978	25,87	20	5.858	26,41	20	5.435	25,76	20	5.877	25,78
22	6.348	25,71	22	6.309	25,74	22	6.038	25,87	22	5.993	26,4	22	5.841	25,76	22	6.219	25,78
24	6.348	25,72	24	6.316	25,74	24	6.036	25,88	24	6.023	26,41	24	5.956	25,77	24	6.239	25,79
26	6.348	25,72	26	6.316	25,74	26	6.034	25,89	26	6.024	26,42	26	6.127	25,78	26	6.285	25,8
28	6.440	25,73	28	6.312	25,75	28	6.032	25,89	28	6.028	26,43	28	6.374	25,79	28	6.355	25,81
30	8.269	25,75	30	8.248	25,76	30	7.999	25,9	30	7.133	26,43	30	7.435	25,8	30	8.099	25,82
32	8.269	25,76	32	8.303	25,78	32	8.056	25,91	32	8.018	26,46	32	7.762	25,81	32	8.252	25,83
34	8.269	25,76	34	8.300	25,79	34	8.102	25,93	34	8.108	26,48	34	7.966	25,82	34	8.253	25,84
36	8.279	25,77	36	8.302	25,79	36	8.102	25,94	36	8.231	26,44	36	8.056	25,83	36	8.254	25,85

Tabla 5-33 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-04C campañas año 2022

MP-04C																	
Fecha de Campaña																	
38	10.050	25,79	38	9.784	25,82	38	8.931	25,95	38	8.292	26,5	38	8.699	25,86	38	9.672	25,87
39	10.440	25,81	39	10.500	25,84	39	10.170	25,97	39	9.591	26,51	39	9.657	25,86	39	10.180	25,89
40	11.770	25,81	40	11.660	25,84	40	11.090	25,97	40	10.720	26,51	40	10.690	25,87	40	11.810	25,89
41	12.630	25,83	41	12.580	25,84	41	12.210	25,99	41	11.750	26,52	41	11.740	25,88	41	12.490	25,9
42	12.990	25,84	42	13.000	25,87	42	12.610	26	42	12.540	26,53	42	12.250	25,89	42	12.820	25,91
43	13.320	25,84	43	13.280	25,88	43	12.930	26	43	12.820	26,53	43	13.100	25,9	43	13.420	25,93
44	14.440	25,85	44	14.240	25,89	44	13.810	26,02	44	13.353	26,55	44	13.530	25,92	44	14.270	25,94
45	14.840	25,87	45	14.790	25,9	45	14.210	26,02	45	13.940	26,56	45	14.460	25,93	45	15.150	25,95
46	16.000	25,89	46	15.850	25,92	46	15.070	26,05	46	14.570	26,59	46	15.430	25,94	46	16.130	25,96
46,5	16.750	25,89	46,5	16.360	25,91	46,5	15.540	26,06	46,5	14.900	26,6	46,5	16.660	25,94	46,5	17.310	25,97
47	18.510	25,9	47	17.490	25,92	47	17.200	26,05	47	15.220	26,6	47	17.260	25,96	47	18.850	25,98
47,5	22.880	25,9	47,5	21.750	25,93	47,5	19.440	26,07	47,5	16.740	26,61	47,5	23.220	25,96	47,5	25.070	25,98
48	31.750	25,91	48	30.000	25,94	48	25.750	26,06	48	21.070	26,62	48	28.530	25,97	48	30.210	25,99
48,2	32.090	25,92	48,2	31.640	25,95	48,2	29.640	26,09	48,2	26.390	26,61	48,2	29.100	25,97	48,2	31.070	25,99
48,4	32.320	25,92	48,4	32.420	25,95	48,4	30.740	26,09	48,4	27.530	26,61	48,4	29.170	26	48,4	31.500	26
48,6	32.520	25,92	48,6	33.320	25,95	48,6	32.650	26,09	48,6	29.930	26,62	48,6	32.820	25,98	48,6	32.210	26
48,8	37.990	25,93	48,8	37.630	25,95	48,8	35.160	26,09	48,8	32.740	26,61	48,8	34.870	25,98	48,8	35.970	26
49	42.530	25,93	49	42.030	25,95	49	40.250	26,09	49	38.650	26,62	49	40.640	25,98	49	40.430	26
49,2	46.620	25,94	49,2	46.710	25,95	49,2	45.090	26,09	49,2	43.320	26,63	49,2	42.810	25,98	49,2	44.630	26
49,4	53.810	25,94	49,4	54.170	25,96	49,4	51.640	26,09	49,4	50.360	26,63	49,4	49.100	25,99	49,4	49.810	26,01
49,6	61.640	25,93	49,6	60.670	25,96	49,6	58.230	26,1	49,6	57.370	26,63	49,6	55.350	25,99	49,6	58.360	26,01
49,8	73.230	25,94	49,8	70.890	25,96	49,8	66.930	26,1	49,8	66.780	26,63	49,8	67.240	25,99	49,8	68.630	26,01
50	82.600	25,95	50	81.200	25,97	50	76.640	26,1	50	75.140	26,64	50	77.590	25,99	50	77.180	26,02
50,2	90.980	25,95	50,2	90.890	25,97	50,2	86.120	26,11	50,2	87.910	26,64	50,2	85.660	26,01	50,2	88.860	26,02

Tabla 5-33 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-04C campañas año 2022

MP-04C																	
Fecha de Campaña																	
50,4	98.460	25,95	50,4	97.240	25,97	50,4	95.630	26,11	50,4	95.630	26,64	50,4	92.470	26,01	50,4	96.030	26,02
50,6	105.600	25,95	50,6	106.400	25,98	50,6	100.700	26,11	50,6	102.800	26,64	50,6	102.100	26,01	50,6	102.600	26,02
50,8	114.200	25,96	50,8	113.500	25,98	50,8	109.600	26,11	50,8	111.700	26,65	50,8	108.200	26,01	50,8	111.200	26,02
51	124.700	25,96	51	124.300	25,99	51	121.200	26,12	51	120.200	26,65	51	116.100	26,02	51	123.700	26,03
51,2	133.500	25,96	51,2	133.500	26	51,2	127.900	26,13	51,2	131.100	26,65	51,2	125.400	26,01	51,2	132.500	26,04
51,4	140.700	25,98	51,4	140.500	26	51,4	136.200	26,13	51,4	130.500	26,65	51,4	134.100	26,01	51,4	139.400	26,04
51,6	148.000	25,98	51,6	148.400	25,99	51,6	144.400	26,13	51,6	145.100	26,65	51,6	144.400	26,02	51,6	144.600	26,04
51,8	156.600	25,98	51,8	156.300	25,99	51,8	150.000	26,12	51,8	154.300	26,66	51,8	147.500	26,03	51,8	154.000	26,04
52	167.400	25,97	52	167.200	26	52	162.100	26,13	52	164.100	26,66	52	160.500	26,01	52	164.900	26,04
52,2	176.400	25,99	52,2	176.600	25,99	52,2	171.600	26,13	52,2	175.100	26,66	52,2	168.600	26,04	52,2	175.100	26,04
52,4	182.900	25,97	52,4	183.000	26	52,4	176.900	26,14	52,4	180.400	26,66	52,4	174.200	26,03	52,4	182.400	26,04
52,6	189.800	25,97	52,6	190.700	26,01	52,6	184.800	26,14	52,6	186.600	26,66	52,6	182.200	26,03	52,6	189.000	26,06
52,8	195.300	25,98	52,8	194.900	26,02	52,8	189.300	26,14	52,8	194.200	26,66	52,8	186.900	26,04	52,8	193.900	26,06
53	198.000	25,98	53	198.300	26,01	53	193.400	26,15	53	197.500	26,66	53	190.400	26,03	53	197.300	26,05
53,2	202.800	25,99	53,2	203.300	26,01	53,2	196.200	26,15	53,2	201.400	26,67	53,2	194.800	26,04	53,2	201.500	26,06
53,4	206.000	25,99	53,4	206.700	26,02	53,4	201.100	26,15	53,4	206.900	26,68	53,4	198.800	26,04	53,4	205.500	26,07
53,6	209.700	26	53,6	210.700	26,02	53,6	204.900	26,16	53,6	210.700	26,68	53,6	202.500	26,05	53,6	209.000	26,07
53,8	213.500	26	53,8	214.700	26,02	53,8	208.000	26,16	53,8	213.900	26,69	53,8	205.700	26,04	53,8	213.200	26,07
54	217.000	26	54	217.800	26,03	54	211.000	26,16	54	218.100	26,69	54	208.900	26,05	54	216.200	26,06
54,5	223.100	26,01	54,5	224.200	26,04	54,5	218.700	26,17	54,5	223.800	26,66	54,5	216.300	26,06	54,5	222.900	26,08
55	227.700	26,02	55	228.500	26,04	55	223.100	26,17	55	229.500	26,66	55	219.300	26,07	55	227.300	26,1
55,5	231.400	26,02	55,5	232.300	26,04	55,5	226.600	26,2	55,5	233.800	26,66	55,5	223.900	26,08	55,5	231.500	26,09
56	234.000	26,02	56	234.800	26,05	56	229.200	26,21	56	236.500	26,66	56	226.300	26,09	56	234.300	26,1
57	236.800	26,03	57	238.100	26,07	57	232.200	26,23	57	239.800	26,68	57	229.500	26,1	57	237.400	26,12

Tabla 5-33 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-04C campañas año 2022

MP-04C																	
Fecha de Campaña																	
58	238.200	26,05	58	239.500	26,08	58	233.700	26,23	58	241.200	26,68	58	231.100	26,11	58	238.900	26,13
59	238.900	26,07	59	240.200	26,1	59	234.400	26,25	59	241.900	26,71	59	231.800	26,13	59	239.800	26,14
60	239.500	26,09	60	240.800	26,11	60	235.100	26,26	60	242.700	26,72	60	232.500	26,15	60	240.400	26,15
62	239.900	26,12	62	241.200	26,15	62	235.500	26,29	62	243.200	26,73	62	232.900	26,15	62	240.800	26,19
64	240.500	26,15	64	241.900	26,17	64	236.000	26,32	64	243.600	26,76	64	233.500	26,15	64	241.400	26,22
66	240.700	26,19	66	242.000	26,2	66	236.300	26,35	66	244.000	26,82	66	233.700	26,21	66	241.700	26,26
68	240.700	26,2	68	242.000	26,24	68	236.300	26,38	68	244.000	26,84	68	233.700	26,26	68	241.700	26,29
70	240.500	26,24	70	241.700	26,28	70	236.100	26,42	70	244.000	26,85	70	233.600	26,28	70	241.400	26,33
72	240.200	26,29	72	241.400	26,32	72	235.800	26,46	72	243.600	26,93	72	233.000	26,34	72	241.000	26,37
74	238.500	26,35	74	239.800	26,46	74	234.200	26,58	74	241.800	27,07	74	231.900	26,31	74	239.300	26,43
76	238.500	26,4	76	239.800	26,5	76	234.100	26,64	76	241.700	27,13	76	231.500	26,42	76	239.300	26,46
78	238.500	26,42	78	239.800	26,53	78	234.200	26,65	78	241.700	27,15	78	231.400	26,52	78	239.300	26,49
81	238.500	26,44	81	239.800	26,56	81	234.200	26,67	81	241.700	27,17	81	231.400	26,54	81	239.400	26,51
84	238.500	26,45	84	239.900	26,56	84	234.200	26,68	84	241.800	27,18	84	231.400	26,57	84	239.300	26,56
87	238.500	26,51	87	239.800	26,56	87	234.200	26,69	87	241.900	27,19	87	231.400	26,58	87	239.300	26,6
90	238.500	26,58	90	239.800	26,62	90	234.200	26,72	90	241.900	27,23	90	231.500	26,61	90	239.300	26,64
93	238.400	26,63	93	239.800	26,66	93	234.200	26,78	93	241.900	27,27	93	231.400	26,66	93	239.300	26,7
96	238.400	26,67	96	239.800	26,66	96	234.200	26,79	96	241.900	27,28	96	231.300	26,7	96	239.300	26,7
99	235.000	26,75	99	236.000	26,82	99	230.600	26,94	99	238.500	27,43	99	229.200	26,83	99	237.900	26,86
102	234.800	26,79	102	236.200	26,87	102	230.700	26,98	102	238.700	27,48	102	228.300	26,88	102	236.100	26,91
105	234.500	26,91	105	235.900	26,93	105	230.400	27,05	105	238.300	27,55	105	227.700	26,95	105	235.400	26,98
108	233.900	26,96	108	235.200	26,91	108	229.700	27,11	108	237.800	27,68	108	226.900	27,02	108	234.600	27,04
111	233.400	27,03	111	234.800	27,07	111	229.400	27,18	111	237.300	27,66	111	226.600	27,08	111	234.300	27,11
114	233.400	27,07	114	234.800	27,1	114	229.400	27,21	114	237.200	27,71	114	226.500	27,13	114	234.300	27,14

Tabla 5-33 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-04C campañas año 2022

MP-04C																	
Fecha de Campaña																	
116	233.400	27,08	116	234.900	27,12	116	229.400	27,23	116	237.200	27,74	116	226.400	27,14	116	234.200	27,16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-34 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-05C campañas año 2022

MP-05C																	
Fecha de Campaña																	
14-02-2022			31-03-2022			10-04-2022			21-05-2022			21-08-2022			21-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)
1,5	72.930	20,39	1,5	69.250	19,66	1,5	67.620	19,86	1,5	66.990	19,59	1,5	63.420	20,89	1,5	66.670	20,56
2	72.830	19,07	2	69.614	19,16	2	67.400	19,33	2	67.040	19,43	2	65.540	20,89	2	66.710	19,88
2,5	72.950	18,95	2,5	69.870	19,08	2,5	67.580	19,2	2,5	67.100	19,44	2,5	63.560	20,99	2,5	66.890	19,4
3	72.930	18,92	3	69.890	19,05	3	67.600	19,15	3	67.090	19,46	3	63.580	21,08	3	66.970	19,21
4	72.880	18,89	4	69.900	18,98	4	67.710	19,09	4	67.060	19,45	4	63.570	21,27	4	66.860	19,12
5	72.870	18,88	5	69.890	18,97	5	67.920	19,07	5	67.020	19,42	5	63.560	21,34	5	66.770	19,07
6	72.850	18,88	6	69.860	18,95	6	67.940	19,05	6	66.940	19,39	6	63.610	21,34	6	66.760	19
7	72.800	18,86	7	69.850	18,95	7	67.960	19,04	7	67.010	19,34	7	63.610	21,27	7	66.730	18,96
8	72.790	18,85	8	69.810	18,94	8	67.980	19,03	8	67.100	19,32	8	63.590	21,27	8	66.690	18,95
10	72.780	18,85	10	69.780	18,94	10	68.030	19,03	10	67.100	19,31	10	63.580	21,25	10	66.660	18,95
12	72.780	18,84	12	69.740	18,97	12	68.600	19,03	12	67.060	19,31	12	63.580	21,25	12	66.650	18,95
12,5	72.920	18,83	12,5	69.840	18,94	12,5	68.150	19,03	12,5	67.030	19,31	12,5	63.620	21,26	12,5	66.690	18,95
13	73.420	18,84	13	70.330	18,94	13	68.360	19,03	13	67.520	19,31	13	63.950	21,25	13	67.270	18,94
13,5	73.760	18,84	13,5	70.600	18,93	13,5	68.800	19,03	13,5	67.810	19,31	13,5	64.080	21,24	13,5	67.720	18,94
14	74.150	18,83	14	71.040	18,93	14	69.280	19,02	14	68.110	19,31	14	64.500	21,25	14	68.140	18,94
14,5	74.550	18,83	14,5	71.550	18,93	14,5	69.570	19,02	14,5	68.650	19,32	14,5	64.680	21,24	14,5	68.870	18,94
15	75.030	18,83	15	72.070	18,93	15	70.380	19,02	15	69.400	19,31	15	65.890	21,24	15	70.400	18,94
15,5	76.840	18,83	15,5	73.840	18,93	15,5	72.070	19,02	15,5	71.010	19,31	15,5	67.900	21,23	15,5	72.340	18,93
16	78.600	18,83	16	75.900	18,92	16	74.080	19,02	16	73.140	19,3	16	69.900	21,22	16	74.540	18,93
18	86.540	18,8	18	85.400	18,9	18	83.140	19	18	81.980	19,28	18	78.900	21,2	18	85.150	18,9
20	93.660	18,79	20	93.430	18,88	20	91.350	18,98	20	89.140	19,24	20	85.710	21,17	20	93.790	18,87
21	100.000	18,76	21	100.800	18,87	21	95.480	18,97	21	94.320	19,24	21	91.740	21,15	21	102.000	18,86

Tabla 5-34 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-05C campañas año 2022

MP-05C																	
Fecha de Campaña																	
21,5	102.900	18,76	21,5	103.900	18,86	21,5	101.000	18,96	21,5	96.790	19,23	21,5	95.050	21,15	21,5	106.400	18,85
22	104.500	18,75	22	107.600	18,84	22	105.000	18,95	22	99.720	19,21	22	97.530	21,13	22	111.700	18,84
23	113.800	18,73	23	118.600	18,83	23	113.500	18,92	23	106.800	19,2	23	105.000	21,12	23	124.900	18,82
24	120.400	18,73	24	128.200	18,81	24	121.700	18,91	24	112.300	19,18	24	112.500	21,1	24	134.200	18,82
24,5	123.800	18,73	24,5	132.400	18,81	24,5	126.700	18,89	24,5	115.000	19,18	24,5	114.400	21,09	24,5	139.800	18,82
25	142.900	18,7	25	157.100	18,83	25	147.400	18,91	25	127.800	19,18	25	123.800	21,1	25	163.700	18,81
25,2	162.000	18,72	25,2	175.000	18,86	25,2	160.600	18,91	25,2	137.500	19,18	25,2	121.300	21,09	25,2	171.400	18,85
25,4	181.100	18,79	25,4	185.600	18,92	25,4	175.100	18,97	25,4	146.300	19,15	25,4	123.900	21,09	25,4	185.700	18,88
25,6	199.200	18,9	25,6	190.700	18,92	25,6	180.000	18,98	25,6	183.000	19,21	25,6	168.100	21,08	25,6	202.100	18,96
25,8	203.700	18,96	25,8	193.200	18,98	25,8	186.900	19,04	25,8	194.800	19,27	25,8	188.000	21,2	25,8	203.400	19,02
26	208.000	18,97	26	202.000	19,02	26	196.400	19,09	26	204.900	19,34	26	205.600	21,38	26	204.000	19,04
26,5	215.700	19,09	26,5	214.300	19,15	26,5	209.500	19,2	26,5	213.600	19,42	26,5	213.900	21,36	26,5	214.900	19,07
27	215.800	19,14	27	214.600	19,21	27	209.500	19,28	27	213.600	19,51	27	214.100	21,42	27	215.200	19,18
27,2	216.700	19,15	27,2	215.800	19,22	27,2	211.200	19,28	27,2	215.100	19,56	27,2	215.500	21,43	27,2	216.700	19,21
27,4	217.700	19,16	27,4	217.800	19,23	27,4	212.000	19,3	27,4	215.900	19,56	27,4	216.200	21,45	27,4	219.000	19,23
27,6	220.600	19,17	27,6	220.300	19,25	27,6	215.200	19,31	27,6	219.400	19,59	27,6	220.200	21,46	27,6	220.700	19,24
27,8	222.900	19,19	27,8	222.500	19,27	27,8	217.300	19,33	27,8	221.900	19,6	27,8	233.100	21,48	27,8	223.100	19,27
28	227.800	19,22	28	228.500	19,28	28	223.600	19,34	28	228.500	19,64	28	229.400	21,49	28	228.700	19,28
28,5	227.900	19,25	28,5	228.600	19,31	28,5	223.700	19,38	28,5	228.400	19,64	28,5	229.900	21,52	28,5	228.600	19,3
29	227.900	19,27	29	228.600	19,32	29	223.700	19,39	29	228.400	19,7	29	229.900	21,53	29	228.600	19,32
30	231.400	19,32	30	233.100	19,36	30	228.100	19,44	30	233.600	19,75	30	235.200	21,58	30	232.900	19,37
31	231.600	19,33	31	233.400	19,39	31	233.400	19,5	31	233.900	19,76	31	235.400	21,63	31	233.000	19,41
33	231.800	19,39	33	233.600	19,44	33	228.700	19,54	33	234.300	19,8	33	235.700	21,67	33	233.200	19,46
34	231.800	19,39	34	233.400	19,51	34	228.700	19,55	34	234.000	19,86	34	235.100	21,69	34	233.300	19,47

Tabla 5-34 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-05C campañas año 2022

MP-05C																	
Fecha de Campaña																	
35	231.700	19,41	35	233.400	19,5	35	228.800	19,54	35	234.000	19,86	35	235.600	21,71	35	233.200	19,48
35,2	231.800	19,39	35,2	233.500	19,54	35,2	228.700	19,57	35,2	234.100	19,85	35,2	235.700	21,7	35,2	233.300	19,48
35,4	231.800	19,4	35,4	233.600	19,48	35,4	228.600	19,58	35,4	234.100	19,87	35,4	235.700	21,71	35,4	233.200	19,49
35,6	231.700	19,42	35,6	233.400	19,51	35,6	228.700	19,57	35,6	234.300	19,88	35,6	235.900	21,7	35,6	233.200	19,49
35,8	231.700	19,42	35,8	233.500	19,48	35,8	228.800	19,55	35,8	234.300	19,84	35,8	235.800	21,71	35,8	233.200	19,49
36	231.700	19,44	36	233.400	19,5	36	228.170	19,58	36	234.100	19,88	36	235.800	21,71	36	233.200	19,49
36,2	231.800	19,41	36,2	233.600	19,49	36,2	228.800	19,56	36,2	234.100	19,88	36,2	235.700	21,72	36,2	233.200	19,49
36,4	231.700	19,43	36,4	233.400	19,52	36,4	228.600	19,59	36,4	234.200	19,87	36,4	235.900	21,72	36,4	233.200	19,49
36,6	231.600	19,44	36,6	233.500	19,51	36,6	228.800	19,57	36,6	234.100	19,88	36,6	235.900	21,69	36,6	233.300	19,49
36,8	231.700	19,44	36,8	233.400	19,53	36,8	228.700	19,58	36,8	234.000	19,9	36,8	235.900	21,7	36,8	233.200	19,5
37	231.700	19,44	37	233.400	19,49	37	228.800	19,58	37	234.200	19,88	37	235.900	21,69	37	233.300	19,5
37,5	231.700	19,43	37,5	233.500	19,51	37,5	228.800	19,59	37,5	234.300	19,85	37,5	235.700	21,71	37,5	233.300	19,5
38	231.800	19,42	38	233.600	19,5	38	228.800	19,57	38	234.000	19,9	38	236.000	21,69	38	233.300	19,5
38,2	231.700	19,43	38,2	233.500	19,53	38,2	228.700	19,57	38,2	234.100	19,89	38,2	235.900	21,7	38,2	233.200	19,51
38,4	231.700	19,43	38,4	233.400	19,54	38,4	228.800	19,58	38,4	234.300	19,85	38,4	235.900	21,71	38,4	233.200	19,51
38,6	231.600	19,46	38,6	233.400	19,54	38,6	228.900	19,57	38,6	234.100	19,9	38,6	235.800	21,72	38,6	233.200	19,51
38,8	231.600	19,46	38,8	233.600	19,49	38,8	228.700	19,59	38,8	234.200	19,87	38,8	235.800	21,72	38,8	233.200	19,51
39	231.800	19,42	39	233.600	19,5	39	228.700	19,6	39	234.300	19,86	39	235.800	21,71	39	233.200	19,51
40	231.800	19,42	40	233.500	19,52	40	228.800	19,59	40	234.100	19,9	40	236.000	21,68	40	233.300	19,51
41	231.800	19,42	41	233.600	19,51	41	228.700	19,61	41	234.300	19,87	41	235.800	21,72	41	233.300	19,51
42	231.600	19,46	42	233.400	19,54	42	228.900	19,58	42	234.200	19,89	42	235.800	21,72	42	233.200	19,51
44	231.800	19,47	44	233.400	19,57	44	228.900	19,59	44	234.200	19,91	44	236.100	21,7	44	233.300	19,54
46	233.500	19,6	46	234.800	19,69	46	229.600	19,67	46	234.100	19,94	46	236.000	21,7	46	234.800	19,72
48	233.300	19,66	48	234.700	19,78	48	230.800	19,83	48	235.000	20,12	48	236.700	21,97	48	234.500	19,83

Tabla 5-34 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-05C campañas año 2022

MP-05C																	
Fecha de Campaña																	
50	233.200	19,7	50	234.600	19,84	50	229.600	19,88	50	234.900	20,19	50	236.700	22,05	50	234.400	19,86
52	233.300	19,71	52	234.400	19,91	52	229.700	19,95	52	235.000	20,19	52	236.900	22,05	52	234.500	19,88
55	233.100	19,75	55	234.400	19,93	55	229.700	20,01	55	235.000	20,2	55	236.900	22,07	55	234.400	19,9
58	233.300	19,79	58	234.600	19,94	58	229.600	20	58	234.900	20,26	58	236.800	22,12	58	234.400	19,94
61	233.100	19,85	61	234.500	19,94	61	229.900	20,12	61	235.000	20,31	61	236.800	22,14	61	234.400	19,96
64	233.200	19,91	64	234.600	20,05	64	229.700	20,22	64	235.100	20,4	64	236.800	22,23	64	234.400	20,03
67	233.100	20,02	67	234.500	20,17	67	229.800	20,25	67	235.000	20,52	67	236.900	22,32	67	234.500	20,12
68	233.300	20,04	68	234.600	20,2	68	229.700	20,32	68	235.000	20,6	68	236.800	22,35	68	234.400	20,17
70	233.300	20,12	70	234.700	20,25	70	229.700	20,4	70	235.000	20,67	70	237.000	22,45	70	234.500	20,24
72	233.200	20,17	72	234.600	20,32	72	229.800	20,46	72	235.100	20,71	72	236.700	22,56	72	234.500	20,31
74	233.200	20,24	74	234.700	20,39	74	229.800	20,54	74	235.100	20,8	74	236.400	22,64	74	234.400	20,39
76	233.200	20,31	76	234.700	20,43	76	229.600	20,52	76	234.800	20,89	76	236.500	22,72	76	234.400	20,44
77	231.900	20,28	77	228.900	20,42	77	224.300	20,42	77	231.300	20,87	77	227.800	22,76	77	220.800	20,48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-35 Resultados Perfilaje de C.E. punto MP-06C campañas año 2022

MP-06C																	
Fecha de Campaña																	
14-02-2022			31-03-2022			10-04-2022			21-05-2022			21-08-2022			21-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
2	14.990	21,33	2	15.200	21,17	2	14.830	21,43	2	11.980	20,69	2	13.600	20,62	2	14.240	20,47
2,5	14.990	21,04	2,5	15.190	21,11	2,5	14.810	21,27	2,5	14.960	21,04	2,5	13.610	20,25	2,5	14.220	20,43
3	14.990	20,8	3	15.210	20,93	3	14.820	21,08	3	14.960	21,06	3	13.610	20,3	3	14.220	20,42
4	14.980	20,57	4	15.210	20,59	4	14.810	20,72	4	14.950	21,02	4	13.610	20,37	4	14.220	20,42
6	14.980	20,44	6	15.200	20,49	6	14.820	20,58	6	14.960	20,9	6	13.600	20,46	6	14.220	20,49
8	14.990	20,42	8	15.180	20,48	8	14.830	20,57	8	14.970	20,87	8	13.650	20,47	8	14.220	20,5
10	15.010	20,41	10	15.210	20,49	10	14.860	20,57	10	15.010	20,86	10	14.400	20,47	10	14.250	20,5
12	15.000	20,41	12	15.220	20,49	12	14.840	20,57	12	14.980	20,85	12	14.760	20,47	12	14.260	20,5
14	17.760	20,4	14	17.900	20,49	14	17.580	20,57	14	17.770	20,88	14	17.300	20,46	14	16.810	20,49
16	19.230	20,4	16	19.000	20,5	16	18.570	20,56	16	18.880	20,84	16	18.720	20,46	16	19.460	20,49
18	19.380	20,39	18	20.470	20,58	18	20.070	20,56	18	20.610	20,82	18	26.200	20,46	18	25.840	20,48
20	19.440	20,39	20	25.560	20,48	20	29.020	20,56	20	29.790	20,85	20	32.660	20,45	20	63.500	20,48
21	94.150	20,38	21	91.820	20,48	21	90.450	20,56	21	91.450	20,84	21	90.760	20,45	21	89.910	20,48
21,2	94.320	20,39	21,2	91.920	20,48	21,2	90.490	20,56	21,2	91.620	20,83	21,2	90.860	20,45	21,2	89.910	20,48
21,4	94.470	20,39	21,4	92.060	20,47	21,4	90.500	20,56	21,4	91.660	20,83	21,4	91.000	20,45	21,4	90.200	20,48
21,6	94.810	20,39	21,6	92.230	20,47	21,6	90.500	20,56	21,6	91.690	20,83	21,6	91.130	20,45	21,6	90.210	20,48
21,8	94.900	20,39	21,8	92.220	20,48	21,8	90.520	20,56	21,8	91.700	20,83	21,8	91.230	20,44	21,8	90.220	20,48
22	94.940	20,38	22	92.340	20,47	22	90.540	20,55	22	91.710	20,83	22	91.280	20,44	22	90.240	20,48
22,2	94.990	20,39	22,2	92.230	20,48	22,2	90.620	20,55	22,2	91.700	20,83	22,2	91.300	20,44	22,2	90.240	20,48
22,4	95.430	20,38	22,4	93.170	20,48	22,4	91.380	20,55	22,4	92.050	20,84	22,4	91.840	20,44	22,4	90.690	20,48
22,6	96.420	20,38	22,6	93.580	20,48	22,6	91.930	20,55	22,6	92.640	20,83	22,6	92.110	20,44	22,6	91.620	20,48
22,8	96.500	20,39	22,8	93.750	20,47	22,8	91.980	20,55	22,8	92.650	20,84	22,8	92.150	20,43	22,8	91.590	20,48

Tabla 5-35 Resultados Perfilaje de C.E. punto MP-06C campañas año 2022

MP-06C																	
Fecha de Campaña																	
14-02-2022			31-03-2022			10-04-2022			21-05-2022			21-08-2022			21-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
23	96.540	20,38	23	93.760	20,48	23	91.970	20,55	23	92.670	20,84	23	92.180	20,43	23	91.690	20,48
23,2	96.590	20,38	23,2	93.780	20,48	23,2	91.970	20,55	23,2	92.670	20,83	23,2	92.180	20,43	23,2	91.690	20,48
23,5	96.630	20,38	23,5	93.840	20,47	23,5	91.960	20,55	23,5	92.670	20,84	23,5	92.140	20,43	23,5	91.690	20,48
24	96.650	20,36	24	94.340	20,47	24	91.990	20,54	24	92.660	20,85	24	92.320	20,43	24	91.910	20,47
25	96.820	20,35	25	94.760	20,45	25	92.690	20,53	25	93.570	20,82	25	92.510	20,41	25	92.260	20,45
25,5	97.470	20,32	25,5	95.370	20,43	25,5	95.020	20,5	25,5	95.340	20,78	25,5	105.900	20,38	25,5	93.240	20,45
26	111.800	20,32	26	112.200	20,41	26	115.200	20,49	26	111.700	20,78	26	123.800	20,39	26	113.100	20,42
26,2	128.700	20,3	26,2	133.500	20,45	26,2	131.300	20,48	26,2	133.000	20,79	26,2	147.200	20,39	26,2	137.100	20,42
26,4	153.400	20,32	26,4	159.800	20,49	26,4	157.700	20,54	26,4	154.300	20,83	26,4	159.800	20,4	26,4	162.600	20,45
26,6	166.400	20,4	26,6	166.900	20,53	26,6	163.200	20,57	26,6	165.500	20,86	26,6	160.800	20,45	26,6	165.700	20,49
26,8	167.000	20,41	26,8	167.000	20,52	26,8	163.300	20,57	26,8	165.700	20,91	26,8	160.900	20,48	26,8	167.700	20,52
27	166.800	20,45	27	166.900	20,53	27	163.100	20,61	27	165.700	20,91	27	160.900	20,51	27	167.700	20,53
27,2	166.800	20,45	27,2	167.000	20,53	27,2	163.200	20,62	27,2	165.700	20,92	27,2	160.900	20,51	27,2	167.700	20,53
27,4	166.900	20,44	27,4	167.000	20,53	27,4	163.300	20,61	27,4	165.700	20,91	27,4	160.900	20,52	27,4	165.700	20,53
27,6	166.900	20,43	27,6	167.000	20,52	27,6	163.200	20,63	27,6	165.700	20,92	27,6	160.900	20,52	27,6	165.700	20,54
27,8	166.900	20,44	27,8	167.000	20,53	27,8	163.200	20,62	27,8	165.900	20,89	27,8	160.900	20,52	27,8	165.700	20,53
28	166.900	20,46	28	167.000	20,53	28	163.200	20,62	28	165.800	20,91	28	160.900	20,52	28	165.600	20,54
28,5	166.900	20,46	28,5	167.000	20,54	28,5	163.200	20,63	28,5	165.900	20,9	28,5	160.900	20,52	28,5	165.700	20,53
29	166.900	20,46	29	167.000	20,53	29	163.200	20,62	29	165.800	20,93	29	160.900	20,52	29	165.700	20,54
30	166.900	20,47	30	167.000	20,54	30	163.200	20,63	30	165.800	20,93	30	161.000	20,52	30	165.700	20,55
31	166.900	20,48	31	167.000	20,54	31	163.300	20,62	31	165.800	20,92	31	160.900	20,53	31	165.700	20,55
33	167.600	20,48	33	167.800	20,56	33	164.000	20,64	33	166.500	20,95	33	160.900	20,53	33	166.500	20,56

Tabla 5-35 Resultados Perfilaje de C.E. punto MP-06C campañas año 2022

MP-06C																	
Fecha de Campaña																	
14-02-2022			31-03-2022			10-04-2022			21-05-2022			21-08-2022			21-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
34	176.000	20,49	34	167.300	20,57	34	172.200	20,66	34	175.100	20,96	34	169.100	20,54	34	175.110	20,56
34,5	176.400	20,5	34,5	167.600	20,58	34,5	172.600	20,66	34,5	175.500	20,96	34,5	169.800	20,54	34,5	175.400	20,57
35	179.100	20,5	35	179.700	20,6	35	175.600	20,67	35	178.300	20,99	35	172.600	20,55	35	178.300	20,57
35,2	180.500	20,5	35,2	181.000	20,6	35,2	176.800	20,68	35,2	179.400	20,98	35,2	174.200	20,55	35,2	179.800	20,58
35,4	182.400	20,5	35,4	182.900	20,58	35,4	178.500	20,68	35,4	181.600	20,98	35,4	176.100	20,56	35,4	181.500	20,58
35,6	184.800	20,5	35,6	185.000	20,57	35,6	181.000	20,69	35,6	183.600	20,98	35,6	178.100	20,56	35,6	183.900	20,58
35,8	188.300	20,53	35,8	189.000	20,57	35,8	182.600	20,69	35,8	186.500	20,97	35,8	185.100	20,57	35,8	189.400	20,58
36	195.000	20,52	36	196.500	20,6	36	192.000	20,7	36	194.200	21	36	189.900	20,57	36	195.100	20,6
36,2	198.000	20,53	36,2	198.700	20,61	36,2	193.800	20,69	36,2	197.300	21	36,2	191.500	20,58	36,2	197.400	20,61
36,4	198.900	20,54	36,4	199.500	20,62	36,4	194.700	20,71	36,4	198.300	21,01	36,4	192.700	20,59	36,4	198.100	20,61
36,6	199.200	20,53	36,6	199.900	20,62	36,6	195.200	20,71	36,6	198.900	21	36,6	193.100	20,59	36,6	198.600	20,62
36,8	199.900	20,53	36,8	200.400	20,64	36,8	195.800	20,72	36,8	199.500	21,02	36,8	193.700	20,6	36,8	199.300	20,62
37	200.200	20,56	37	200.800	20,63	37	196.300	20,72	37	200.000	21,03	37	194.300	20,6	37	199.600	20,63
37,5	206.400	20,56	37,5	206.300	20,63	37,5	201.500	20,74	37,5	203.300	21,01	37,5	203.100	20,6	37,5	207.100	20,63
38	218.100	20,57	38	220.700	20,65	38	214.600	20,74	38	217.600	21,02	38	214.100	20,62	38	217.800	20,64
38,2	222.900	20,59	38,2	224.100	20,67	38,2	219.400	20,75	38,2	223.500	21,05	38,2	218.100	20,63	38,2	224.200	20,66
38,4	224.900	20,57	38,4	226.500	20,68	38,4	221.700	20,77	38,4	226.400	21,05	38,4	219.500	20,64	38,4	225.400	20,66
38,6	226.400	20,58	38,6	226.500	20,68	38,6	223.200	20,76	38,6	228.000	21,06	38,6	220.800	20,63	38,6	227.200	20,66
38,8	226.800	20,58	38,8	228.300	20,67	38,8	223.500	20,77	38,8	228.500	21,08	38,8	222.700	20,64	38,8	227.200	20,66
39	228.100	20,6	39	229.800	20,65	39	224.400	20,76	39	229.400	21,06	39	224.100	20,65	39	229.200	20,67
39,5	229.700	20,62	39,5	231.600	20,67	39,5	226.800	20,76	39,5	231.900	21,07	39,5	224.900	20,65	39,5	230.600	20,67
40	230.700	20,59	40	232.500	20,67	40	227.500	20,78	40	232.900	21,08	40	224.900	20,66	40	231.400	20,68

Tabla 5-35 Resultados Perfilaje de C.E. punto MP-06C campañas año 2022

MP-06C																	
Fecha de Campaña																	
14-02-2022			31-03-2022			10-04-2022			21-05-2022			21-08-2022			21-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
41	230.800	20,6	41	232.400	20,69	41	227.600	20,81	41	233.000	21,11	41	224.900	20,67	41	231.500	20,69
42	230.700	20,64	42	232.600	20,71	42	227.700	20,8	42	233.200	21,1	42	224.900	20,71	42	231.500	20,72
44	231.100	20,66	44	232.800	20,76	44	228.000	20,83	44	233.400	21,14	44	225.400	20,71	44	231.800	20,74
46	233.500	20,68	46	235.300	20,81	46	230.500	20,86	46	235.800	21,19	46	227.800	20,76	46	234.400	20,77
48	234.200	20,72	48	235.800	20,82	48	231.100	20,9	48	236.500	21,24	48	228.200	20,78	48	235.100	20,81
50	234.600	20,76	50	236.400	20,84	50	231.400	20,95	50	237.100	21,25	50	228.900	20,81	50	235.400	20,84
52	235.000	20,8	52	236.700	20,88	52	232.000	20,96	52	237.400	21,3	52	228.900	20,9	52	235.800	20,88
55	235.700	20,92	55	237.300	21,02	55	232.500	20,11	55	238.000	21,43	55	228.900	20,96	55	236.400	21,01
58	235.500	20,96	58	237.400	21,08	58	232.400	21,13	58	238.100	21,43	58	228.900	21,02	58	236.400	21,03
61	235.800	20,99	61	237.200	21,04	61	232.700	21,15	61	238.100	21,48	61	228.900	21,07	61	236.400	21,08
64	235.800	21,06	64	234.400	21,08	64	232.600	21,21	64	238.100	21,54	64	228.900	21,13	64	236.400	21,16
67	235.700	21,15	67	237.500	21,18	67	232.700	21,32	67	238.100	21,7	67	228.900	21,25	67	236.500	21,23
70	235.600	21,24	70	237.400	21,35	70	232.600	21,41	70	238.100	21,75	70	228.900	21,32	70	236.900	21,32

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-36 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-09C campañas año 2022

MP-09C																	
Fecha de Campaña																	
14-02-2022			15-03-2022			10-04-2022			24-05-2022			20-08-2022			20-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
9,3	3.872	25,71	9,3	3.862	25,41	9,3	3.777	21,12	9,3	3.900	24,61	9,3	3.777	24,92	9,3	3.909	25,11
9,4	3.878	25,66	9,4	3.868	25,46	9,4	3.787	25,32	9,4	3.882	25,47	9,4	3.784	25,19	9,4	3.924	25,19
9,6	3.858	25,64	9,6	3.868	25,52	9,6	3.787	25,57	9,6	3.874	25,49	9,6	3.777	25,42	9,6	3.898	25,51
10	3.858	25,63	10	3.868	25,62	10	3.783	25,66	10	3.859	26,14	10	3.775	25,61	10	3.884	25,67
10,5	3.858	25,63	10,5	3.869	25,63	10,5	3.782	25,75	10,5	3.859	26,24	10,5	3.774	25,65	10,5	3.884	25,69
11	3.858	25,63	11	3.869	25,63	11	3.781	25,77	11	3.856	26,28	11	3.773	25,66	11	3.883	25,69
12	3.858	25,62	12	3.869	25,63	12	3.782	25,77	12	3.856	26,29	12	3.777	25,67	12	3.883	25,7
13	3.859	25,63	13	3.868	25,64	13	3.782	25,76	13	3.856	26,27	13	3.772	25,67	13	3.883	25,7
14	3.857	25,62	14	3.868	25,64	14	3.782	25,77	14	3.856	26,28	14	3.773	25,67	14	3.883	25,7
16	3.859	25,63	16	3.868	25,64	16	3.782	25,78	16	3.856	26,29	16	3.773	25,68	16	3.883	25,7
18	3.857	25,63	18	3.867	25,65	18	3.781	25,78	18	3.855	26,3	18	3.773	25,68	18	3.883	25,7
20	3.858	25,62	20	3.868	25,69	20	3.782	25,78	20	3.855	26,29	20	3.773	25,68	20	3.883	25,71
22	3.858	25,63	22	3.867	25,65	22	3.782	25,78	22	3.856	26,29	22	3.773	25,68	22	3.884	25,71
24	3.858	25,63	24	3.867	25,67	24	3.781	25,8	24	3.856	26,31	24	3.774	25,68	24	3.883	25,72
26	3.858	25,71	26	3.867	25,73	26	3.782	25,84	26	3.855	26,37	26	3.774	25,75	26	3.883	25,8
28	3.858	25,71	28	3.868	25,74	28	3.781	25,87	28	3.854	26,4	28	3.773	25,78	28	3.883	25,81
30	3.858	25,73	30	3.868	25,75	30	3.782	25,88	30	3.854	26,41	30	3.773	25,78	30	3.883	25,8
32	3.859	25,73	32	3.868	25,76	32	3.781	25,88	32	3.853	26,4	32	3.772	25,79	32	3.884	25,81
34	3.860	25,73	34	3.869	25,76	34	3.781	25,9	34	3.852	26,41	34	3.773	25,79	34	3.883	25,81
36	3.860	25,73	36	3.869	25,76	36	3.782	25,89	36	3.854	26,43	36	3.772	25,8	36	3.883	25,82
38	3.858	25,78	38	3.869	25,76	38	3.782	25,9	38	3.852	26,42	38	3.772	25,79	38	3.883	25,81
40	3.855	25,75	40	3.868	25,76	40	3.781	25,9	40	3.853	26,42	40	3.773	25,79	40	3.883	25,82

Tabla 5-36 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-09C campañas año 2022

MP-09C																	
Fecha de Campaña																	
14-02-2022			15-03-2022			10-04-2022			24-05-2022			20-08-2022			20-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)
42	3.858	25,75	42	3.868	25,76	42	3.781	25,9	42	3.853	26,44	42	3.775	25,8	42	3.883	25,82
44	3.858	25,74	44	3.871	25,77	44	3.780	25,9	44	3.855	26,48	44	3.774	25,8	44	3.883	25,82
46	3.859	25,76	46	3.864	25,77	46	3.783	25,91	46	3.844	26,44	46	3.775	25,79	46	3.883	25,83
48	3.857	25,76	48	3.867	25,77	48	3.781	25,9	48	3.850	26,44	48	3.775	25,81	48	3.887	25,84
50	3.860	25,76	50	3.878	25,76	50	3.782	25,92	50	3.851	26,48	50	3.770	25,79	50	3.888	25,85
52	3.858	25,76	52	3.873	25,79	52	3.782	25,93	52	3.850	26,45	52	3.776	25,82	52	3.891	25,85
54	3.859	25,78	54	3.877	25,81	54	3.781	25,92	54	3.847	26,45	54	3.773	25,81	54	3.885	25,86
56	3.868	25,8	56	3.878	25,82	56	3.790	25,95	56	3.855	26,49	56	3.778	25,84	56	3.891	25,88
58	3.865	25,8	58	3.876	25,84	58	3.793	25,96	58	3.862	26,5	58	3.784	25,85	58	3.896	25,88
60	3.873	25,81	60	3.878	25,83	60	3.783	25,95	60	3.866	26,5	60	3.783	25,82	60	3.893	25,88
62	3.872	25,81	62	3.882	25,83	62	3.796	25,96	62	3.864	26,5	62	3.787	25,85	62	3.897	25,89
64	3.872	25,81	64	3.881	25,83	64	3.797	25,96	64	3.866	26,51	64	3.789	25,86	64	3.899	25,89
66	3.878	25,81	66	3.885	25,83	66	3.798	25,96	66	3.868	26,5	66	3.789	25,86	66	3.899	25,89
68	3.903	25,81	68	3.910	25,83	68	3.830	25,96	68	3.893	26,5	68	3.811	25,86	68	3.931	25,89
68,5	6.081	25,82	68,5	6.627	25,83	68,5	9.044	25,97	68,5	7.077	26,51	68,5	6.228	25,86	68,5	5.952	25,89
69	10.830	25,82	69	11.330	25,84	69	12.080	25,98	69	12.060	26,48	69	12.380	25,88	69	11.120	25,9
69,5	18.480	25,82	69,5	19.430	25,85	69,5	19.580	25,98	69,5	20.840	26,5	69,5	22.170	25,87	69,5	21.120	25,91
70	33.900	25,84	70	36.770	25,85	70	34.620	25,98	70	36.660	26,51	70	37.540	25,88	70	36.360	25,91
70,5	61.270	25,84	70,5	64.010	25,86	70,5	64.890	26	70,5	67.140	26,53	70,5	68.410	25,89	70,5	65.820	25,91
71	102.000	25,86	71	104.400	25,86	71	103.500	26,01	71	108.400	26,55	71	108.800	25,91	71	109.100	25,92
71,2	123.400	25,85	71,2	123.400	25,87	71,2	120.100	26	71,2	124.400	26,55	71,2	108.500	25,9	71,2	128.700	25,92
71,4	142.900	25,85	71,4	143.800	25,87	71,4	141.100	26,01	71,4	146.300	26,55	71,4	129.200	25,91	71,4	153.800	25,93

Tabla 5-36 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-09C campañas año 2022

MP-09C																	
Fecha de Campaña																	
14-02-2022			15-03-2022			10-04-2022			24-05-2022			20-08-2022			20-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
71,6	167.300	25,87	71,6	168.200	25,89	71,6	162.200	26,02	71,6	168.800	26,55	71,6	150.900	25,95	71,6	177.600	25,94
71,8	190.500	25,86	71,8	189.500	25,88	71,8	185.200	26,01	71,8	190.300	26,54	71,8	171.100	25,91	71,8	197.000	25,94
72	206.800	25,87	72	207.600	25,87	72	201.800	26,03	72	207.700	26,54	72	191.100	25,91	72	211.700	25,94
72,5	228.600	25,87	72,5	229.100	25,89	72,5	223.500	26,03	72,5	230.400	26,54	72,5	224.000	25,94	72,5	230.600	25,94
73	234.600	25,88	73	235.500	25,9	73	229.600	26,05	73	236.900	26,51	73	229.700	25,93	73	235.700	25,96
74	237.200	25,88	74	238.000	25,91	74	232.400	26,07	74	239.400	26,51	74	231.800	25,95	74	238.100	25,96
76	238.000	25,93	76	238.900	25,95	76	233.200	26,11	76	240.300	26,56	76	232.600	25,97	76	238.900	26
78	237.900	25,97	78	238.900	25,99	78	233.200	26,15	78	240.300	26,57	78	232.400	26,02	78	238.800	26,04
80	237.400	25,98	80	238.400	26,02	80	232.600	26,19	80	239.800	26,61	80	232.000	26,05	80	238.300	26,07
82	234.100	26,06	82	235.300	26,07	82	229.600	26,23	82	236.700	26,66	82	229.000	26,11	82	235.100	26,11
84	233.600	26,1	84	234.600	26,11	84	228.900	26,27	84	235.900	26,7	84	228.200	26,13	84	234.300	26,17
86	233.500	26,14	86	234.600	26,16	86	228.900	26,31	86	235.800	26,74	86	228.000	26,19	86	234.300	26,21
88	233.500	26,19	88	234.600	26,28	88	228.900	26,36	88	235.800	26,74	88	228.100	26,23	88	234.300	26,25
90	233500	26,21	90	234600	26,24	90	228900	26,4	90	235.800	26,83	90	228.100	26,27	90	234.200	26,3

Fuente: Elaboración propia

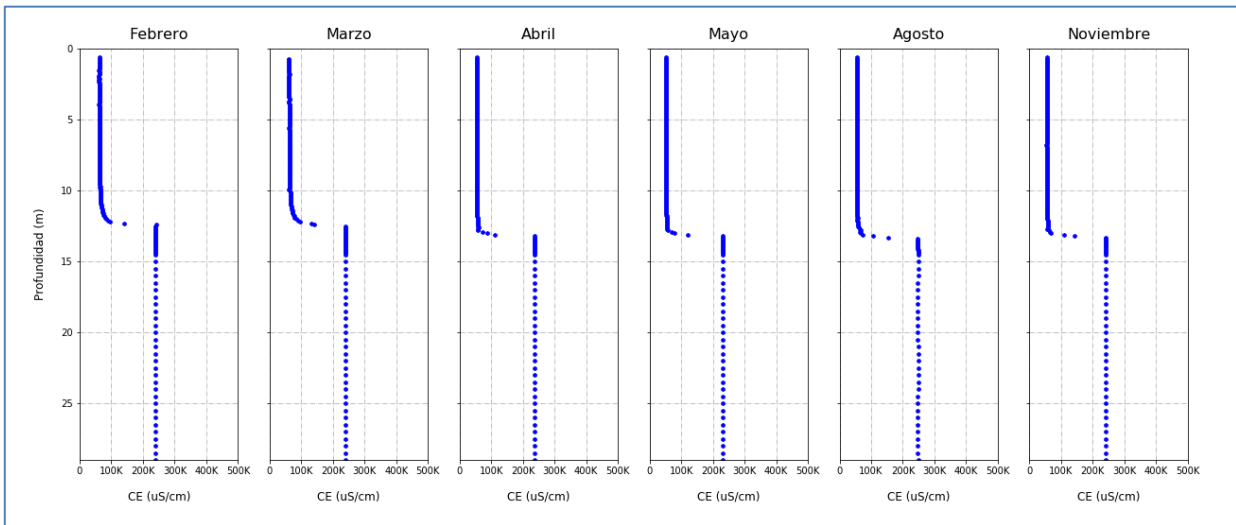
A continuación, se muestra la descripción de los resultados obtenidos durante las campañas del año 2022, en conjunto con su representación gráfica y comparación con el registro histórico. En los gráficos presentados para el registro histórico anual las series se separan en trimestres para una mejor representación.

En general se observa una mayor dispersión durante los años 2013, 2014 y 2015 en el registro histórico, debido a la utilización de un equipo con baja precisión para la medición de conductividad eléctrica en medios de alta salinidad.

5.7.1.1 MP-01C

Durante el año 2022 la posición de la interfase salina se mantiene entre los 12,6 y 13,3 m de profundidad en el punto MP-01C (Figura 5-74). Se observa una leve profundización durante el segundo semestre de 2022, mostrando su mayor profundidad durante el mes de agosto (Ver Figura 5-75).

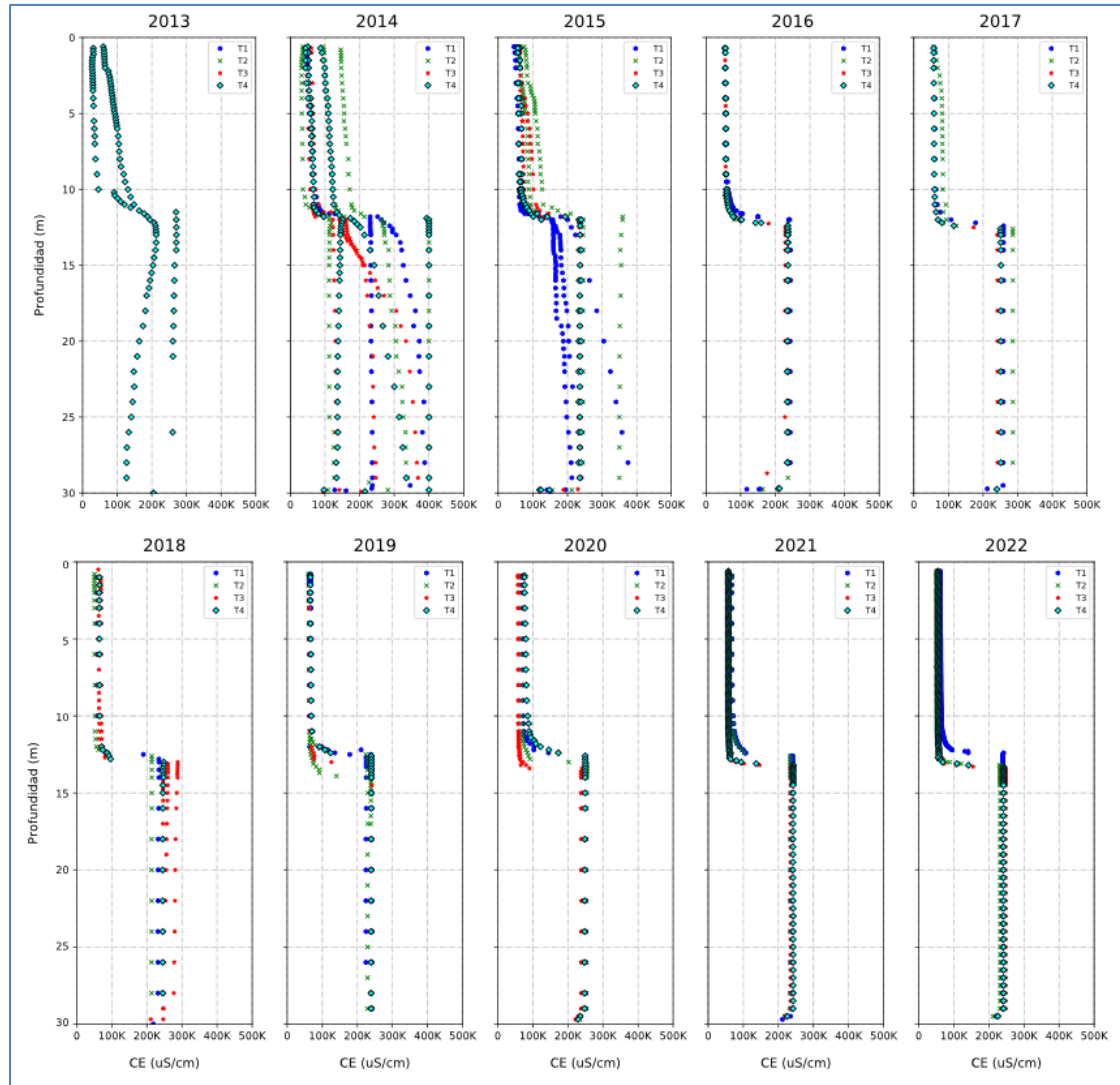
Figura 5-74 Perfiles de C.E. en el punto MP-01C año 2022



Fuente: Elaboración propia

Es relevante mencionar que todos los resultados históricos son adecuados para identificar la posición de la Interfase Salina (Figura 5-75), la cual corresponde a una zona o franja, y para este pozo MP-01C se presenta entre los 11 y 14 m de profundidad durante todos los años en los que se tiene registro.

Figura 5-75 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-01C



Fuente: Elaboración propia

5.7.1.2 MP-03C

El punto MP-03C muestra un patrón escalonado en la conductividad eléctrica del fluido durante las mediciones del año 2022 (Figura 5-76), con tres aumentos notorios hasta estabilizarse en valores cercanos a los 250.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La interfase salina ha sido reconocida entre los 17 y 21 m de profundidad en las campañas del año 2022.

Los registros históricos muestran una situación similar a lo observado durante el 2022, con una interfase salina ubicada entre los 17 y 21 m de profundidad, donde no se registra una variación en su posición (Figura 5-77).

5.7.1.3 MP-04C

La información levantada en las campañas de 2022 (Figura 5-78) en este punto muestra una interfase salina con una posición constante, con un aumento gradual de la conductividad eléctrica alrededor de los 50 m, en un tramo de aproximadamente 5 m.

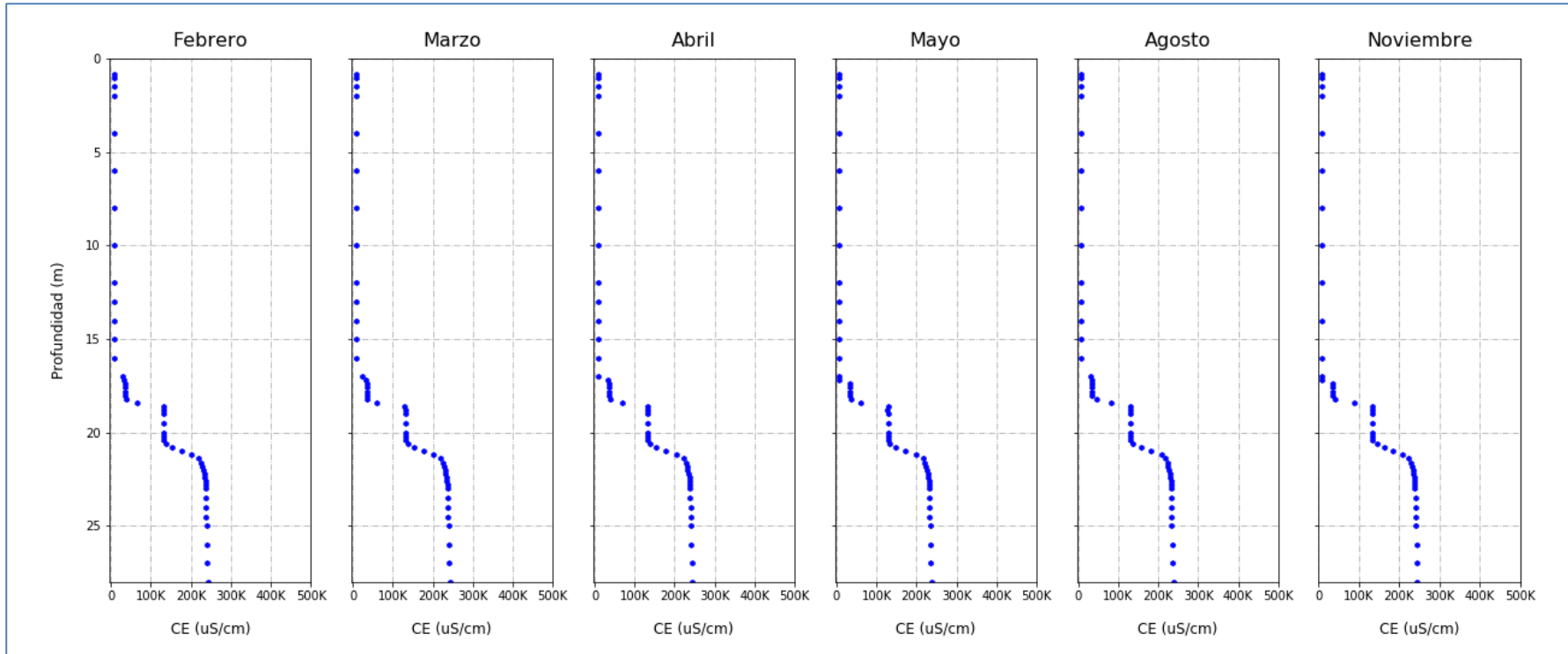
El registro histórico indica que la interfase salina ha mantenido una posición constante en este punto (Figura 5-79), aumentando la conductividad eléctrica de manera gradual a una profundidad de aproximadamente 50 m.

5.7.1.4 MP-05C

Los perfiles realizados durante el año 2022 en el punto MP-05C no muestran cambios en la posición de la interfase salina, ubicada entre los 14 y 30 m de profundidad (Figura 5-80). En todas las campañas se observa un aumento gradual de la conductividad eléctrica desde aproximadamente 18 m bajo la superficie, variando a un patrón escalonado hasta los 27 m de profundidad para estabilizarse en los 30 metros de profundidad hasta valores cercanos a 230.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

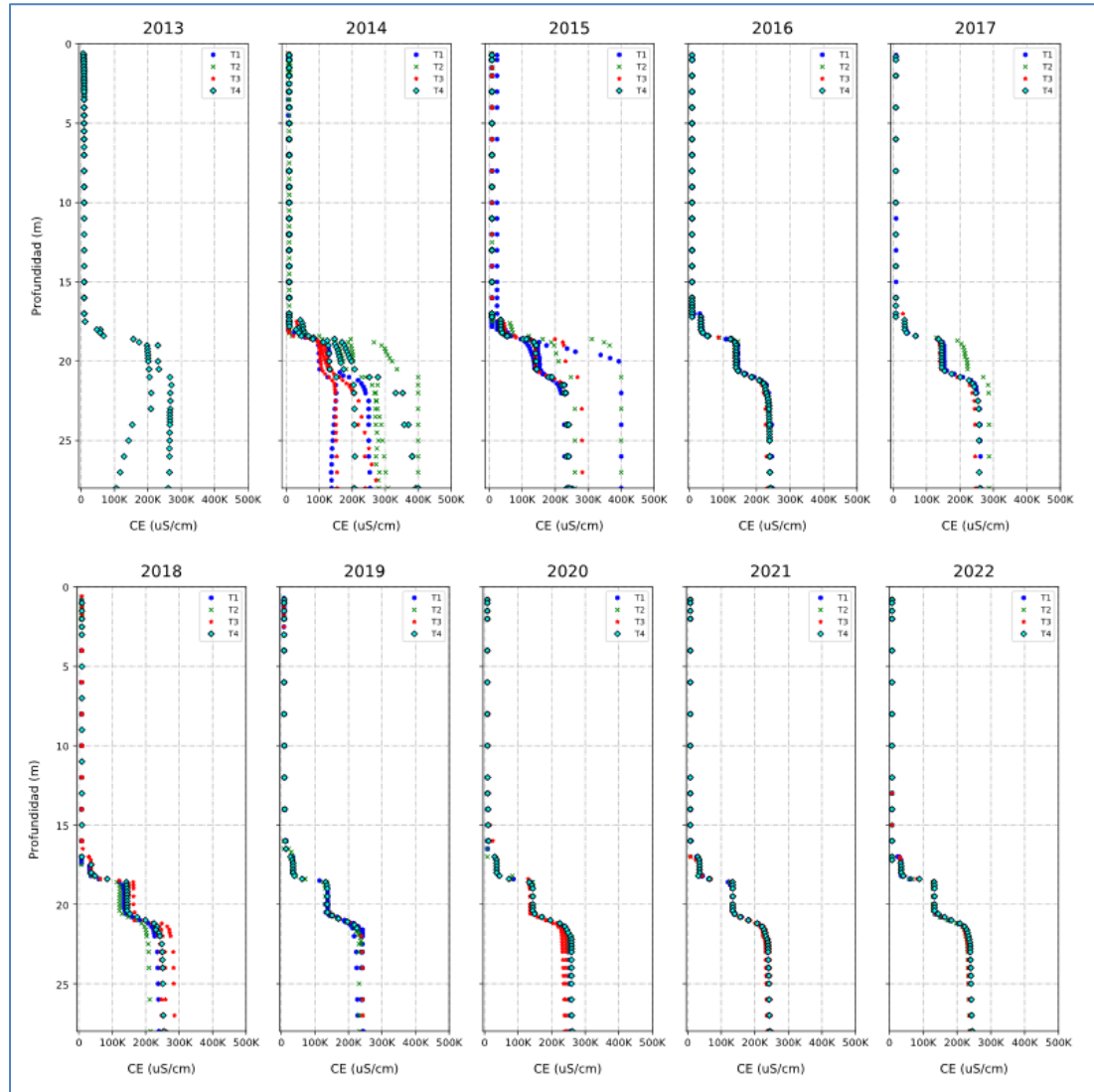
En general, el registro histórico muestra una posición de la interfase salina estable, en torno a los 25 m de profundidad. El registro de abril de 2019 muestra una desviación puntual a esta tendencia, con un aumento escalonado de la conductividad eléctrica en profundidades menores, lo que no se ha vuelto a observar.

Figura 5-76 Perfiles de C.E. en el punto MP-03C año 2022



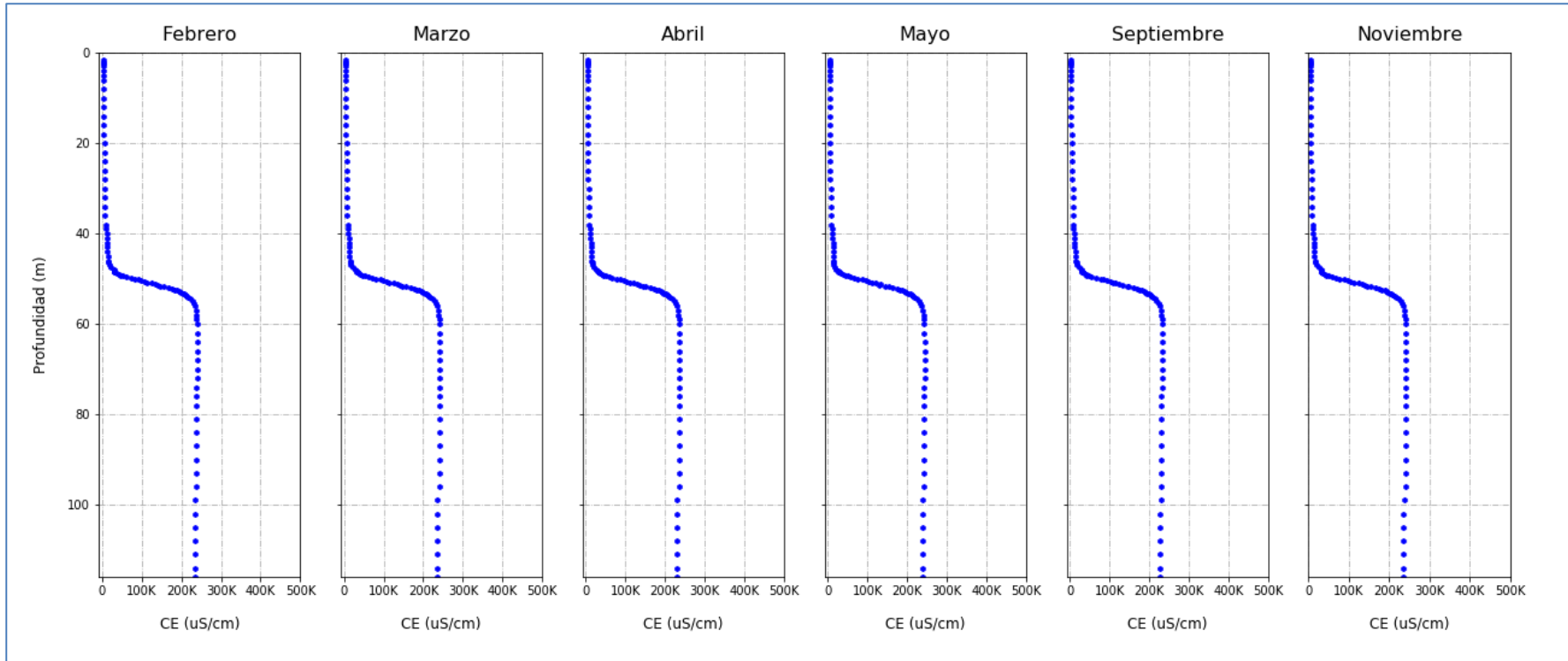
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-77 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-03C



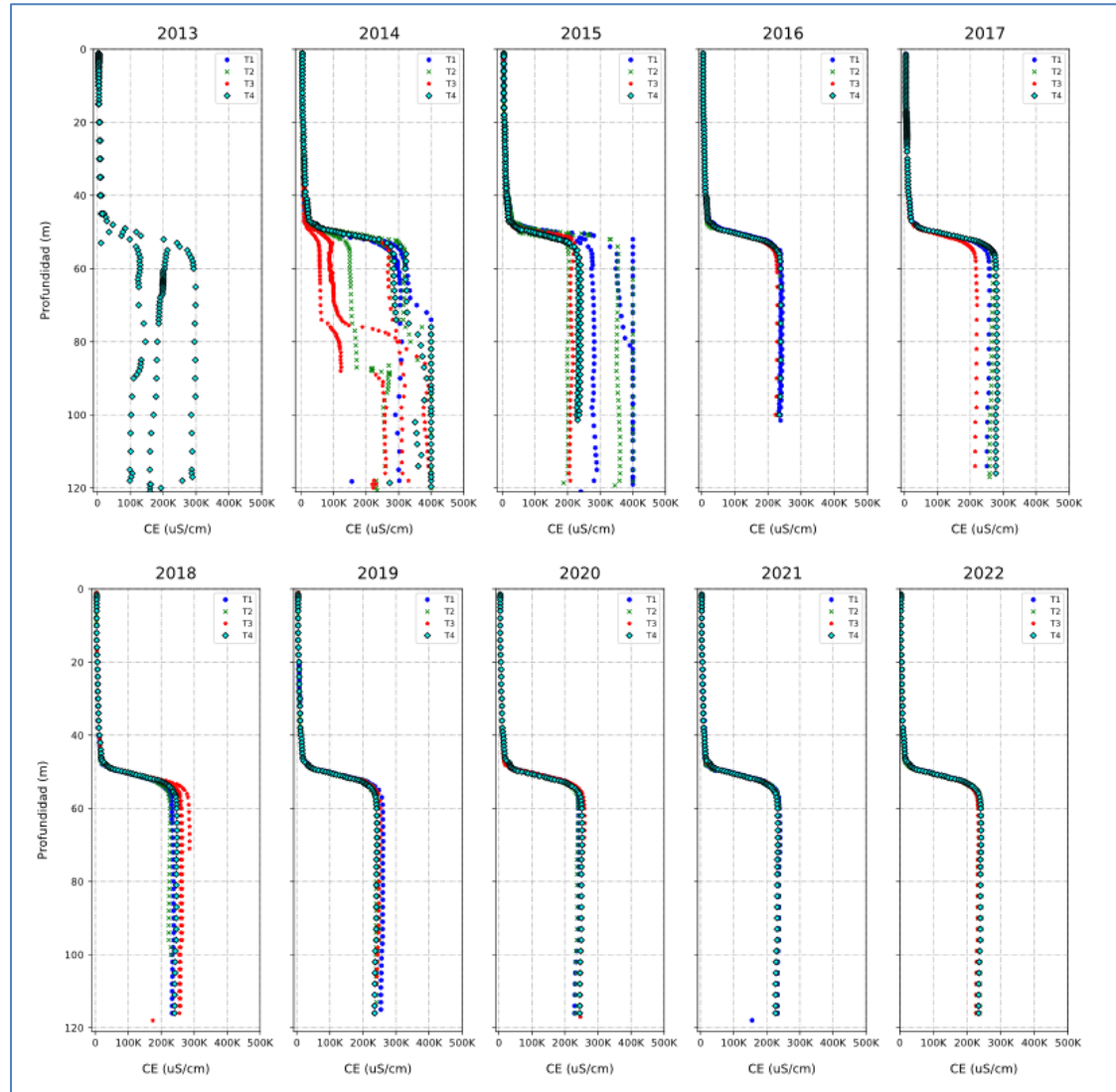
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-78 Perfiles de C.E. en el punto MP-04C año 2022



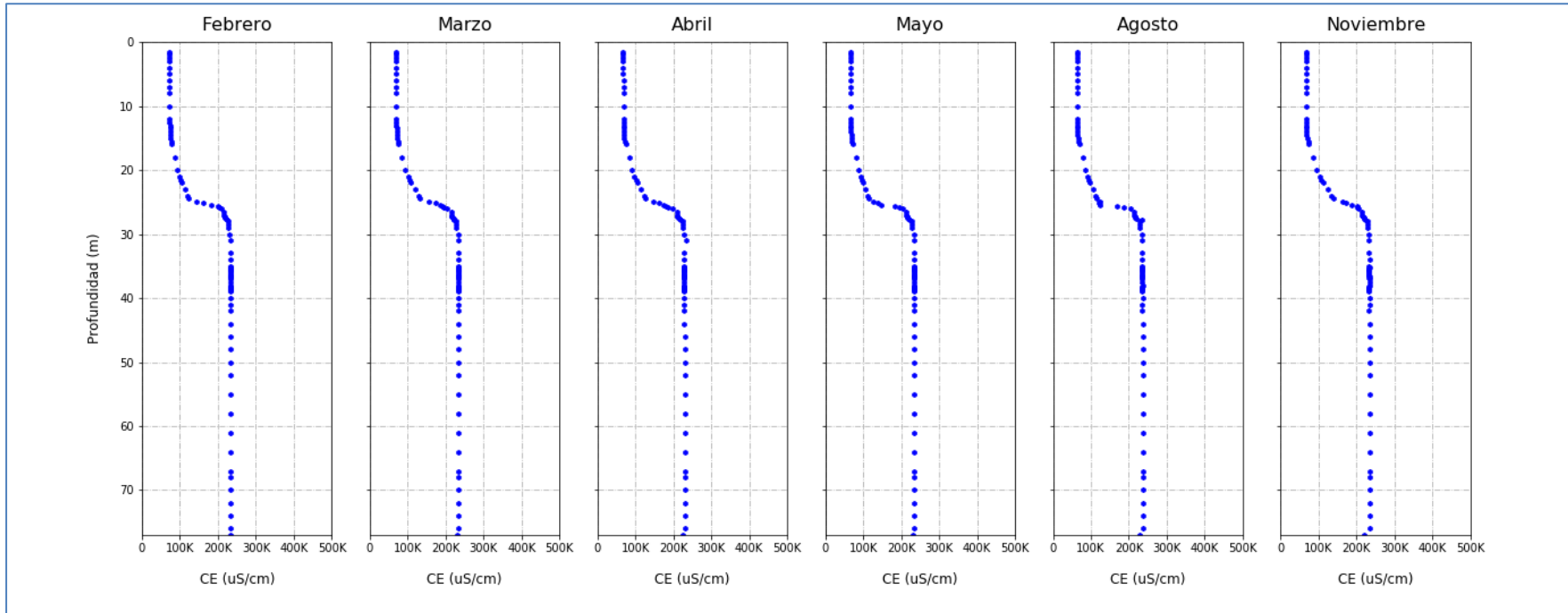
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-79 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-04C



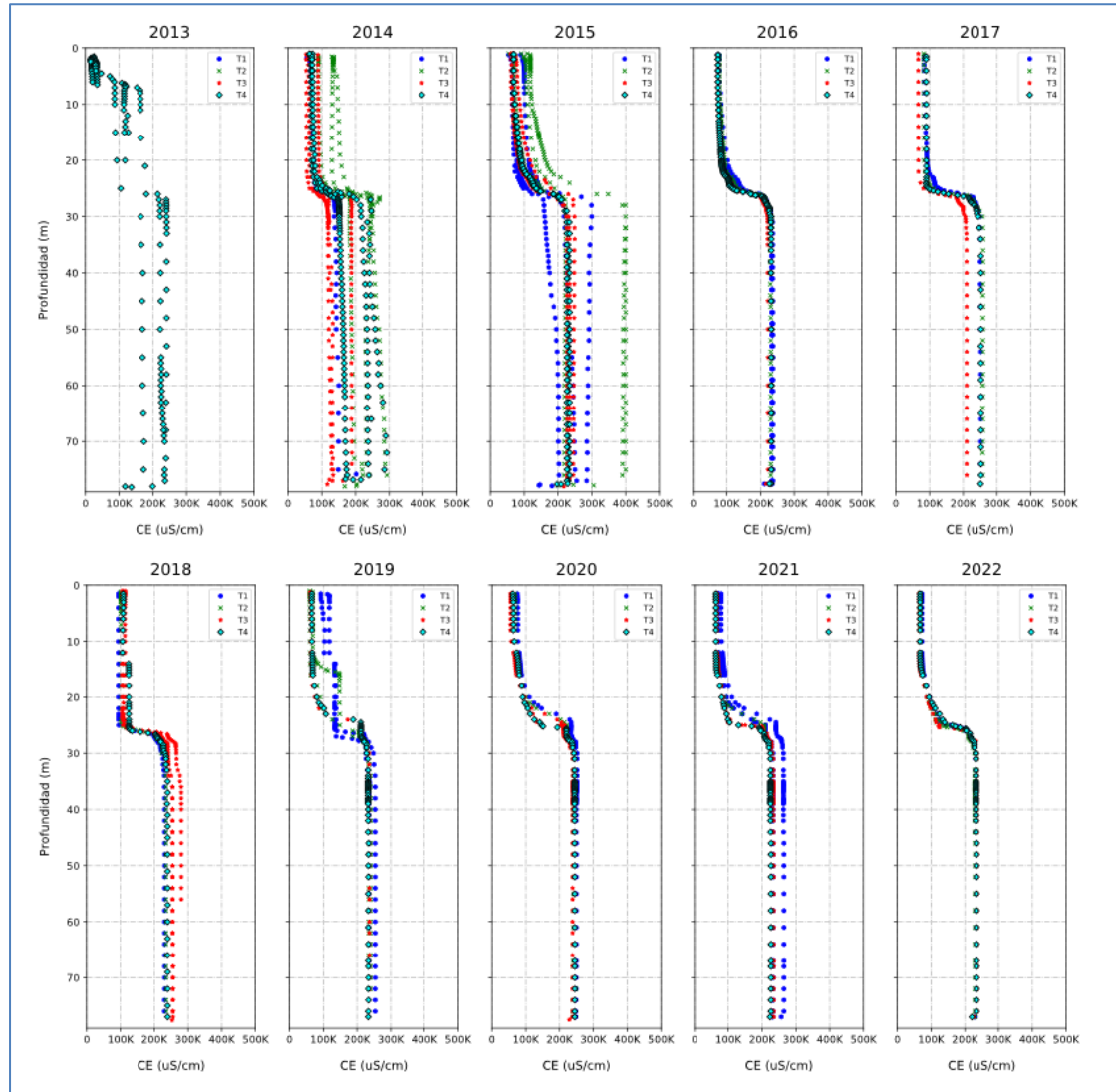
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-80 Perfiles de C.E. en el punto MP-05C año 2022



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-81 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-05C



Fuente: Elaboración propia

5.7.1.5 MP-06C

En la Figura 5-82 se muestran los resultados de las mediciones de conductividad eléctrica de las campañas del año 2022 en el punto MP-06C. Los resultados muestran un patrón escalonado similar en todas las mediciones entre los 20 y 40 m. La interfase salina no muestra variaciones en su posición para el período del presente PSAH.

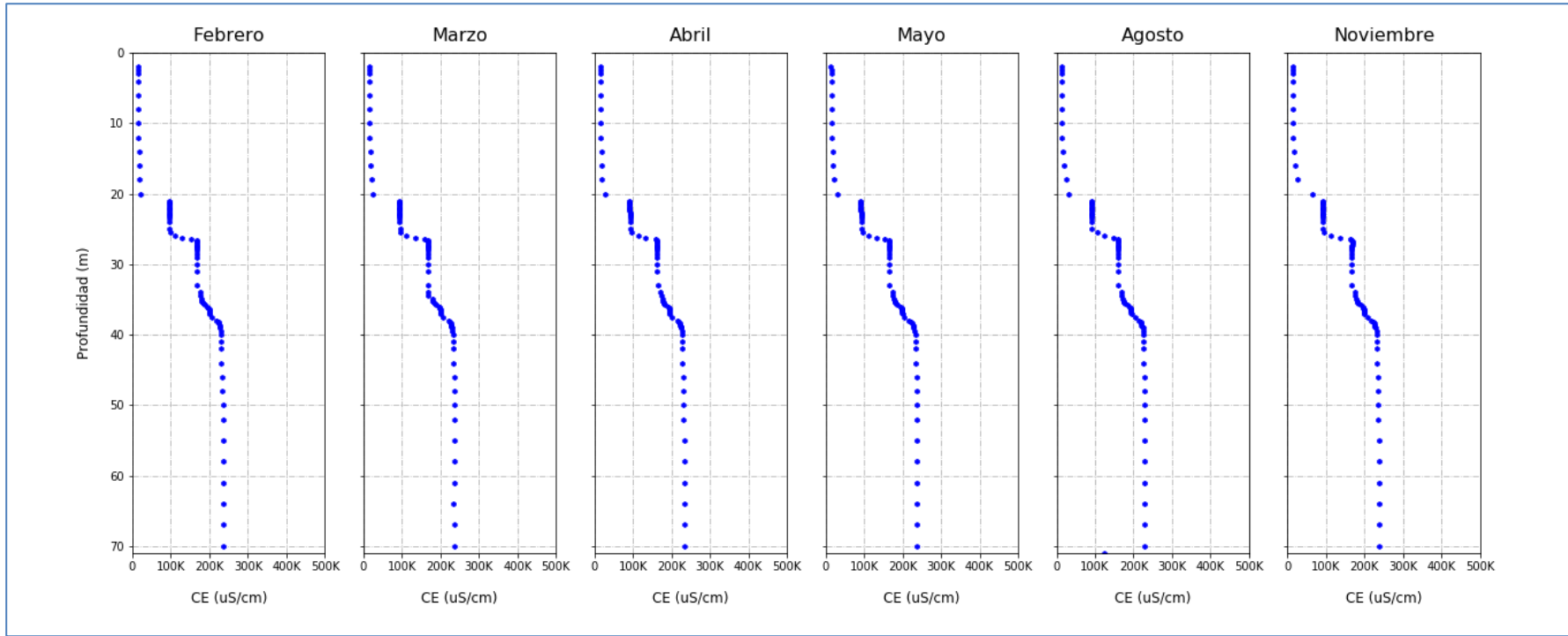
En comparación con el registro histórico (Figura 5-83), los nuevos registros no muestran cambios con respecto a lo observado en años anteriores, donde la interfase salina se mantiene entre los 20 y 40 m de profundidad, mostrando un patrón escalonado.

5.7.1.6 MP-09C

Los perfiles realizados durante el año 2022 en el punto MP-09C muestra que la interfase salina se encuentra a aproximadamente 70 m, con un aumento gradual de la conductividad eléctrica en un tramo de aproximadamente 3 m (Figura 5-84).

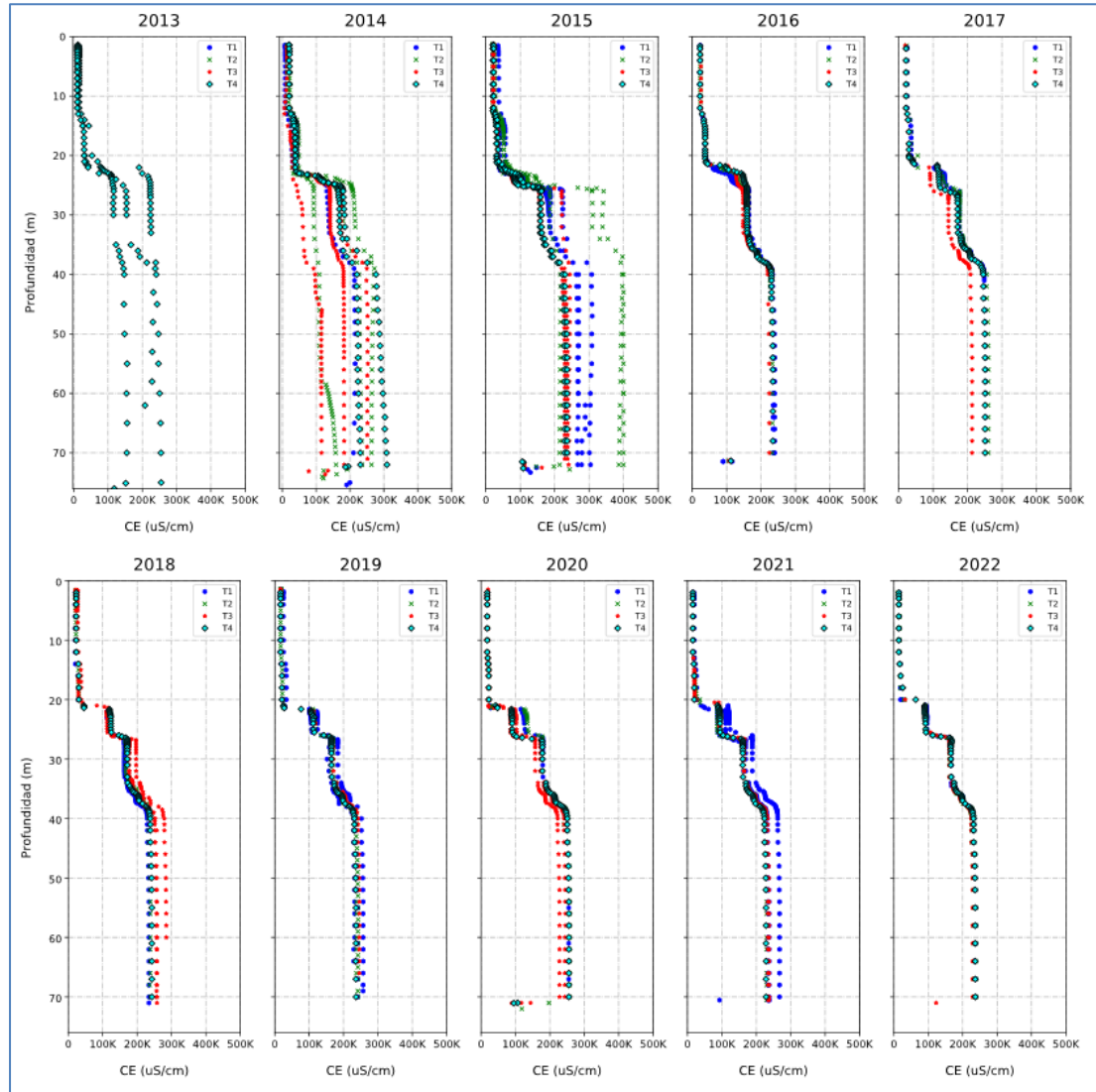
Los registros históricos muestran las mismas características que lo observado durante el año 2022, no registrándose cambios desde el inicio del registro (Figura 5-85).

Figura 5-82 Perfiles de C.E. en el punto MP-06C año 2022



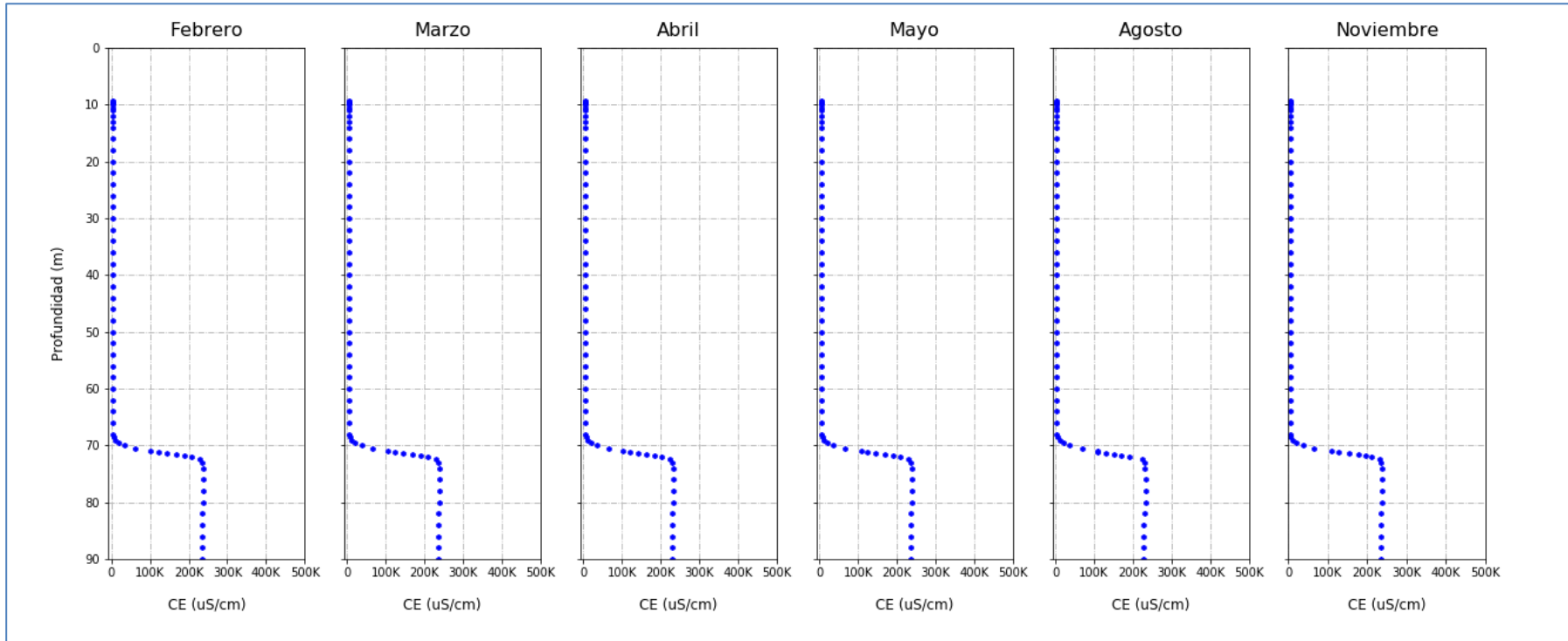
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-83 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-06C



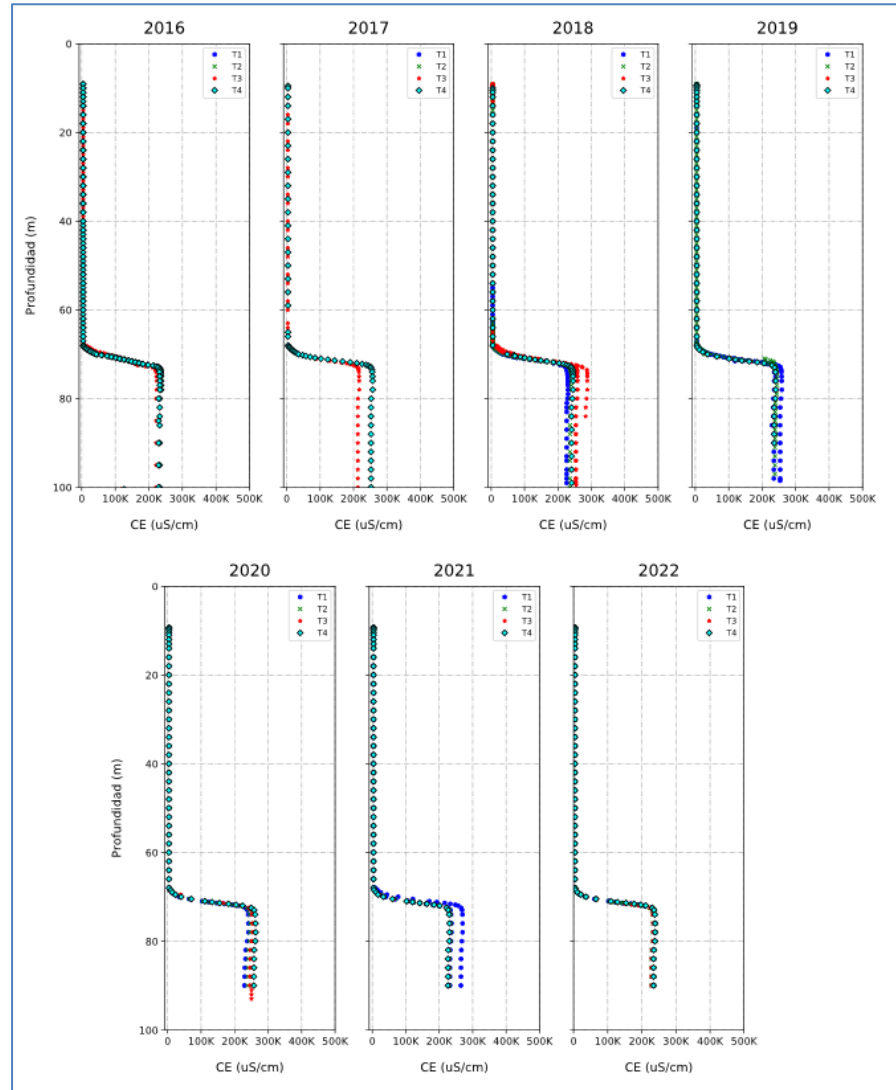
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-84 Perfiles de C.E. en el punto MP-09C año 2022



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-85 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-09C

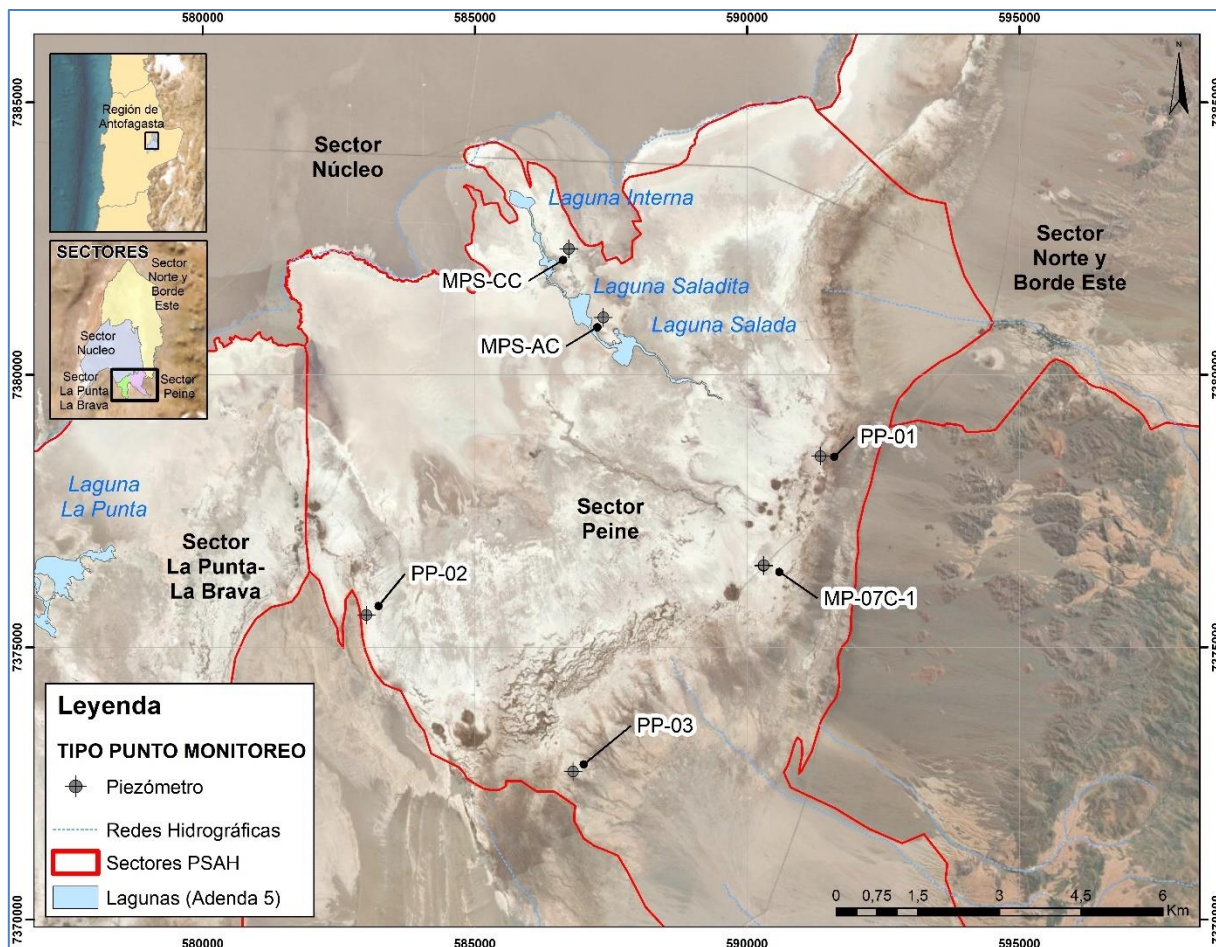


Fuente: Elaboración propia

5.7.2 Sector Peine

En la Figura 5-86 se muestra la ubicación de los puntos comprometidos para la medición de perfiles de conductividad eléctrica en el sector Peine. Estos corresponden a los pozos: MP-07C-1, PP-01, PP-02, PP-03, MPS-AC y MPS-CC.

Figura 5-86 Ubicación puntos de medición de perfiles de conductividad eléctrica, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se indican los resultados de los perfiles de conductividad eléctrica y temperatura en profundidad de cada uno de los puntos monitoreados en las campañas del año 2022. Asimismo, en el Anexo G de este informe se encuentran los resultados de las campañas históricas.

Tabla 5-37 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-07C-1 campañas año 2022

MP-07C-1																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			20-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			19-08-2022			12-12-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
1	9.840	20,86	1	9.504	20,33	1	9.238	20,25	1	9.135	20,42	1	8.558	24,89	1	9.123	20,99
1,5	9.835	20,53	1,5	9.498	20,39	1,5	9.238	20,31	1,5	9.129	20,51	1,5	8.583	25,01	1,5	9.095	20,65
2	9.838	20,52	2	9.499	20,44	2	9.238	20,4	2	9.128	20,61	2	8.594	25,15	2	9.101	20,61
4	9.839	20,53	4	9.486	20,53	4	9.221	20,59	4	9.173	20,9	4	8.611	25,71	4	9.100	20,61
5	9.871	20,56	5	9.486	20,57	5	9.215	20,64	5	9.139	21,01	5	8.602	25,91	5	9.167	20,63
6	9.910	20,59	6	9.493	20,58	6	9.213	20,67	6	9.148	21,09	6	8.552	26,08	6	9.182	20,64
8	9.902	20,59	8	9.478	20,58	8	9.196	20,68	8	9.088	21,11	8	8.592	26,1	8	9.169	20,64
10	9.905	20,59	10	9.479	20,58	10	9.191	20,68	10	9.071	21,11	10	8.612	26,18	10	9.173	20,63
12	9.909	20,59	12	9.479	20,58	12	9.191	20,69	12	9.086	21,1	12	8.628	26,16	12	9.161	20,63
14	9.911	20,59	14	9.485	20,59	14	9.192	20,68	14	9.125	21,11	14	8.638	26,11	14	9.165	20,63
16	9.913	20,59	16	9.489	20,59	16	9.194	20,68	16	9.160	21,11	16	8.637	26,12	16	9.168	20,64
18	9.908	20,59	18	9.490	20,59	18	9.197	20,69	18	9.175	21,11	18	8.638	26,1	18	9.170	20,64
20	9.931	20,59	20	9.490	20,59	20	9.211	20,69	20	9.196	21,12	20	8.637	26,07	20	9.179	20,64
22	9.913	20,6	22	9.492	20,6	22	9.221	20,69	22	9.196	21,12	22	8.653	26,07	22	9.170	20,64
24	9.999	20,6	24	9.554	20,59	24	9.265	20,68	24	9.208	21,1	24	8.700	26,07	24	9.235	20,64
25	10.190	20,62	25	9.642	20,6	25	9.348	20,71	25	9.341	21,12	25	8.773	26,06	25	9.332	20,65
26	10.350	20,63	26	9.877	20,62	26	9.575	20,72	26	9.503	21,14	26	8.916	26,07	26	9.481	20,66
26,5	10.710	20,65	26,5	10.140	20,63	26,5	9.828	20,74	26,5	9.717	21,15	26,5	9.075	26,08	26,5	9.671	20,68
27	21.480	21,47	27	20.600	21,31	27	20.100	21,45	27	19.720	21,96	27	18.150	26,68	27	20.390	21,49
27,5	22.990	21,8	27,5	20.770	21,71	27,5	20.080	21,84	27,5	19.900	22,25	27,5	18.760	27,18	27,5	20.440	21,73
28	23.090	21,81	28	20.790	21,78	28	20.080	21,87	28	19.910	22,31	28	18.760	27,26	28	20.460	21,78
29	23.750	21,89	29	22.920	21,86	29	20.860	21,94	29	20.650	22,4	29	20.910	27,44	29	21.220	21,85

Tabla 5-37 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-07C-1 campañas año 2022

MP-07C-1																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			20-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			19-08-2022			12-12-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
30	25.410	22	30	24.900	21,95	30	24.290	22,14	30	22.520	22,52	30	22.990	27,46	30	24.660	21,97
32	26.760	22,14	32	26.660	22,17	32	26.120	22,29	32	26.220	22,73	32	24.980	27,69	32	26.450	22,16
34	27.070	22,2	34	27.080	22,25	34	26.510	22,36	34	26.750	22,84	34	25.550	27,76	34	27.000	22,24
36	27.080	22,2	36	27.900	22,26	36	26.520	22,36	36	26.740	22,84	36	25.540	27,77	36	26.990	22,24
38	27.080	22,2	38	27.080	22,26	38	26.530	22,37	38	26.740	22,85	38	25.560	27,77	38	26.990	22,26
40	27.090	22,21	40	27.070	22,26	40	26.530	22,37	40	26.740	22,85	40	25.550	27,78	40	27.000	22,26
42	27.070	22,21	42	27.070	22,26	42	26.530	22,37	42	26.750	22,85	42	25.550	27,79	42	26.980	22,26
44	27.070	22,21	44	27.090	22,26	44	26.540	22,37	44	26.750	22,85	44	25.550	27,78	44	27.000	22,26
46	27.070	22,21	46	27.080	22,26	46	26.540	22,37	46	26.750	22,85	46	25.570	27,74	46	26.990	22,26
48	27.030	22,2	48	27.080	22,26	48	26.530	22,37	48	26.750	22,86	48	25.540	27,76	48	27.000	22,26
50	27.020	22,2	50	27.080	22,27	50	26.510	22,37	50	26.730	22,85	50	25.450	27,85	50	26.990	22,26
52	26.900	22,19	52	26.870	22,26	52	26.350	22,35	52	26.500	22,82	52	25.400	27,79	52	26.970	22,26
54	26.770	22,16	54	26.620	22,21	54	26.080	22,31	54	26.330	22,81	54	25.250	27,79	54	26.930	22,25
56	26.770	22,16	56	26.630	22,2	56	26.090	22,31	56	26.340	22,8	56	25.250	27,76	56	26.940	22,25
58	26.770	22,16	58	26.640	22,2	58	26.080	22,31	58	26.340	22,8	58	25.240	27,79	58	26.960	22,25
60	27.280	22,17	60	27.180	22,2	60	26.630	22,32	60	26.890	22,81	60	25.670	27,76	60	27.230	22,26
60,5	34.660	22,35	60,5	34.670	22,35	60,5	34.010	22,49	60,5	34.490	22,95	60,5	32.720	28,04	60,5	34.620	22,43
61	34.790	22,39	61	34.700	22,4	61	34.080	22,53	61	34.530	23,02	61	33.030	28,04	61	34.780	22,46
62	35.160	22,4	62	35.200	22,44	62	34.590	22,56	62	34.830	23,06	62	33.450	28,06	62	35.700	22,47
62,5	36.180	22,44	62,5	36.300	22,48	62,5	35.550	22,59	62,5	35.670	23,09	62,5	34.210	28,11	62,5	36.450	22,53
63	36.690	22,48	63	36.640	22,51	63	35.820	22,61	63	35.960	23,11	63	34.540	28,13	63	132.700	22,64
63,1	124.800	22,5	63,1	131.100	22,55	63,1	132.300	22,68	63,1	135.300	23,11	63,1	114.700	28,36	63,1	132.500	22,66

Tabla 5-37 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-07C-1 campañas año 2022

MP-07C-1																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			20-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			19-08-2022			12-12-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
63,2	134.400	22,59	63,2	134.700	22,56	63,2	132.000	22,72	63,2	134.100	23,19	63,2	120.900	28,48	63,2	132.500	22,67
63,3	134.400	22,58	63,3	134.700	22,62	63,3	132.000	22,72	63,3	134.000	23,21	63,3	126.500	28,47	63,3	132.500	22,67
63,5	134.500	22,59	63,5	134.700	22,62	63,5	132.000	22,72	63,5	134.300	23,23	63,5	126.600	28,34	63,5	132.500	22,67
63,6	134.400	22,59	63,6	134.700	22,62	63,6	132.000	22,72	63,6	134.300	23,23	63,6	126.800	28,36	63,6	132.500	22,67
64	134.500	22,59	64	134.800	22,62	64	132.100	22,72	64	134.300	23,23	64	126.900	28,32	64	132.500	22,67
65	134.400	22,59	65	134.800	22,62	65	132.100	22,72	65	134.300	23,22	65	126.900	28,34	65	132.500	22,67
66	134.400	22,58	66	134.800	22,62	66	132.100	22,72	66	134.300	23,23	66	127.000	28,32	66	132.500	22,67
68	134.500	22,59	68	134.800	22,62	68	132.100	22,72	68	134.400	23,23	68	127.000	28,32	68	132.500	22,67
70	134.500	22,59	70	134.800	22,62	70	132.100	22,73	70	134.300	23,23	70	127.000	28,32	70	132.500	22,67
72	134.500	22,59	72	134.800	22,62	72	132.100	22,73	72	134.300	23,23	72	127.000	28,32	72	132.500	22,67
74	134.500	22,59	74	134.800	22,63	74	132.100	22,73	74	134.300	23,23	74	127.100	28,27	74	132.500	22,67
76	134.500	22,59	76	134.800	22,62	76	132.100	22,73	76	134.300	23,33	76	127.100	28,27	76	132.500	22,67
78	134.500	22,59	78	134.800	22,62	78	132.100	22,73	78	134.300	23,33	78	127.100	28,27	78	132.500	22,67
80	134.500	22,59	80	134.800	22,63	80	132.100	22,73	80	134.300	23,23	80	127.200	28,32	80	132.500	22,68
82	134.500	22,59	82	134.800	22,63	82	132.100	22,73	82	134.300	23,23	82	127.200	28,31	82	132.500	22,67
84	134.500	22,59	84	134.800	22,63	84	132.100	22,73	84	134.300	23,23	84	127.000	28,35	84	132.500	22,68
86	134.500	22,59	86	134.900	22,63	86	132.100	22,73	86	134.300	23,24	86	127.100	28,34	86	132.500	22,68
87	143.300	22,6	87	138.000	22,63	87	132.300	22,74	87	137.100	23,24	87	135.300	28,32	87	140.900	22,7
88	143.400	22,62	88	143.800	22,65	88	141.000	22,76	88	143.500	23,27	88	135.700	28,34	88	141.300	22,71
89	143.300	22,62	89	143.800	22,66	89	141.000	22,76	89	143.600	23,27	89	135.800	28,32	89	141.300	22,71
90	143.300	22,62	90	143.800	22,66	90	141.000	22,77	90	143.600	23,27	90	135.700	28,34	90	141.300	22,71
92	143.400	22,62	92	143.900	22,66	92	141.100	22,77	92	143.600	23,27	92	135.800	28,32	92	141.400	22,71

Tabla 5-37 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-07C-1 campañas año 2022

MP-07C-1																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			20-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			19-08-2022			12-12-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
93	143.600	22,62	93	144.200	22,66	93	141.400	22,77	93	143.800	23,27	93	136.100	28,3	93	141.700	22,71
94	144.000	22,62	94	144.800	22,67	94	142.000	22,77	94	144.400	23,27	94	136.700	28,31	94	142.200	22,71
95	145.100	22,63	95	145.600	22,67	95	142.800	22,77	95	144.700	23,28	95	137.400	28,31	95	143.000	22,71
95,5	144.800	22,63	95,5	146.000	22,67	95,5	142.400	22,78	95,5	145.000	23,28	95,5	137.100	28,48	95,5	143.700	22,72
96	146.200	22,63	96	145.300	22,67	96	142.700	22,78	96	145.400	23,28	96	137.100	28,47	96	144.800	22,72
96,5	150.800	22,65	96,5	151.700	22,67	96,5	145.300	22,78	96,5	148.600	23,29	96,5	139.300	28,39	96,5	149.800	22,73
97	156.100	22,67	97	156.200	22,67	97	152.800	22,8	97	156.400	23,3	97	147.400	28,43	97	154.000	22,75
97,2	176.100	22,72	97,2	171.100	22,71	97,2	157.400	22,85	97,2	158.200	23,32	97,2	150.600	28,4	97,2	175.000	22,84
97,4	176.100	22,78	97,4	178.000	22,81	97,4	175.700	22,91	97,4	180.200	23,43	97,4	169.800	28,53	97,4	175.100	22,87
97,6	176.200	22,78	97,6	177.800	22,83	97,6	175.700	22,94	97,6	180.100	23,45	97,6	170.100	28,48	97,6	175.200	22,88
97,8	176.300	22,79	97,8	177.900	22,83	97,8	175.500	22,94	97,8	180.200	23,46	97,8	170.200	28,46	97,8	175.200	22,88
98	176.300	22,79	98	177.900	22,83	98	175.400	22,95	98	180.200	23,46	98	170.400	28,43	98	175.200	22,88
98,2	176.100	22,79	98,2	177.900	22,83	98,2	175.500	22,94	98,2	180.200	23,46	98,2	170.200	28,42	98,2	175.100	22,88
98,4	176.300	22,78	98,4	177.900	22,83	98,4	175.700	22,95	98,4	180.100	23,46	98,4	170.600	28,35	98,4	175.300	22,88
98,6	176.200	22,79	98,6	177.800	22,83	98,6	175.700	22,95	98,6	180.100	23,46	98,6	170.600	28,35	98,6	175.000	22,88
98,8	176.100	22,79	98,8	177.800	22,83	98,8	175.600	22,95	98,8	180.200	23,46	98,8	170.500	28,37	98,8	175.100	22,88
99	176.000	22,79	99	178.100	22,83	99	175.900	22,95	99	180.200	23,46	99	170.600	28,3	99	175.300	22,88
99,5	177.100	22,8	99,5	178.400	22,83	99,5	176.200	22,95	99,5	181.100	23,47	99,5	170.900	28,39	99,5	175.500	22,88
100	180.000	22,79	100	178.200	22,84	100	176.800	22,95	100	180.400	23,47	100	170.700	28,39	100	175.800	22,88
100,2	180.400	22,8	100,2	176.200	22,84	100,2	170.400	22,93	100,2	178.500	23,45	100,2	171.000	28,34	100,2	176.700	22,89
100,4	169.400	22,77	100,4	176.900	22,81	100,4	171.200	22,91	100,4	181.300	23,44	100,4	170.200	28,33	100,4	172.900	22,87
100,6	177.500	22,79	100,6	178.700	22,83	100,6	174.700	22,94	100,6	192.300	23,52	100,6	180.400	28,51	100,6	203.900	23,1

Tabla 5-37 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-07C-1 campañas año 2022

MP-07C-1																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			20-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			19-08-2022			12-12-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
100,8	237.600	23,31	100,8	239.300	25,36	100,8	234.200	23,49	100,8	242.000	23,6	100,8	226.400	29,09	100,8	234.300	23,78
101	236.900	23,67	101	237.800	23,67	101	233.200	23,81	101	239.300	24,25	101	225.700	29,33	101	234.400	23,78
101,5	236.800	23,71	101,5	237.900	23,75	101,5	233.100	23,86	101,5	239.500	24,28	101,5	225.800	29,36	101,5	234.300	23,8
102	236.800	23,72	102	237.900	23,76	102	233.100	23,88	102	239.400	24,3	102	225.700	29,38	102	234.300	23,8
102,5	236.800	23,73	102,5	237.900	23,76	102,5	233.100	23,89	102,5	239.300	24,31	102,5	226.400	29,26	102,5	234.400	23,8
103	236.800	23,74	103	238.000	23,77	103	233.100	23,89	103	239.400	24,31	103	226.800	29,16	103	234.300	23,82
104	236.800	23,74	104	238.000	23,78	104	233.100	23,9	104	239.300	24,3	104	227.000	29,06	104	234.300	23,82
106	236.800	23,74	106	238.000	23,78	106	233.100	23,9	106	239.300	24,31	106	227.300	29,06	106	234.300	23,83
108	236.800	23,74	108	238.000	23,79	108	233.100	23,9	108	239.300	24,31	108	227.400	29,04	108	234.300	23,83
110	236.800	23,75	110	237.900	23,79	110	233.100	23,9	110	239.300	24,31	110	228.500	28,8	110	234.300	23,83
112	236.800	23,75	112	237.900	23,79	112	233.100	23,91	112	239.300	24,3	112	229.600	28,56	112	234.300	23,83
114	236.800	23,76	114	238.000	23,8	114	233.100	23,91	114	239.200	24,32	114	229.300	28,63	114	234.200	23,84
117	236.700	23,78	117	237.900	23,83	117	232.900	23,94	117	239.000	24,35	117	229.600	28,57	117	234.100	23,83
120	236.500	23,83	120	237.700	23,87	120	232.800	23,97	120	238.800	24,4	120	229.300	28,63	120	234.100	23,87
123	236.400	23,84	123	237.700	23,88	123	232.700	23,99	123	238.700	24,4	123	231.100	28,26	123	233.900	23,92
126	236.400	23,89	126	237.600	23,94	126	232.700	24,03	126	238.700	24,45	126	230.400	28,42	126	233.900	23,96
129	236.400	23,94	129	237.700	23,99	129	232.700	24,08	129	238.700	24,51	129	230.800	28,42	129	233.900	23,98
132	236.300	23,96	132	237.700	24,01	132	232.600	24,11	132	238.600	24,53	132	231.500	28,3	132	233.800	24,05
134,8	236.400	23,98	134,8	237.600	24,02	134,6	232.700	24,12	134,6	238.600	24,56	134,6	232.200	28,17	134,6	233.800	24,06

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-38 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-01 campañas año 2022

PP-01																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			20-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			19-08-2022			19-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
1,4	12.680	21,44	1,4	11.330	20,63	1,4	11.140	19,7	1,4	11.340	20,73	1,4	11.290	18,94	1,4	11.150	18,48
1,5	12.740	21	1,5	11.330	20,56	1,5	11.140	20,38	1,5	11.340	20,77	1,5	11.300	19,09	1,5	11.110	18,38
2	12.880	20,42	2	11.350	20,51	2	11.130	20,52	2	11.340	20,78	2	11.270	19,27	2	11.200	18,35
2,2	12.900	20,24	2,2	11.440	20,41	2,2	11.250	20,55	2,2	11.540	20,82	2,2	11.450	19,45	2,2	11.460	18,36
2,4	12.920	20,19	2,4	11.440	20,48	2,4	11.300	20,57	2,4	11.640	20,85	2,4	11.570	19,56	2,4	11.490	18,39
2,6	13.960	20,08	2,6	11.490	20,37	2,6	11.330	20,56	2,6	11.640	20,85	2,6	11.550	19,64	2,6	11.550	18,39
2,8	14.430	20	2,8	11.510	20,37	2,8	11.390	20,56	2,8	11.630	20,85	2,8	11.620	19,67	2,8	11.560	18,4
3	15.250	20	3	11.570	20,37	3	11.510	20,56	3	11.880	20,85	3	11.810	19,75	3	11.800	18,4
4	31.170	20,22	4	19.520	20,34	4	18.780	20,43	4	20.180	20,86	4	21.060	19,61	4	32.370	19,98
6	31.240	20,26	6	32.900	20,26	6	32.290	20,34	6	32.320	20,72	6	31.900	21,21	6	32.250	20,28
8	31.260	20,26	8	32.900	20,26	8	32.290	20,34	8	32.330	20,71	8	31.840	21,33	8	32.260	20,3
10	31.280	20,26	10	32.900	20,26	10	32.280	20,33	10	32.330	20,71	10	31.830	21,37	10	32.250	20,3
12	31.300	20,28	12	32.900	20,6	12	32.280	20,34	12	32.340	20,71	12	31.760	21,46	12	32.290	20,31
14	31.340	20,29	14	32.920	20,25	14	32.280	20,34	14	32.330	20,71	14	31.700	21,54	14	32.300	20,33
16	31.340	20,31	16	32.910	20,27	16	32.280	20,35	16	32.350	20,71	16	31.620	21,67	16	32.330	20,35
18	31.370	20,32	18	32.910	20,27	18	32.270	20,37	18	32.360	20,73	18	31.560	21,75	18	32.360	20,37
20	31.490	20,33	20	33.000	20,29	20	32.350	20,38	20	32.360	20,76	20	31.520	21,85	20	32.400	20,39
22	31.600	20,34	22	33.170	20,34	22	32.500	20,48	22	32.390	20,8	22	31.490	21,96	22	32.430	20,4
24	31.690	20,35	24	33.270	20,36	24	32.570	20,43	24	32.460	20,82	24	31.520	22,03	24	35.540	20,41
26	31.730	20,36	26	33.360	20,37	26	32.690	20,45	26	32.610	20,83	26	31.650	22,09	26	32.700	20,43
27	33.320	20,37	27	33.530	20,38	27	32.880	20,46	27	32.750	20,84	27	31.740	22,16	27	32.730	20,43
28	46.850	20,38	28	35.800	20,38	28	34.640	20,46	28	32.760	20,84	28	31.700	22,21	28	32.770	20,44

Tabla 5-38 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-01 campañas año 2022

PP-01																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			20-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			19-08-2022			19-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
28,5	51.010	20,39	28,5	39.500	20,39	28,5	38.740	20,46	28,5	32.960	20,85	28,5	31.790	22,29	28,5	41.340	20,44
29	46.850	20,43	29	35.800	20,4	29	34.640	20,47	29	34.760	20,84	29	33.340	22,32	29	42.890	20,44
29,5	51.010	20,48	29,5	39.500	20,4	29,5	38.740	20,48	29,5	38.830	20,86	29,5	37.880	22,35	29,5	47.410	20,48
30	52.030	20,5	30	40.260	20,42	30	39.120	20,51	30	39.410	20,88	30	38.090	22,39	30	48.350	20,49
31	52.640	20,56	31	44.260	20,44	31	40.370	20,55	31	40.050	20,91	31	39.480	22,48	31	50.310	20,57
32	55.870	20,63	32	54.300	20,51	32	53.000	20,59	32	53.230	20,99	32	50.270	22,61	32	55.190	20,78
33	56.190	20,7	33	56.340	20,65	33	55.030	20,78	33	55.110	21,17	33	52.500	22,82	33	55.320	20,79
34	56.200	20,73	34	56.480	20,73	34	55.050	20,85	34	55.140	21,22	34	52.510	22,98	34	55.350	20,82
35	56.210	20,76	35	56.490	20,75	35	55.040	20,85	35	55.170	21,27	35	52.740	22,98	35	55.380	20,85
36	56.230	20,77	36	56.530	20,79	36	55.050	20,87	36	55.210	21,28	36	52.430	23,04	36	55.460	20,86
38	56.310	20,78	38	56.540	20,81	38	55.030	20,89	38	55.270	21,3	38	52.360	23,11	38	55.510	20,88
40	56.410	20,8	40	56.540	20,82	40	55.030	20,89	40	55.300	21,32	40	52.330	23,15	40	55.550	20,89
42	56.420	20,82	42	56.540	20,82	42	55.050	20,9	42	55.340	21,31	42	52.290	23,2	42	55.550	20,9
44	56.460	20,82	44	56.540	20,83	44	55.040	20,9	44	55.350	21,32	44	52.260	23,24	44	55.560	20,9
46	56.490	20,82	46	56.540	20,84	46	55.040	20,9	46	55.340	21,33	46	52.230	23,3	46	55.570	20,9
48	56.540	20,82	48	56.580	20,84	48	55.040	20,91	48	55.370	21,33	48	52.190	23,35	48	55.610	20,91
49	56.560	20,83	49	56.570	20,84	49	55.050	20,91	49	55.390	21,33	49	52.160	23,39	49	55.630	20,91
49,2	56.590	20,83	49,2	56.570	20,85	49,2	55.040	20,92	49,2	55.400	21,33	49,2	52.140	23,4	49,2	55.650	20,91
49,4	56.700	20,82	49,4	56.560	20,86	49,4	55.040	20,91	49,4	55.410	21,33	49,4	52.090	23,45	49,4	55.670	20,91
49,6	56.990	20,82	49,6	56.580	20,85	49,6	55.060	20,92	49,6	55.610	21,33	49,6	52.610	23,48	49,6	67.270	20,95
49,8	84.460	20,92	49,8	85.090	20,99	49,8	83.420	21,09	49,8	84.000	21,35	49,8	79.230	23,73	49,8	84.230	21,07
50	86.110	20,99	50	86.150	21,07	50	84.120	21,15	50	85.850	21,48	50	79.420	23,77	50	85.840	21,09

Tabla 5-38 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-01 campañas año 2022

PP-01																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			20-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			19-08-2022			19-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
50,2	86.980	21,05	50,2	87.530	21,08	50,2	85.940	21,16	50,2	87.060	21,53	50,2	82.300	23,8	50,2	87.680	21,1
50,4	88.390	21,05	50,4	88.370	21,09	50,4	86.290	21,19	50,4	87.650	21,53	50,4	82.860	23,82	50,4	87.950	21,13
50,6	88.600	21,07	50,6	88.520	21,1	50,6	86.390	21,21	50,6	87.940	21,56	50,6	83.100	23,84	50,6	88.360	21,16
50,8	88.890	21,09	50,8	88.920	21,11	50,8	86.900	21,22	50,8	88.290	21,59	50,8	83.320	23,88	50,8	88.670	21,19
51	89.200	21,09	51	89.100	21,13	51	87.170	21,23	51	88.630	21,6	51	83.690	23,92	51	88.940	21,19
53	89.340	21,13	53	89.550	21,17	53	87.390	21,25	53	88.820	21,62	53	83.810	23,96	53	88.920	21,2
55	89.360	21,13	55	89.570	21,17	55	87.360	21,27	55	88.810	21,63	55	83.920	23,98	55	88.930	21,21
57	89.340	21,14	57	89.570	21,18	57	87.400	21,28	57	88.830	21,63	57	83.980	24,01	57	88.930	21,21
59	89.890	21,14	59	90.170	21,19	59	88.190	21,3	59	89.640	21,66	59	84.680	24,03	59	89.930	21,23
61	90.730	21,17	61	90.990	21,21	61	88.800	21,31	61	90.230	21,68	61	85.240	24,06	61	90.380	21,25
61,2	90.920	21,18	61,2	91.060	21,21	61,2	89.000	21,31	61,2	90.370	21,68	61,2	85.220	24,06	61,2	92.100	21,28
61,4	91.800	21,19	61,4	91.310	21,22	61,4	89.130	21,32	61,4	90.580	21,68	61,4	85.510	24,08	61,4	96.400	21,32
61,6	122.900	21,18	61,6	123.300	21,28	61,6	121.500	21,39	61,6	121.900	21,7	61,6	99.010	24,14	61,6	120.100	21,38
61,8	125.200	21,32	61,8	125.300	21,34	61,8	122.300	21,45	61,8	124.800	21,79	61,8	117.060	24,2	61,8	125.300	21,4
62	125.200	21,35	62	125.900	21,39	62	122.800	21,47	62	125.600	21,86	62	118.500	24,26	62	126.200	21,46
62,5	125.200	21,39	62,5	126.000	21,41	62,5	123.100	21,52	62,5	125.900	21,89	62,5	118.800	24,29	62,5	126.300	21,48
63	125.100	21,39	63	126.000	21,42	63	123.200	21,51	63	125.900	21,9	63	118.900	24,32	63	126.300	21,48
64	125.200	21,4	64	126.000	21,42	64	123.100	21,52	64	125.900	21,9	64	118.800	24,35	64	126.300	21,44
66	125.200	21,41	66	126.000	21,42	66	123.100	21,52	66	125.900	21,91	66	118.800	24,37	66	126.300	21,49
68	125.200	21,42	68	126.000	21,44	68	123.200	21,52	68	125.900	21,92	68	118.800	24,38	68	126.300	21,44
70	125.200	21,44	70	126.000	21,45	70	123.200	21,54	70	125.900	21,92	70	118.800	24,4	70	126.300	21,5
71	125.300	21,46	71	126.000	21,46	71	123.100	21,55	71	125.900	21,93	71	118.800	24,42	71	126.300	21,51

Tabla 5-38 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-01 campañas año 2022

PP-01																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			20-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			19-08-2022			19-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
72	125.500	21,47	72	126.500	21,51	72	124.400	21,59	72	125.900	21,94	72	119.000	24,44	72	128.500	21,57
73	138.400	21,55	73	138.800	21,58	73	136.000	21,69	73	138.900	22,06	73	130.600	24,57	73	138.900	21,63
74	142.700	21,6	74	143.100	21,58	74	140.400	21,75	74	143.400	22,12	74	135.000	24,65	74	143.200	21,69
74,5	155.700	21,62	74,5	154.600	21,67	74,5	151.700	21,78	74,5	154.100	22,16	74,5	143.500	24,69	74,5	156.200	21,73
75	182.200	21,66	75	181.400	21,72	75	179.100	21,83	75	180.000	22,19	75	166.300	24,74	75	181.600	21,75
75,2	185.400	21,69	75,2	186.600	21,74	75,2	182.600	21,85	75,2	184.400	22,23	75,2	171.000	24,76	75,2	184.500	21,75
75,4	189.300	21,71	75,4	189.500	21,76	75,4	185.500	21,87	75,4	186.700	22,26	75,4	174.600	24,79	75,4	187.600	21,78
75,6	195.400	21,74	75,6	195.400	21,78	75,6	191.500	21,89	75,6	193.300	22,27	75,6	178.400	24,86	75,6	194.100	21,79
75,8	203.600	21,75	75,8	203.900	21,81	75,8	199.900	21,92	75,8	202.100	22,28	75,8	188.400	24,9	75,8	200.100	21,81
76	208.300	21,78	76	208.000	21,84	76	204.000	21,95	76	206.700	22,32	76	190.800	24,91	76	204.200	21,83
76,2	212.300	21,81	76,2	212.900	21,86	76,2	208.300	21,98	76,2	211.000	22,34	76,2	194.900	24,91	76,2	208.400	21,85
76,4	215.600	21,84	76,4	216.700	21,88	76,4	211.400	21,99	76,4	214.000	22,37	76,4	197.300	24,94	76,4	212.500	21,88
76,6	219.800	21,88	76,6	220.600	21,91	76,6	215.300	22,02	76,6	218.000	22,31	76,6	201.000	24,98	76,6	217.500	21,91
76,8	224.800	21,89	76,8	225.700	21,91	76,8	219.900	22,05	76,8	222.100	22,41	76,8	204.800	24,99	76,8	222.300	21,93
77	230.200	21,95	77	229.500	21,98	77	224.100	22,09	77	225.900	22,42	77	209.700	25,03	77	227.500	21,95
77,5	237.500	22,06	77,5	238.600	22,05	77,5	233.100	22,17	77,5	239.200	22,5	77,5	223.300	25,1	77,5	230.300	21,99
78	239.400	22,11	78	240.100	22,23	78	234.300	22,28	78	241.300	22,57	78	225.200	25,18	78	240.800	22,11
79	238.200	22,37	79	239.900	22,36	79	234.600	22,45	79	241.600	22,74	79	226.200	25,27	79	239.400	22,41
80	238.200	22,38	80	239.900	22,38	80	234.500	22,47	80	241.600	22,75	80	226.000	25,31	80	239.300	22,45
82	238.200	22,38	82	239.900	22,4	82	234.500	22,47	82	241.600	22,76	82	226.300	25,26	82	239.300	22,46
84	238.200	22,39	84	239.900	22,39	84	234.600	22,47	84	241.700	22,77	84	226.600	25,22	84	239.300	22,47
86	238.200	22,41	86	239.900	22,39	86	234.600	22,53	86	241.700	22,84	86	226.800	25,27	86	239.300	22,5

Tabla 5-38 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-01 campañas año 2022

PP-01																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			20-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			19-08-2022			19-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
88	238.200	22,45	88	240.000	22,48	88	234.600	22,57	88	241.800	22,89	88	226.800	25,31	88	239.300	22,53
90	238.200	22,46	90	240.000	22,48	90	234.600	22,58	90	241.700	22,92	90	226.900	25,31	90	239.400	22,53
92	238.300	22,47	92	240.100	22,49	92	234.700	22,61	92	241.700	22,95	92	227.000	25,34	92	239.400	22,54
94	238.300	22,49	94	240.200	22,51	94	234.800	22,62	94	241.700	22,97	94	227.100	25,35	94	239.400	22,57
96	238.500	22,5	96	240.300	22,52	96	234.800	22,64	96	241.900	22,99	96	227.400	25,35	96	239.400	22,58
98	238.300	22,5	98	240.300	22,55	98	234.700	22,66	98	241.600	23,02	98	227.300	25,35	98	239.300	22,6
98,7	238.200	22,52	98,7	137.900	22,58	98,7	234.600	22,68	98,7	241.500	23,03	98,7	226.900	25,44	98,7	239.000	22,62

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-39 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-02 campañas año 2022

PP-02																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			08-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			23-09-2022			04-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
1	34.110	20,47	1	33.310	20,64	1	32.800	20,97	1	33.480	19,91	1	33.240	20,74	1	35.860	21,05
1,5	34.180	20,63	1,5	33.360	20,73	1,5	32.870	20,92	1,5	33.520	20,27	1,5	33.220	20,75	1,5	35.920	20,93
2	34.170	20,7	2	33.370	20,75	2	32.870	20,93	2	33.440	20,67	2	33.230	20,78	2	35.940	20,91
3	34.160	20,76	3	33.360	20,82	3	33.780	21,06	3	33.450	21,06	3	33.380	20,86	3	38.950	20,97
4	34.120	20,81	4	33.870	20,84	4	33.830	21,13	4	33.420	21,28	4	33.520	20,91	4	38.640	21
6,4	34.110	20,82	6,4	33.880	20,85	6	33.830	21,14	6	33.390	21,33	6	33.610	20,91	6	38.730	21
7	34.120	20,82	7	33.860	20,84	7	33.820	21,14	7	33.390	21,33	7	33.930	20,92	7	38.750	21

Tabla 5-39 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-02 campañas año 2022

PP-02																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			08-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			23-09-2022			04-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
8	34.120	20,82	8	33.850	20,84	8	33.830	21,14	8	33.400	21,33	8	34.090	20,92	8	38.760	20,99
10	34.150	20,82	10	33.860	20,85	10	33.860	21,13	10	33.430	21,33	10	34.750	20,93	10	39.050	20,99
12	34.240	20,83	12	33.850	20,84	12	33.880	21,12	12	33.440	21,33	12	35.570	20,94	12	39.980	20,99
14	35.510	20,84	14	35.680	20,86	14	34.070	21,13	14	33.630	21,34	14	41.430	20,97	14	40.120	21
16	37.580	20,86	16	38.850	20,9	16	37.720	21,16	16	37.690	21,36	16	43.450	21,03	16	40.320	21
16,5	38.300	20,87	16,5	40.490	20,93	16,5	38.020	21,17	16,5	37.990	21,36	16,5	61.430	21,23	16,5	40.970	21
17	64.260	21,01	17	61.920	21,12	17	38.400	21,18	17	40.840	21,38	17	62.930	21,27	17	44.600	21,01
17,2	64.080	21,15	17,2	64.000	21,14	17,2	42.110	21,2	17,2	41.940	21,38	17,2	63.230	21,28	17,2	47.370	21,01
17,4	64.140	21,16	17,4	64.160	21,24	17,4	42.540	21,2	17,4	43.620	21,39	17,4	63.730	21,34	17,4	50.850	21,01
17,6	64.130	21,16	17,6	64.160	21,27	17,6	42.990	21,21	17,6	45.190	21,41	17,6	63.700	21,41	17,6	58.990	21,01
17,8	64.130	21,17	17,8	64.170	21,27	17,8	43.170	21,22	17,8	45.630	21,4	17,8	63.780	21,43	17,8	59.050	21,01
18	64.110	21,18	18	64.230	21,26	18	43.640	21,22	18	46.810	21,4	18	63.760	21,45	18	59.140	21,03
18,5	64.130	21,2	18,5	64.120	21,31	18,5	46.360	21,25	18,5	58.330	21,44	18,5	64.190	21,5	18,5	59.560	21,14
19	64.550	21,26	19	64.330	21,32	19	51.720	21,3	19	61.470	21,57	19	64.140	21,51	19	59.600	21,2
20	64.770	21,33	20	64.690	21,35	20	63.270	21,49	20	61.330	21,67	20	64.120	21,52	20	60.260	21,33
21	64.780	21,35	21	64.710	21,35	21	63.380	21,61	21	64.730	21,77	21	64.240	21,53	21	66.190	21,46
22	64.940	21,36	22	64.920	21,39	22	63.420	21,63	22	64.660	21,86	22	64.290	21,54	22	66.230	21,49
24	66.200	21,45	24	66.280	21,44	24	64.770	21,69	24	66.050	21,92	24	65.580	21,62	24	68.100	21,59
26	67.380	21,59	26	67.370	21,6	26	66.020	21,86	26	67.560	22,11	26	65.720	21,69	26	68.270	21,68
28	67.570	21,63	28	67.550	21,66	28	66.250	21,89	28	67.760	22,17	28	65.920	21,73	28	68.500	21,77
30	67.790	21,68	30	67.700	21,7	30	66.440	21,93	30	67.860	22,22	30	66.240	21,8	30	68.760	21,77
32	68.810	21,85	32	68.820	21,66	32	67.470	22,07	32	68.930	22,37	32	67.630	21,96	32	70.140	21,92

Tabla 5-39 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-02 campañas año 2022

PP-02																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			08-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			23-09-2022			04-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
33	71.570	22,08	33	70.960	22,02	33	69.560	22,22	33	80.750	22,55	33	70.230	22,13	33	81.340	22,28
34	81.370	22,33	34	81.270	22,09	34	79.800	22,51	34	81.750	22,85	34	79.330	22,39	34	82.420	22,43
35	81.370	22,37	35	81.360	22,38	35	79.860	22,57	35	81.710	22,92	35	79.350	22,43	35	82.420	22,45
36	81.340	22,37	36	81.310	22,39	36	79.880	22,57	36	81.700	22,92	36	79.350	22,44	36	82.440	22,45
38	81.340	22,35	38	81.330	22,38	38	79.880	22,56	38	81.720	22,91	38	79.350	22,43	38	82.430	22,44
40	81.350	22,34	40	81.360	22,36	40	79.880	22,55	40	81.700	22,91	40	79.360	22,41	40	82.440	22,43
42	81.370	22,35	42	81.370	22,37	42	79.880	22,57	42	81.700	22,92	42	79.370	22,43	42	82.460	22,43
44	81.420	22,37	44	81.400	22,39	44	79.930	22,57	44	81.760	22,93	44	79.410	22,43	44	82.490	22,45
46	82.180	22,35	46	82.140	22,38	46	80.620	22,55	46	82.370	22,91	46	79.960	22,42	46	83.170	22,43
48	82.380	22,33	48	82.400	22,36	48	80.940	22,52	48	82.640	22,89	48	80.180	22,4	48	83.280	22,42
50	83.510	22,22	50	83.560	22,25	50	82.090	22,43	50	83.820	22,78	50	81.100	22,3	50	84.240	22,34
52	90.900	22,06	52	90.570	22,14	52	89.090	22,3	52	91.150	22,62	52	88.340	22,13	52	91.830	22,14
54	94.080	21,97	54	93.870	22,06	54	92.210	22,25	54	94.390	22,55	54	91.540	22,07	54	95.190	22,08
56	95.760	21,99	56	95.800	22,03	56	93.890	22,23	56	96.120	22,52	56	93.210	22,04	56	96.860	22,05
58	96.700	21,96	58	96.620	21,99	58	94.730	22,21	58	97.030	22,51	58	94.020	22,02	58	97.750	22,03
60	117.600	21,96	60	117.000	21,99	60	114.500	22,22	60	117.500	22,5	60	114.400	22,02	60	118.900	22,04
60,5	126.300	21,96	60,5	125.900	21,99	60,5	123.500	22,22	60,5	125.400	22,51	60,5	123.200	22,02	60,5	128.000	22,04
61	133.600	21,97	61	137.100	21,99	61	130.600	22,21	61	133.800	22,51	61	129.800	22,03	61	137.200	22,04
61,2	136.300	21,97	61,2	137.500	21,99	61,2	133.300	22,21	61,2	136.700	22,51	61,2	133.000	22,03	61,2	137.900	22,04
61,4	138.600	21,97	61,4	138.100	21,99	61,4	135.900	22,21	61,4	139.300	22,51	61,4	135.300	22,03	61,4	140.400	22,04
61,6	140.500	21,97	61,6	139.400	21,99	61,6	137.700	22,2	61,6	141.200	22,51	61,6	136.800	22,03	61,6	142.700	22,04
61,8	142.500	21,97	61,8	142.300	21,99	61,8	139.500	22,2	61,8	142.400	22,51	61,8	138.300	22,03	61,8	144.000	22,04

Tabla 5-39 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-02 campañas año 2022

PP-02																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			08-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			23-09-2022			04-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
62	143.700	21,97	62	143.700	21,99	62	140.700	22,19	62	144.500	22,51	62	139.900	22,03	62	145.600	22,05
62,5	147.300	21,97	62,5	146.700	21,99	62,5	144.100	22,18	62,5	147.900	22,52	62,5	143.100	22,03	62,5	148.800	22,05
63	149.300	21,97	63	148.700	21,99	63	146.600	22,18	63	150.400	22,52	63	145.500	22,04	63	151.000	22,05
63,5	153.100	21,98	63,5	152.100	21,99	63,5	150.400	22,19	63,5	154.000	22,52	63,5	148.700	22,04	63,5	154.900	22,05
64	156.200	21,98	64	155.500	21,99	64	153.500	22,19	64	156.900	22,52	64	152.300	22,05	64	158.400	22,06
64,5	160.500	21,99	64,5	159.700	21,99	64,5	157.200	22,19	64,5	161.000	22,52	64,5	156.200	22,05	64,5	166.000	22,06
65	164.400	21,99	65	163.900	22,01	65	160.800	22,19	65	165.400	22,52	65	160.100	22,05	65	166.000	22,07
65,5	167.500	21,99	65,5	166.900	22,01	65,5	164.500	22,19	65,5	168.800	22,53	65,5	162.900	22,05	65,5	169.300	22,07
66	173.600	21,99	66	173.500	22,01	66	170.400	22,19	66	172.500	22,53	66	169.000	22,06	66	175.700	22,07
66,2	175.900	22	66,2	175.300	22,02	66,2	172.100	22,2	66,2	176.700	22,53	66,2	170.700	22,06	66,2	177.600	22,07
66,4	179.300	22	66,4	180.000	22,02	66,4	176.000	22,2	66,4	180.700	22,54	66,4	175.100	22,06	66,4	181.300	22,07
66,6	183.300	22	66,6	184.300	22,02	66,6	180.400	22,2	66,6	184.500	22,54	66,6	179.900	22,06	66,6	185.200	22,08
66,8	214.000	22	66,8	213.000	22,02	66,8	212.300	22,21	66,8	212.800	22,54	66,8	210.000	22,07	66,8	217.200	22,08
67	216.900	22	67	216.400	22,02	67	213.100	22,21	67	219.300	22,53	67	210.900	22,07	67	219.100	22,08
67,2	217.710	22	67,2	216.300	22,03	67,2	213.200	22,21	67,2	219.400	22,55	67,2	211.000	22,07	67,2	219.100	22,08
67,4	217.710	22	67,4	216.300	22,02	67,4	213.200	22,21	67,4	219.400	22,54	67,4	211.000	22,07	67,4	219.100	22,08
67,6	217.710	22	67,6	216.200	22,03	67,6	213.200	22,21	67,6	219.400	22,55	67,6	211.000	22,07	67,6	219.100	22,08
68	217.000	22,01	68	216.400	22,03	68	213.200	22,21	68	219.400	22,55	68	211.000	22,07	68	219.100	22,09
69	217.500	22,01	69	216.400	22,04	69	213.600	22,22	69	219.800	22,55	69	211.300	22,08	69	219.500	22,09
70	217.600	22,02	70	216.500	22,05	70	213.700	22,23	70	219.900	22,56	70	211.400	22,09	70	219.600	22,1
72	221.300	22,04	72	220.400	22,1	72	217.100	22,26	72	223.500	22,58	72	214.800	22,1	72	223.300	22,11
74	223.500	22,06	74	222.700	22,11	74	219.300	22,28	74	225.800	22,6	74	216.900	22,12	74	225.300	22,13

Tabla 5-39 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-02 campañas año 2022

PP-02																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			08-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			23-09-2022			04-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
76	223.900	22,08	76	222.700	22,11	76	219.800	22,28	76	226.200	22,62	76	217.500	22,14	76	225.800	22,15
77,4	197.100	22,08	77,8	187.100	22,11	77,8	129.800	22,3	77,8	179.800	22,65	77,8	191.800	22,15	77,8	226.200	22,16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-40 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-03 campañas año 2022

PP-03																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			08-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			23-09-2022			19-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
0,6	24.380	25,18	0,6	24.340	25,41	0,6	23.910	25,81	0,6	24.240	25,28	0,6	23.720	25,6	0,6	24.460	25,52
1	24.310	25,35	1	24.400	25,3	1	23.880	25,8	1	24.280	25,74	1	25.630	25,63	1	24.540	25,58
2	24.360	25,56	2	24.350	25,65	2	23.900	25,81	2	24.240	26,21	2	23.700	25,65	2	24.510	25,67
3	24.320	25,59	3	24.350	25,62	3	23.900	25,85	3	24.210	26,27	3	23.700	25,66	3	24.500	25,68
4	24.320	25,59	4	24.350	25,63	4	23.900	25,85	4	24.220	26,26	4	23.700	25,66	4	24.510	25,68
6	24.310	25,6	6	24.350	25,62	6	23.900	25,84	6	24.230	26,26	6	23.700	25,66	6	24.510	25,68
8	24.320	25,6	8	24.350	25,62	8	23.900	25,83	8	24.220	26,26	8	23.710	25,66	8	24.510	25,68
10	24.320	25,59	10	24.350	25,62	10	23.900	25,82	10	24.220	26,26	10	23.700	25,66	10	24.510	25,68
12	24.310	25,6	12	24.350	25,63	12	23.900	25,82	12	24.220	26,26	12	23.700	25,66	12	24.520	25,68
14	24.320	25,6	14	24.360	25,62	14	23.900	25,81	14	24.230	26,26	14	23.710	25,66	14	24.520	25,68
16	24.320	25,6	16	24.350	25,62	16	23.930	25,8	16	24.220	26,26	16	23.700	25,66	16	24.520	25,68
18	24.330	25,61	18	24.350	25,63	18	23.920	25,8	18	24.220	26,26	18	23.700	25,66	18	24.520	25,68

Tabla 5-40 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-03 campañas año 2022

PP-03																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			08-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			23-09-2022			19-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
20	24.330	25,6	20	24.350	25,63	20	23.920	25,79	20	24.230	26,26	20	23.710	25,67	20	24.510	25,68
22	24.330	25,6	22	24.340	25,63	22	23.930	25,79	22	24.230	26,26	22	23.710	25,66	22	24.530	25,69
24	24.330	25,6	24	24.350	25,62	24	23.930	25,79	24	24.220	26,26	24	23.700	25,67	24	24.520	25,69
26	24.330	25,6	26	24.340	25,63	26	23.930	25,79	26	24.230	26,26	26	23.710	25,67	26	24.520	25,69
28	24.320	25,6	28	24.350	25,63	28	23.930	25,78	28	24.230	26,26	28	23.700	25,67	28	24.520	25,69
30	24.320	25,61	30	24.340	25,63	30	23.920	25,78	30	24.230	26,26	30	23.700	25,67	30	24.510	25,69
32	24.320	25,61	32	24.340	25,63	32	23.930	25,78	32	24.220	26,26	32	23.700	25,67	32	24.520	25,69
34	24.320	25,6	34	24.340	25,63	34	23.910	25,82	34	24.230	26,26	34	23.700	25,67	34	24.520	25,69
36	24.320	25,61	36	24.350	25,64	36	23.910	25,83	36	24.230	26,26	36	23.710	25,67	36	24.520	25,69
38	24.330	25,61	38	24.360	25,63	38	23.920	25,83	38	24.230	26,26	38	23.700	25,67	38	24.530	25,69
40	24.330	25,61	40	24.350	25,63	40	23.910	25,83	40	24.240	26,26	40	23.710	25,67	40	24.540	25,69
42	24.350	25,61	42	24.370	25,63	42	23.940	25,83	42	24.240	26,26	42	23.640	25,68	42	24.560	25,7
44	24.410	25,62	44	24.420	25,64	44	23.990	25,84	44	24.290	26,27	44	23.780	25,68	44	24.630	25,7
46	24.470	25,62	46	24.420	25,64	46	24.020	25,85	46	24.370	26,28	46	23.820	25,69	46	24.690	25,71
48	24.520	25,63	48	24.350	25,65	48	24.120	25,85	48	24.410	26,29	48	23.920	25,7	48	24.760	25,72
50	24.550	25,64	50	24.570	25,65	50	24.150	25,86	50	24.480	26,29	50	23.940	25,7	50	24.790	25,72
52	24.580	25,64	52	24.570	25,66	52	24.170	25,86	52	24.480	26,3	52	23.950	25,71	52	24.800	25,73
54	24.630	25,65	54	24.650	25,66	54	24.120	25,88	54	24.500	26,3	54	23.980	25,71	54	24.780	25,73
56	24.630	25,65	56	24.720	25,69	56	24.400	25,88	56	24.570	26,31	56	24.090	25,73	56	25.020	25,75
58	24.640	25,64	58	24.890	25,69	58	24.370	25,89	58	24.690	26,32	58	24.230	25,74	58	25.070	25,75
60	24.880	25,67	60	24.880	25,7	60	24.450	25,89	60	24.770	26,33	60	24.240	25,74	60	25.050	25,75
62	24.870	25,68	62	24.890	25,69	62	24.460	25,9	62	24.770	26,33	62	24.220	25,74	62	25.050	25,76

Tabla 5-40 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-03 campañas año 2022

PP-03																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			08-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			23-09-2022			19-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
64	24.860	25,68	64	24.870	25,7	64	24.450	25,9	64	24.760	26,33	64	24.260	25,74	64	25.030	25,76
66	24.880	25,67	66	24.880	25,7	66	24.440	25,91	66	24.760	26,33	66	24.240	25,74	66	25.090	25,76
68	24.910	25,68	68	24.990	25,7	68	24.470	25,91	68	24.870	26,34	68	24.300	25,75	68	25.150	25,77
70	24.960	25,68	70	24.930	25,71	70	24.470	25,92	70	24.680	26,34	70	24.240	25,75	70	25.200	25,77
72	25.060	25,69	72	25.100	25,72	72	24.670	25,92	72	25.010	26,35	72	24.500	25,76	72	25.310	25,78
74	23.140	25,69	74	25.190	25,72	74	24.610	25,92	74	25.080	26,36	74	24.490	25,76	74	25.340	25,78
76	25.200	25,69	76	25.270	25,73	76	24.770	25,93	76	25.150	26,36	76	24.550	25,76	76	25.400	25,78
78	25.320	25,69	78	25.730	25,73	78	24.870	25,93	78	25.180	26,36	78	24.720	25,77	78	25.530	25,79
80	25.410	25,71	80	25.470	25,73	80	25.030	25,94	80	25.290	26,36	80	24.810	25,77	80	25.720	25,79
82	25.540	25,7	82	25.600	25,73	82	25.190	25,95	82	25.560	26,37	82	25.000	25,77	82	25.830	25,79
84	25.690	25,71	84	25.630	25,74	84	25.390	25,94	84	25.630	26,37	84	25.190	25,78	84	25.860	25,8
86	26.540	25,72	86	25.870	25,74	86	26.310	25,96	86	27.120	26,38	86	26.880	25,79	86	27.490	25,81
88	28.190	25,74	88	28.790	25,77	88	28.340	25,95	88	27.020	26,37	88	27.980	25,81	88	28.750	25,82
89	28.890	25,75	89	28.910	25,77	89	28.350	25,95	89	28.770	26,4	89	28.100	25,81	89	29.070	25,83
89,2	28.860	25,75	89,2	28.920	25,77	89,2	28.390	25,95	89,2	28.760	26,4	89,2	28.140	25,81	89,2	29.060	25,83
89,4	28.820	25,75	89,4	28.960	25,77	89,4	28.460	25,95	89,4	28.780	26,4	89,4	28.230	25,81	89,4	29.020	25,83
89,6	29.100	25,74	89,6	28.930	25,77	89,6	28.440	25,95	89,6	28.880	26,4	89,6	28.370	25,81	89,6	29.140	25,83
89,8	29.480	25,74	89,8	29.150	25,77	89,8	28.640	25,95	89,8	29.100	26,41	89,8	28.570	25,81	89,8	29.220	25,83
90	65.420	25,77	90	55.690	25,77	90	62.580	25,95	90	51.050	26,43	90	56.790	25,81	90	61.020	25,83
90,2	64.790	25,79	90,2	64.930	25,79	90,2	64.430	25,99	90,2	65.270	26,43	90,2	63.650	25,85	90,2	64.690	25,85
90,4	65.310	25,8	90,4	65.070	25,8	90,4	64.580	26	90,4	65.420	26,45	90,4	63.740	25,87	90,4	64.730	25,85
90,6	66.050	25,81	90,6	66.390	25,83	90,6	65.330	26,01	90,6	65.980	26,46	90,6	64.550	25,88	90,6	66.610	25,86

Tabla 5-40 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-03 campañas año 2022

PP-03																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			08-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			23-09-2022			19-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
90,8	66.870	25,82	90,8	66.810	25,84	90,8	65.810	26,01	90,8	66.560	26,46	90,8	65.060	25,88	90,8	67.180	25,9
91	67.110	25,82	91	67.190	25,84	91	66.200	26,01	91	67.070	26,46	91	65.490	25,89	91	67.570	25,9
91,5	67.410	25,84	91,5	67.440	25,86	91,5	66.410	26,03	91,5	67.360	26,49	91,5	65.700	25,9	91,5	67.850	25,92
92	67.460	25,85	92	67.470	25,87	92	66.500	26,04	92	67.390	26,49	92	65.720	25,91	92	67.870	25,93
93	70.070	25,86	93	69.970	25,87	93	68.990	26,05	93	69.290	26,51	93	68.410	25,92	93	70.740	25,95
94	71.320	25,87	94	71.590	25,9	94	70.370	26,06	94	71.600	26,52	94	69.870	25,94	94	72.080	25,96
96	77.050	25,9	96	77.340	25,92	96	76.620	26,09	96	77.350	26,54	96	75.870	25,96	96	78.070	25,99
98	84.950	25,94	98	84.970	25,95	98	83.700	26,13	98	84.870	26,58	98	82.540	26	98	85.450	26,03
100	100.400	25,96	99	89.140	25,98	99	87.500	26,14	99	89.040	26,6	99	86.500	26,02	99	89.670	26,04
100,2	112.000	25,98	100	101.300	26	100	99.730	26,16	100	90.500	26,62	100	89.890	26,04	100	91.250	26,06
100,4	114.100	25,99	100,2	109.100	26,01	100,2	106.900	26,17	100,2	101.400	26,63	100,2	99.650	26,05	100,2	102.200	26,06
100,6	114.100	25,99	100,4	112.500	26,01	100,4	110.400	26,17	100,4	108.600	26,64	100,4	106.300	26,05	100,4	108.000	26,07
100,8	114.200	26	100,6	112.500	26,01	100,6	110.400	26,18	100,6	112.200	26,64	100,6	109.000	26,05	100,6	112.800	26,07
101	120.800	26	100,8	114.500	26,02	100,8	111.500	26,18	100,8	113.600	26,65	100,8	111.000	26,06	100,8	114.500	26,08
101,5	121.400	26,01	101	118.500	26,06	101	117.800	26,18	101	119.100	26,65	101	116.900	26,06	101	120.400	26,09
102	121.400	26,01	101,5	121.500	26,03	101,5	119.200	26,19	101,5	121.500	26,66	101,5	118.000	26,08	101,5	122.200	26,09
102,5	121.400	26,01	102	121.500	26,04	102	119.300	26,2	102	121.600	26,67	102	118.100	26,09	102	122.200	26,1
103	122.500	26,03	102,5	121.500	26,05	102,5	119.300	26,21	102,5	121.600	26,67	102,5	118.100	26,09	102,5	122.200	26,11
103,5	134.600	26,05	103	123.200	26,06	103	120.800	26,22	103	123.000	26,69	103	119.700	26,1	103	123.400	26,12
104	140.000	26,05	103,5	132.700	26,07	103,5	132.100	26,23	103,5	134.500	26,7	103,5	130.100	26,11	103,5	135.900	26,12
104,5	144.700	26,06	104	140.500	26,08	104	137.800	26,24	104	140.800	26,71	104	136.600	26,13	104	141.200	26,14
105	164.200	26,08	104,5	144.200	26,1	104,5	142.400	26,25	104,5	144.800	26,72	104,5	139.700	26,13	104,5	144.700	26,15

Tabla 5-40 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-03 campañas año 2022

PP-03																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			08-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			23-09-2022			19-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
105,2	175.000	26,08	105	164.200	26,1	105	162.200	26,26	105	163.900	26,73	105	159.800	26,14	105	166.100	26,17
105,4	179.700	26,09	105,2	173.900	26,11	105,2	171.900	26,26	105,2	173.300	26,73	105,2	169.900	26,14	105,2	175.700	26,17
105,6	184.900	26,1	105,4	178.800	26,11	105,4	177.300	26,26	105,4	180.000	26,73	105,4	174.400	26,14	105,4	180.300	26,17
105,8	188.700	26,09	105,6	180.500	26,11	105,6	181.500	26,27	105,6	185.300	26,74	105,6	182.500	26,16	105,6	185.600	26,17
106	193.000	26,09	105,8	188.200	26,11	105,8	185.000	26,27	105,8	189.400	26,75	105,8	183.200	26,16	105,8	189.300	26,18
106,2	194.900	26,1	106	192.200	26,12	106	188.500	26,27	106	193.500	26,75	106	186.100	26,16	106	190.700	26,17
106,4	195.700	26,11	106,2	194.700	26,13	106,2	191.400	26,27	106,2	195.600	26,76	106,2	189.000	26,17	106,2	195.600	26,19
106,6	196.600	26,11	106,4	195.000	26,13	106,4	192.400	26,28	106,4	197.100	26,76	106,4	190.300	26,17	106,4	196.800	26,2
106,8	198.300	26,1	106,6	197.000	26,14	106,6	193.400	26,28	106,6	198.200	26,77	106,6	191.300	26,17	106,6	198.100	26,2
107	200.800	26,11	106,8	198.200	26,14	106,8	194.500	26,29	106,8	199.100	26,78	106,8	192.500	26,18	106,8	199.000	26,2
107,2	204.300	26,12	107	200.700	26,15	107	197.800	26,29	107	201.100	26,78	107	195.900	26,18	107	202.100	26,22
107,4	208.300	26,13	107,2	201.200	26,15	107,2	200.600	26,3	107,2	205.500	26,78	107,2	197.700	26,19	107,2	205.000	26,2
107,6	208.800	26,13	107,4	204.200	26,15	107,4	202.700	26,3	107,4	209.800	26,79	107,4	202.400	26,19	107,4	209.400	26,21
107,8	209.600	26,14	107,6	209.000	26,16	107,6	205.200	26,31	107,6	210.400	26,79	107,6	203.000	26,2	107,6	210.000	26,22
108	210.500	26,14	107,8	209.900	26,16	107,8	206.100	26,31	107,8	212.200	26,8	107,8	203.600	26,21	107,8	210.700	26,22
108,5	213.900	26,15	108	211.000	26,17	108	207.100	26,31	108	212.300	26,81	108	204.800	26,2	108	211.700	26,22
109	214.500	26,16	108,5	214.000	26,17	108,5	210.300	26,32	108,5	215.600	26,82	108,5	207.800	26,22	108,5	215.000	26,23
110	216.000	26,17	109	214.800	26,19	109	210.900	26,33	109	216.400	26,81	109	208.400	26,24	109	215.700	26,23
112	217.400	26,2	110	216.200	26,21	110	212.300	26,35	110	218.100	26,81	110	209.800	26,23	110	217.000	26,25
114	217.800	26,23	112	217.700	26,24	112	213.800	26,38	112	220.000	26,89	112	211.000	26,26	112	218.600	26,3
116	217.700	26,3	114	218.200	26,29	114	214.100	26,44	114	220.600	26,9	114	211.500	26,35	114	218.900	26,36
118	223.600	26,36	116	218.200	26,33	116	214.100	26,47	116	220.900	26,93	116	211.500	26,37	116	218.900	26,39

Tabla 5-40 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-03 campañas año 2022

PP-03																	
Fecha de Campaña																	
08-02-2022			08-03-2022			09-04-2022			23-05-2022			23-09-2022			19-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (μ S/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μ S/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μ S/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μ S/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μ S/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (μ S/cm)	TEMP (°C)
118,1	155.300	26,38	118	224.10,0	2636	118	219.800	26,57	118	227.900	26,99	118	217.400	26,42	118	224.900	26,44

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-41 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-AC campañas año 2022

MPS-AC											
Fecha de Campaña											
02-03-2022			01-04-2022			02-05-2022			22-08-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
0,8	53.850	20,89	0,9	45.760	19,32	0,9	43.070	14,73	0,9	50.130	9,58
1	53.860	20,9	1	45.780	19,22	1	43.730	15	1	50.100	9,54
1,8	53.730	18,42	1,8	30.610	18,01	1,8	49.350	15,82	1,8	50.020	9,51
2	53.870	18,01	2	64.400	17,76	2	61.250	16,22	2	58.650	10,23
2,2	76.970	17,44	2,2	75.410	17,58	2,2	72.630	16,57	2,2	71.400	11,02
2,4	90.330	17,14	2,4	89.850	17,38	2,4	85.730	16,81	2,4	85.380	11,56
2,6	98.920	16,75	2,6	98.600	17,04	2,6	93.720	16,95	2,6	93.500	11,95
2,8	103.900	16,53	2,8	103.500	17	2,8	97.880	17,01	2,8	95.270	12,2
3	114.100	16,33	3	113.000	16,79	3	105.600	17,02	3	100.500	12,61
3,2	137.100	16,25	3,2	134.900	16,61	3,2	125.500	16,98	3,2	123.800	12,98
3,4	150.400	15,87	3,4	150.600	16,43	3,4	143.600	16,91	3,4	142.400	13,23
3,6	158.800	15,85	3,6	160.500	16,24	3,6	152.400	16,82	3,6	150.400	13,73
3,8	169.200	15,67	3,8	168.800	16,08	3,8	161.400	16,72	3,8	161.800	13,82
4	174.600	15,35	4	174.700	15,92	4	168.400	16,6	4	167.500	14,02
4,2	179.100	15,3	4,2	179.700	15,8	4,2	173.300	16,5	4,2	173.200	14,19
4,4	179.400	15,18	4,4	180.100	15,67	4,4	173.900	16,39	4,4	173.600	14,34
4,6	181.500	15,05	4,6	181.900	15,55	4,6	174.300	16,3	4,6	183.200	14,51
4,8	196.900	15,03	4,8	197.600	15,45	4,8	196.700	16,17	4,8	193.300	14,62
5	199.500	14,89	5	200.300	15,35	5	193.300	16,08	5	195.600	14,71
5,2	200.700	14,84	5,2	201.600	15,28	5,2	194.600	16	5,2	196.600	14,79
5,4	201.200	14,83	5,4	202.200	15,28	5,4	195.300	15,93	5,4	196.800	14,85
5,6	201.800	14,8	5,6	202.700	15,18	5,6	195.900	15,88	5,6	197.100	14,89

Tabla 5-41 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-AC campañas año 2022

MPS-AC											
Fecha de Campaña											
02-03-2022			01-04-2022			02-05-2022			22-08-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
5,8	201.900	14,78	5,8	203.100	15,11	5,8	196.100	15,84	5,8	197.400	14,93
6	202.000	14,77	6	203.100	15,09	6	196.200	15,74	6	197.400	14,96
6,5	202.400	14,84	6,5	203.400	15,06	6,5	196.400	15,73	6,5	197.600	15,06
7	202.300	14,87	7	203.500	15,07	7	196.500	15,68	7	197.600	15,09
7,5	202.200	14,87	7,5	203.500	15,09	7,5	196.500	15,66	7,5	197.600	15,1
8	202.200	14,89	8	203.500	15,1	8	196.600	15,66	8	197.600	15,1
9	213.100	14,9	9	213.700	15,17	9	204.700	15,7	9	197.600	15,11
10	223.300	15,06	10	224.400	15,26	10	217.500	15,79	10	218.700	15,14
12	230.800	15,06	12	232.000	15,33	12	224.600	15,84	12	226.100	15,19
14	239.500	15,23	14	236.800	15,38	14	229.200	15,9	14	230.900	15,25
16	237.800	15,26	16	239.200	15,42	16	231.700	15,97	16	233.400	15,28
18	238.500	15,29	18	239.900	15,44	18	232.400	16	18	234.000	15,32
20	238.600	15,32	20	240.600	15,47	20	232.500	16,05	20	234.100	15,36
22	238.600	15,38	22	240.100	15,54	22	232.500	16,08	22	234.100	15,42
24	238.600	15,4	24	240.100	15,56	24	232.400	16,09	24	234.100	15,46
26	238.600	15,43	26	240.100	15,57	26	232.400	16,11	26	234.000	15,48
28	238.600	15,44	28	240.100	15,59	28	232.500	16,15	28	234.100	15,5
30	238.600	15,48	30	240.200	15,64	30	232.600	16,18	30	234.100	15,55
32	238.600	15,56	32	240.100	15,72	32	232.500	16,26	32	234.100	15,64
34	238.500	15,67	34	240.200	15,82	34	232.600	16,42	34	234.000	15,73
36	238.500	15,76	36	240.100	15,9	36	232.500	16,42	36	234.100	15,79
38	238.500	15,85	38	240.100	15,97	38	232.600	16,5	38	234.000	15,88

Tabla 5-41 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-AC campañas año 2022

MPS-AC											
Fecha de Campaña											
02-03-2022			01-04-2022			02-05-2022			22-08-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
40	238.500	15,88	40	240.100	16,02	40	232.600	16,55	40	234.000	15,91
40,2	238.500	15,89	40,2	240.100	16,02	40,2	232.600	16,56	40,2	233.900	15,93
40,4	238.500	15,89	40,4	240.100	16,03	40,4	232.600	16,56	40,4	234.000	15,93
40,6	238.500	15,89	40,6	240.100	16,03	40,6	232.600	16,57	40,6	234.000	15,93
40,8	238.500	15,9	40,8	240.100	16,04	40,8	232.600	16,57	40,8	234.000	15,93
40,9	238.500	15,9	41	240.100	16,03	41	232.600	16,57	41	233.800	15,95

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-42 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-CC campañas año 2022

MPS-CC											
Fecha de Campaña											
02-03-2022			04-04-2022			20-05-2022			08-08-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
1,5	149.800	23,03	1,5	150.000	21,39	1,5	147.900	18,63	1,5	146.500	12,93
1,6	149.800	22,97	1,6	150.100	21,73	1,6	147.800	18,5	1,6	146.300	13,3
1,8	149.900	22,69	1,8	149.900	21,79	1,8	147.900	18,49	1,8	146.100	13,44
2	150.100	23,38	2	150.000	21,77	2	148.000	18,5	2	146.300	13,51
2,2	150.400	21,94	2,2	150.200	21,59	2,2	148.100	18,52	2,2	146.300	13,67
2,4	150.600	21,55	2,4	150.300	21,42	2,4	148.100	18,53	2,4	146.900	14,04
2,6	150.700	21,45	2,6	150.900	21,07	2,6	148.100	18,54	2,6	146.900	14,35
2,8	151.400	20,87	2,8	152.020	20,69	2,8	148.700	18,84	2,8	147.800	14,73

Tabla 5-42 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-CC campañas año 2022

MPS-CC											
Fecha de Campaña											
02-03-2022			04-04-2022			20-05-2022			08-08-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
3	153.600	20,25	3	153.400	20,41	3	150.500	19,08	3	148.400	15,03
3,2	154.000	20,17	3,2	154.300	20,13	3,2	151.300	19,37	3,2	149.900	15,31
3,4	153.200	19,96	3,4	157.100	19,82	3,4	152.400	19,44	3,4	153.200	15,6
3,6	164.500	19,35	3,6	164.200	19,46	3,6	159.800	19,42	3,6	160.800	15,79
3,8	179.900	19,17	3,8	176.800	19,12	3,8	168.400	19,28	3,8	165.400	15,99
4	200.400	18,41	4	196.800	18,76	4	185.100	19,1	4	179.400	16,2
4,2	241.400	18,29	4,2	244.200	18,5	4,2	240.900	18,88	4,2	246.500	16,35
4,4	242.300	18,02	4,4	244.600	18,37	4,4	243.200	18,71	4,4	246.400	16,49
4,6	242.400	18	4,6	244.700	18,31	4,6	243.500	18,64	4,6	246.500	16,5
4,8	242.500	17,89	4,8	244.700	18,21	4,8	243.700	18,51	4,8	246.500	16,51
5	242.500	17,76	5	244.600	18,12	5	243.500	17,58	5	246.400	16,52
5,5	237.600	17,32	5,5	241.200	17,71	5,5	238.500	17,54	5,5	242.700	16,77
6	237.600	17,2	6	240.400	17,46	6	239.800	17,59	6	242.000	16,94
8	238.100	17,07	8	240.400	17,2	8	240.000	17,48	8	241.700	17,01
10	238.200	17,01	10	240.300	17,13	10	240.100	17,44	10	241.600	17
12	238.200	16,97	12	240.300	17,09	12	240.200	17,41	12	241.700	16,95
14	238.000	16,95	14	240.100	17,04	14	240.200	17,38	14	241.600	16,93
16	238.000	16,93	16	240.000	17,01	16	240.300	17,35	16	241.500	16,92
18	237.800	16,92	18	239.900	16,99	18	240.300	17,35	18	241.300	16,91
20	237.700	16,92	20	239.800	16,99	20	240.300	17,34	20	241.200	16,9
22	237.700	16,91	22	239.800	16,98	22	240.400	17,33	22	241.200	16,88
24	237.600	16,91	24	239.600	16,99	24	240.400	17,33	24	241.100	16,89

Tabla 5-42 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-CC campañas año 2022

MPS-CC											
Fecha de Campaña											
02-03-2022			04-04-2022			20-05-2022			08-08-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
26	237.600	16,92	26	239.600	16,99	26	240.400	17,34	26	241.100	16,89
28	237.500	16,92	28	239.500	17	28	240.500	17,33	28	241.000	16,89
30	237.500	16,94	30	239.500	17,03	30	240.500	17,35	30	241.000	16,91
32	237.500	16,96	32	239.500	17,05	32	240.600	17,37	32	241.000	16,92
34	237.400	16,96	34	239.500	17,09	34	240.700	17,41	34	241.000	16,96
36	237.500	17,01	36	238.500	17,13	36	240.800	17,46	36	241.000	17,01
37	237.500	17,06	37	238.500	17,15	37	240.700	17,48	37	240.900	17,03

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la descripción de los resultados obtenidos durante las campañas del año 2022, en conjunto con su representación gráfica y comparación con el registro histórico de los puntos del sector Peine. En los gráficos presentados para el registro histórico anual las series se separan en trimestres para una mejor representación.

En general se observa una mayor dispersión durante los años 2013, 2014 y 2015 en el registro histórico, debido a la utilización de un equipo con baja precisión para la medición de conductividad eléctrica en medios de alta salinidad.

5.7.2.1 MP-07C-1

Debido a que el punto MP-07C, de 101,5 m de profundidad, fue instalado en el año 2016 y no interceptó la cuña salina, se reemplazó por el punto MP-07C-1, 42,5 m más profundo, el cual permitió determinar que la interfase salina se ubica entre los 65 m y 100 m de profundidad.

Tanto en el registro para el año 2022 (Figura 5-87), como en el registro histórico (Figura 5-88), se observa un notorio aumento escalonado en dos etapas de la conductividad eléctrica desde los 65 m de profundidad, con valores entre 100.000 y 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ por aproximadamente 35 m. A aproximadamente 100 m de profundidad, se registran valores de conductividad eléctrica mayores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, característicos para salmuera. No se observan cambios en la posición de la interfase salina en el registro histórico.

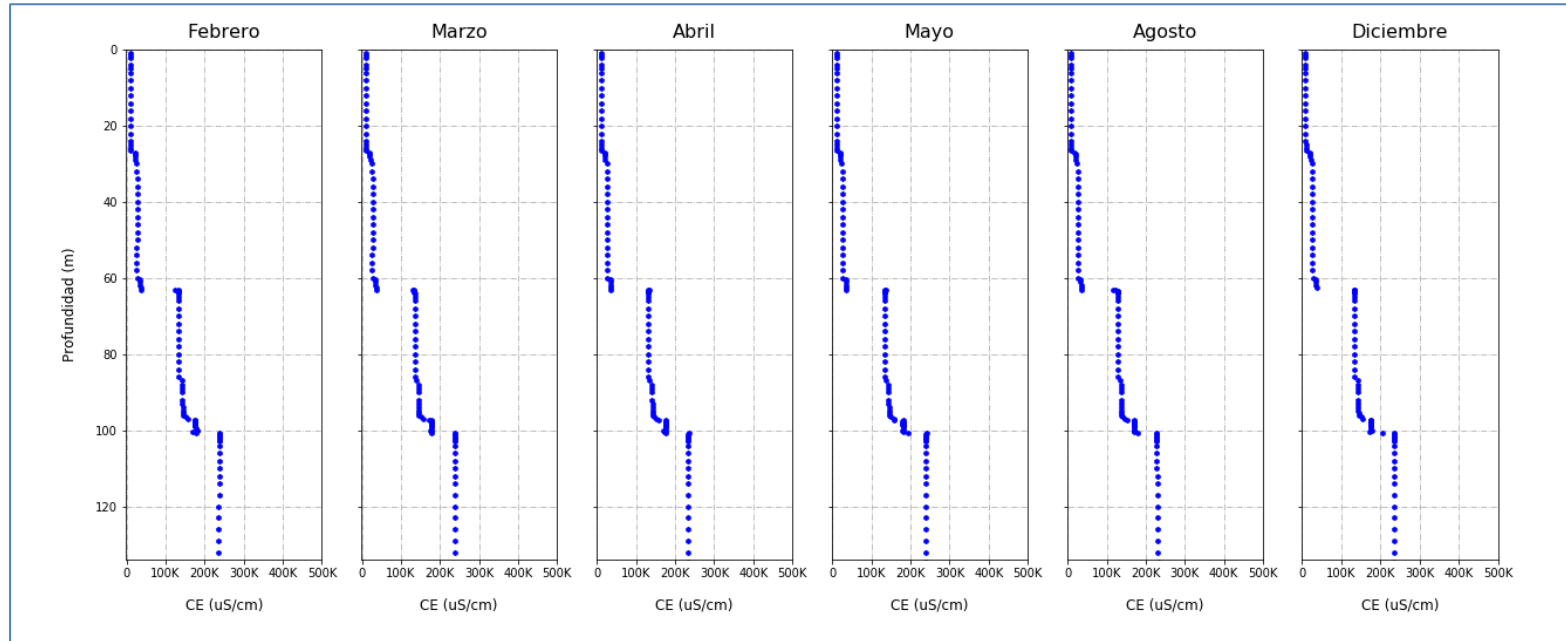
Durante el primer y segundo trimestre del año 2018, no se pudo registrar la posición de la interfase salina por el rango de medición del equipo utilizado (Solinst), el cual tiene un límite de detección de 80.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

5.7.2.2 MPS-AC

En el punto MPS-AC, ubicado en el entorno del sistema Peine, las medidas de las campañas del 2022 identifican la posición de la interfase salina a través del aumento gradual de la conductividad eléctrica entre los 3 y 5 m de profundidad, alcanzando alrededor de 230.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 5-89).

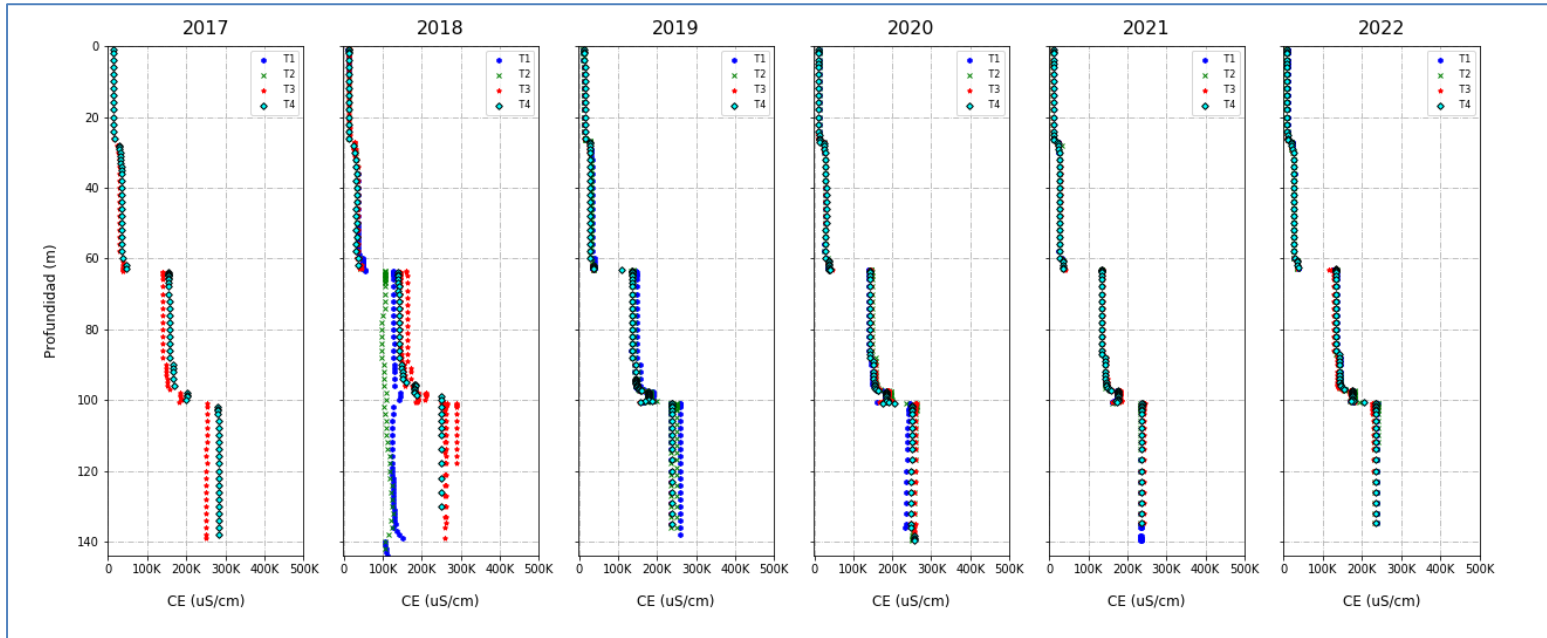
En la Figura 5-89 se observa en los registros históricos que la profundidad del nivel de la interfase salina no ha variado durante el período de registro, manteniéndose entre los 3 m y 5 m de profundidad.

Figura 5-87 Perfiles de C.E. en el punto MP-07C-1 año 2022



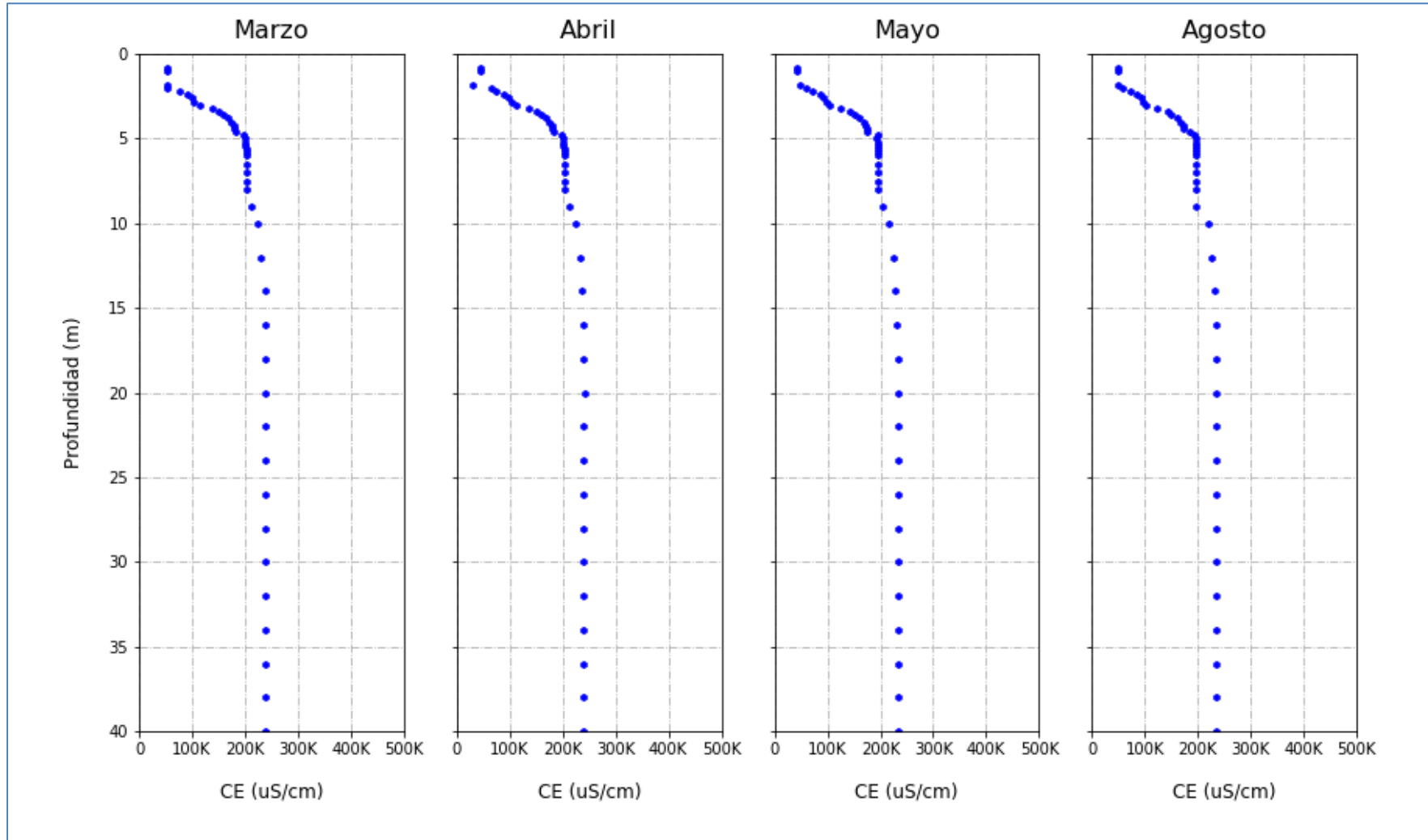
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-88 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-07C-1



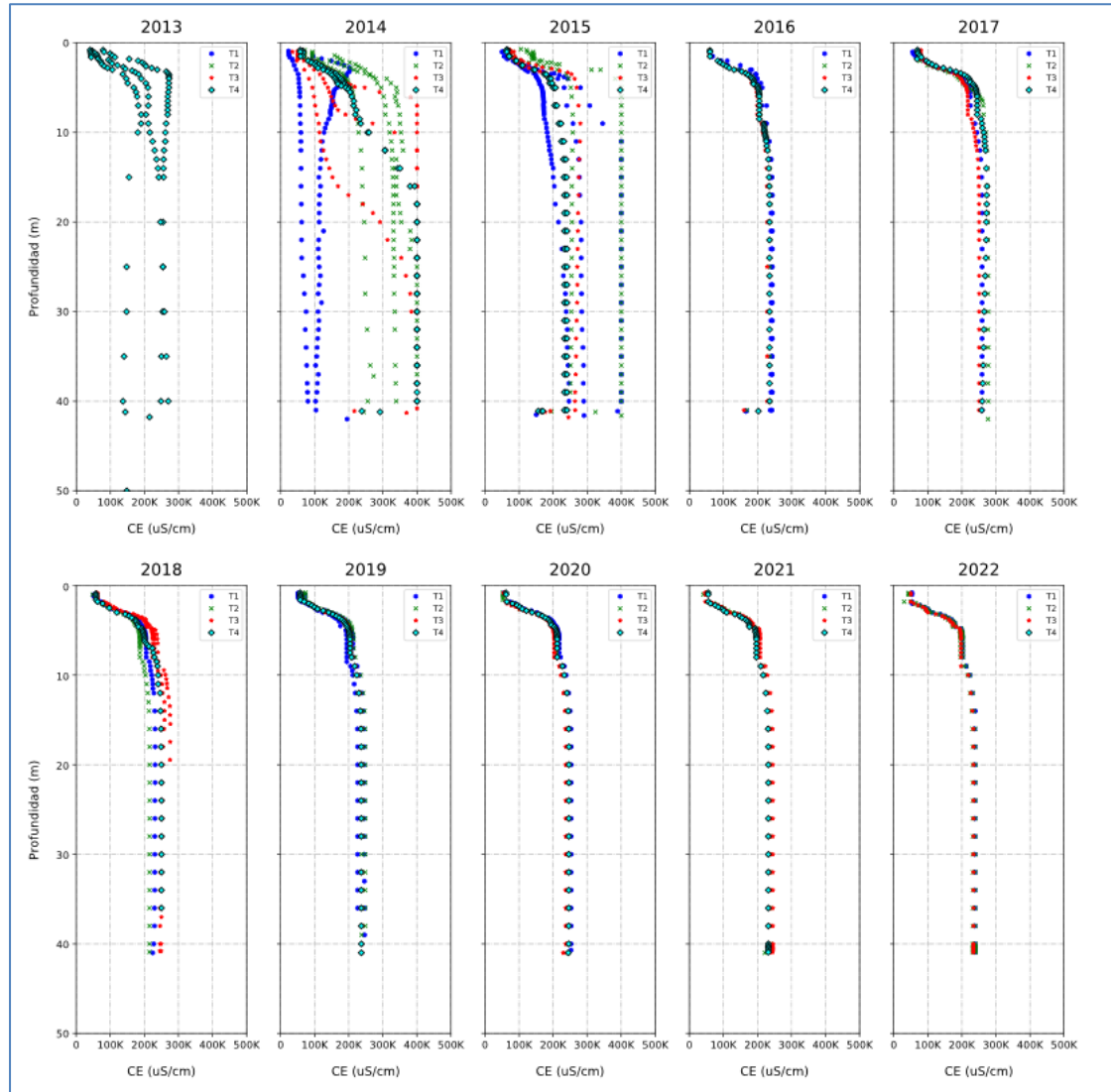
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-89 Perfiles de C.E. en el punto MPS-AC año 2022



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-90 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MPS-AC



Fuente: Elaboración propia

5.7.2.3 MPS-CC

En la Figura 5-91 se muestra el resultado de las campañas durante el año 2022. La interfase salina se observa entre los 3 y 5 m, con un comportamiento similar que el pozo MPS-AC. El registro histórico muestra una interfase en una posición estable, entre 3 y 5 m (Figura 5-92), los puntos MPS-AC y MPS-CC corresponden a los más cercanos al núcleo del salar en el sector Peine, donde se encuentra la interfase salina a una profundidad somera.

Destaca la alta conductividad eléctrica registrada en profundidades más someras desde el inicio del pozo, con agua salobre de conductividad eléctrica desde los 150.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

5.7.2.4 PP-01

Durante el año 2022 el punto PP-01 muestra cuatro aumentos escalonados de conductividad eléctrica hasta los aproximadamente 80 m de profundidad (Figura 5-93), al igual que su comportamiento histórico. El comportamiento de este pozo se ha mantenido relativamente estable durante el registro histórico (Figura 5-94), con la excepción de una leve variación sobre los registros de conductividad mayores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el año 2018, la cual no se ha vuelto a presentar a la fecha.

5.7.2.5 PP-02

En la

Figura 5-95 se muestran los resultados de los perfiles realizados durante el 2022 para el punto PP-02. La zona de cambio de conductividades eléctricas se presenta entre los 20 a 67 m de profundidad, con un aumento más pronunciado entre los 60 y 67 m, desde donde se registran valores superiores a los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En la Figura 5-96, se presentan los registros históricos desde el año 2016 al año 2022, donde es posible apreciar que la posición de la interfase salina no ha tenido variaciones importantes.

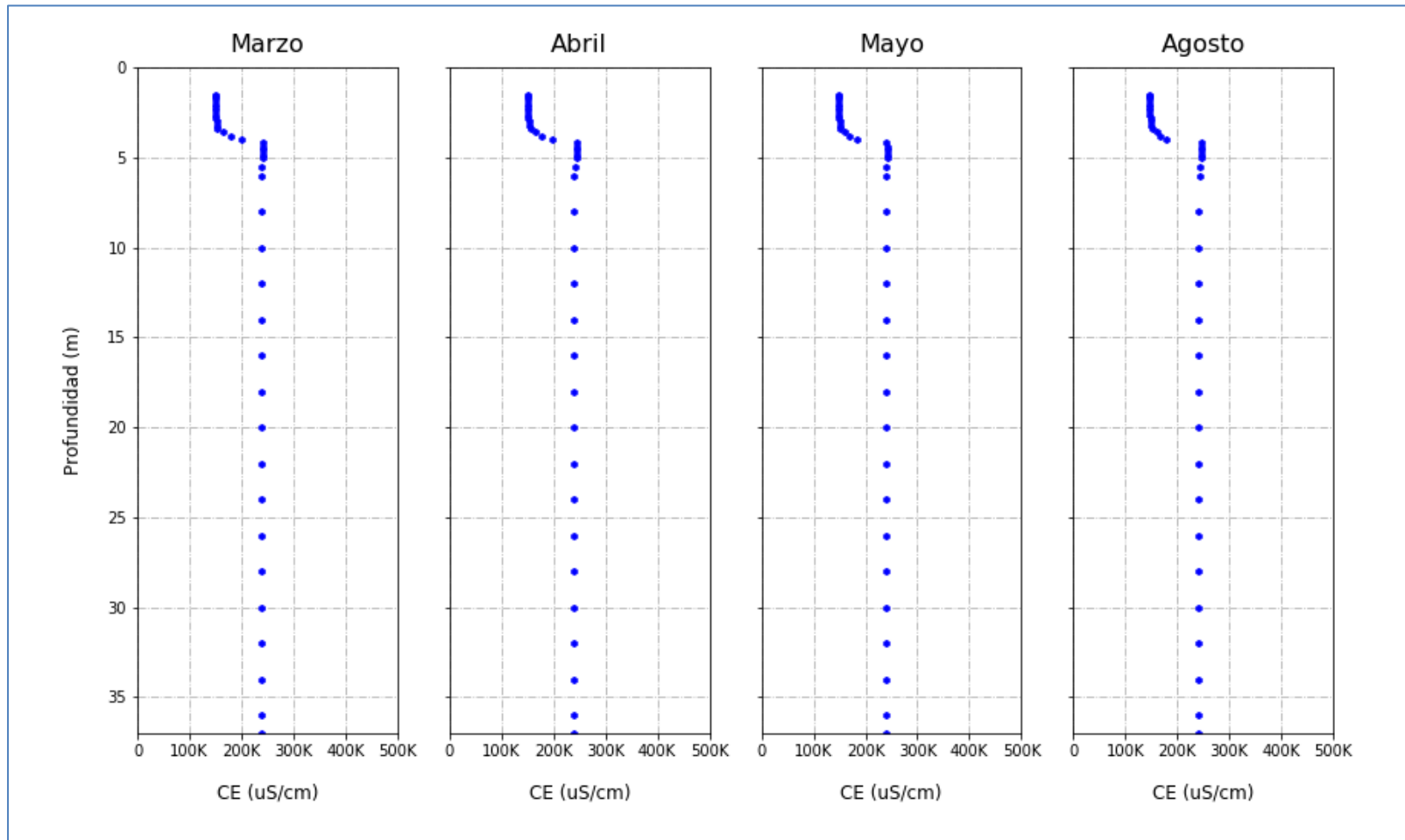
5.7.2.6 PP-03

Las campañas de 2022 de perfiles de conductividad en el punto PP-03 muestran que la interfase salina se presenta desde los 90 hasta 110 m de profundidad, donde la conductividad eléctrica aumenta de manera gradual a valores por sobre los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 5-97).

El registro histórico no muestra variaciones en la posición de la interfase salina durante el período de registro (Figura 5-98), mostrando excepcionalmente variación en las medidas en el

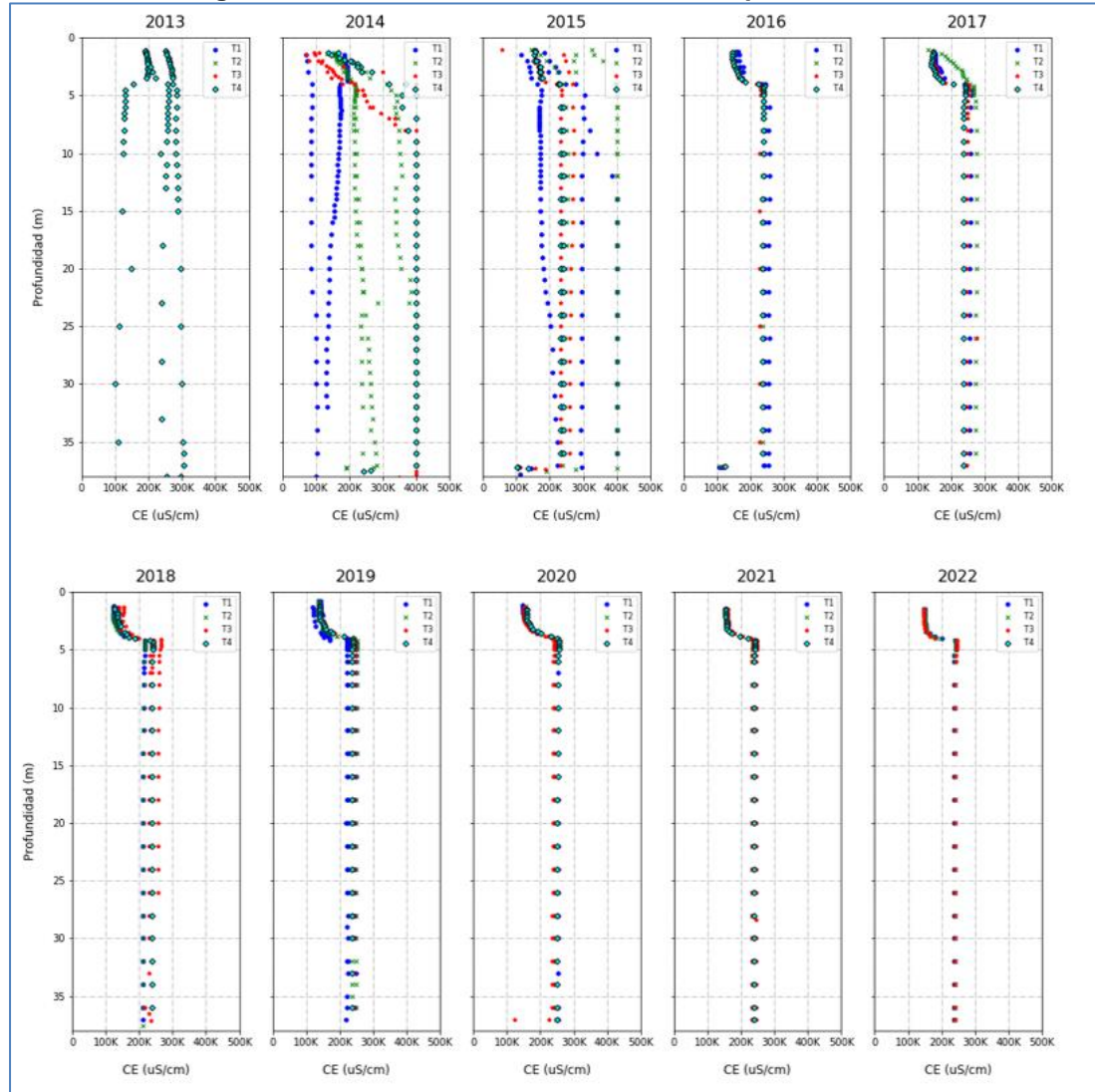
año 2018, a partir aproximadamente de los 90 m de profundidad, lo que podría ser producto del equipo de medición.

Figura 5-91 Perfiles de C.E. en el punto MPS-CC año 2022



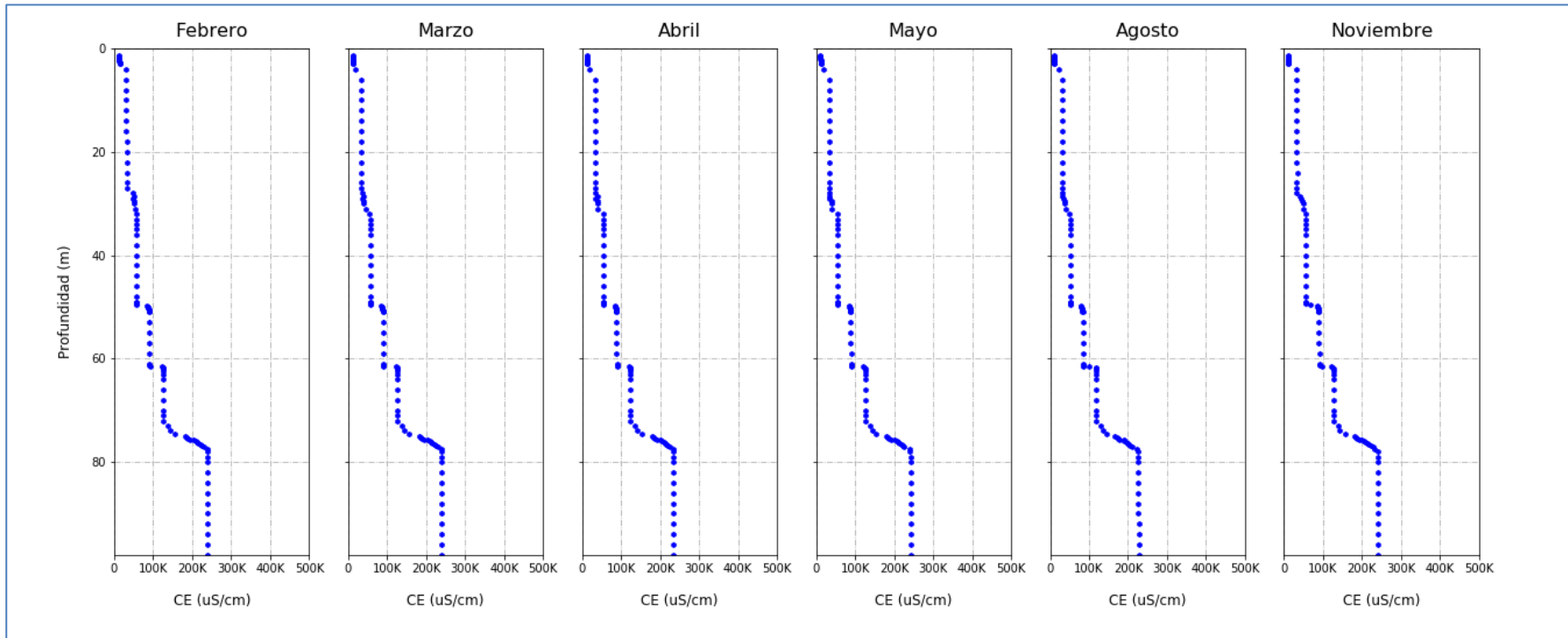
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-92 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MPS-CC



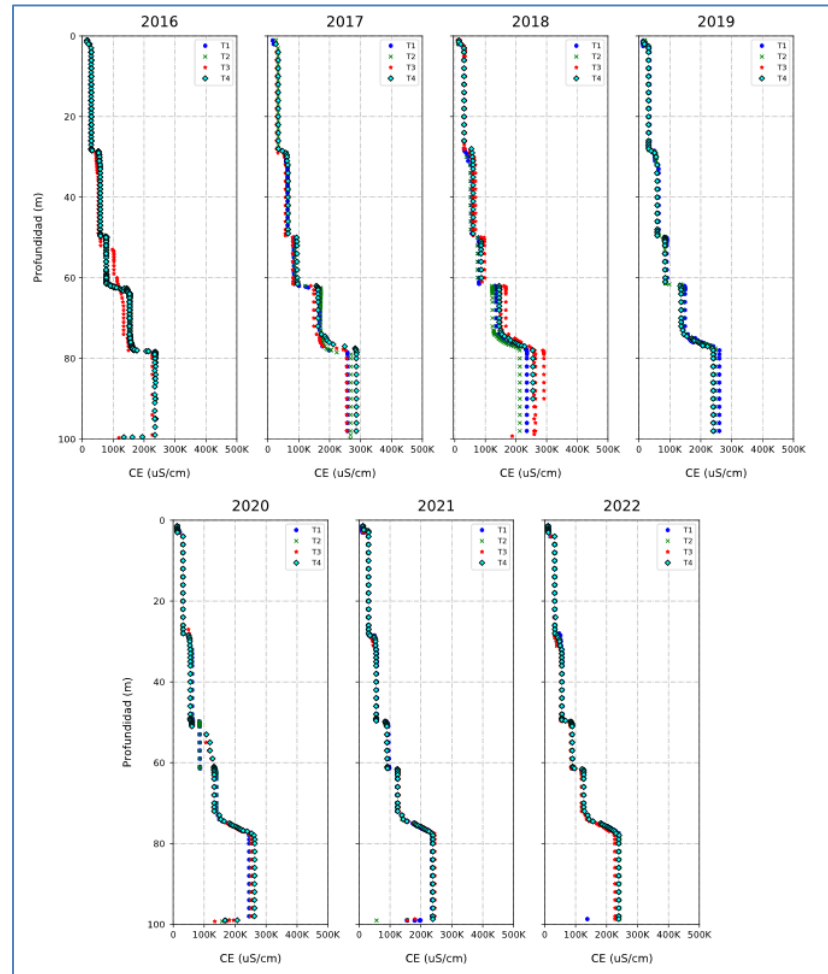
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-93 Perfiles de C.E. en el punto PP-01 año 2022



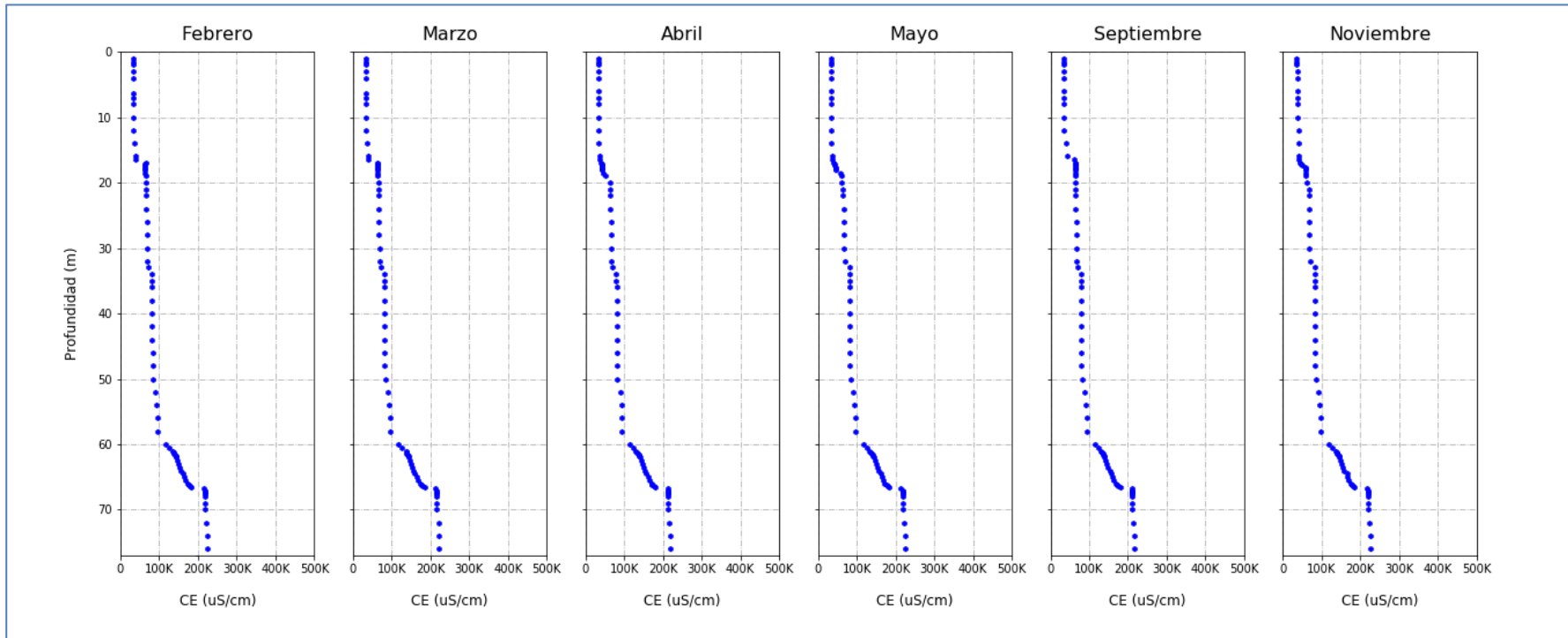
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-94 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-01



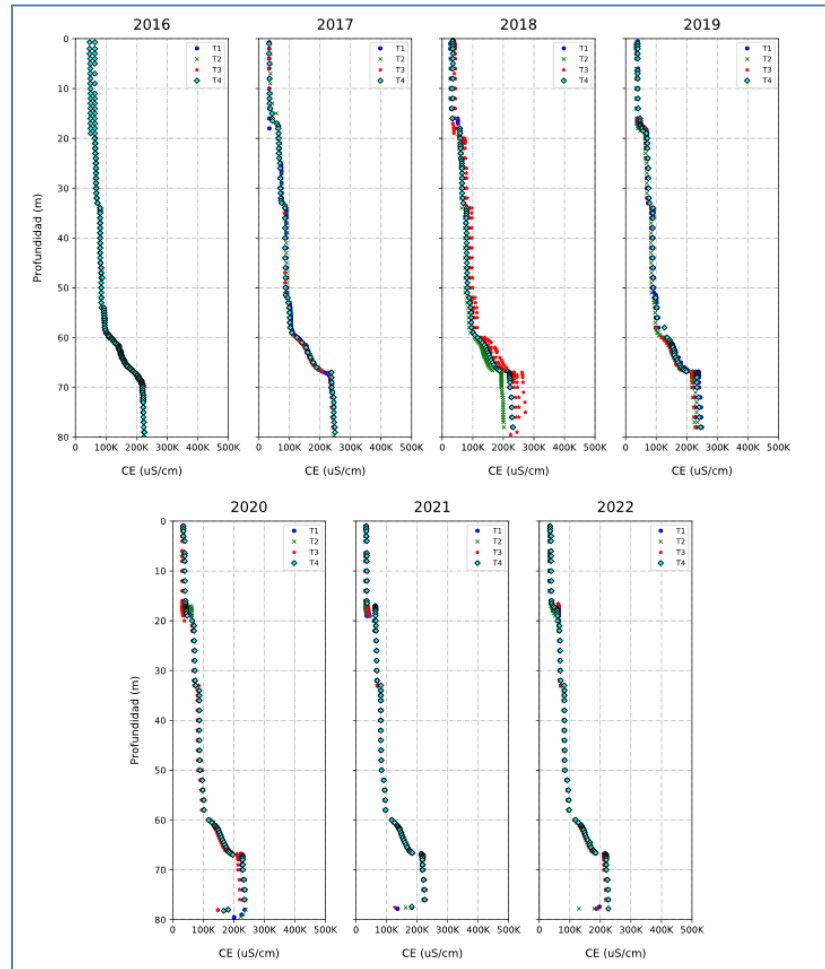
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-95 Perfiles de C.E. en el punto PP-02 año 2022



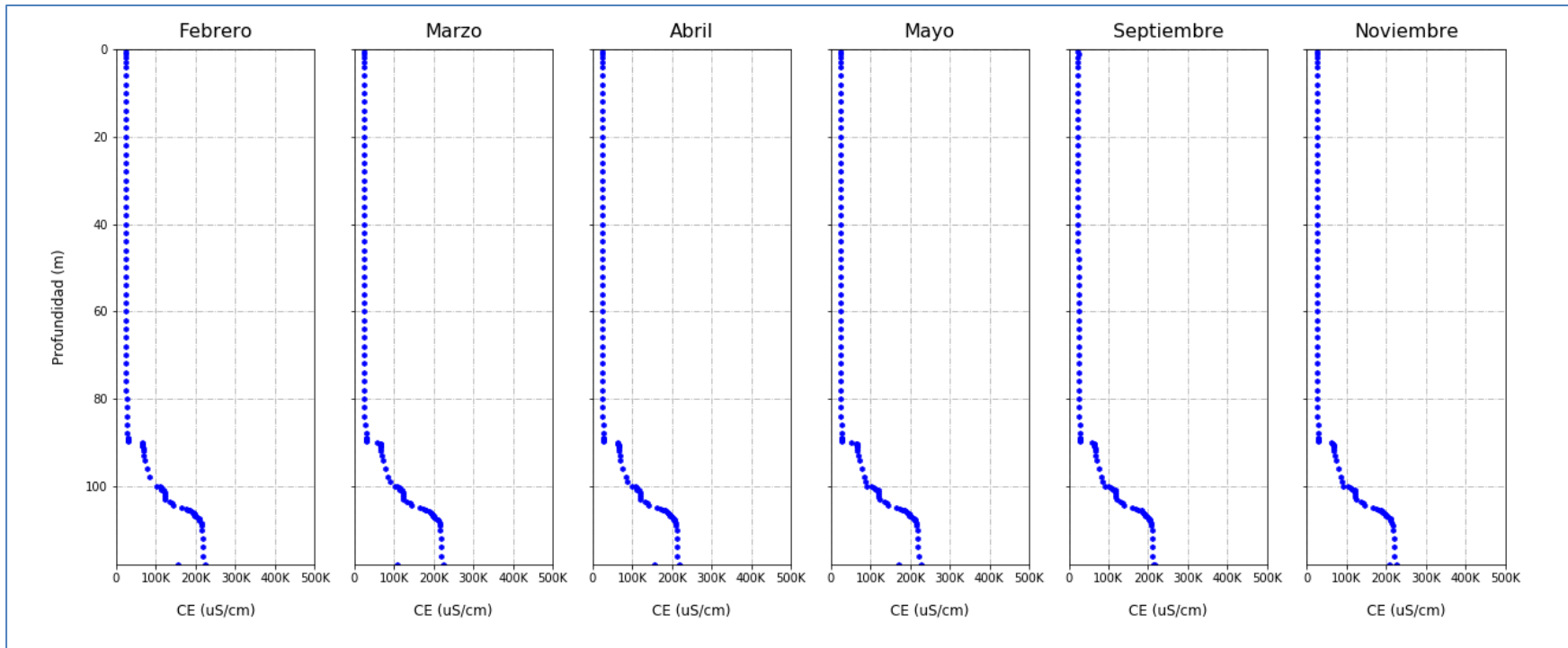
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-96 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-02



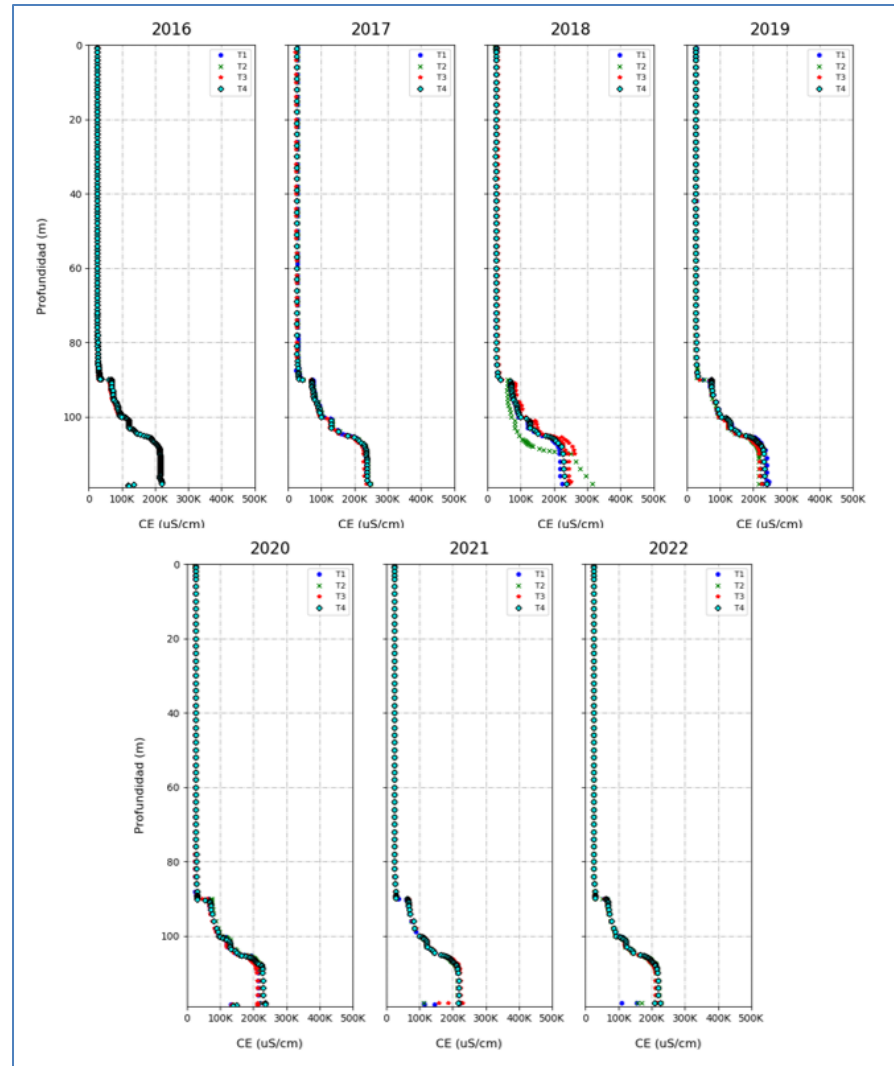
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-97 Perfiles de C.E. en el punto PP-03 año 2022



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-98 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-03

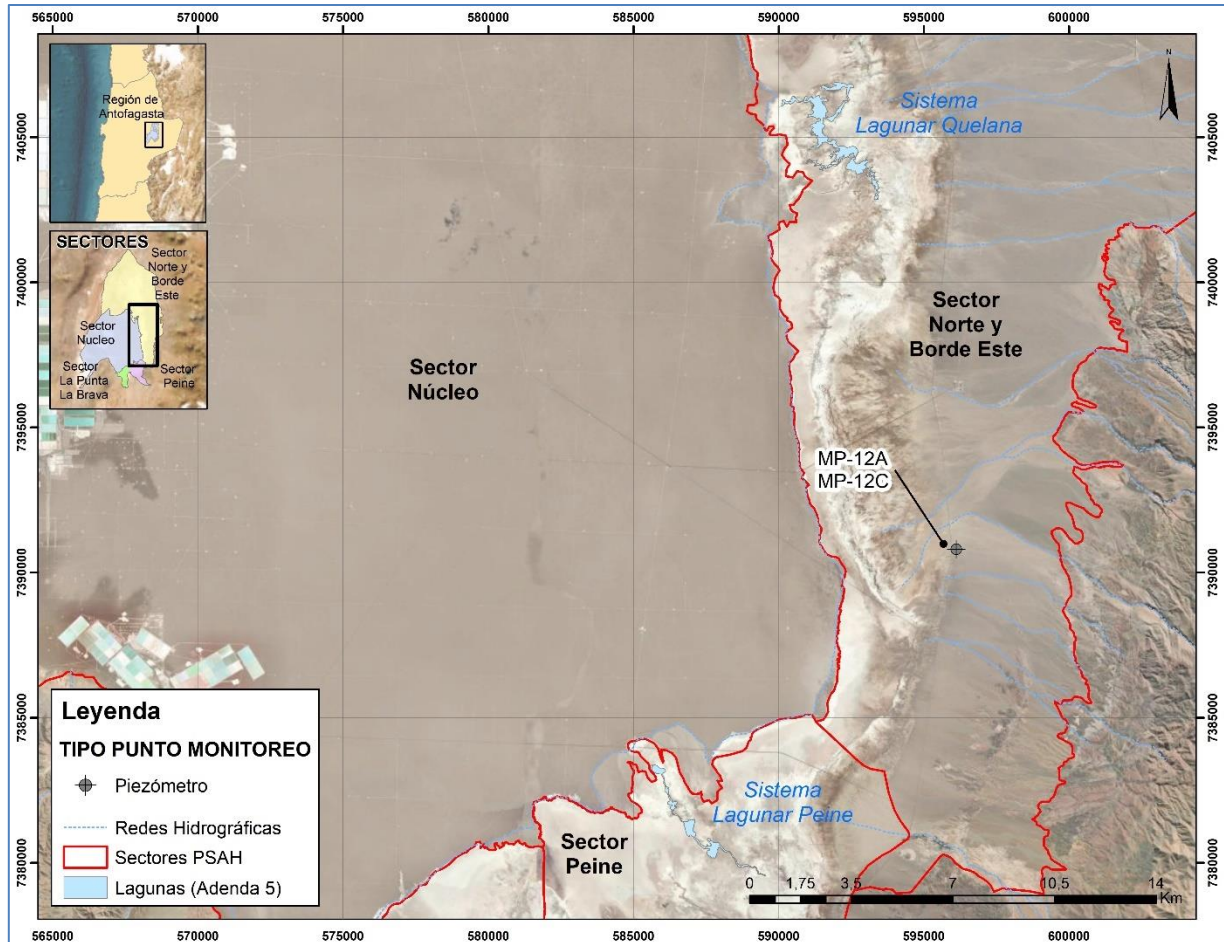


Fuente: Elaboración propia

5.7.3 Sector Norte y Borde Este

En la Figura 5-99 se muestra la ubicación del punto comprometido para la medición de perfiles de conductividad eléctrica en el Norte y Borde Este, el cual corresponde al punto MP-12C.

Figura 5-99 Ubicación puntos de medición de perfiles de conductividad eléctrica, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran los registros de profundidad, conductividad eléctrica y temperatura obtenidos durante las campañas realizadas en el año 2022.

5.7.3.1 MP-12C

En la Figura 5-100 se observan los resultados para las campañas de medición de perfiles de conductividad eléctrica para el año 2022. Se observa un aumento gradual en la conductividad eléctrica entre los 50 m hasta los 70 m llegando a valores superiores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ alrededor de los 70 m de profundidad. Los valores históricos muestran que la interfase salina se ha mantenido constante desde la perforación del pozo (Figura 5-101).

Tabla 5-43 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-12C campañas año 2022

MP-12C																	
Fecha de Campaña																	
06-02-2022			06-03-2022			15-04-2022			17-05-2022			30-08-2022			10-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
10,2	4.525	22,59	10,2	4.655	22,49	10,2	4.761	22,62	10,2	7.755	23,25	10,2	5.280	23,77	10,2	4.653	22,61
10,5	4.589	22,63	10,5	4.726	22,48	10,5	4.798	22,68	10,5	4.785	23,69	10,5	5.300	23,81	10,5	4.240	22,74
11	5.199	22,65	11	5.468	22,59	11	5.296	22,75	11	5.289	23,73	11	5.696	23,81	11	5.307	22,75
12	6.446	22,67	12	6.813	22,67	12	6.486	22,78	12	6.499	23,88	12	6.954	23,8	12	6.949	22,77
14	9.255	22,69	14	9.452	22,7	14	9.303	22,79	14	9.150	23,91	14	10.220	23,82	14	10.060	22,78
16	9.978	22,71	16	9.911	22,72	16	9.820	22,84	16	9.585	23,92	16	10.820	23,84	16	10.620	22,8
18	10.260	22,73	18	10.390	22,75	18	10.240	22,86	18	9.976	23,93	18	11.400	23,85	18	11.090	22,82
20	11.550	22,76	20	11.790	22,77	20	11.360	22,89	20	11.400	23,94	20	12.780	23,88	20	12.490	22,85
22	17.540	22,8	22	17.550	22,81	22	17.010	22,89	22	16.960	23,98	22	18.970	23,91	22	18.300	22,88
22,5	17.580	22,81	22,5	17.590	22,83	22,5	17.260	22,93	22,5	17.170	23,98	22,5	19.050	23,91	22,5	18.520	22,89
23	17.740	22,82	23	18.080	22,84	23	17.370	22,94	23	17.460	23,99	23	19.240	23,92	23	18.700	22,9
24	22.780	22,84	24	23.000	22,86	24	20.770	22,96	24	21.850	23,99	24	24.180	23,95	24	23.460	22,92
25	25.880	22,85	25	25.830	22,88	25	25.370	22,97	25	24.860	24,02	25	27.130	23,95	25	26.800	22,94
26	27.850	22,88	26	27.990	22,9	26	27.420	23	26	26.980	24,05	26	28.550	23,97	26	27.890	22,96
27	30.190	22,9	27	30.260	22,92	27	29.380	23	27	29.110	24,05	27	30.450	23,98	27	29.680	22,98
28	31.250	22,9	28	31.400	22,94	28	30.810	23,05	28	30.130	24,1	28	31.400	24	28	30.360	23
30	33.410	22,97	30	33.640	22,97	30	33.050	23,09	30	31.300	24,11	30	33.050	24,04	30	32.010	23,04
32	35.410	23,01	32	35.070	23,02	32	34.550	23,13	32	32.270	24,18	32	34.270	24,07	32	34.860	23,09
34	44.580	23,05	34	44.910	23,07	34	44.310	23,17	34	41.930	24,22	34	45.450	24,11	34	44.300	23,12
35	48.060	23,07	35	49.140	23,1	35	47.960	23,2	35	45.630	24,23	35	49.370	24,13	35	47.450	23,15
36	52.110	23,09	36	52.990	23,11	36	51.640	23,21	36	49.790	24,25	36	52.810	24,15	36	51.060	23,17
37	56.250	23,11	37	56.730	23,13	37	55.010	23,23	37	53.270	24,26	37	56.410	24,16	37	54.850	23,19

Tabla 5-43 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-12C campañas año 2022

MP-12C																	
Fecha de Campaña																	
06-02-2022			06-03-2022			15-04-2022			17-05-2022			30-08-2022			10-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
38	62.080	23,14	38	62.120	23,15	38	60.820	23,26	38	60.840	24,32	38	61.480	24,19	38	60.780	23,23
39	68.390	23,16	39	68.540	23,18	39	67.190	23,28	39	65.660	24,34	39	69.420	24,21	39	68.450	23,24
40	72.040	23,18	40	72.160	23,2	40	71.120	23,3	40	69.750	24,34	40	75.140	24,24	40	73.540	23,26
42	72.880	23,23	42	73.200	23,25	42	72.400	23,34	42	70.840	24,7	42	76.760	24,29	42	74.530	23,3
44	74.020	23,28	44	74.440	23,3	44	73.470	23,4	44	71.840	24,45	44	77.700	24,34	44	75.390	23,36
46	76.720	23,33	46	76.920	23,36	46	76.040	23,46	46	74.740	24,51	46	80.310	24,39	46	77.910	23,42
48	79.670	23,39	48	79.840	23,39	48	78.560	23,51	48	76.770	24,51	48	83.040	24,45	48	80.800	23,48
50	84.320	23,44	50	84.400	23,46	50	83.200	23,51	50	80.890	24,7	50	87.960	24,51	50	85.920	23,52
51	85.260	23,47	51	85.540	23,48	51	84.160	23,59	51	82.400	24,62	51	89.070	24,54	51	86.870	23,54
52	87.290	23,49	52	87.280	23,51	52	85.950	23,62	52	84.020	24,67	52	90.640	24,56	52	88.700	23,56
53	90.650	23,51	53	91.030	23,53	53	89.420	23,64	53	88.510	24,69	53	94.800	24,58	53	92.600	23,59
54	99.930	23,54	54	91.790	23,56	54	95.570	23,66	54	94.640	24,7	54	102.600	24,61	54	101.700	23,63
55	107.100	23,57	55	107.000	23,59	55	105.300	23,69	55	102.400	24,74	55	111.100	24,65	55	108.200	23,65
56	117.200	23,6	56	116.900	23,62	56	114.900	23,72	56	112.400	24,77	56	119.400	24,67	56	118.700	23,68
57	125.900	23,62	57	125.300	23,63	57	123.800	23,75	57	120.400	24,79	57	129.800	24,7	57	126.900	23,7
58	134.600	23,64	58	133.600	23,66	58	132.300	23,77	58	129.900	24,82	58	140.500	24,73	58	136.400	23,72
59	144.800	23,65	59	144.400	23,69	59	142.900	23,79	59	140.000	24,83	59	149.700	24,76	59	147.800	23,75
60	155.400	23,68	60	155.100	23,72	60	152.300	23,83	60	148.700	24,87	60	162.200	24,79	60	158.200	23,78
60,5	160.100	23,71	60,5	160.200	23,74	60,5	158.200	23,85	60,5	154.100	24,9	60,5	167.000	24,81	60,5	163.200	23,79
61	163.800	23,72	61	163.900	23,76	61	161.600	23,86	61	157.100	24,9	61	171.100	24,83	61	166.700	23,81
61,5	168.500	23,74	61,5	168.100	23,77	61,5	166.300	23,88	61,5	161.600	24,93	61,5	175.800	24,84	61,5	171.600	23,85
62	171.800	23,76	62	171.700	23,79	62	169.400	23,89	62	165.500	24,94	62	179.500	24,86	62	174.100	23,85

Tabla 5-43 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-12C campañas año 2022

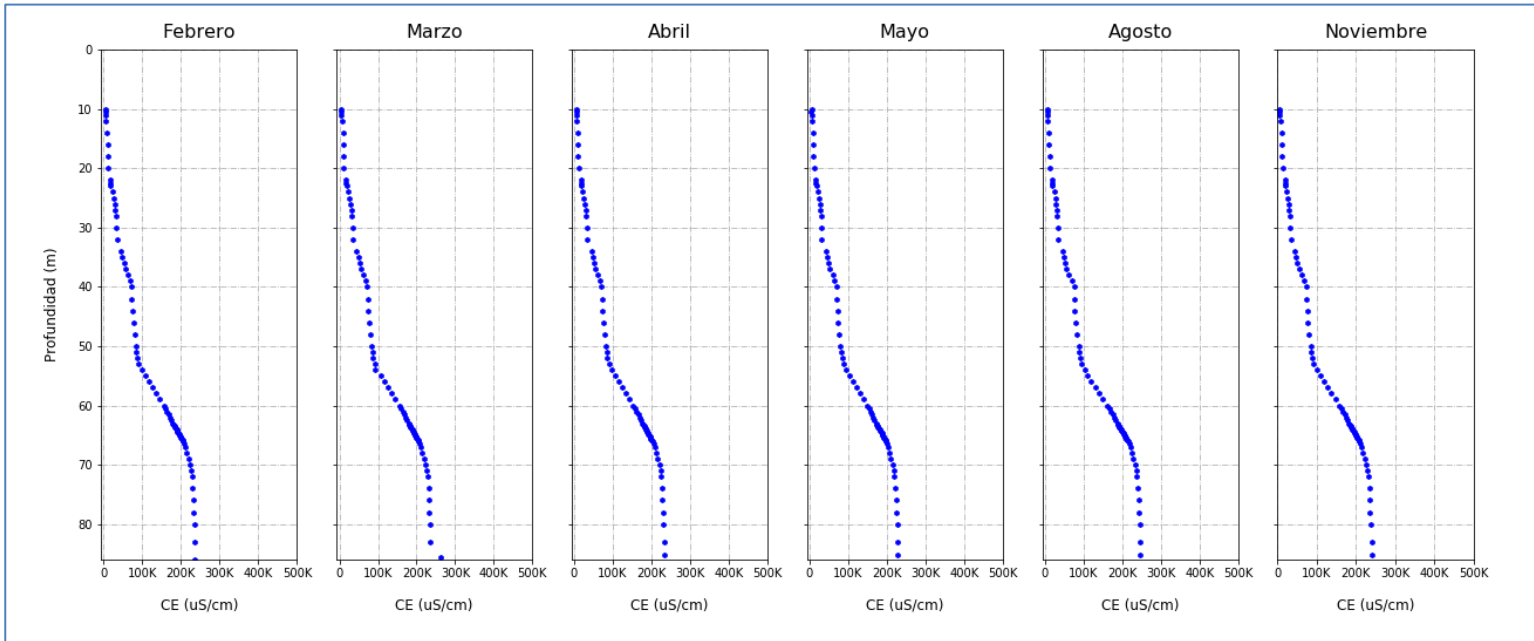
MP-12C																	
Fecha de Campaña																	
06-02-2022			06-03-2022			15-04-2022			17-05-2022			30-08-2022			10-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
62,5	175.300	23,78	62,5	175.100	23,8	62,5	172.800	23,9	62,5	168.300	24,95	62,5	183.100	24,88	62,5	178.200	23,86
63	179.000	23,8	63	179.400	23,82	63	176.500	23,92	63	172.100	24,98	63	187.300	24,9	63	181.700	23,87
63,2	180.700	23,81	63,2	180.500	23,83	63,2	178.400	23,95	63,2	174.200	25,04	63,2	189.100	24,9	63,2	183.600	23,88
63,4	182.700	23,82	63,4	182.200	23,83	63,4	180.400	23,93	63,4	175.800	25,02	63,4	191.300	24,91	63,4	185.700	23,89
63,6	184.600	23,82	63,6	184.700	23,84	63,6	182.100	23,94	63,6	177.700	25,01	63,6	192.900	24,92	63,6	187.800	23,89
63,8	186.700	23,82	63,8	186.200	23,84	63,8	184.300	23,95	63,8	179.100	25,01	63,8	194.800	24,93	63,8	189.800	23,9
64	188.400	23,82	64	188.900	23,85	64	185.900	23,95	64	181.800	25,01	64	197.400	24,94	64	191.400	23,9
64,2	190.000	23,83	64,2	189.700	23,85	64,2	187.600	23,96	64,2	182.900	25,01	64,2	198.600	24,95	64,2	193.100	23,91
64,4	191.300	23,83	64,4	191.500	23,86	64,4	189.200	23,96	64,4	184.900	25,02	64,4	200.500	24,97	64,4	194.900	23,91
64,6	193.000	23,84	64,6	193.100	23,86	64,6	190.800	23,96	64,6	186.900	25,01	64,6	202.200	24,97	64,6	196.500	23,92
64,8	194.900	23,84	64,8	194.500	23,87	64,8	192.200	23,97	64,8	187.700	25,02	64,8	203.900	24,98	64,8	198.200	23,92
65	196.600	23,84	65	196.200	23,87	65	194.100	23,98	65	189.400	25,02	65	205.500	24,99	65	199.900	23,92
65,2	198.300	23,85	65,2	198.200	23,88	65,2	195.700	23,98	65,2	191.100	25,03	65,2	207.300	24,99	65,2	201.500	23,93
65,4	199.700	23,85	65,4	199.600	23,88	65,4	197.400	23,98	65,4	192.400	25,04	65,4	208.700	25	65,4	203.200	23,94
65,6	201.500	23,86	65,6	201.500	23,89	65,6	198.300	23,99	65,6	193.700	25,05	65,6	211.000	25	65,6	205.000	23,94
65,8	203.600	23,87	65,8	203.400	23,89	65,8	201.100	23,99	65,8	196.200	25,05	65,8	212.700	25,03	65,8	207.300	23,95
66	205.500	23,88	66	205.100	23,9	66	202.700	24	66	198.200	25,06	66	215.000	25,02	66	209.000	23,95
66,5	208.700	23,88	66,5	208.400	23,91	66,5	205.800	24,01	66,5	201.200	25,06	66,5	218.200	25,03	66,5	211.700	23,96
67	210.900	23,9	67	210.300	23,92	67	208.200	24,03	67	203.200	25,07	67	220.400	25,04	67	214.100	23,98
68	214.800	23,91	68	215.200	23,98	68	212.300	24,05	68	206.200	25,07	68	224.900	25,07	68	218.200	24
69	218.900	23,94	69	218.900	23,98	69	216.200	24,07	69	210.800	25,13	69	228.900	25,15	69	222.200	24,03
70	222.900	23,97	70	223.300	23,98	70	220.100	24,11	70	214.400	25,14	70	233.000	25,18	70	226.700	24,06

Tabla 5-43 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-12C campañas año 2022

MP-12C																	
Fecha de Campaña																	
06-02-2022			06-03-2022			15-04-2022			17-05-2022			30-08-2022			10-11-2022		
Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof. (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
71	225.800	24	71	225.700	24,03	71	223.000	24,12	71	217.600	25,15	71	236.100	25,22	71	229.100	24,08
72	227.800	24,04	72	227.800	24,06	72	224.900	24,14	72	219.700	25,19	72	238.200	25,27	72	231.300	24,11
74	230.600	24,08	74	230.600	24,11	74	227.800	24,21	74	222.200	25,26	74	241.100	25,3	74	234.100	24,17
76	231.500	24,14	76	231.800	24,14	76	228.600	24,28	76	223.600	25,29	76	242.300	25,4	76	235.100	24,23
78	232.400	24,15	78	232.700	24,19	78	229.800	24,33	78	224.500	25,3	78	243.100	25,44	78	236.100	24,32
80	234.000	24,24	80	234.200	24,27	80	231.400	24,34	80	226.300	25,32	80	245.200	25,48	80	238.000	24,34
83	236.100	24,34	83	236.200	24,36	83	233.400	24,45	83	228.300	25,36	83	247.000	25,58	83	239.700	24,43
86	234.800	24,4	85,6	263.100	24,43	85,3	233.100	24,54	85,3	228.100	25,47	85,3	246.700	25,67	85,3	239.600	24,47

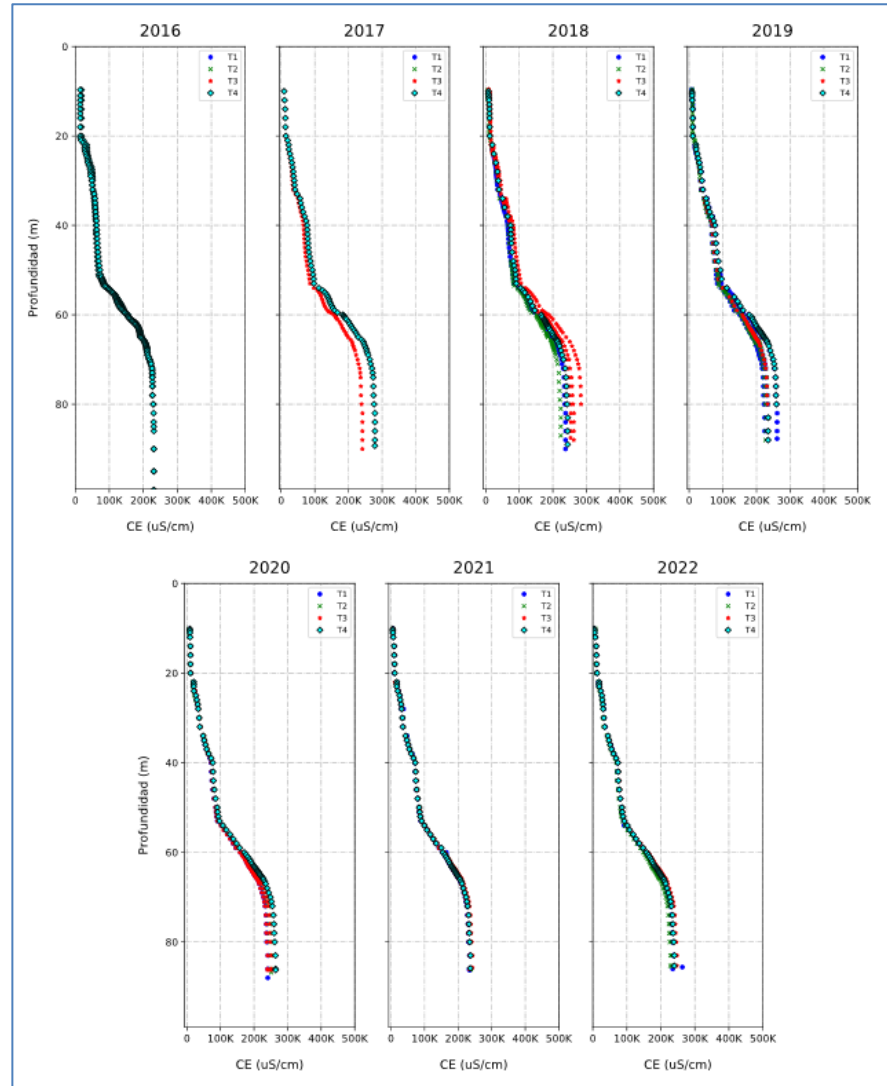
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-100 Perfiles de C.E. en el punto MP-12C año 2022



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-101 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-12C



Fuente: Elaboración propia

5.8 Calidad Química del agua superficial y subterránea

En el presente subcapítulo se exhiben los resultados de calidad de las aguas en base al monitoreo comprometido de frecuencia trimestral, en los puntos definidos en el PSAH, los cuales se distribuyen en 3 sectores individualizados como:

- Sector La Punta-La Brava
- Sector Peine
- Sector Norte y Borde Este

La descripción de los resultados se realiza abordando su presentación por cada sector señalado. La ubicación de los puntos de monitoreo se presenta en la Figura 5-102, Figura 5-145 y Figura 5-189

Como se menciona en el Capítulo 4.3.7 la calidad de las aguas superficiales y subterráneas se obtiene a través de la medición de parámetros *in situ* y del muestreo de aguas para su análisis químico en laboratorio.

El total de puntos comprometidos en la RCA 21/2016 como parte de esta variable son 40, incluyendo puntos en aguas superficiales (vertientes y lagunas) y pozos, todos los cuales se encuentran operativos. En la Tabla 4-6, Tabla 4-7 y Tabla 4-8 se presentan todos los puntos de monitoreo de calidad de agua para cada uno de los sectores.

Cabe señalar que, el compromiso de muestreo, medición y análisis de calidad fisicoquímica de las aguas, como de todas las variables reportadas, comenzó en la fase de operación del Proyecto, es decir, a partir de 28 de septiembre del 2016. Al respecto cabe indicar que Albemarle mantuvo las campañas de calidad de aguas durante el periodo previo al inicio de la operación del Proyecto, con el sólo objetivo de dar continuidad a las mediciones que se venían realizando durante la tramitación del Proyecto.

En el Anexo H de este Informe se presentan los registros e información relacionada con la variable calidad de aguas, dentro de los cuales se encuentran todos los datos históricos de calidad química *in situ* y de laboratorio, los certificados e informes emitidos por las ETFA, respaldos de calibraciones, estabilizaciones de parámetros *in situ* y cadenas de custodia de las campañas que se han realizado, en el marco del Proyecto, durante el 2022.

Además, en la sección 5.8.4 del presente capítulo, se presentan los resultados asociados a los tres pozos de extracción de agua dulce-salobre que tienen compromiso de análisis químico de aguas en el marco de la RCA N° 92/2000, donde se monitorean la densidad y las concentraciones totales de calcio, litio, potasio, magnesio, sodio y sulfato. Estos pozos corresponden a los denominados Peine, Tilopozo y Tucúcaro.

Por otro lado, debido a la activación de la Fase II del PAT Sector alerta Norte, según se indica en la sección 4.4 de este Informe, se aumentó la frecuencia de monitoreo de trimestral a mensual, durante los meses de enero, febrero y marzo de 2022. Sin embargo, existen puntos ubicados en la Reserva Nacional Los Flamencos donde por falta de permisos que entrega CONAF y/o Comunidades, no se pudo efectuar el monitoreo. En la Tabla 5-50 se indican los puntos y los motivos por los cuales no fue posible realizar el muestreo en determinadas campañas del 2022.

Desde la Tabla 5 44 a la Tabla 5-49 se entregan los resultados y/o registros de las campañas del año 2022, de los meses de enero, febrero, marzo, abril, julio-agosto¹⁹ y octubre, indicando el nombre de cada punto, la fecha de muestreo y medición, los valores de los parámetros *in situ* y resultados de los parámetros analizados en laboratorio comprometidos en el PSAH. Cabe destacar que en estas mismas tablas se indica que los monitoreos de 2022 fueron realizados por la ETFA SGS. Cabe indicar que, de todas las muestras analizadas por la ETFA, para tres de ellas el laboratorio no envió los resultados finales de octubre 2022 (MP-09A, MP-12A y LM-13).

En la Tabla 5-50 se indican los puntos y los motivos por los cuales no fue posible realizar el muestreo en determinadas campañas del 2022. Luego de estas tablas, se presentan los resultados en gráficos de cajas, estadígrafos y gráficas de evolución temporal para cada uno de los parámetros por sector de análisis y por tipo de grupo de parámetros. Algunas de las gráficas presentadas, dada la diferencia en los rangos de los valores para los diferentes tipos de aguas, se muestran en escala logarítmica.

Se indica que para hacer uso de los registros en gráficos y estadígrafos de aquellos valores reportados como menores al límite de detección, se utilizó un tercio del valor de dicho límite.

Por otra parte, se tienen valores históricos de conductividad eléctrica $>300.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ (en particular, años 2014, 2015 y 2017), los cuales no se consideran válidos ya que son datos obtenidos a partir de mediciones realizadas sobre muestras diluidas a cuyos resultados se les aplicó un factor de corrección lineal en función del número de diluciones entregando resultados no muy precisos. En función de ello, se determinó dejar estos registros en la base de datos como dato no utilizable para realizar el análisis histórico.

Relacionado con el párrafo precedente, se indica que entre los parámetros de sólidos totales disueltos (SDT) y conductividad eléctrica (CE) existe siempre una buena correlación hasta valores en torno a $200.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad. El conjunto de puntos analizados

¹⁹ Los puntos de monitoreo MP-01A, MP-01B, MP-04B, MP-05A, MP-05B, MP-06A y MP-06B, del sector La Punta-La Brava, fueron monitoreados durante el mes de agosto de 2022.

históricamente en el Salar presenta una línea de tendencia según la siguiente relación $TDS=0,95*CE$ (ver sección 7.6.1 del Anexo 1 Adenda 5, que aprobó el Proyecto que da origen al presente PSAH). En cambio, en las muestras hipersalinas, por sobre 200.000 $\mu S/cm$, la correlación directa entre ambos parámetros es nula, dado que la conductividad es afectada por la composición específica de iones presentes en el agua (Custodio y Llamas, 2001). En dichos ambientes, si bien es posible determinar dos muestras con la misma salinidad, la conductividad puede ser significativamente diferente, dado que las especies iónicas presentan niveles de conductancia específica diferentes.

Tabla 5-44 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña enero 2022 (1/3)

Punto			LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-01B	MP-04A	MP-04B
Código analítico laboratorio			ES22-05830	ES22-05832	ES22-05831	ES22-05829	ES22-05828	ES22-05824	ES22-05823	ES22-05821	ES22-05822
Fecha de muestreo			26-01-2022	26-01-2022	26-01-2022	26-01-2022	25-01-2022	26-01-2022	26-01-2022	25-01-2022	25-01-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros in situ											
pH	-	-	8,06	8,09	7,79	7,36	6,95	7,52	6,15	7,24	6,11
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	86.560	77.070	136.400	198.800	4.835	26.860	256.800	8.381	26.810
Temperatura	°C	0,01	20,1	20,4	24,9	28,4	26,6	20,3	20,5	27,9	28,8
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	43.290	38.120	68.230	99.360	2.417	13.430	128.300	4.193	13.410
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	3,07	2,24	2,74	1,87	3,36	1,84	0,65	2,42	0,76
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	0,1	8,3	8,2	8,5	8,3	7,6	7,7	6,3	7,7	6,2
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	79.564	80.180	104.862	390.259	4.210	24.772	255.130	6.728	530.222
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	57.380	50.300	80.140	294.580	2.840	17.750	199.020	4.204	311.220
Densidad	g/ml	-	1,03	1,03	1,07	1,15	1	1,01	1,21	0,99	1,2
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	30.213	28.794	44.712	121.310	955	8.319	21.088	1.752	196.691
Sulfato	mg/l	10	4.791	4.890	8.026	17.761	426	1.104	3.789	434	11.484
Bicarbonato	mg/l	0,2	1.296	934	544	1.224	443	453	435	484	270
Nitrato	mg/l	0,01	6,57	6,48	5,83	11,83	4,32	0,93	1,23	2,93	9,42
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,01	4.857	4.795	6.726	17.236	168	2.752	304	173	26.460
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	1.766	1.533	2.869	5.330	27	48	3.555	66	3.224
Sodio disuelto	mg/l	0,01	9.277	10.156	11.621	41.504	786	1.929	1.184	928	80.200
Potasio disuelto	mg/l	0,01	944	417	664	1.375	46	68	307	88	9.888
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,0005	8,08	7,91	9,71	18,22	1,28	6,69	20,58	1,29	6,98

Punto Código analítico laboratorio Fecha de muestreo			LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-01B	MP-04A	MP-04B
			ES22-05830	ES22-05832	ES22-05831	ES22-05829	ES22-05828	ES22-05824	ES22-05823	ES22-05821	ES22-05822
			26-01-2022	26-01-2022	26-01-2022	26-01-2022	25-01-2022	26-01-2022	26-01-2022	25-01-2022	25-01-2022
Litio disuelto	mg/l	0,00 08	150,2	152	277,2	589,2	4,71	48,11	1.545,00	10,48	1.747,00
Boro disuelto	mg/l	0,05	141,1	143,3	223,6	471,3	10,33	36,1	541,6	13,37	640,6
Error del balance iónico	%	-	-5,2	-2,7	-9,1	-6,4	6,9	-4,1	4,2	-3,5	-0,3
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,01	5.365	5.522	7.651	18.766	172	2.880	845	176	27.109
Magnesio total	mg/l	0,01	1.982	2.207	3.494	6.941	42	78	3.654	91	34.058
Sodio total	mg/l	0,01	69.165	63.721	59.204	250.122	1.294	2.380	4.700	1.474	369.385
Potasio total	mg/l	0,01	2.646	2.670	4.465	10.312	63	78	1.720	372	13.074
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	0,8	<0,5	0,8
Arsénico total	mg/l	0,00 1	2,115	2,165	5,135	4,34	0,316	0,501	15,56	0,286	3,041
Boro total	mg/l	0,05	153,5	148,7	233,1	496,5	10,5	37	547,1	13,5	653,5
Estroncio total	mg/l	0,01	23,4	23,6	27	42,9	3,6	18,8	43,3	3,7	20,1
Hierro total	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,13	<0,01	7,51
Litio total	mg/l	0,01	162,9	173,2	322,3	701,9	5	52,1	1.651,50	12,4	1.991,60
Silicio total	mg/l	2	53	53	46	39	47	39	8	45	7

Tabla 5 44 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña enero 2022 (2/3)

Punto			MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-09A	A. Tilomonte	MP-07A	MP-08A	PP-01
Código analítico laboratorio			ES22-05819	ES22-05820	ES22-05818	ES22-05817	ES22-05816	ES22-06052	ES22-06056	ES22-05826	ES22-06058
Fecha de muestreo			24-01-2022	24-01-2022	24-01-2022	24-01-2022	25-01-2022	27-01-2022	27-01-2022	25-01-2022	27-01-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Peine	Peine	Peine	Peine
Parámetros	Unid ad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros in situ											
pH	-	-	7,46	5,45	7,46	6,21	7,18	8,3	7,25	7,03	7,02
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	29.950	233.600	20.860	218.222	4.851	7.450	17.230	9.653	34.870
Temperatura	°C	0,01	22,2	24,1	24,7	27,4	27,2	21,8	23,3	21,6	21,6
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	13.780	116.800	9.680	109.111	2.426	3.720	8.615	4.823	17.440
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	2,18	0,45	2,88	0,79	3,24	3,83	2,3	3,81	1,64
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	0,1	7,7	6,4	7,7	6,3	7,4	8,3	7,4	7,4	7,2
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	28.743	488.448	19.822	460.419	4.402	6.226	14.202	7.955	34.050
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	18.420	322.460	10.990	332.460	2.970	4.500	9.490	5.760	23.040
Densidad	g/ml	-	1,02	1,2	1	1,21	0,99	0,99	1,01	0,99	1
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	9.895	160.394	6.443	153.348	925	1.666	4.631	2.081	12.242
Sulfato	mg/l	10	1.193	17.370	909	16.114	431	829	858	787	1.533
Bicarbonato	mg/l	0,2	503	496	468	442	463	215	256	423	367
Nitrato	mg/l	0,01	1,86	5,28	4,43	5,4	4,71	0,03	3,58	4,29	3,39
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,01	224	37.349	202	454	90	284	267	461	363
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	77	8.667	277	21.258	28	23	37	36	65
Sodio disuelto	mg/l	0,01	6.326	53.027	4.001	45.410	784	804	2.216	937	5.804
Potasio disuelto	mg/l	0,01	104	10.474	64	4.138	20	68	359	42	1.116
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,0005	4,32	4,44	1,47	3,2	1,55	2,67	2,46	4,02	4,35

Punto			MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-09A	A. Tilomonte ES22- 06052	MP-07A	MP-08A	PP-01
Código analítico laboratorio			ES22-05819	ES22-05820	ES22-05818	ES22-05817	ES22-05816		ES22-06056	ES22-05826	ES22-06058
Fecha de muestreo			24-01-2022	24-01-2022	24-01-2022	24-01-2022	25-01-2022	27-01-2022	27-01-2022	25-01-2022	27-01-2022
Litio disuelto	mg/l	0,00 08	61,74	1.674,00	46,42	1.867,00	5,05	2,11	22,56	4,24	77,91
Boro disuelto	mg/l	0,05	37,85	634,4	29,8	689,4	10,08	10,23	14,87	13,66	38,45
Error del balance iónico	%	-	0,4	6,5	3,5	-4	2,6	-9,5	-8,3	-6,4	-8
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,01	235	38.584	212	485	92	297	285	465	368
Magnesio total	mg/l	0,01	501	87.219	378	21.575	30	186	305	36	638
Sodio total	mg/l	0,01	7.593	85.205	5.908	143.738	876	808	2.217	7.861	5.890
Potasio total	mg/l	0,01	138	15.052	79	5.410	43	76	406	107	1.183
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	0,7	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,00 1	0,575	0,615	1,01	1,73	0,374	0,077	0,149	0,108	0,211
Boro total	mg/l	0,05	40,1	636,4	30,4	693,2	10,4	10,4	15	14,2	38,9
Estroncio total	mg/l	0,01	5,7	14,4	3,8	9,5	3,9	5,5	5,6	11,8	9,6
Hierro total	mg/l	0,01	<0,01	0,7	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,01	80,9	1.679,00	47,4	1.960,80	5,2	1,1	23,2	7,4	84,1
Silicio total	mg/l	2	40	4	39	4	47	36	41	43	43

Tabla 5 44 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña enero 2022 (3/3)

Punto			PP-02	PP-03	Vert. Peine	LM-13	LM-14	MP-12A
Código analítico laboratorio			ES22-06054	ES22-06053	ES22-05814	ES22-05827	ES22-05833	ES22-05815
Fecha de muestreo			27-01-2022	27-01-2022	25-01-2022	27-01-2022	27-01-2022	25-01-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			Peine	Peine	Peine	Sector Norte y Borde Este	Sector Norte y Borde Este	Sector Norte y Borde Este
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea
Parámetros in situ								
pH	-	-	7,15	7,25	7,38	7	7,16	7,53
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	41.570	28.370	5.038	251.900	241.700	18.960
Temperatura	°C	0,01	23,7	25,3	25,8	24,9	20,8	22,8
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	20.760	14.190	2.522	126.100	121.000	9.481
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	1	1,29	3,86	0,65	1,25	3,93
Fisicoquímico laboratorio								
pH	-	0,1	7,2	7,2	7,6	8,2	8,4	7,7
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	42.745	25.780	4.252	424.506	190.109	16.023
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	30.960	15.420	3.464	170.738	136.780	9.798
Densidad	g/ml	-	1,01	1	0,99	1,21	1,18	1,02
Elementos mayoritarios disueltos								
Aniones								
Cloruro	mg/l	5	15.988	8.960	918	185.386	149.140	5.419
Sulfato	mg/l	10	1.236	1.050	732	23.626	17.719	484
Bicarbonato	mg/l	0,2	239	207	160	1.343	699	260
Nitrato	mg/l	0,01	3,95	2,11	5,12	10,98	78,44	3,79
Cationes								
Calcio disuelto	mg/l	0,01	337	265	327	19.307	10.410	166
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	77	49	99	19.065	18.878	128
Sodio disuelto	mg/l	0,01	7.828	4.462	536	45.777	36.670	3.494
Potasio disuelto	mg/l	0,01	1.462	748	29	2.755	2.705	117
Elementos minoritarios y trazas disueltos								
Estroncio disuelto	mg/l	0,0005	3,93	2,89	2,81	12,95	7,93	4,49
Litio disuelto	mg/l	0,0008	100	49,25	0,73	2.177,00	922,3	28,61

Punto			PP-02	PP-03	Vert. Peine	LM-13	LM-14	MP-12A
Código analítico laboratorio			ES22-06054	ES22-06053	ES22-05814	ES22-05827	ES22-05833	ES22-05815
Fecha de muestreo			27-01-2022	27-01-2022	25-01-2022	27-01-2022	27-01-2022	25-01-2022
Boro disuelto	mg/l	0,05	51,67	25,88	9,53	674,6	414,8	10,76
Error del balance iónico	%	-	-5,6	-6,4	7,9	-6	-7	3,9
Elementos mayoritarios totales								
Calcio total	mg/l	0,01	353	276	333	19.414	12.207	167
Magnesio total	mg/l	0,01	640	436	100	19.695	21.835	129
Sodio total	mg/l	0,01	7.870	4.523	4.285	57.801	334.107	3.545
Potasio total	mg/l	0,01	1.607	779	64	3.870	14.069	494
Elementos minoritarios y trazas totales								
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	0,7	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,001	1,56	0,231	0,037	3,015	2,995	0,103
Boro total	mg/l	0,05	52,2	26	9,6	681,2	431,5	10,9
Estroncio total	mg/l	0,01	9,6	6,3	6,6	18	8,7	12,1
Hierro total	mg/l	0,01	0,26	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,01	110,6	51,7	0,9	2.238,80	1.054,10	29,9
Silicio total	mg/l	2	39	37	35	17	23	33

Tabla 5-45 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña febrero 2022 (1/3)

Punto			LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-01B	MP-03A	MP-03B
Código analítico laboratorio			ES22-11002	ES22-11004	ES22-11003	ES22-11005	ES22-11609	ES22-11006	ES22-11007-1	ES22-11008	ES22-11009
Fecha de muestreo			22-02-2022	22-02-2022	22-02-2022	22-02-2022	23-02-2022	22-02-2022	22-02-2022	22-02-2022	22-02-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros in situ											
pH	-	-	8,20	8,34	7,95	7,56	7,08	7,49	6,27	7,64	6,31
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	75.820	74.810	128.200	199.800	5.030	23.820	231.800	9.659	240.500
Temperatura	°C	0,0 1	18,10	18,50	27,10	31,30	27,00	22,00	18,40	20,00	18,80
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	37.850	37.270	63.980	99.870	2.516	11.890	116.000	4.829	120.200
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 1	3,20	2,26	2,66	1,55	3,10	1,57	1,01	3,05	8,90
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	0,1	8,10	8,20	7,90	7,50	7,30	7,60	6,30	7,90	6,30
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	79.011	77.826	130.722	201.306	4.144	24.905	248.664	11.483	246.688
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	57.570	49.870	80.270	155.020	2.655	15.640	184.020	8.570	185.380
Densidad	g/ml	-	1,020	1,010	1,020	1,020	1,010	1,030	1,020	1,030	1,040
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	31.128	29.431	56.082	108.615	920	7.891	177.626	4.492	177.378
Sulfato	mg/l	10	4.466	1.819	8.306	17.843	416	771	6.512	644	6.586
Bicarbonato	mg/l	0,2	717	489	933	803	434	429	425	449	460
Nitrato	mg/l	0,0 1	6,40	8,62	5,84	15,44	4,21	1,14	38,31	1,72	88,14
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,0 1	606	596	842	1.647	171	212	811	189	836
Magnesio disuelto	mg/l	0,0 1	965	1.674	2.260	3.821	97	472	4.988	172	4.684
Sodio disuelto	mg/l	0,0 1	16.815	15.753	28.479	44.092	574	3.996	75.475	2.303	65.772
Potasio disuelto	mg/l	0,0 1	3.025	2.770	4.093	10.855	83	893	16.205	414	17.517

Punto			LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-01B	MP-03A	MP-03B
Código analítico laboratorio			ES22-11002	ES22-11004	ES22-11003	ES22-11005	ES22-11609	ES22-11006	ES22-11007-1	ES22-11008	ES22-11009
Fecha de muestreo			22-02-2022	22-02-2022	22-02-2022	22-02-2022	23-02-2022	22-02-2022	22-02-2022	22-02-2022	22-02-2022
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,0005	8,87	9,37	10,77	20,33	1,27	7,80	22,29	1,84	19,85
Litio disuelto	mg/l	0,0008	214,44	218,61	393,97	761,21	4,86	52,04	1.496,99	17,35	1.558,41
Boro disuelto	mg/l	0,005	213,08	216,10	333,45	680,99	11,50	50,09	878,99	23,95	947,41
Error del balance iónico	%	-	1,3	7,4	-1,4	-8,8	6,4	4,3	-5,6	-1,3	-9,9
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,01	632	639	887	1.948	207	342	937	203	892
Magnesio total	mg/l	0,01	1.199	2.032	2.339	4.436	119	869	6.378	178	6.747
Sodio total	mg/l	0,01	17.896	16.693	31.641	65.625	582	5.583	123.291	2.478	74.219
Potasio total	mg/l	0,01	3.863	3.037	6.626	11.191	85	1.297	17.080	697	19.050
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,001	4,335	2,300	4,400	10,600	0,324	0,530	0,748	0,413	1,260
Boro total	mg/l	0,005	226,8	223,1	370,7	702,7	13,0	50,1	904,4	26,0	1.032,5
Estroncio total	mg/l	0,001	24,8	24,0	29,5	47,2	3,7	23,8	4,7	5,8	41,7
Hierro total	mg/l	0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	<0,01	0,06
Litio total	mg/l	0,001	262,7	283,9	425,0	1.177,0	5,6	101,7	1.875,6	27,0	1.631,8
Silicio total	mg/l	2	52	62	50	46	42	44	9	40	10

Tabla 5 45 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña febrero 2022 (2/3)

Punto			MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-09A	A. Tilomonte	MP-07A
Código analítico laboratorio			ES22-11610	ES22-11612	ES22-11611	ES22-11614	ES22-11613	ES22-11615	ES22-11616	ES22-11929	ES22-11955
Fecha de muestreo			23-02-2022	23-02-2022	23-02-2022	23-02-2022	23-02-2022	23-02-2022	23-02-2022	25-02-2022	25-02-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			La Punta-La Brava Agua Subterránea	La Punta-La Brava Agua Subterránea	La Punta-La Brava Agua Subterránea	La Punta-La Brava Agua Subterránea	La Punta-La Brava Agua Subterránea	La Punta-La Brava Agua Subterránea	La Punta-La Brava Agua Subterránea	Peine Agua Superficial	Peine Agua Subterránea
Parámetros	Unidad	LD									
Parámetros in situ											
pH	-	-	7,28	6,06	7,28	6,22	7,17	6,13	7,09	8,12	6,97
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	7.402	247.900	39.200	232.300	31.620	237.300	4.880	6.313	14.550
Temperatura	°C	0,0 1	26,80	27,70	20,90	21,20	23,50	23,30	26,80	20,10	22,30
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	3.703	123.900	19.590	116.200	15.820	118.500	2.441	3.158	7.291
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 1	2,76	0,56	3,63	2,05	2,79	2,47	3,03	3,85	0,92
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	0,1	7,40	6,10	7,40	6,30	7,40	6,30	7,40	8,20	7,10
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6.756	238.086	38.493	231.447	32.586	235.360	6.376	6.637	15.116
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	4.649	152.380	28.880	180.540	22.520	164.790	4.400	4.845	10.590
Densidad	g/ml	-	1,030	1,230	0,990	1,180	1,020	1,160	1,000	1,060	1,070
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	1.736	184.078	13.489	180.802	10.363	183.532	1.031	1.639	4.705
Sulfato	mg/l	10	458	11.764	1.208	15.085	1.025	13.130	416	719	740
Bicarbonato	mg/l	0,2	464	283	480	476	465	437	457	245	293
Nitrato	mg/l	0,0 1	3,45	10,10	4,03	5,50	4,52	6,13	4,85	0,11	3,77
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,0 1	178	694	241	436	233	479	174	144	317
Magnesio disuelto	mg/l	0,0 1	120	5.215	544	6.526	569	6.455	99	62	351
Sodio disuelto	mg/l	0,0 1	1.151	98.242	8.389	78.027	5.406	72.705	562	823	1.876

Punto			MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-09A	A. Tilomonte	MP-07A
Código analítico laboratorio			ES22-11610	ES22-11612	ES22-11611	ES22-11614	ES22-11613	ES22-11615	ES22-11616	ES22-11929	ES22-11955
Fecha de muestreo			23-02-2022	23-02-2022	23-02-2022	23-02-2022	23-02-2022	23-02-2022	23-02-2022	25-02-2022	25-02-2022
Potasio disuelto	mg/l	0,0 1	196	19.546	1.506	19.746	1.140	24.652	90	89	192
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,0 005	1,18	6,66	2,24	3,84	1,54	2,95	1,31	2,10	27,13
Litio disuelto	mg/l	0,0 008	11,52	1.576,18	107,53	1.659,81	87,69	1.781,17	5,35	1,29	289,10
Boro disuelto	mg/l	0,0 5	15,25	877,82	67,23	897,09	60,54	929,19	16,14	12,48	14,32
Error del balance iónico	%	-	9,3	2,4	8,9	-4,6	4,6	-5,8	3,8	-9,4	7,4
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,0 1	197	780	260	455	293	550	202	147	329
Magnesio total	mg/l	0,0 1	126	7.319	956	7.960	725	8.159	149	63	390
Sodio total	mg/l	0,0 1	1.175	99.234	8.419	103.729	5.816	112.061	622	830	2.410
Potasio total	mg/l	0,0 1	285	44.104	1.609	38.147	1.639	26.917	134	91	267
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,6	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,0 01	0,199	5,100	0,485	1,400	0,599	0,974	0,241	0,032	0,167
Boro total	mg/l	0,0 5	17,2	940,1	69,3	899,3	62,3	950,6	17,6	15,2	15,1
Estroncio total	mg/l	0,0 1	3,9	24,7	6,9	9,6	4,6	8,2	4,2	2,8	27,1
Hierro total	mg/l	0,0 1	<0,01	11,29	<0,01	2,28	3,12	3,23	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,0 1	17,7	1.581,7	198,2	1.780,7	94,3	1.944,1	6,3	1,4	294,8
Silicio total	mg/l	2	46	9	26	12	24	12	35	34	36

Tabla 5 45 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña febrero 2022 (3/3)

Punto			MP-08A	PP-01	PP-02	PP-03	Vert. Peine	BA-31	LM-13	LM-14	MP-12A
Código analítico laboratorio			ES22- 12070	ES22- 11951	ES22- 11952	ES22- 11954	ES22- 11936	ES22-11935	ES22-11930	ES22- 11934-1	ES22-11937
Fecha de muestreo			25-02- 2022	25-02- 2022	25-02- 2022	25-02- 2022	24-02- 2022	25-02-2022	24-02-2022	24-02-2022	24-02-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	S. Norte y Borde Este	S. Norte y Borde Este	S. Norte y Borde Este	S. Norte y Borde Este
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea
Parámetros in situ											
pH	-	-	7,01	7,08	7,05	7,01	7,45	7,18	7,09	7,34	7,54
Conductividad eléctrica	µS/ cm	1	28.880	33.730	45.890	25.880	4.088	225.100	247.400	233.800	16.110
Temperatura	°C	0,0 1	26,80	21,30	23,30	26,80	26,30	24,10	29,80	30,10	27,50
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	12.960	16.880	22.970	12.960	2.050	112.600	123.600	117.000	8.052
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 1	2,60	2,88	2,45	2,60	0,26	0,26	0,56	0,62	3,79
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	0,1	14,00	7,00	7,20	7,20	7,90	7,20	7,20	7,30	7,70
Conductividad eléctrica	µS/ cm	1	16.344	34.982	47.530	26.608	6.109	222.256	238.789	231.974	16.365
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	10.680	24.170	36.130	17.590	3.790	153.360	171.960	199.420	11.620
Densidad	g/ml	-	2,140	1,030	1,070	1,050	1,000	1,110	1,230	1,230	0,990
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	4.222	12.169	17.321	9.378	896	137.078	151.223	185.666	5.291
Sulfato	mg/l	10	1.653	1.337	1.151	790	719	16.073	13.892	18.645	459
Bicarbonato	mg/l	0,2	797	402	268	241	155	670	1.983	749	260
Nitrato	mg/l	0,0 1	8,20	3,41	3,56	1,54	5,43	5,41	6,88	84,37	4,10
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,0 1	939	453	425	313	350	685	4.614	535	172
Magnesio disuelto	mg/l	0,0 1	108	781	821	548	95	5.081	9.404	7.502	221

Punto			MP-08A	PP-01	PP-02	PP-03	Vert. Peine	BA-31	LM-13	LM-14	MP-12A
Código analítico laboratorio			ES22-12070	ES22-11951	ES22-11952	ES22-11954	ES22-11936	ES22-11935	ES22-11930	ES22-11934-1	ES22-11937
Fecha de muestreo			25-02-2022	25-02-2022	25-02-2022	25-02-2022	24-02-2022	25-02-2022	24-02-2022	24-02-2022	24-02-2022
Sodio disuelto	mg/l	0,0 1	2.097	4.082	8.644	3.282	474	89.050	83.887	104.248	2.822
Potasio disuelto	mg/l	0,0 1	205	735	711	783	37	14.142	20.865	18.518	802
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,0 005	9,14	4,89	4,49	2,61	2,75	15,39	13,49	9,50	4,18
Litio disuelto	mg/l	0,0 008	10,16	89,49	132,77	47,03	1,98	1.032,36	1.366,80	1.419,54	32,94
Boro disuelto	mg/l	0,0 5	37,36	48,32	75,13	27,59	15,40	747,24	637,93	688,25	16,94
Error del balance iónico	%	-	-1,5		0,6	-9,0	9,1	9,0	9,6	3,5	4,8
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,0 1	985	458	438	320	380	1.144	6.029	901	174
Magnesio total	mg/l	0,0 1	306	881	920	669	98	5.603	15.406	7.648	290
Sodio total	mg/l	0,0 1	2.205	4.528	8.765	3.325	481	136.780	87.745	163.361	2.951
Potasio total	mg/l	0,0 1	213	897	837	795	39	20.929	21.892	23.186	897
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	1,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,0 01	0,420	0,285	0,984	0,499	0,020	2,850	2,805	1,008	0,098
Boro total	mg/l	0,0 5	40,4	50,5	78,1	27,8	15,4	789,3	684,8	745,6	17,3
Estroncio total	mg/l	0,0 1	20,9	5,0	4,6	2,7	10,2	15,5	13,6	10,2	14,8
Hierro total	mg/l	0,0 1	0,02	<0,01	0,07	<0,01	<0,01	0,25	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,0 1	11,7	91,5	133,8	60,4	2,4	1.052,0	1.424,0	1.549,0	34,9
Silicio total	mg/l	2	80	35	33	31	30	<2	33	30	26

Tabla 5-46 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña marzo 2022 (1/4)

Punto			LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-01B	MP-03A	MP-03B
Código analítico laboratorio			ES22-16539	ES22-16540	ES22-16542	ES22-16543	ES22-16520	ES22-16544	ES22-16545	ES22-16546	ES22-16547
Fecha de muestreo			14-03-2022	14-03-2022	14-03-2022	14-03-2022	15-03-2022	14-03-2022	14-03-2022	14-03-2022	14-03-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros in situ											
pH	-	-	8,06	8,08	7,85	7,70	7,13	7,34	6,30	7,33	6,09
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	74.070	74.070	117.100	149.800	4.460	23.900	230.000	8.959	239.700
Temperatura	°C	0,0 1	20,60	18,50	23,80	30,70	26,80	18,10	20,00	18,60	16,70
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	37.000	36.960	58.670	74.950	2.230	11.950	115.000	4.490	120.100
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 1	4,26	58,70	7,33	2,16	2,97	6,25	0,88	1,50	0,68
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	0,1	8,40	8,40	8,20	8,20	7,30	7,40	7,30	7,60	7,30
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	79.010	78.616	131.755	153.672	4.383	24.673	374.384	9.212	397.206
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	57.260	58.520	90.220	122.900	3.140	16.120	289.420	5.488	328.840
Densidad	g/ml	-	1,030	1,030	1,060	1,080	0,990	1,010	1,170	1,000	1,190
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	25.722	27.501	55.104	71.731	1.037	7.693	152.841	3.153	178.644
Sulfato	mg/l	10	3.733	3.737	7.244	11.475	432	795	6.643	655	9.426
Bicarbonato	mg/l	0,2	536	546	851	418	441	444	85	463	88
Nitrato	mg/l	0,0 1	0,78	5,97	5,26	7,62	2,50	1,20	38,75	1,30	63,33
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,0 1	476	466	659	1.252	150	212	695	165	753
Magnesio disuelto	mg/l	0,0 1	1.190	1.130	2.062	2.898	96	466	5.115	175	6.662
Sodio disuelto	mg/l	0,0 1	15.051	14.343	26.184	33.508	551	3.878	69.992	1.407	84.412
Potasio disuelto	mg/l	0,0 1	2.550	2.428	4.880	6.067	101	889	13.684	279	18.344

Punto			LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-01B	MP-03A	MP-03B
Código analítico laboratorio			ES22-16539	ES22-16540	ES22-16542	ES22-16543	ES22-16520	ES22-16544	ES22-16545	ES22-16546	ES22-16547
Fecha de muestreo			14-03-2022	14-03-2022	14-03-2022	14-03-2022	15-03-2022	14-03-2022	14-03-2022	14-03-2022	14-03-2022
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,0005	6,15	6,09	7,76	12,26	1,31	6,70	17,55	1,20	16,69
Litio disuelto	mg/l	0,0008	46,85	160,00	283,22	351,40	3,23	49,31	920,70	13,70	1.038,61
Boro disuelto	mg/l	0,005	25,93	103,37	200,40	268,20	6,31	48,56	343,96	12,28	566,59
Error del balance iónico	%	-	2,6	-0,5	-4,8	-5,3	-1,5	4,0	-4,4	-6,7	-2,0
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,01	487	471	669	1.337	163	355	751	183	813
Magnesio total	mg/l	0,01	1.271	1.311	3.048	3.175	738	656	5.670	184	7.229
Sodio total	mg/l	0,01	23.779	15.430	28.168	40.405	569	4.689	83.160	1.505	92.453
Potasio total	mg/l	0,01	2.660	2.544	4.979	6.291	133	950	13.962	299	18.695
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,001	2,585	2,588	5,820	8,130	0,379	0,503	0,004	0,480	2,338
Boro total	mg/l	0,005	27,6	126,4	225,1	289,5	10,4	52,7	433,8	15,6	585,6
Estroncio total	mg/l	0,001	8,3	7,9	10,3	14,2	1,4	18,2	20,1	2,0	16,8
Hierro total	mg/l	0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,001	71,7	173,7	305,4	388,6	4,9	55,5	1.689,1	15,6	1.177,0
Silicio total	mg/l	2	54	59	54	54	45	43	9	42	9

Tabla 5 46 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña marzo 2022 (2/4)

Punto			MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-09A	A. Tilomonte	LM-09
Código analítico laboratorio			ES22-16513	ES22-16514	ES22-16515	ES22-16516	ES22-16517	ES22-16518	ES22-16519	ES22-17011	ES22-16521
Fecha de muestreo			15-03-2022	15-03-2022	15-03-2022	15-03-2022	15-03-2022	15-03-2022	15-03-2022	18-03-2022	16-03-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			La Punta-La Brava Agua Subterránea	La Punta-La Brava Agua Subterránea	La Punta-La Brava Agua Subterránea	La Punta-La Brava Agua Subterránea	La Punta-La Brava Agua Subterránea	La Punta-La Brava Agua Subterránea	La Punta-La Brava Agua Subterránea	Peine	Peine
Parámetros	Unidad	LD	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Superficial	Superficial
Parámetros in situ											
pH	-	-	7,21	6,16	7,05	6,10	6,96	6,08	7,01	8,08	7,79
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6.143	243.900	35.570	234.500	23.480	238.400	4.408	6.551	49.990
Temperatura	°C	0,0 1	25,60	25,70	20,00	21,00	22,50	23,50	25,20	14,20	24,90
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	3.113	122.000	17.750	117.200	11.740	118.200	2.200	3.282	24.950
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 1	20,30	0,43	2,22	0,77	2,70	0,72	3,32	6,40	6,06
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	0,1	7,40	6,10	7,60	6,30	7,50	6,20	7,50	8,20	8,00
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6.242	246.772	39.731	242.453	25.949	244.674	4.413	6.192	54.728
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	3.800	214.040	21.060	210.260	20.400	227.820	3.240	3.960	40.980
Densidad	g/ml	-	0,990	1,200	1,010	1,210	1,000	1,220	0,990	0,990	1,020
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	1.974	167.136	13.520	190.101	8.380	164.095	1.036	1.693	20.323
Sulfato	mg/l	10	465	11.410	1.539	17.472	1.029	14.941	428	822	2.235
Bicarbonato	mg/l	0,2	460	277	467	490	505	398	543	261	280
Nitrato	mg/l	0,0 1	3,10	9,31	3,26	5,24	4,26	5,81	4,65	0,16	34,15
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,0 1	151	621	210	384	179	431	155	259	800
Magnesio disuelto	mg/l	0,0 1	114	6.934	710	8.798	416	8.753	103	60	1.006
Sodio disuelto	mg/l	0,0 1	891	91.324	6.216	96.570	4.009	89.417	548	877	9.222

Punto			MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-09A	A. Tilomonte	LM-09
Código analítico laboratorio			ES22- 16513	ES22- 16514	ES22- 16515	ES22- 16516	ES22- 16517	ES22- 16518	ES22- 16519	ES22- 17011	ES22- 16521
Fecha de muestreo			15-03-2022	15-03-2022	15-03-2022	15-03-2022	15-03-2022	15-03-2022	15-03-2022	18-03- 2022	16-03- 2022
Potasio disuelto	mg/l	0,0 1	149	18.372	1.331	18.707	803	21.796	83	69	1.382
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,0 005	1,23	4,98	2,17	2,13	0,97	3,54	1,32	4,00	8,59
Litio disuelto	mg/l	0,0 008	7,15	1.271,00	90,97	1.338,00	59,71	1.261,68	6,31	1,52	95,37
Boro disuelto	mg/l	0,0 5	7,50	482,69	45,92	507,62	30,09	599,43	7,62	12,44	39,47
Error del balance iónico	%	-	-7,6	3,9	-2,7	0,2	-2,1	5,6	-2,0	-5,8	-3,4
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,0 1	169	682	222	406	198	459	167	263	822
Magnesio total	mg/l	0,0 1	880	8.132	751	9.731	447	9.294	162	151	1.014
Sodio total	mg/l	0,0 1	933	97.656	10.339	99.609	5.983	96.143	6.279	880	13.751
Potasio total	mg/l	0,0 1	219	20.819	1.517	23.206	870	23.340	86	69	1.522
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,0 01	0,349	3,900	0,480	2,035	0,383	2,053	0,374	0,066	0,695
Boro total	mg/l	0,0 5	10,0	607,5	49,4	624,5	35,5	624,7	10,6	13,7	46,9
Estroncio total	mg/l	0,0 1	1,3	7,1	2,2	3,5	1,4	3,7	1,5	4,2	9,5
Hierro total	mg/l	0,0 1	<0,01	11,09	<0,01	0,72	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,0 1	8,9	1.580,1	124,8	1.677,7	83,2	1.395,0	11,2	1,6	101,8
Silicio total	mg/l	2	41	7	34	8	33	9	38	32	31

Tabla 5 46 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña marzo 2022 (3/4)

Punto			LM-10	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	MPS-AB	MPS-CB	PP-01	PP-02	PP-03
Código analítico laboratorio			ES22-16522	ES22-16532	ES22-16531	ES22-16523	ES22-16524	ES22-16525	ES22-16533	ES22-17012	ES22-17014
Fecha de muestreo			16-03-2022	17-03-2022	17-03-2022	16-03-2022	16-03-2022	16-03-2022	17-03-2022	18-03-2022	18-03-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros in situ											
pH	-	-	7,77	7,00	6,91	7,56	6,55	6,47	6,84	7,05	7,04
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	55.130	14.370	8.017	59.190	234.600	230.100	34.470	47.830	25.900
Temperatura	°C	0,0 1	25,70	20,80	19,10	19,80	17,00	19,10	19,90	22,20	25,40
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	27.590	7.187	4.009	29.600	117.300	115.050	17.230	23.900	12.950
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 1	3,64	3,47	2,75	2,04	0,70	0,65	2,80	1,52	2,05
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	0,1	8,00	7,50	7,30	7,70	7,30	7,40	7,40	7,10	7,50
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	59.413	15.487	8.563	60.057	240.686	251.011	35.874	46.770	25.268
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	47.500	10.440	6.240	37.920	182.480	228.180	22.082	31.240	17.148
Densidad	g/ml	-	1,020	1,000	1,000	1,020	1,190	1,220	1,010	1,010	1,000
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	23.725	5.125	2.181	28.287	166.680	196.437	13.170	18.523	9.236
Sulfato	mg/l	10	2.494	691	759	3.373	8.882	13.192	1.300	1.114	740
Bicarbonato	mg/l	0,2	258	410	425	180	622	692	415	251	204
Nitrato	mg/l	0,0 1	4,59	3,61	4,37	1,64	55,27	104,88	2,98	3,84	2,09
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,0 1	887	278	396	3.049	843	448	394	380	291
Magnesio disuelto	mg/l	0,0 1	1.017	276	146	1.024	8.518	9.409	578	550	458
Sodio disuelto	mg/l	0,0 1	10.474	2.115	1.006	10.083	85.602	90.469	5.579	9.348	4.404

Punto			LM-10	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	MPS-AB	MPS-CB	PP-01	PP-02	PP-03
Código analítico laboratorio			ES22-16522	ES22-16532	ES22-16531	ES22-16523	ES22-16524	ES22-16525	ES22-16533	ES22-17012	ES22-17014
Fecha de muestreo			16-03-2022	17-03-2022	17-03-2022	16-03-2022	16-03-2022	16-03-2022	17-03-2022	18-03-2022	18-03-2022
Potasio disuelto	mg/l	0,0 1	1.581	395	94	1.679	16.626	20.703	1.135	1.447	756
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,0 005	10,73	2,65	2,57	12,88	14,45	1,13	2,71	6,68	4,23
Litio disuelto	mg/l	0,0 008	98,49	21,63	2,91	99,76	1.049,63	1.447,32	70,84	109,65	56,36
Boro disuelto	mg/l	0,0 5	53,10	10,01	9,15	58,03	473,71	542,08	30,67	40,19	20,99
Error del balance iónico	%	-	-5,2	-6,8	-2,0	-7,6	2,8	-1,8	-6,2	-1,4	-0,4
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,0 1	988	285	417	3.138	886	462	403	386	295
Magnesio total	mg/l	0,0 1	1.207	284	149	1.132	14.508	9.750	588	917	459
Sodio total	mg/l	0,0 1	17.346	2.182	1.091	16.162	86.914	110.138	9.369	9.941	4.554
Potasio total	mg/l	0,0 1	1.715	439	236	1.765	19.400	23.929	1.178	1.543	761
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,0 01	0,834	0,134	0,150	0,192	2,400	9,980	0,217	1,350	0,401
Boro total	mg/l	0,0 5	58,1	14,4	13,5	61,8	492,2	559,9	34,8	53,5	27,3
Estroncio total	mg/l	0,0 1	12,3	2,9	4,2	14,0	15,2	3,0	4,7	7,3	4,3
Hierro total	mg/l	0,0 1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,0 1	105,0	21,9	3,8	107,9	1.140,0	1.554,0	78,3	118,7	57,4
Silicio total	mg/l	2	34	40	39	10	6	8	41	30	32

Tabla 5 46 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña marzo 2022 (4/4)

Punto			Vert. Peine	BA-31	LM-13	LM-14	MP-12A
Código analítico laboratorio			ES22-16529	ES22-16528	ES22-16526	ES22-16527	ES22-16530
Fecha de muestreo			17-03-2022	17-03-2022	17-03-2022	17-03-2022	17-03-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			Peine	S. Norte y Borde Este	S. Norte y Borde Este	S. Norte y Borde Este	S. Norte y Borde Este
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea
Parámetros in situ							
pH	-	-	7,37	7,03	7,26	7,49	7,35
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	4.512	229.300	236.100	202.000	16.790
Temperatura	°C	0,01	24,30	22,00	22,70	26,70	24,20
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	2.255	114.700	117.900	10.100	8.369
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	4,50	1,45	4,00	1,80	3,07
Fisicoquímico laboratorio							
pH	-	0,1	8,20		7,90	8,10	7,80
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6.248		251.866	221.858	17.952
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	4.046		198.600	206.700	11.130
Densidad	g/ml	-	1,000		1,180	1,140	1,000
Elementos mayoritarios disueltos							
Aniones							
Cloruro	mg/l	5	1.174		176.160	129.573	5.506
Sulfato	mg/l	10	722		11.916	13.706	517
Bicarbonato	mg/l	0,2	163		835	990	258
Nitrato	mg/l	0,01	5,00		6,52	36,45	3,77
Cationes							
Calcio disuelto	mg/l	0,01	295		523	453	149
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	88		5.817	5.824	224
Sodio disuelto	mg/l	0,01	434		91.736	57.877	2.695
Potasio disuelto	mg/l	0,01	26		14.417	10.239	480
Elementos minoritarios y trazas disueltos							
Estroncio disuelto	mg/l	0,0005	2,42		10,81	5,11	2,64
Litio disuelto	mg/l	0,0008	0,66		829,00	668,10	28,77
Boro disuelto	mg/l	0,05	6,40		354,11	294,80	7,87

Punto			Vert. Peine	BA-31	LM-13	LM-14	MP-12A
Código analítico laboratorio			ES22-16529	ES22-16528	ES22-16526	ES22-16527	ES22-16530
Fecha de muestreo			17-03-2022	17-03-2022	17-03-2022	17-03-2022	17-03-2022
Error del balance iónico	%	-	-7,9		-1,4	-6,7	-2,6
Elementos mayoritarios totales							
Calcio total	mg/l	0,01	301		564	481	152
Magnesio total	mg/l	0,01	97		8.423	6.305	231
Sodio total	mg/l	0,01	454		110.260	83.447	2.754
Potasio total	mg/l	0,01	30		16.168	10.352	511
Elementos minoritarios y trazas totales							
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,001	0,080		4,210	4,630	0,119
Boro total	mg/l	0,05	9,5		355,8	295,1	11,7
Estroncio total	mg/l	0,01	2,7		11,1	6,9	4,3
Hierro total	mg/l	0,01	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,01	1,8		945,3	769,5	29,6
Silicio total	mg/l	2	26		20	26	25

Tabla 5-47 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña abril 2022 (1/5)

Punto			LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-01B	MP-03A	MP-03B
Código analítico laboratorio			ES22-25788	ES22-25789	ES22-25790	ES22-25791	ES22-25787	ES22-25784	ES22-25786	ES22-25769	ES22-25770
Fecha de muestreo			27-04-2022	27-04-2022	27-04-2022	27-04-2022	26-04-2022	27-04-2022	27-04-2022	27-04-2022	27-04-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros in situ											
pH	-	-	8,15	7,91	7,91	7,83	6,84	7,32	6,03	7,46	6,08
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	58.000	58.670	100.800	105.600	4.210	22.670	248.000	9.407	245.800
Temperatura	°C	0,0 1	14,90	13,70	18,20	22,80	25,20	17,80	17,40	16,40	16,70
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	29.000	29.330	50.440	52.800	2.105	11.330	124.000	4.704	123.000
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 1	5,85	12,41	4,67	3,98	3,37	1,75	0,70	2,40	1,04
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	0,1	8,20	8,20	8,30	7,90	7,40	7,50	6,30	8,10	6,40
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	59.288	60.454	103.213	110.572	4.378	23.791	428.859	9.622	237.969
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	41.780	41.720	78.160	87.040	3.080	15.440	344.380	7.540	200.420
Densidad	g/ml	-	1,020	1,020	1,040	1,050	0,990	1,000	1,200	0,990	1,190
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	24.584	22.107	55.819	44.176	970	7.941	284.329	2.573	187.467
Sulfato	mg/l	10	2.737	2.770	4.703	8.117	401	1.009	7.689	626	9.574
Bicarbonato	mg/l	0,2	610	624	601	600	472	476	410	511	510
Nitrato	mg/l	0,0 1	4,33	4,47	4,30	5,63	4,69	0,91	67,99	1,03	60,90
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,0 1	441	444	670	1.077	166	273	906	207	848
Magnesio disuelto	mg/l	0,0 1	735	730	1.247	1.449	104	345	5.598	145	5.278
Sodio disuelto	mg/l	0,0 1	12.927	13.232	23.944	24.741	391	4.297	124.908	1.532	92.094
Potasio disuelto	mg/l	0,0 1	2.151	2.063	4.060	4.805	87	731	19.196	29	19.598

Punto			LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-01B	MP-03A	MP-03B
Código analítico laboratorio			ES22-25788	ES22-25789	ES22-25790	ES22-25791	ES22-25787	ES22-25784	ES22-25786	ES22-25769	ES22-25770
Fecha de muestreo			27-04-2022	27-04-2022	27-04-2022	27-04-2022	26-04-2022	27-04-2022	27-04-2022	27-04-2022	27-04-2022
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,0005	5,83	5,46	6,29	8,17	1,06	4,84	12,10	1,85	11,29
Litio disuelto	mg/l	0,0008	198,15	174,69	314,93	318,07	5,70	60,18	1.464,18	21,49	1.570,66
Boro disuelto	mg/l	0,005	111,89	117,65	185,62	200,54	11,21	35,45	567,87	16,87	682,01
Error del balance iónico	%	-	-0,1	5,3	-9,9	1,7	-4,1	2,6	-9,3	1,8	-0,9
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,01	517	465	708	1.112	184	290	925	243	867
Magnesio total	mg/l	0,01	974	931	1.510	1.711	149	367	5.883	186	6.935
Sodio total	mg/l	0,01	15.557	15.924	28.814	29.774	470	5.171	150.314	1.567	93.152
Potasio total	mg/l	0,01	2.228	2.098	4.387	4.901	90	742	21.284	243	19.783
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,001	3,510	3,010	3,760	5,210	0,354	0,805	2,880	0,428	15,960
Boro total	mg/l	0,005	113,2	118,4	190,8	203,7	11,3	35,6	628,2	17,5	696,1
Estroncio total	mg/l	0,001	6,3	5,7	6,6	9,4	1,2	5,3	14,3	1,9	11,5
Hierro total	mg/l	0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,13	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,001	206,7	184,6	321,1	356,7	5,7	63,1	1.518,1	23,8	1.727,0
Silicio total	mg/l	2	22	23	24	24	23	20	15	19	11

Tabla 5 47 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña abril 2022 (2/5)

Punto			MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-09A	A. Tilomonte	LM-05
Código analítico laboratorio			ES22-25774	ES22-25775	ES22-25776	ES22-25779	ES22-25781	ES22-25782	ES22-25783	ES22-26475	ES22-25175
Fecha de muestreo			26-04-2022	26-04-2022	26-04-2022	26-04-2022	26-04-2022	26-04-2022	26-04-2022	29-04-2022	25-04-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Peine	Peine
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial
Parámetros in situ											
pH	-	-	7,10	6,16	7,27	6,25	7,15	6,20	7,03	8,19	8,20
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6.379	252.000	38.790	242.200	22.770	241.700	4.419	6.115	36.960
Temperatura	°C	0,0 1	25,90	26,50	19,00	20,80	22,20	22,30	23,70	11,60	18,00
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	3.188	126.000	19.360	121.000	11.390	121.000	2.207	3.056	18.380
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 1	2,07	0,30	2,35	0,70	3,16	0,48	3,36	9,00	7,56
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	0,1	7,80	6,20	7,80	6,30	7,40	6,20	7,50	8,30	8,10
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6.390	239.758	40.560	424.707	25.204	464.232	5.114	5.965	32.139
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	4.020	187.980	26.820	337.460	15.720	391.360	3.740	4.196	21.839
Densidad	g/ml	-	0,990	1,200	1,010	1,210	1,000	1,210	0,990	0,980	1,000
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	1.651	240.691	14.395	240.104	8.816	250.378	1.123	1.813	11.807
Sulfato	mg/l	10	436	11.632	1.286	16.752	959	15.744	426	615	1.093
Bicarbonato	mg/l	0,2	490	306	471	470	437	427	449	243	325
Nitrato	mg/l	0,0 1	3,23	13,38	3,39	5,68	4,73	6,07	4,62	0,19	1,05
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,0 1	177	765	473	4.702	207	461	174	274	507
Magnesio disuelto	mg/l	0,0 1	95	5.230	342	5.070	310	91	105	151	482
Sodio disuelto	mg/l	0,0 1	818	98.584	7.575	147.766	3.721	122.366	643	859	6.018

Punto			MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-09A	A. Tilomonte	LM-05
Código analítico laboratorio			ES22- 25774	ES22- 25775	ES22- 25776	ES22- 25779	ES22- 25781	ES22- 25782	ES22- 25783	ES22- 26475	ES22- 25175
Fecha de muestreo			26-04-2022	26-04-2022	26-04-2022	26-04-2022	26-04-2022	26-04-2022	26-04-2022	29-04- 2022	25-04- 2022
Potasio disuelto	mg/l	0,0 1	199	21.927	212	23.407	907	22.925	124	67	804
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,0 005	1,17	4,10	1,56	3,22	1,07	<0,01	1,20	2,37	12,38
Litio disuelto	mg/l	0,0 008	12,48	1.704,44	108,44	1.695,81	77,36	1.955,25	6,74	2,07	222,88
Boro disuelto	mg/l	0,0 5	13,20	701,80	54,25	662,43	36,39	693,63	11,35	10,13	30,74
Error del balance iónico	%	-	-0,8	-10,0	-2,7	6,4	-6,5	-7,1	4,6	0,3	3,6
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,0 1	178	921	491	16.367	218	528	184	297	528
Magnesio total	mg/l	0,0 1	119	5.316	356	6.672	407	6.548	153	547	5.000
Sodio total	mg/l	0,0 1	837	98.769	7.750	151.180	4.477	147.255	774	898	6.287
Potasio total	mg/l	0,0 1	239	22.405	231	187.720	1.847	32.764	135	77	958
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,0 01	0,037	4,510	2,010	7,590	0,559	4,800	0,435	0,052	0,393
Boro total	mg/l	0,0 5	13,8	726,6	57,5	698,4	36,8	772,1	12,0	11,0	35,1
Estroncio total	mg/l	0,0 1	1,2	4,9	3,7	3,6	1,2	0,1	1,4	3,1	14,1
Hierro total	mg/l	0,0 1	<0,01	7,64	<0,01	0,71	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,0 1	14,0	1.929,5	124,9	1.789,0	78,7	2.036,2	7,1	2,5	234,9
Silicio total	mg/l	2	22	21	19	12	19	14	24	33	19

Tabla 5 47 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña abril 2022 (3/5)

Punto			LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	MP-07A	MP-08A	MPS-AA
Código analítico laboratorio			ES22-25176	ES22-25177	ES22-25178	ES22-25498	ES22-25499	ES22-26478	ES22-26088	ES22-25180
Fecha de muestreo			25-04-2022	25-04-2022	25-04-2022	25-04-2022	25-04-2022	29-04-2022	28-04-2022	25-04-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine
Parámetros	Unid ad	LD	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros in situ										
pH	-	-	8,30	8,21	8,37	8,26	8,19	7,07	6,90	7,84
Conductividad eléctrica	μS/cm	1	38.480	42.130	39.290	44.710	48.500	14.290	7.188	66.770
Temperatura	°C	0,01	19,70	20,10	20,80	19,20	19,50	22,00	15,30	18,20
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	18.610	21.050	19.720	22.430	24.230	7.145	3.594	33.390
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	7,55	5,40	6,96	5,47	4,50	3,19	2,98	2,16
Fisicoquímico laboratorio										
pH	-	0,1	8,20	8,10	8,10	8,00	8,00	7,50	7,30	7,60
Conductividad eléctrica	μS/cm	1	35.456	39.535	35.682	42.445	45.460	14.170	7.844	66.300
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	24.577	26.771	24.437	30.068	32.024	9.540	5.300	48.923
Densidad	g/ml	-	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	0,980	1,000	1,020
Elementos mayoritarios disueltos										
Aniones										
Cloruro	mg/l	5	13.226	7.767	13.207	17.960	18.650	4.992	2.252	266.811
Sulfato	mg/l	10	1.301	1.506	1.325	1.755	1.926	669	747	3.573
Bicarbonato	mg/l	0,2	336	313	375	274	265	270	447	175
Nitrato	mg/l	0,01	1,05	1,17	3,92	1,51	1,60	3,69	4,64	2,75
Cationes										
Calcio disuelto	mg/l	0,01	583	629	574	833	921	316	477	1.489
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	415	120	540	660	696	260	140	4.282
Sodio disuelto	mg/l	0,01	7.086	3.091	7.117	8.661	9.155	2.295	1.062	133.595
Potasio disuelto	mg/l	0,01	1.143	251	1.101	1.490	1.641	401	108	1.886
Elementos minoritarios y trazas disueltos										
Estroncio disuelto	mg/l	0,0005	8,47	10,08	8,57	7,98	8,57	2,18	4,03	22,81

Punto			LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	MP-07A	MP-08A	MPS-AA
Código analítico laboratorio			ES22-25176	ES22-25177	ES22-25178	ES22-25498	ES22-25499	ES22-26478	ES22-26088	ES22-25180
Fecha de muestreo			25-04-2022	25-04-2022	25-04-2022	25-04-2022	25-04-2022	29-04-2022	28-04-2022	25-04-2022
Litio disuelto	mg/l	0,00 08	269,85	315,49	281,13	108,77	123,82	33,63	4,71	202,78
Boro disuelto	mg/l	0,05	31,15	32,50	32,19	43,58	46,90	15,58	14,03	77,03
Error del balance iónico	%	-	5,0	-3,8	6,2	-0,8	0,3	-0,9	1,4	-9,1
Elementos mayoritarios totales										
Calcio total	mg/l	0,01	629	686	587	895	1.038	319	486	1.521
Magnesio total	mg/l	0,01	1.000	123	674	753	880	285	167	4.928
Sodio total	mg/l	0,01	7.812	3.115	7.348	8.861	9.367	2.398	1.088	136.231
Potasio total	mg/l	0,01	1.232	274	1.147	1.499	2.112	421	119	2.023
Elementos minoritarios y trazas totales										
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,00 1	0,435	0,372	0,362	9,870	0,891	0,143	0,174	0,207
Boro total	mg/l	0,05	39,5	43,3	38,9	47,6	54,2	16,4	14,7	80,0
Estroncio total	mg/l	0,01	13,2	13,4	12,7	10,1	10,7	3,2	4,7	23,5
Hierro total	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,10
Litio total	mg/l	0,01	275,6	325,0	286,3	110,4	134,5	43,4	7,2	213,7
Silicio total	mg/l	2	19	18	18	16	17	40	41	11

Tabla 5 47 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña abril 2022 (4/5)

Punto			MPS-AB	MPS-CB	PP-01	PP-02	PP-03	Vert. Peine ES22- 26090	BA-31	LM-11	LM-12
Código analítico laboratorio			ES22- 25181-1	ES22- 26474	ES22- 26476	ES22- 26477	ES22- 26479			ES22-26092	ES22-26093
Fecha de muestreo			25-04-2022	29-04-2022	29-04-2022	29-04-2022	29-04-2022	28-04- 2022	28-04-2022	28-04-2022	28-04-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	S. Norte y Borde Este	S. Norte y Borde Este	S. Norte y Borde Este
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial
Parámetros in situ											
pH	-	-	6,77	6,64	6,91	7,13	7,14	7,50	7,03	7,73	7,74
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	253.600	242.200	34.380	41.120	25.740	3.970	204.000	137.100	96.910
Temperatura	°C	0,0 1	17,60	19,30	22,60	20,20	25,80	23,80	20,60	16,90	15,00
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	126.800	121.100	17.160	20.580	12.900	1.985	102.000	68.530	48.430
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 1	1,33	1,40	2,68	2,73	2,13	4,37	1,57	8,12	6,46
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	0,1	6,70	6,70	7,30	7,40	7,40	7,80		8,00	8,00
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	249.137	242.233	34.615	41.261	25.584	4.200		134.032	98.249
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	179.980	234.022	23.140	27.960	17.020	2.978		112.340	75.960
Densidad	g/ml	-	1,190	1,200	0,990	0,990	0,990	0,990		1,070	1,050
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	275.049	133.832	12.812	15.995	9.668	964		78.693	37.203
Sulfato	mg/l	10	8.718	14.381	1.272	963	724	695		8.314	5.746
Bicarbonato	mg/l	0,2	609	774	432	293	238	159		424	357
Nitrato	mg/l	0,0 1	82,16	116,37	4,57	3,79	1,99	5,28		3,32	2,31
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,0 1	9.788	403	433	236	264	319		969	801
Magnesio disuelto	mg/l	0,0 1	5.527	2.832	574	526	355	83		1.652	1.429

Punto			MPS-AB	MPS-CB	PP-01	PP-02	PP-03	Vert. Peine	BA-31	LM-11	LM-12
Código analítico laboratorio			ES22- 25181-1	ES22- 26474	ES22- 26476	ES22- 26477	ES22- 26479	ES22- 26090		ES22-26092	ES22-26093
Fecha de muestreo			25-04-2022	29-04-2022	29-04-2022	29-04-2022	29-04-2022	28-04- 2022	28-04-2022	28-04-2022	28-04-2022
Sodio disuelto	mg/l	0,0 1	180.370	46.892	5.556	8.995	4.644	509		34.717	23.193
Potasio disuelto	mg/l	0,0 1	17.122	22.478	1.058	1.308	731	31		6.635	4.523
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,0 005	22,77	<0,01	3,86	<0,01	2,62	2,60		17,96	12,69
Litio disuelto	mg/l	0,0 008	1.511,37	2.149,37	112,40	98,18	76,77	0,60		598,49	408,82
Boro disuelto	mg/l	0,0 5	492,35	617,38	36,88	60,88	27,86	10,56		228,67	166,83
Error del balance iónico	%	-	9,3	-10,0	-4,1	3,5	-1,7	4,8		-8,7	8,3
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,0 1	10.428	1.077	441	273	288	333		993	891
Magnesio total	mg/l	0,0 1	6.658	2.915	575	564	365	97		2.324	3.581
Sodio total	mg/l	0,0 1	184.584	49.012	5.807	9.402	4.854	518		34.619	23.334
Potasio total	mg/l	0,0 1	17.801	32.843	1.156	1.327	745	35		6.906	4.888
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,0 01	0,465	5,020	0,223	1,290	0,366	0,041		1,502	0,823
Boro total	mg/l	0,0 5	540,6	632,7	40,7	67,2	28,4	10,7		266,2	188,2
Estroncio total	mg/l	0,0 1	23,4	<0,01	6,3	0,1	3,5	3,1		21,5	13,4
Hierro total	mg/l	0,0 1	<0,01	<0,01	<0,01	0,73	<0,01	<0,01		0,13	0,35
Litio total	mg/l	0,0 1	1.541,3	2.526,0	147,2	173,5	91,8	1,2		1.062,9	540,1
Silicio total	mg/l	2	8	5	44	33	32	30		20	16

Tabla 5 47 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña abril 2022 (5/5)

Punto			LM-13	LM-14	MP-12A
Código analítico laboratorio			ES22-26094	ES22-26095	ES22-26086
Fecha de muestreo			28-04-2022	28-04-2022	28-04-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS
Sector			S. Norte y Borde Este	S. Norte y Borde Este	S. Norte y Borde Este
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea
Parámetros in situ					
pH	-	-	7,32	7,81	7,45
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	225.100	143.000	14.600
Temperatura	°C	0,01	22,90	22,00	23,10
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	112.600	71.500	7.300
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	2,88	5,00	3,62
Fisicoquímico laboratorio					
pH	-	0,1	7,50	8,10	7,80
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	224.510	148.701	15.973
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	182.620	101.140	9.640
Densidad	g/ml	-	1,150	1,060	1,000
Elementos mayoritarios disueltos					
Aniones					
Cloruro	mg/l	5	177.096	97.270	5.810
Sulfato	mg/l	10	10.076	16.299	468
Bicarbonato	mg/l	0,2	577	361	264
Nitrato	mg/l	0,01	4,73	10,56	3,86
Cationes					
Calcio disuelto	mg/l	0,01	781	654	165
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	2.365	1.563	170
Sodio disuelto	mg/l	0,01	85.669	58.603	2.626
Potasio disuelto	mg/l	0,01	10.108	4.496	517
Elementos minoritarios y trazas disueltos					
Estroncio disuelto	mg/l	0,0005	8,44	4,45	4,21
Litio disuelto	mg/l	0,0008	1.381,85	702,66	33,31
Boro disuelto	mg/l	0,05	281,68	168,20	10,18
Error del balance iónico	%	-	-7,4	-1,9	-6,2

Punto			LM-13	LM-14	MP-12A
Código analítico laboratorio			ES22-26094	ES22-26095	ES22-26086
Fecha de muestreo			28-04-2022	28-04-2022	28-04-2022
Elementos mayoritarios totales					
Calcio total	mg/l	0,01	792	812	172
Magnesio total	mg/l	0,01	3.567	4.413	204
Sodio total	mg/l	0,01	88.503	80.743	2.677
Potasio total	mg/l	0,01	16.620	7.947	580
Elementos minoritarios y trazas totales					
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,001	3,140	2,410	0,102
Boro total	mg/l	0,05	327,1	199,2	11,6
Estroncio total	mg/l	0,01	10,0	5,3	5,1
Hierro total	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,01	4.302,3	1.377,6	53,0
Silicio total	mg/l	2	20	24	27

Tabla 5-48 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña julio y agosto 2022 (1/5)

Punto			LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-03A	MP-03B	MP-04A	MP-09A
Código analítico laboratorio			ES22-45489	ES22-45490	ES22-45491	ES22-45492	ES22-44818	ES22-45495	ES22-45504	ES22-44820	ES22-44822
Fecha de muestreo			27-07-2022	27-07-2022	27-07-2022	27-07-2022	26-07-2022	27-07-2022	27-07-2022	28-07-2022	26-07-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros in situ											
pH	-	-	8,56	8,59	8,40	8,38	6,93	7,40	6,37	6,96	6,95
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	37.050	38.120	73.980	73.980	4.217	8.944	245.100	5.031	4.559
Temperatura	°C	0,0 1	13,89	12,52	15,62	18,31	25,13	16,16	16,01	25,84	25,00
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	18.530	19.060	36.490	37.010	2.108	4.472	122.100	2.515	2.279
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 1	4,45	4,75	3,55	3,32	2,43	0,10	0,02	2,89	3,46
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	0,1	8,30	8,30	8,10	8,10	7,20	7,60	6,20	7,30	7,60
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	37.495	37.906	73.076	74.080	4.206	8.860	416.335	4.775	4.494
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	22.050	22.480	47.510	48.170	2.568	5.240	288.760	2.696	2.844
Densidad	g/ml	-	1,020	1,010	1,030	1,030	1,000	1,000	1,200	1,000	1,000
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	13.233	12.671	27.934	28.081	924	2.479	179.931	1.177	1.041
Sulfato	mg/l	10	1.595	1.640	4.363	4.750	417	657	9.664	435	411
Bicarbonato	mg/l	0,2	483	466	542	526	432	481	494	464	464
Nitrato	mg/l	0,0 1	2,51	2,44	3,03	3,46	4,76	1,21	54,37	4,52	4,66
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,0 1	416	396	692	717	236	252	1.145	197	212
Magnesio disuelto	mg/l	0,0 1	544	507	1.059	1.163	84	174	6.018	93	94
Sodio disuelto	mg/l	0,0 1	7.614	7.190	10.730	11.035	563	1.483	78.650	638	501
Potasio disuelto	mg/l	0,0 1	1.165	922	2.710	2.079	123	240	15.781	106	126

Punto			LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-03A	MP-03B	MP-04A	MP-09A
Código analítico laboratorio			ES22-45489	ES22-45490	ES22-45491	ES22-45492	ES22-44818	ES22-45495	ES22-45504	ES22-44820	ES22-44822
Fecha de muestreo			27-07-2022	27-07-2022	27-07-2022	27-07-2022	26-07-2022	27-07-2022	27-07-2022	28-07-2022	26-07-2022
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,0005	4,49	4,49	5,10	6,97	1,27	2,05	9,16	1,30	1,44
Litio disuelto	mg/l	0,0008	80,13	80,63	181,40	195,70	5,37	16,56	710,50	6,40	5,46
Boro disuelto	mg/l	0,005	57,59	57,75	110,79	130,49	10,90	16,81	510,40	11,11	10,66
Error del balance iónico	%	-	4,6	3,2	-10,8	-10,5	8,9	6,7	-6,7	2,0	1,6
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,01	493	397	698	727	238	257	1.204	219	249
Magnesio total	mg/l	0,01	604	537	1.117	1.187	93	184	6.433	99	111
Sodio total	mg/l	0,01	9.668	7.764	19.043	16.309	567	1.590	112.305	5.982	4.883
Potasio total	mg/l	0,01	1.196	1.464	2.984	5.701	833	289	29.981	109	129
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,001	0,936	0,914	3,375	3,690	0,371	0,435	18,750	0,327	0,330
Boro total	mg/l	0,005	67,6	66,7	132,6	148,3	11,2	21,3	522,9	12,1	10,7
Estroncio total	mg/l	0,001	9,4	5,8	8,7	10,6	1,5	4,7	18,0	1,4	1,5
Hierro total	mg/l	0,001	<0,01	<0,01	0,14	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,001	82,3	82,8	194,5	226,1	5,5	20,3	905,5	7,1	5,8
Silicio total	mg/l	2	36	33	34	39	42	38	7	44	40

Tabla 5 48 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña julio y agosto 2022 (2/5)

Punto			A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	MP-07A
Código analítico laboratorio			ES22- 45639	ES22- 44806	ES22- 44807	ES22- 44842	ES22- 44810	ES22- 44812	ES22- 44816	ES22- 44817	ES22-45664
Fecha de muestreo			29-07- 2022	25-07- 2022	26-07- 2022	26-07- 2022	26-07- 2022	26-07- 2022	25-07- 2022	25-07- 2022	29-07-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine
Parámetros	Uni dad	LD	Agua Superficia	Agua Superficia	Agua Superficia	Agua Superficia	Agua Superficia	Agua Superficia	Agua Superficia	Agua Superficia	Agua Subterránea
Parámetros in situ											
pH	-	-	8,57	8,37	8,56	8,44	8,40	8,33	8,38	8,33	7,05
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	5.952	29.490	34.780	37.560	34.310	39.390	40.840	93.820	14.730
Temperatura	°C	0,01	13,91	12,58	20,49	18,28	22,79	18,44	18,91	18,62	20,84
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	2.976	14.750	17.390	18.780	17.160	19.700	20.420	46.910	7.369
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	4,63	5,38	5,05	4,20	3,84	3,98	3,64	2,42	3,16
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	0,1	8,20	8,20	8,20	8,20	8,10	8,10	8,10	8,00	7,40
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	5.677	28.312	31.860	36.642	33.075	38.408	39.528	91.638	14.179
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	3.758	19.140	21.900	24.500	22.540	25.160	27.940	67.620	8.730
Densidad	g/ml	-	1,000	1,010	1,020	1,010	1,010	1,000	1,020	1,050	1,010
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	1.545	9.855	10.964	12.886	12.294	13.625	12.836	38.189	4.858
Sulfato	mg/l	10	598	1.000	1.183	1.315	1.294	1.587	1.599	4.783	673
Bicarbonato	mg/l	0,2	229	331	311	281	307	262	290	290	262
Nitrato	mg/l	0,01	0,16	2,28	1,14	1,26	1,28	1,26	1,31	2,01	3,88
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,01	391	522	736	659	791	834	803	2.126	418
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	150	574	579	709	520	566	735	1.068	267
Sodio disuelto	mg/l	0,01	806	6.019	5.823	6.690	7.437	8.556	7.141	20.490	2.359
Potasio disuelto	mg/l	0,01	57	674	954	1.120	845	1.011	1.170	1.839	0,51
Elementos minoritarios y trazas disueltos											

Punto			A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	MP-07A
Código analítico laboratorio			ES22-45639	ES22-44806	ES22-44807	ES22-44842	ES22-44810	ES22-44812	ES22-44816	ES22-44817	ES22-45664
Fecha de muestreo			29-07-2022	25-07-2022	26-07-2022	26-07-2022	26-07-2022	26-07-2022	25-07-2022	25-07-2022	29-07-2022
Estroncio disuelto	mg/l	0,00 05	2,71	4,60	5,41	6,06	5,37	7,73	6,91	13,48	2,87
Litio disuelto	mg/l	0,00 08	1,27	54,26	63,09	70,32	65,37	72,17	77,85	115,20	24,95
Boro disuelto	mg/l	0,05	9,34	26,45	31,05	36,19	31,12	37,26	39,75	56,31	14,91
Error del balance iónico	%	-	8,7	9,4	5,7	4,3	8,1	9,2	7,3	-0,7	-0,7
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,01	420	546	752	725	819	871	928	2.448	420
Magnesio total	mg/l	0,01	155	585	664	722	630	709	745	1.110	321
Sodio total	mg/l	0,01	830	13.672	15.320	14.893	14.405	17.700	18.555	20.583	2.435
Potasio total	mg/l	0,01	89	794	991	1.184	1.022	1.174	1.179	1.870	396
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,00 1	0,049	0,243	0,300	0,415	0,388	0,624	0,823	3,940	0,135
Boro total	mg/l	0,05	11,5	28,8	33,7	36,8	37,4	39,6	40,6	60,1	17,8
Estroncio total	mg/l	0,01	3,6	5,6	6,8	7,9	6,7	9,7	8,5	18,0	3,6
Hierro total	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,01	2,0	58,8	72,3	84,2	71,9	86,6	91,5	167,2	28,0
Silicio total	mg/l	2	37	28	27	24	26	25	26	32	42

Tabla 5 48 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña julio y agosto 2022 (3/5)

Punto			MP-08A	MPS-AA	MPS-AB	MPS-CB	PP-01	PP-02	PP-03	Vert. Peine	BA-31
Código analítico laboratorio			ES22- 45633	ES22- 44801	ES22- 44802	ES22- 44804-1	ES22- 45634	ES22- 45663	ES22- 45655	ES22- 45631	
Fecha de muestreo			29-07-2022	25-07-2022	26-07-2022	26-07-2022	29-07-2022	29-07-2022	29-07-2022	29-07- 2022	28-07-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	S. Norte y Borde Este
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Subterránea
Parámetros in situ											
pH	-	-	6,89	8,05	6,92	6,79	6,95	7,21	7,16	7,74	7,37
Conductividad eléctrica	μS/cm	1	8.025	47.493	240.800	242.600	35.000	52.050	26.670	4.302	231.900
Temperatura	°C	0,0 1	15,59	12,90	15,62	17,23	20,39	21,15	25,70	23,06	19,10
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	4.011	25.180	120.400	121.300	17.500	26.090	13.340	2.151	116.000
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 1	1,70	2,86	0,13	0,79	1,96	0,23	1,19	3,54	0,14
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	0,1	7,10	7,80	6,80	7,70	7,20	7,10	7,40	7,50	
Conductividad eléctrica	μS/cm	1	7.660	51.925	400.123	431.677	33.454	50.914	25.331	4.087	
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	4.942	35.260	263.940	322.300	20.270	32.480	14.450	2.809	
Densidad	g/ml	-	1,000	1,030	1,190	1,180	1,010	1,020	1,010	1,000	
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	2.250	21.730	168.079	194.244	13.307	20.327	9.858	933	
Sulfato	mg/l	10	798	3.077	8.306	14.052	1.273	1.226	741	744	
Bicarbonato	mg/l	0,2	408	154	630	606	412	289	211	149	
Nitrato	mg/l	0,0 1	4,59	2,61	23,92	103,64	3,19	4,19	1,89	4,89	
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,0 1	475	952	1.257	698	581	583	422	351	
Magnesio disuelto	mg/l	0,0 1	107	1.010	7.947	9.609	576	725	358	85	

Punto			MP-08A	MPS-AA	MPS-AB	MPS-CB	PP-01	PP-02	PP-03	Vert. Peine	BA-31
Código analítico laboratorio			ES22- 45633	ES22- 44801	ES22- 44802	ES22- 44804-1	ES22- 45634	ES22- 45663	ES22- 45655	ES22- 45631	
Fecha de muestreo			29-07-2022	25-07-2022	26-07-2022	26-07-2022	29-07-2022	29-07-2022	29-07-2022	29-07- 2022	28-07-2022
Sodio disuelto	mg/l	0,0 1	879	10.379	88.660	74.707	6.473	9.998	4.846	358	
Potasio disuelto	mg/l	0,0 1	1.112	1.413	15.015	18.933	1.146	6	3	30	
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,0 005	3,83	13,39	20,10	2,03	5,04	4,07	3,31	12,76	
Litio disuelto	mg/l	0,0 008	3,85	96,48	1.154,72	1.324,23	84,56	113,57	54,19	9,29	
Boro disuelto	mg/l	0,0 5	11,27	46,82	584,43	547,83	35,22	66,57	25,30	35,13	
Error del balance iónico	%	-	8,5	-2,6	3,5	-8,2	0,1	-3,9	-3,6	8,2	
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,0 1	484	1.412	1.292	712	586	586	437	376	
Magnesio total	mg/l	0,0 1	112	1.073	8.017	9.945	930	810	370	90	
Sodio total	mg/l	0,0 1	1.175	10.394	196.411	265.747	6.961	10.352	4.938	387	
Potasio total	mg/l	0,0 1	1.139	1.700	17.206	23.746	1.173	1.873	865	36	
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	2,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Arsénico total	mg/l	0,0 01	0,197	0,678	4,210	10,300	0,273	1,464	0,354	0,056	
Boro total	mg/l	0,0 5	16,4	48,8	610,1	636,5	41,5	74,2	33,4	39,5	
Estroncio total	mg/l	0,0 1	5,4	16,9	28,0	3,8	6,4	6,7	4,8	14,9	
Hierro total	mg/l	0,0 1	3,22	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	9,69	<0,01	<0,01	
Litio total	mg/l	0,0 1	5,4	115,8	1.254,4	1.647,1	101,0	158,3	74,4	10,7	
Silicio total	mg/l	2	<2	19	6	5	41	10	36	35	

Tabla 5 48 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña julio y agosto 2022 (4/5)

Punto			LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	MP-12A	MP-01A	MP-01B	MP-04B
Código analítico laboratorio			ES22-45318	ES22-45310	ES22-45312	ES22-45315	ES22-45632	ES22-50036	ES22-50037	ES22-50035
Fecha de muestreo			28-07-2022	28-07-2022	28-07-2022	28-07-2022	29-07-2022	18-08-2022	18-08-2022	18-08-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			S. Norte y Borde Este	S. Norte y Borde Este	S. Norte y Borde Este	S. Norte y Borde Este	S. Norte y Borde Este	La Punta-La Brava Agua Subterránea	La Punta-La Brava Agua Subterránea	La Punta-La Brava Agua Subterránea
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros in situ										
pH	-	-	8,14	8,11	8,10	8,77	7,49	7,54	6,39	6,12
Conductividad eléctrica	μS/cm	1	115.000	89.760	144.900	44.950	18.010	21.110	250.100	254.200
Temperatura	°C	0,01	22,07	18,78	25,11	19,00	22,43	14,20	15,30	26,10
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	57.500	44.880	72.460	22.480	8.987	10.550	113.800	119.800
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	2,23	2,94	1,80	3,87	3,45	0,00	0,00	0,00
Fisicoquímico laboratorio										
pH	-	0,1	8,00	7,10	8,00	7,80	7,70	7,50	6,20	6,10
Conductividad eléctrica	μS/cm	1	115.127	87.981	142.219	47.050	16.363	22.416	237.997	238.625
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	88.960	66.710	111.760	30.300	9.440	12.960	304.565	306.920
Densidad	g/ml	-	1,060	1,040	1,080	1,020	1,080	1,020	1,230	1,230
Elementos mayoritarios disueltos										
Aniones										
Cloruro	mg/l	5	49.899	36.324	66.386	17.489	5.597	7.722	192.518	194.800
Sulfato	mg/l	10	8.043	5.680	7.236	1.651	501	1.024	7.804	10.866
Bicarbonato	mg/l	0,2	162	16	123	598	239	439	404	213
Nitrato	mg/l	0,01	4,19	1,67	2,99	1,57	3,54	1,07	58,91	12,68
Cationes										
Calcio disuelto	mg/l	0,01	906	1.486	1.270	33	231	257	712	572
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	1.838	1.768	2.225	826	236	647	7.041	6.064
Sodio disuelto	mg/l	0,01	22.105	16.376	35.339	9.216	3.015	4.432	104.135	114.807
Potasio disuelto	mg/l	0,01	3.528	2.417	4.810	1.593	496	635	14.844	21.637
Elementos minoritarios y trazas disueltos										

Punto			LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	MP-12A	MP-01A	MP-01B	MP-04B
Código analítico laboratorio			ES22-45318	ES22-45310	ES22-45312	ES22-45315	ES22-45632	ES22-50036	ES22-50037	ES22-50035
Fecha de muestreo			28-07-2022	28-07-2022	28-07-2022	28-07-2022	29-07-2022	18-08-2022	18-08-2022	18-08-2022
Estroncio disuelto	mg/l	0,00 05	18,66	10,11	14,36	12,92	4,10	6,84	31,95	15,97
Litio disuelto	mg/l	0,00 08	429,50	243,57	348,90	472,30	44,33	67,85	1.035,89	1.388,52
Boro disuelto	mg/l	0,05	178,41	239,62	237,80	192,30	9,51	35,83	471,48	649,38
Error del balance iónico	%	-	-7,4	-2,1	0,0	8,2	3,3	9,0	1,8	6,0
Elementos mayoritarios totales										
Calcio total	mg/l	0,01	1.408	1.496	1.290	254	244	419	845	786
Magnesio total	mg/l	0,01	2.049	1.770	2.236	827	249	695	8.189	7.392
Sodio total	mg/l	0,01	35.657	46.106	40.112	13.031	3.134	4.476	148.926	138.340
Potasio total	mg/l	0,01	8.490	4.422	5.371	1.801	544	906	17.470	22.991
Elementos minoritarios y trazas totales										
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,2	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,00 1	0,960	1,448	2,810	1,938	0,175	0,014	0,139	0,142
Boro total	mg/l	0,05	188,4	263,0	244,9	204,1	15,4	43,3	563,5	970,4
Estroncio total	mg/l	0,01	20,3	12,0	15,5	16,8	6,9	8,9	32,2	16,9
Hierro total	mg/l	0,01	0,06	0,49	0,18	<0,01	3,45	0,05	0,24	0,37
Litio total	mg/l	0,01	438,7	351,3	384,3	479,6	47,0	78,7	1.050,0	1.427,0
Silicio total	mg/l	2	22	17	14	22	26	14	6	40

Tabla 5 48 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña julio y agosto 2022 (5/5)

Punto			MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B
Código analítico laboratorio			ES22-50365	ES22-50368	ES22-50362	ES22-50360
Fecha de muestreo			19-08-2022	19-08-2022	19-08-2022	19-08-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros in situ						
pH	-	-	7,27	6,34	7,04	6,31
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	35.520	236.800	40.950	239.600
Temperatura	°C	0,01	19,30	20,40	21,50	21,00
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	17.780	115.400	20.480	117.700
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	0,46	0,00	1,07	0,00
Fisicoquímico laboratorio						
pH	-	0,1	7,40	6,30	7,20	6,30
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	34.810	234.251	41.031	228.812
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	26.320	164.555	31.220	161.070
Densidad	g/ml	-	1,030	1,240	1,030	1,230
Elementos mayoritarios disueltos						
Aniones						
Cloruro	mg/l	5	11.967	189.846	15.318	180.425
Sulfato	mg/l	10	1.227	17.411	1.391	16.423
Bicarbonato	mg/l	0,2	466	469	472	405
Nitrato	mg/l	0,01	4,45	5,48	4,81	5,20
Cationes						
Calcio disuelto	mg/l	0,01	236	431	344	355
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	1.094	4.294	878	8.817
Sodio disuelto	mg/l	0,01	5.302	84.992	5.961	95.825
Potasio disuelto	mg/l	0,01	1.257	18.753	1.386	19.879
Elementos minoritarios y trazas disueltos						
Estroncio disuelto	mg/l	0,0005	2,26	3,19	1,74	2,29
Litio disuelto	mg/l	0,0008	89,97	1.375,66	120,56	1.503,17
Boro disuelto	mg/l	0,05	47,79	593,08	56,78	596,75
Error del balance iónico	%	-	2,6	-7,6	-5,8	3,2

Punto			MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B
Código analítico laboratorio			ES22-50365	ES22-50368	ES22-50362	ES22-50360
Fecha de muestreo			19-08-2022	19-08-2022	19-08-2022	19-08-2022
Elementos mayoritarios totales						
Calcio total	mg/l	0,01	386	715	397	522
Magnesio total	mg/l	0,01	1.501	4.447	926	8.904
Sodio total	mg/l	0,01	6.836	101.685	6.140	115.320
Potasio total	mg/l	0,01	1.278	19.407	1.486	22.370
Elementos minoritarios y trazas totales						
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	17,3	2,7
Arsénico total	mg/l	0,001	0,377	1,048	0,773	1,793
Boro total	mg/l	0,05	52,3	718,5	63,1	761,0
Estroncio total	mg/l	0,01	2,7	4,8	1,9	3,6
Hierro total	mg/l	0,01	0,10	0,52	22,07	1,52
Litio total	mg/l	0,01	100,7	1.524,1	135,8	1.641,4
Silicio total	mg/l	1	27	4	26	4

Tabla 5-49 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña octubre 2022 (1/3)

Punto			LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-01B	MP-03A	MP-03B
Código analítico laboratorio			EA22-11136-1	EA22-11137-1	EA22-11138-1	EA22-11139-1	EA22-11226-1	EA22-11140-1	EA22-11141-1	EA22-11142-1	EA22-11143-1
Fecha de muestreo			19-10-2022	19-10-2022	19-10-2022	19-10-2022	21-10-2022	19-10-2022	19-10-2022	19-10-2022	19-10-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros in situ											
pH	-	-	8,36	8,35	8,35	8,30	7,16	7,45	6,30	7,39	6,61
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	39.740	44.880	91.740	108.900	4.133	23.830	236.400	9.202	239.800
Temperatura	°C	0,0 1	20,80	22,44	17,86	15,18	24,26	16,41	17,92	15,37	16,79
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	21.590	22.440	45.870	54.430	2.067	11.890	118.200	4.377	119.800
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 1	2,90	2,78	0,55	0,54	0,74	0,08	0,01	0,01	0,00
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	0,1	8,40	8,40	8,60	8,10	7,30	7,50	6,30	7,60	6,60
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	41.860	43.120	90.550	108.000	4.142	22.130	241.600	8.531	256.212
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	26.690	26.690	70.300	88.780	2.165	15.010	189.590	6.010	240.060
Densidad	g/ml	-	1,040	1,030	1,060	1,070	1,010	1,020	1,230	1,020	1,170
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	17.074	17.813	36.267	45.999	959	8.870	192.766	2.551	140.435
Sulfato	mg/l	10	2.021	2.054	5.417	7.310	367	1.059	7.936	683	8.907
Bicarbonato	mg/l	0,2	586	570	682	747	443	472	407	465	445
Nitrato	mg/l	0,0 1	3,37	3,65	4,64	5,92	4,76	1,15	34,72	1,10	31,40
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,0 1	489	467	670	1.110	167	285	709	251	823
Magnesio disuelto	mg/l	0,0 1	530	534	1.336	1.540	92	368	5.002	165	6.412
Sodio disuelto	mg/l	0,0 1	10.058	8.963	20.191	25.441	573	3.998	103.885	1.488	78.100
Potasio disuelto	mg/l	0,0 1	1.451	1.825	3.402	4.204	82	819	12.219	204	17.292

Punto			LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-01B	MP-03A	MP-03B
Código analítico laboratorio			EA22-11136-1	EA22-11137-1	EA22-11138-1	EA22-11139-1	EA22-11226-1	EA22-11140-1	EA22-11141-1	EA22-11142-1	EA22-11143-1
Fecha de muestreo			19-10-2022	19-10-2022	19-10-2022	19-10-2022	21-10-2022	19-10-2022	19-10-2022	19-10-2022	19-10-2022
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,0005	8,50	5,70	8,86	11,35	1,40	5,94	24,43	1,98	27,88
Litio disuelto	mg/l	0,0008	170,08	95,69	219,07	293,80	4,12	46,14	1.198,44	16,39	765,55
Boro disuelto	mg/l	0,005	169,40	65,50	139,89	173,22	8,23	30,77	389,91	14,23	352,44
Error del balance iónico	%	-	7,1	-1,7	1,4	0,8	4,4	-4,7	-9,8	4,4	0,4
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,01	517	517	699	1.171	183	288	835	256	857
Magnesio total	mg/l	0,01	609	589	1.413	1.593	95	391	5.545	176	6.791
Sodio total	mg/l	0,01	10.419	9.378	20.762	28.524	584	4.695	127.776	1.577	81.708
Potasio total	mg/l	0,01	1.633	2.053	3.779	4.602	83	897	14.911	226	18.800
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Arsénico total	mg/l	0,001	2,415	2,080	4,560	5,920	0,286	0,868	20,380	0,459	16,160
Boro total	mg/l	0,005	172,0	67,7	141,7	175,8	8,3	31,4	390,7	15,8	354,7
Estroncio total	mg/l	0,001	10,1	5,9	9,0	11,8	1,4	6,0	24,8	2,1	39,1
Hierro total	mg/l	0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,14	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,001	172,2	98,5	232,8	302,5	4,4	47,0	1.220,5	17,0	782,6
Silicio total	mg/l	1	<1	<1	<1	<1	<1	45	<1	<1	13

Tabla 5 49 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña octubre 2022 (2/3)

Punto			MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-09A	A. Tilomonte	MP-07A
Código analítico laboratorio			EA22-11061-1	EA22-11225-1	EA22-11062	EA22-11063-1	EA22-11064-1	EA22-11065-1	EA22-11144-1	EA22-11223-1	EA22-11222-1
Fecha de muestreo			18-10-2022	21-10-2022	18-10-2022	18-10-2022	18-10-2022	18-10-2022	19-10-2022	21-10-2022	21-10-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Peine	Peine
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Subterránea
Parámetros in situ											
pH	-	-	7,04	6,15	7,32	6,41	7,09	6,38	6,96	8,31	7,15
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6.563	245.800	32.230	251.400	42.300	254.300	4.492	5.719	12.440
Temperatura	°C	0,0 1	26,60	28,28	19,50	21,00	20,60	21,70	25,10	13,70	20,42
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	3.284	122.900	18.190	125.700	21.430	127.100	2.245	2.860	6.234
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 1	0,31	0,01	0,11	0,01	0,62	0,01	0,75	0,97	0,56
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	0,1	7,70	6,10	7,50	6,40	7,20	6,30	7,30	8,30	7,70
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6.050	240.900	34.610	465.450	47.580	472.400	4.225	5.823	12.720
Sólidos disueltos totales	mg/l	5	4.950	250.830	24.380	351.120	34.740	341.610	3.000	3.885	6.075
Densidad	g/ml	-	1,020	1,230	1,030	1,240	1,040	1,240	1,070	1,010	1,020
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	1.611	192.194	13.304	185.177	8.727	189.514	1.064	1.537	5.512
Sulfato	mg/l	10	443	11.401	1.284	17.534	1.601	15.723	426	336	612
Bicarbonato	mg/l	0,2	599	216	484	538	494	527	451	252	270
Nitrato	mg/l	0,0 1	2,93	13,69	3,12	5,34	4,37	5,57	4,48	0,04	3,44
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,0 1	143	685	204	443	220	469	26	262	270
Magnesio disuelto	mg/l	0,0 1	93	4.255	418	5.170	385	10.760	4	148	395

Punto			MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-09A	A. Tilomonte	MP-07A
Código analítico laboratorio			EA22-11061-1	EA22-11225-1	EA22-11062	EA22-11063-1	EA22-11064-1	EA22-11065-1	EA22-11144-1	EA22-11223-1	EA22-11222-1
Fecha de muestreo			18-10-2022	21-10-2022	18-10-2022	18-10-2022	18-10-2022	18-10-2022	19-10-2022	21-10-2022	21-10-2022
Sodio disuelto	mg/l	0,0 1	853	90.074	6.293	87.492	4.184	99.780	1.035	763	2.276
Potasio disuelto	mg/l	0,0 1	193	16.002	1.270	18.390	1.136	20.425	3	58	321
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,0 005	1,21	6,97	2,23	3,94	1,75	1,91	1,41	2,48	2,63
Litio disuelto	mg/l	0,0 008	8,12	1.122,89	84,17	622,51	144,39	1.234,84	4,89	4,20	16,80
Boro disuelto	mg/l	0,0 5	9,88	566,94	43,23	641,30	58,78	441,89	9,82	7,09	10,51
Error del balance iónico	%	-	-3,0	-5,9	-4,5	8,0	0,6	3,3	3,9	6,9	-4,3
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,0 1	149	693	216	468	232	538	48	283	299
Magnesio total	mg/l	0,0 1	115	4.449	470	6.472	457	13.291	253	150	401
Sodio total	mg/l	0,0 1	918	93.906	6.309	99.185	5.683	107.605	26.988	793	2.286
Potasio total	mg/l	0,0 1	229	17.000	1.469	20.001	1.736	25.264	355	67	351
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Arsénico total	mg/l	0,0 01	0,288	1,888	0,524	1,490	2,165	2,395	0,320	0,049	0,132
Boro total	mg/l	0,0 5	10,1	570,7	46,0	643,1	62,4	444,5	10,0	7,7	11,0
Estroncio total	mg/l	0,0 1	1,4	8,2	2,4	4,3	2,5	2,9	1,5	2,6	2,8
Hierro total	mg/l	0,0 1	0,01	0,01	<0,01	0,07	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,0 1	9,2	1.194,8	84,8	654,9	189,4	1.856,4	6,3	5,0	19,5
Silicio total	mg/l	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Tabla 5 49 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña octubre 2022 (3/3)

Punto			MP-08A	PP-01	PP-02	PP-03	Vert. Peine	LM-13	LM-14	MP-12A
Código analítico laboratorio				EA22-11219-1	EA22-11220-1	EA22-11221-1	EA22-11224-1	EA22-11206	EA22-11207-1	EA22-11205
Fecha de muestreo			20-10-2022	21-10-2022	21-10-2022	21-10-2022	21-10-2022	20-10-2022	20-10-2022	20-10-2022
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	S. Norte y Borde Este	S. Norte y Borde Este	S. Norte y Borde Este
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea
Parámetros in situ										
pH	-	-	6,86	6,95	7,19	7,19	7,51	7,34	8,45	7,55
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	7.933	33.490	47.760	26.070	16.240	228.100	90.480	4.212
Temperatura	°C	0,01	18,31	19,74	21,44	25,99	23,28	26,91	22,77	19,04
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	3.967	16.740	23.890	13.040	8.124	114.400	45.230	2.108
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	0,41	0,34	0,08	0,24	0,71	0,11	0,72	0,59
Fisicoquímico laboratorio										
pH	-	0,1		7,80	7,30	7,40	7,70	7,30	8,30	7,70
Conductividad eléctrica	µS/cm	1		33.500	47.950	25.980	4.161	15.960	88.990	458.600
Sólidos disueltos totales	mg/l	5		22.320	32.075	17.010	2.860	10.060	70.840	373.710
Densidad	g/ml	-		1,030	1,030	1,020	1,010	1,020	1,060	1,240
Elementos mayoritarios disueltos										
Aniones										
Cloruro	mg/l	5		12.560	19.305	10.143	960	6.258	36.661	190.105
Sulfato	mg/l	10		1.236	1.106	691	706	497	4.626	20.045
Bicarbonato	mg/l	0,2		399	267	208	161	255	508	1.232
Nitrato	mg/l	0,01		3,34	3,42	1,91	5,22	3,76	5,32	9,72
Cationes										
Calcio disuelto	mg/l	0,01		357	458	261	294	40	428	106
Magnesio disuelto	mg/l	0,01		531	760	340	83	856	1.484	37.250
Sodio disuelto	mg/l	0,01		5.737	9.719	4.384	451	2.350	15.679	35.400
Potasio disuelto	mg/l	0,01		1.177	1.727	800	31	1.802	3.604	26.772
Elementos minoritarios y trazas disueltos										

Punto			MP-08A	PP-01	PP-02	PP-03	Vert. Peine	LM-13	LM-14	MP-12A
Código analítico laboratorio				EA22-11219-1	EA22-11220-1	EA22-11221-1	EA22-11224-1	EA22-11206	EA22-11207-1	EA22-11205
Fecha de muestreo			20-10-2022	21-10-2022	21-10-2022	21-10-2022	21-10-2022	20-10-2022	20-10-2022	20-10-2022
Estroncio disuelto	mg/l	0,00 05		4,68	4,77	3,15	2,47	4,11	1,93	16,92
Litio disuelto	mg/l	0,00 08		72,31	112,30	47,33	0,53	30,66	188,52	52,44
Boro disuelto	mg/l	0,05		27,84	46,00	21,10	7,38	10,14	72,98	439,98
Error del balance iónico	%	-		-8,5	0,8	-6,9	9,6	8,8	-8,3	-3,3
Elementos mayoritarios totales										
Calcio total	mg/l	0,01		465	486	281	308	46	456	118
Magnesio total	mg/l	0,01		581	760	363	100	856	1.518	39.920
Sodio total	mg/l	0,01		5.969	7.141	4.654	496	2.893	16.100	37.443
Potasio total	mg/l	0,01		1.217	1.777	809	33	1.856	3.660	29.394
Elementos minoritarios y trazas totales										
Aluminio total	mg/l	0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Arsénico total	mg/l	0,00 1		0,261	0,797	0,329	0,057	0,114	1,690	5,830
Boro total	mg/l	0,05		28,8	46,2	23,7	8,1	11,2	75,8	441,5
Estroncio total	mg/l	0,01		4,8	4,8	3,5	2,6	4,2	2,6	18,4
Hierro total	mg/l	0,01		0,24	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	<0,01
Litio total	mg/l	0,01		72,7	113,1	53,3	0,7	32,2	264,8	55,1
Silicio total	mg/l	1		<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Tabla 5-50 de monitoreos de calidad fisicoquímica no realizados en 2022

Sector	Mes	Punto de Monitoreo	Observación
Trimestre 1			
Sector Norte y Borde Este	Enero	BA-31 (ex LM-15)	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF (1)
		LM-11	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF (1)
		LM-12	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF (1)
		Quebrada Camar	Sin acceso al punto de monitoreo (2)
Sector Peine		LM-05	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		LM-06	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		LM-07	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		LM-08	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		LM-09	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		LM-10	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		LM-17	Punto Seco
		MPS-AA	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		MPS-AB	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		MPS-CB	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
Sector La Punta-La Brava	MP-03A	No se pudo medir por falla en bomba de ETFA.	
	MP-03B	No se pudo medir por falla en bomba de ETFA.	
Sector Norte y Borde Este	Febrero	LM-11	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF (1)
		LM-12	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF (1)
		Quebrada Camar	Sin acceso al punto de monitoreo (2)
Sector Peine		LM-05	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		LM-06	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		LM-07	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		LM-08	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		LM-09	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		LM-10	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		LM-17	Punto Seco
		MPS-AA	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
	MPS-AB	Sin autorización de comunidad de Peine (3)	

Tabla 5-50 de monitoreos de calidad fisicoquímica no realizados en 2022

Sector	Mes	Punto de Monitoreo	Observación
		MPS-CB	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
Sector Norte y Borde Este	Marzo	BA-31 (ex LM-15)	Solo se cuenta con datos obtenidos en terreno
		LM-11	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF (1)
		LM-12	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF (1)
		Quebrada Camar	Sin acceso al punto de monitoreo (2)
Sector Peine		LM-05	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		LM-06	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		LM-07	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		LM-08	Sin autorización de comunidad de Peine (3)
		LM-17	Punto Seco
Trimestre 2			
Sector Norte y Borde Este	Abril	BA-31 (ex LM-15)	Solo se cuenta con datos obtenidos en terreno
		Quebrada Camar	Sin acceso al punto de monitoreo (2)
Sector Peine		LM-17	Punto Seco
Trimestre 3			
Sector Norte y Borde Este	Julio	BA-31 (ex LM-15)	Solo se cuenta con datos obtenidos en terreno.
		Quebrada Camar	Sin acceso al punto de monitoreo (2)
Trimestre 4			
Sector Norte y Borde Este	Octubre	BA-31 (ex LM-15)	No se toma muestra química por poca agua en el punto
		LM-11	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF (4)
		LM-12	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF (4)
		Quebrada Camar	Sin acceso al punto de monitoreo (2)
Sector Peine		LM-05	Sin autorización de comunidad de Peine (5)
		LM-06	Sin autorización de comunidad de Peine (5)
		LM-07	Sin autorización de comunidad de Peine (5)
		LM-08	Sin autorización de comunidad de Peine (5)
		LM-09	Sin autorización de comunidad de Peine (5)
		LM-10	Sin autorización de comunidad de Peine (5)
	LM-17	Punto Seco	

Tabla 5-50 de monitoreos de calidad fisicoquímica no realizados en 2022

Sector	Mes	Punto de Monitoreo	Observación
		MPS-AA	Sin autorización de comunidad de Peine (5)
		MPS-AB	Sin autorización de comunidad de Peine (5)
		MPS-CB	Sin autorización de comunidad de Peine (5)

Nota: (1) Carta Oficial N°1/2022
 (2) Sin acceso al punto por restricción de la Comunidad de Camar
 (3) Carta N°YYY/2021, Comunidad de Peine
 (4) Carta Oficial N°17/2022, CONAF
 (5) Correo 13 de octubre, Comunidad de Peine
 En la Tabla 4-2 y Anexo L se indican y entregan cartas de respaldo
 Fuente: Elaboración propia

Las campañas anteriores, se presentan en conjunto con todos los registros de calidad química de aguas histórico, en el Anexo H de este documento.

A continuación, se entrega información sobre el tratamiento de resultados realizado en gabinete para su posterior análisis y descripción en este documento.

Conductividad Eléctrica en el Salar de Atacama

La conductividad eléctrica ha sido un parámetro de clasificación del tipo de agua, la evaluación ambiental del Proyecto para poder hacer la distinción entre aguas que son parte del Núcleo (salmuera) y las aguas que se encuentran en las cuencas aportantes (agua dulce - salobre). Para facilitar el entendimiento del análisis que se presenta a continuación, se entregan en la **Tabla 5-51** los rangos de conductividad que presentan las muestras, los cuales también fueron utilizados en la evaluación ambiental del Proyecto.

Tabla 5-51 Clasificación de los tipos de agua

Tipo de Agua	SDT (mg/l)	CE (µS/cm)
Dulce	0 – 4.200	0 – 4.500
Salobre	4.200 – 200.000	4.500 – 200.000
Salmuera	> 200.000	>200.000

Fuente: Tabla 7-6 Anexo 1 Adenda 5.

Cumplimiento del error de Balance Iónico

El error de balance iónico se calculó para todas las muestras a partir de la siguiente expresión con los cationes Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Sr²⁺, Li⁺ y B⁺, y aniones Cl⁻, HCO₃²⁻, SO₄²⁻ y NO₃⁻ (ver metodología en Capítulo 4).

$$\text{error de balance (\%)} = 100 \times \frac{\text{suma de cationes} - \text{suma de aniones}}{\text{suma de cationes} + \text{suma de aniones}} (\text{meq/L})$$

Los errores obtenidos se incluyen en las tablas anteriores de resultados químicos. De las 181 muestras analizadas el 2022, el 53% de las muestras (96) presenta un error inferior al 5%, 33 muestras (18%) presentan un error entre 5% y 7% (ambos porcentajes inclusive), 50 muestras (28%) presentan un error de balance inferior entre 7% y 10% y 2 muestras (1%) presentan un error de balance mayor que 10%, todo lo anterior en valor absoluto.

Estos porcentajes de cumplimiento se consideran adecuados por la tipología de muestras analizadas (mayoritariamente muestras salobres y salmueras), siendo que los lineamientos de la Guía SEA, 2012, “de carácter indicativo y referenciales”, son aplicables para aguas dulces y no consideraría las aguas salobres y salmueras. Porcentajes del error del balance iónico menores a 10% como valor absoluto se consideran aceptables de acuerdo con la ETFA SGS (ver carta LAB-003-22-EC-STGO en Anexo M), debido a que se pueden esperar errores más altos debido a la necesidad de realizar diluciones sucesivas de las muestras (para obtener un resultado de cada uno de los analitos involucrados en el cálculo de balance iónico, y también para disminuir la interferencia por las altas concentraciones de cloruro en los ensayos) y al efecto matriz (la viscosidad y densidad de las muestras tan concentradas dificultan determinar con una alta exactitud las concentraciones de cada uno de los compuestos químicos disueltos debido a que muchos de ellos se encuentran cercanos a su índice de solubilidad).

Representación de resultados

La variabilidad histórica de los valores medidos y analizados se presenta en este documento a través de diagramas o gráficos de caja para los parámetros fisicoquímicos, el cual incluye tablas de estadígrafos, así como gráficos temporales que permiten ver las tendencias a través del tiempo los parámetros analizados *in situ* y en el laboratorio.

Las tablas de estadígrafos que se presentan tienen por objetivo mostrar, por un lado, la cantidad de registros históricos totales que se tienen para cada punto (N° Datos) y, por otro, los valores representativos de los diagramas de caja, vale decir: mínimo (Min), Percentil 25% (P25), mediana, Percentil 75% (P75), máximo de la serie (Máx.) y rango intercuartílico (RQ). Cabe señalar que el rango intercuartílico corresponde a la diferencia entre el primer cuartil (P25) y el tercer cuartil (P75), dicho de otra forma, el RQ se utiliza para describir la dispersión de los datos, a medida que aumenta la dispersión mayor será el rango intercuartílico.

En los diagramas de caja que se han generado para cada parámetro fisicoquímico y sector de análisis, los puntos del PSAH de aguas superficiales se han representado en variedades de color naranja, los puntos de aguas subterráneas somera se han destacado en colores verdes y los puntos de aguas subterráneas profunda se han representado en tonalidades azules. Respecto a los diagramas propiamente tal, los extremos de la caja representan los percentiles 25% y 75%, indicado como “P25” y “P75” respectivamente en las tablas de estadígrafos. La

línea dentro de cada caja corresponde a la mediana de la serie de datos. Los bigotes de los diagramas, tanto superior como inferior, corresponden a los valores de 1,5 veces el RQ²⁰ de cada serie de datos. Fuera de los bigotes se muestran los valores fuera de tendencia de cada una de las series históricas de valores para cada parámetro analizado. Es importante señalar que estos valores no corresponden a valores *outliers* o fuera de serie, debido a que estos últimos son previamente quitados de las gráficas y análisis como se indica a continuación; así, los valores representados en los gráficos, pero fuera de los bigotes, corresponden a datos que se encuentran fuera de la tendencia histórica de cada serie, considerando el criterio RQ.

A partir de las concentraciones de los elementos mayoritarios (cationes y aniones) se han elaborado los diagramas de Piper, con el objetivo de caracterizar el tipo de aguas, y visualizar si las composiciones químicas han variado respecto a las tendencias naturales o históricas.

Valores Anómalos u Outliers

Respecto de la identificación de datos anómalos u *outliers* de la composición química del agua, se realizó una depuración de ellos con la finalidad de generar gráficos y tablas de estadígrafos que sean útiles para analizar la variabilidad natural del sistema. Para ello, se utilizaron los siguientes criterios:

- Para aquellos registros que poseen una cantidad de datos menor a 30, se utilizaron criterios amplios sobre la mediana, asegurando que corresponden a datos fuera de rango, además de validación visual.
- Para los puntos de monitoreo que poseen una cantidad de datos mayor a 30, se considera que la muestra es lo suficientemente grande y los registros independientes entre sí, por lo tanto, se puede aplicar el teorema del límite central, que permite asumir que los parámetros químicos tendrán una distribución normal. Se considera un intervalo de confianza de 3 desviaciones estándar (DV), es decir, los valores presumiblemente erróneos detectados son aquellos que quedan fuera de este margen, los cuales son como máximo 0,27 % de los datos. En el caso donde existen diferencias significativas entre los datos, se aplicó el criterio anterior en dos iteraciones de limpieza de datos, esto con el fin de detectar un posible dato anómalo que sea enmascarado por otro de mayor magnitud.
- Para las medidas de conductividad eléctrica (CE) superior a los 300.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dichos registros han sido eliminados de los gráficos y no fueron consideradas para el cálculo de estadígrafos. Lo anterior se basa en que el dato anómalo superior a los 300.000

²⁰ RQ corresponde al rango intercuartílico (diferencia entre P75 y P25)

$\mu\text{S}/\text{cm}$ es considerado un error, ya que son datos obtenidos a partir de muestras diluidas. Se aplica el mismo criterio para conductividad eléctrica in situ.

En el caso particular del agua de salmuera (Pozos MP-XXB), cuando se tienen registros con CE menores a $200.000 \mu\text{S}/\text{cm}$, éstos han sido considerados anómalos u *outliers*, dado que corresponden principalmente a muestras que han sido tomadas erróneamente en pozos de agua salobre (MP-XXA) homólogos. Se debe indicar que éstos sí se incluyen en los gráficos y tablas de estadísticos de este parámetro, pero no se consideran característicos de este tipo de agua.

Cabe recalcar que los valores anómalos identificados solo fueron excluidos de gráficos y tablas de estadígrafos, pero en ningún caso fueron eliminados de la base de datos, que se presenta en el Anexo H (Anexos H-1 y H-2). En el Anexo H-7, se presentan en detalle todos los registros considerados anómalos.

Esta exclusión de datos anómalos se aplicó sólo para los datos registrados hasta diciembre de 2021, ya que en este informe se deben presentar todos los datos registrados en 2022, los cuales la SMA no ha tenido a la vista, y que, eventualmente, podrían salir del registro de datos anómalos en caso de que fueran consistentes con una tendencia futura de la concentración del parámetro. Por esto, en el texto explicativo de cada gráfico que presenta uno o más datos anómalos de 2022, se indicará cuál es el punto de monitoreo y cuándo ocurre el valor presumiblemente erróneo.

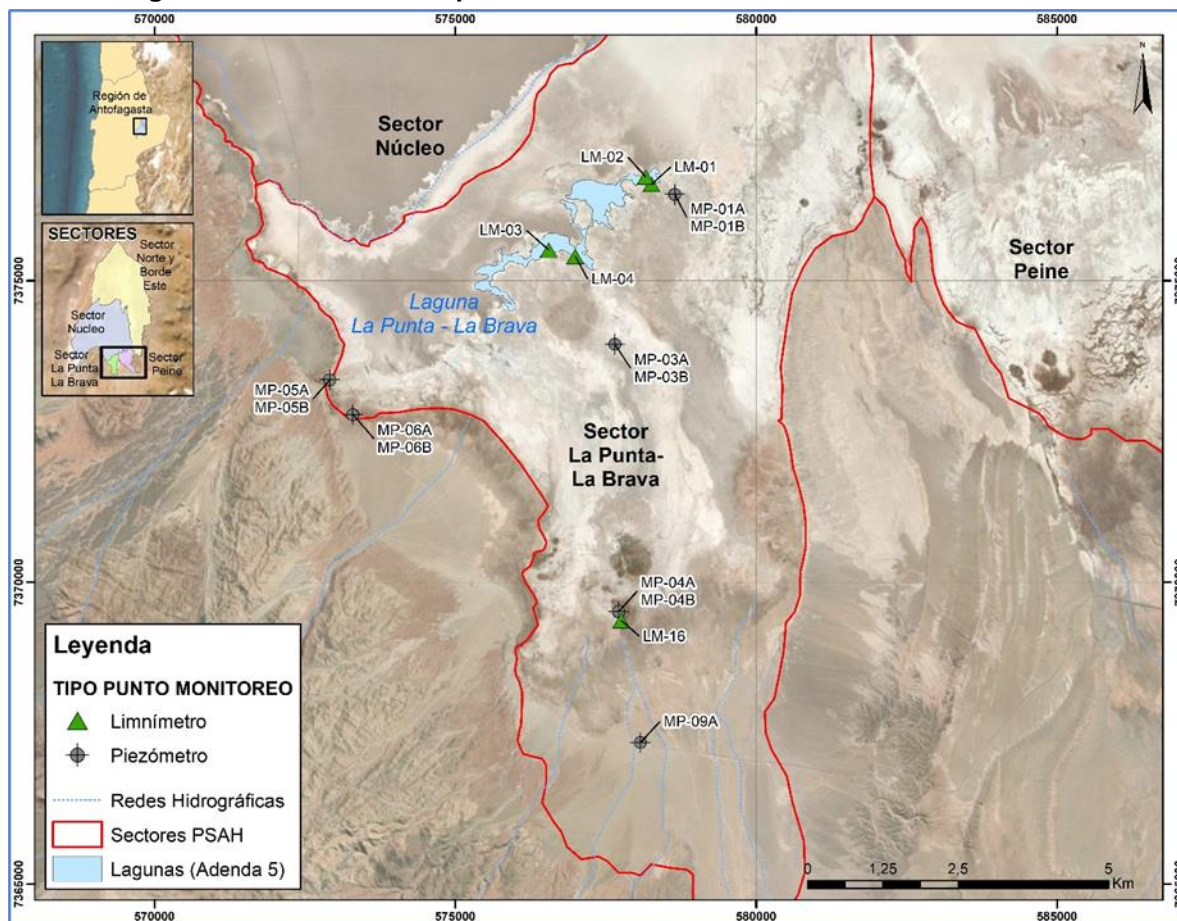
A continuación, se presentan los resultados gráficos, estadígrafos, resultados tabulares y gráficas temporales para cada uno de los parámetros por sector de análisis y por tipo de grupo de parámetros, siguiendo el orden de lo indicado en la Tabla 4-1 del Capítulo 4 de este documento.

Importante de señalar es que el análisis y descripción que se presenta de los resultados de cada parámetro hace énfasis en su comportamiento temporal y los estadígrafos característicos considerados son la mediana y para el caso de hablar de rangos en los sectores, se refiere fundamentalmente a los percentiles 25% (P25) y 75% (P75).

5.8.1 Sector La Punta – La Brava

La ubicación de los puntos de monitoreo de este sector se presenta en la **Figura 5-102**.

Figura 5-102 Localización puntos de monitoreo Sector La Punta – La Brava



Fuente: Elaboración propia

Parámetros Físicoquímicos *in situ*

pH in situ

Los resultados de pH para el Sector La Punta-La Brava, considerando los diagramas de caja y tabla con estadígrafos, que se presentan en la Figura 5-103, indican que las aguas superficiales de las lagunas presentan valores de pH mayores que las aguas de pozos, con medianas que varían entre 8,02 en LM-04 a 8,27 en LM-02. Las aguas salobres de este sector presentan rangos de pH intermedios, con medianas que varían entre 7,09 en MP-09A a 7,52 en MP-03A y las salmueras son las que presentan en general el pH más bajo, con valores de medianas que varían entre 6,10 en MP-04B a 6,55 en MP-03B, manteniendo los valores dentro de los rangos históricos. El punto LM-16 se encuentra en el sector denominado Tilopozo,

ubicado al sur del resto de los puntos de las lagunas, con un pH de tendencia neutra (mediana de 7,06).

Conductividad Eléctrica *in situ*

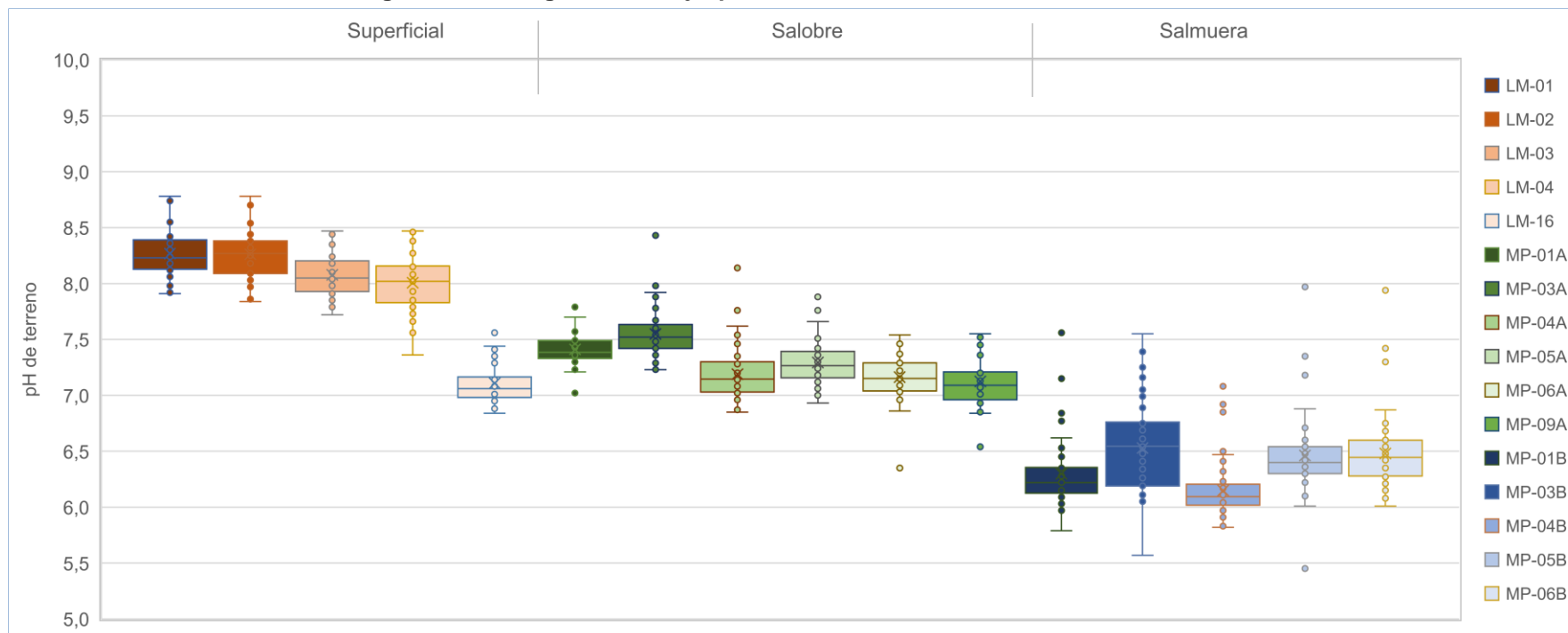
Respecto a la conductividad eléctrica (CE) del sector La Punta-La Brava (Figura 5-104), se aprecia que la salmuera (pozos “MP-XXB”) presenta mayor variabilidad en los rangos de C.E que las aguas superficiales (“LM”) y que las aguas salobres (pozos “MP-XXA”), alcanzado típicamente valores por sobre los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Algunas muestras de salmuera (pozo MP-XXB), tienen valores que en el registro histórico son menores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, las que corresponden a muestras que han sido tomadas erróneamente en pozos de agua salobre (MP-XXA) homólogos. Estos registros se incluyen en los gráficos y tablas de estadísticos de este parámetro, pero como fue mencionado anteriormente no se consideran característicos de este tipo de aguas.

Para las aguas subterráneas profundas (salmuera), el rango de la mediana de CE varía aproximadamente entre los 220.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y los 240.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Este valor es consistente con la presencia de salmueras en profundidad, por debajo de la Interfase Salina. Para el caso de las aguas subterráneas someras (salobres), este rango está dado por un P25 de 4.438 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MP-09A) y un P75 de 42.300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MP-06A). Estas aguas presentan los valores más bajos de CE del sector.

Todas las aguas de las lagunas La Punta-La Brava, representadas por los puntos LM-01 hasta LM-04, registran valores mayores a 34.760 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y menores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica que son aguas salobres. En términos de la mediana, los puntos LM-01 y LM-02 presentan conductividades menores, con medianas en torno a 59.300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y los puntos LM-03 y LM-04 presentan medianas en torno a 110.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

El punto LM-16, ubicado en Tilopozo, tiene los menores valores de CE relativo al resto de las lagunas, con mediana de 4.317 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

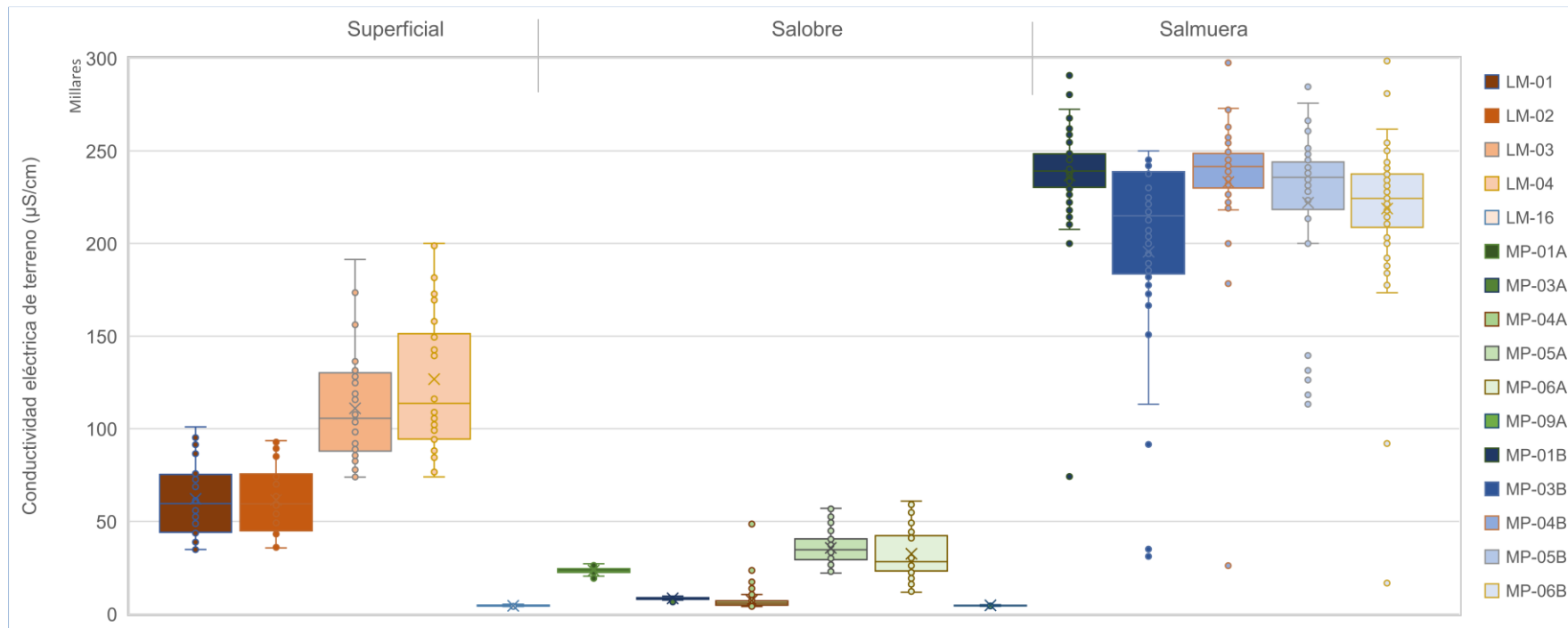
Figura 5-103 Diagrama de Caja, pH *in situ* histórico, Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	33	60	62	66	66	39	35	65	64	66	39	66
Min	7,91	7,84	7,72	7,36	6,84	7,02	7,23	6,85	6,93	6,35	6,54	5,79	5,57	5,82	5,45	6,01
P25	8,13	8,09	7,93	7,83	6,98	7,33	7,42	7,03	7,16	7,04	6,96	6,13	6,19	6,02	6,30	6,28
Mediana	8,23	8,27	8,05	8,02	7,06	7,39	7,52	7,15	7,27	7,15	7,09	6,22	6,55	6,10	6,40	6,45
P75	8,39	8,38	8,20	8,16	7,17	7,49	7,63	7,30	7,39	7,29	7,21	6,36	6,76	6,21	6,54	6,60
Max	8,78	8,78	8,47	8,47	7,56	7,82	8,43	8,14	7,88	7,54	7,55	7,57	7,55	7,08	7,97	7,94
RQ	0,26	0,29	0,27	0,33	0,19	0,16	0,21	0,27	0,23	0,25	0,25	0,23	0,57	0,19	0,24	0,32

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-104 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica *in situ* histórico (µS/cm), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	35	65	61	66	66	43	35	64	64	65	41	66
Min	34.760	35.630	73.862	73.980	4.043	19.271	6.474	4.003	22.150	11.720	4.188	74.190	31.030	26.100	113.300	16.630
P25	44.132	44.880	87.900	94.383	4.210	22.410	7.990	4.765	29.263	23.180	4.438	230.300	183.525	229.950	218.350	208.725
Mediana	59.610	59.480	105.600	113.650	4.317	23.250	8.535	5.825	34.715	28.250	4.501	239.050	214.869	241.500	235.700	224.350
P75	75.383	75.590	130.225	151.300	4.715	24.465	8.848	7.064	40.528	42.300	4.670	248.447	238.725	248.650	243.990	237.575
Max	101.000	93.600	191.400	200.000	5.200	27.160	9.659	48.540	56.970	60.930	5.654	290.647	250.000	297.600	284.567	298.560
RQ	31.251	30.710	42.325	56.917	505	2.055	858	2.299	11.265	19.120	232	18.147	55.200	18.700	25.640	28.850

Fuente: Elaboración propia

Sólidos Disueltos Totales *in situ*

Los sólidos disueltos totales (SDT), Figura 5-105, dada a la relación directa que tienen con la CE *in situ*, presentan un comportamiento similar en los diferentes puntos, tanto superficiales como subterráneos.

Como es de esperar, los pozos de la salmuera, “MP-XXB”, presentan valores más altos, cuya mediana es superior a los 100.000 mg/l, indicando que son aguas más profundas, mientras que los pozos “MP-XXA” presentan una concentración de SDT más bajas, con un P25 de 2.220 mg/l (MP-09A) y un P75 de 21.630 mg/l (MP-06A).

En el caso de los puntos superficiales, LM-01 y LM-02 tienen valores registrados entre 1.880 mg/l (LM-02) y casi los 50.000 mg/l (LM-01 y LM-02), valores más bajos comparados a los puntos del otro extremo del sistema lagunar, LM-03 y LM-04, que presentan valores mayores de 36.490 mg/l (LM-04) y que van hasta los 115.300 mg/l (LM-04). El punto LM-16, presenta valores de SDT menores, con un rango entre 2.024 mg/l a 3.062 mg/l, debido a que corresponde a un punto aguas arriba de las lagunas.

Oxígeno Disuelto *in situ*

El contenido de oxígeno disuelto (O.D.) se presenta en la Figura 5-106 desde donde resulta evidente que un mayor contenido de sales presente en la muestra, asociado a valores altos de CE, implica una menor concentración de O.D.

Los pozos que monitorean salmuera presentan menor contenido de O.D., con valores de mediana que se encuentran bajo los 0,31 mg/l y presentan menor variación. Este comportamiento es consistente con la condición de menor aireación de las aguas profundas relativo a las más someras. Estas últimas, las aguas salobres, tienen medianas que varían entre 1,3 mg/l y 2,5 mg/l.

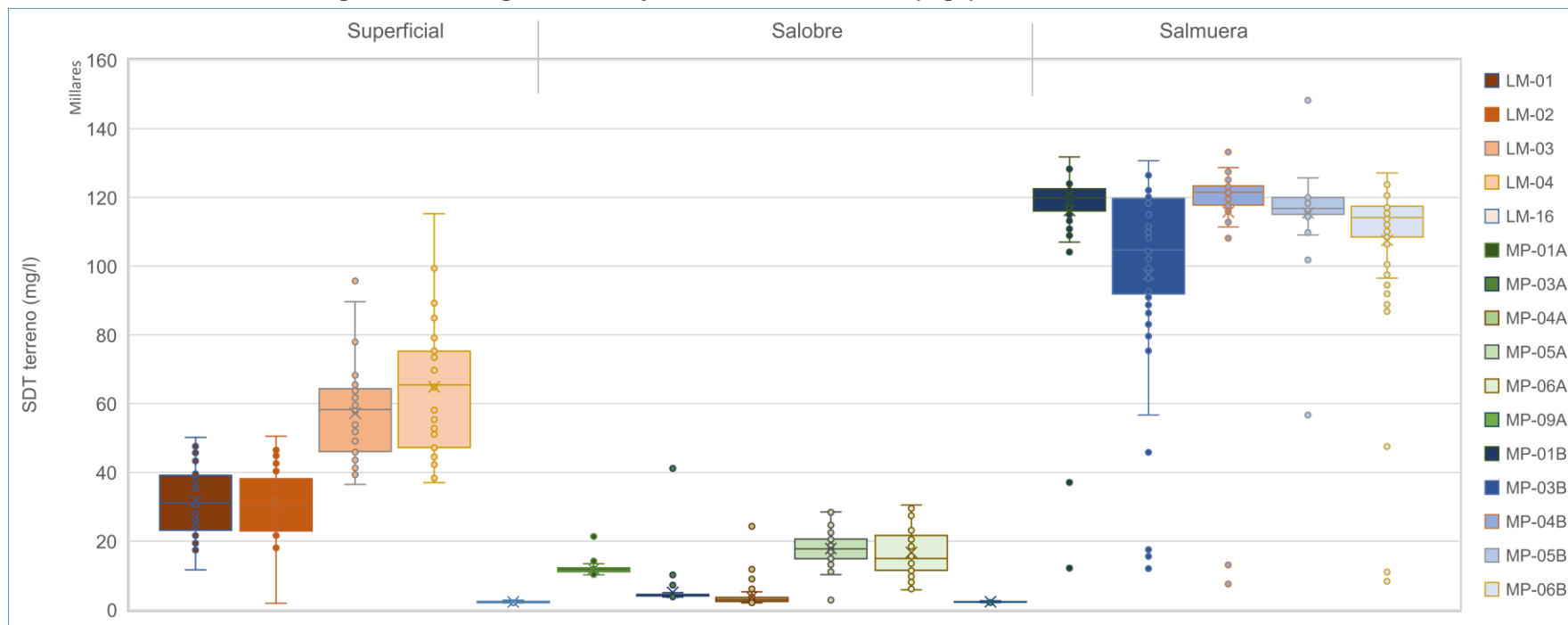
Los puntos LM-01 y LM-02, presentan en general medianas del orden de 3,3 mg/l, con las mayores variaciones en puntos superficiales, mientras que los puntos LM-03 y LM-04 presentan menor contenido de O.D. con medianas cercanas a los 2 mg/l, al igual que el punto LM-16.

En cuanto a los datos del año 2022, se registran valores muy altos de O.D. en LM-02 y MP-04A de hasta 58,7 mg/l. Estos valores se consideran *anómalos* (los datos corresponderían a saturación de oxígeno (%)) en vez de la concentración de oxígeno (mg/l de O₂), pero se muestran y forman parte de la tabla de estadística básica pues corresponden a datos del presente periodo de reporte.

Temperatura *in situ*

Para la temperatura del agua (°C), Figura 5-107, los puntos de salmuera presentan un amplio rango de temperatura, con mínimos de 13°C y máximos de 30°C aproximadamente. Los puntos MP-01A, MP-01B, MP-03A y MP-03B indican medianas cercanas a los 16°C (similares a los valores de las lagunas – LM-01 y LM-02) y el resto de los puntos un promedio de medianas de alrededor de 22°C. Las aguas superficiales, presentan valores de temperaturas de más amplio rango de variación, que van desde los 6,2°C (LM-02) hasta 31,1°C (LM-04), debido a su relación directa con la temperatura ambiente.

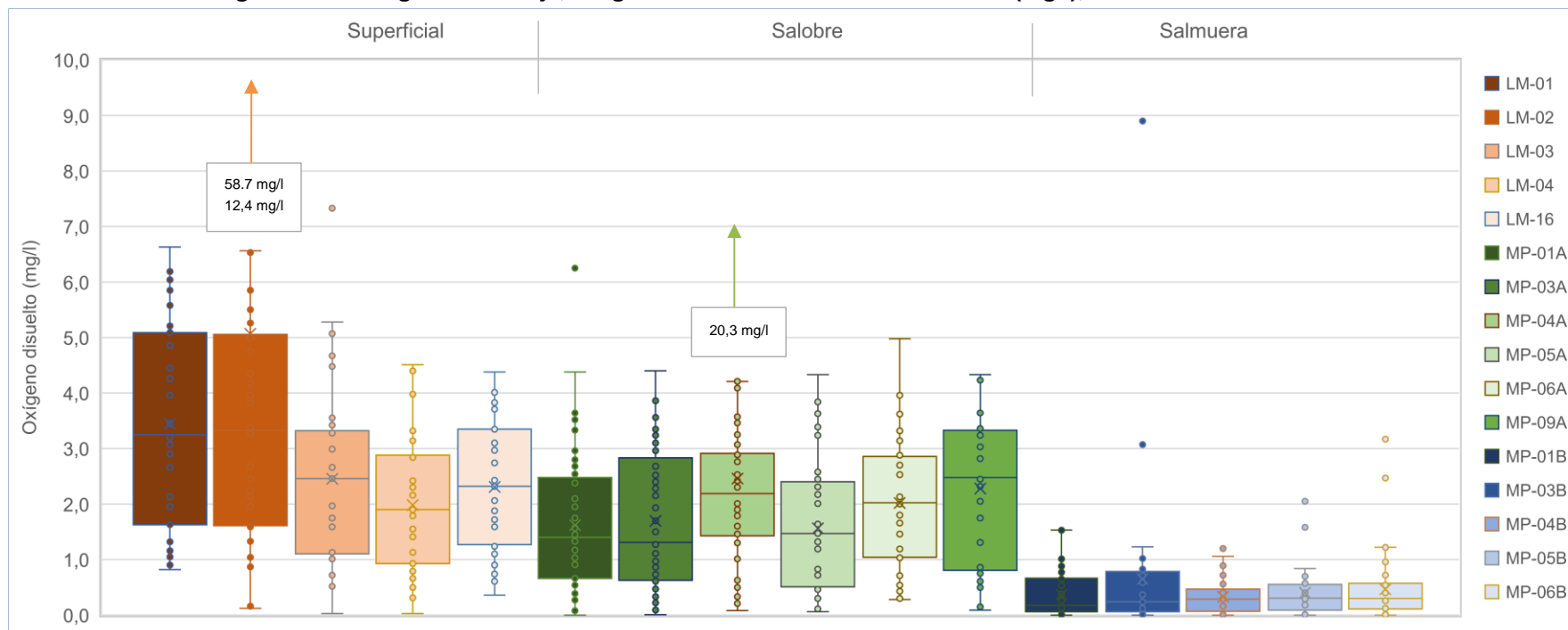
Figura 5-105 Diagrama de Caja, SDT *in situ* histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	65	62	66	66	39	35	62	62	65	35	64
Min	11.590	1.880	36.490	37.010	2.024	10.200	3.741	2.005	2.813	5.860	2.092	12.090	11.990	7.492	56.660	8.311
P25	23.153	22.930	46.073	47.203	2.111	11.110	4.048	2.416	14.873	11.520	2.220	116.075	91.925	117.750	115.100	108.475
Mediana	31.095	30.580	58.260	65.487	2.160	11.550	4.300	2.924	17.710	14.890	2.261	119.900	104.650	121.500	116.800	114.150
P75	39.151	38.120	64.355	75.250	2.400	12.240	4.451	3.589	20.600	21.630	2.370	122.525	119.650	123.400	120.000	117.475
Max	50.180	50.540	95.700	115.300	3.062	21.333	41.170	24.270	28.480	30.520	3.295	131.800	130.650	133.400	148.260	127.100
RQ	15.998	15.190	18.282	28.047	289	1.130	403	1.173	5.727	10.110	150	6.450	27.725	5.650	4.900	9.000

Fuente: Elaboración propia

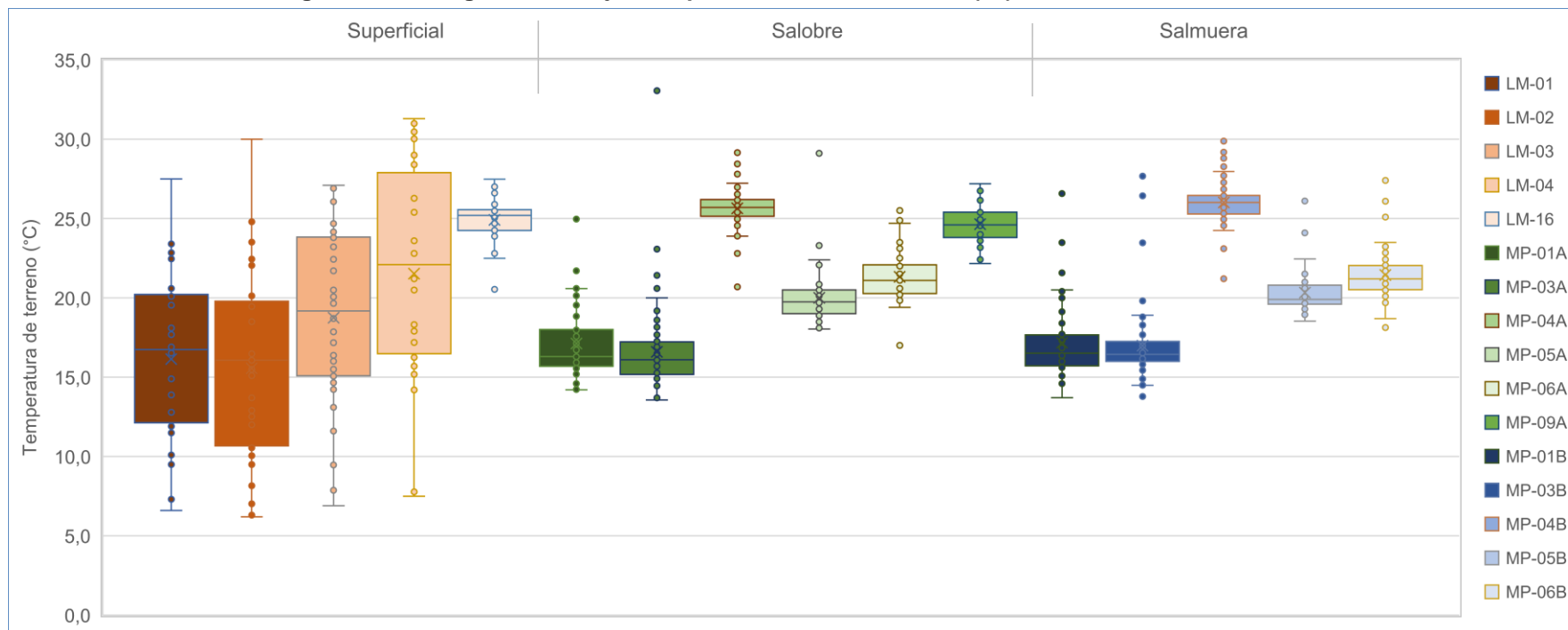
Figura 5-106 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. in situ histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	35	34	33	33	35	59	57	58	55	36	33	46	45	43	32	49
Min	0,82	0,12	0,03	0,03	0,36	0,00	0,01	0,08	0,06	0,28	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P25	1,63	1,61	1,11	0,93	1,27	0,66	0,63	1,43	0,51	1,04	0,81	0,06	0,06	0,07	0,09	0,11
Mediana	3,25	3,33	2,46	1,90	2,32	1,40	1,31	2,19	1,47	2,03	2,48	0,18	0,24	0,29	0,31	0,30
P75	5,09	5,06	3,32	2,88	3,35	2,48	2,84	2,91	2,40	2,86	3,33	0,66	0,79	0,47	0,55	0,58
Max	6,63	58,70	7,33	4,51	4,38	6,25	4,40	20,30	4,33	4,98	4,33	1,53	8,90	1,20	2,05	3,17
RQ	3,46	3,45	2,21	1,95	2,08	1,82	2,21	1,48	1,89	1,82	2,52	0,60	0,73	0,40	0,46	0,47

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-107 Diagrama de Caja, Temperatura *in situ* histórico (°C), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	33	36	36	33	62	64	66	66	39	35	65	64	66	43	66
Min	6,60	6,20	6,90	7,50	20,54	14,20	13,56	20,70	18,03	17,00	22,17	13,71	13,78	21,20	18,53	18,13
P25	12,12	10,67	15,08	16,49	24,26	15,69	15,17	25,14	19,00	20,28	23,80	15,71	16,00	25,29	19,60	20,51
Mediana	16,74	16,07	19,18	22,10	25,20	16,30	16,10	25,70	19,75	21,10	24,60	16,51	16,44	26,02	19,90	21,20
P75	20,22	19,79	23,84	27,89	25,56	18,00	17,22	26,20	20,50	22,08	25,40	17,66	17,25	26,45	20,80	22,04
Max	27,50	30,00	27,10	31,30	27,48	25,00	33,06	29,15	29,12	25,51	27,20	26,58	27,67	29,89	26,11	27,40
RQ	8,10	9,12	8,76	11,40	1,30	2,31	2,05	1,06	1,50	1,80	1,60	1,95	1,25	1,16	1,20	1,53

Fuente: Elaboración propia

Variación Temporal de los parámetros *in situ*

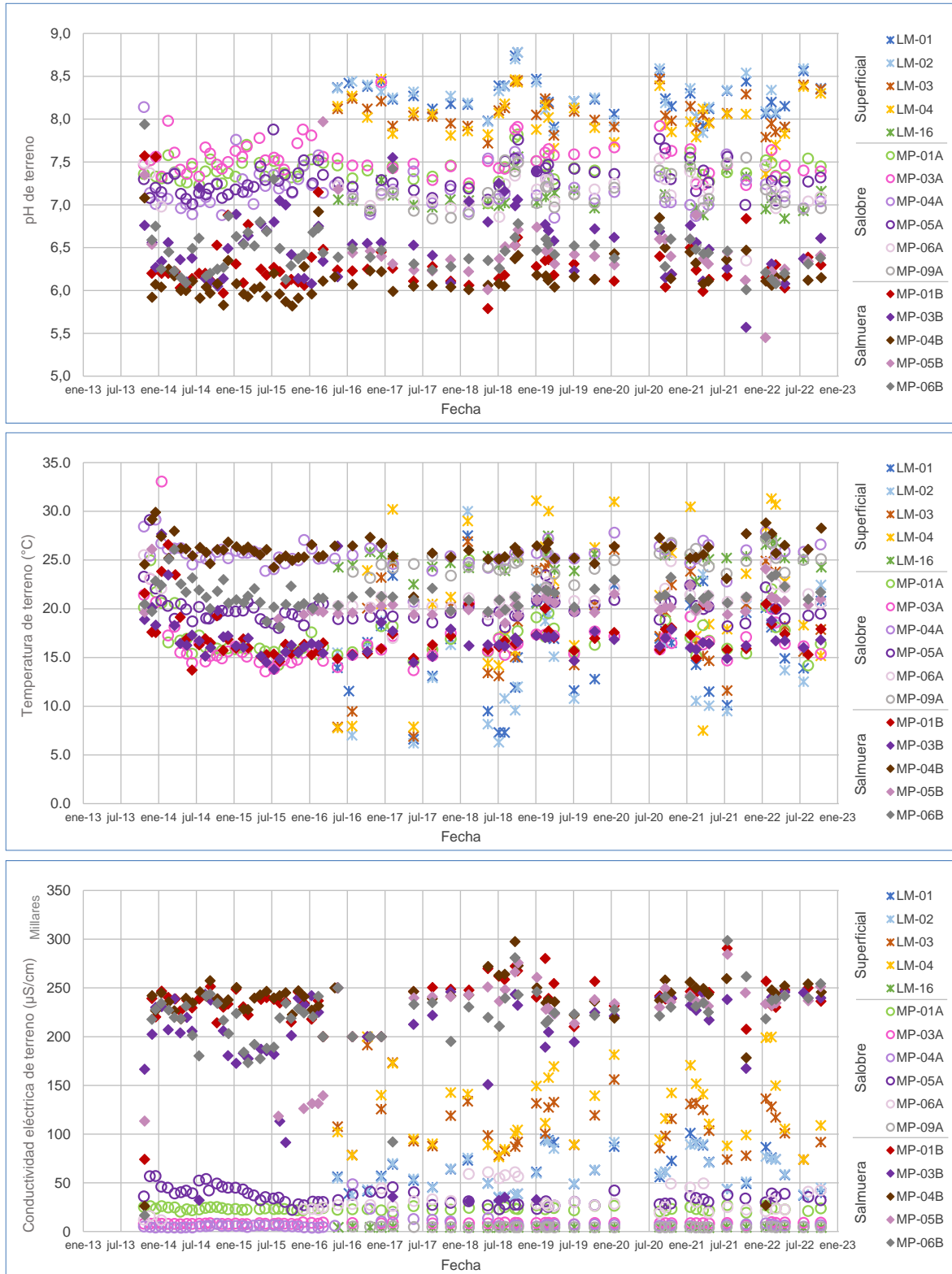
En esta sección se presentan los resultados del comportamiento temporal de estas variables, vale decir, se presenta gráficamente cuál ha sido la variación en el tiempo, representando los datos desde 2013 a 2022.

En la Figura 5-108 y Figura 5-109, se presenta la gráfica para los 5 parámetros *in situ* comprometidos: pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y sólidos disueltos totales para los puntos del Sector La Punta-La Brava.

La variación temporal general de los datos permite indicar que los valores de parámetros *in situ* para 2022 tienen un comportamiento similar a los años anteriores, con variaciones estacionales que se expresan mayormente en las variables de temperatura y CE.

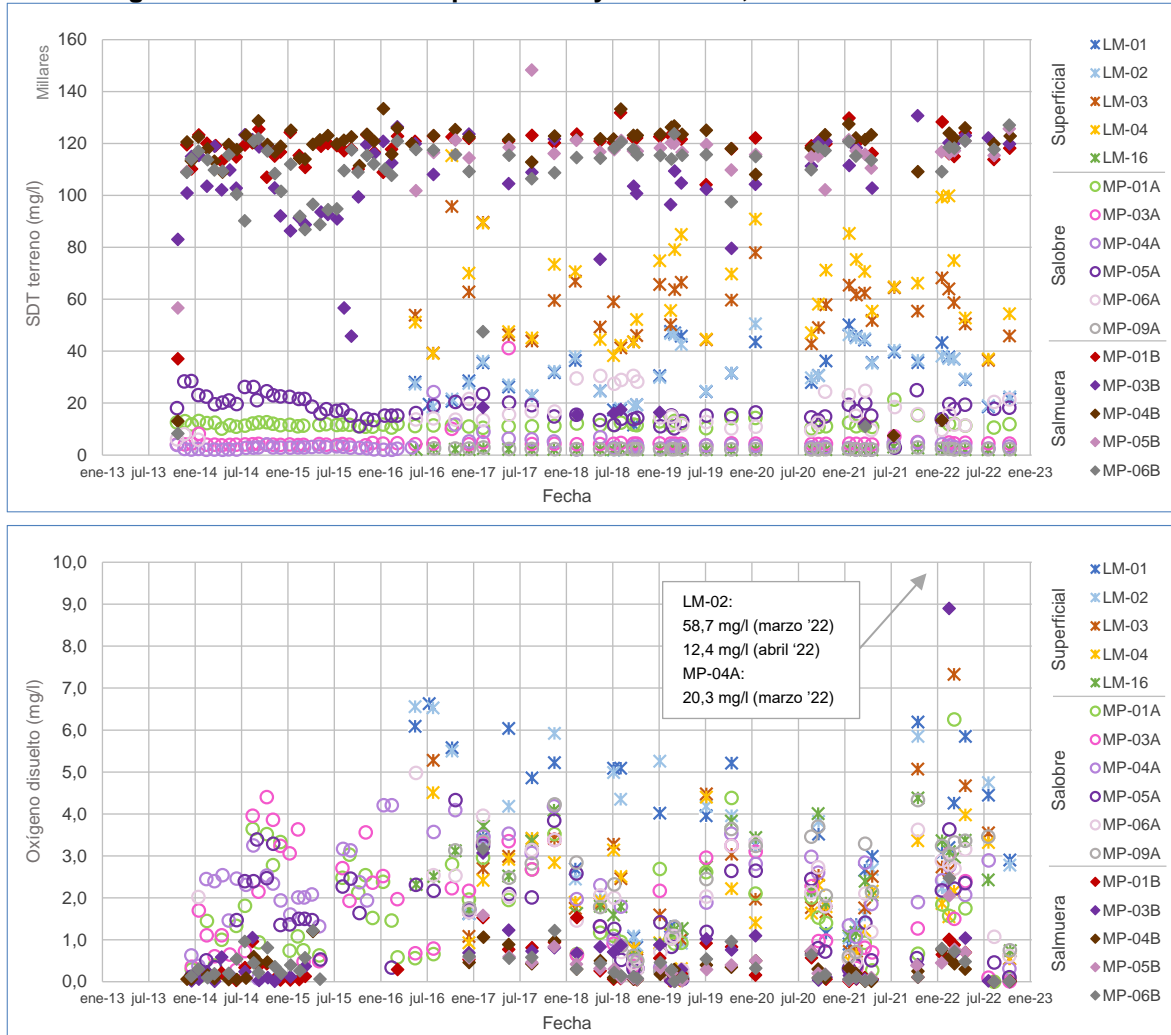
De manera general, el comportamiento de los parámetros analizados durante el año 2022 se mantiene dentro de lo esperado, dentro de los rangos de la variación natural y estacional. Como se mencionó anteriormente, sin embargo, se registran valores muy altos de O.D. en LM-02 y MP-04A de hasta 58,7 mg/l, los que se consideran *valores anómalos* (los datos corresponderían a saturación de oxígeno (%) en vez de la concentración de oxígeno (mg/l de O₂), pero se muestran y forman parte de la tabla de estadística básica pues corresponden a datos del presente periodo de reporte.

Figura 5-108 Variación Temporal: pH, Temperatura y CE *in situ*, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-109 Variación Temporal: SDT y OD *in situ*, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Parámetros Fisicoquímicos de laboratorio

pH de Laboratorio

Los resultados de pH medidos en laboratorio, presentados en la Figura 5-110 son un poco mayores en magnitud que los parámetros medidos *in situ*. Lo anterior es debido a que las condiciones del medio, temperatura y otros, hacen que varíen las concentraciones de los parámetros medidos en laboratorio, respecto a las medidas *in situ*. En general, las aguas superficiales y las aguas salobres se presentan neutras a levemente básicas. Para la salmuera, en cambio, son aguas levemente más ácidas.

Conductividad Eléctrica de Laboratorio

Los resultados de CE de laboratorio, Figura 5-111, tienen valores similares a los medidos en terreno. La conductividad de las lagunas La Punta y La Brava, presentan valores intermedios, entre las aguas salobres y la salmuera. Lo anterior, se puede atribuir al proceso de evaporación a las que están expuestas las lagunas, produciendo concentración de elementos y sales aumentando así sus conductividades. Para el presente periodo de reporte existen valores de conductividad en salmueras y en una muestra superficial (LM-04) sobre los rangos normales de variación de este parámetro, los que se presentan en el gráfico, pero se consideran valores anómalos, debido probablemente a errores en el análisis de las muestras.

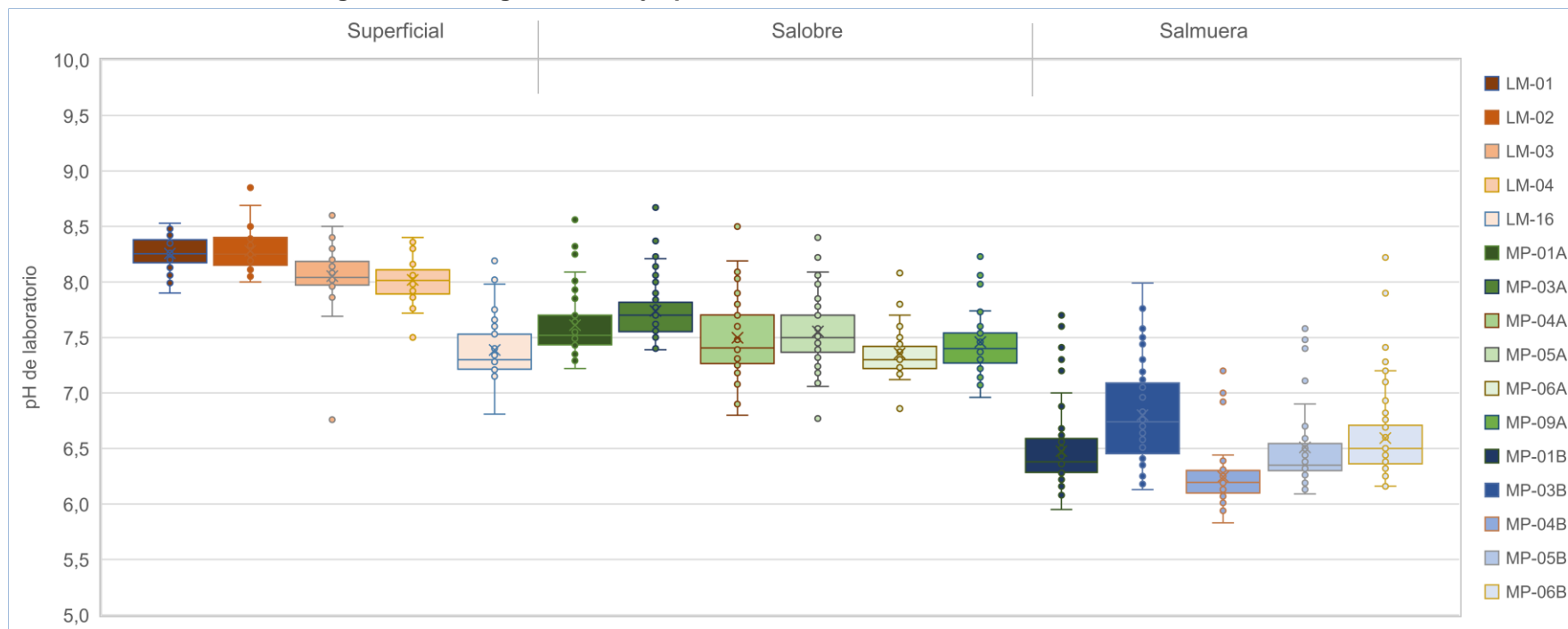
Sólidos Disueltos Totales de Laboratorio

En la **Figura 5-112** se presentan los resultados de laboratorio de la estimación de SDT. La carga de material disuelto, como es esperable, es mucho mayor en las muestras de salmuera, con medianas que varían entre casi los 200.000 mg/l y 330.000 mg/l. Los SDT de las muestras de las lagunas (superficiales) están en un rango intermedio de concentraciones, con un valor de P75 de hasta 126.965 mg/l en LM-04, aunque en el presente periodo se registra un valor de 294.580 mg/l, el que se considera *anómalo* (se muestra en los gráficos y se incluye en la estadística básica). Para las aguas subterráneas someras (salobres) los SDT son prácticamente menores a los 50.000 mg/l.

Densidad

Con respecto a la densidad, Figura 5-113, los valores para las salmueras son mayores que aquellos de las aguas salobres, con medianas entre los 1,141 y 1,210 g/ml. Las aguas salobres, como es de esperar por la menor carga de material disuelto, tienen medianas y percentiles entre 1,000 g/ml y 1,023 g/ml. Las aguas superficiales de las lagunas tienen densidades que se circunscriben entre las de las salmueras y las aguas salobres, con densidades entre 1,000 g/ml y 1,150 g/ml.

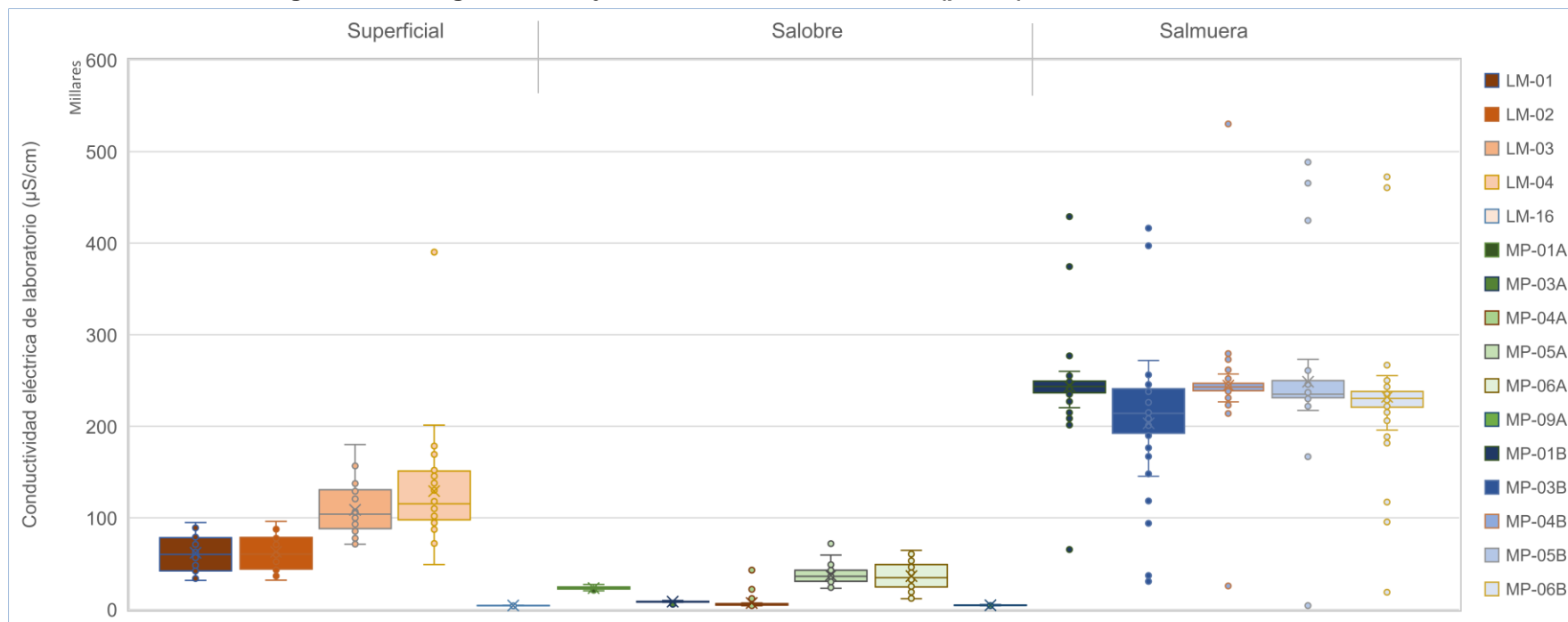
Figura 5-110 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico, Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	65	64	66	66	39	35	65	64	66	38	66
Min	7,90	8,00	6,76	7,50	6,81	7,22	7,39	6,80	6,77	6,86	6,96	5,95	6,13	5,83	6,09	6,16
P25	8,17	8,15	7,97	7,89	7,22	7,44	7,55	7,27	7,37	7,22	7,27	6,29	6,45	6,10	6,30	6,36
Mediana	8,26	8,25	8,04	8,02	7,30	7,52	7,70	7,41	7,50	7,30	7,40	6,38	6,74	6,20	6,35	6,50
P75	8,38	8,40	8,19	8,11	7,53	7,70	7,82	7,70	7,70	7,42	7,54	6,59	7,09	6,30	6,55	6,71
Max	8,53	8,85	8,60	8,40	8,19	8,56	8,67	8,54	8,44	8,08	8,23	7,70	7,99	7,20	7,58	8,22
RQ	0,21	0,25	0,22	0,22	0,31	0,26	0,27	0,43	0,33	0,20	0,27	0,30	0,64	0,20	0,25	0,35

Fuente: Elaboración propia

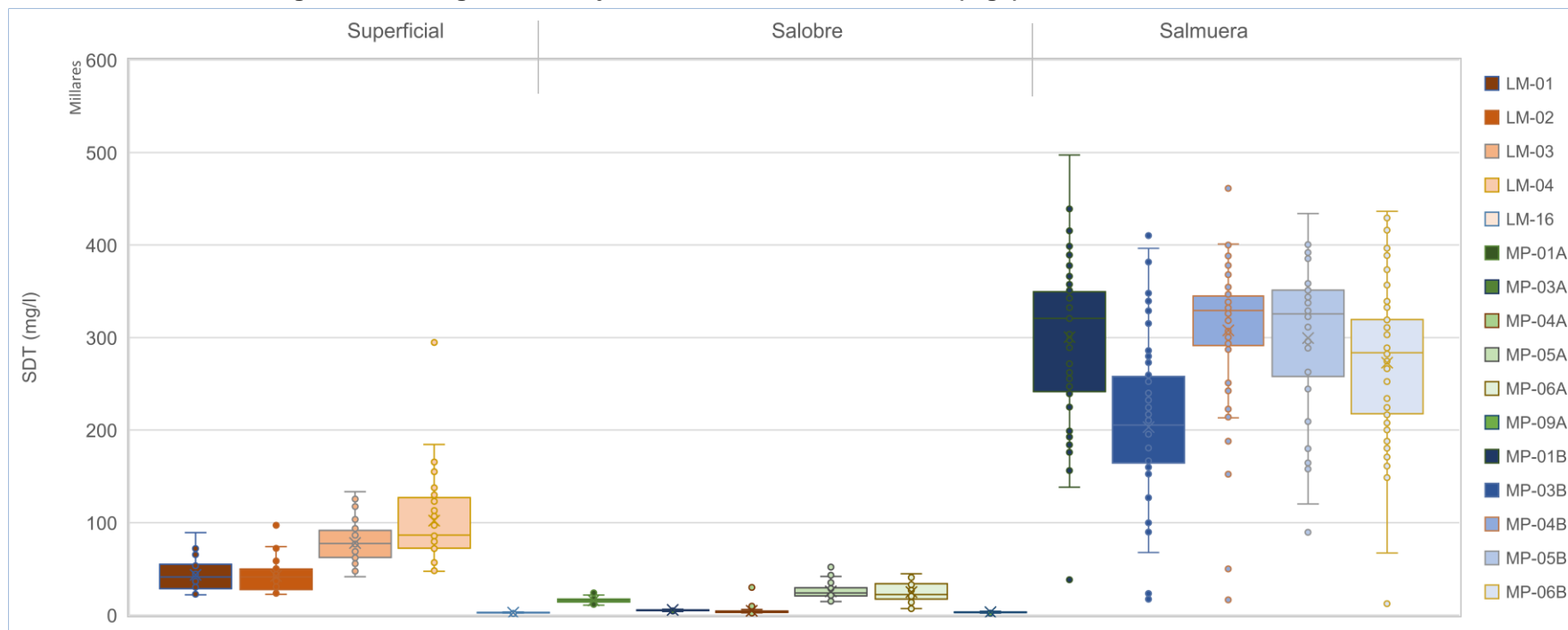
Figura 5-111 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico (µS/cm), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	64	64	66	65	39	35	64	64	65	37	66
Min	31.700	32.100	71.300	49.000	3.980	20.500	5.660	4.120	23.100	11.780	4.100	65.400	30.600	25.600	4.300	18.890
P25	42.120	44.100	88.225	97.775	4.194	22.325	8.033	4.723	30.800	24.700	4.407	236.499	192.425	238.813	231.039	220.750
Mediana	60.094	60.454	104.038	115.500	4.255	23.200	8.445	5.635	36.100	34.600	4.490	243.500	214.000	243.000	235.000	230.500
P75	78.258	78.616	130.692	151.100	4.390	24.623	8.879	6.390	42.800	49.100	4.850	249.516	241.000	247.000	250.000	238.000
Max	94.900	96.100	180.100	390.259	5.050	27.330	11.483	42.900	71.800	64.600	6.376	428.859	416.335	530.222	488.448	472.400
RQ	36.138	34.516	42.467	53.325	196	2.298	846	1.667	12.000	24.400	443	13.017	48.575	8.187	18.961	17.250

Fuente: Elaboración propia

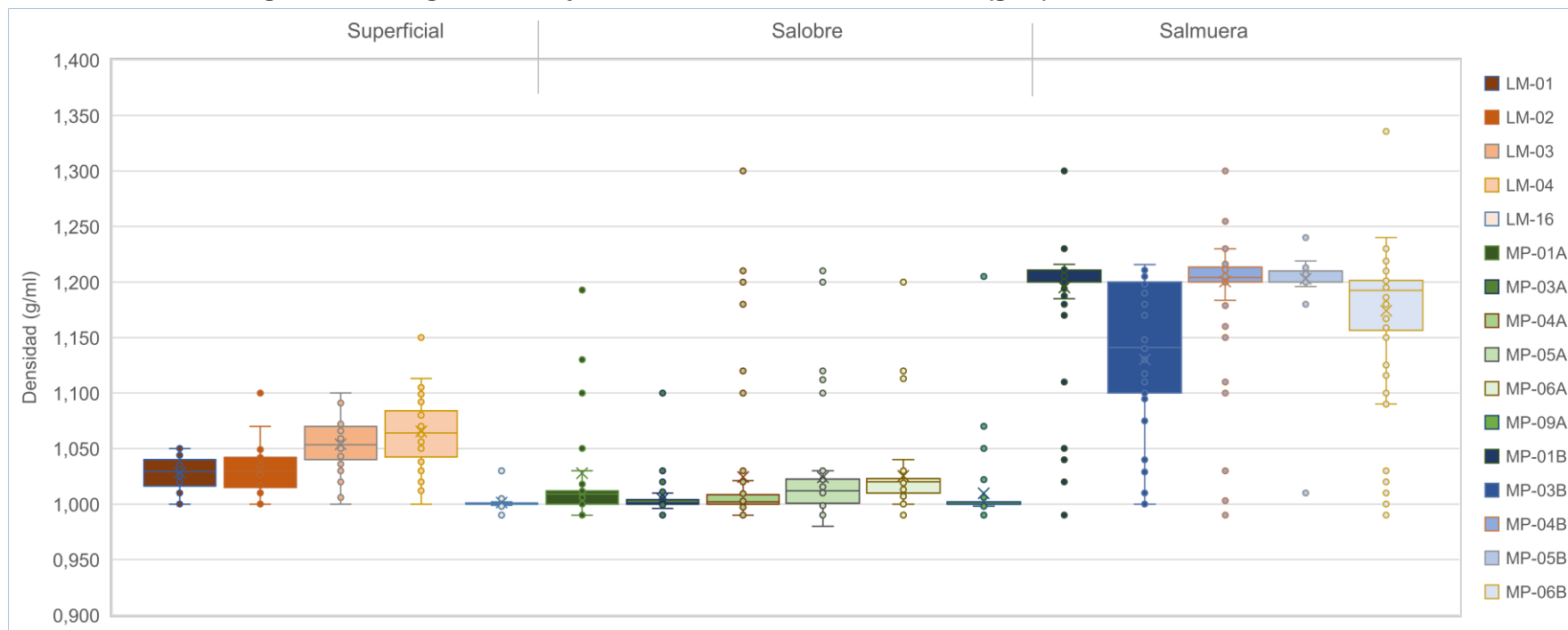
Figura 5-112 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	65	63	66	65	39	35	65	64	66	38	66
Min	22.050	22.480	41.550	47.400	1.740	10.800	3.910	2.320	14.640	7.010	1.950	38.210	17.200	16.360	89.530	12.215
P25	28.631	27.633	62.217	72.333	2.526	14.075	4.952	3.040	20.830	17.320	2.777	241.624	164.364	291.290	257.983	217.589
Mediana	41.309	41.233	77.460	86.354	2.653	15.300	5.240	3.646	23.880	22.100	3.000	320.620	205.435	329.116	325.547	283.444
P75	54.895	49.870	91.655	126.965	2.943	17.314	5.660	4.309	29.588	33.867	3.300	349.539	257.807	344.967	351.223	319.433
Max	89.200	97.033	133.433	294.580	3.440	25.450	9.860	29.800	51.890	44.733	4.400	497.350	410.192	461.194	434.100	436.392
RQ	26.264	22.237	29.438	54.632	417	3.239	708	1.269	8.758	16.547	523	107.915	93.443	53.677	93.240	101.844

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-113 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/ml), Sector La Punta-La Brava



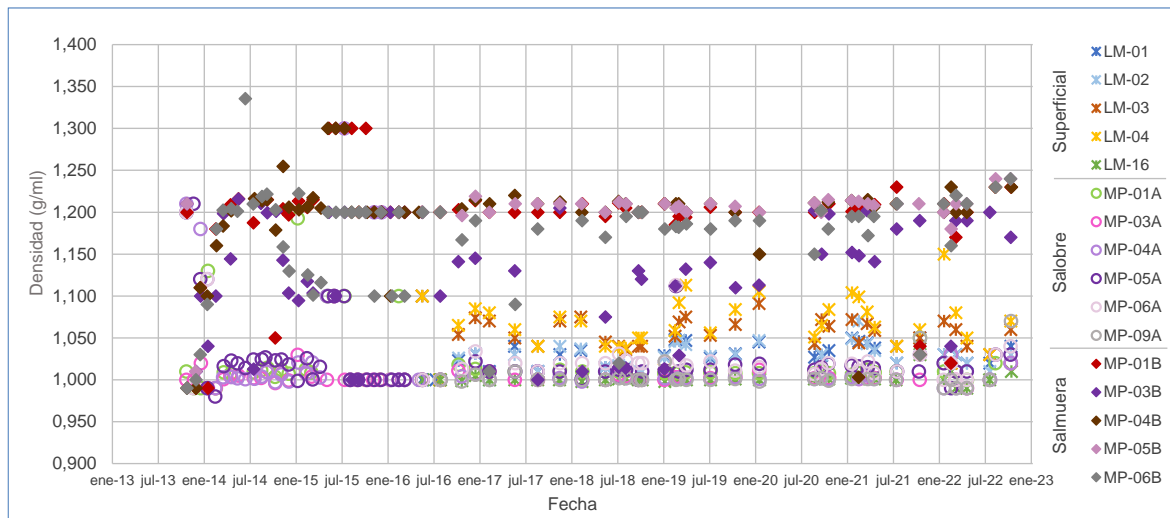
	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	63	63	65	65	39	35	64	63	65	38	66
Min	1,000	1,000	1,000	1,000	0,990	0,990	0,990	0,990	0,980	0,990	0,990	0,990	1,000	0,990	1,010	0,990
P25	1,016	1,015	1,040	1,043	1,000	1,000	1,000	1,000	1,001	1,010	1,000	1,200	1,100	1,200	1,200	1,157
Mediana	1,030	1,030	1,054	1,064	1,000	1,009	1,001	1,002	1,012	1,020	1,000	1,200	1,141	1,204	1,210	1,193
P75	1,040	1,042	1,070	1,084	1,001	1,012	1,004	1,008	1,022	1,023	1,002	1,211	1,200	1,213	1,210	1,201
Max	1,050	1,100	1,100	1,150	1,030	1,600	1,100	1,300	1,210	1,200	1,205	1,300	1,216	1,697	1,240	1,555
RQ	0,024	0,027	0,030	0,041	0,001	0,012	0,004	0,008	0,021	0,013	0,002	0,011	0,100	0,013	0,010	0,044

Fuente: Elaboración propia

Variación Temporal de los parámetros fisicoquímicos de Laboratorio

En la Figura 5-114, se presenta la variación temporal de la densidad medida en laboratorio, donde se observan claramente los cambios en las densidades de las aguas superficiales, producto de las precipitaciones del invierno altiplánico de cada año. Los puntos LM-01 a LM-04 muestran que la densidad de las aguas aumenta relativamente en los meses de febrero y marzo para luego disminuir pasado el estío. Los valores registrados en el 2022 se comportan dentro de la variabilidad natural histórica.

Figura 5-114 Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5-115, se presenta la variación temporal de los valores de los parámetros fisicoquímicos analizados en laboratorio. Al igual que para los parámetros *in situ*, en general, el comportamiento de los parámetros analizados durante el año 2022 se comporta dentro de los registros históricos. No obstante, las mediciones de conductividad eléctrica en salmueras y en una muestra superficial (LM-04) se encuentran sobre los rangos normales de variación de este parámetro, los que se presentan en el gráfico, pero se consideran valores fuera de rango, debido probablemente a errores en el análisis de las muestras.

Figura 5-115 Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Elementos Mayoritarios Disueltos

Aniones mayores

Los aniones mayores corresponden a cloruros (Cl^-), bicarbonatos (HCO_3^-), nitratos (NO_3^-) y sulfatos (SO_4^{2-}), y se presentan gráficamente en la Figura 5-116 a Figura 5-119. Cada figura presenta una tabla con los estadígrafos representativos de la serie histórica.

Entre estos aniones, las concentraciones de los cloruros son las mayores, por lo que responden de manera similar a lo descrito para la CE y los SDT. Las aguas superficiales, representadas por los puntos LM, registran valores de mediana entre 21.816 mg/l (LM-01) y máximo de 50.669 mg/l (LM-04), con concentraciones máximas que se sitúan en los meses de verano. Para el punto LM-16, la concentración de cloruros es menor a los anteriores, con mediana de 976 mg/l. Por otro lado, las aguas salobres presentan valores menores a las aguas superficiales lagunares, con rango de mediana entre 1.057 mg/l para MP-09A y de 12.329 mg/l en MP-05A. Los pozos profundos, que monitorean la salmuera, presentan las mayores concentraciones de cloruros, con valores de mediana que van desde los 127.712 mg/l para MP-03B hasta los 183.173 mg/l para MP-04B, lo que resulta ser consistente con la presencia de la salmuera en profundidad y sin percibir los cambios estacionales que sí se detectan en superficie.

De la gráfica de los bicarbonatos se observa un rango de variación similar entre las 3 fuentes de aguas, que se circunscriben en general entre los 350 mg/l y 500 mg/l. Las aguas superficiales lagunares, sin embargo, presentan concentraciones mayores de bicarbonato, alcanzando hasta los 1.224 mg/l (en LM-04, en el presente periodo de reporte) debido a su interacción con la atmósfera, con máximos particularmente en verano. En el otro extremo, las concentraciones en la salmuera obtenida desde MP-04B son las menores, con un valor de mediana de 239 mg/l de bicarbonato. El rango completo de las series de datos se presenta entre un valor de P25 mínimo de 212 mg/l en MP-04B, hasta el P75 máximo de 773 mg/l en LM-04. En el año 2022 los valores se sitúan dentro de los rangos históricos, salvo mediciones en enero de 1.296 mg/l en LM-01 y de 1.224 mg/l en LM-04, y en febrero de 933 mg/l en LM-03 y de 934 mg/l en LM-02. Por otro lado, un valor atípicamente más bajo se registra en MP-03B, con un valor de 88 mg/l.

El nitrato, en el caso de la salmuera, presenta dispersión en sus valores más que en las otras fuentes. En el caso de las lagunas y aguas salobres, los valores son bajos y similares entre ellos. Para este parámetro, se tiene una serie de valores anómalos dentro del registro histórico de pozos y limnímetros en el sector, los cuales se presentan en detalle en el Anexo H-7. En 2022 las concentraciones de nitrato se comportan dentro de la variabilidad natural histórica, con valores altos de nitrato en las muestras de salmuera de MP-01B y MP-03B, donde las

concentraciones de nitrato alcanzan hasta los 91 mg/l, consistentes con los valores alcanzados a fines del periodo anterior.

En el caso de los sulfatos, al igual que en el caso de los cloruros, también se observa la diferencia de concentración para las aguas salobres y para la salmuera, con mediana que varían entre 428 mg/l (MP-09A) hasta 1.548 mg/l (MP-05A) para el caso de las aguas salobres, y entre 8.314 mg/l (MP-01B) hasta 17.320 mg/l (en MP-05B), para la salmuera. Se observa que producto de procesos de evaporación y precipitaciones durante el verano existe un aumento en la concentración de sulfato en las lagunas, LM-03 y LM-04, mayores que LM-01 y LM-02, lo que no se vislumbra tan marcadamente en las aguas salobres como en el caso de las lagunas. En general, las concentraciones de sulfato durante el 2022 se encuentran dentro de los rangos naturales y variaciones estacionales típicas, registrándose, sin embargo, un máximo de concentraciones en LM-04 de hasta 17.843 mg/l entre enero y febrero.

Cationes mayores

Los cationes mayores que se analizan corresponden a calcio (Ca^{2+}), potasio (K^{+}), magnesio (Mg^{2+}) y sodio (Na^{+}), cuya evolución temporal y tabla con estadígrafos de la serie se presentan en la Figura 5-120 a Figura 5-123.

Una característica común a los cationes considerados es que los pozos profundos, que monitorean la salmuera, presentan los mayores contenidos o concentraciones, mientras que los pozos someros, correspondiente a aguas salobres, presentan valores semejantes a las concentraciones de las aguas superficiales en lagunas y, en algunos, casos éstos son superados por estas últimas (salvo para el calcio disuelto desde mediados del año 2020).

Las concentraciones de calcio muestran, en términos de mediana, variaciones para las aguas superficiales entre 157 mg/l (LM-16) a 876 mg/l (LM-04), para las aguas salobres entre 140 mg/l (MP-03A) a 217 mg/l (MP-06A) y, para la salmuera, entre 354 mg/l (MP-05B) a 820 mg/l (MP-03B). En 2022 los valores de calcio disuelto se mantienen dentro del rango histórico, salvo en LM-04, donde existe una tendencia al aumento de las concentraciones desde mediados del año 2020, y en MP-09A, donde los valores caen a mínimos históricos. En las muestras de salmuera se advierte una disminución en calcio relativo a años previos, en particular en MP-03B, aunque de todas formas se encuentra dentro de los rangos definidos históricamente.

El potasio se presenta estable a lo largo del tiempo, con las mayores concentraciones alcanzadas en la salmuera. Los valores máximos de medianas alcanzan cerca de los 17.600 mg/l en MP-04B, mientras que en el punto LM-16 las concentraciones de potasio disuelto son relativamente más bajas, llegando a un valor de mediana de 78 mg/l. En el 2022 las variaciones en las concentraciones se comportan dentro de los rangos históricos, salvo mediciones del

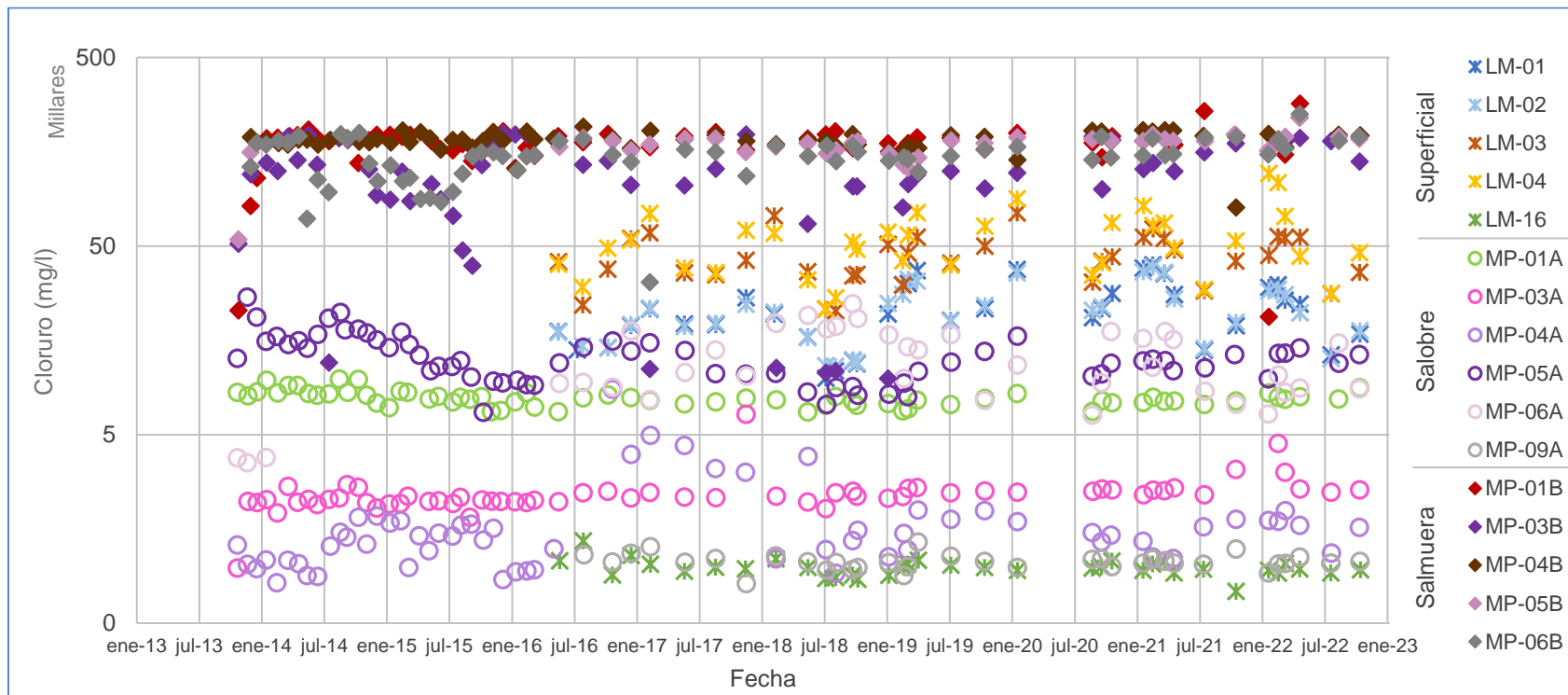
mes de enero, en LM-02, LM-03, MP-05A, MP-09A, MP-01B y MP-06B, y en abril, en MP-03A y MP-05A, las que son más bajas que las registradas históricamente.

Las concentraciones de magnesio presentan los valores más bajos para los pozos someros, con mediana entre los 87 mg/l (MP-09A) y los 582 mg/l (MP-05A). Las lagunas presentan concentraciones mayores, con medianas entre 810 mg/l (LM-02) y 1.895 mg/l (LM-04). Para el punto LM-16, la mediana es menor, con 87 mg/l. Finalmente los pozos profundos (salmuera), alcanzan medianas de hasta 8.173 mg/l (MP-05B). Estas mediciones se enmarcan en los rangos históricos, salvo valores del mes de enero de 2022, los que en general representan mínimos históricos (aunque los datos se pueden considerar como anómalos).

El sodio es el elemento que se presenta en mayor concentración respecto al resto de cationes mayoritarios. En los pozos someros (agua salobre), los rangos de mediana varían entre 612 mg/l (MP-09A) y 6.170 mg/l (MP-06A). Le siguen las lagunas, con variaciones de mediana entre 11.751 mg/l (LM-01) hasta 25.496 mg/l (LM-04), pero LM-16 sigue manteniendo concentraciones más bajas que las anteriores, con mediana de 562 mg/l. Las lagunas presentan un aumento de la concentración de sodio en enero debido a mayores procesos de evaporación y precipitaciones durante el verano. Los pozos profundos (salmuera) tienen valores de mediana entre 66.429 mg/l (MP-03B) hasta llegar a 90.617 mg/l (MP-04B). Los valores reportados para el año 2022 se encuentran dentro de los rangos de variación históricos, salvo mínimos de concentración, particularmente en las muestras de salmuera, que se obtienen en enero.

De manera general, entre las aguas superficiales, salobres y salmuera, las aguas de las lagunas presentan concentraciones intermedias, debido a que las lagunas se exponen a procesos de evaporación por lo que los elementos tienden a concentrarse. Además, corresponden a la zona de descarga del sistema, razón por la cual se concentran en dirección al flujo hasta descargar en las lagunas. Las aguas profundas son las caracterizadas como salmueras. En general se observa que para los cuatro cationes analizados los valores medidos en el 2022 se mantuvieron dentro de la variación natural en relación con los rangos registrados en años anteriores (salvo mínimos de concentración registrados en enero). Por otro lado, durante el 2022 se mantienen las mayores concentraciones de calcio disuelto en las muestras lagunares de LM-04, por sobre las de salmueras, registradas desde mediados del 2020.

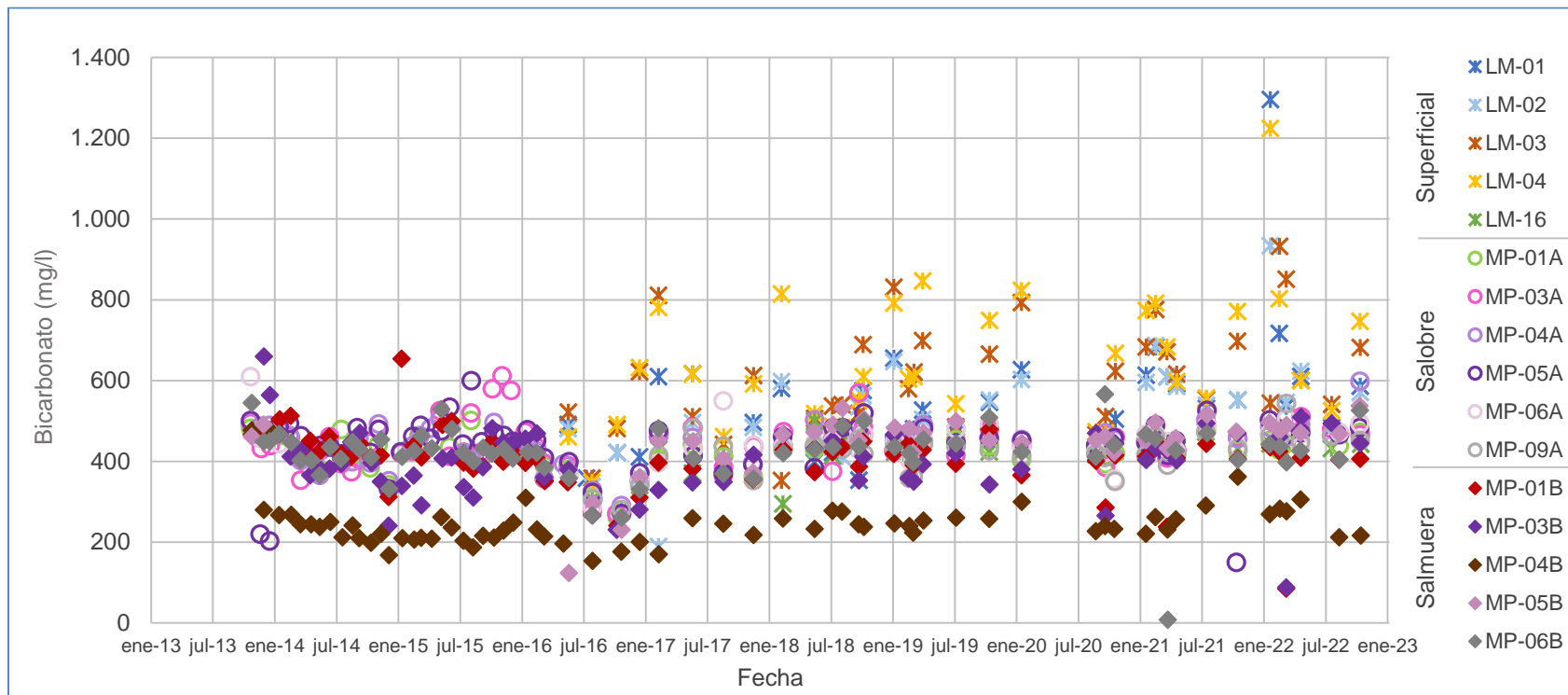
Figura 5-116 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	65	64	65	66	39	35	64	64	65	38	65
Min	9.969	11.520	22.693	23.250	738	6.582	982	818	6.570	3.550	810	21.088	9.917	80.225	54.152	32.176
P25	16.619	16.373	35.237	38.617	923	7.363	2.210	1.099	10.180	8.498	999	163.543	95.027	174.462	160.624	132.638
Mediana	21.816	22.323	41.823	50.669	976	7.734	2.341	1.448	12.329	10.690	1.052	182.285	127.712	183.173	180.060	151.690
P75	29.667	27.638	55.049	65.767	1.030	8.238	2.518	1.742	15.122	16.973	1.101	193.696	178.328	194.223	185.309	176.397
Max	39.738	38.738	74.927	121.310	1.366	9.855	6.418	8.708	26.799	24.736	1.345	284.329	197.908	240.691	240.104	250.378
RQ	13.048	11.265	19.812	27.150	107	875	308	643	4.942	8.475	102	30.153	83.301	19.761	24.685	43.759

Fuente: Elaboración propia

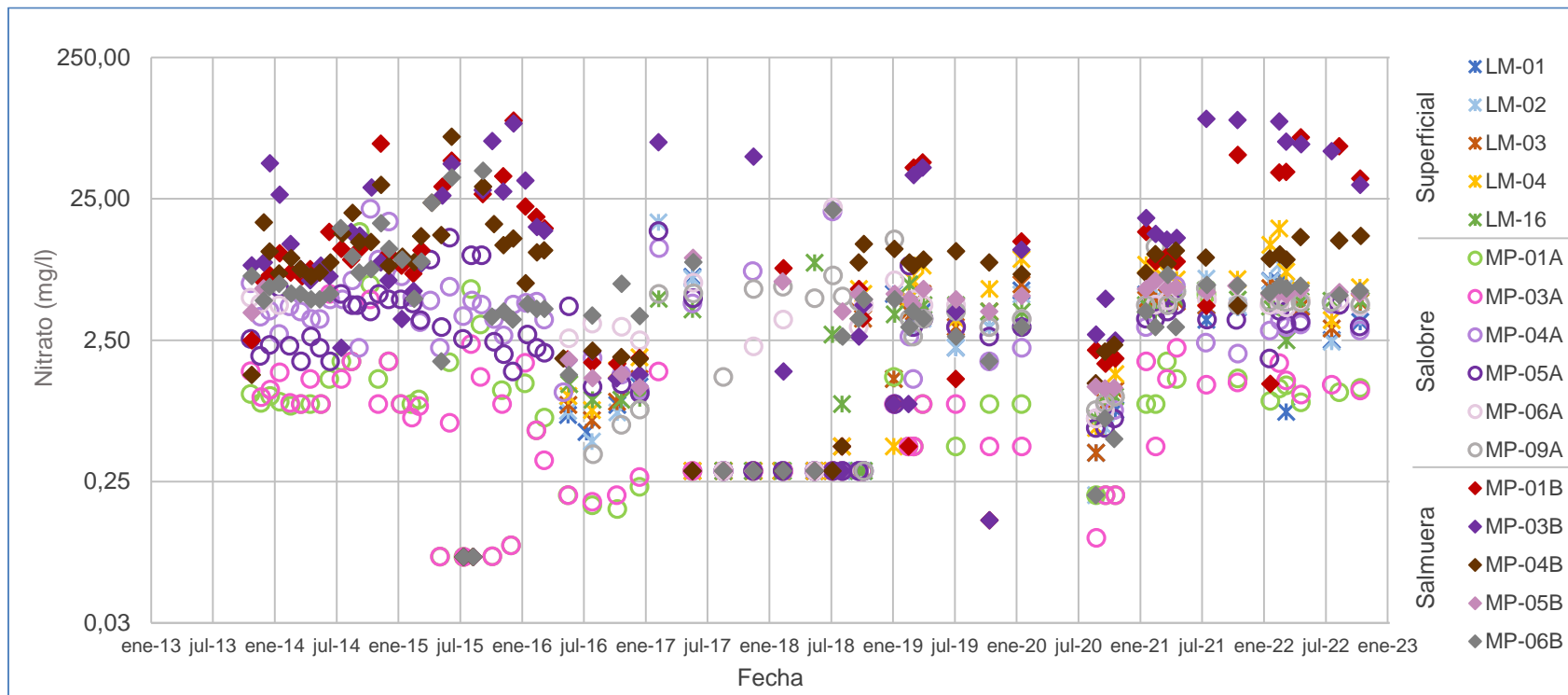
Figura 5-117 Variación Temporal: HCO₃ en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	65	64	66	66	39	35	65	63	66	38	66
Min	353,8	189,0	352,6	348,2	280,8	260,8	270,8	290,9	150,4	280,8	280,8	85,3	87,9	153,9	123,5	8,3
P25	429,7	434,6	513,0	498,3	408,1	411,1	413,1	410,7	423,0	423,3	409,9	387,4	350,1	212,4	442,3	404,9
Mediana	529,2	496,0	606,9	607,0	427,0	430,7	442,9	453,8	454,5	445,3	430,7	411,1	406,9	239,1	464,2	428,4
P75	610,0	585,6	687,8	772,8	448,0	454,9	475,3	472,4	480,4	467,3	451,1	443,1	456,3	261,9	490,2	451,0
Max	1.295,8	934,2	932,6	1.224,4	500,2	508,5	612,0	598,6	600,1	610,0	543,4	653,9	660,0	478,0	537,7	566,1
RQ	180,3	151,0	174,8	274,5	39,9	43,8	62,2	61,7	57,4	44,0	41,2	55,7	106,2	49,5	47,9	46,1

Fuente: Elaboración propia

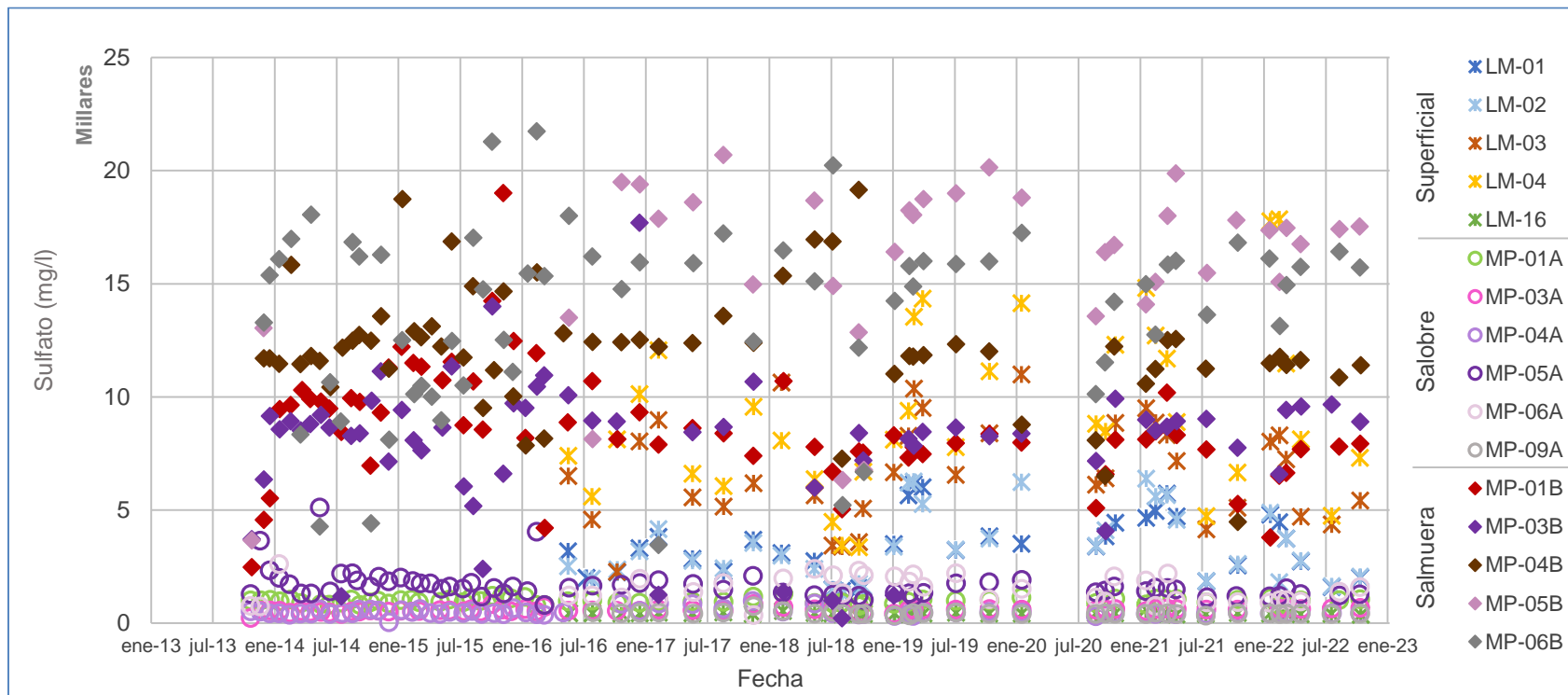
Figura 5-118 Variación Temporal: NO₃ en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	35	35	34	35	36	64	63	66	66	37	35	62	64	65	36	65
Min	0,30	0,20	0,30	0,30	0,30	0,07	0,07	0,30	0,30	0,30	0,30	0,07	0,07	0,07	0,30	0,07
P25	0,40	0,30	0,62	0,60	0,96	0,30	0,30	1,98	1,70	3,10	2,66	1,73	2,28	2,22	1,53	3,10
Mediana	2,51	3,10	3,32	4,87	3,99	0,89	0,89	3,52	3,10	4,43	4,48	8,01	8,85	8,90	5,19	4,87
P75	4,91	4,96	4,70	6,75	4,62	1,23	1,33	4,71	4,43	4,76	5,31	19,47	31,07	12,18	5,74	6,27
Max	7,00	17,01	6,19	15,44	8,81	14,61	5,31	21,25	14,79	21,70	12,89	89,50	91,90	68,61	9,57	39,40
RQ	4,51	4,66	4,08	6,15	3,66	0,93	1,03	2,73	2,73	1,66	2,65	17,74	28,79	9,96	4,21	3,17

Fuente: Elaboración propia

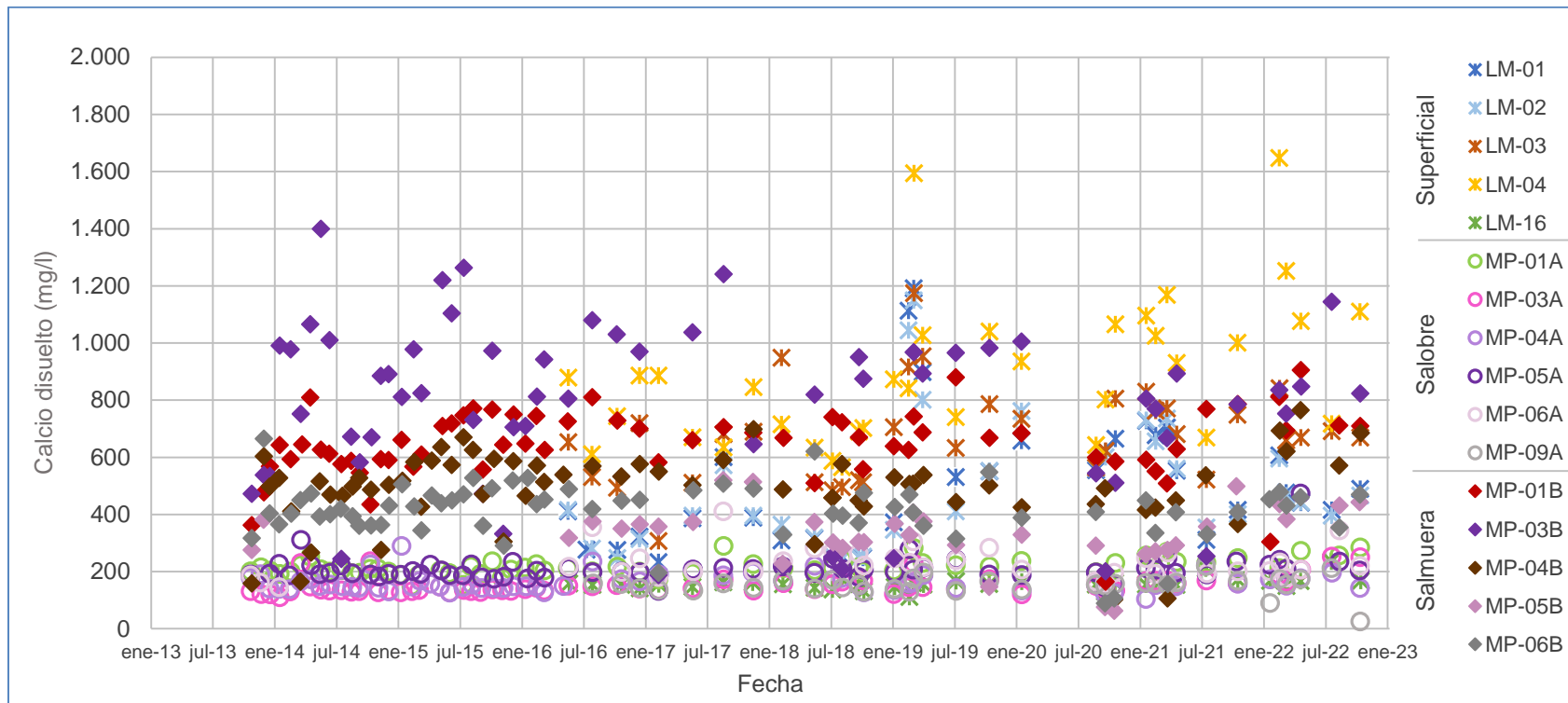
Figura 5-119 Variación Temporal: SO₄ en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	64	64	65	66	39	35	65	64	65	37	65
Min	1.429	1.285	2.274	3.353	367	771	231	45	803	355	336	2.480	220	4.476	3.663	3.459
P25	2.253	2.054	5.069	6.619	413	901	522	418	1.310	992	416	7.508	7.151	11.241	14.495	11.314
Mediana	3.354	3.183	6.528	8.304	426	994	566	450	1.548	1.375	428	8.314	8.543	11.842	17.370	14.982
P75	4.461	4.569	8.370	11.969	442	1.050	618	519	1.800	2.062	463	9.930	9.366	12.691	18.635	16.159
Max	6.153	6.388	10.990	17.843	601	1.298	850	991	5.120	2.621	753	19.005	17.697	19.148	20.686	21.740
RQ	2.208	2.515	3.301	5.350	29	149	96	101	490	1.070	47	2.422	2.215	1.450	4.140	4.845

Fuente: Elaboración propia

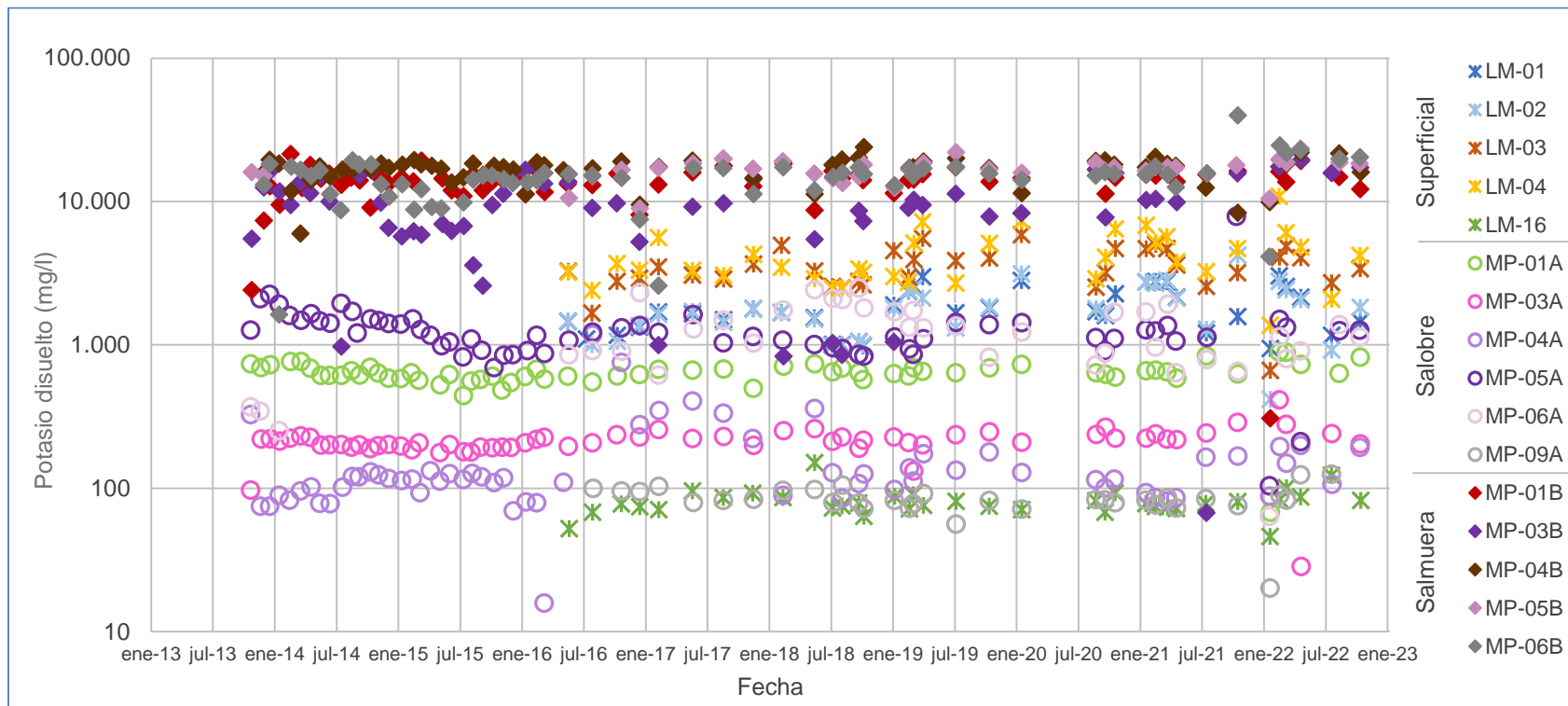
Figura 5-120 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	65	64	65	64	39	35	65	63	66	38	66
Min	233	177	307	565	111	150	110	104	132	146	26	165	188	102	63	89
P25	312	319	524	693	151	200	133	143	190	194	140	586	582	441	289	363
Mediana	459	416	681	876	157	212	140	153	201	217	155	648	820	508	354	423
P75	649	601	782	1.060	167	231	164	177	220	254	168	724	978	576	390	470
Max	4.857	4.795	6.726	17.236	236	2.752	252	290	473	411	219	906	1.400	26.460	37.349	665
RQ	337	282	258	367	16	31	31	34	30	60	28	138	396	135	101	107

Fuente: Elaboración propia

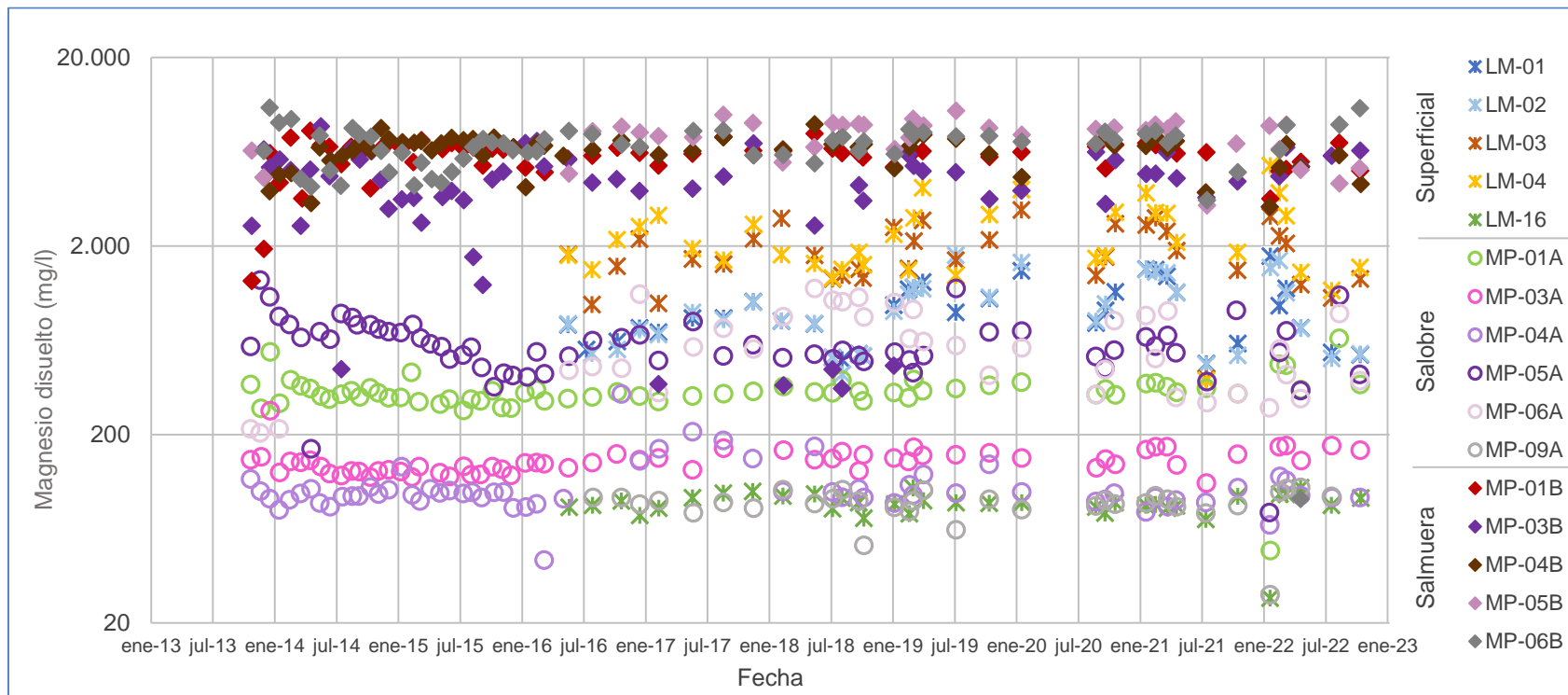
Figura 5-121 Variación Temporal: K disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	64	64	66	66	39	35	65	64	65	38	64
Min	944	417	664	1.375	46	68	29	16	104	64	3	307	67	5.968	8.956	1.630
P25	1.240	1.285	2.772	2.918	73	597	197	92	979	803	77	12.596	6.322	15.634	15.528	12.935
Mediana	1.676	1.717	3.340	3.582	78	637	213	116	1.217	1.140	83	14.230	9.769	17.600	16.840	15.209
P75	2.346	2.405	4.439	5.160	87	690	230	153	1.431	1.705	95	15.598	15.325	18.958	18.440	17.113
Max	3.025	4.228	5.876	10.855	151	893	414	1.180	7.908	2.489	126	21.459	19.598	24.000	23.407	39.821
RQ	1.106	1.120	1.667	2.242	14	93	33	61	452	902	18	3.002	9.003	3.324	2.912	4.178

Fuente: Elaboración propia

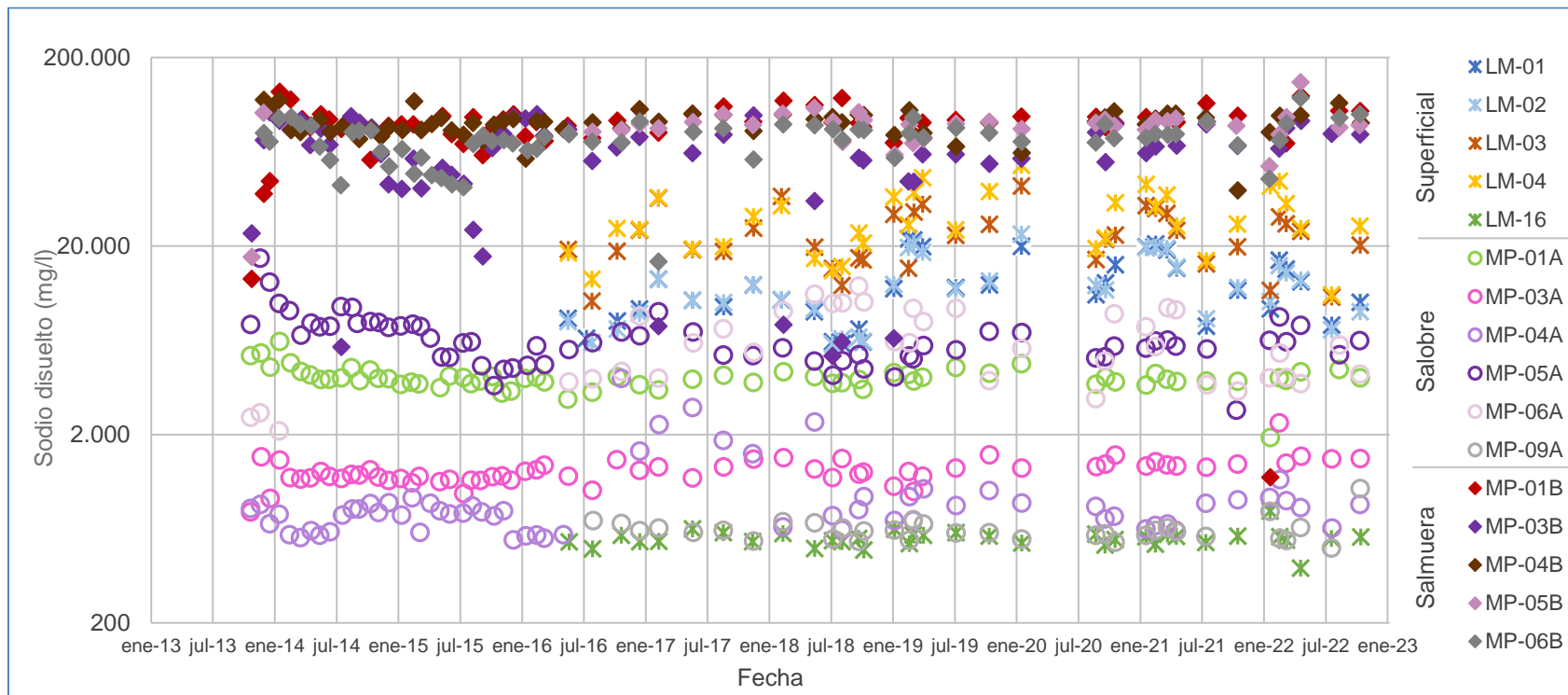
Figura 5-122 Variación Temporal: Mg disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	65	63	65	66	39	35	63	64	63	38	64
Min	475	417	396	387	27	48	111	43	77	204	4	1.305	351	3.224	3.287	91
P25	612	537	1.394	1.552	82	311	128	90	501	334	81	5.430	3.510	6.024	6.524	6.065
Mediana	828	810	1.767	1.895	87	334	142	97	582	569	87	6.309	4.625	6.691	8.173	7.074
P75	1.169	1.187	2.358	2.928	93	359	156	104	704	855	93	6.720	5.745	7.208	8.789	7.860
Max	1.766	1.783	3.108	5.330	104	647	267	329	1.318	1.189	105	8.167	8.628	8.828	10.430	21.258
RQ	557	650	964	1.376	11	48	28	14	203	521	12	1.290	2.235	1.184	2.265	1.795

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-123 Variación Temporal: Na disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava

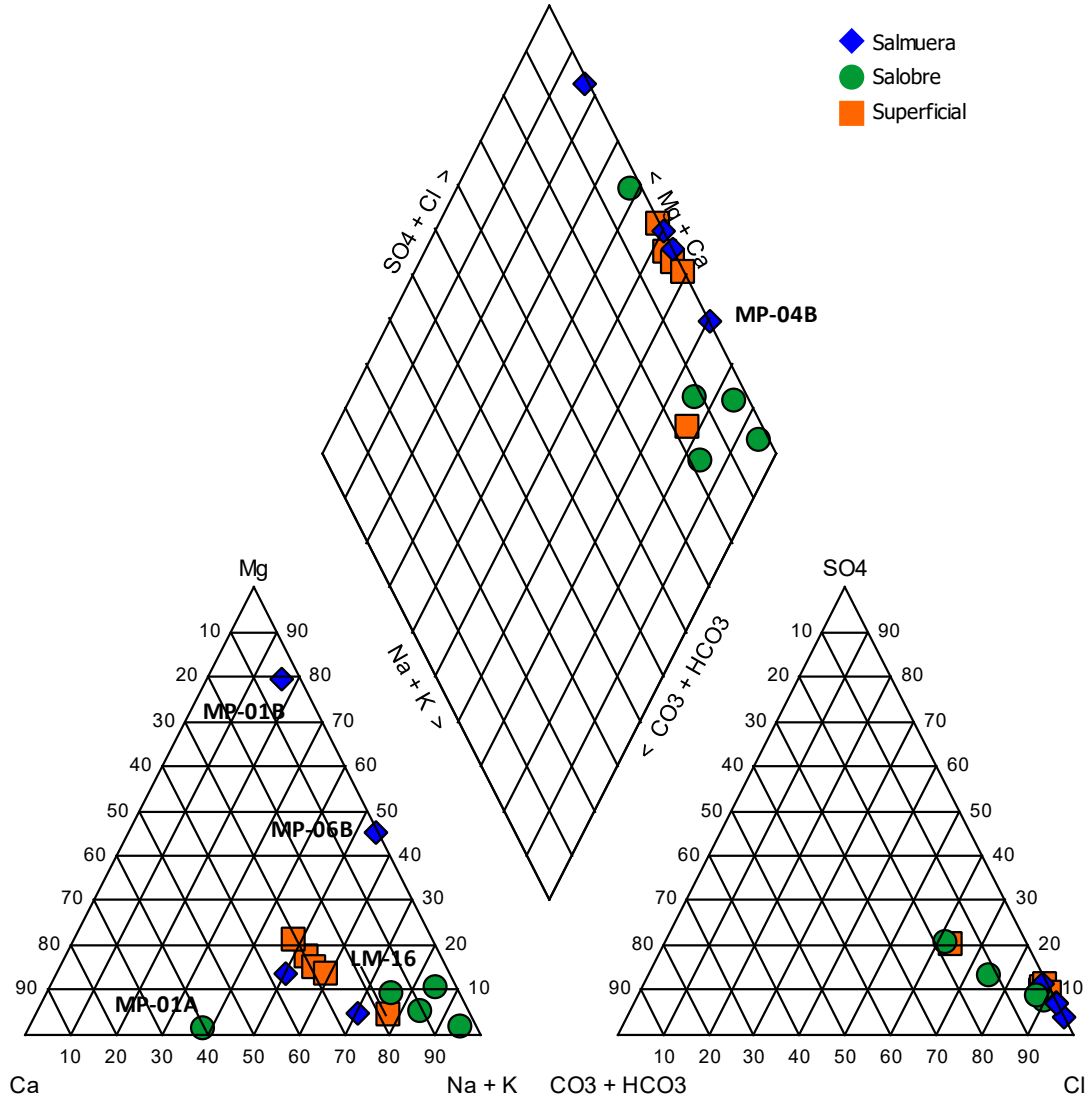


	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	65	64	65	66	39	34	65	64	65	38	65
Min	6.062	6.027	10.184	11.035	391	1.929	777	552	2.698	2.089	501	1.184	5.226	39.450	17.470	16.500
P25	8.440	8.232	17.010	19.498	537	3.769	1.172	652	5.167	3.953	561	79.114	44.941	82.197	82.131	65.328
Mediana	11.751	11.833	22.239	25.496	562	3.960	1.272	788	6.170	5.846	612	90.600	66.429	90.617	88.676	75.150
P75	15.715	15.430	29.230	36.350	586	4.196	1.391	880	7.505	9.046	650	97.429	83.661	98.413	93.217	83.665
Max	21.840	23.090	41.645	53.600	786	6.238	2.303	3.968	17.237	12.240	1.035	131.663	102.373	119.141	147.766	122.366
RQ	7.275	7.198	12.220	16.852	49	427	219	228	2.338	5.093	89	18.315	38.720	16.216	11.086	18.337

Fuente: Elaboración propia

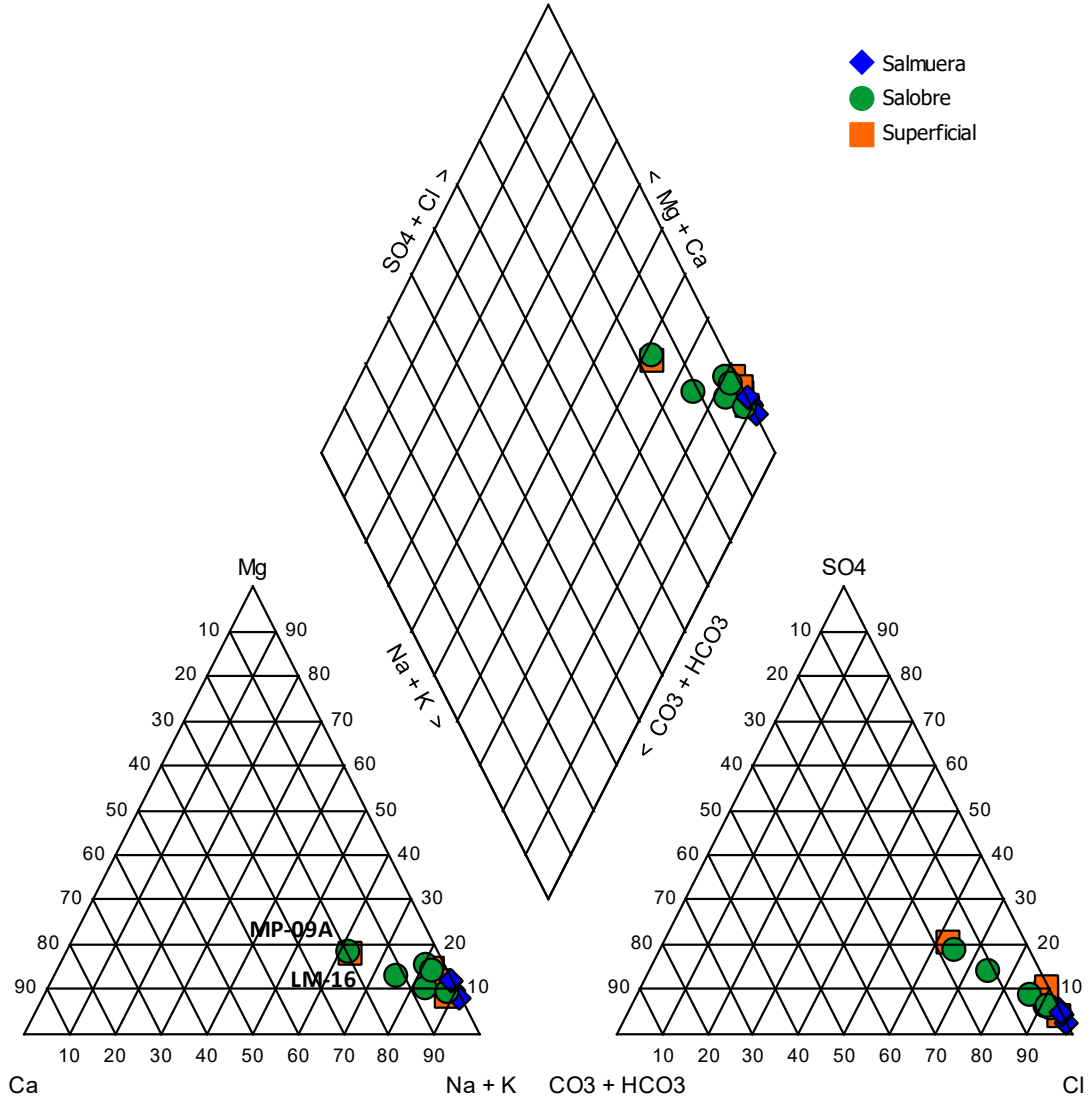
Desde la Figura 5-124 a la Figura 5-129, se presentan Diagramas de Piper con las composiciones de las aguas, para las campañas de enero, febrero, marzo, abril, julio-agosto y octubre de 2022, respectivamente. Se puede observar que las muestras son del tipo cloruradas sódicas, misma clasificación otorgada históricamente. Sin embargo, en el mes de enero de 2022 (Figura 5-124) existe mayor dispersión en el diagrama Piper (particularmente en el triángulo de las relaciones entre cationes), debido a valores que, como se mencionó anteriormente, se pueden considerar como presumiblemente erróneos. Debido a esto, existen muestras que cambian su clasificación a clorurada cálcica (MP-01A), o clorurada magnésica (MP-01B), entre otras. Este cambio en la clasificación de las muestras se debe a los valores bajos reportados en el mes de enero, principalmente en potasio, sodio y magnesio, valores que están fuera del rango de variación históricos, estos valores han sido validados por ETFA. Para los otros meses reportados, la variación de los contenidos porcentuales de los elementos mayores entre una campaña y otra no ha sido significativa y no han generado cambios en la clasificación histórica de las aguas.

Figura 5-124 Diagrama de Piper, campaña enero 2022, Sector La Punta-La Brava



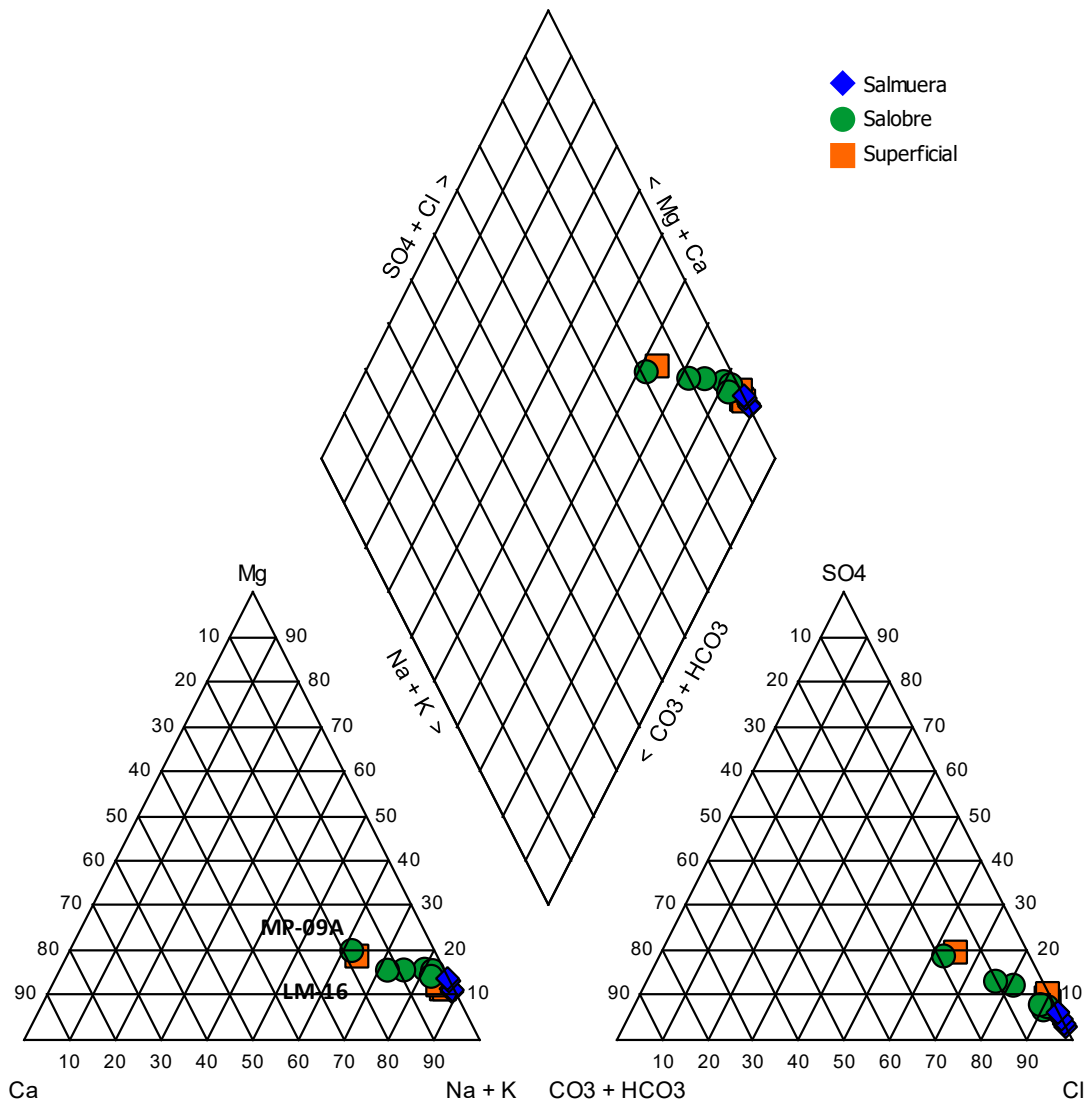
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-125 Diagrama de Piper, campaña febrero 2022, Sector La Punta-La Brava



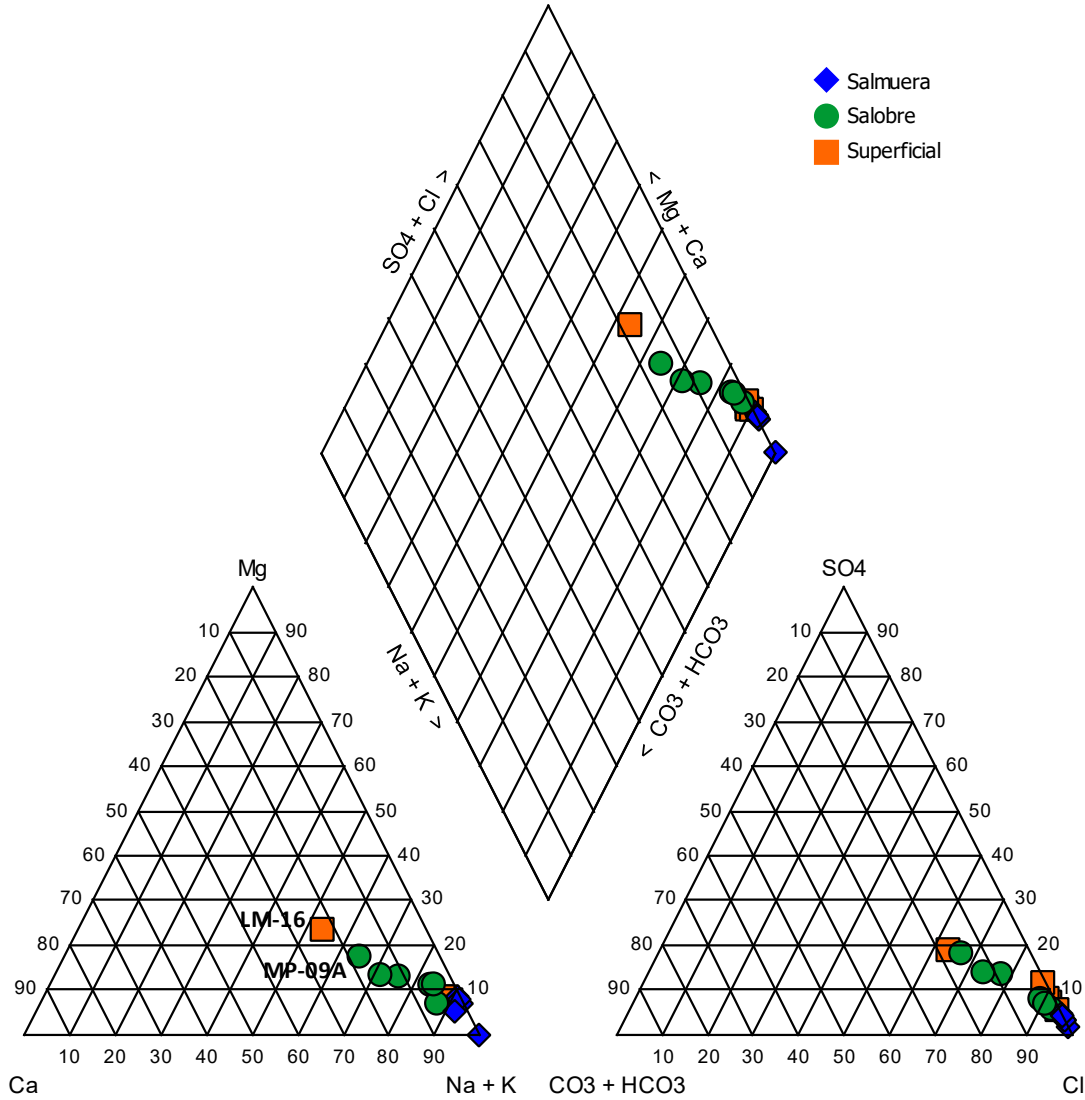
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-126 Diagrama de Piper, campaña marzo 2022, Sector La Punta-La Brava



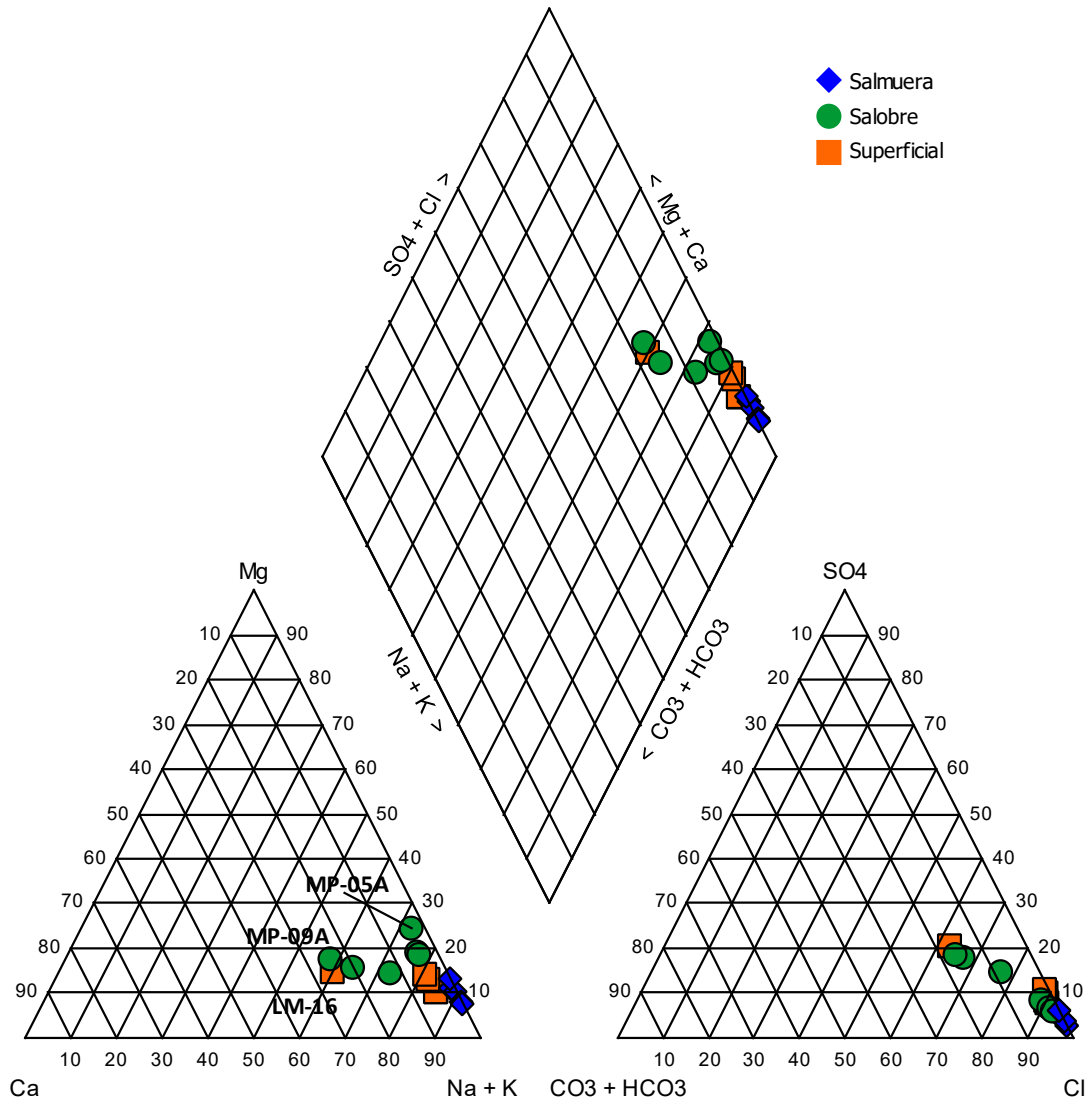
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-127 Diagrama de Piper, campaña abril 2022, Sector La Punta-La Brava



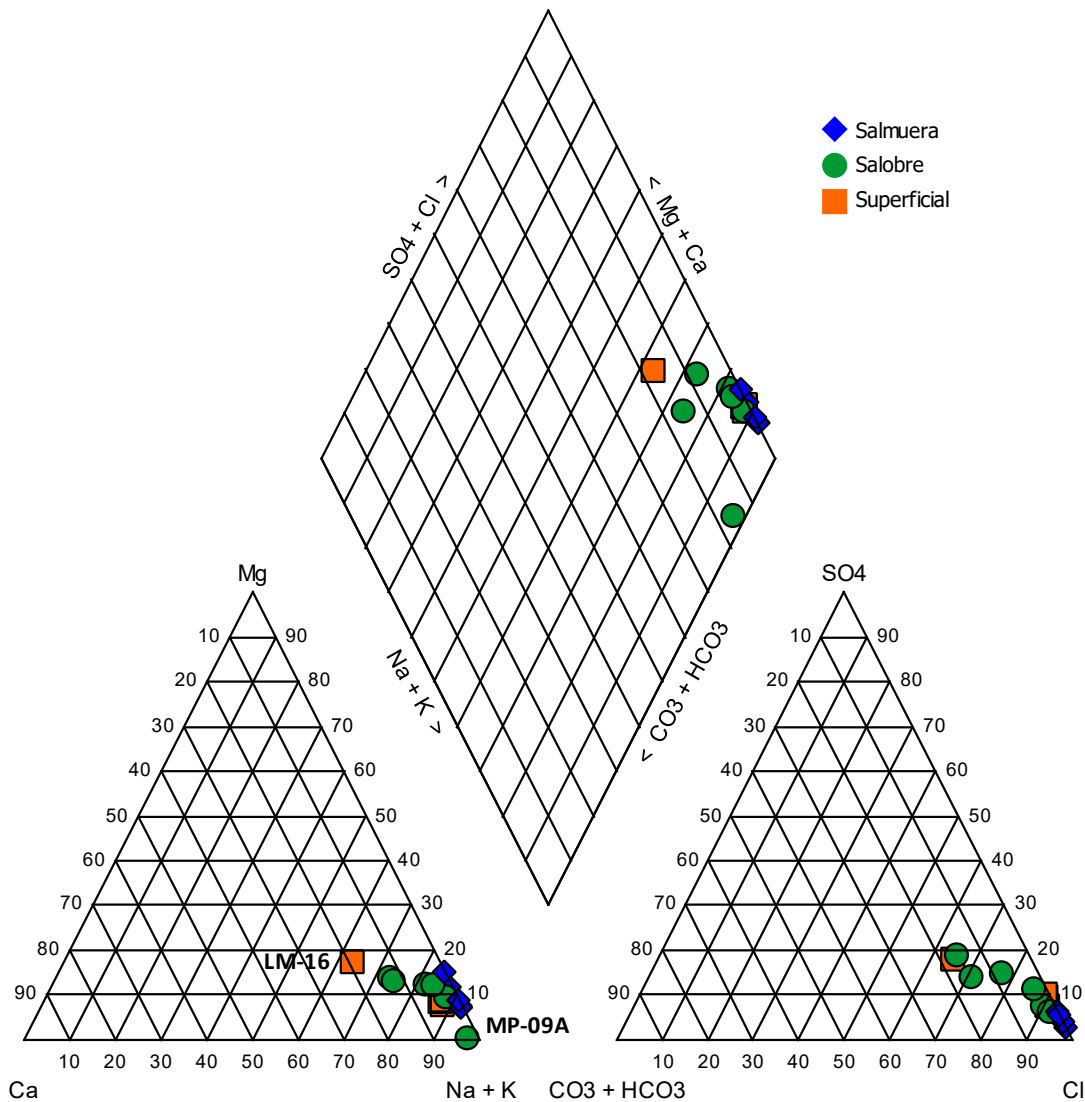
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-128 Diagrama de Piper, campaña julio-agosto 2022, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-129 Diagrama de Piper, campaña octubre 2022, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Elementos Mayoritarios Totales

Los elementos mayoritarios totales analizados corresponden a calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K), y en la Figura 5-130 a Figura 5-134 se presenta la evolución en el periodo 2013 - 2022 y los estadígrafos de la serie. La tendencia temporal de estos parámetros, al igual que en los elementos mayoritarios disueltos, corresponde a que las concentraciones intermedias se atribuyen a las aguas de las lagunas y, en general, las de menores concentraciones para las aguas salobres y las de mayores concentraciones para las aguas profundas (salmuera).

En el caso del calcio total (Figura 5-130 y Figura 5-131), se mantiene la tendencia que muestran las concentraciones de la fracción disuelta, aunque no tan marcada, de mayores concentraciones en LM-04 relativo a las salmueras. Por otro lado, en enero de 2022 se registran altas concentraciones de calcio total en MP-05B, MP-04B, LM-04, LM-03, LM-02 y MP-01A, al igual que en MP-05B en abril. Estos valores, que varían entre 2.880 mg/l y 38.584 mg/l, son excesivamente altos al comparar con los datos históricos, por lo que se consideran como fuera de rango. Las menores concentraciones se registran para aguas salobres, con medianas que van desde 162 mg/l (MP-03A) hasta 256 mg/l (MP-06A). Las aguas superficiales y la salmuera se encuentran en un rango general similar, con valores de mediana que van desde 458 mg/l (LM-02) a 916 mg/l (LM-04) para las lagunas y desde 377 mg/l (MP-05B) a 882 mg/l (MP-03B) para las salmueras. El punto LM-16 presenta una mediana de 168 mg/l. En 2022 los valores de calcio total se mantienen dentro del rango histórico, salvo los mencionados anteriormente y valores que caen a mínimos históricos en MP-09A.

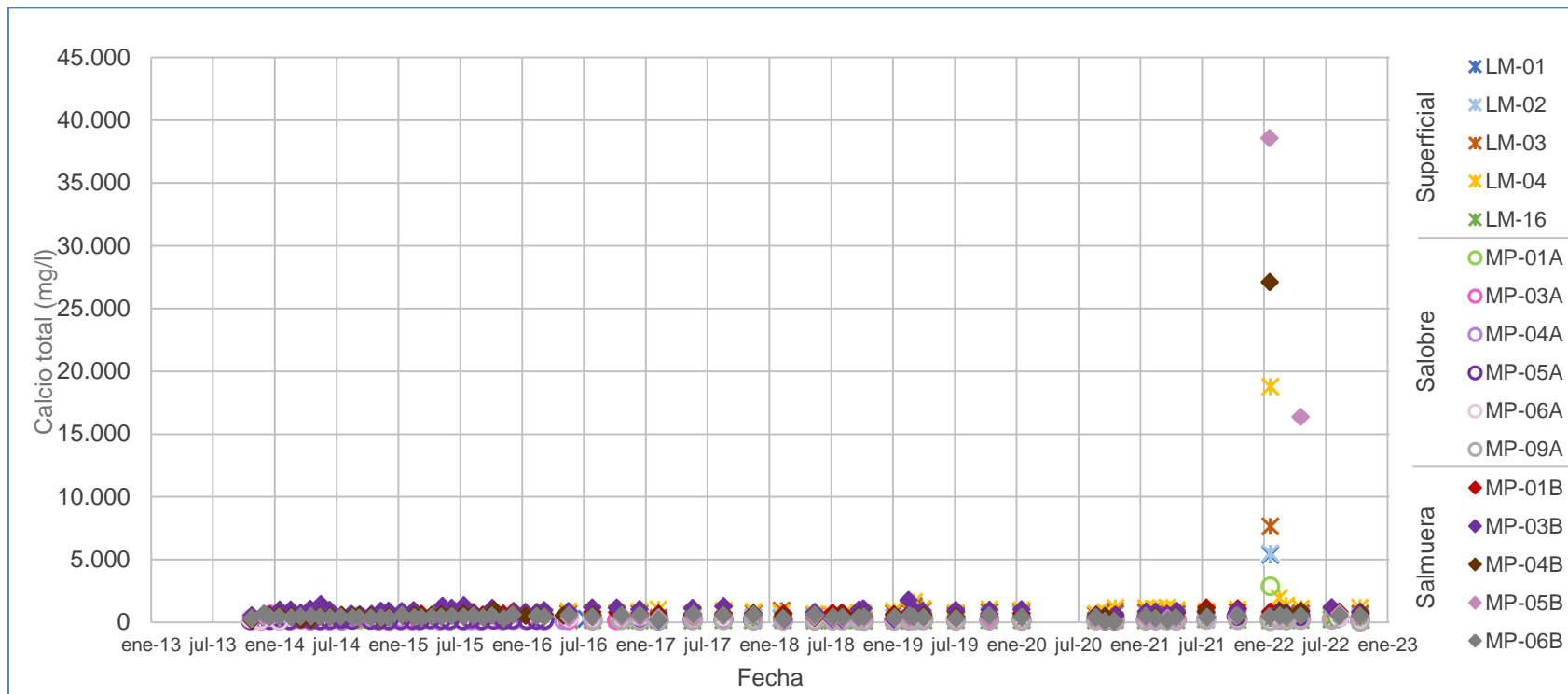
Para el caso del potasio total, las menores concentraciones se presentan en las aguas salobres, con medianas entre 90 mg/l (MP-09A) a 1.365 (MP-06A), luego le siguen las aguas superficiales, con medianas entre 1.743 mg/l (LM-01) y 4.448 mg/l (LM-04), mientras que la mayor concentración de potasio total se encuentra en la salmuera, alcanzando medianas de hasta 18.382 mg/l (MP-04B). En LM-16 el valor de la mediana se sitúa en 83 mg/l. Los valores de potasio total se encuentran dentro del rango de variabilidad histórico, salvo mediciones relativamente más bajas en enero de 2022 en MP-01B, MP-06B, MP-05A y MP-09A.

Para el magnesio total, las menores concentraciones las tienen los pozos someros (aguas salobres), con valores mínimos de mediana de 94 mg/l (MP-09A) y máximos de mediana de 612 mg/l en MP-05A. En cambio, las mayores concentraciones se presentan en los pozos profundos (salmuera), llegando a registrar una mediana de 8.643 mg/l para el pozo MP-05B. En el caso de las aguas superficiales, estas muestran un rango de medianas entre 904 mg/l (LM-01) y de 2.128 mg/l (LM-04), mientras que en LM-16 la mediana es de 93 mg/l. Las concentraciones de magnesio total en el presente periodo de reporte se mantienen dentro del

rango de variación histórico, salvo mediciones relativamente más bajas en enero de 2022 en MP-01B, LM-16 y MP-09A.

Para el caso del sodio total las concentraciones menores se presentan en los pozos someros (aguas salobres), con un valor mínimo de mediana 657 mg/l (MP-09A) y máximas de mediana de 6.615 mg/l en MP-05A. Los valores más altos se registran en los pozos que monitorean la salmuera, con valor máximo de mediana de 95.516 mg/l en MP-04B. En el caso de las aguas superficiales, la mediana se encuentra en torno a 12.600 mg/l para LM-01 y LM-02, y en torno a 25.000 mg/l para LM-03 y LM-04. El punto LM-16 presenta mediana de 589 mg/l, lo que se justifica por su ubicación espacial. Los valores de sodio total se encuentran dentro del rango de variabilidad histórico, salvo mediciones relativamente más bajas en enero de 2022 en MP-01B y MP-01A, y máximos de concentración en MP-06B en abril de 2022, y en agosto de 2022 en MP-01B y MP-04A en octubre de 2022.

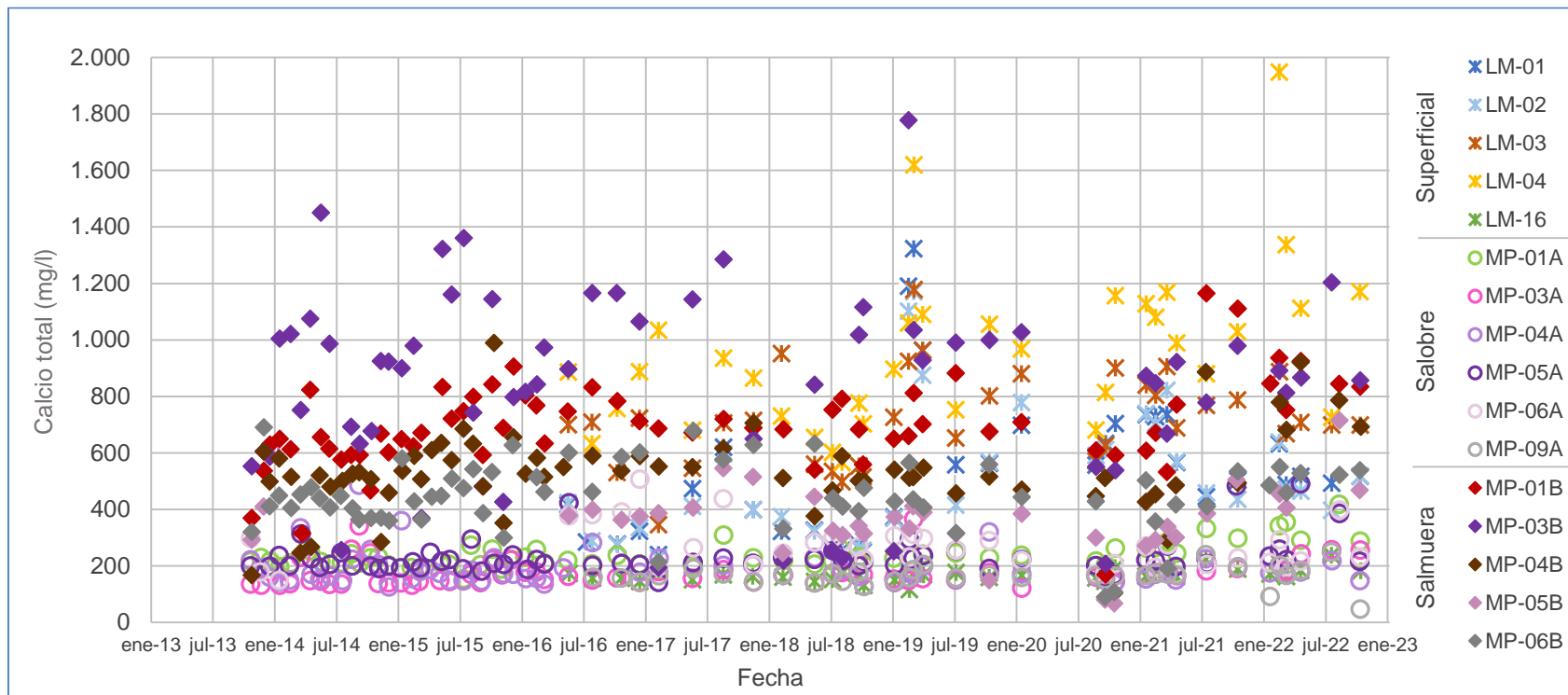
Figura 5-130 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	64	64	66	64	39	35	65	64	66	38	65
Min	240	229	346	566	116	154	122	126	142	149	48	170	194	104	68	90
P25	324	336	585	736	156	207	145	154	200	205	153	611	637	482	307	399
Mediana	510	458	708	916	168	229	162	174	215	256	166	683	882	523	377	448
P75	682	639	870	1.106	179	257	183	203	237	298	178	795	1.026	594	420	533
Max	5.365	5.522	7.651	18.766	238	2.880	615	486	491	508	249	1.165	1.778	27.109	38.584	691
RQ	358	303	285	370	23	50	38	49	37	93	25	184	389	112	113	134

Fuente: Elaboración propia

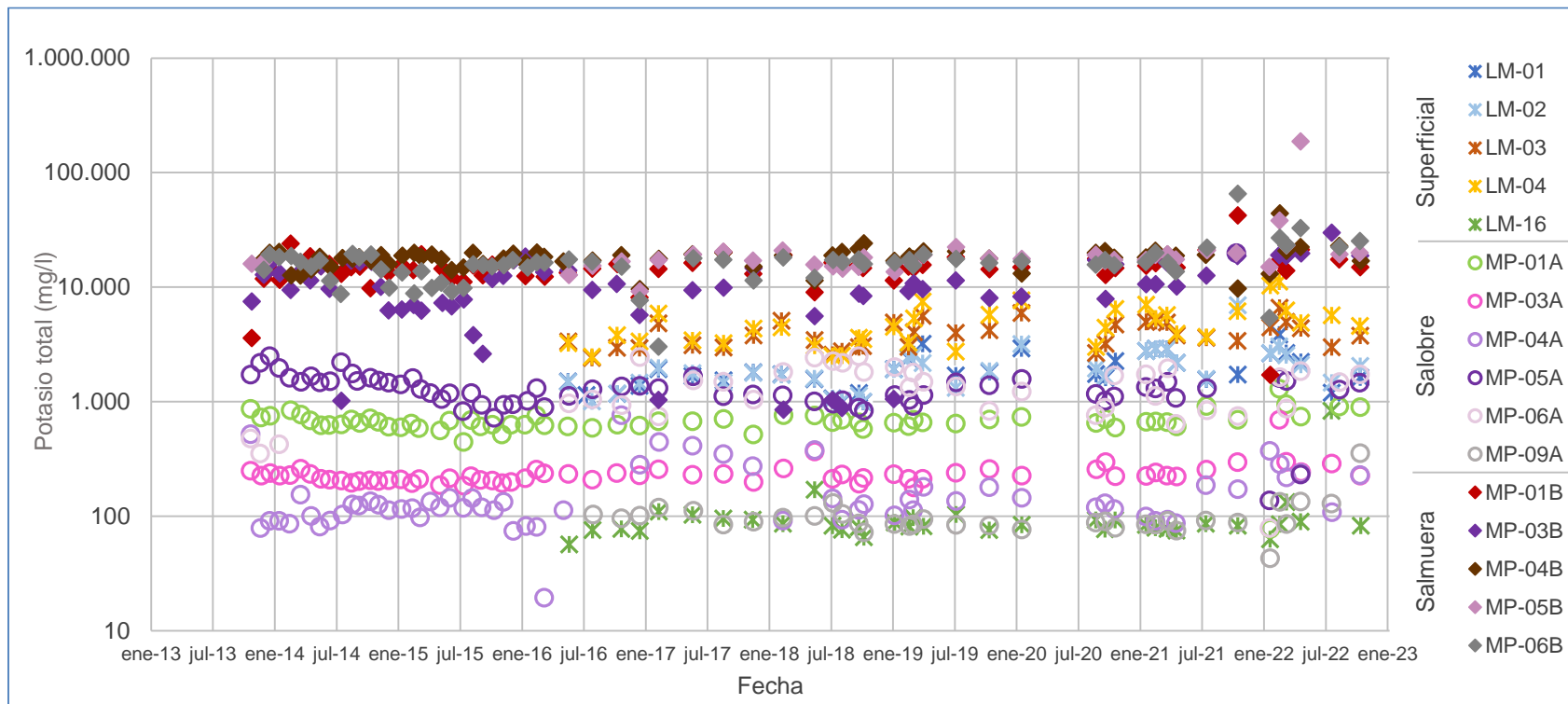
Figura 5-131 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	64	64	66	64	39	35	65	64	66	38	65
Min	240	229	346	566	116	154	122	126	142	149	48	170	194	104	68	90
P25	324	336	585	736	156	207	145	154	200	205	153	611	637	482	307	399
Mediana	510	458	708	916	168	229	162	174	215	256	166	683	882	523	377	448
P75	682	639	870	1.106	179	257	183	203	237	298	178	795	1.026	594	420	533
Max	5.365	5.522	7.651	18.766	238	2.880	615	486	491	508	249	1.165	1.778	27.109	38.584	691
RQ	358	303	285	370	23	50	38	49	37	93	25	184	389	112	113	134

Fuente: Elaboración propia

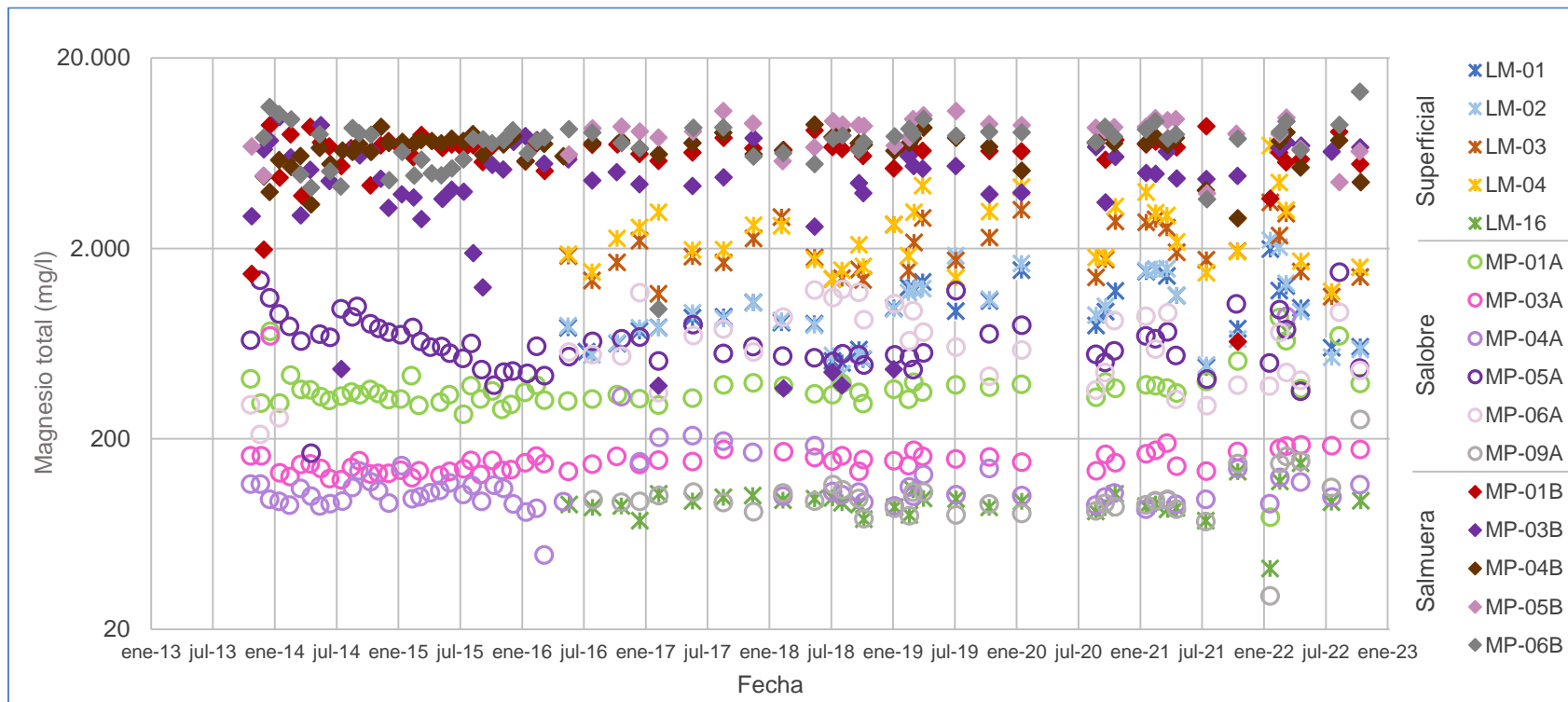
Figura 5-132 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	64	64	65	66	39	35	65	64	64	38	65
Min	998	1.005	2.413	2.472	57	78	179	20	138	79	43	1.720	851	9.619	9.195	3.032
P25	1.507	1.465	2.997	3.306	77	621	208	99	1.038	840	85	13.166	7.335	16.801	15.880	13.987
Mediana	1.743	1.857	3.787	4.448	83	664	226	120	1.297	1.365	90	14.970	10.370	18.382	17.375	16.430
P75	2.550	2.543	4.895	5.848	94	716	242	176	1.518	1.816	104	16.345	15.678	19.912	19.526	17.990
Max	3.863	6.970	6.626	11.191	833	1.297	697	765	19.883	2.497	355	42.383	29.981	44.104	187.720	65.479
RQ	1.043	1.078	1.898	2.542	17	95	34	77	480	976	19	3.179	8.343	3.111	3.646	4.003

Fuente: Elaboración propia

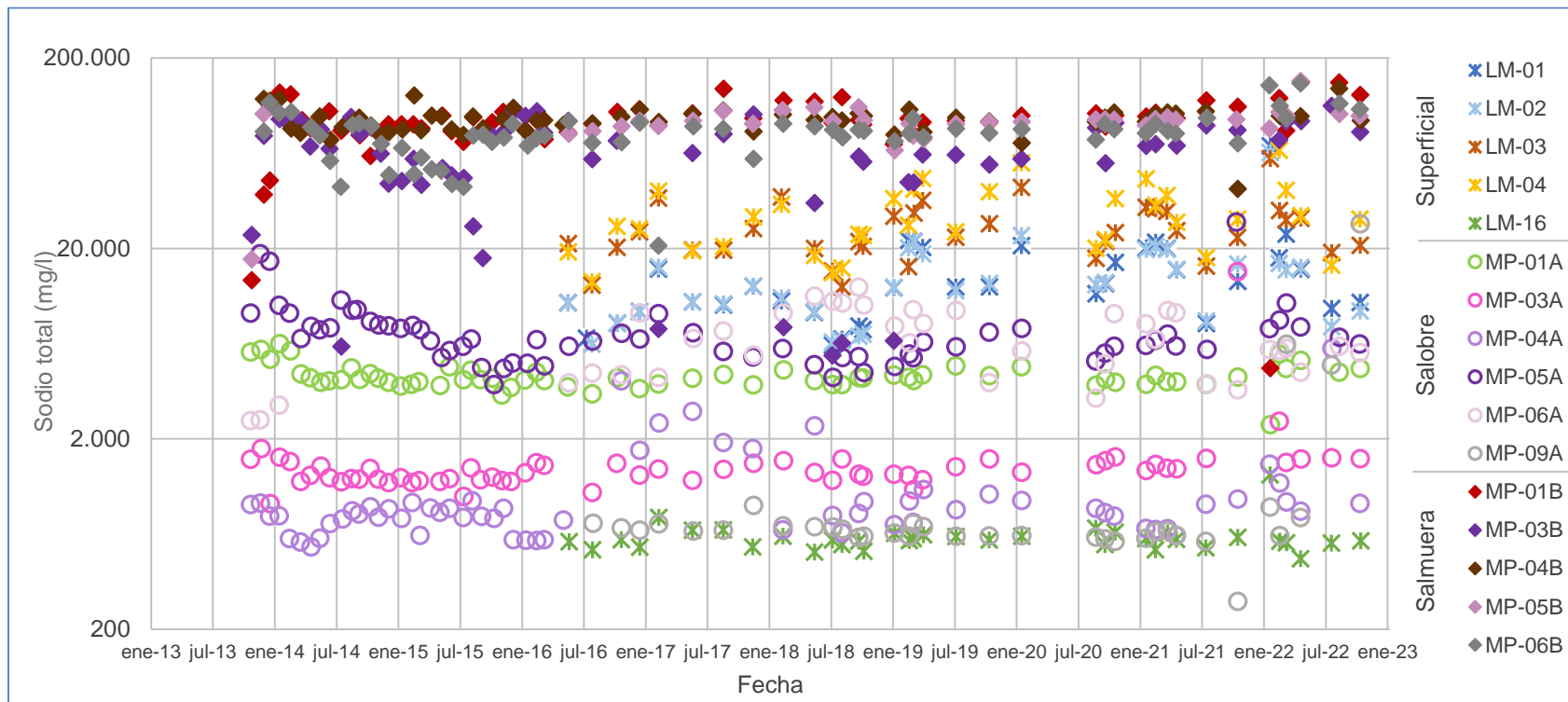
Figura 5-133 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	65	63	65	66	39	35	64	64	64	38	64
Min	476	440	1.117	1.187	42	78	122	49	168	211	30	648	369	2.880	3.881	961
P25	658	639	1.516	1.719	87	324	136	94	526	407	86	5.853	3.735	6.235	6.915	6.327
Mediana	904	920	1.820	2.128	93	352	151	102	612	592	94	6.695	4.869	7.112	8.643	7.606
P75	1.222	1.231	2.643	3.101	99	385	163	118	753	882	105	7.088	6.433	7.507	9.353	8.409
Max	1.982	2.207	3.494	6.941	738	869	694	880	1.501	1.222	253	8.867	9.779	34.058	87.219	21.575
RQ	564	592	1.127	1.382	12	61	27	24	227	475	19	1.235	2.698	1.272	2.438	2.082

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-134 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	65	63	65	66	39	35	65	64	64	38	64
Min	6.227	6.276	12.570	13.367	470	2.380	916	542	3.856	2.492	281	4.700	5.486	41.113	17.559	20.700
P25	9.418	9.315	19.716	20.180	557	3.921	1.220	714	5.538	4.347	617	83.130	47.281	85.650	87.682	71.937
Mediana	12.585	12.700	23.540	27.959	589	4.160	1.339	825	6.615	6.140	657	94.280	69.220	95.516	93.683	81.550
P75	19.453	16.693	31.180	39.240	625	4.480	1.505	940	7.817	9.183	716	104.220	88.702	101.700	99.291	89.978
Max	69.165	63.721	59.204	250.122	1.294	6.332	15.128	5.982	27.512	12.540	26.988	150.314	112.305	369.385	151.180	147.255
RQ	10.035	7.378	11.464	19.060	68	559	285	226	2.279	4.836	99	21.090	41.421	16.050	11.609	18.041

Fuente: Elaboración propia

Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos

Dentro de los elementos comúnmente denominados como minoritarios, se consideran al boro (B), litio (Li) y estroncio (Sr), los cuales están comprometidos a ser medidos tanto en su fracción disuelta como total. Los resultados analíticos de las fracciones disueltas se muestran en forma gráfica en la Figura 5-135, Figura 5-136 y Figura 5-137, respectivamente, junto a las tablas con datos estadísticos básicos.

En el Salar de Atacama y en particular en la zona del Proyecto, la hidrogeología de la cuenca y los procesos de evaporación hacen que existan tanto en el acuífero (pozos someros) como en la salmuera (pozos profundos), contenidos considerables de boro y litio. En el caso del comportamiento de la concentración boro, litio y estroncio disueltos en el 2022, estos se mantienen, en general, dentro de los rangos históricos.

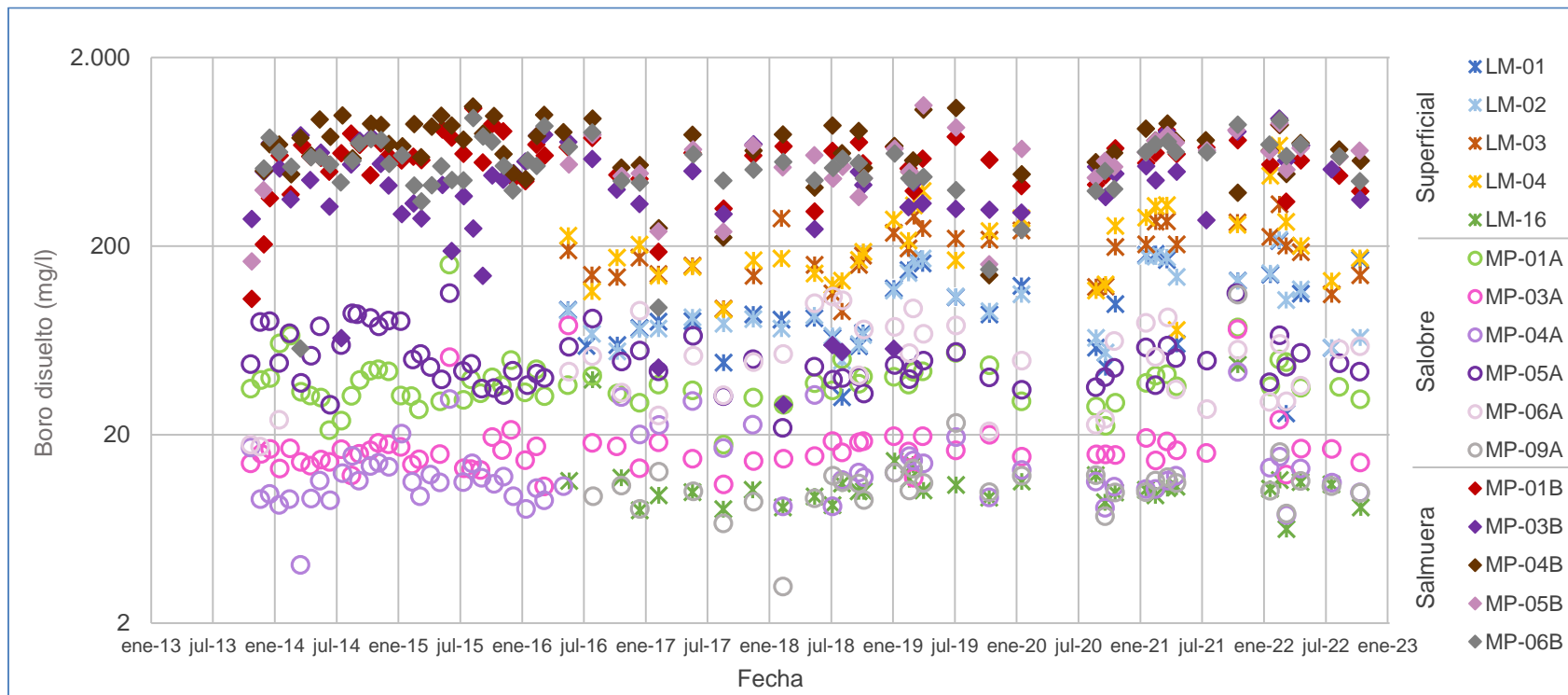
Para el boro disuelto se aprecia que los pozos profundos (salmuera) muestran una gran variabilidad histórica de los registros, presentando un rango dado por un P25 mínimo de 304 mg/l (MP-03B) y un P75 máximo de 865 mg/l (MP-04B). Las lagunas (aguas superficiales) presentan rangos intermedios, siendo marcada la diferencia entre los puntos LM-01 y LM-02, con valores que se mueven entre 59 mg/l (P25 de LM-01) y 139 mg/l (P75 de LM-01), y los puntos LM-03 y LM-04, con rangos un poco más altos, entre 133 mg/l (P25 de LM-04) y 274 mg/l (P75 de LM-04). El punto LM-16, destaca con valores más bajos que los anteriores debido a su ubicación, alcanzando una mediana de 10 mg/l. La concentración de boro disuelto se encuentra dentro del rango de variación definido por el registro histórico, salvo en LM-04 donde se registran los máximos de concentración en el mes de enero de 2022.

En el caso del litio disuelto, las concentraciones son altas para los pozos profundos (salmuera) comparado con las concentraciones menores en los pozos someros (agua salobre) y lagunas. Respecto a las concentraciones para los pozos profundos, el rango de valores característicos es bastante amplio, el que varía entre 381 mg/l (P25 en MP-03B) y 1.498 mg/l (P75 en MP-04B). Los pozos someros no superan los 195 mg/l (MP-06A) en toda la serie registrada y presentan un valor mínimo de 1 mg/l en MP-04A, quitando dato anómalo. Para las lagunas, se observa que LM-01 y LM-02 tienen menor contenido de litio disuelto que LM-03 y LM-04, con una mediana de los primeros puntos de 120 mg/l y de los dos últimos puntos de alrededor de 245 mg/l. Para el LM-16 las concentraciones son bajas, de 3 mg/l a 8 mg/l. Los valores se encuentran dentro de los límites de variación natural históricos, salvo máximos de concentración en LM-04 en los meses de enero y febrero de 2022.

Para el estroncio disuelto, lo observado de las series histórica es un poco distinto, ya que los pozos someros y profundos registran valores similares, con medianas entre 1,3 y 5,9 mg/l, salvo en MP-

01B y MP-03B, los cuales presentan valores más altos que las demás series, con medianas de 14,9 y 24,4 mg/l, respectivamente. Para las lagunas, los valores tienden a ser un poco mayores a los de las aguas salobres, con medianas entre 7,3 mg/l y 10,8 mg/l. LM-16, ubicado en la zona de Tilopozo, presenta una mediana de 1,4 mg/l. Las mediciones se encuentran dentro del rango de variación históricos.

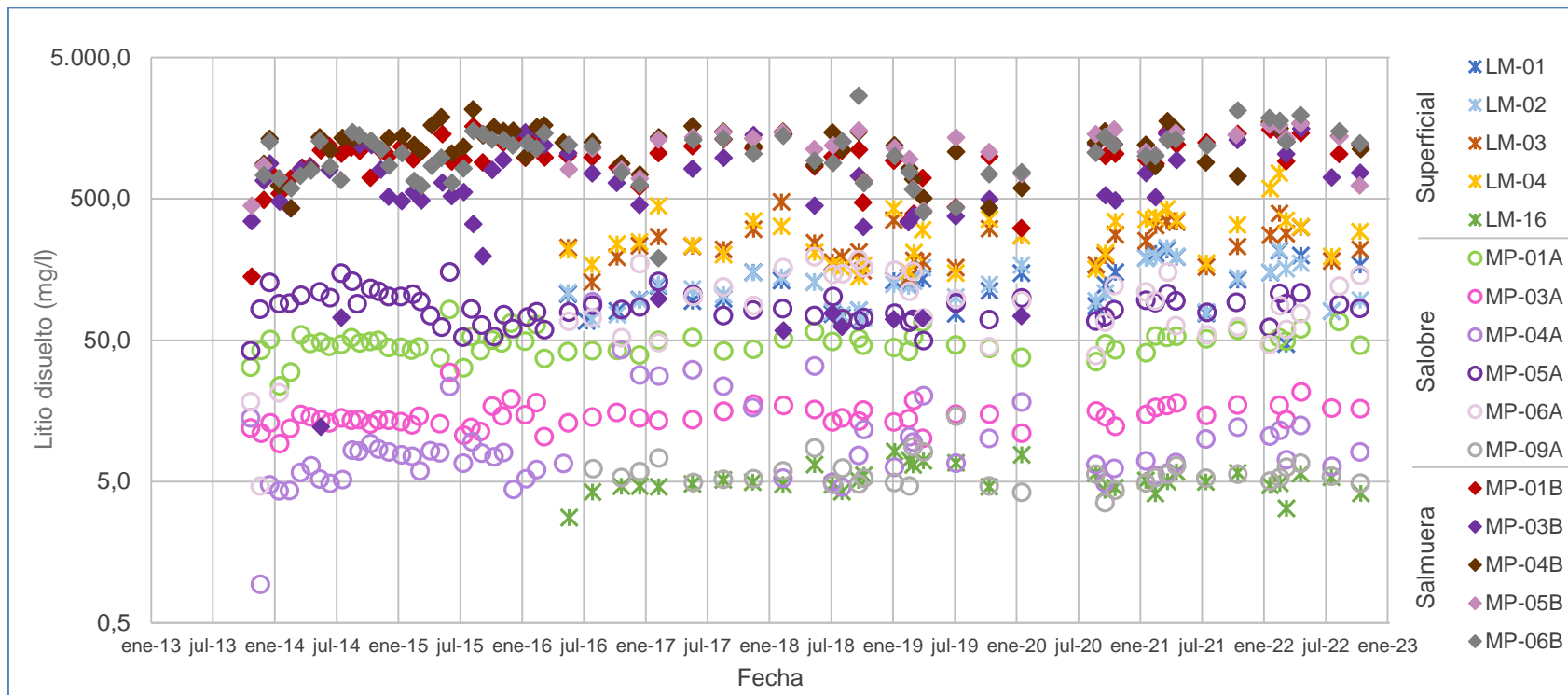
Figura 5-135 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	65	64	65	66	39	35	64	64	65	38	65
Min	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	11	0,2	22	17	0,2	105	29	140	160	57
P25	59	67	139	133	9	32	14	10	40	30	9	472	304	547	460	444
Mediana	85	86	188	180	10	36	16	12	47	52	11	597	440	696	579	546
P75	139	137	232	274	11	43	18	14	59	72	12	684	557	865	668	651
Max	213	216	333	681	47	160	76	43	113	108	111	1.076	947	1.097	1.113	954
RQ	80	70	93	141	2	11	4	4	19	42	3	212	253	318	208	207

Fuente: Elaboración propia

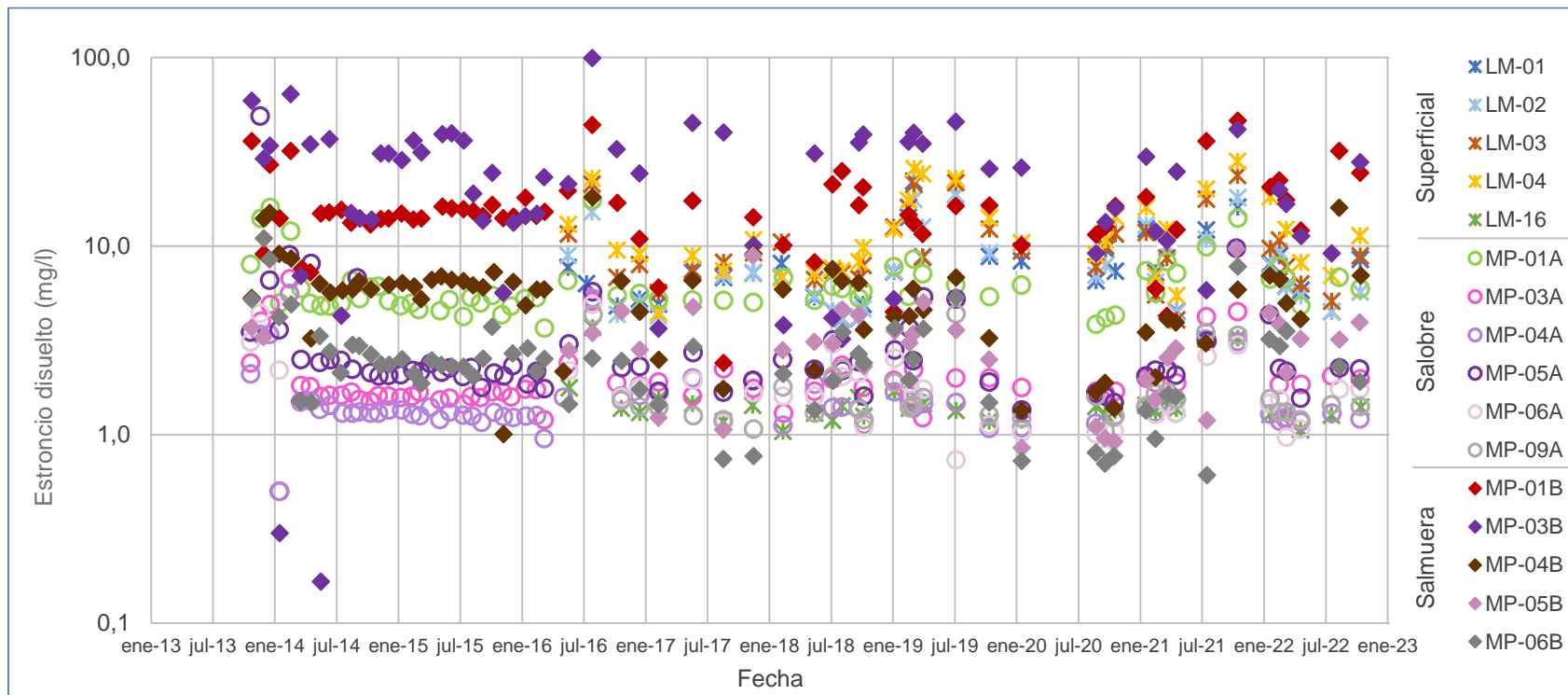
Figura 5-136 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	65	64	65	65	39	35	65	63	63	38	65
Min	47	70	129	140	3	24	9	1	42	5	4	141	12	429	414	190
P25	81	95	182	181	5	42	13	6	73	60	5	849	381	905	846	770
Mediana	123	124	230	261	5	48	14	8	84	95	5	1.010	652	1.260	1.234	1.120
P75	151	160	300	353	6	52	16	11	102	146	6	1.189	976	1.498	1.419	1.310
Max	217	225	475	761	8	82	30	94	152	195	15	1.626	1.571	2.143	1.696	2.684
RQ	70	65	118	172	1	10	3	5	29	86	1	340	595	593	573	540

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-137 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	65	64	66	66	39	35	65	64	66	38	65
Min	4,12	4,15	4,05	4,44	1,04	3,67	0,00	0,50	1,35	0,74	1,05	2,40	0,17	1,00	0,85	0,00
P25	5,27	5,05	7,22	7,77	1,27	4,99	1,60	1,24	2,05	1,15	1,27	12,45	11,44	3,57	2,09	1,55
Mediana	7,28	7,24	8,79	10,80	1,38	5,45	1,73	1,32	2,24	1,60	1,41	14,90	24,39	5,89	3,09	2,34
P75	8,85	10,40	11,75	17,15	1,46	6,75	1,99	1,51	2,87	2,12	1,69	17,81	35,28	6,59	3,87	2,95
Max	22,10	18,80	23,71	28,10	3,70	17,53	6,70	5,60	49,00	4,90	4,36	46,22	99,32	18,15	9,64	11,00
RQ	3,58	5,35	4,53	9,38	0,19	1,76	0,39	0,27	0,82	0,97	0,42	5,36	23,84	3,02	1,78	1,40

Fuente: Elaboración propia

Elementos Minoritarios y Trazas Totales

Dentro de los elementos minoritarios y trazas comprometidos a analizar en su concentración total se encuentran: aluminio (Al), arsénico (As), boro (B), hierro (Fe), litio (Li), silicio (Si) y estroncio (Sr). En la Figura 5-138 a Figura 5-144 se presentan los gráficos de variación temporal de la serie de datos de cada parámetro, junto con la tabla de estadísticos de dicha serie. Respecto del comportamiento temporal de estos parámetros en 2022, en general, la mayoría de ellos se mantiene dentro de su variación natural.

Para el aluminio total, las concentraciones registradas más altas se presentan en MP-06A con mediana de 17,3 mg/l, y el pozo MP-06B, con mediana de 6,7 mg/l. En general, los pozos que monitorean las aguas salobres registran medianas con valores bajos, entre 0,167 mg/l (en MP-03B y MP-05B) a 0,277 mg/l (en MP-01B). Los mayores valores en los pozos MP-06A y MP-06B, estarían indicando altos contenidos de Al total para el acuífero (salobre) y la salmuera en esta zona, la que corresponde al borde en la zona de Tucúcaro. Las muestras de las lagunas, en comparación con las aguas someras (salobres) en este sector, en general presentan bajos contenidos de aluminio total. Los mayores valores de los valores mínimos de aluminio total desde julio y octubre de 2021 se relacionan con nuevos límites de detección de este analito. Debe recordarse que los valores inferiores al límite de detección se representan en estos gráficos como un tercio el valor de estos.

Para el arsénico total, los pozos profundos son los que presentan las mayores concentraciones, destacando los pozos MP-01B y MP-03B que se encuentran en el área de la Zona Marginal, más cercanos a las lagunas La Punta – La Brava. Los valores de mediana son 20,8 mg/l y 12,2 mg/l, respectivamente. Para el caso de las lagunas, los puntos LM-01 y LM-02 presentan medianas de concentraciones alrededor de 2,8 mg/l, menores que los puntos LM-03 y LM-04, de medianas de 6,5 mg/l y 7,8 mg/l, respectivamente. El punto LM-16 presenta una mediana de 0,42 mg/l. Respecto de 2022, se observa un comportamiento consistente con su serie histórica, salvo mínimos de concentración reportados en MP-01B, MP-04B, MP-01A y MP-04A.

Respecto del boro total, al igual que para las concentraciones disueltas, este elemento se presenta en concentraciones elevadas en el sector, particularmente en las salmueras. De la variación temporal de los datos, se observa una alta variabilidad en las concentraciones de los pozos profundos (salmuera), con valores característicos que van desde 321 mg/l (P25 en MP-03B) a 886 mg/l (P75 en MP-04B), estando todos por sobre los valores de las aguas de los pozos someros (aguas salobres) y también de las aguas superficiales (lagunas). En las lagunas, las concentraciones de boro total en los puntos LM-01 y LM-02 son menores que los puntos LM-03 y LM-04, presentando estos últimos valores de hasta 703 mg/l, más del doble de las concentraciones máximas medidas en los primeros puntos. El punto LM-16, ubicado

aguas arriba del sector lagunar en Tilopozo, presenta la mediana más baja entre las muestras superficiales con 11 mg/l. Las aguas de las lagunas concentran más contenido de boro que las aguas someras (salobres), debido al proceso de evaporación a la que se ven expuestas. Las aguas someras (salobres) presentan medianas no superiores a 58 mg/l. La concentración de boro total se encuentra dentro del rango de variación definido por el registro histórico, salvo en LM-04, donde se registran valores máximos en enero y febrero de 2022.

Con relación a las concentraciones de hierro total de la serie registrada, el pozo profundo MP-06B, y su homólogo somero MP-06A, son los que presentan las mayores concentraciones de hierro hasta abril de 2021. Desde entonces, las máximas concentraciones se registraron en MP-04B, entre enero y abril de 2022, retomando MP-06A el máximo mensual en agosto de 2022. El resto de los pozos someros y profundos muestran concentraciones más bajas y con más dispersión. Las aguas superficiales (lagunas) presentan un comportamiento general estable, con valores muy bajos de concentraciones (en el límite de detección analítico). Cabe indicar que los valores mínimos a lo largo del registro histórico son el reflejo de los cambios en los límites de detección analíticos para este parámetro.

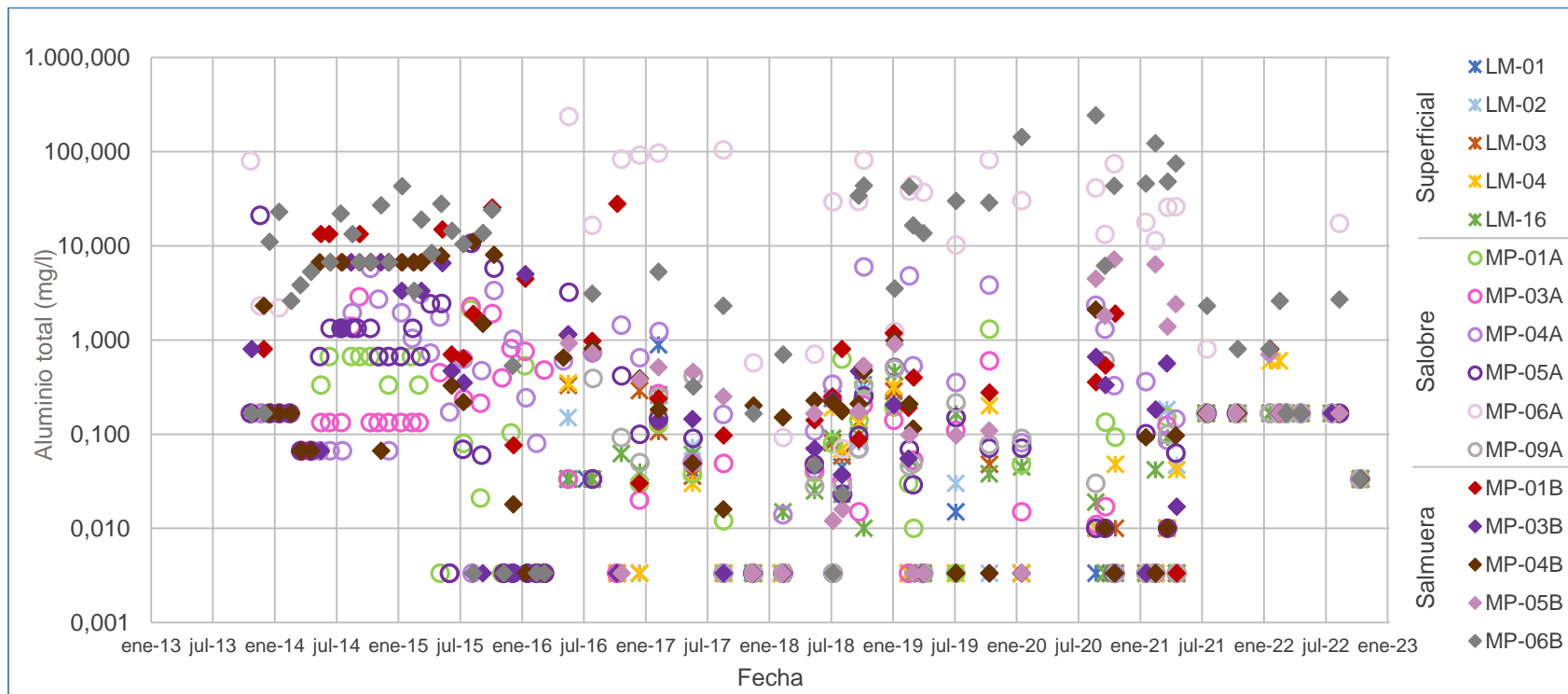
Así como el boro, el litio total se encuentra presente en la cuenca en concentraciones elevadas. De la variación temporal, se aprecia que son los pozos profundos (salmuera) los que presentan aguas con mayor concentración. El valor de las medianas de las concentraciones de litio total en salmuera varía entre 685 mg/l (MP-03B) hasta los 1.119 mg/l (MP-04B). Las aguas someras (salobres) y las aguas de las lagunas, presentan concentraciones por debajo de los contenidos de la salmuera, como evidentemente se espera para el sector en análisis. Las lagunas presentan concentraciones de litio con medianas que van desde los 129 mg/l hasta los 264 mg/l, con el primer valor característico de los puntos LM-01 y LM-02, mientras que el segundo de LM-03 y LM-04. El punto LM-16 tiene una mediana de 6 mg/l. Las aguas salobres tienen medianas desde los 6 mg/l en MP-09A, hasta los 95 mg/l en MP-06A, valores muy por debajo de los registrados para las salmueras. Estos valores se encuentran dentro del rango de variación histórico para este elemento, aunque máximos históricos se registran en LM-04.

En el caso del silicio total, son las aguas someras (salobres) y superficiales las que presentan los mayores contenidos de ese elemento, con valores medianas muy similares, entre 33,0 mg/l (MP-06A) y 50,2 mg/l (LM-16). En cuanto a la salmuera, los registros son similares, pero con rango de medianas menor, que van de 5,9 mg/l (MP-05B) a 15,0 mg/l (MP-03B). Estos valores se encuentran dentro del rango de variación histórico para este elemento, salvo mediciones de octubre de 2022 que caen en el límite de detección (con las excepciones de MP-01A y MP-03B).

Para el estroncio total, se tiene que los pozos MP-03B, y MP-01B tienen las concentraciones más altas del período registrado, con valores que ascienden como máximo hasta los 102,1

mg/l en MP-03B. Este parámetro muestra un comportamiento con mayor variabilidad en pozos profundos (salmuera) con medianas que van de 2,6 mg/l en MP-06B a 28,2 mg/l en MP-03B. Los pozos someros (salobres) tienen un comportamiento más acotado, con medianas entre 1,5 mg/l (MP-04A) a 5,7 mg/l (MP-01A). Las lagunas presentan un comportamiento más estable, con medianas similares que varían entre los 7,9 mg/l (LM-02) y 11,4 (LM-04), mientras que en LM-16 la mediana alcanza un valor de 1,5 mg/l. En el año 2022, las salmueras y aguas salobres disminuyen progresivamente sus concentraciones de estroncio total desde los máximos registrados a fines del periodo anterior. Además, en LM-04 se alcanzan los máximos de concentración en febrero de 2022.

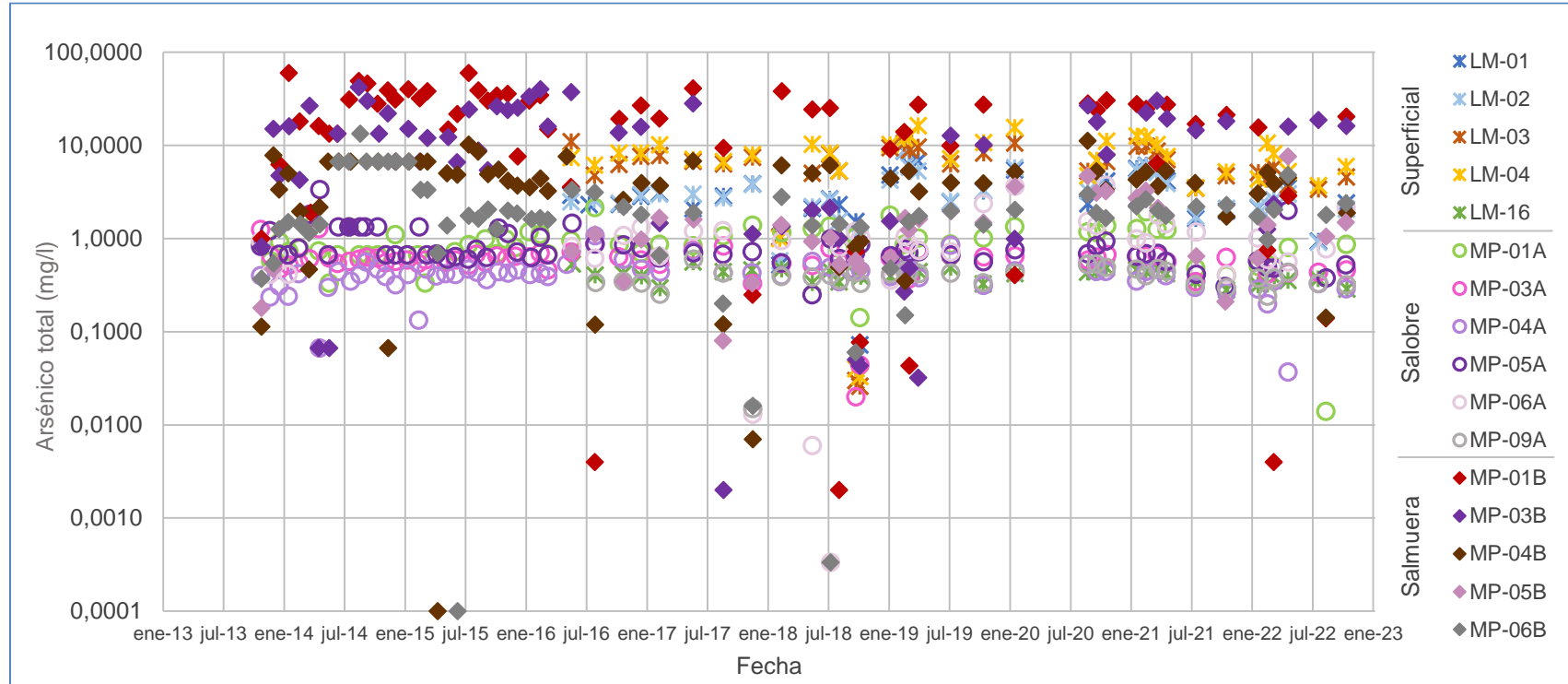
Figura 5-138 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	35	35	36	35	35	64	64	65	66	39	35	65	61	64	37	61
Min	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,033	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
P25	0,003	0,003	0,003	0,003	0,015	0,014	0,023	0,068	0,020	0,572	0,003	0,067	0,003	0,037	0,065	0,617
Mediana	0,033	0,044	0,035	0,042	0,042	0,131	0,133	0,167	0,124	17,300	0,078	0,238	0,167	0,167	0,167	6,667
P75	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,229	0,167	0,874	0,667	44,000	0,167	1,903	0,527	0,939	0,710	25,571
Max	0,892	0,290	0,425	0,600	0,461	2,112	2,860	5,980	21,000	236,000	0,604	27,881	6,667	10,986	7,190	242,000
RQ	0,164	0,164	0,164	0,164	0,152	0,215	0,144	0,806	0,647	43,428	0,164	1,836	0,524	0,902	0,645	24,954

Fuente: Elaboración propia

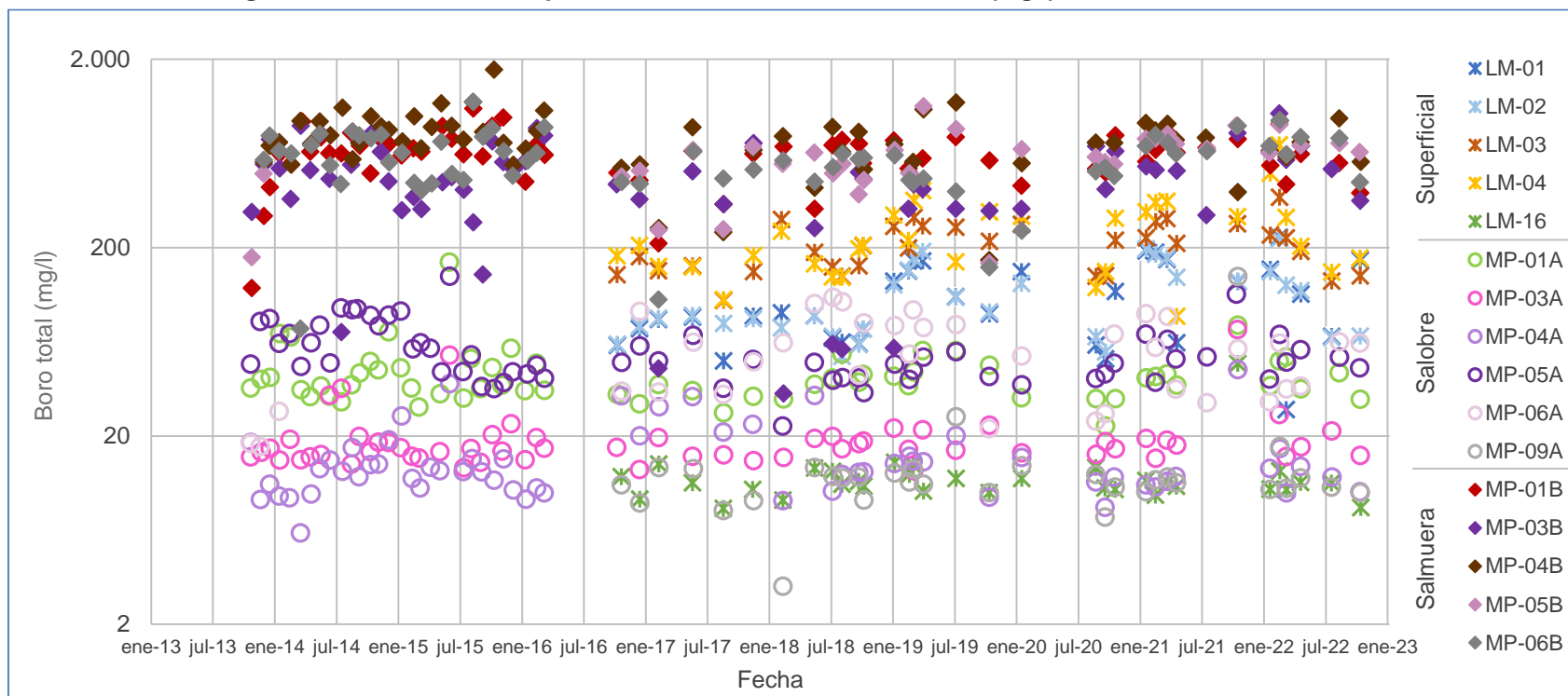
Figura 5-139 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	65	64	65	66	39	35	64	63	64	38	65
Min	0,0720	0,5750	0,0260	0,0330	0,2800	0,0140	0,0200	0,0370	0,2500	0,0003	0,0150	0,0020	0,0020	0,0001	0,0800	0,0001
P25	2,1638	2,1650	4,7150	5,2450	0,3488	0,6667	0,5310	0,3465	0,6282	0,5990	0,3327	6,6935	1,4600	2,2750	0,6063	1,3500
Mediana	2,8450	2,7200	6,5000	7,8000	0,4200	0,8605	0,5950	0,4187	0,6875	0,9400	0,4000	20,7900	12,2333	4,2361	1,3150	1,7600
P75	4,2888	3,9000	8,5500	10,5250	0,4600	1,1600	0,6500	0,4627	0,8901	1,2200	0,4350	30,8500	19,4000	5,9358	1,9788	2,5175
Max	8,7000	8,8000	10,9510	16,3000	0,5600	2,1585	1,2780	1,0699	3,3530	3,7400	0,6000	60,0000	42,0000	11,2000	7,5900	13,3333
RQ	2,1250	1,7350	3,8350	5,2800	0,1112	0,4933	0,1190	0,1162	0,2619	0,6210	0,1023	24,1565	17,9400	3,6608	1,3725	1,1675

Fuente: Elaboración propia

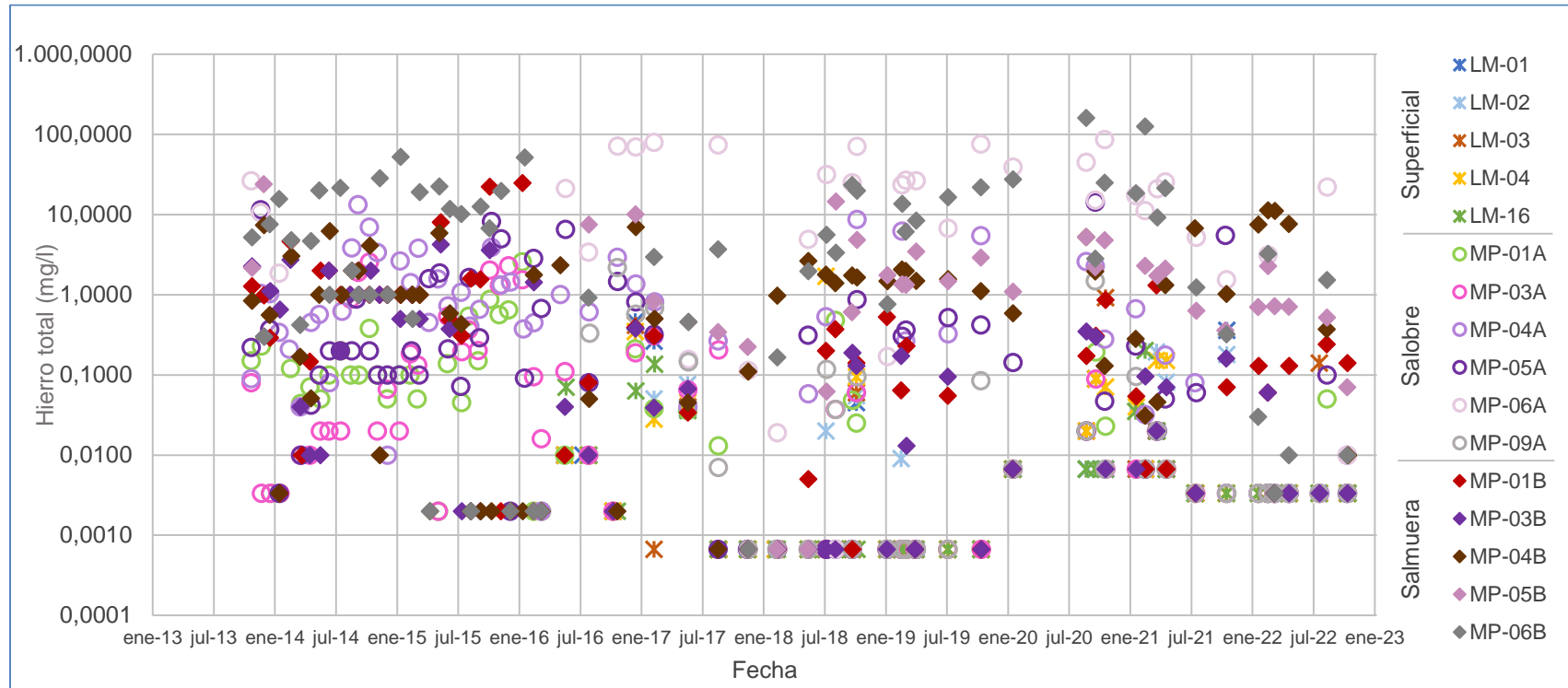
Figura 5-140 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	34	33	34	34	34	63	62	64	64	37	34	63	62	63	36	63
Min	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	23	18	0,2	122	34	172	165	74
P25	63	68	148	156	10	33	16	11	42	34	10	525	321	571	494	458
Mediana	88	87	202	205	11	38	17	13	50	58	11	630	468	727	630	600
P75	151	144	259	301	13	46	19	16	68	78	13	740	646	886	706	731
Max	227	223	371	703	49	168	74	45	141	109	141	1.097	1.033	1.760	1.128	1.189
RQ	88	76	111	145	3	13	3	5	26	44	3	215	325	315	212	273

Fuente: Elaboración propia

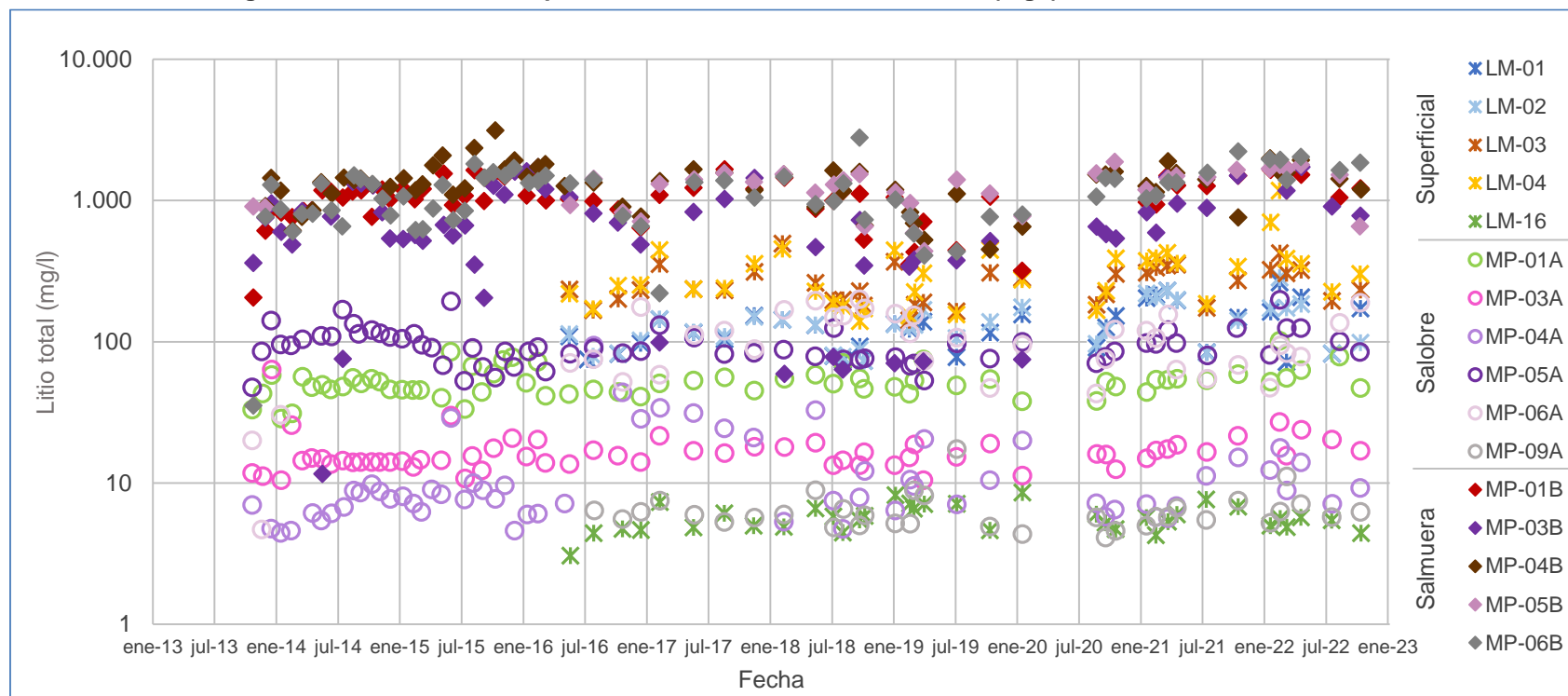
Figura 5-141 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	35	34	36	36	36	65	63	66	65	39	35	65	62	65	35	63
Min	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
P25	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,003	0,018	0,008	1,540	0,001	0,007	0,003	0,051	0,520	0,500
Mediana	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,023	0,016	0,428	0,143	17,200	0,007	0,172	0,050	1,000	1,350	4,659
P75	0,010	0,013	0,010	0,037	0,007	0,100	0,133	1,373	0,471	31,500	0,095	1,000	0,500	2,000	2,920	19,000
Max	0,463	0,193	0,923	1,700	0,202	2,571	2,560	13,300	14,300	86,200	2,187	24,810	4,245	11,290	23,900	160,000
RQ	0,009	0,012	0,009	0,036	0,006	0,097	0,130	1,355	0,463	29,960	0,094	0,993	0,497	1,949	2,400	18,500

Fuente: Elaboración propia

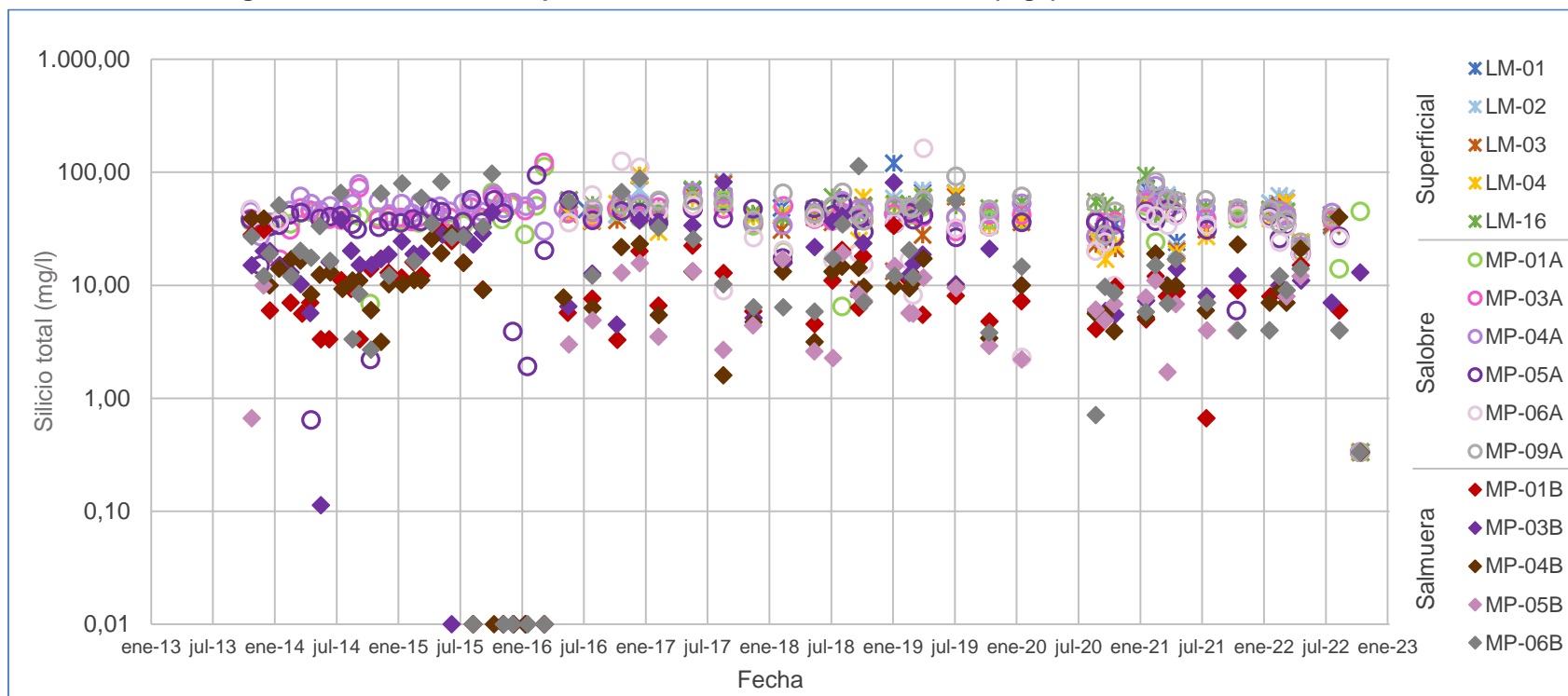
Figura 5-142 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	65	63	63	65	39	35	62	64	64	38	66
Min	72	73	142	140	3	29	11	4	48	5	4	206	12	450	439	35
P25	86	97	195	195	5	45	14	6	78	64	5	869	404	1.119	923	782
Mediana	129	132	235	264	6	51	15	8	90	95	6	1.074	685	1.361	1.371	1.188
P75	155	173	319	389	7	56	18	12	110	153	7	1.269	1.047	1.581	1.536	1.447
Max	263	284	496	1.177	9	102	64	94	198	200	17	1.876	1.727	3.128	1.877	2.784
RQ	69	76	124	194	2	11	4	6	32	89	2	400	643	462	613	665

Fuente: Elaboración propia

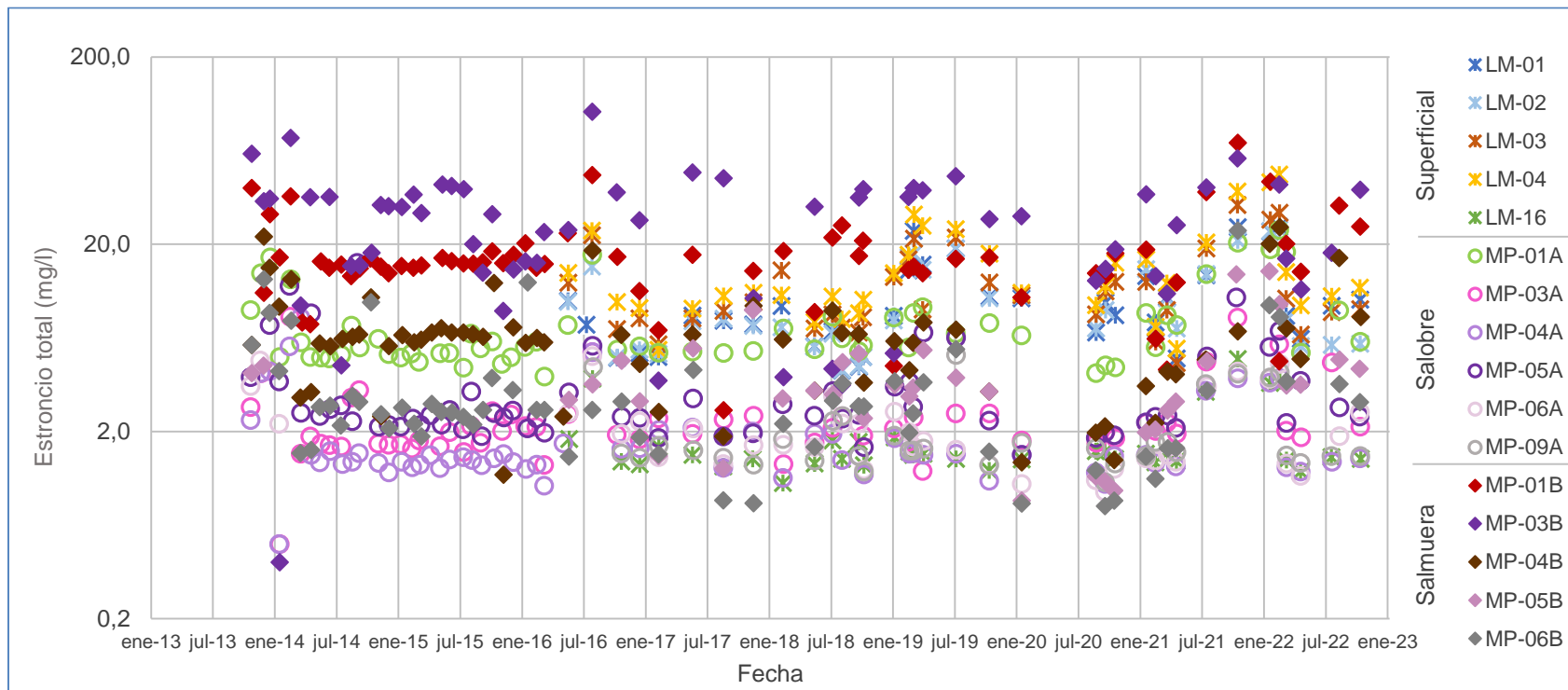
Figura 5-143 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	65	61	63	66	39	35	63	63	65	38	65
Min	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	6,50	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,01	0,01	0,01	0,33	0,01
P25	40,18	40,30	28,53	30,63	43,80	35,58	38,15	44,00	31,23	19,30	42,00	5,49	8,00	5,55	3,38	6,38
Mediana	46,70	46,20	39,85	42,40	50,15	39,20	41,20	47,88	36,70	33,00	49,30	8,70	15,00	9,90	5,88	14,00
P75	58,50	59,00	49,00	51,45	54,75	43,05	47,45	54,09	43,61	41,00	57,00	14,00	21,80	14,45	11,18	33,07
Max	120,00	82,00	93,88	95,01	94,00	112,24	122,23	78,90	94,54	163,00	92,00	33,70	82,00	40,00	19,30	113,00
RQ	18,32	18,70	20,47	20,82	10,95	7,47	9,30	10,09	12,38	21,70	15,00	8,51	13,80	8,90	7,80	26,69

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-144 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



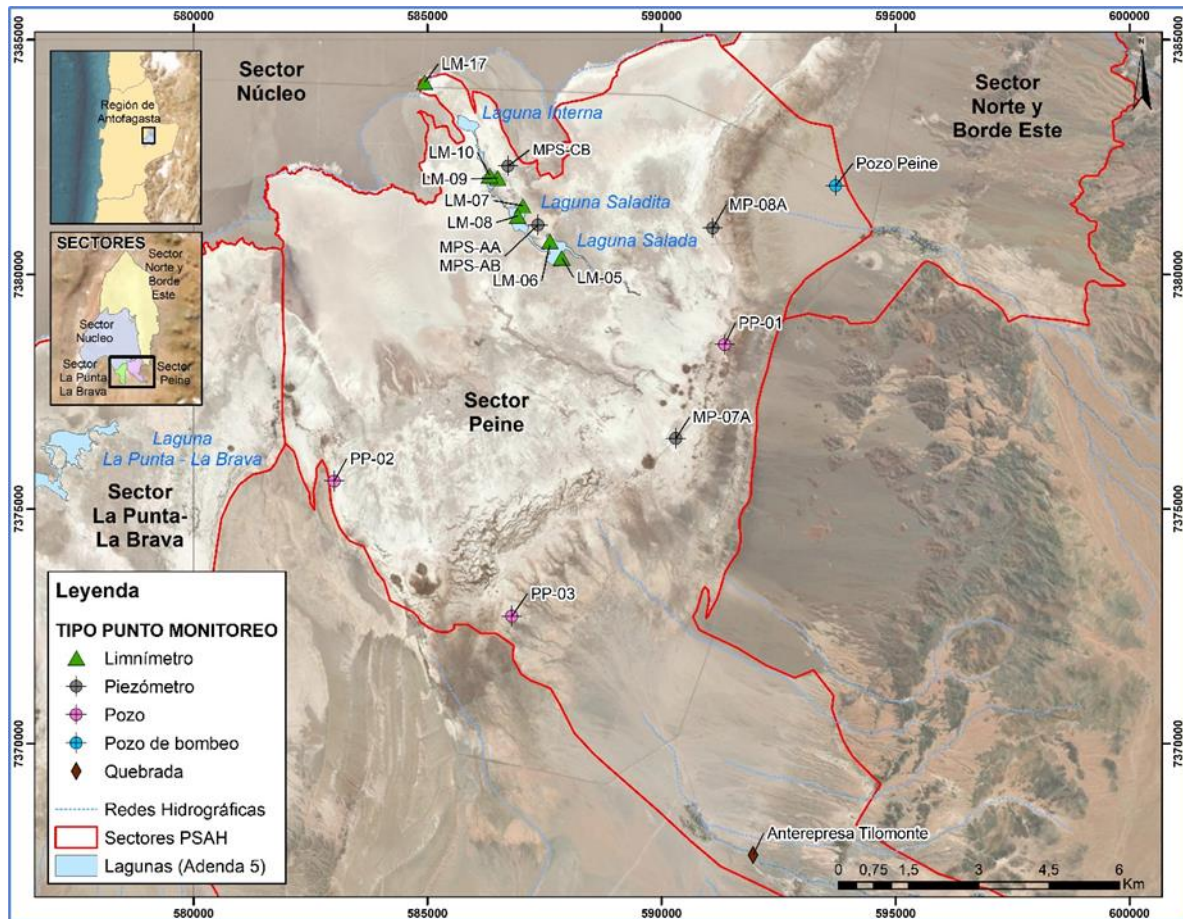
	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	36	35	36	36	36	64	61	65	64	39	35	65	63	66	38	65
Min	4,2	4,3	4,7	5,5	1,1	3,9	0,5	0,5	1,5	1,0	1,1	2,6	0,4	1,2	0,9	0,1
P25	6,4	5,8	8,0	9,4	1,4	5,2	1,7	1,3	2,2	1,4	1,5	14,0	14,7	4,0	2,5	1,6
Mediana	8,3	7,9	9,4	11,4	1,5	5,7	2,0	1,5	2,4	1,8	1,6	15,8	28,2	6,2	3,5	2,6
P75	12,8	14,6	14,2	17,8	1,7	8,2	2,4	1,8	3,4	2,5	1,9	18,6	38,9	7,1	4,7	3,6
Max	24,8	24,0	32,5	47,2	4,9	23,8	8,2	8,1	15,9	5,1	5,1	69,6	102,1	24,7	14,4	23,7
RQ	6,4	8,8	6,2	8,4	0,3	3,0	0,7	0,5	1,2	1,1	0,4	4,6	24,2	3,1	2,2	2,0

Fuente: Elaboración propia

5.8.2 Sector Peine

La distribución de los puntos de monitoreo para el sector se detalla en la Figura 5-145.

Figura 5-145 Localización puntos de monitoreo Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Es importante señalar que el punto LM-17 es un limnímetro que se instaló en pleno Núcleo, que gran parte del año está seco y solo puede muestrearse cuando hay lluvia o cuando la laguna Interna genera desbordes. Sin embargo, cuando ocurre un evento de lluvia mayor el acceso se encuentra restringido por peligro en el camino. Para el presente periodo de reporte, en marzo de 2022 el pozo se encontró efectivamente seco, mientras que para los otros meses no hubo acceso al punto.

El punto Vertiente Peine se incluye en este sector dada su ubicación geográfica a pesar de que en el Anexo 3 de la Adenda 5 se indicó como parte del sector Norte y Borde Este.

Los pozos PP-01, PP-02 y PP-03 están definidos como pozos de monitoreo de niveles freáticos, calidad química y posición de la cuña salina y, debido a esto último, los pozos están

ranurados completamente. Para el monitoreo de la calidad química, la muestra se toma en la parte somera del pozo por lo que es representativa de las aguas salobres de este sector.

Se debe hacer una referencia especial a la situación del pozo MPS-AB, el cual fue monitoreado con *bailer* durante el 2019 (por lo general se muestrea con bomba), debido a la imposibilidad de acceder a él con una bomba para toma de muestra profunda, por el estado del terreno posterior al evento de precipitación de dicho mes. Este cambio significó que durante el 2019 la muestra no se obtuviera desde la profundidad deseada para este caso (corresponde a pozo profundo) y se tomara de agua más bien somera (salobre). Esto se evidencia en los resultados de la calidad fisicoquímica de este pozo, durante el 2019, donde pasa a ser muy similar a la calidad fisicoquímica de los pozos someros. Además, debido a este cambio de método de monitoreo en el punto MPS-AB, muchos de los registros de este pozo en 2019 se consideran anómalos, de acuerdo con los criterios detallados en la introducción de este apartado. Todos los datos anómalos de este sector se presentan en la Tabla 3 del Anexo H-7.

Es relevante indicar que durante el 2022 no se pudo llevar a cabo el muestreo en algunos puntos debido a que no se contó con autorizaciones de la Comunidad para acceder a este sector (Tabla 5-50).

El período de información que se analiza a continuación corresponde al periodo desde el año 2013 al 2022.

Parámetros Fisicoquímicos *in situ*

pH in situ

Los valores históricos de pH se presentan en diagramas de caja en la Figura 5-146, donde se incluye la tabla con estadígrafos correspondientes. De la gráfica y datos, se observa que las aguas superficiales presentan valores históricos de pH con medianas entre 7,3 (LM-17) y 8,4 (Anterepresa Tilomonte), correspondiendo a aguas neutras a básicas. Los pozos en la salmuera muestran pH con medianas en torno a un valor de 6,7, y las aguas salobres corresponden a aguas circunneutrales, salvo en MPS-AA, donde las condiciones son ligeramente más básicas (7,9).

Conductividad Eléctrica in situ

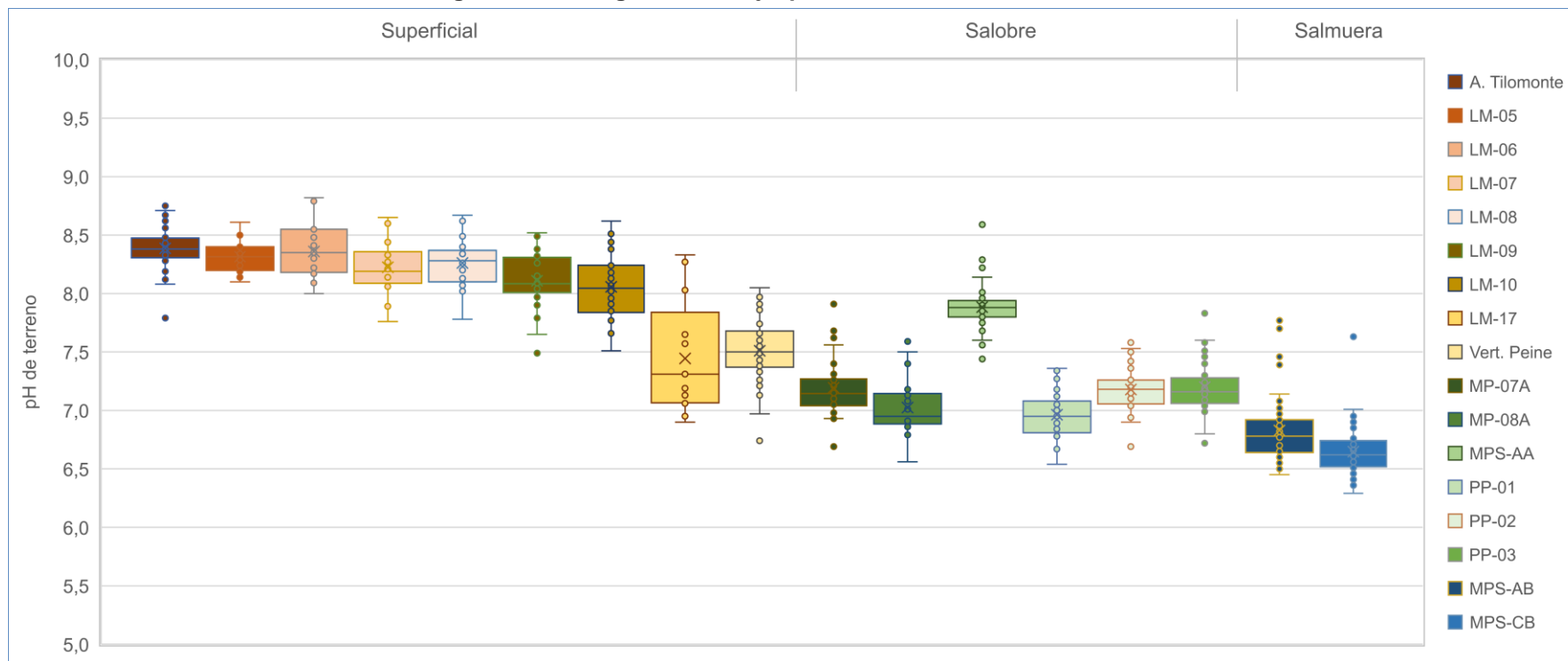
La conductividad eléctrica (CE) del sector Peine, de acuerdo con la Figura 5-147, muestra que el punto de monitoreo Anterepresa Tilomonte presenta CE con una mediana de 6.115 $\mu\text{S}/\text{cm}$, cercano al límite inferior de las aguas consideradas como salobres. Este punto se ubica al sur del sector Peine, más alejado del Núcleo y donde recibe agua de las quebradas provenientes de la precordillera. Vertiente Peine, con mediana de 4.101 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y P75 de 4.284 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se considera agua dulce, lo que se condice con su ubicación y el origen de sus aguas. Para el resto de los puntos superficiales, las conductividades registradas indican aguas salobres con

valores de P25 desde 36.980 $\mu\text{S/cm}$ hasta 152.800 $\mu\text{S/cm}$ como valor máximo para los limnímetros, (LM-05 y LM-10, respectivamente). El LM-17, que como se ha informado anteriormente corresponde a un punto ubicado entre la laguna Interna y el Núcleo, presenta valores de CE mayores (228.100 $\mu\text{S/cm}$ de mediana).

Para el caso de las aguas profundas (salmueras), los valores de CE son bastante altos, con valores de P25 mayores a 220.000 $\mu\text{S/cm}$. En el 2019 se registraron valores bajo los 150.000 $\mu\text{S/cm}$ en MPS-AB, debido a que fue monitoreado con *bailer*, no obteniéndose la toma de muestra profunda, sin embargo, se prefiere mantener en las gráficas y estadígrafos. Ya en el 2020 se retoman el muestreo con bomba, alcanzando valores dentro del registro histórico hasta el presente periodo.

Para las aguas someras los registros de CE son menores, aunque comparables a los de las aguas lagunares superficiales, con el valor más alto en el MPS-AA (mediana de 66.620 $\mu\text{S/cm}$), el cual se encuentra al lado de las lagunas, cercano a la Laguna Salada. Los puntos MP-07A y MP-08A, cercanos al borde del salar, presentan valores que tienden a ser más bajos (medianas de 14.088 $\mu\text{S/cm}$ y 8.025 $\mu\text{S/cm}$, respectivamente). Los puntos PP-XX, presentan diferencias relativas en sus valores, esto posiblemente debido a su ubicación. Cabe destacar que la ubicación de los puntos PP-XX se encuentran sobre el borde del salar, alejados del Núcleo, por lo que es considerable que los valores de los parámetros medidos sean valores intermedios.

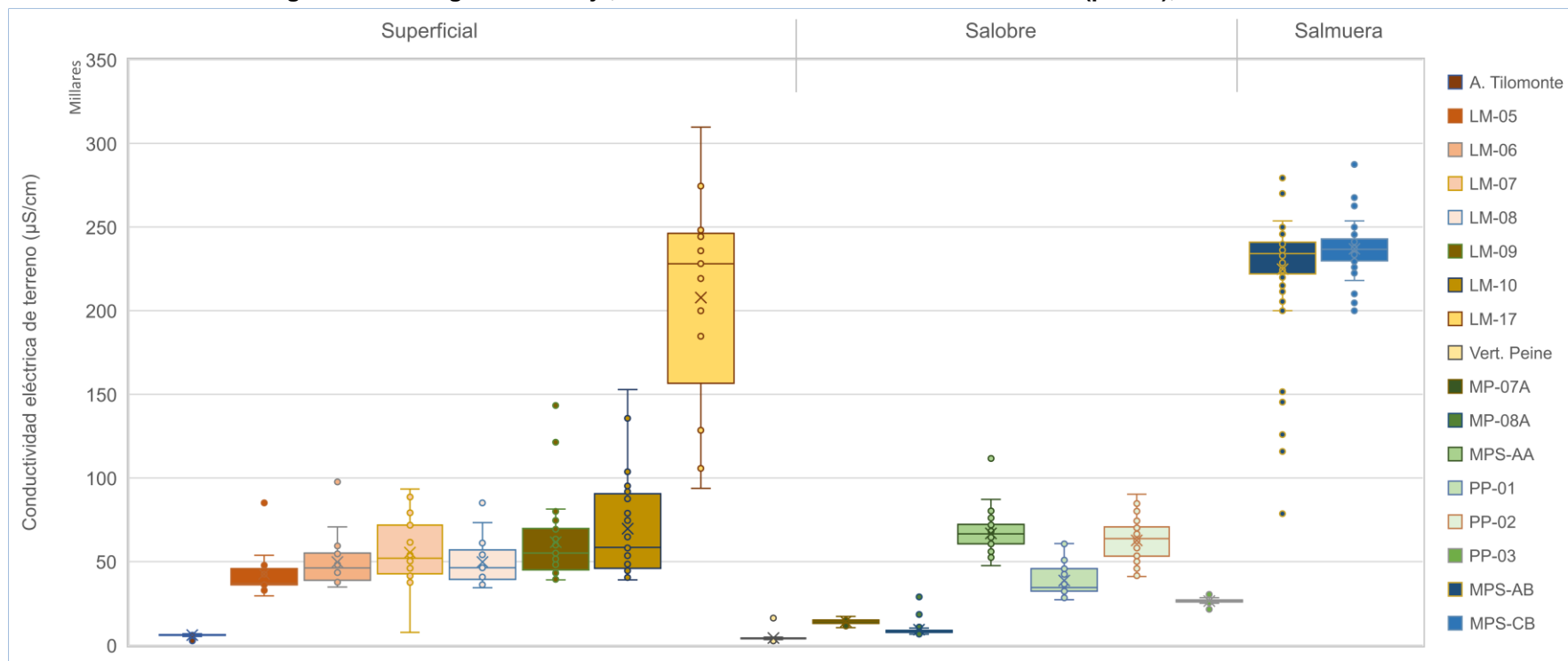
Figura 5-146 Diagrama de Caja, pH *in situ* histórico, Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	53	14	19	26	19	28	26	13	71	34	29	59	35	33	35	59	58
Min	7,79	8,10	8,00	7,76	7,78	7,49	7,51	6,90	6,74	6,69	6,56	7,44	6,54	6,69	6,72	6,45	6,29
P25	8,31	8,20	8,18	8,09	8,10	8,01	7,84	7,07	7,37	7,04	6,89	7,80	6,81	7,06	7,06	6,64	6,52
Mediana	8,38	8,32	8,35	8,19	8,28	8,09	8,05	7,31	7,50	7,15	6,95	7,88	6,95	7,18	7,16	6,78	6,62
P75	8,48	8,40	8,55	8,36	8,37	8,31	8,24	7,84	7,68	7,27	7,15	7,94	7,08	7,26	7,28	6,92	6,74
Max	8,75	8,61	8,82	8,65	8,67	8,52	8,62	8,33	8,05	7,91	7,59	8,59	7,36	7,58	7,83	7,81	7,63
RQ	0,17	0,20	0,37	0,27	0,27	0,30	0,40	0,77	0,31	0,23	0,26	0,14	0,27	0,20	0,22	0,28	0,22

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-147 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica *in situ* histórico (µS/cm), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	55	15	19	26	19	28	26	13	71	34	29	59	35	34	35	58	57
Min	2.550	29.490	34.780	7.634	34.310	39.130	39.050	93.820	2.645	10.490	6.521	47.493	27.160	41.120	21.440	78.620	200.000
P25	5.860	36.080	38.780	42.685	39.290	45.052	46.001	156.600	3.900	13.040	7.628	60.590	32.270	53.159	25.810	222.000	229.800
Mediana	6.115	36.980	46.170	52.053	46.400	55.122	58.540	228.100	4.101	14.088	8.025	66.620	34.470	63.785	26.590	234.150	236.700
P75	6.338	45.753	55.096	71.850	56.926	69.753	90.570	246.265	4.284	15.020	8.930	72.160	45.750	70.785	27.100	241.050	242.826
Max	7.450	85.070	97.690	93.400	85.120	143.300	152.800	309.800	16.240	17.280	28.880	111.600	60.800	90.240	30.437	279.300	290.400
RQ	478	9.673	16.316	29.165	17.636	24.701	44.569	89.665	384	1.980	1.302	11.570	13.480	17.626	1.290	19.050	13.026

Fuente: Elaboración propia

Sólidos Disueltos Totales *in situ*

Los sólidos disueltos totales (SDT) se presentan en la Figura 5-148 con el diagrama de caja y tabla de estadígrafos para este sector. Dada a la relación directa que tienen con las mediciones de CE *in situ*, la situación que se observa para los diferentes puntos es similar.

En general, las muestras de las lagunas (LM-5 a LM-10) tienen valores de medianas de SDT comparables y en el rango de 21.260 mg/l (LM-05) a 29.685 mg/l (LM-10). El punto de monitoreo Antepresa Tilomonte presenta valores SDT con mediana de 3.098 mg/l. El punto Vertiente Peine presenta valores de SDT con mediana de 2.077 mg/l. El punto superficial LM-17, que se encuentra en el Núcleo, presenta altas concentraciones de sólidos disueltos, con una mediana de 120.100 mg/l. Las aguas salobres presentan, en general, concentraciones de SDT similares a las lagunas, exceptuando los puntos MP-07A y MP-08A, los que presentan medianas de 7.146 mg/l y 4.048 mg/l, respectivamente. Las aguas profundas en cambio son las que tienen las SDT mayores, con valores de mediana en torno a 118.000 mg/l. Para el caso del pozo MPS-AB, los registros bajo el bigote inferior corresponden a los valores anómalos de 2019, evidentemente correspondientes a los de CE *in situ* de la figura anterior.

Oxígeno Disuelto *in situ*

En la Figura 5-149 se presenta la gráfica de cajas para el oxígeno disuelto (O.D.), junto con los datos con los estadígrafos de este elemento.

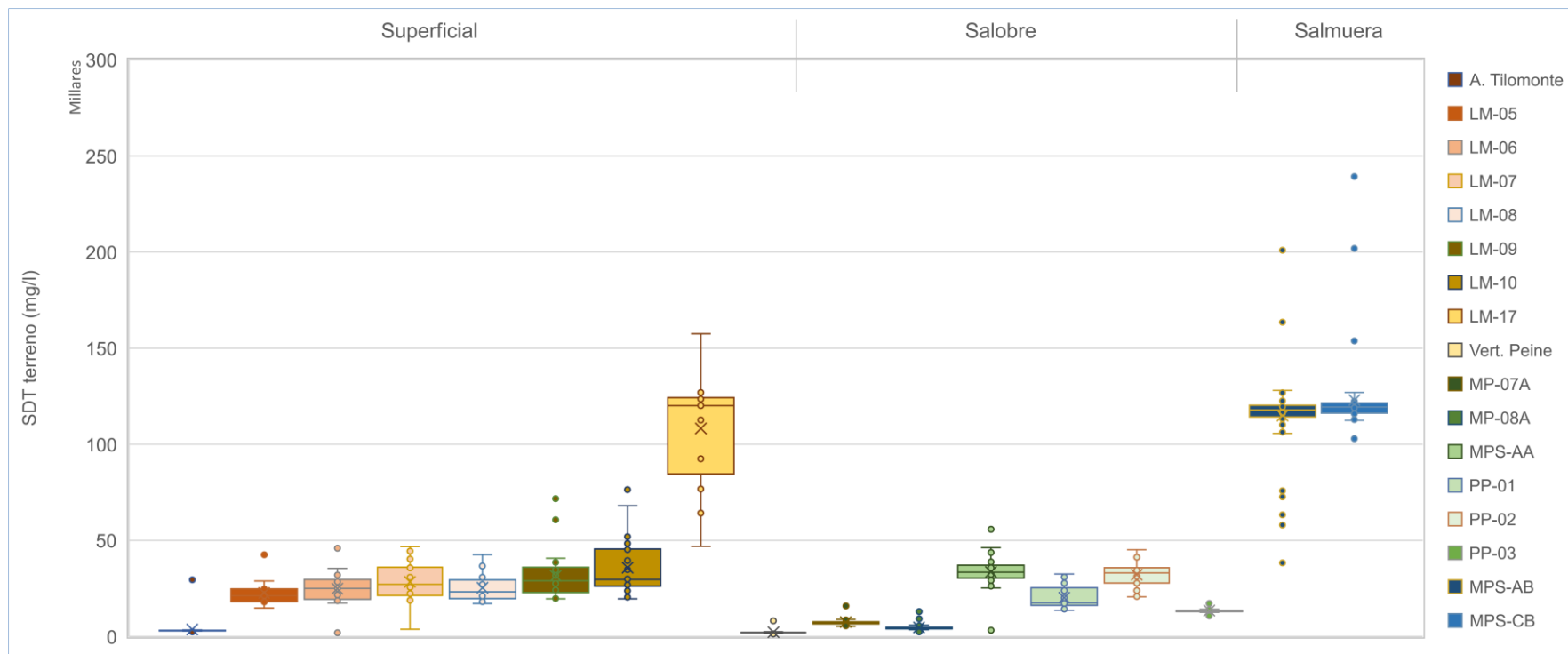
En el gráfico de cajas se puede observar que para los puntos de lagunas y la muestra superficial Antepresa Tilomonte y Vertiente Peine, las medianas corresponden a los valores de O.D. más altos del sector (estas dos últimas con medianas de 5,40 mg/l y 4,27 mg/l, respectivamente), además de presentar mayor dispersión (valor RQ). Para el punto LM-17, el valor de O.D. es menor al resto, con una mediana de 0,60 mg/l. Para el caso de las aguas profundas, se presentan contenidos aún menores que los anteriores, con aguas anóxicas dada la alta concentración de sales y su obtención a mayor profundidad, con medianas de O.D. de 0,32 mg/l. Las aguas someras (salobres), presentan concentraciones intermedias respecto de las mencionadas anteriormente, con medianas entre 1,01 mg/l (PP-02) y 2,50 mg/l (MP-07A).

Temperatura *in situ*

La temperatura del agua registrada en las muestras del sector Peine se presenta en **Figura 5-150** con diagrama de cajas y con los datos estadígrafos.

De la gráfica y registros históricos, se puede señalar que los rangos tanto de las aguas profundas con las aguas superficiales y someras son del mismo orden y magnitud, con alta variabilidad en el tiempo, con mínimas de 3,4°C y máximas de 32,2°C.

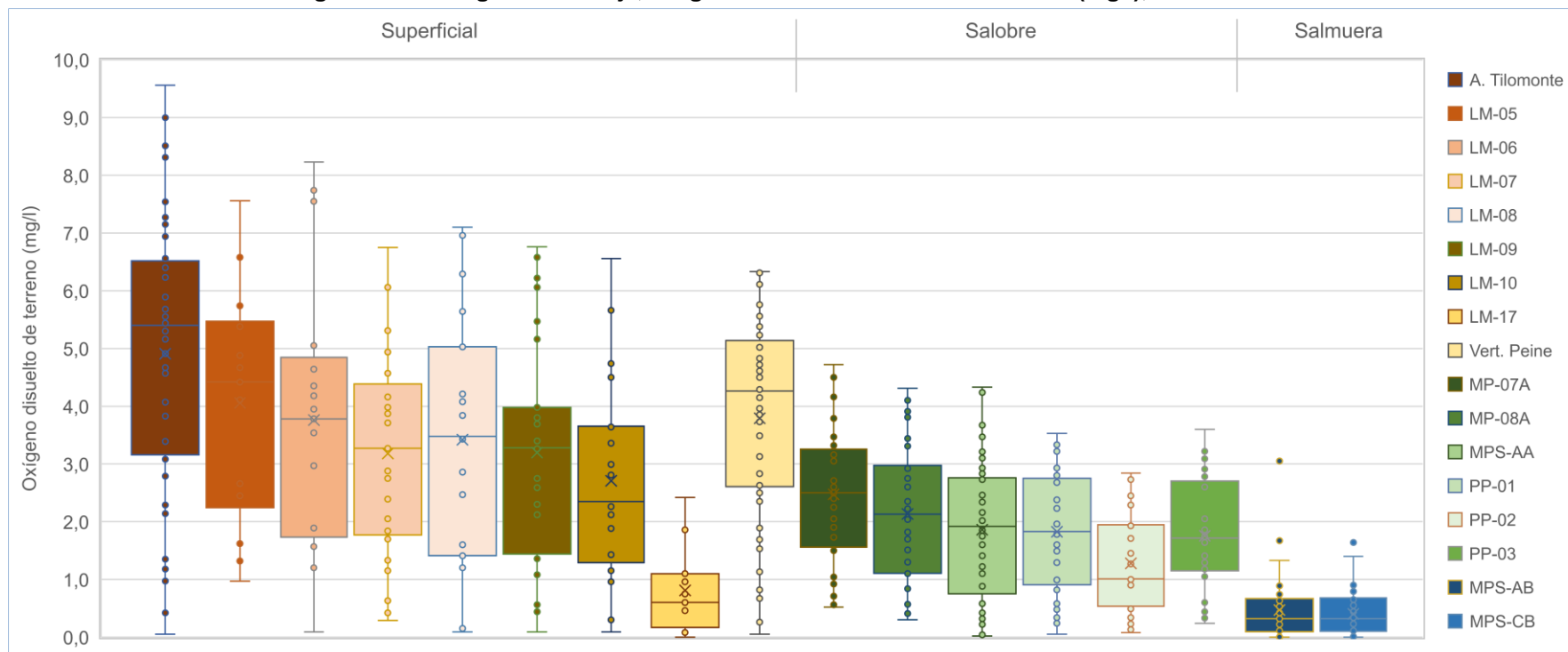
Figura 5-148 Diagrama de Caja, SDT *in situ* histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	55	15	19	26	19	28	26	13	69	34	29	59	35	34	35	58	58
Min	2.393	14.750	1.956	3.768	17.160	19.570	19.530	46.910	1.322	5.248	2.389	3.200	13.580	20.580	10.740	38.300	102.900
P25	2.974	18.160	19.380	21.343	19.720	22.835	26.180	84.583	1.954	6.542	3.930	30.330	16.190	27.830	12.900	114.150	116.250
Mediana	3.098	21.260	25.020	27.135	23.200	28.930	29.685	120.100	2.077	7.146	4.048	33.390	17.500	33.115	13.280	117.800	119.400
P75	3.192	24.730	29.670	36.008	29.425	36.028	45.475	124.300	2.154	7.589	4.773	37.080	25.370	35.725	13.560	120.250	121.525
Max	29.510	42.540	45.850	46.750	42.560	71.690	76.380	157.430	8.124	15.930	12.960	55.800	32.500	45.120	19.123	200.850	239.200
RQ	218	6.570	10.290	14.665	9.705	13.193	19.295	39.717	200	1.047	843	6.750	9.180	7.895	660	6.100	5.275

Fuente: Elaboración propia

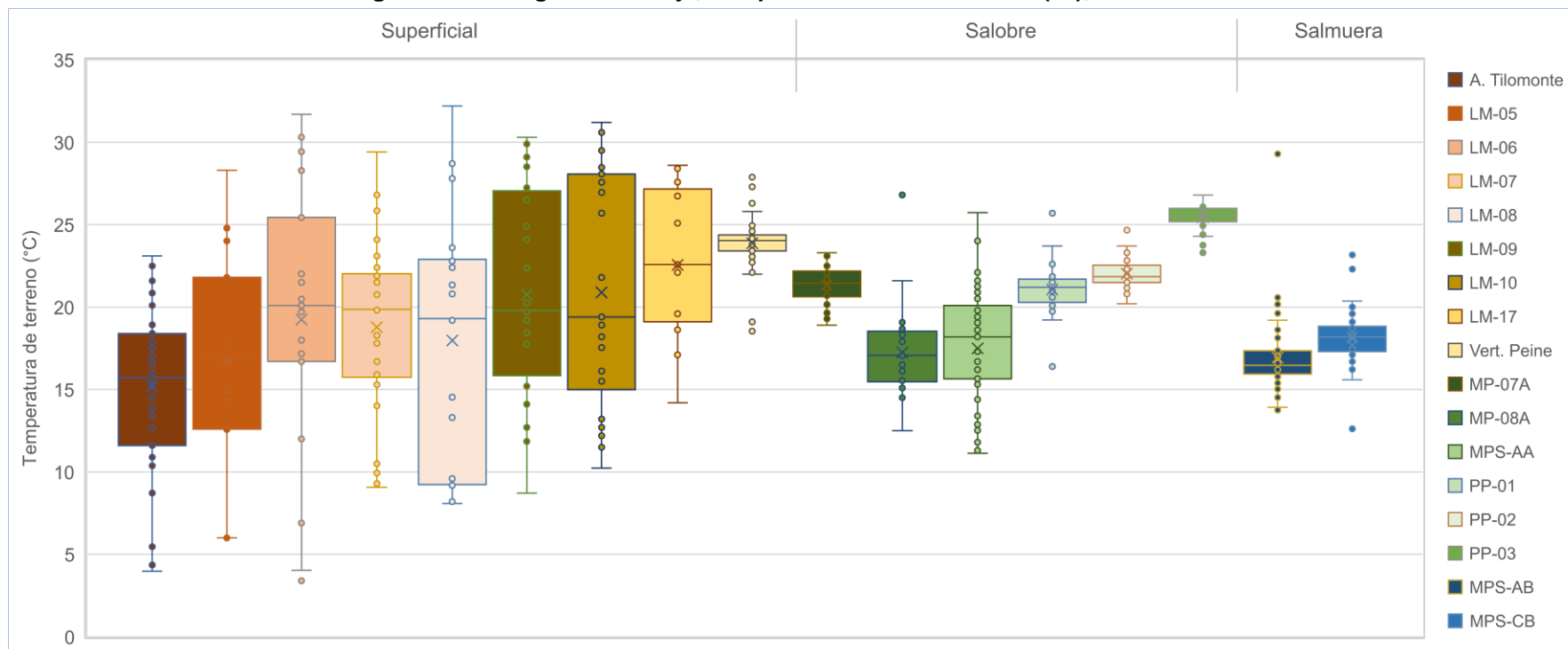
Figura 5-149 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto OD in situ histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	48	14	17	25	19	27	25	11	66	33	28	53	33	33	34	41	39
Min	0,05	0,97	0,09	0,29	0,09	0,09	0,09	0,00	0,05	0,52	0,30	0,02	0,05	0,08	0,24	0,00	0,00
P25	3,16	2,24	1,73	1,77	1,41	1,44	1,29	0,17	2,61	1,56	1,11	0,75	0,91	0,54	1,15	0,10	0,10
Mediana	5,40	4,42	3,78	3,27	3,48	3,28	2,35	0,60	4,27	2,50	2,13	1,92	1,83	1,01	1,72	0,32	0,32
P75	6,52	5,47	4,85	4,39	5,03	3,98	3,66	1,10	5,14	3,26	2,98	2,76	2,75	1,95	2,71	0,67	0,68
Max	9,56	7,56	8,23	6,75	7,10	6,76	6,56	2,42	6,33	4,72	4,31	4,33	3,53	2,84	3,60	3,05	1,64
RQ	3,36	3,23	3,12	2,62	3,62	2,54	2,37	0,93	2,53	1,70	1,87	2,01	1,84	1,41	1,56	0,57	0,58

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-150 Diagrama de Caja, Temperatura in situ histórico (°C), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	55	15	19	26	19	28	26	13	71	34	29	59	35	34	35	59	59
Min	3,98	6,00	3,40	9,07	8,08	8,71	10,23	14,20	18,54	18,90	12,50	11,14	16,40	20,20	23,30	13,75	12,62
P25	11,60	12,60	16,70	15,75	9,24	15,84	14,99	19,11	23,41	20,63	15,48	15,65	20,28	21,49	25,19	15,93	17,30
Mediana	15,72	16,80	20,10	19,86	19,30	19,80	19,40	22,58	24,04	21,45	17,07	18,20	21,20	21,85	25,54	16,47	18,19
P75	18,40	21,80	25,44	22,03	22,90	27,06	28,07	27,16	24,38	22,19	18,54	20,09	21,70	22,55	25,99	17,36	18,83
Max	23,10	28,30	31,70	29,41	32,20	30,30	31,20	28,60	27,88	23,30	26,80	25,73	25,69	24,70	26,80	29,30	23,17
RQ	6,80	9,20	8,74	6,28	13,66	11,22	13,08	8,05	0,97	1,56	3,06	4,44	1,42	1,06	0,80	1,43	1,53

Fuente: Elaboración propia

Variación Temporal de los parámetros *in situ*

Los parámetros *in situ* analizados en Sector Peine se presentan en la Figura 5-151 y en la Figura 5-152 con gráficos de la variación temporal de los valores registrados en el período 2013 a 2022.

El pH muestra en el tiempo una tendencia sin mayores variaciones de los valores registrados en cada punto, tanto para los pozos profundos (salmuera), como para los someros (salobre) y lagunas. Se puede observar que para las muestras de las lagunas predominan aguas neutras a básicas, entre 7 y 9; para las someras la tendencia es neutra a básica y para las profundas más neutras, entre 6 a 7. Los valores registrados para el 2022 se acotan dentro de los valores históricos.

La temperatura, evidencia un comportamiento con rangos variables para los pozos someros, profundos y aguas superficiales (lagunas, Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine), siendo éstas últimas las que presentan los valores más altos y bajos en temperatura, debido a su relación con la temperatura ambiente.

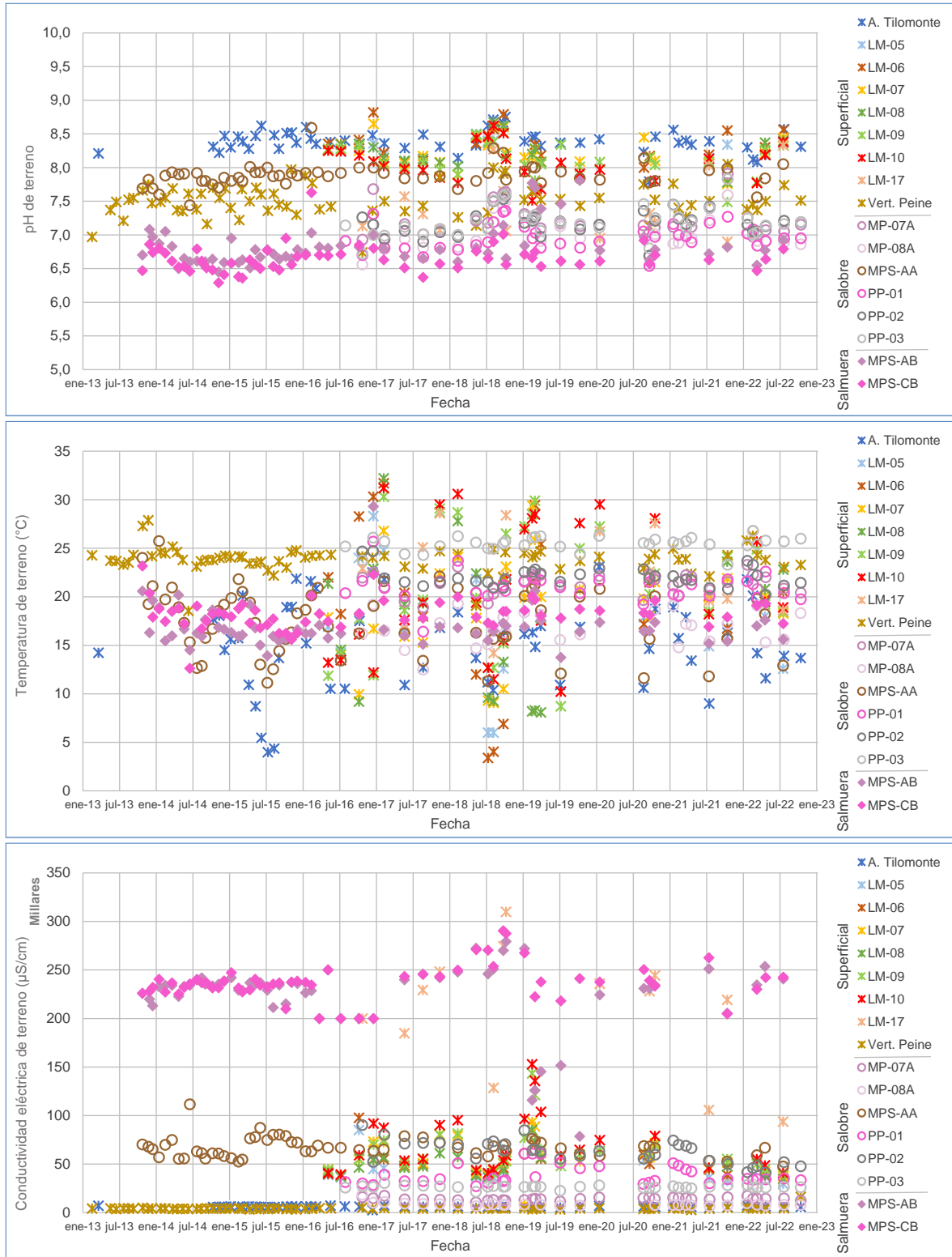
Para la conductividad eléctrica (CE), los valores más altos se presentan en los pozos profundos, con valores que superan los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en registros históricos (y en lo registrado para el año 2022), excepto el pozo MPS-AB en el 2019, debido a la obtención de las muestras mediante *bailer*. En el caso de los pozos someros, se observa una cierta variación estacional. Para la Anterepresa Tilomonte y la Vertiente Peine las conductividades son las más bajas y para las lagunas se registran conductividades altas como las del punto LM-17, en campañas que registran valores mayores a los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Los SDT muestran el mismo comportamiento que la CE, dada la correlación directa existente entre estos dos parámetros. No se excluye de esta gráfica el dato de septiembre de 2020 de 239.200 mg/l, debido a que es cercano a las concentraciones elevadas del 2021 en los meses de julio y octubre.

El O.D. presenta mucha dispersión para la estación Anterepresa Tilomonte, al igual que para las lagunas, con la mayor variabilidad de todos los puntos, y una tendencia a aumentar esta dispersión después de Julio 2014. Dicha tendencia cambia y a fines de 2018 tiende a descender y a inicios de 2019 vuelve a subir. Durante el presente periodo de reporte, las concentraciones de O.D. se mantienen dentro de la variabilidad del registro histórico.

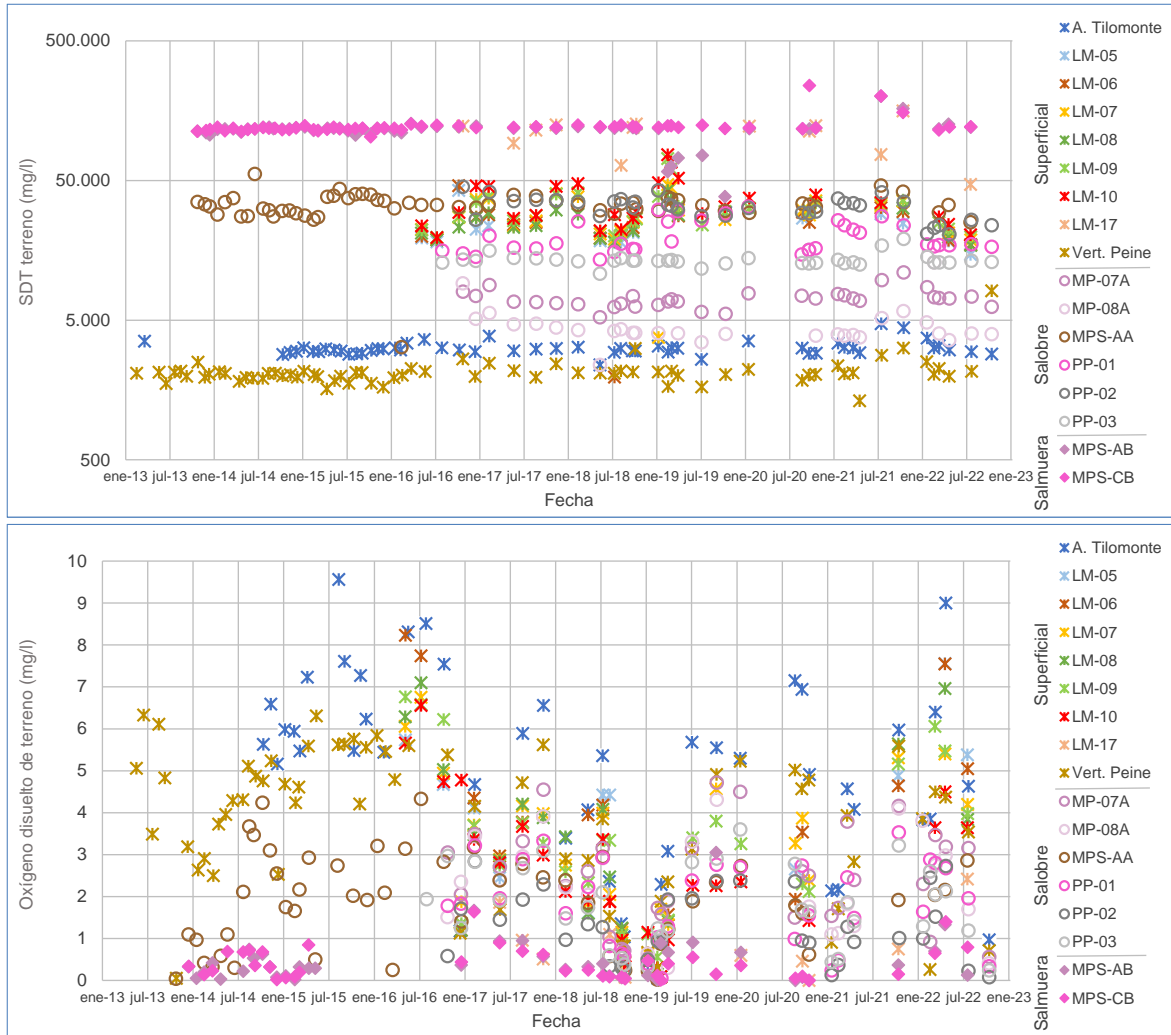
En general, los parámetros *in situ* medidos en el 2022, registran valores que se encuentran dentro del rango de variación natural.

Figura 5-151 Variación Temporal: pH, Temperatura, CE *in Situ*, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-152 Variación Temporal: SDT y OD in Situ, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Parámetros Fisicoquímicos de laboratorio

pH de Laboratorio

Los resultados de pH medidos en laboratorio para el Sector Peine se entregan en la Figura 5-153. Estos valores son muy similares a los medidos *in situ*.

Para la muestra Antepresa Tilomonte, se tienen valores de pH acotados entre 8,1 a 8,6, mientras que en Vertiente Peine esta variación es entre 6,9 y 8,2. Las lagunas presentan rangos de mediana entre 8,0 y 8,3 (LM-10 y LM-06, respectivamente). El LM-17, presenta pH más bajo dado que está cerca del Núcleo, con una mediana de 7,2.

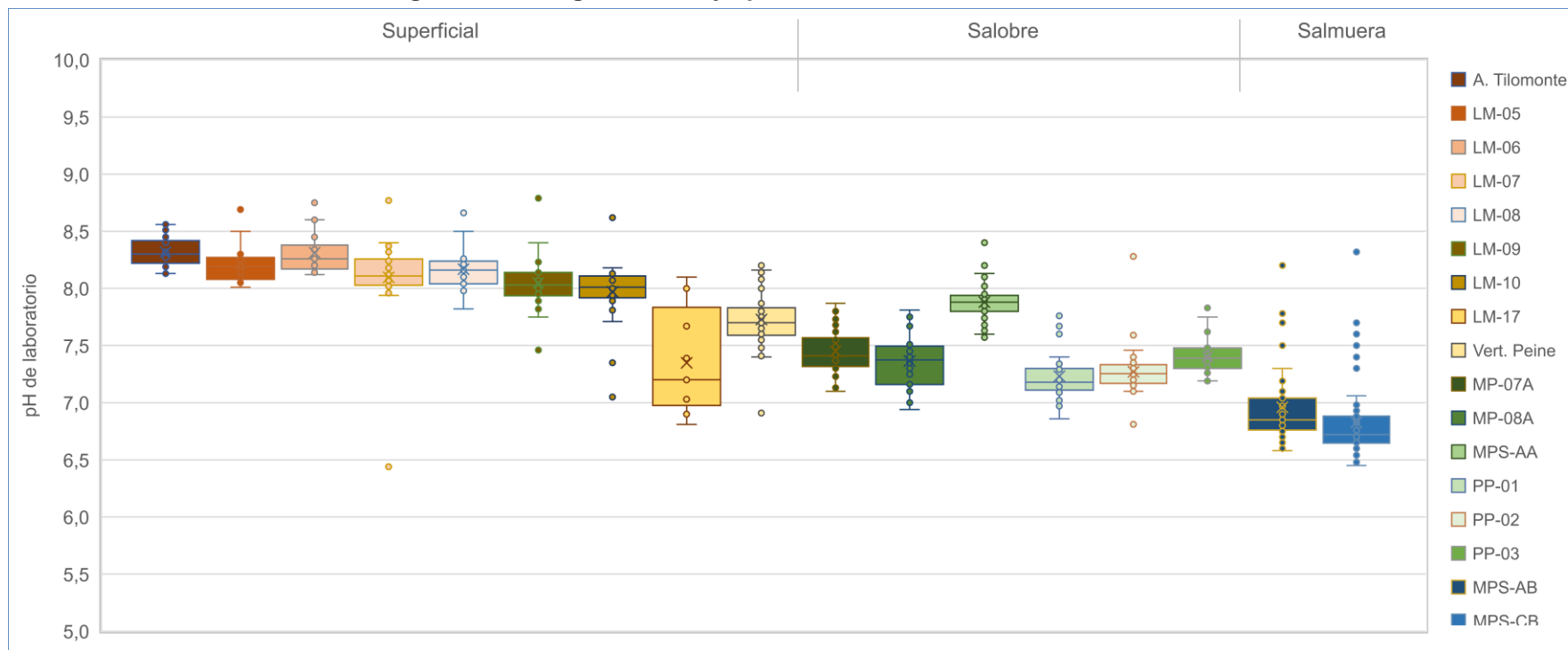
Los resultados de pH obtenidos en laboratorio para los pozos profundos son los más bajos para el sector, con medianas en torno a 6,8. Las aguas de los pozos someros (salobres) tienen valores intermedios relativo a las salmueras y las aguas lagunares.

Conductividad Eléctrica de Laboratorio

Los datos de CE obtenidos en laboratorio se presentan en la Figura 5-154. Los valores medidos en laboratorio son similares a los de terreno. Las lagunas (LM-05 a LM-10) presentan medianas entre 39.800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 60.250 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por su cercanía al Núcleo del Salar, el punto LM-17 presenta valores más elevados, con mediana de 238.700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La estación Antepresa Tilomonte es la que presenta las CE más bajas con una mediana de 6.130 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La Vertiente Peine presenta una CE estable, con mediana de 4.130 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Los pozos profundos presentan medianas en torno a 240.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el pozo MPS-AB presenta una serie de valores bajos, los cuales corresponden a los registros considerados anómalos para 2019, producto de las diferencias metodológicas en el muestreo. Los pozos someros MPS-AA, PP-01 y PP-02 presentan valores de CE comparables con las lagunas, mientras que los pozos MP-07A, MP-08A y PP-03 presentan CE menores, con baja dispersión. Los dos valores más altos que se observan para MPS-AB y MPS-CB corresponden a mediciones realizadas en octubre de 2022, las que se consideran atípicas (dato anómalo).

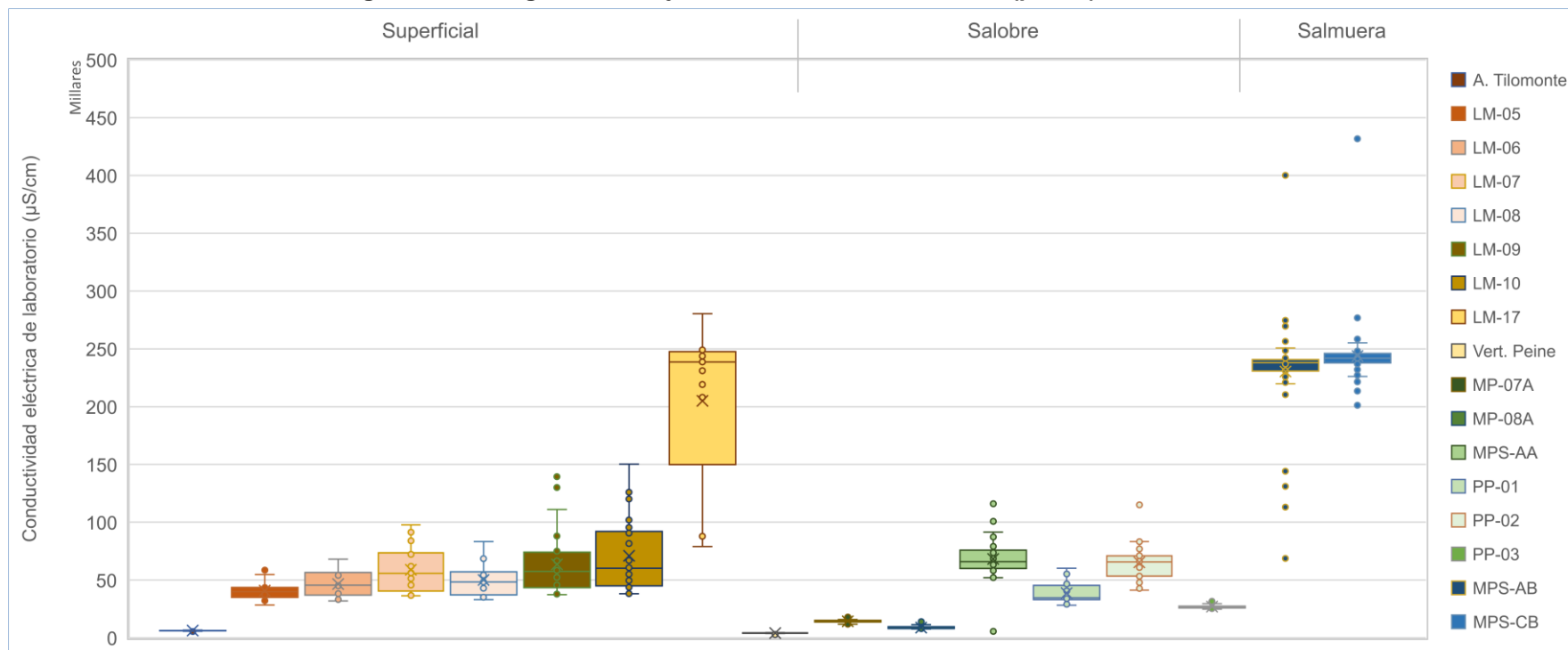
Figura 5-153 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico, Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	55	15	19	26	19	28	26	13	71	34	28	59	35	34	35	59	59
Min	8,13	8,01	8,12	6,44	7,82	7,46	7,05	6,81	6,91	7,10	6,94	7,57	6,86	6,81	7,19	6,58	5,40
P25	8,22	8,08	8,17	8,03	8,04	7,94	7,92	6,98	7,59	7,32	7,16	7,80	7,11	7,17	7,30	6,76	6,63
Mediana	8,30	8,19	8,26	8,11	8,16	8,03	8,01	7,20	7,70	7,41	7,38	7,88	7,18	7,26	7,39	6,85	6,70
P75	8,42	8,27	8,38	8,26	8,24	8,14	8,11	7,84	7,83	7,57	7,50	7,94	7,30	7,33	7,48	7,04	6,88
Max	8,56	8,69	8,75	8,77	8,66	8,79	8,62	8,10	8,23	7,87	7,81	8,40	7,80	8,28	7,83	8,20	8,32
RQ	0,20	0,19	0,21	0,23	0,20	0,20	0,19	0,86	0,24	0,25	0,34	0,14	0,19	0,16	0,18	0,28	0,25

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-154 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico (µS/cm), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	55	15	19	26	19	28	26	13	71	34	28	59	35	34	35	58	58
Min	5.280	28.312	31.860	36.400	33.075	37.300	38.100	78.900	2.750	11.710	7.660	5.580	28.210	41.261	24.800	68.700	201.120
P25	5.980	35.000	37.000	40.500	37.200	43.375	45.020	149.819	3.960	13.628	7.960	60.057	33.100	53.385	25.780	230.750	237.750
Mediana	6.130	39.800	45.600	55.750	48.321	57.390	60.250	238.700	4.130	14.510	8.220	65.800	34.615	65.700	26.300	238.000	242.000
P75	6.350	43.600	56.400	73.525	57.100	74.025	91.975	247.500	4.252	15.067	9.484	75.900	45.300	70.850	27.280	240.765	246.000
Max	7.730	58.500	68.100	97.800	83.200	139.500	150.200	280.400	6.248	17.940	13.910	115.900	60.200	115.000	32.000	400.123	431.677
RQ	370	8.600	19.400	33.025	19.900	30.650	46.955	97.681	292	1.439	1.524	15.843	12.200	17.465	1.500	10.015	8.250

Fuente: Elaboración propia

Sólidos Disueltos Totales de Laboratorio

Para el caso de los sólidos disueltos totales (SDT), Figura 5-155, se obtienen resultados más acotados y valores menores para el caso de las lagunas y pozos someros, y valores mayores para el caso de LM-17 y pozos profundos.

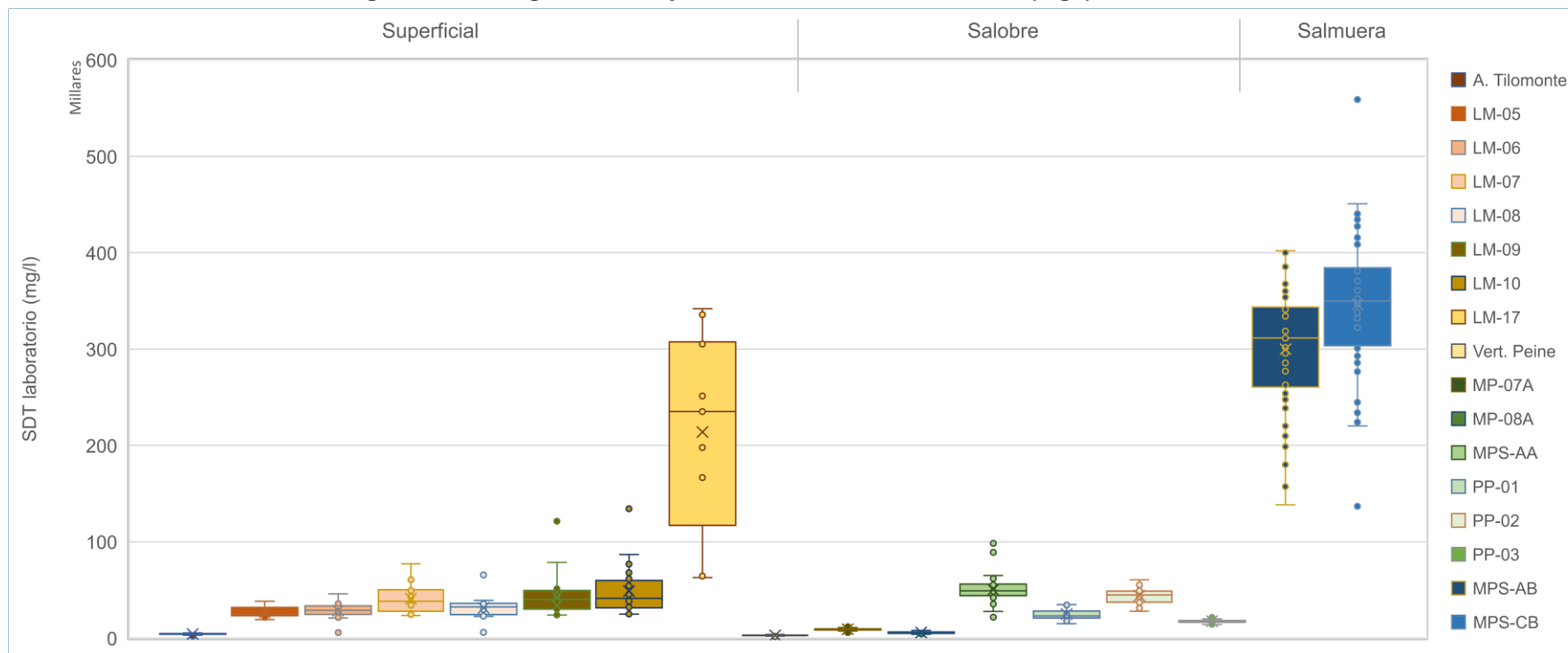
Las lagunas, representadas por los puntos LM-05 a LM-10, presentan valores de SDT, en general, por debajo de los 60.000 mg/l (P75). El punto LM-17 al estar cerca del Núcleo, y ser por lo tanto salmuera, presenta SDT altos, con una mediana de 235.100 mg/l. La vertiente Peine presenta valores muy estables en todo su registro, con mediana 2.844 mg/l. Los pozos profundos presentan medianas altas, de 311.490 mg/l y 349.882 mg/l.

Para los puntos PP-0X, los valores de medianas están entre 17.100 mg/l a los 44.150 mg/l.

Densidad

En la Figura 5-156 se presentan los datos de densidad medida en laboratorio. Estos indican que tanto la estación Anterepresa Tilomonte como las lagunas y los pozos someros, tienen menor densidad y rangos muy acotados, con valores de mediana entre 1,000 g/ml y 1,029 g/ml ya que corresponden a aguas dulces y salobres, pero menos densas que, lógicamente, las salmueras. Las aguas profundas presentan densidades más altas, con mediana de 1,191 g/ml y 1,210 g/ml. Estos valores son similares a los valores de densidad medidos en las muestras del punto LM-17, más cercanas al Núcleo, con mediana de 1,197.

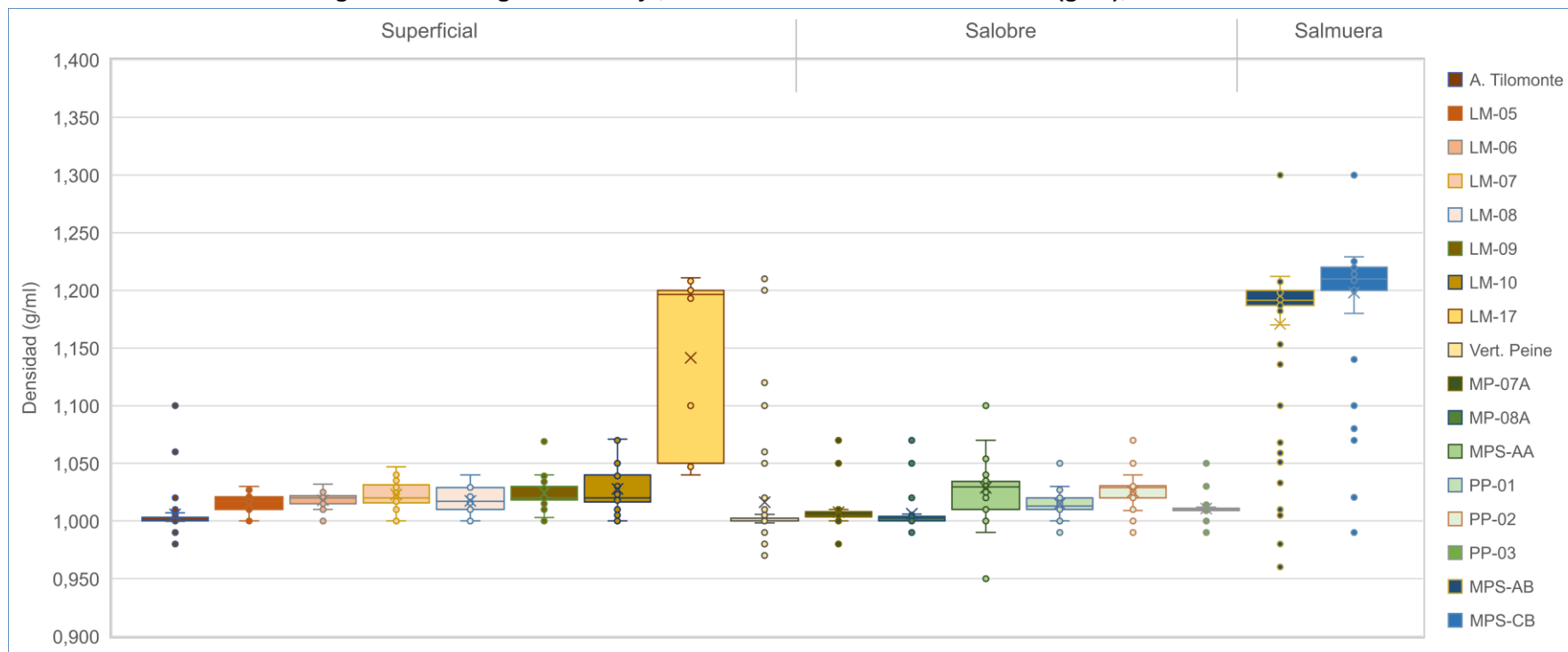
Figura 5-155 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	55	15	19	26	19	28	26	13	71	34	28	59	35	34	35	54	59
Min	2.180	19.140	5.802	23.350	6.020	23.960	24.750	62.833	1.700	5.833	3.967	21.801	14.980	27.960	14.100	138.278	136.900
P25	3.890	23.100	24.577	27.940	24.437	29.942	31.488	117.116	2.650	8.293	4.957	44.100	20.890	36.652	16.560	260.465	303.467
Mediana	4.170	24.750	28.833	38.217	32.367	40.125	41.237	235.100	2.844	9.060	5.610	48.923	23.040	44.150	17.100	311.490	349.882
P75	4.580	31.990	33.520	50.286	36.200	49.568	59.818	307.510	3.120	9.585	6.230	55.994	27.980	48.538	18.180	343.592	384.400
Max	5.590	38.220	45.933	77.133	65.600	121.367	134.167	342.000	4.046	13.100	9.860	98.280	39.633	60.500	24.080	401.992	559.000
RQ	690	8.890	8.943	22.346	11.763	19.626	28.330	190.394	470	1.292	1.273	11.894	7.090	11.886	1.620	83.127	80.933

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-156 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/ml), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	55	15	19	26	19	28	26	12	69	34	28	58	35	34	35	59	56
Min	0,980	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,040	0,970	0,980	0,990	0,950	0,990	0,990	0,990	0,960	0,990
P25	1,000	1,010	1,015	1,016	1,010	1,018	1,017	1,050	1,000	1,004	1,000	1,010	1,010	1,020	1,009	1,187	1,200
Mediana	1,000	1,017	1,020	1,020	1,017	1,020	1,020	1,197	1,000	1,005	1,003	1,030	1,013	1,029	1,010	1,191	1,210
P75	1,004	1,021	1,022	1,031	1,029	1,030	1,040	1,200	1,002	1,009	1,004	1,034	1,020	1,030	1,011	1,200	1,220
Max	1,100	1,030	1,032	1,047	1,040	1,070	1,071	1,211	1,210	1,070	1,070	1,100	1,050	1,070	1,050	1,300	1,300
RQ	0,004	0,011	0,007	0,015	0,019	0,012	0,023	0,150	0,002	0,005	0,004	0,024	0,010	0,010	0,002	0,013	0,020

Fuente: Elaboración propia

Variación Temporal de los parámetros de laboratorio

Las gráficas de datos temporales de laboratorio, de 2013 a 2022, para pH, CE, SDT y densidad se presentan en la Figura 5-157 y Figura 5-158.

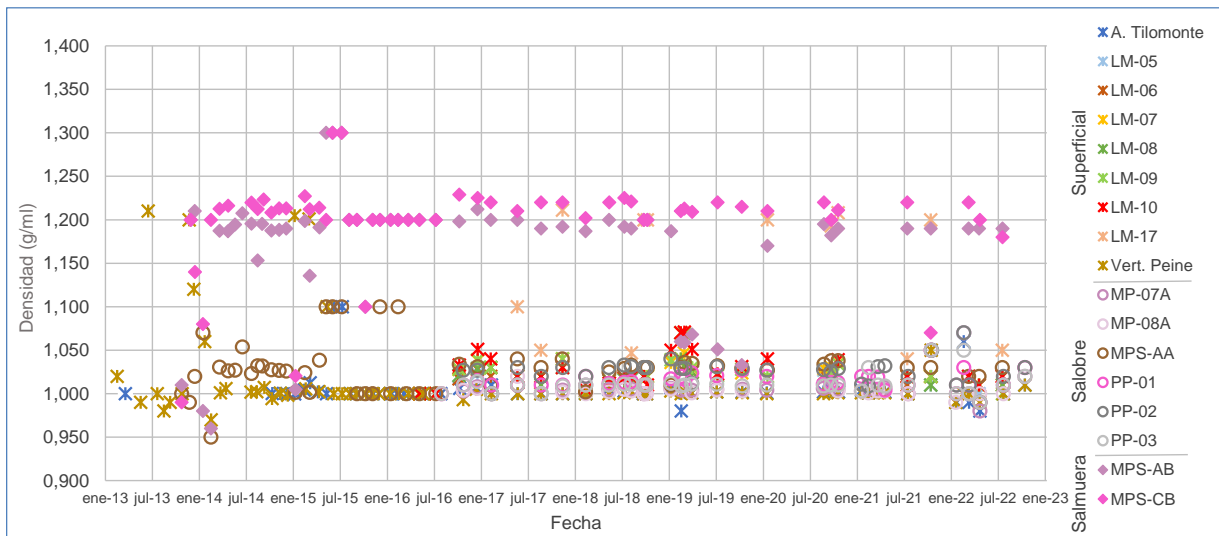
El registro de densidad muestra un comportamiento estable para toda la serie disponible. En el 2022 los valores caen dentro del rango de variación natural, salvo en el mes de febrero para los puntos PP-02 y PP-03.

El pH en general presenta valores que oscilan entre el rango neutro a neutro alcalino, con valores de 6,5 y 8,6. Los valores se mantienen estables, con leves variaciones estacionales dentro de los rangos de variación natural.

Los SDT, en general, muestran un comportamiento diferenciado entre aguas profundas y aguas más someras. Los valores se enmarcan en los valores delimitados por el registro histórico.

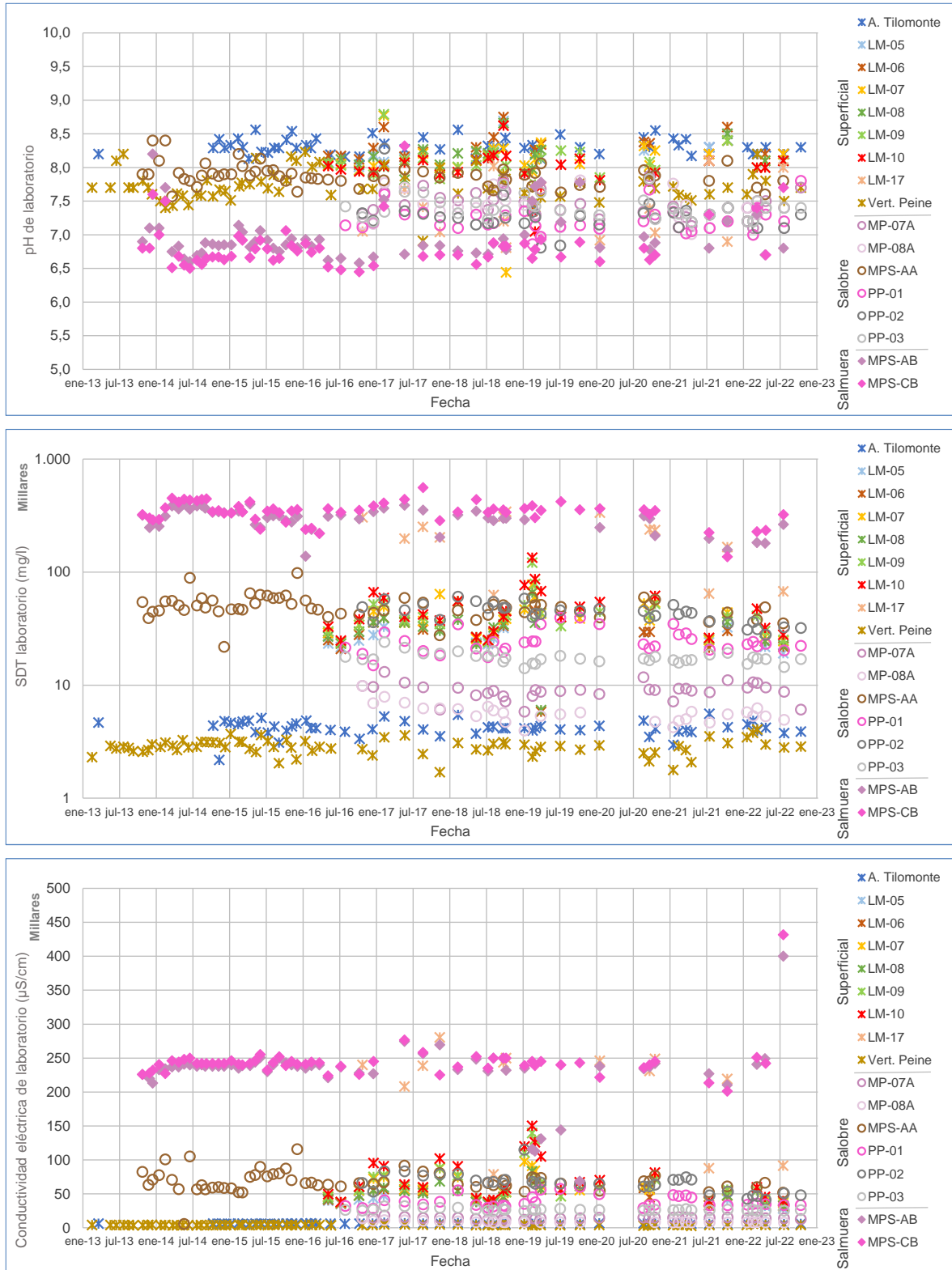
La CE, según la serie de datos registrados no presenta una variabilidad estacional marcada. Las aguas profundas presentan una tendencia estable, con rangos entre los 213.000 µS/cm y los 269.000 µS/cm, aunque en el 2022, en el mes de julio, se registran valores claramente erróneos de hasta 431.677 µS/cm. En el caso de las aguas someras, estas presentan mayor dispersión de los datos y rango de valores, entre los 5.000 µS/cm y 115.900 µS/cm, aproximadamente.

Figura 5-157 Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-158 Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Elementos Mayoritarios Disueltos

Los elementos mayoritarios disueltos, divididos en aniones y cationes, se presentan desde la Figura 5-159 a la Figura 5-167.

Aniones mayores

Los aniones que se analizan corresponden a cloruros (Cl^-), sulfatos (SO_4^{2-}), bicarbonatos (HCO_3^-) y nitratos (NO_3^-). En cuanto a la evolución temporal, se observa que en general los valores medidos en el 2022, en relación con los rangos registrados en años anteriores se mantienen dentro de la variación natural.

Los registros de cloruros (Figura 5-159), permiten evidenciar un comportamiento distinto entre las tipologías de muestras, con rangos diferenciados en magnitud. Las aguas profundas (MPS-AB y MPS-CB) presentan una mediana de concentraciones en torno a 183.000 mg/l; las aguas someras representadas por MPS-AA tienen una mediana de 24.071 mg/l, mientras que las aguas dulces de quebradas o vertientes tienen concentraciones bastante más bajas, como es el caso de estación Anterrepresa Tilomonte (mediana de 1.665 mg/l) y Vertiente Peine (mediana de 922 mg/l). En la vertiente Anterrepresa Tilomonte, los cloruros presentan poca variación en el tiempo, al igual que la Vertiente Peine, ambas con tendencia estable. Los registros de las lagunas presentan también un comportamiento estable en el tiempo, con medianas entre 13.589 mg/l (LM-05) y 20.936 mg/l (LM-10). El punto LM-17, cercano al Núcleo, tiene concentraciones mayores que el resto de los puntos de las lagunas, con un valor de mediana de 139.206 mg/l. Las aguas someras (salobres) tienen un amplio rango de concentraciones, con medianas que van desde 2.253 mg/l (MP-08A) a 24.090 mg/l (PP-02). La tendencia temporal de los registros es estable en el tiempo, donde solo la medición de abril de 2022 en el punto MPS-AA se puede considerar dato anómalo (266.811 mg/l).

De la gráfica de los bicarbonatos se observa que las aguas superficiales y salobres (someras) se encuentran en un rango de variación muy similar, con medianas que van entre los 145 mg/l y 390 mg/l, aproximadamente, a diferencia de las aguas profundas (salmuera), que están entre los 503 mg/l y 598 mg/l. La tendencia general de este parámetro es estable en el tiempo, aunque los pozos profundos (especialmente MPS-CB) presentan la mayor dispersión para el presente periodo de reporte.

Para el nitrato se observa una gran dispersión de valores en todos los tipos de aguas. Sin embargo, en general, las aguas superficiales lagunares presentan menor concentración de nitratos, con medianas entre 0,50 mg/l y 1,26 mg/l (a excepción de LM-17 con mediana de 2,01 mg/l). En Anterrepresa Tilomonte y Vertiente Peine, los valores de mediana alcanzan 0,44 mg/l y 4,98 mg/l, respectivamente. Las concentraciones intermedias se observan en las aguas salobres, con medianas entre 1,33 mg/l y 3,54 mg/l, mientras que las mayores concentraciones

se presentan en la salmuera, con medianas de 6,84 mg/l y 8,36 mg/l en MPS-AB y MPS-CB, respectivamente. Las mediciones de 2022 se encuentran entre los rangos históricos, salvo para las mediciones en las salmueras, en particular en MPS-CB.

Las concentraciones de sulfatos muestran que existen diferencias de concentración, dependiendo de la ubicación y profundidad de las muestras. Las concentraciones menores se registran en el punto de monitoreo de Tilomonte (Anterrepresa Tilomonte), donde en octubre de 2022 se alcanza un mínimo histórico, mientras que el punto que presenta mayor cantidad de sulfatos es MPS-CB. En general las tendencias son estables, sin variaciones significativas que acusen un cambio en la química de las aguas monitoreadas. Las concentraciones medias de sulfatos en el sector se presentan en las lagunas de Peine, con medianas que van aumentando desde 1.674 mg/l en LM-05 a 2.886 mg/l en LM-10. Esto permite suponer que, de acuerdo con el sentido del flujo de estas aguas superficiales, estas se van enriqueciendo en sulfatos. Este aumento de sulfatos podría estar relacionado con procesos de evaporación de aguas y/o con aportes de materia orgánica producto de las colonias de flamencos que habitan el sector. Los puntos de monitoreo que representan aguas más profundas tienen concentraciones de valor de mediana de hasta 14.426 mg/l en MPS-CB.

Cationes mayores

Los cationes que se analizan corresponden a calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), sodio (Na^+) y potasio (K^+) representados en la Figura 5-163 a Figura 5-167. En cuanto a la evolución temporal, se observa que, para los cationes analizados, en general los valores medidos en el 2022, en relación con los rangos registrados en años anteriores, se mantienen dentro de la variación natural.

Para el calcio (Figura 5-163 y Figura 5-167) resaltan las altas concentraciones alcanzadas en el 2022 en MPS-AB y MPS-AA, además de LM-17. Las dos primeras tienen concentraciones por sobre los 3.000 mg/l, valores que se pueden considerar como erróneos. En líneas generales, el pozo somero MPS-AA presenta un alto contenido de calcio, con mediana de 1.351 mg/l. En el resto de los pozos someros, los valores son menores, con un rango de medianas entre 271 mg/l (PP-03) y 446 mg/l (PP-02). En las aguas superficiales destaca el punto de monitoreo LM-17, con una mediana de 1.141 mg/l. Dentro de los pozos profundos, estos presentan valores de mediana entre 403 mg/l en MPS-CB y 827 mg/l en MPS-AB. Además de lo anteriormente mencionado, durante el 2022 se obtiene un valor mínimo histórico en Anterrepresa Tilomonte, el febrero de 2022 y en PP-02 en abril de 2022.

Para el potasio los mayores valores de concentración se dan en los pozos de salmuera, con medianas entre 14.318 mg/l y 20.702 mg/l. Las lagunas presentan medianas entre 1.031 mg/l (LM-05) y 1.626 mg/l (LM-10), con LM-17 con mediana de 3.604 mg/l. Las aguas salobres

muestran un comportamiento disímil, ya que los pozos MP-07A y MP-08A tienen medianas bajas, entre 101 mg/l y 323 mg/l, mientras que el resto de los pozos tiene mediana mayor, similar a la de las lagunas, con medianas entre 717 mg/l (PP-03) y 2.063 (PP-02). Las muestras de agua superficial de Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine tienen medianas de 60 mg/l y 26 mg/l, respectivamente. Los valores se circunscriben dentro de lo que se considera como variación natural, salvo las mediciones del julio de 2022, donde se alcanzan mínimos, que se consideran datos anómalos, en PP-02, PP-03 y MP-07A.

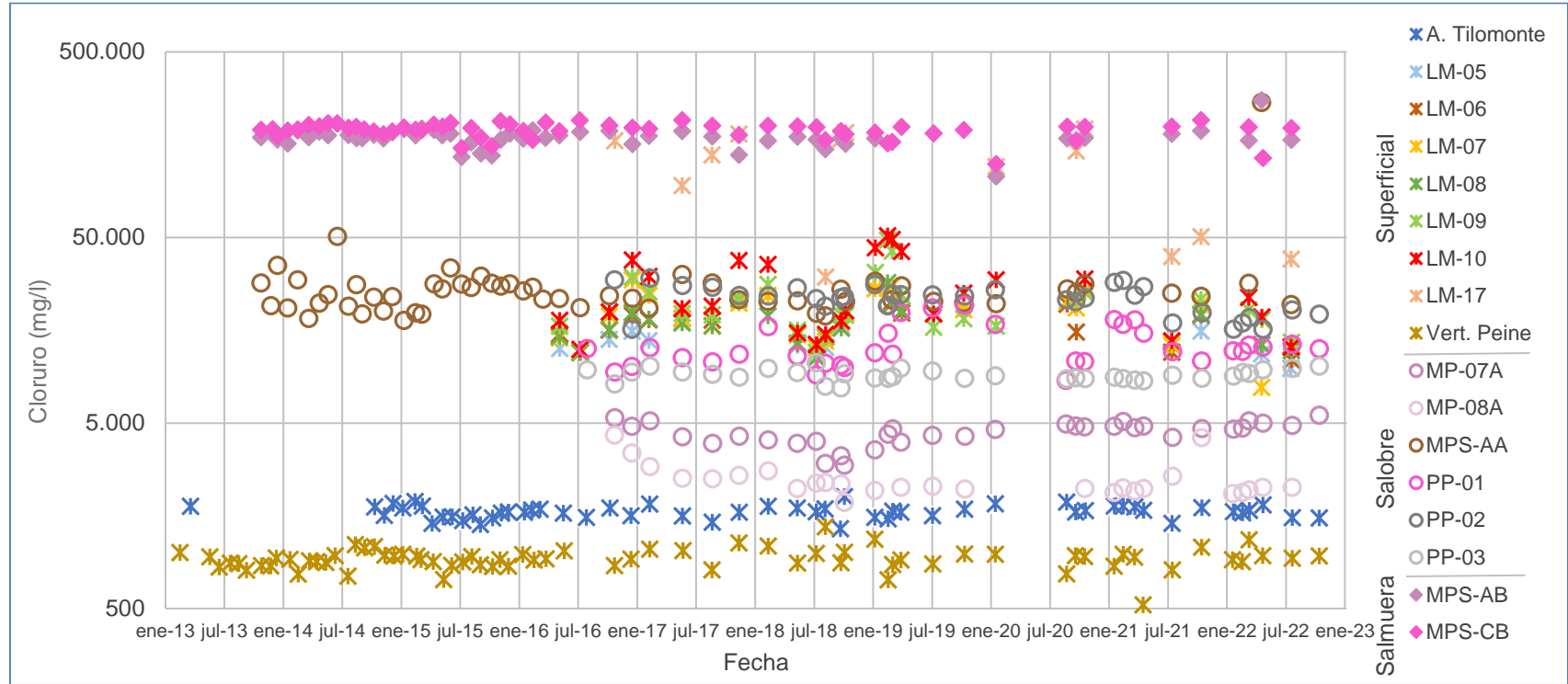
Las concentraciones de magnesio para las aguas superficiales muestran un valor de medianas entre 566 mg/l (LM-05) y 946 mg/l (LM-10). Sin embargo, Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine tienen medianas más bajas que las lagunas (de 139 mg/l y 83 mg/l, respectivamente). LM-17 destaca por una mediana de 2.000 mg/l. Estos valores contrastan con los de las salmueras (aguas profundas), con valor de medianas en torno a los 8.000 mg/l, aproximadamente. Las concentraciones para el año 2022, se acotan dentro de los rangos históricos, salvo para las mediciones de enero, en PP-01, PP-02, PP-03, MP-07A, MP-08A y Anterepresa Tilomonte, que presumiblemente son erróneas, las que se consideran mínimos históricos, muy diferentes a las registradas con anterioridad. Por otro lado, en MPS-AA se registra el máximo de concentraciones en abril de 2022, mismo mes cuando MPS-CB alcanza un valor mínimo histórico.

En el caso del sodio las concentraciones de la salmuera presentan un rango de mediana entre 85.022 mg/l y 89.650 mg/l. LM-17 tiene una mediana en el mismo rango, lo que se explica por su ubicación, más cercana al Núcleo. Para el resto de las aguas superficiales, las medianas varían entre 6.610 mg/l (LM-05) y 10.831 mg/l (LM-10). En cambio, las aguas salobres tienen medianas que varían entre 1.106 mg/l (MP-08A) y 12.486 mg/l (PP-02), siendo las medianas de PP-02 y MPS-AA cercanas a las de las aguas lagunares (~12.000 mg/l). Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine tienen medianas de 767 mg/l y 457 mg/l, respectivamente. Para el 2022 se reconocen máximos de concentración en MPS-AA y MPS-AB, y un mínimo en MPS-CB y LM-07, en el mes de abril.

Para todos los elementos mencionados se observa que LM-17, al estar cercano al Núcleo, presenta concentraciones de calcio, sodio y potasio cercanas al rango de los pozos profundos.

El potasio, magnesio y sodio disueltos muestran que las aguas profundas (salmueras) son las que tienen mayores concentraciones de estos elementos. Se observan concentraciones diferenciadas entre las aguas profundas (salmueras), las aguas someras (salobres) y aguas superficiales. Las concentraciones para el año 2022, se acotan dentro de los rangos históricos, salvo para algunos puntos en enero y julio.

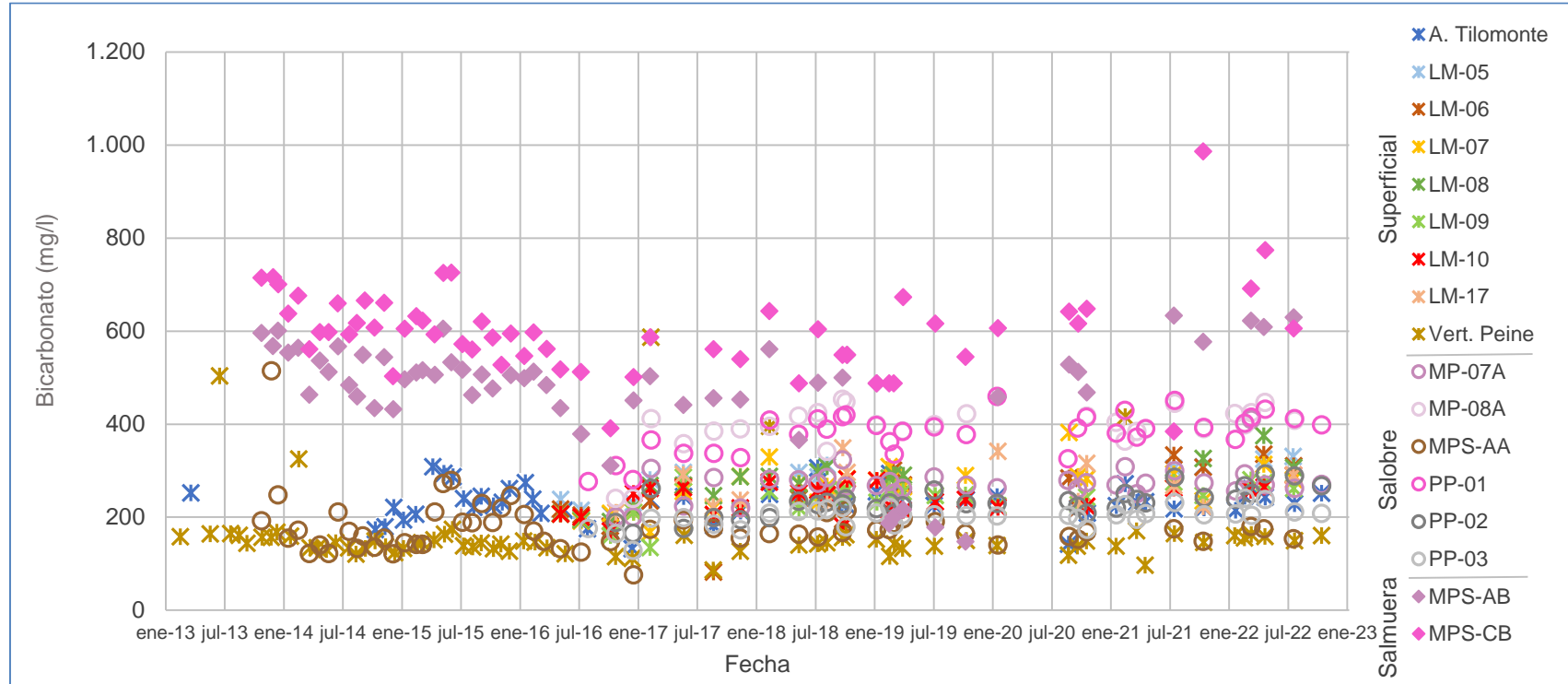
Figura 5-159 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	55	15	19	26	19	28	26	13	71	34	28	59	35	34	35	54	59
Min	1.345	9.855	10.964	7.767	11.230	12.037	12.494	30.596	523	2.966	1.869	17.890	8.498	15.988	7.716	106.435	124.174
P25	1.564	12.106	13.226	14.211	13.494	16.468	17.179	44.971	860	4.034	2.188	21.730	10.710	20.156	8.707	167.729	182.088
Mediana	1.665	13.589	15.850	19.968	16.698	19.306	20.986	139.206	922	4.640	2.253	24.071	12.169	24.090	8.973	173.297	192.189
P75	1.764	15.633	19.048	24.319	19.655	25.121	36.244	175.215	980	4.835	2.566	28.057	15.245	26.841	9.546	182.303	198.930
Max	2.006	22.074	22.602	29.604	28.512	48.410	51.022	192.798	1.382	5.512	4.305	266.811	21.639	30.209	10.551	275.049	214.898
RQ	200	3.527	5.822	10.108	6.161	8.653	19.065	130.244	120	801	378	6.327	4.535	6.685	839	14.574	16.842

Fuente: Elaboración propia

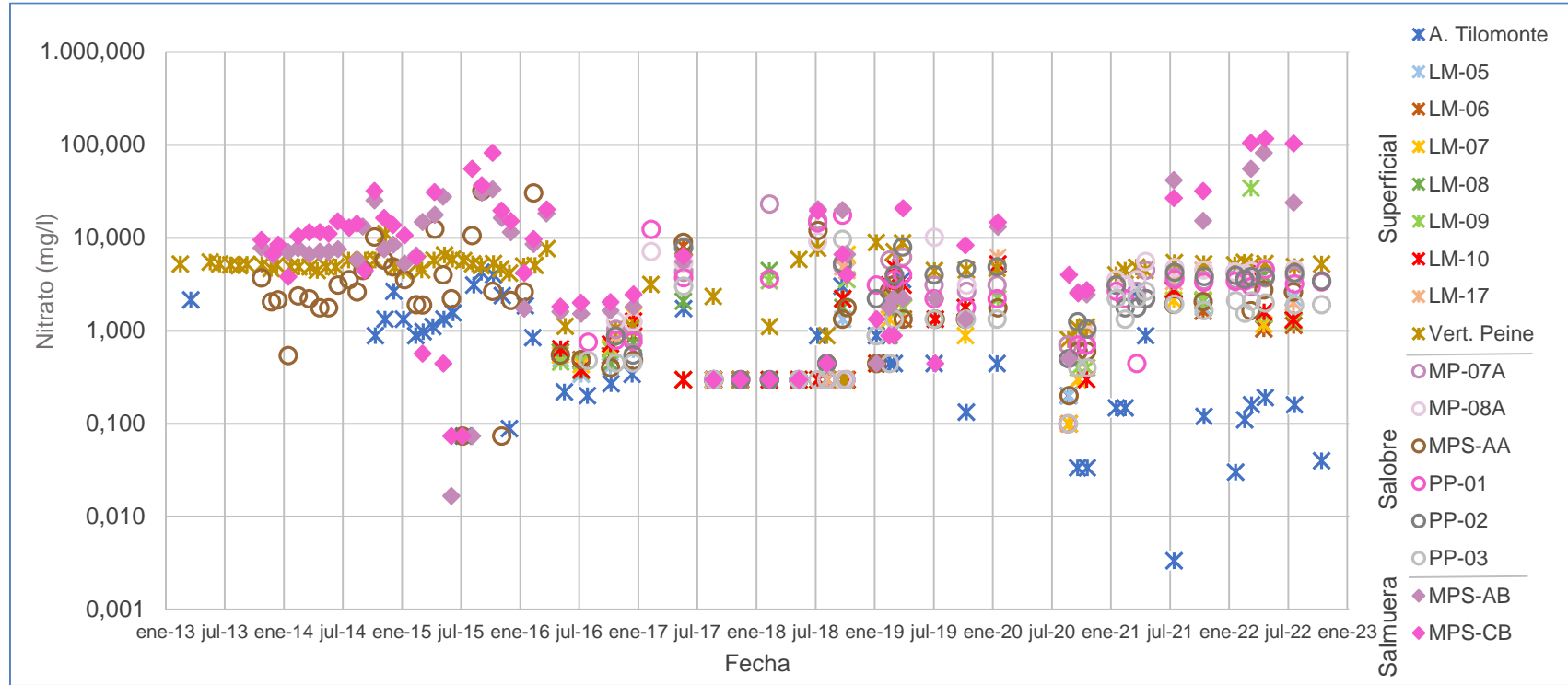
Figura 5-160 Variación Temporal: HCO₃ en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	54	15	19	26	19	28	26	13	71	34	28	59	35	34	35	57	57
Min	132,1	180,5	82,4	168,0	190,6	135,0	170,5	210,6	86,7	200,6	240,7	76,2	276,5	165,5	128,6	147,7	384,3
P25	215,1	234,2	217,4	228,6	240,3	216,9	214,7	226,8	134,2	262,0	385,1	148,1	362,3	216,0	195,2	454,5	547,7
Mediana	232,7	286,7	247,7	276,3	284,3	246,5	243,1	268,1	145,2	271,8	398,9	169,6	390,4	230,6	205,0	503,0	597,8
P75	251,6	308,6	301,3	288,3	297,7	258,6	263,1	306,2	160,2	285,1	422,7	192,0	412,0	251,0	212,3	549,0	645,4
Max	308,7	330,8	335,6	381,9	375,2	286,0	289,9	348,9	587,0	409,8	453,8	515,0	459,9	293,4	240,8	633,2	986,5
RQ	36,5	74,4	83,9	59,7	57,4	41,7	48,4	79,4	26,0	23,1	37,6	43,9	49,7	35,0	17,1	94,5	97,7

Fuente: Elaboración propia

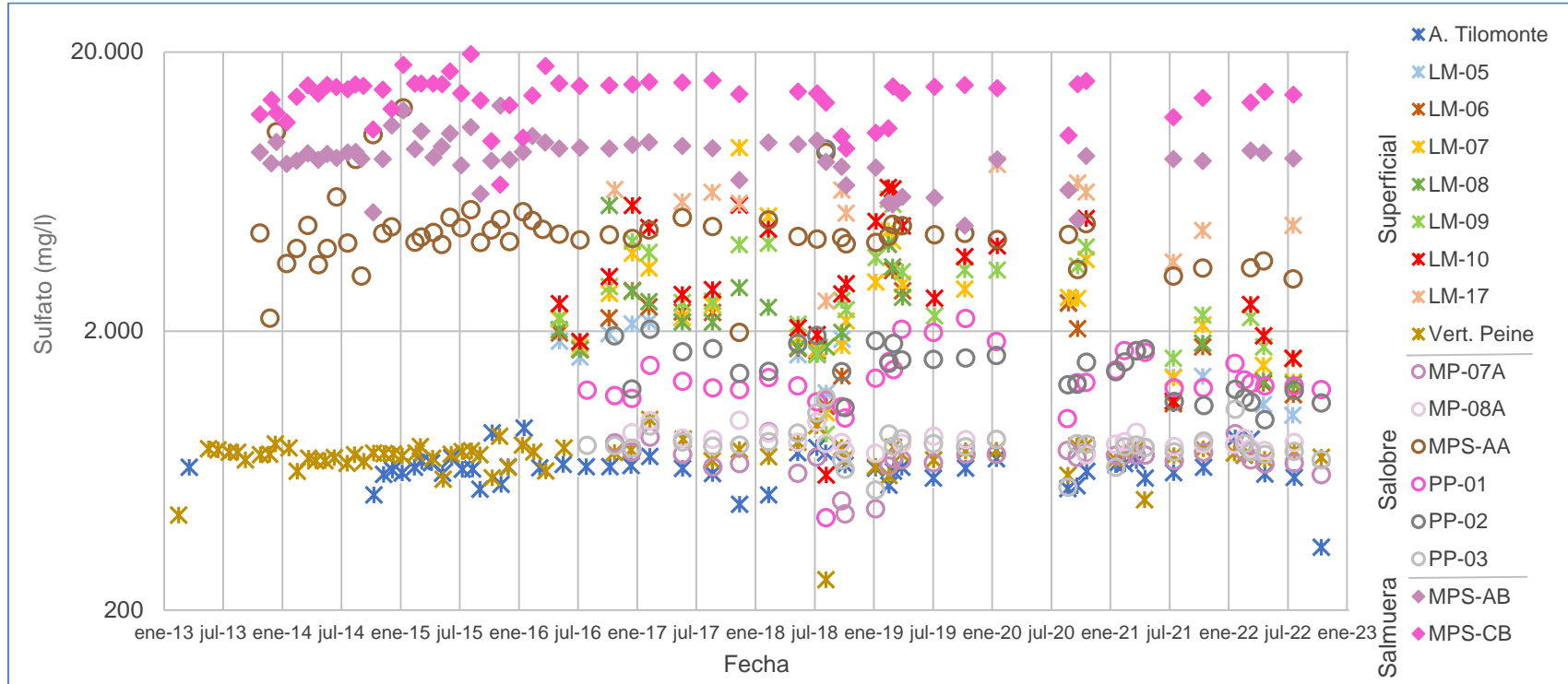
Figura 5-161 Variación Temporal: NO₃ en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	53	13	17	24	18	27	25	13	70	33	26	57	34	30	31	58	58
Min	0,00	0,20	0,10	0,10	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,07	0,10	0,30	0,10	0,02	0,07
P25	0,16	0,30	0,30	0,30	0,30	0,40	0,30	0,59	4,43	0,78	0,74	0,58	0,70	0,80	0,40	1,71	1,96
Mediana	0,44	0,50	0,87	0,61	0,81	1,26	0,72	2,01	4,98	3,10	3,54	2,05	2,44	3,26	1,33	6,84	8,36
P75	1,33	1,56	1,70	1,69	1,85	2,21	2,48	4,67	5,42	3,84	4,67	3,32	3,55	4,04	1,99	14,89	17,15
Max	4,25	2,67	8,06	6,64	4,43	34,15	5,22	6,19	11,07	23,07	10,14	31,87	17,58	7,97	9,65	82,16	116,37
RQ	1,17	1,26	1,40	1,39	1,55	1,81	2,18	4,08	0,99	3,06	3,93	2,74	2,85	3,24	1,59	13,18	15,19

Fuente: Elaboración propia

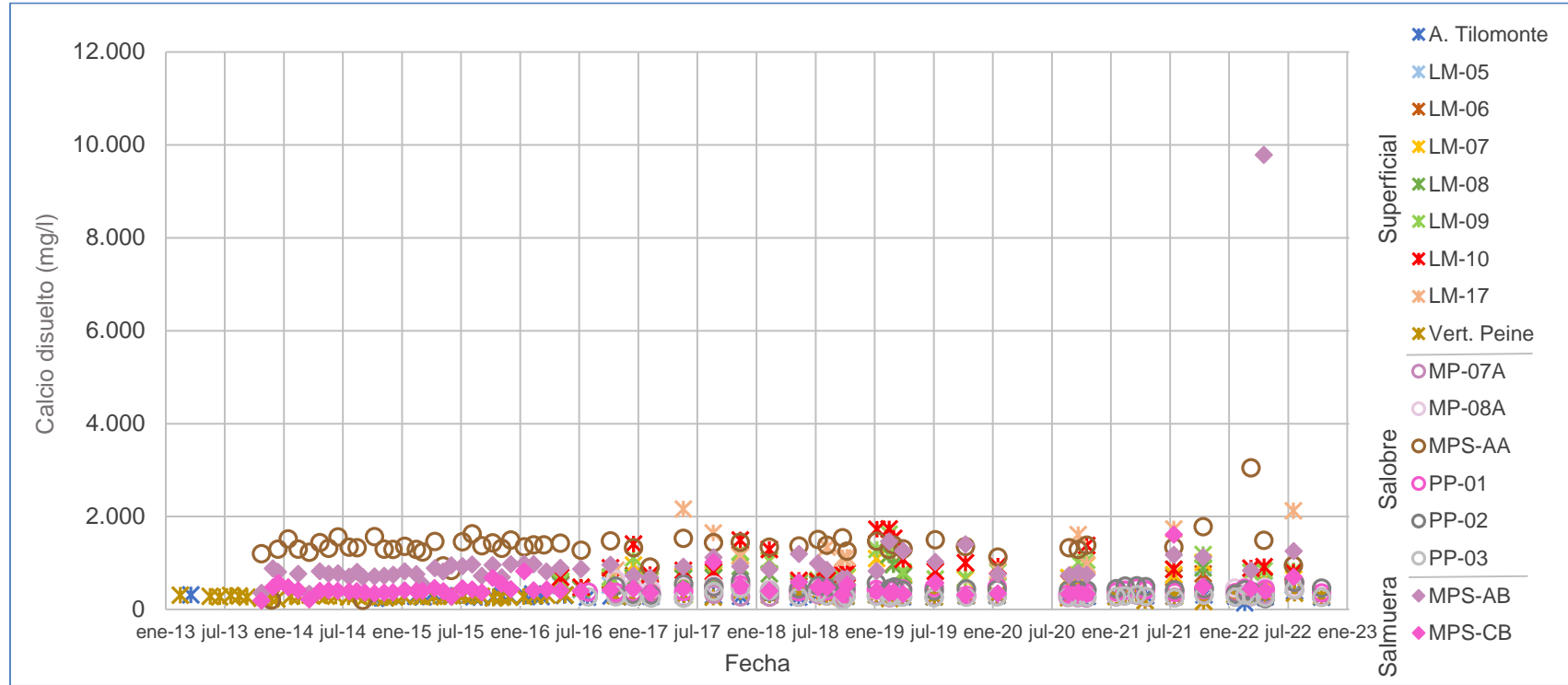
Figura 5-162 Variación Temporal: SO₄ en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	54	15	19	26	19	28	26	13	71	34	28	59	35	34	35	59	59
Min	336	1.000	1.076	1.019	1.294	854	610	2.564	257	443	722	1.978	429	963	539	4.779	6.695
P25	615	1.371	1.383	1.765	1.752	2.149	2.027	4.687	691	671	776	4.110	1.235	1.234	740	7.952	12.880
Mediana	649	1.674	1.969	2.546	2.152	2.569	2.886	5.822	725	713	799	4.433	1.305	1.542	779	8.479	14.426
P75	684	2.126	2.447	3.428	2.775	3.788	4.808	6.419	753	737	857	4.832	1.533	1.729	808	9.210	15.325
Max	900	2.511	3.297	9.093	5.645	5.935	6.536	7.911	964	1.131	1.174	12.636	2.223	8.971	1.159	12.874	20.175
RQ	69	755	1.064	1.663	1.023	1.639	2.781	1.732	62	66	81	722	298	495	68	1.258	2.445

Fuente: Elaboración propia

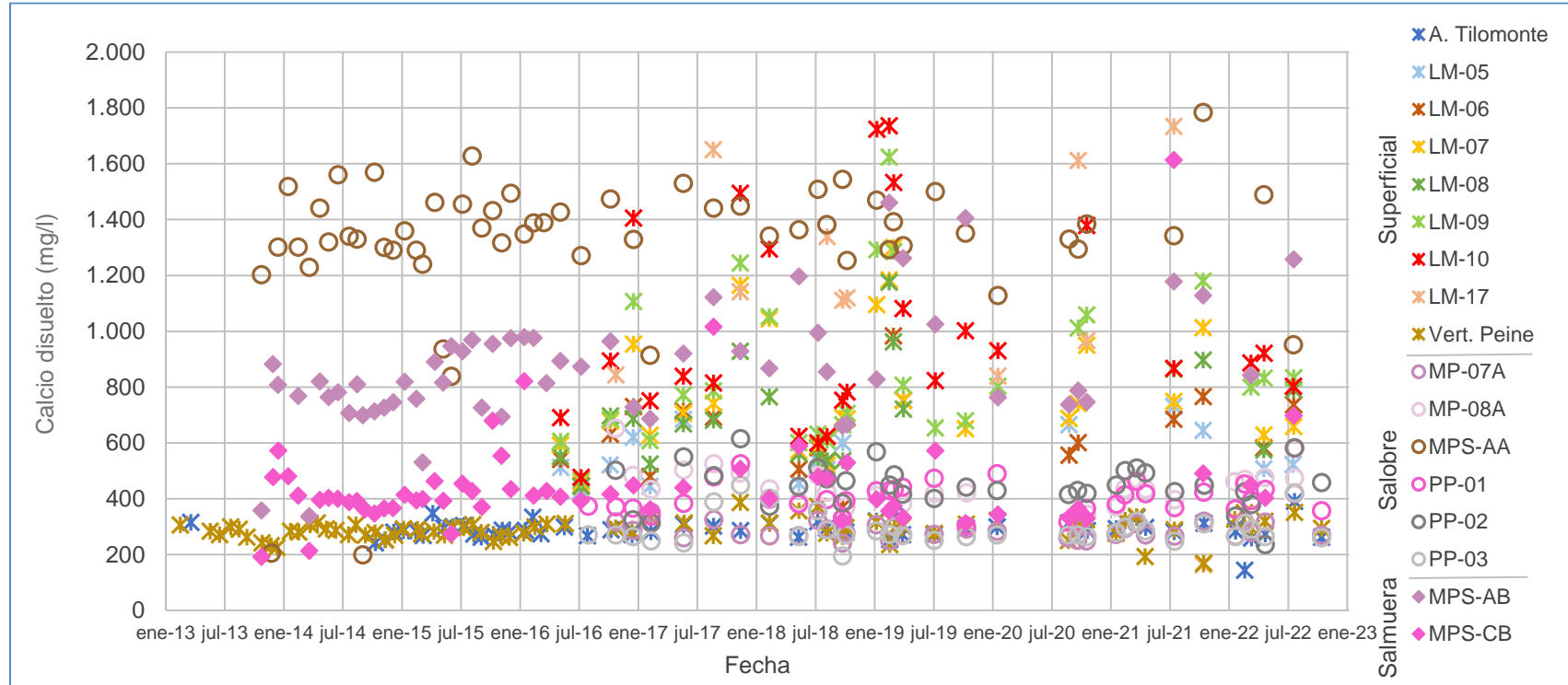
Figura 5-163 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	55	15	19	26	19	28	26	13	71	34	28	59	35	34	35	57	59
Min	144	428	371	460	443	467	477	164	170	241	345	199	303	236	195	338	192
P25	273	505	535	628	547	657	753	905	272	267	396	1.292	365	412	264	742	365
Mediana	287	522	601	699	681	801	877	1.141	292	279	436	1.351	394	446	271	827	403
P75	307	645	730	968	791	1.058	1.315	1.692	310	312	476	1.462	434	495	301	972	477
Max	391	731	983	1.300	1.176	1.624	1.736	2.164	387	418	652	3.049	581	615	449	9.788	1.614
RQ	34	140	195	340	244	401	562	787	38	45	80	170	69	83	37	230	112

Fuente: Elaboración propia

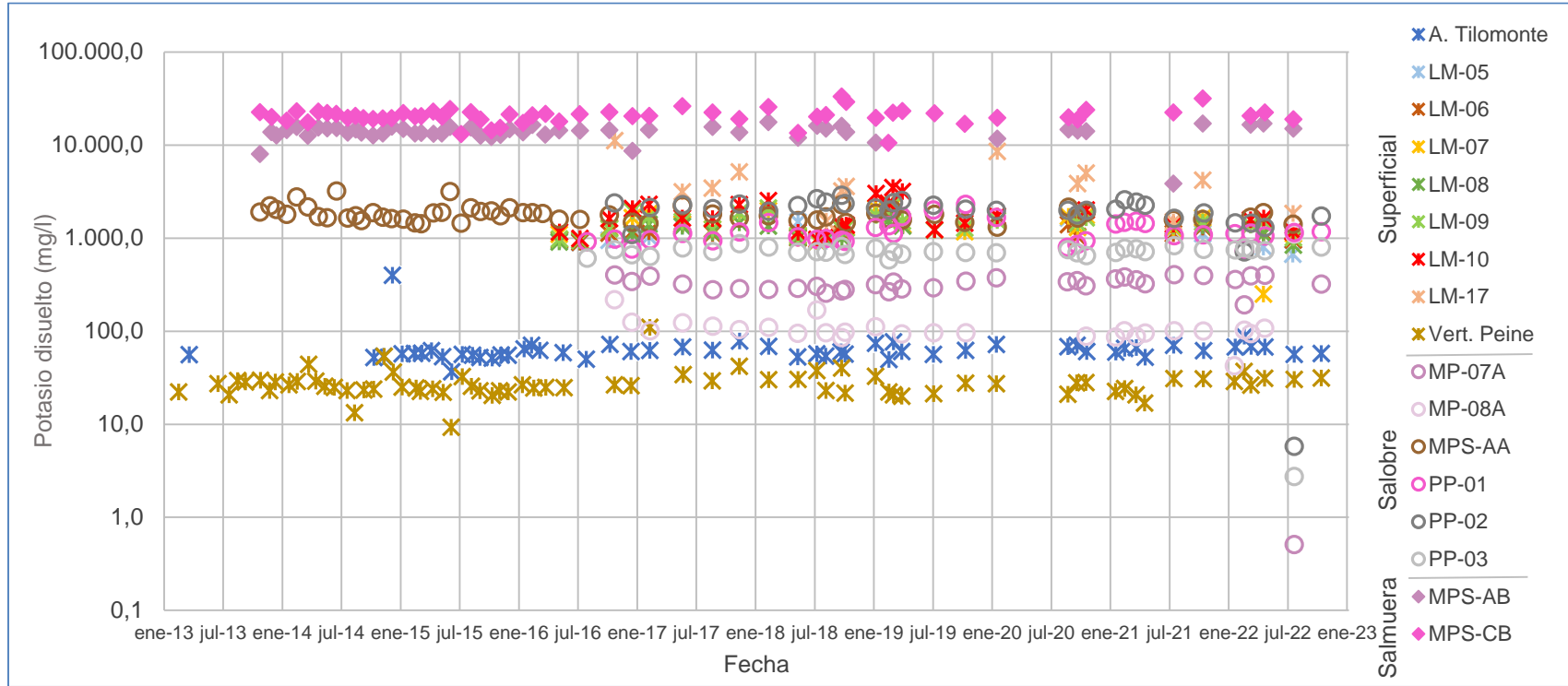
Figura 5-164 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	55	15	19	26	19	28	26	13	71	34	28	59	35	34	35	57	59
Min	144	428	371	460	443	467	477	164	170	241	345	199	303	236	195	338	192
P25	273	505	535	628	547	657	753	905	272	267	396	1.292	365	412	264	742	365
Mediana	287	522	601	699	681	801	877	1.141	292	279	436	1.351	394	446	271	827	403
P75	307	645	730	968	791	1.058	1.315	1.692	310	312	476	1.462	434	495	301	972	477
Max	391	731	983	1.300	1.176	1.624	1.736	2.164	387	418	652	3.049	581	615	449	9.788	1.614
RQ	34	140	195	340	244	401	562	787	38	45	80	170	69	83	37	230	112

Fuente: Elaboración propia

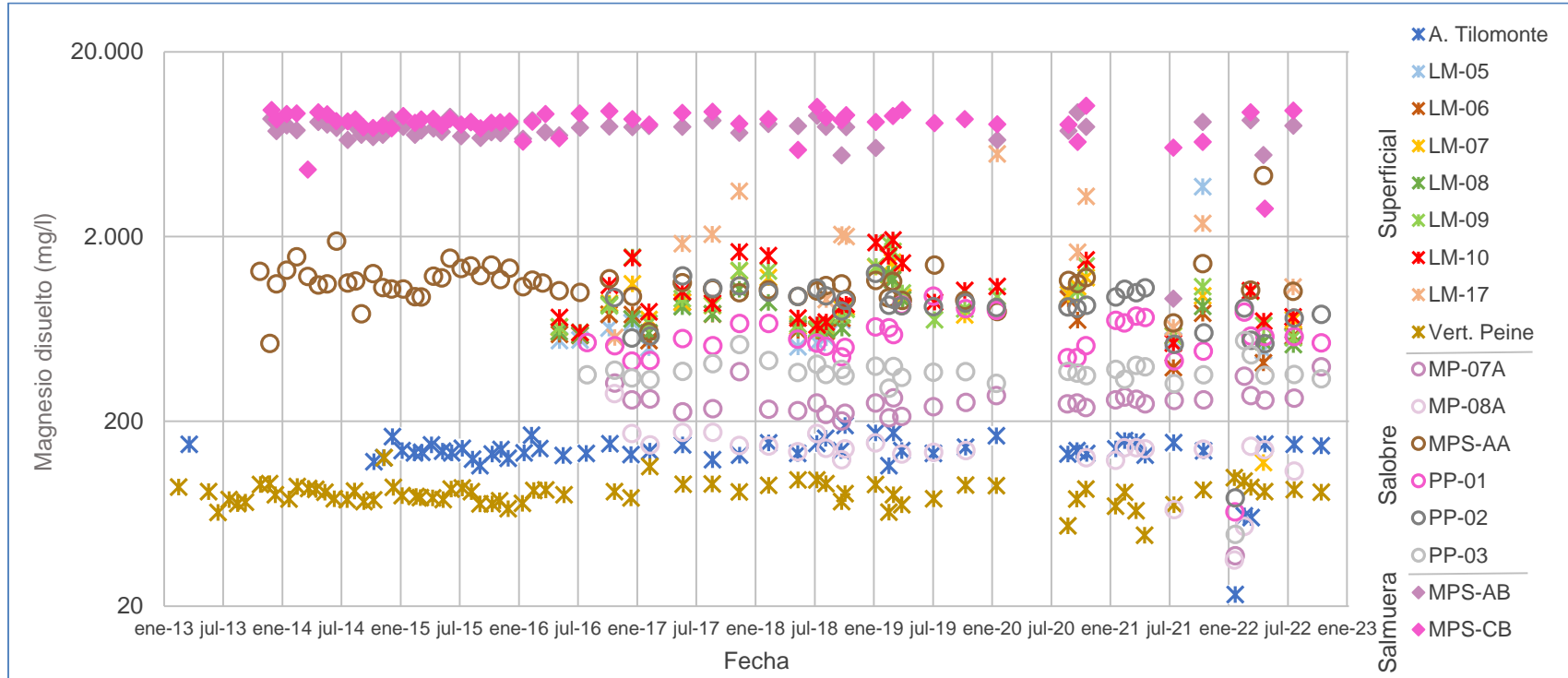
Figura 5-165 Variación Temporal: K disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	55	15	19	26	19	28	26	13	70	34	28	59	35	34	35	52	58
Min	37	674	902	251	845	935	971	1.499	9	1	42	1.318	735	6	3	3.857	10.550
P25	56	918	999	1.115	969	1.218	1.215	2.494	23	283	94	1.587	948	1.764	698	13.066	19.108
Mediana	60	1.031	1.121	1.312	1.150	1.414	1.626	3.604	26	323	101	1.740	1.116	2.063	717	14.318	20.702
P75	68	1.262	1.317	1.772	1.363	1.686	2.292	5.083	30	367	112	1.913	1.420	2.365	778	15.372	22.497
Max	400	1.648	1.861	2.164	1.865	2.269	3.494	11.215	110	404	1.112	3.210	2.312	2.895	872	17.730	33.420
RQ	12	344	318	657	394	468	1.077	2.589	7	84	18	326	472	601	80	2.306	3.389

Fuente: Elaboración propia

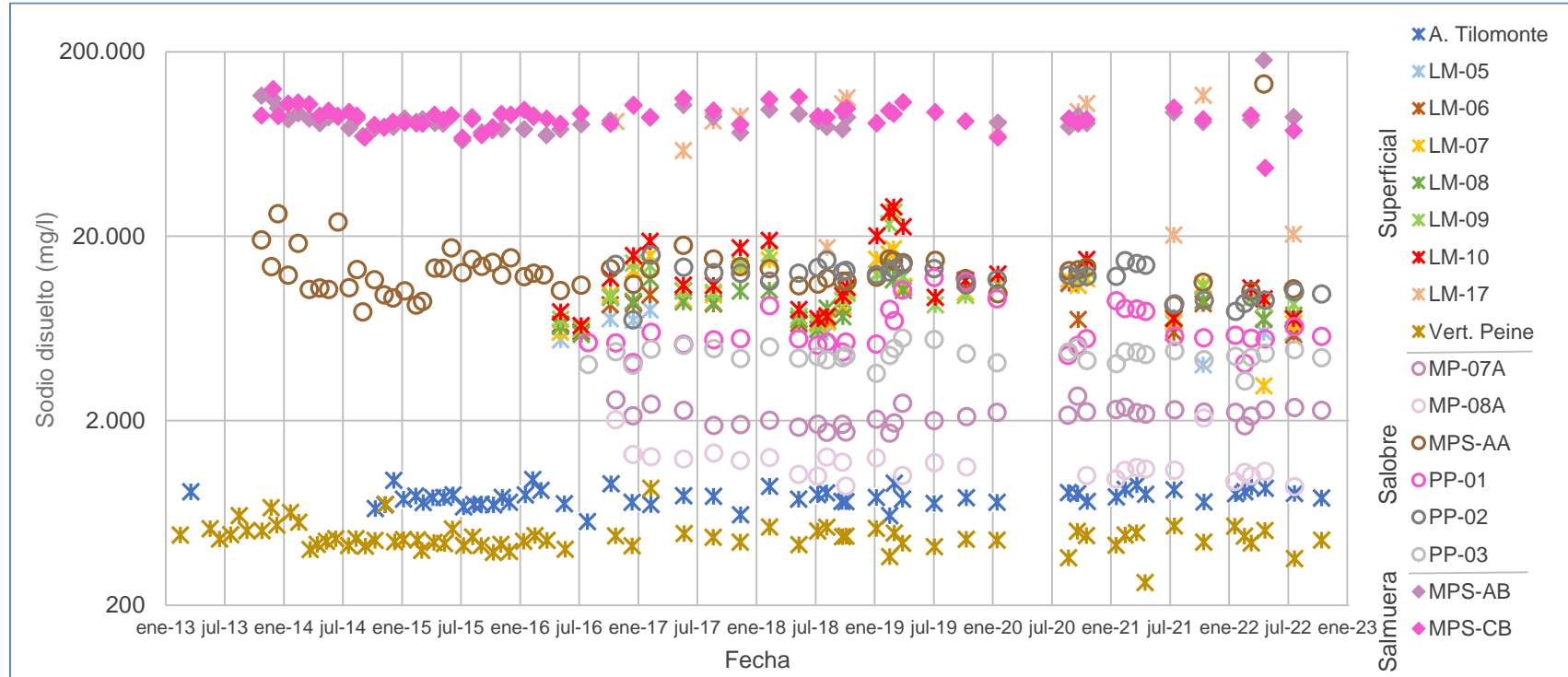
Figura 5-166 Variación Temporal: Mg disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	55	15	19	26	19	28	26	13	71	34	28	59	35	34	35	52	57
Min	23	482	390	120	520	566	530	568	48	37	36	527	65	77	49	923	2.832
P25	132	533	583	652	612	666	729	990	75	231	129	997	503	751	346	7.110	8.017
Mediana	139	566	707	859	717	847	946	2.000	83	252	142	1.110	561	850	368	7.789	8.440
P75	151	705	770	1.131	879	1.242	1.503	2.828	88	267	149	1.218	681	997	396	8.117	9.189
Max	190	3.727	1.192	1.452	1.256	1.843	1.919	5.599	127	395	283	4.282	951	1.264	548	9.423	10.220
RQ	19	172	187	479	267	576	774	1.838	13	36	20	221	178	246	50	1.007	1.172

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-167 Variación Temporal: Na disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine

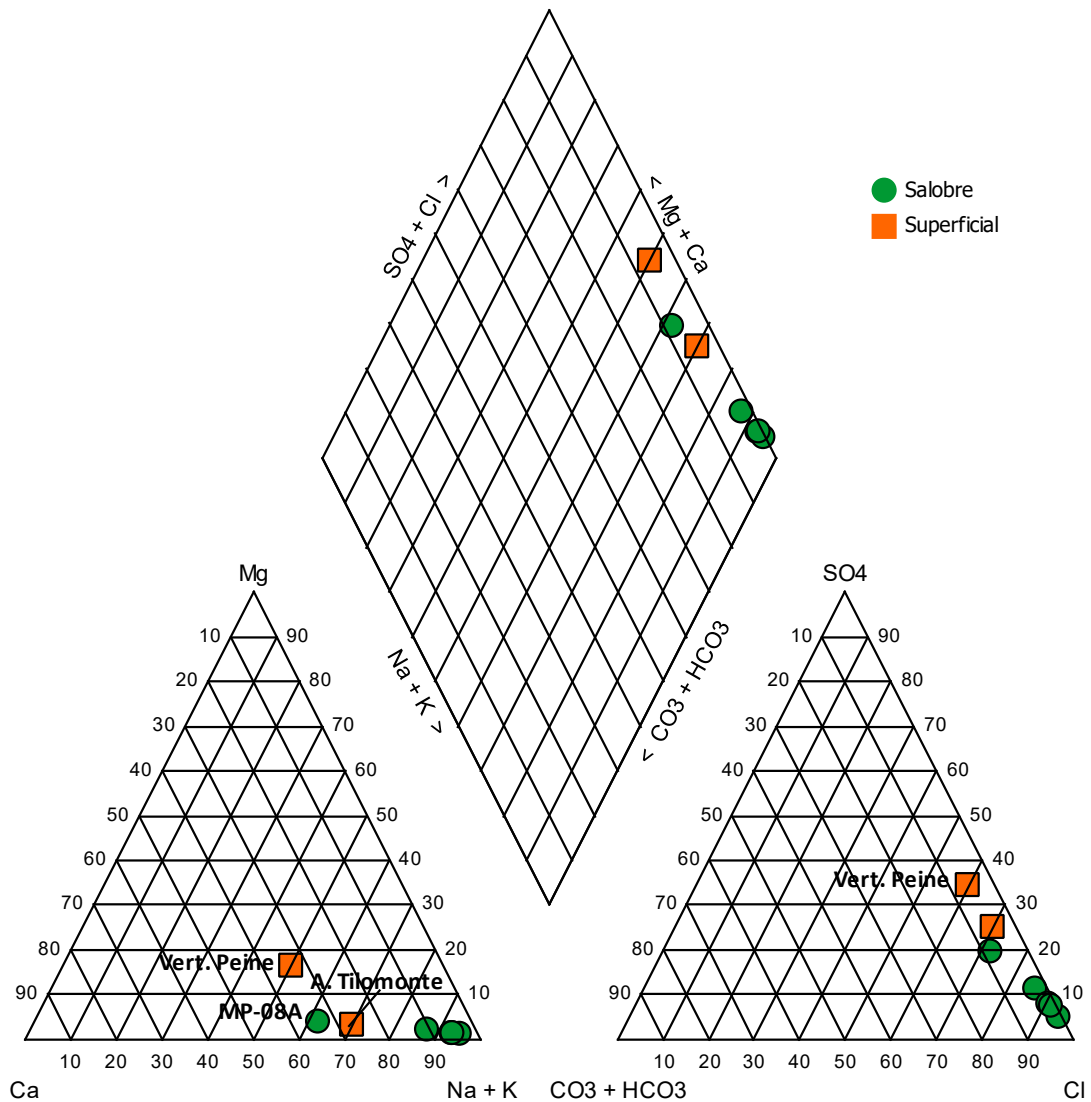


	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	55	15	19	26	19	28	26	13	71	34	28	59	35	34	35	54	59
Min	568	4.009	5.823	3.091	5.871	6.322	6.550	17.330	265	1.713	879	7.780	4.082	7.039	3.282	66.159	46.892
P25	721	6.018	6.745	6.895	7.117	8.513	7.932	39.350	427	1.911	1.008	10.500	5.287	9.928	4.284	78.093	81.650
Mediana	767	6.610	8.049	10.006	8.803	9.846	10.831	84.320	457	2.156	1.106	12.358	5.579	12.486	4.516	85.022	89.650
P75	814	7.966	9.617	13.143	10.146	12.963	17.638	104.450	505	2.295	1.262	14.392	8.032	13.530	4.846	89.627	95.800
Max	959	11.010	13.796	17.112	13.640	26.989	28.860	116.071	861	2.720	2.064	133.595	11.960	15.820	5.599	180.370	125.235
RQ	93	1.948	2.872	6.248	3.029	4.450	9.706	65.100	78	384	254	3.892	2.745	3.602	562	11.534	14.150

Fuente: Elaboración propia

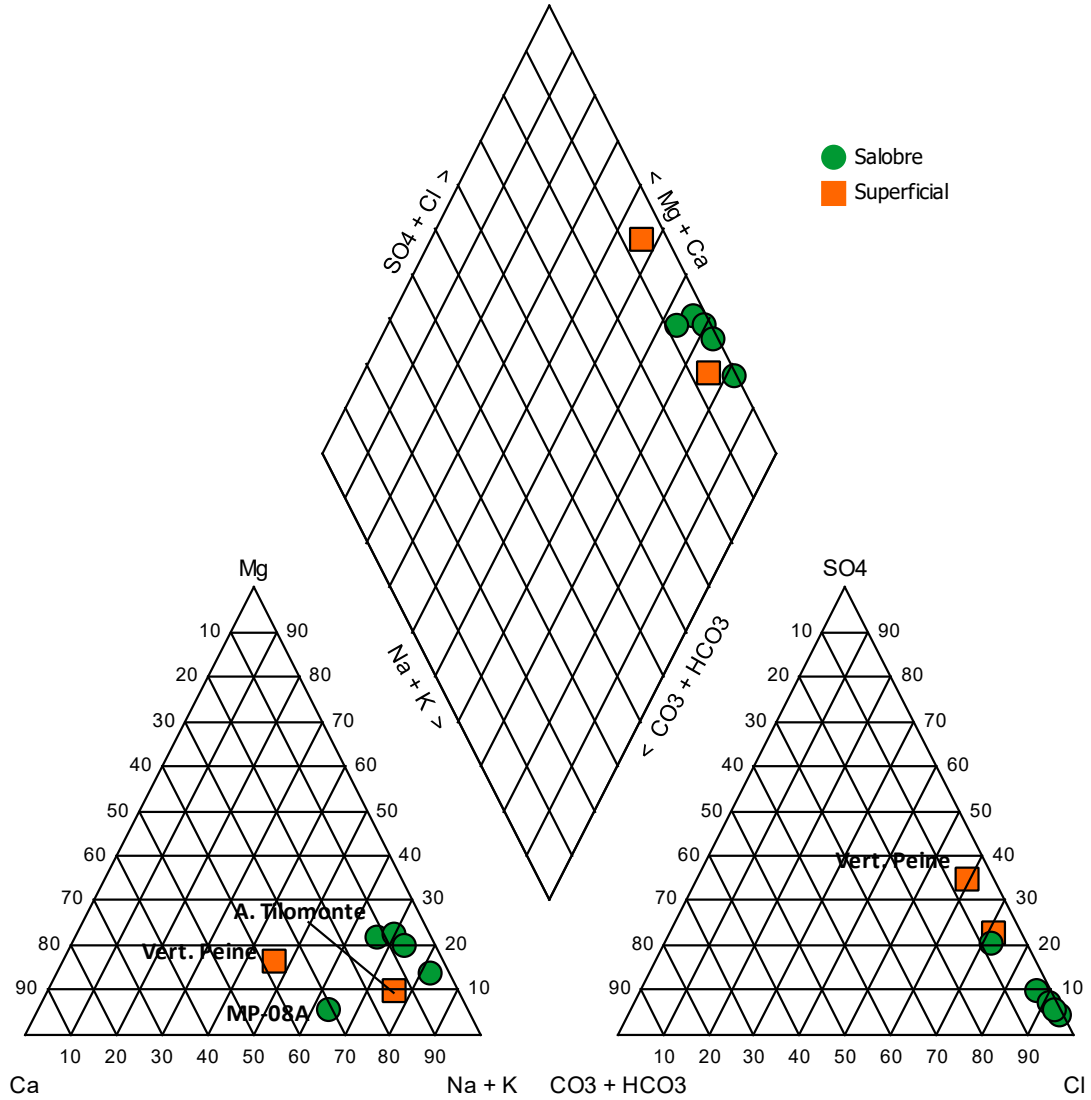
Desde la Figura 5-168 a la Figura 5-173, se presentan Diagramas de Piper con la clasificación de las aguas, para las campañas de enero, febrero, marzo, abril, julio y octubre de 2022. Se puede observar que, para este sector, la mayoría de las muestras son del tipo cloruradas sódicas, misma clasificación otorgada históricamente, y la variación de los contenidos porcentuales de los elementos mayoritarios entre una campaña y otra no ha sido significativa. Tan solo en las muestras de Vertiente Peine la clasificación cambia a clorurada sódico-cálcica, en los meses entre febrero a julio de 2022.

Figura 5-168 Diagrama de Piper, Campaña enero 2022 Sector Peine



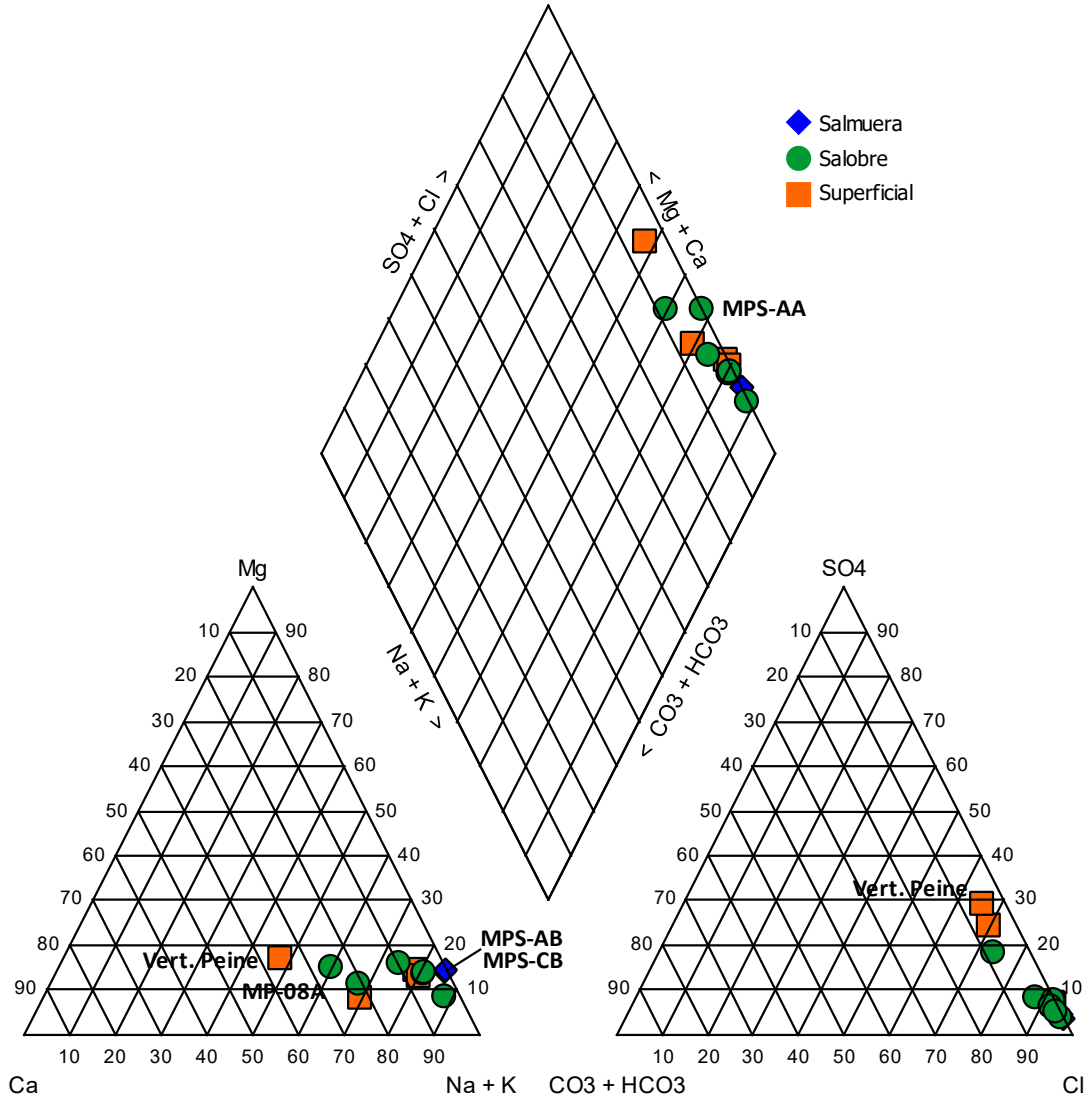
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-169 Diagrama de Piper, Campaña febrero 2022, Sector Peine



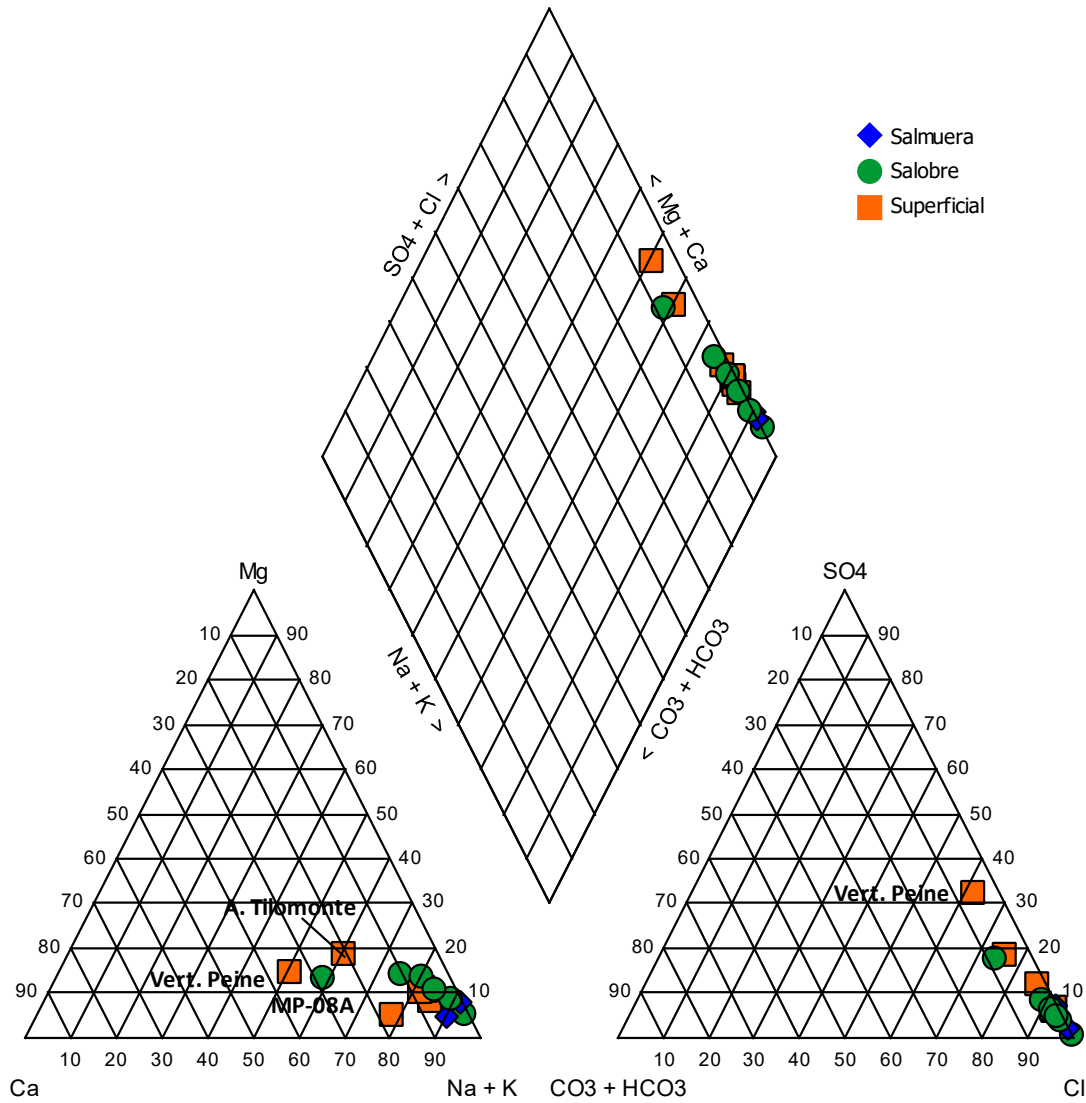
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-170 Diagrama de Piper, Campaña marzo 2022, Sector Peine



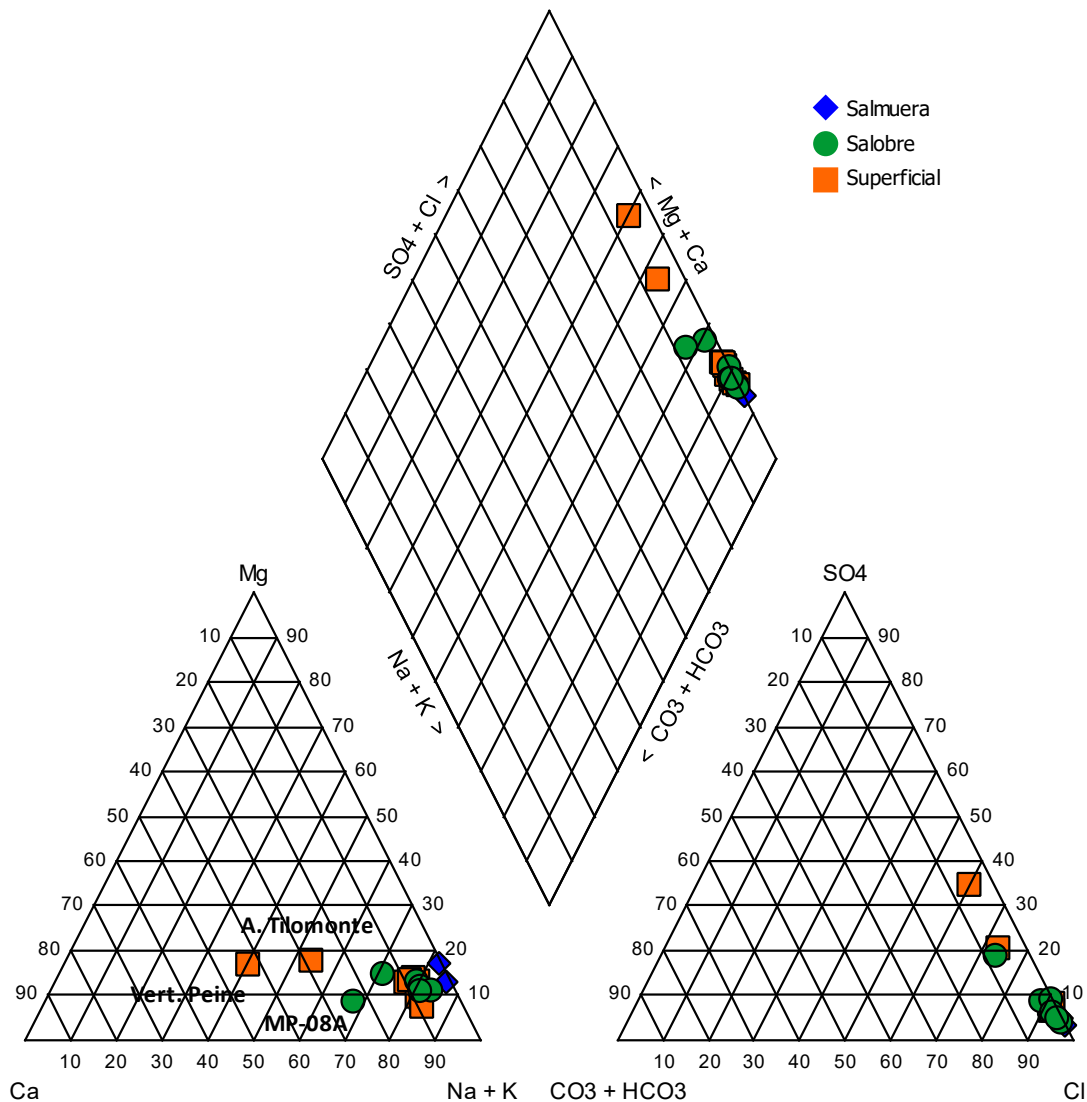
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-171 Diagrama de Piper, Campaña abril 2022, Sector Peine



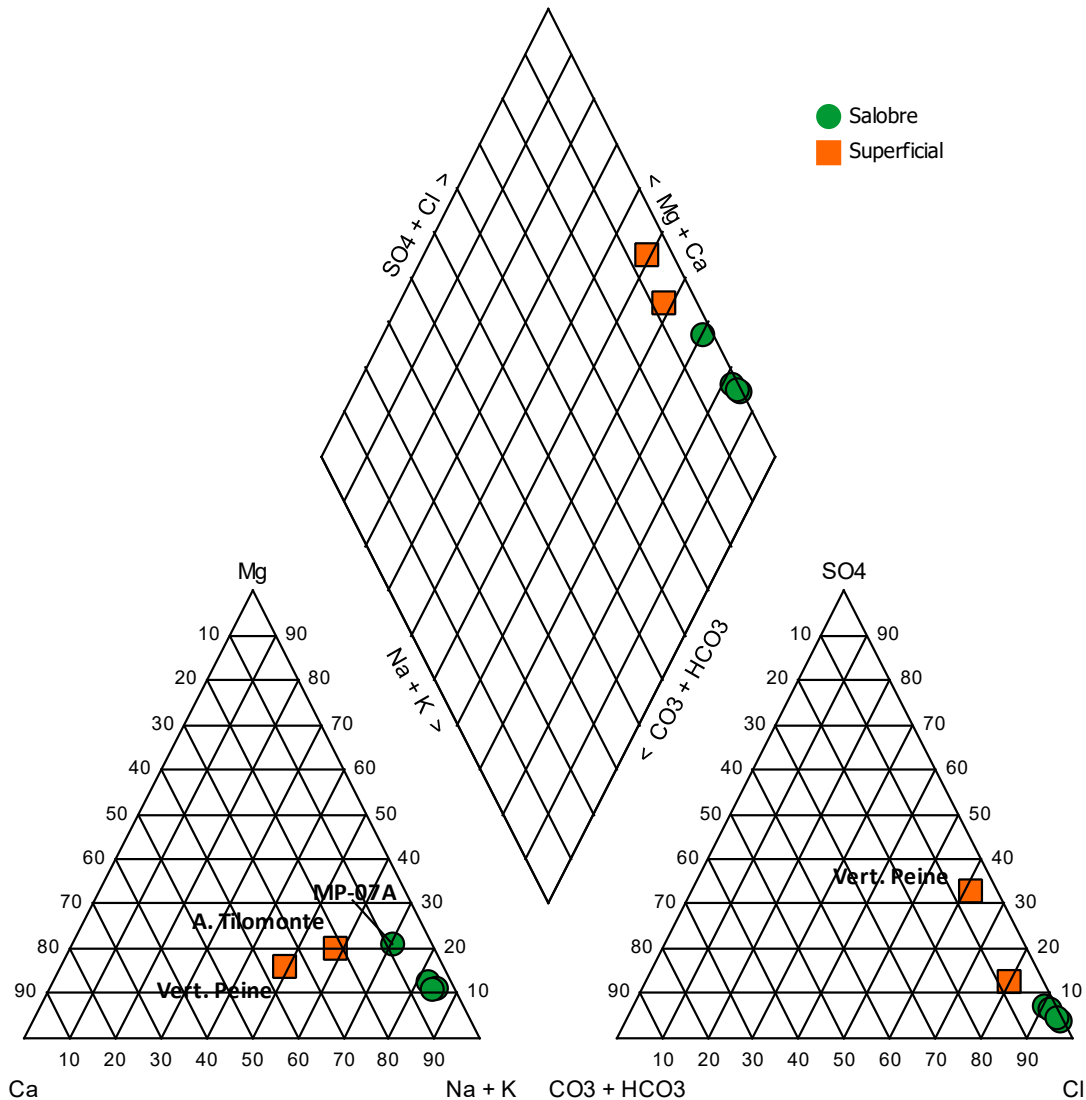
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-172 Diagrama de Piper, Campaña julio 2022, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-173 Diagrama de Piper, Campaña octubre 2022, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Elementos Mayoritarios Totales

Los elementos mayoritarios totales analizados corresponden a calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K), y en la Figura 5-174 a Figura 5-178, se presenta la evolución temporal en el período 2013-2022 y los estadígrafos de cada serie.

En términos generales, se aprecian tendencias estables que se comportan dentro de la variabilidad natural histórica.

En cuanto a calcio, al igual que para la fracción disuelta, resaltan las altas concentraciones alcanzadas en el 2022 en MPS-AB y MPS-AA, además de LM-17. Las dos primeras tienen concentraciones por sobre los 3.000 mg/l, valores que se pueden considerar como *outliers* o fuera de rango. En general, las aguas someras, representadas por MPS-AA presentan concentraciones históricas con una mediana 1.447 mg/l, y un valor máximo de concentración de 3.138 mg/l. Los puntos someros MP-07A y PP-03 presentan valores menores, con medianas de 300 mg/l y 286 mg/l, respectivamente, con el resto de los pozos someros con medianas en torno a 450 mg/l. Las aguas profundas (salmuera) presentan medianas de 923 mg/l en MPS-AB, y 450 mg/l en MPS-CB. Las muestras lagunares presentan concentraciones de medianas entre 553 mg/l (LM-05) y 914 mg/l (LM-10), mientras que en LM-17 la mediana alcanza un valor de 1.267 mg/l. Las muestras de Antepresa Tilomonte, junto con Vertiente Peine, presentan medianas similares prácticamente de 300 mg/l, menor a las lagunas. Además de lo anteriormente mencionado, durante el 2022 se obtiene un valor mínimo histórico en Antepresa Tilomonte, el febrero de 2022.

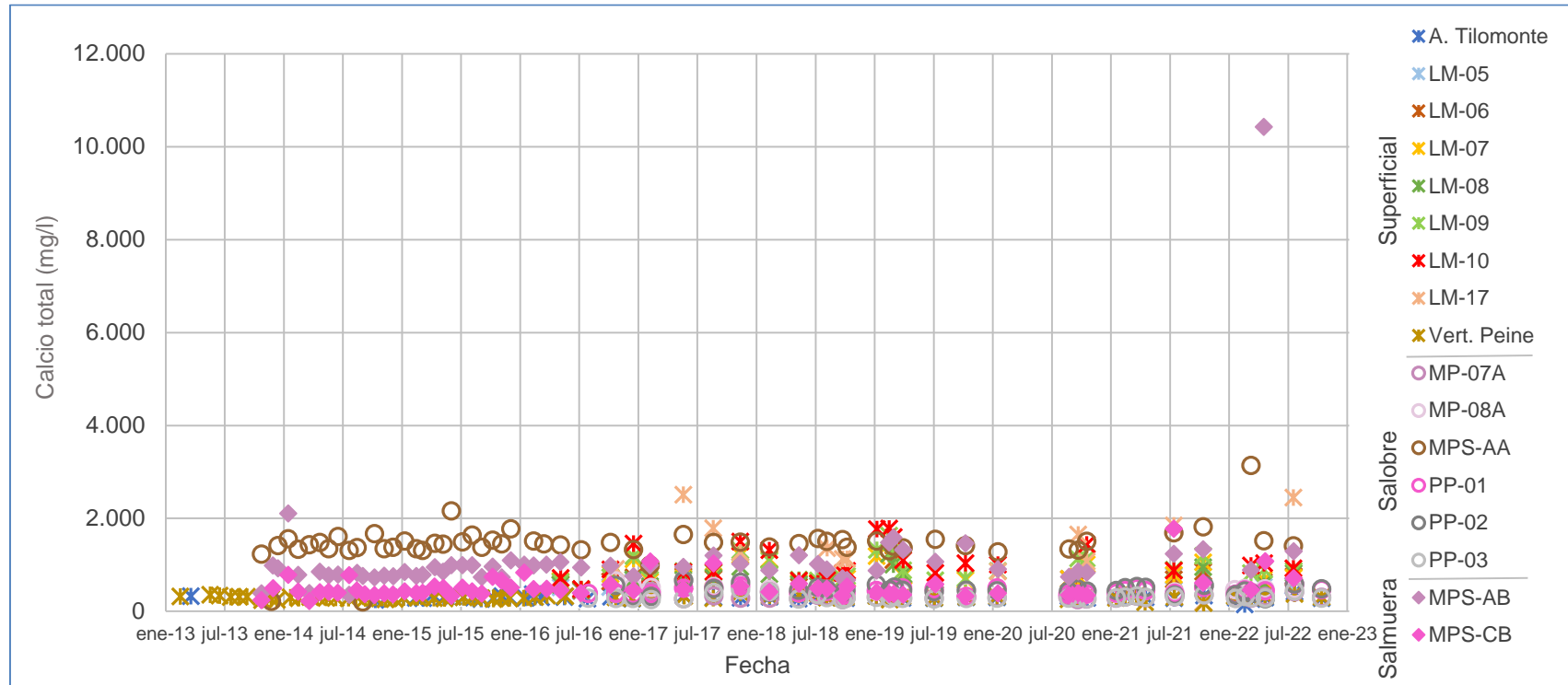
Las concentraciones de potasio total tienen medianas de 15.036 mg/l y 21.828 mg/l para las aguas profundas, mientras que las aguas someras tienen medianas entre 108 mg/l (MP-08A) y 2.157 mg/l (PP-02). Las muestras lagunares tienen medianas entre 1.125 mg/l (LM-05) y 1.651 mg/l (LM-10), con LM-17 con un valor de mediana de 3.864 mg/l. Las medianas en Antepresa Tilomonte y Vertiente Peine tienen valores de 64 mg/l y 28 mg/l, respectivamente. Todas estas mediciones se encuentran dentro de los rangos de variación históricos. Los valores se circunscriben dentro de lo que se considera como variación natural, salvo la medición de marzo de 2022 en LM-07, donde se alcanza el valor mínimo.

El magnesio presenta un comportamiento similar al del potasio, con concentraciones en dos rangos claramente diferenciados. Uno para los pozos profundos (salmuera) y otra para los someros y aguas superficiales. Las aguas profundas registran valores, en general, entre los 7.330 mg/l (P25 de MPS-AB) y los 9.697 mg/l (P75 de MPS-CB). Las aguas superficiales presentan concentraciones mínimas, representadas por la Vertiente Peine, con mediana de 85 mg/l, y máximas con mediana de 972 mg/l para LM-10. LM-17 tiene, a su vez, una mediana de 2.048 mg/l. Las aguas someras (salobres) son representadas por MPS-AA, con mediana

de 1.169 mg/l, con el resto de los puntos de aguas someras, ubicadas al borde del salar, presentando medianas entre 150 mg/l (MP-08A) y 906 mg/l (PP-02). Salvo por la medición de enero de 2022 en MP-08A, la de febrero en Anterepresa Tilomonte, y la MPS-AA y MPS-CB de abril de 2022, las mediciones se acotan a los rangos históricos de variabilidad natural.

Las concentraciones de sodio total también muestran diferencias dependiendo de su clasificación, y son, en general, estables. Sin embargo, las muestras de salmuera tienen valores máximos históricos en julio de 2022, al igual que en MPS-AA en abril de 2022. Por otro lado, el mínimo histórico se registra en LM-07 en abril del mismo año. En general, para las aguas profundas (salobres), los valores de medianas se encuentran entre 87.076 mg/l y 94.193 mg/l, valores similares a los de LM-17 (94.641 mg/l). Las aguas someras y superficiales tienen valores de mediana que varían desde 795 mg/l (Anterepresa Tilomonte) hasta los 12.985 mg/l (PP-02).

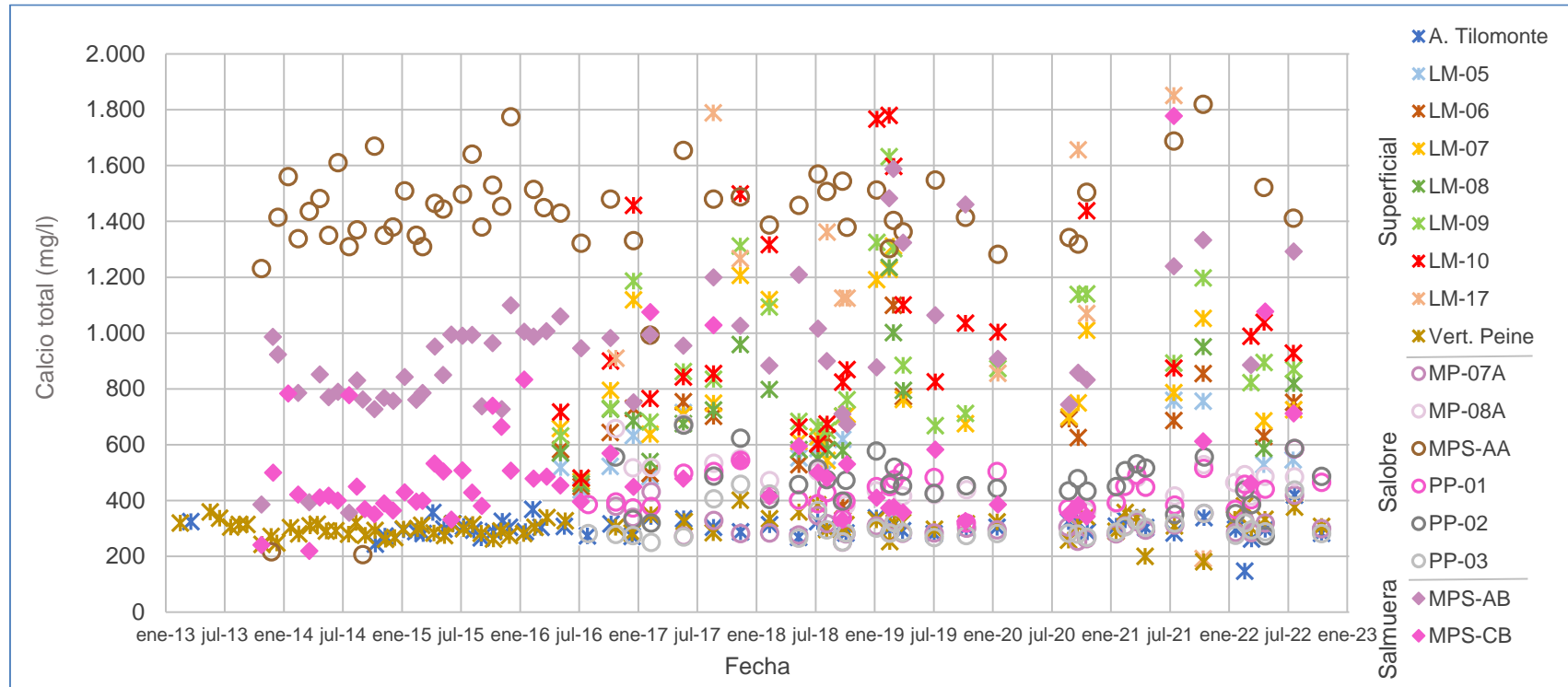
Figura 5-174 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	54	15	19	26	19	28	26	13	71	34	28	58	35	34	35	59	58
Min	147	438	381	468	460	478	480	192	181	251	360	206	319	273	250	356	220
P25	287	518	582	671	579	688	809	990	283	283	417	1.350	384	421	276	770	383
Mediana	303	553	644	737	687	866	914	1.267	305	300	468	1.447	429	458	286	923	450
P75	325	697	752	1.069	819	1.140	1.347	1.820	325	327	514	1.524	483	517	320	1.026	549
Max	420	759	1.100	1.312	1.235	1.632	1.780	2.510	401	432	675	3.138	586	670	458	10.428	1.778
RQ	38	179	170	398	240	452	538	830	42	44	97	174	99	96	44	256	166

Fuente: Elaboración propia

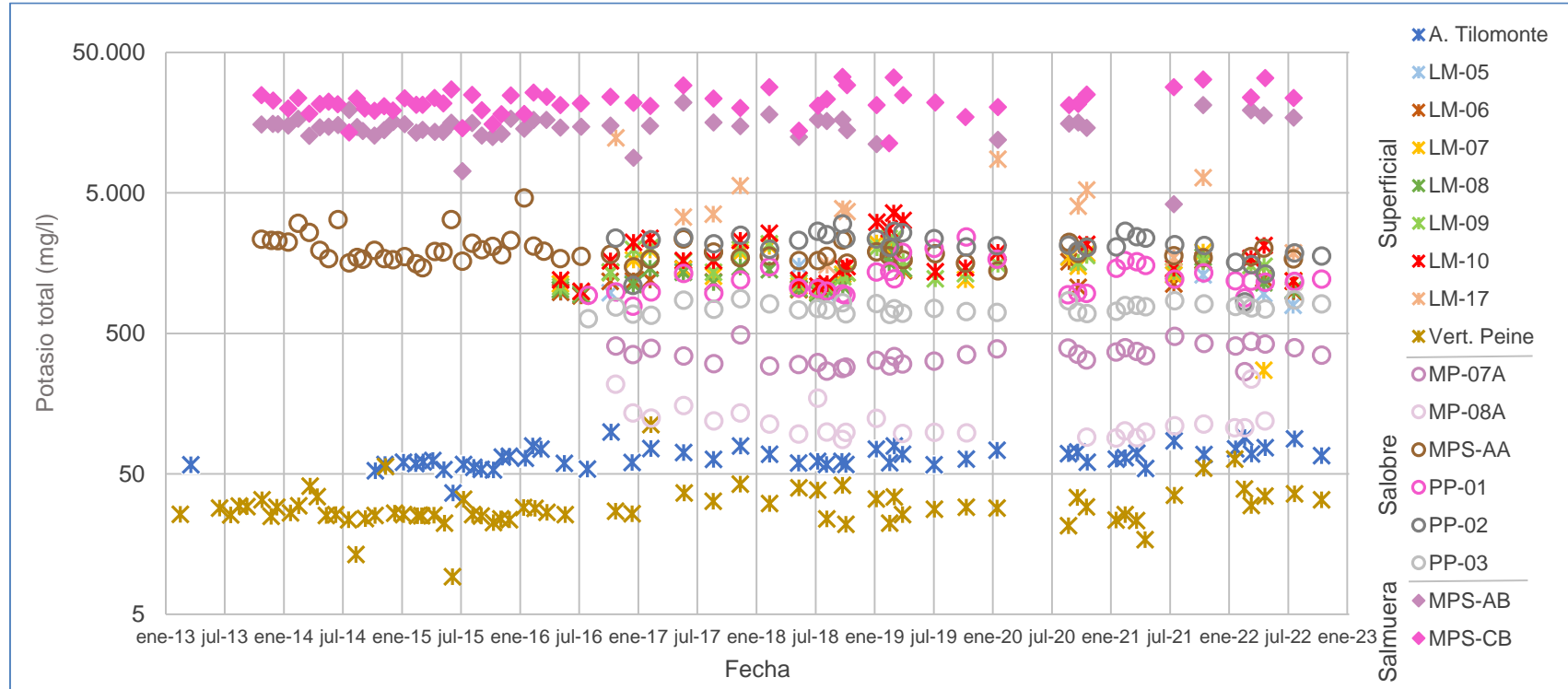
Figura 5-175 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	54	15	19	26	19	28	26	13	71	34	28	58	35	34	35	59	58
Min	147	438	381	468	460	478	480	192	181	251	360	206	319	273	250	356	220
P25	287	518	582	671	579	688	809	990	283	283	417	1.350	384	421	276	770	383
Mediana	303	553	644	737	687	866	914	1.267	305	300	468	1.447	429	458	286	923	450
P75	325	697	752	1.069	819	1.140	1.347	1.820	325	327	514	1.524	483	517	320	1.026	549
Max	420	759	1.100	1.312	1.235	1.632	1.780	2.510	401	432	675	3.138	586	670	458	10.428	1.778
RQ	38	179	170	398	240	452	538	830	42	44	97	174	99	96	44	256	166

Fuente: Elaboración propia

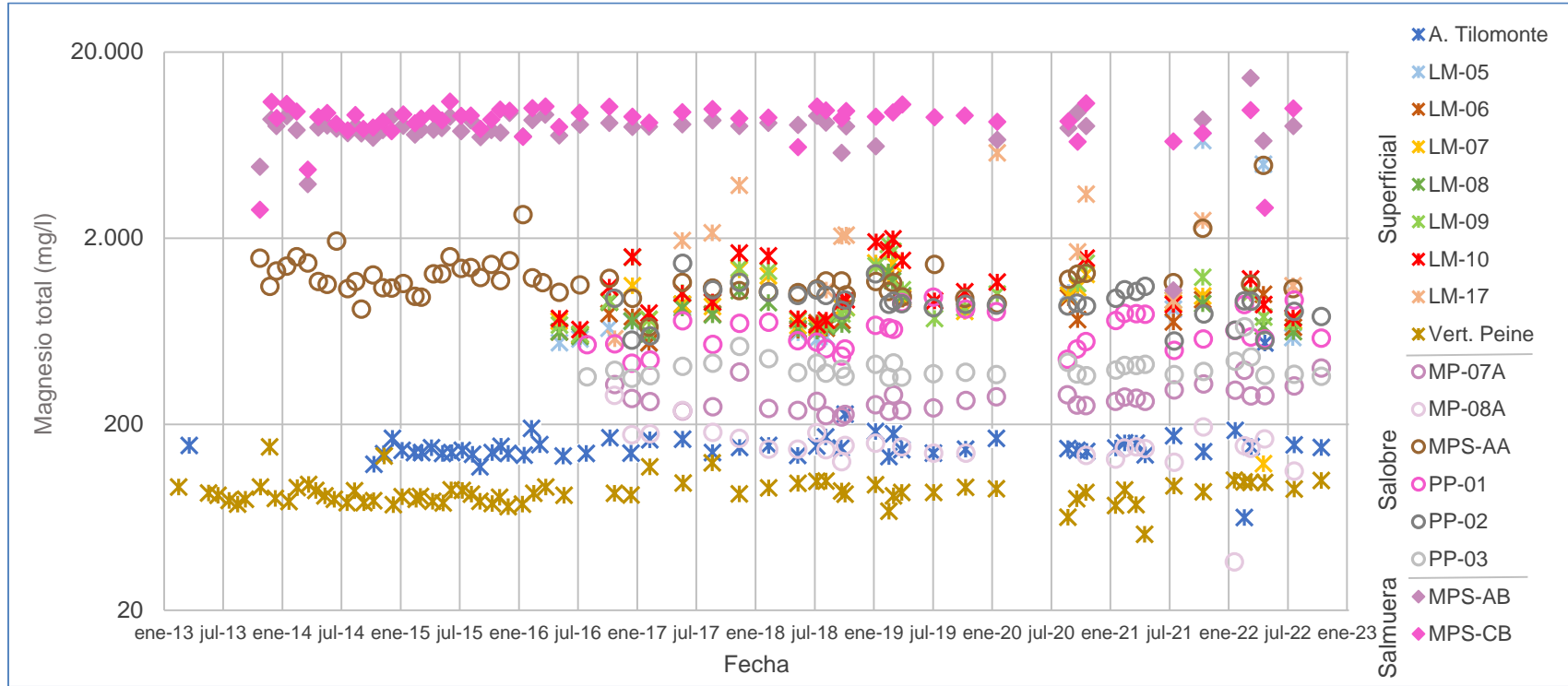
Figura 5-176 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	54	15	19	26	19	28	26	13	70	34	28	59	35	34	35	54	58
Min	37	794	923	274	946	977	998	1.532	9	267	88	1.392	781	837	636	4.155	11.310
P25	58	958	1.026	1.169	1.023	1.234	1.332	2.621	25	304	98	1.700	980	1.973	708	13.616	20.100
Mediana	64	1.125	1.162	1.393	1.151	1.511	1.651	3.864	28	352	108	1.825	1.183	2.157	754	15.036	21.828
P75	72	1.309	1.403	1.879	1.451	1.932	2.319	6.009	33	395	133	2.096	1.457	2.422	810	16.341	24.702
Max	99	1.773	1.944	2.202	1.873	2.368	3.596	12.358	112	487	1.139	4.598	2.430	3.005	883	22.020	33.520
RQ	14	351	377	710	428	698	987	3.388	8	91	35	396	477	449	102	2.725	4.602

Fuente: Elaboración propia

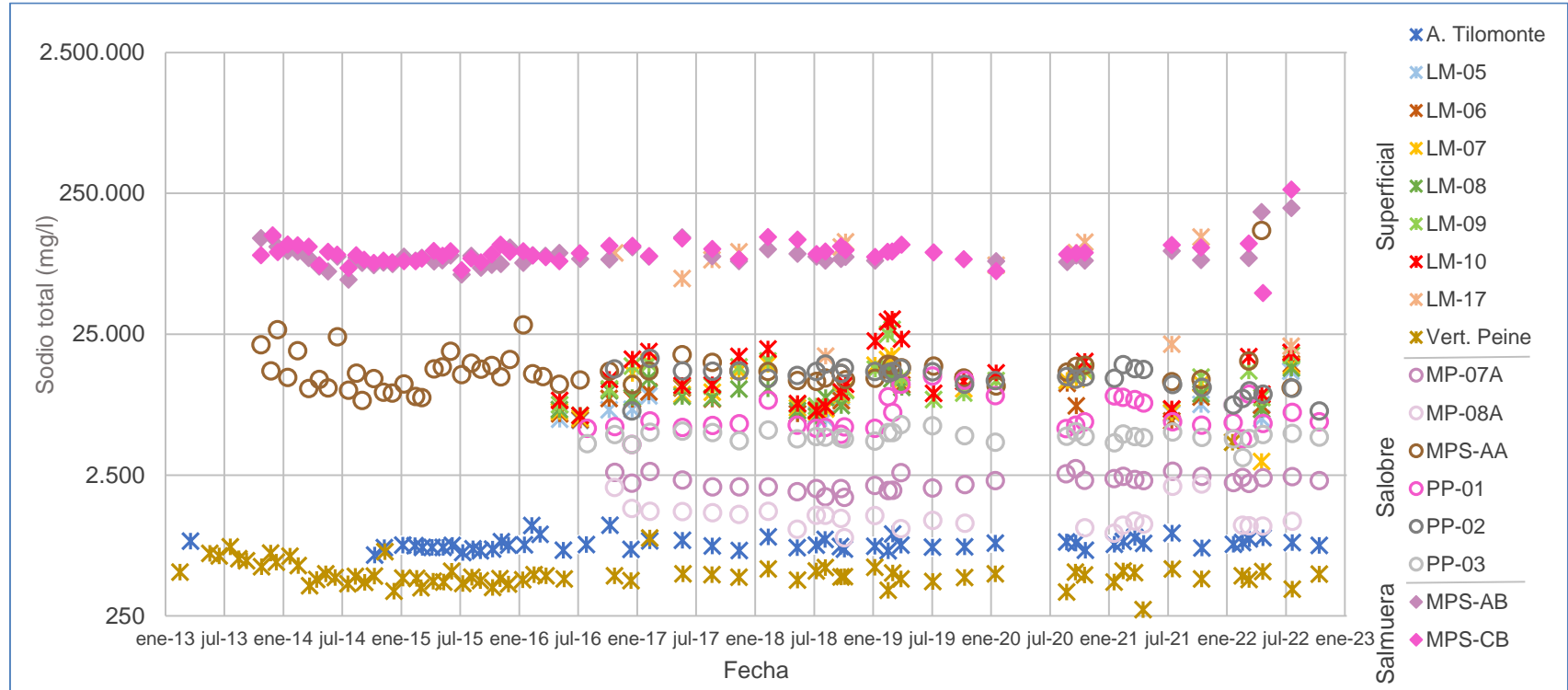
Figura 5-177 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	55	15	19	26	19	28	26	13	71	34	28	59	35	34	35	54	58
Min	63	544	549	123	593	609	646	577	51	219	36	666	426	560	354	1.049	2.842
P25	140	574	656	721	634	735	779	1.081	78	245	140	1.066	535	817	365	7.330	8.147
Mediana	148	657	730	888	717	925	972	2.048	85	267	150	1.169	588	906	384	7.964	8.968
P75	159	867	935	1.147	905	1.303	1.569	2.969	92	292	174	1.332	780	1.025	426	8.401	9.697
Max	547	6.697	1.216	1.470	1.320	1.851	1.986	5.745	151	401	286	4.928	963	1.468	669	14.508	10.849
RQ	19	293	279	426	271	568	790	1.888	14	47	34	266	245	208	61	1.071	1.550

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-178 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	54	15	19	26	19	28	26	13	71	34	28	59	35	34	35	54	59
Min	676	6.103	6.052	3.115	6.539	6.626	6.637	17.450	277	1.737	897	8.490	4.132	7.141	3.325	60.900	49.012
P25	764	6.287	7.263	7.479	7.348	8.660	9.141	41.720	446	2.052	1.093	11.570	5.461	10.864	4.521	82.024	85.280
Mediana	795	7.284	8.634	10.709	9.053	11.204	11.766	94.641	479	2.285	1.212	13.160	5.890	12.985	4.701	87.076	94.193
P75	848	9.144	10.400	14.028	10.484	14.548	18.623	108.425	522	2.438	1.381	15.050	8.575	13.818	5.010	93.467	104.722
Max	1.104	13.672	15.320	17.538	14.405	27.050	32.020	122.559	4.285	2.772	7.861	136.231	12.660	16.830	5.710	196.411	265.747
RQ	84	2.857	3.137	6.549	3.136	5.888	9.482	66.705	76	386	288	3.480	3.114	2.954	489	11.443	19.442

Fuente: Elaboración propia

Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos

Dentro de los elementos minoritarios disueltos comprometidos a monitorear se encuentran el boro (B), litio (Li) y estroncio (Sr). En la Figura 5-179, Figura 5-180 y Figura 5-181, se presenta la gráfica de su variación temporal, junto con sus estadígrafos de la serie registrada de cada elemento, respectivamente.

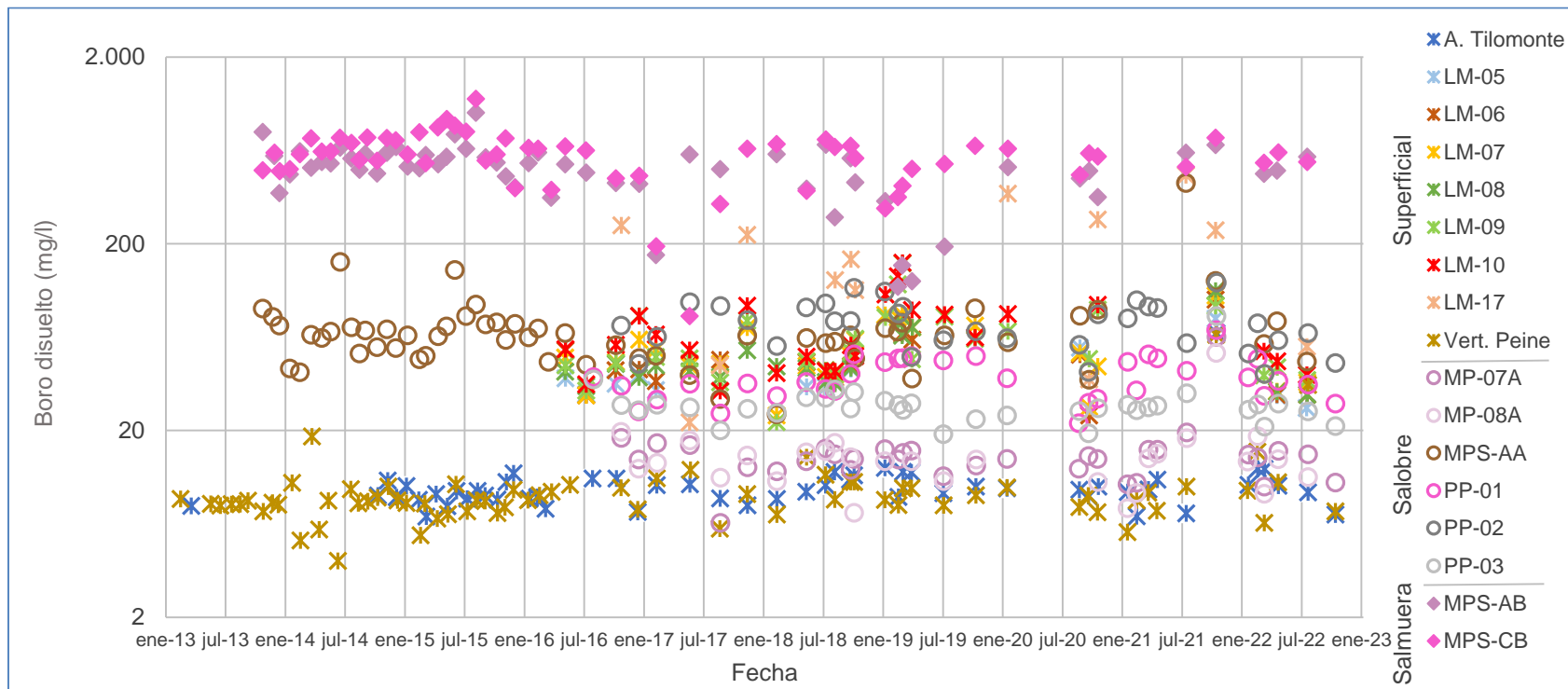
El boro y litio en general son considerados elementos minoritarios, ya que en la mayoría de las aguas se encuentran en concentraciones muy pequeñas, sin embargo, en el Salar de Atacama, y en particular en la zona del Proyecto, la hidrogeología de la cuenca y los procesos de evaporación hacen que existan tanto en el acuífero como en la salmuera, contenidos considerables de boro y de litio. Así, para estos dos elementos, la evolución temporal que se observa es muy similar, con altos contenidos de boro y litio disueltos en las aguas profundas, y en menor concentración presentes en las aguas someras y superficiales.

El boro disuelto en las aguas profundas (salmuera) registra medianas entre 517 mg/l y 609 mg/l, aproximadamente. En las aguas someras y superficiales, las medianas de estos puntos no superan los 56 mg/l, salvo en LM-17, el que, dado que está inserto en el Núcleo, tiene concentraciones mayores con mediana de 165 mg/l. Los valores de 2022 se encuentran dentro del rango definido por los datos históricos.

Las concentraciones de litio disuelto, en el caso de las aguas profundas, presentan valores de mediana entre 1.095 mg/l y 1.490 mg/l. En el caso de las aguas someras y superficiales, éstas tienen medianas que van desde los 5,6 mg/l en MP-08A hasta 159 mg/l en PP-02. LM-17 presenta una mediana de 235 mg/l. Los puntos con las menores concentraciones de litio disuelto corresponden a Anterrepresa Tilomonte y Vertiente Peine, con valores de mediana de 1,2 mg/l y 0,5 mg/l, respectivamente. Los valores de 2022 se encuentran dentro de los valores de variabilidad natural histórica, salvo la medición de Vertiente Peine en julio, y de Anterrepresa Tilomonte en octubre, ambos con un máximo histórico en aquellos meses.

El estroncio disuelto presenta un comportamiento diferente a los elementos anteriores, destacando que las salmueras no difieren significativamente de las concentraciones de las aguas salobres y superficiales. Estos puntos de monitoreo tienen medianas que varían entre 2,61 mg/l (MP-07A) y 16,60 mg/l (MPS-AA), mientras que en Anterrepresa Tilomonte y Vertiente Peine las medianas son de 2,61 mg/l y 2,57, respectivamente. Sólo en LM-17 el valor de la mediana es mayor, presentando concentraciones con mediana de 32,03 mg/l. Los valores de 2022 se encuentran dentro del rango de valores definido por los datos históricos.

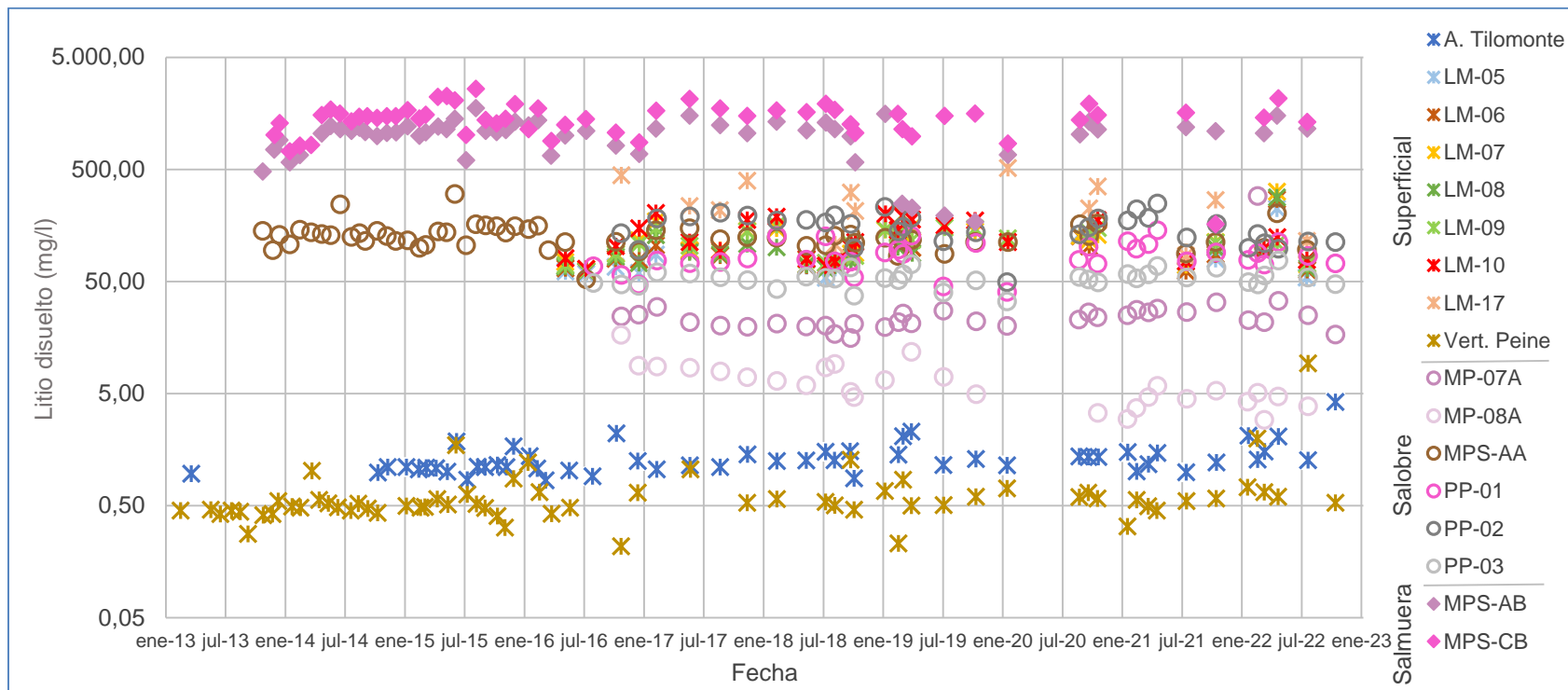
Figura 5-179 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	54	15	19	26	19	28	26	13	71	34	28	59	35	34	35	57	59
Min	7	0,2	0,2	0,2	31	0,2	0,2	22	4	6	7	24	22	40	19	118	82
P25	9	31	31	38	36	41	42	50	8	12	11	50	31	58	25	424	502
Mediana	10	36	42	48	43	48	56	165	8	14	14	65	37	76	27	517	609
P75	11	43	51	71	54	80	85	260	10	16	15	74	48	92	28	603	694
Max	67	80	101	106	112	157	158	466	65	64	52	423	69	124	82	1.006	1.193
RQ	2	12	20	33	18	39	43	210	2	4	4	24	17	34	3	179	192

Fuente: Elaboración propia

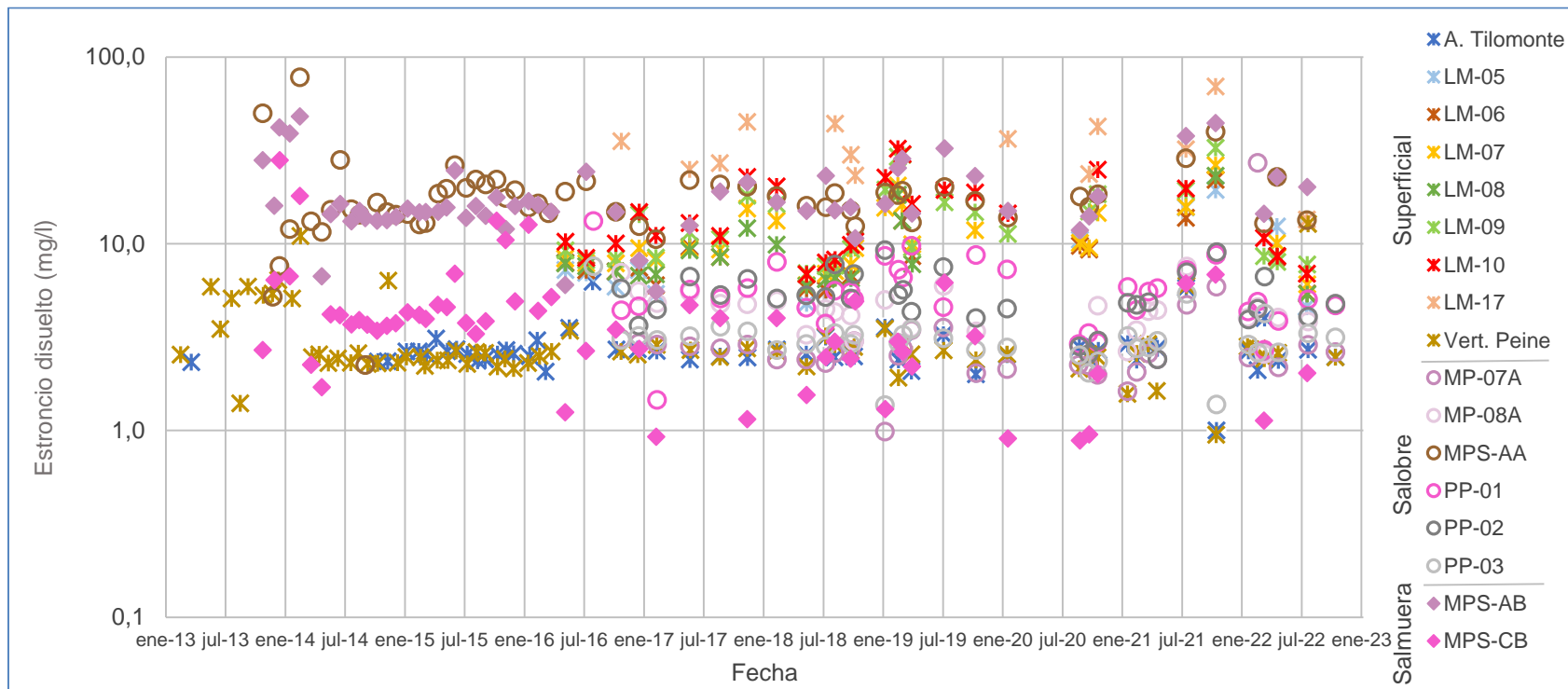
Figura 5-180 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	53	15	19	26	19	28	26	13	66	34	28	59	35	34	35	57	57
Min	0,8	54,0	61,4	64,3	61,7	62,0	64,8	85,1	0,2	15,6	2,9	52,3	40,3	49,2	33,2	170,0	162,4
P25	1,1	59,6	66,0	74,6	69,0	79,8	80,3	164,1	0,5	20,2	4,5	107,0	72,3	113,9	48,5	863,7	1.196,3
Mediana	1,2	68,1	81,2	110,1	87,0	108,6	112,0	235,0	0,5	22,7	5,6	124,0	78,2	158,5	53,6	1.094,7	1.490,0
P75	1,5	87,0	103,0	140,3	101,0	143,8	176,3	373,5	0,6	26,5	8,3	141,0	102,0	185,0	58,0	1.207,9	1.684,5
Max	4,2	222,9	269,9	315,5	281,1	196,0	204,0	515,0	9,3	289,1	16,7	300,8	143,0	248,0	76,8	1.756,2	2.621,4
RQ	0,4	27,4	37,0	65,7	32,0	64,0	96,0	209,4	0,1	6,3	3,8	34,0	29,7	71,1	9,5	344,2	488,2

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-181 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	54	15	19	26	19	28	26	13	71	34	28	59	35	34	35	58	59
Min	1,00	4,60	5,41	6,00	5,37	6,95	6,85	13,48	0,95	0,99	2,57	2,24	1,46	0,00	1,37	5,54	0,00
P25	2,41	5,61	6,61	7,86	6,54	8,35	9,53	24,30	2,37	2,25	3,61	13,80	4,40	4,05	2,70	13,98	2,25
Mediana	2,61	6,98	7,90	9,50	7,77	10,95	12,00	32,03	2,57	2,61	4,45	16,60	5,10	4,98	3,02	15,53	3,70
P75	2,76	10,50	9,60	14,80	9,90	17,75	19,92	43,15	2,88	2,89	4,99	20,10	7,24	6,53	3,26	21,67	4,72
Max	6,25	19,41	22,00	26,32	23,10	32,57	32,30	69,58	12,76	27,13	8,75	78,00	13,25	9,26	7,58	48,00	28,00
RQ	0,35	4,89	2,99	6,94	3,36	9,40	10,39	18,85	0,51	0,64	1,38	6,30	2,84	2,48	0,56	7,69	2,47

Fuente: Elaboración propia

Elementos Minoritarios y Trazas Totales

Dentro de los elementos minoritarios en trazas totales comprometidos a monitorear, se encuentran aluminio (Al), arsénico (As), boro (B), hierro (Fe), litio (Li), silicio (Si) y estroncio (Sr). En las Figura 5-182 a Figura 5-188 se muestran los gráficos temporales, con sus respectivas tablas de estadígrafos.

En general se observa para todos los elementos minoritarios totales, tendencias estables a lo largo del registro histórico, y, en particular, los datos correspondientes al año 2022 se encuentran dentro de rangos normales de variación. El aluminio, arsénico y hierro totales son elementos que se encuentran en bajas concentraciones en comparación con el boro y el litio total.

Para el aluminio total, desde julio de 2021 a la fecha, prácticamente todas las mediciones se encuentran por debajo del límite de detección. En consideración al registro histórico, el aluminio muestra concentraciones muy dispersas para cada punto de monitoreo y se evidencia que en el periodo completo de análisis este parámetro ha tenido diferentes límites de detección, relacionado con cambios de laboratorio y técnicas de análisis, lo que no permite hacer un análisis de mayor detalle de su comportamiento.

El arsénico total, en el caso de las aguas profundas, presenta concentraciones características que van desde los 1,42 mg/l (P25, MPS-AB) a los 9,29 mg/l (P75, MPS-CB), rango similar al de LM-17, dada a su cercanía geográfica con el Núcleo. Para las muestras de aguas someras las concentraciones más altas de P75 ocurren en PP-02 con un valor de 1,92 mg/l, mientras que las aguas superficiales el P75 mayor es de 2,97 mg/l en LM-10. Estos se encuentran dentro de los rangos de variación natural para el año 2022.

El boro total, presenta el mismo comportamiento que el boro disuelto. Las aguas profundas (salmuera) presenta las mayores concentraciones históricas, muy por sobre el resto de los puntos de monitoreo, con medianas de 578 mg/l para MPS-AB y 665 mg/l para MPS-CB. Las aguas superficiales muestran concentraciones con medianas por sobre 40 mg/l y hasta 58 mg/l, a excepción de los puntos de monitoreo Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine, con medianas prácticamente de 10 mg/l, y LM-17 con 169 mg/l de mediana. Para el 2022, los valores se encuentran dentro de los rangos definidos por los valores históricos.

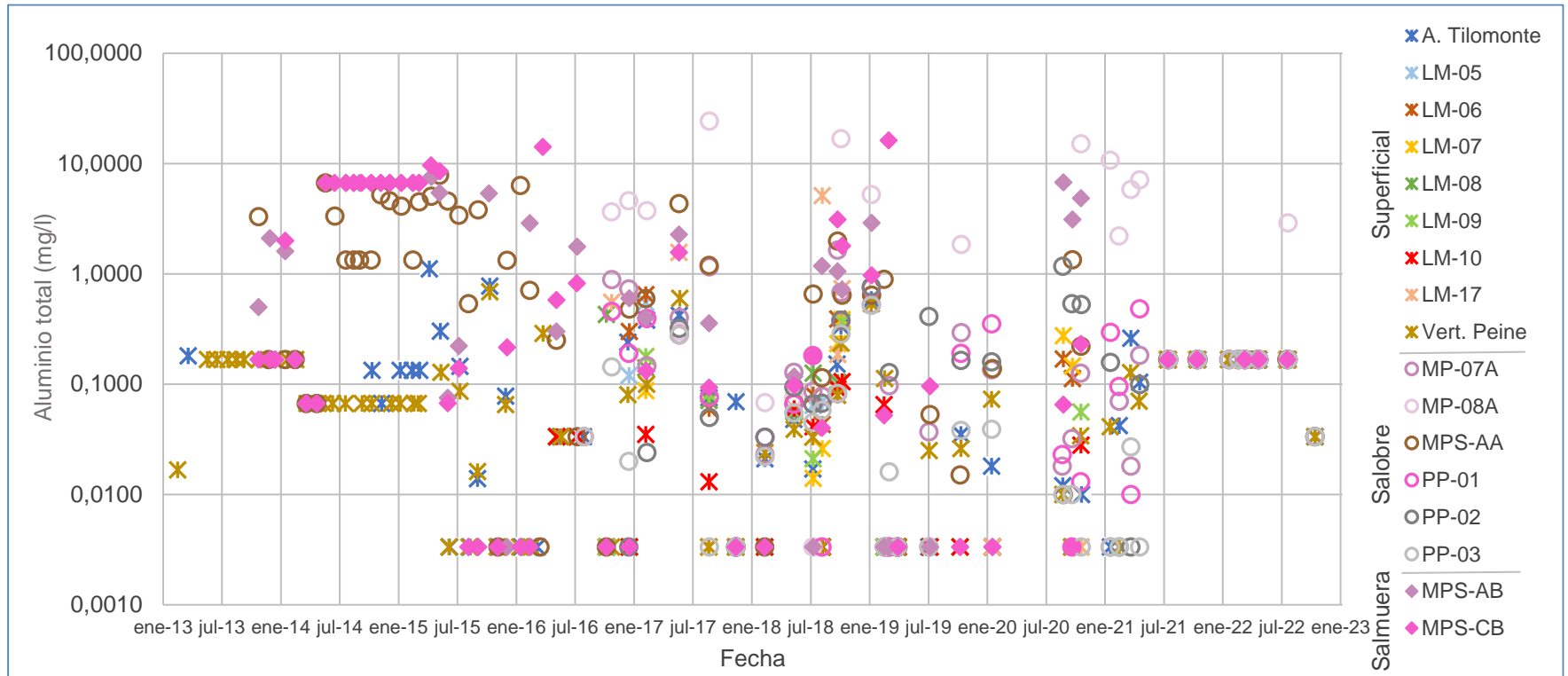
El hierro total es el parámetro que muestra menor concentración en relación con los demás elementos minoritarios analizados para el Sector. Además, presenta una gran dispersión de valores para cada punto de monitoreo y se evidencia que en el periodo completo de análisis este parámetro ha tenido diferentes límites de detección, relacionado con cambios de laboratorio y técnicas de análisis, lo que no permite hacer un análisis de mayor detalle de su comportamiento.

De la variación temporal del litio total, se puede señalar que presenta el mismo comportamiento que el litio disuelto. Son las aguas profundas las que presentan concentraciones mayores de litio, con valores de mediana entre 1.191 mg/l y 1.584 mg/l para MPS-AB y MPS-CB, respectivamente. Las aguas someras, presentan menos dispersión de concentraciones, que van desde los 7,2 mg/l a los 167,5 mg/l de mediana. Destaca la concentración de los puntos Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine, con valores de mediana de 1,4 mg/l y 0,6 mg/l, respectivamente, siendo más bajos que los registrados en las muestras lagunares (69,4 mg/l a 123,8 mg/l, con LM-17 con mediana de 251 mg/l). Los valores de 2022 se encuentran dentro del rango de variación natural, salvo la medición de Vertiente Peine en julio con un máximo histórico.

Las concentraciones de silicio total son mayores en aguas someras, con medianas que varían desde los 23 mg/l en MPS-AA, hasta los 45 mg/l en MP-08A. Esto contrasta con las medianas alcanzadas en las salmueras, las que no superan los 4,3 mg/l. Las aguas superficiales tienen medianas cercanas a los 34 mg/l, salvo en LM-17, donde ésta tiene un valor de 16 mg/l. Los valores de 2022 están dentro del rango del registro histórico, salvo para las mediciones realizadas en octubre donde todas caen en el límite de detección (A. Tilomonte, Vert. Peine, MP-07A, PP-01, PP-02 y PP-03).

Para el estroncio total las salmueras no difieren significativamente de las concentraciones de las aguas salobres y superficiales. Para estos últimos las medianas varían entre 2,7 y 2,8 mg/l (en Anterepresa Tilomonte, Vertiente Peine y, prácticamente, MP-07A) hasta 18,6 mg/l (MPS-AA). Sólo en LM-17 el valor de la mediana es mayor, presentando concentraciones con mediana de 35,9 mg/l. Los valores de 2022 están dentro del rango del registro histórico.

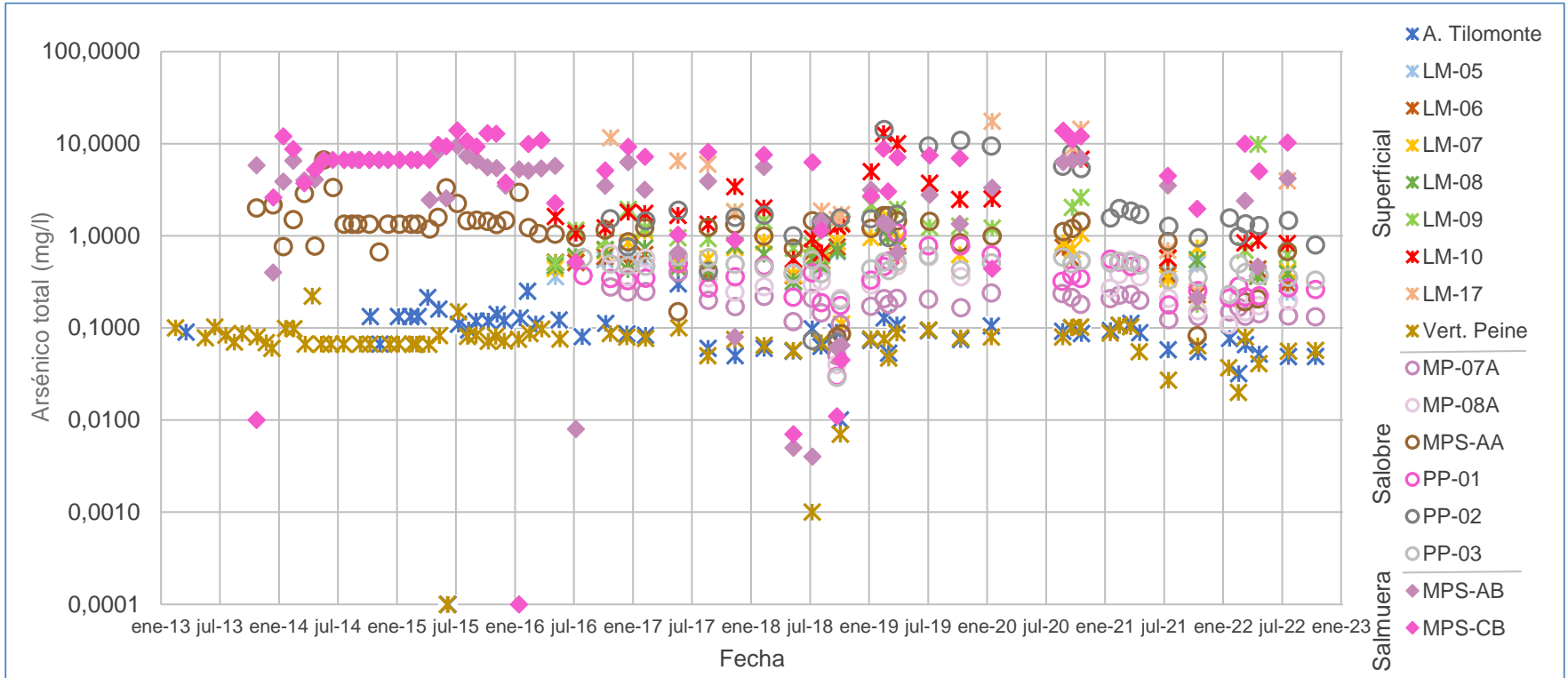
Figura 5-182 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	54	14	18	24	18	26	23	13	68	34	26	57	35	31	34	57	58
Min	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
P25	0,003	0,033	0,033	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,024	0,033	0,144	0,091	0,013	0,033	0,003	0,003	0,049
Mediana	0,068	0,084	0,096	0,030	0,045	0,027	0,033	0,167	0,067	0,141	1,075	0,595	0,167	0,159	0,036	0,356	0,167
P75	0,167	0,167	0,167	0,167	0,147	0,167	0,090	0,643	0,167	0,211	5,388	2,640	0,190	0,167	0,167	5,108	6,667
Max	1,107	0,548	0,649	0,385	0,428	0,365	0,167	5,100	0,687	1,640	24,300	7,823	0,748	1,170	0,516	7,543	16,200
RQ	0,164	0,134	0,134	0,164	0,144	0,164	0,087	0,640	0,143	0,178	5,244	2,549	0,177	0,134	0,164	5,105	6,618

Fuente: Elaboración propia

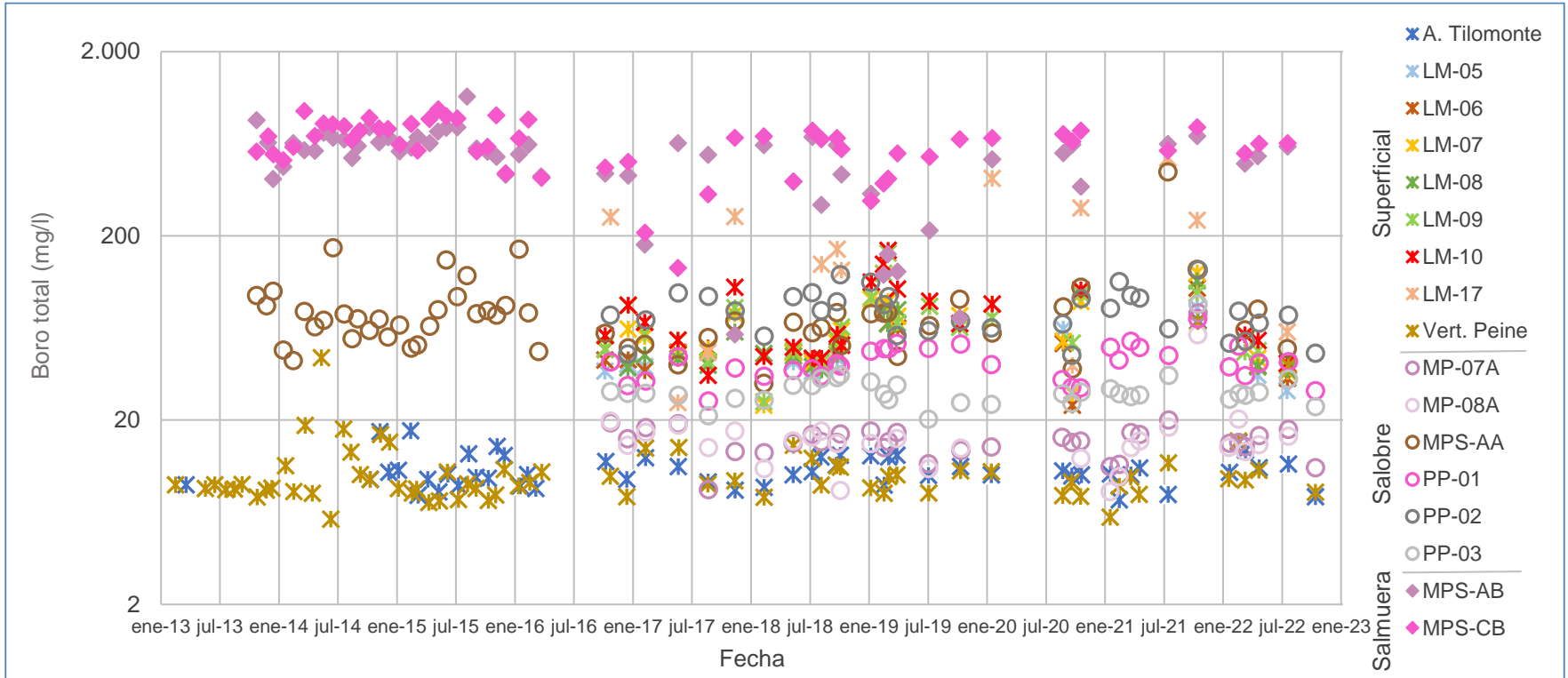
Figura 5-183 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	54	15	19	26	19	26	25	13	69	34	28	58	35	34	35	57	58
Min	0,0001	0,2430	0,2290	0,1100	0,3200	0,1790	0,5600	0,2460	0,0001	0,0500	0,0400	0,0800	0,0300	0,0700	0,0290	0,0040	0,0001
P25	0,0623	0,3930	0,3900	0,4779	0,4300	0,7213	0,9115	1,6000	0,0656	0,1410	0,2100	0,9379	0,2540	0,9960	0,3900	1,4150	2,9425
Mediana	0,0925	0,4920	0,5153	0,6989	0,5680	1,2050	1,6196	3,9400	0,0754	0,1905	0,3100	1,3313	0,3456	1,5450	0,4800	4,0790	6,6667
P75	0,1193	0,5760	0,6240	0,8750	0,7360	1,8549	2,9700	10,3613	0,0869	0,2215	0,4488	1,4619	0,4900	1,9200	0,5200	6,6333	9,2923
Max	0,3000	0,8250	0,9800	1,6100	1,3800	9,8700	12,9000	17,5000	0,2210	0,4000	0,6389	6,6667	1,0800	14,2000	0,6100	9,4700	13,9400
RQ	0,0570	0,1830	0,2340	0,3971	0,3060	1,1336	2,0585	8,7613	0,0213	0,0805	0,2388	0,5240	0,2360	0,9240	0,1300	5,2183	6,3498

Fuente: Elaboración propia

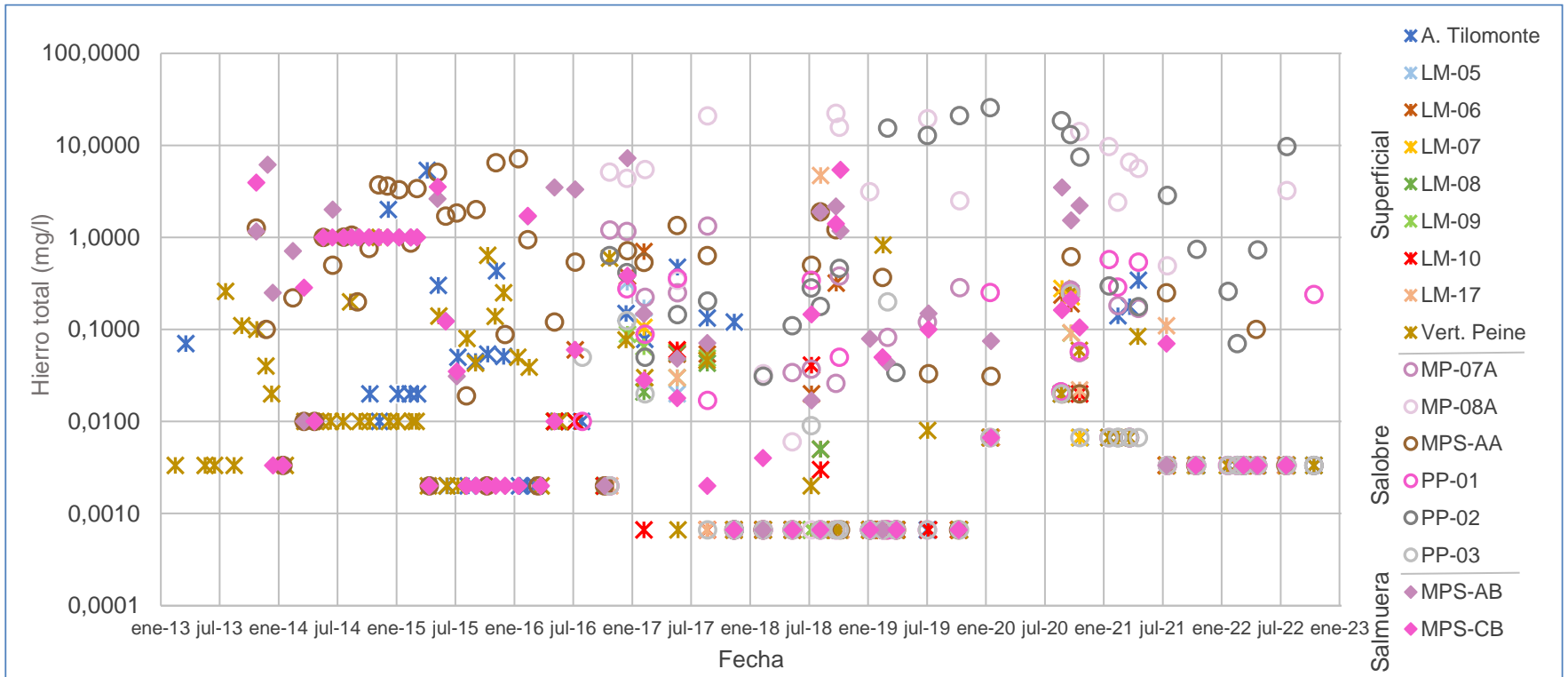
Figura 5-184 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	53	13	17	24	17	26	24	13	70	34	28	57	34	34	34	57	56
Min	7,4	0,2	0,2	0,2	37,4	0,2	0,2	24,9	5,8	8,4	8,2	31,7	25,4	45,0	20,2	58,4	134,0
P25	9,4	35,9	37,8	42,9	39,0	45,9	45,6	53,4	8,1	14,1	13,7	55,7	34,7	62,1	25,9	426,8	556,2
Mediana	10,2	39,1	42,5	53,0	45,2	56,8	58,2	169,0	9,0	15,3	14,9	69,6	40,6	78,3	27,8	578,0	665,2
P75	12,6	44,8	50,7	75,0	63,4	83,1	98,6	269,0	10,9	17,1	17,4	81,1	48,9	93,7	30,9	642,6	763,7
Max	69,5	81,5	104,0	126,0	114,0	161,0	167,0	529,4	68,5	76,5	58,0	445,0	71,0	130,5	85,0	1.140,7	971,5
RQ	3,2	8,9	12,9	32,1	24,4	37,2	53,0	215,6	2,8	3,0	3,7	25,4	14,2	31,6	5,0	215,8	207,5

Fuente: Elaboración propia

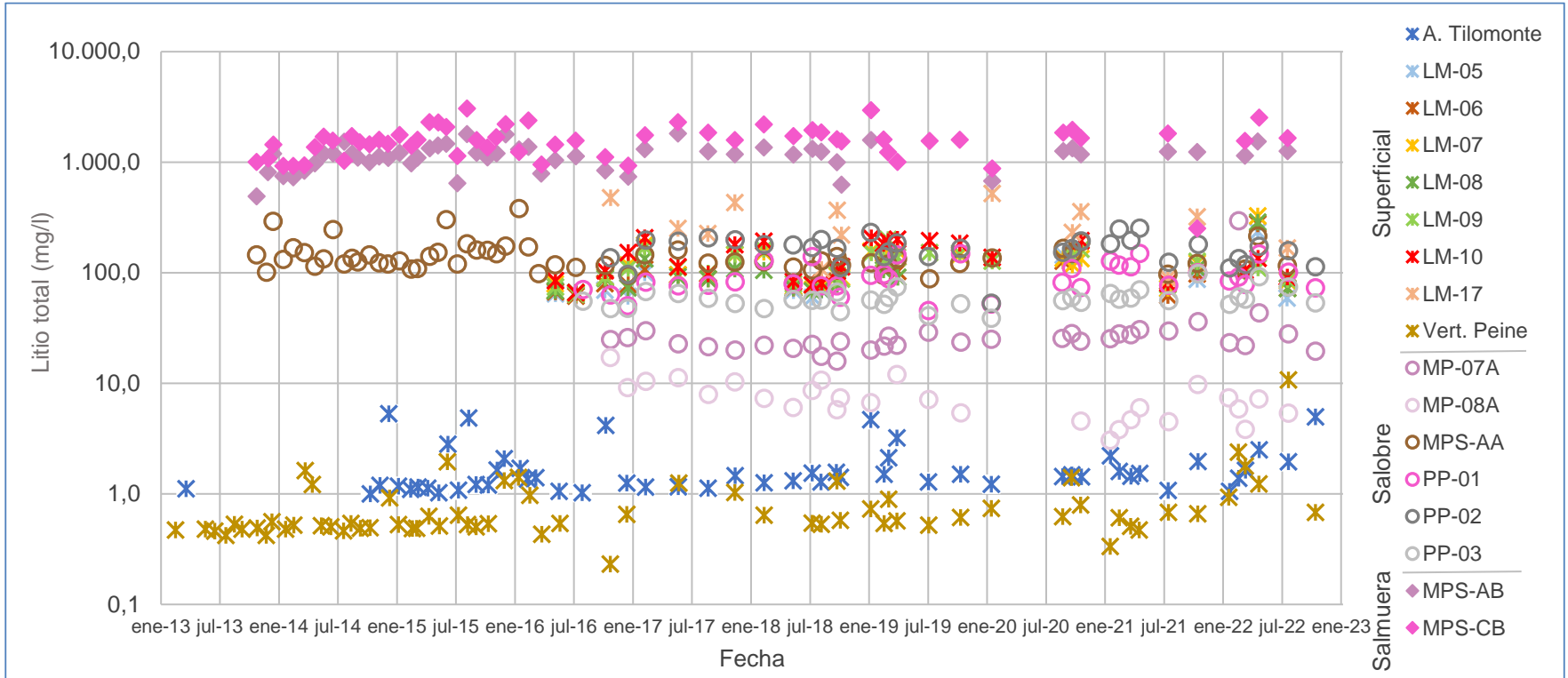
Figura 5-185 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	55	15	19	24	18	28	25	13	70	34	28	58	34	32	34	57	55
Min	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
P25	0,0020	0,0007	0,0033	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033	0,0007	0,0380	0,0007	0,0033	0,0020
Mediana	0,0067	0,0033	0,0100	0,0013	0,0027	0,0027	0,0007	0,0033	0,0100	0,0138	2,4550	0,2350	0,0033	0,2715	0,0033	0,1240	0,0350
P75	0,0700	0,0200	0,1900	0,0092	0,0100	0,0100	0,0050	0,0610	0,0470	0,1923	6,3275	1,0975	0,2428	6,3275	0,0067	1,0800	1,0000
Max	5,3280	0,3260	0,7030	0,2780	0,0560	0,0910	0,0600	4,7100	1,0000	1,3300	22,3000	7,1460	0,5760	25,6000	0,2470	7,2360	5,4100
RQ	0,0680	0,0193	0,1867	0,0085	0,0093	0,0093	0,0043	0,0603	0,0437	0,1890	6,3242	1,0942	0,2421	6,2895	0,0060	1,0767	0,9980

Fuente: Elaboración propia

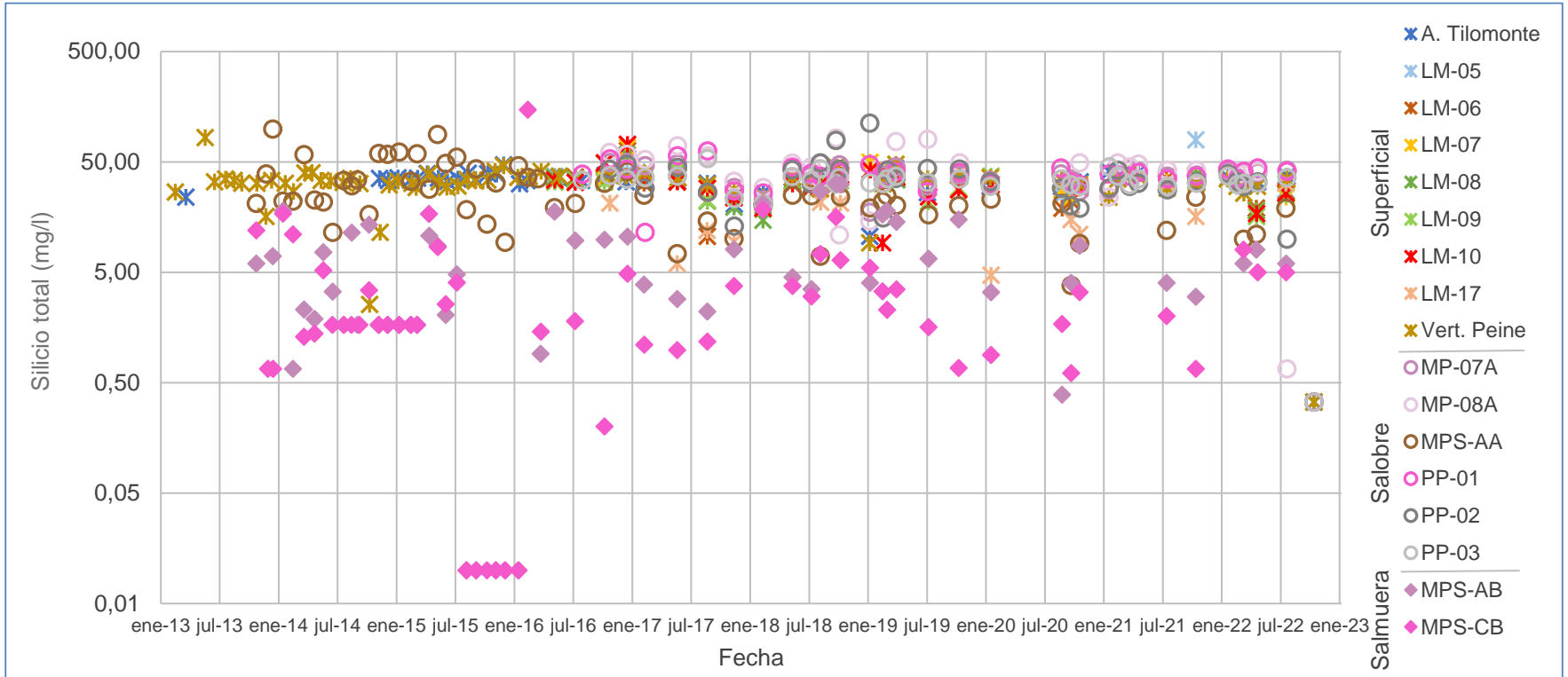
Figura 5-186 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	55	15	19	26	19	28	26	13	66	34	28	59	35	34	35	54	59
Min	1,0	58,8	61,5	64,6	66,3	63,5	65,9	89,1	0,2	15,8	3,1	88,1	45,4	53,1	38,8	489,0	251,9
P25	1,2	63,0	72,3	83,0	71,9	86,8	89,8	193,1	0,5	21,9	5,4	116,3	76,1	136,0	52,2	989,8	1.235,2
Mediana	1,4	69,4	83,1	114,1	88,7	110,7	123,8	251,0	0,6	24,4	7,2	128,0	82,4	167,5	56,6	1.191,0	1.584,0
P75	1,7	100,0	107,0	146,5	108,0	149,3	191,5	398,5	0,9	28,0	9,6	153,1	113,0	194,5	64,6	1.313,0	1.843,0
Max	5,3	234,9	275,6	325,0	286,3	199,0	207,0	519,0	10,7	294,8	17,1	380,6	149,0	252,0	97,9	1.812,0	3.045,7
RQ	0,5	37,0	34,7	63,5	36,1	62,5	101,7	205,4	0,4	6,1	4,2	36,8	36,9	58,5	12,4	323,2	607,8

Fuente: Elaboración propia

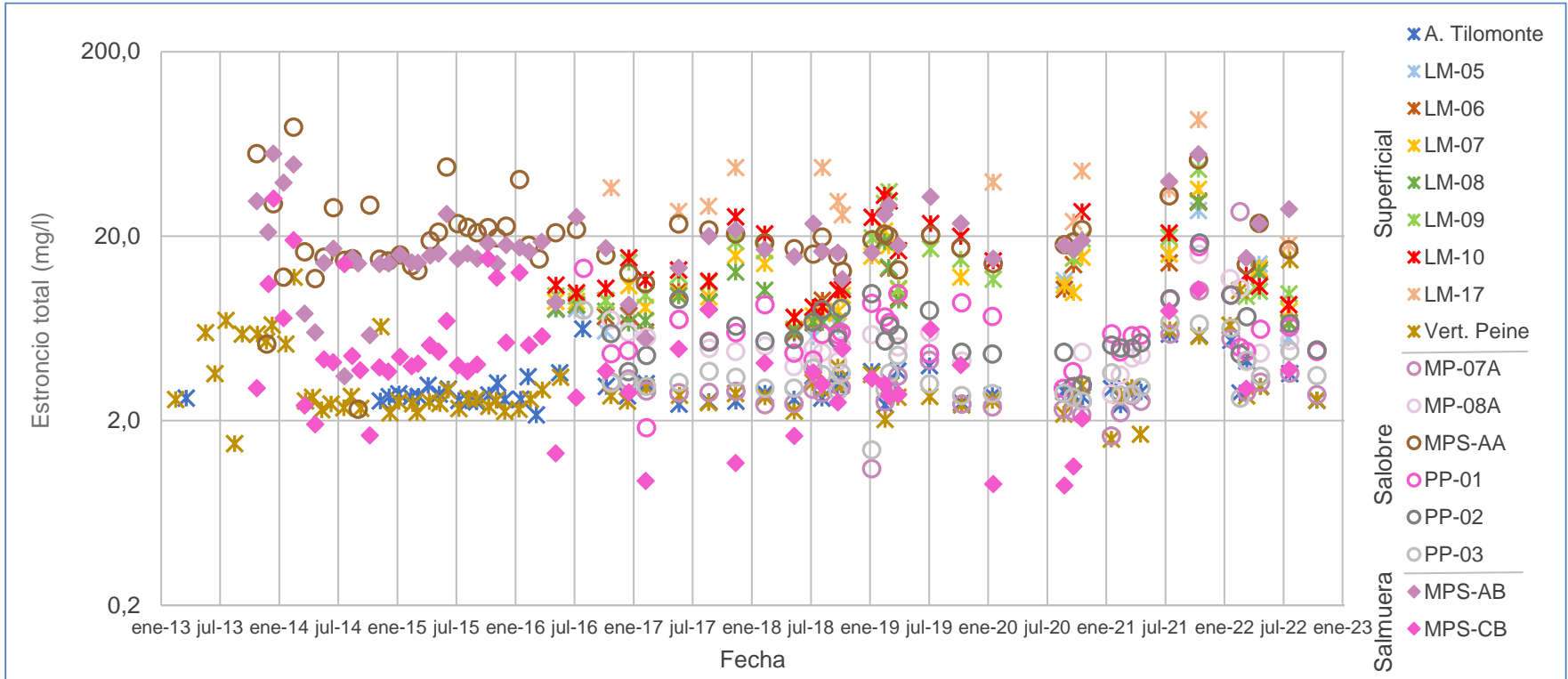
Figura 5-187 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	53	15	19	26	19	27	26	13	71	34	28	59	35	34	35	56	58
Min	0,33	19,00	10,60	18,00	14,80	16,00	9,25	4,70	0,33	0,33	0,67	3,80	0,33	0,33	0,33	0,01	0,01
P25	32,00	32,10	27,00	28,75	26,00	29,00	27,50	10,23	30,25	33,03	36,08	18,45	35,00	27,65	31,00	1,67	1,07
Mediana	34,30	33,54	33,30	33,90	34,40	32,70	31,75	16,00	34,00	38,50	45,00	23,00	39,00	33,00	34,20	4,25	1,68
P75	38,20	40,70	35,90	37,40	38,40	35,00	36,78	26,75	36,98	43,13	55,78	35,21	42,90	42,70	36,90	10,37	5,00
Max	47,07	79,00	63,19	67,34	57,69	42,30	72,11	35,20	83,00	49,22	82,10	99,00	62,90	112,00	53,60	31,60	148,53
RQ	6,20	8,60	8,90	8,65	12,40	6,00	9,28	16,52	6,73	10,10	19,70	16,76	7,90	15,05	5,90	8,70	3,93

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-188 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



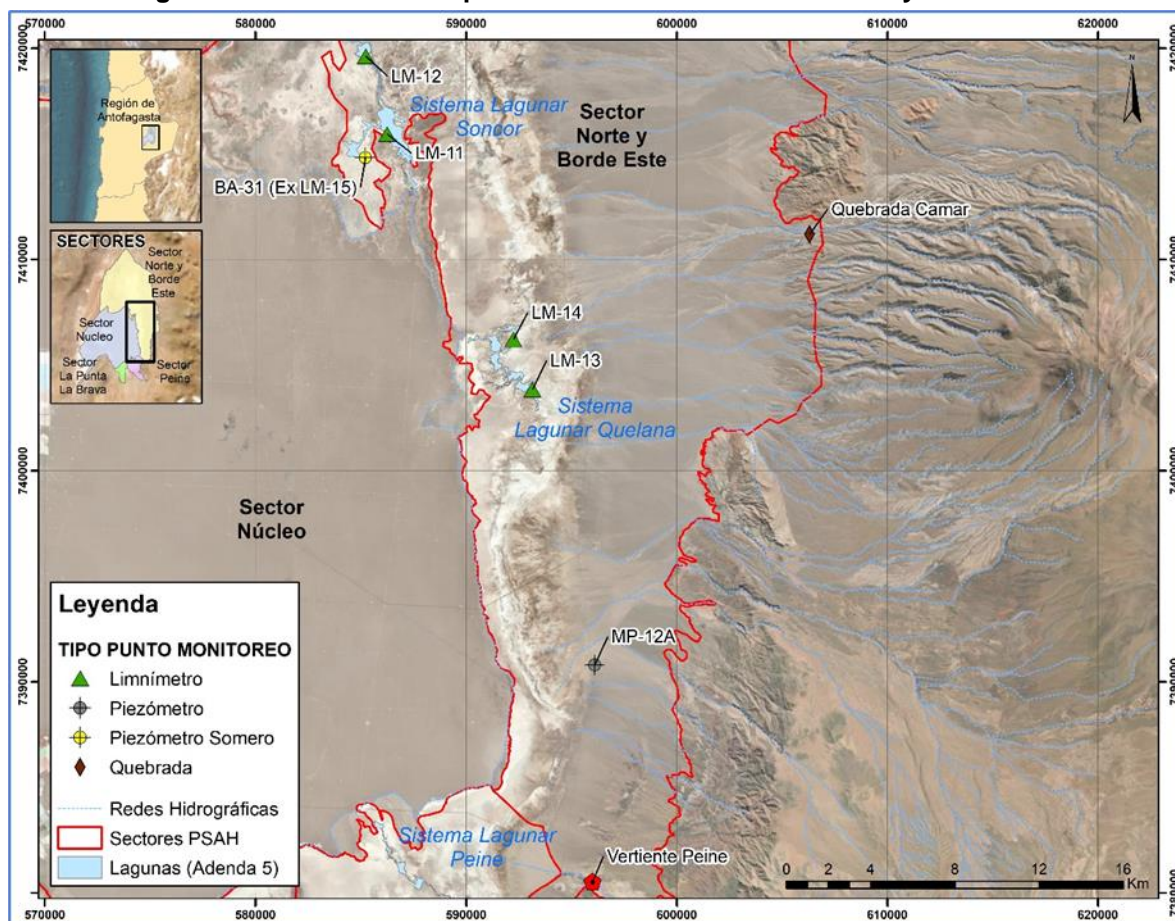
	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	54	15	19	26	19	28	26	13	70	34	28	59	35	34	35	59	59
Min	2,1	5,6	6,0	6,3	6,2	7,3	7,3	18,0	1,5	1,1	2,8	2,3	1,8	0,1	1,4	3,5	0,0
P25	2,6	6,1	6,9	8,7	6,9	9,5	10,3	26,7	2,5	2,5	4,4	15,0	4,7	4,7	2,8	14,3	2,7
Mediana	2,8	7,3	8,8	10,1	8,5	11,5	12,7	35,9	2,7	2,9	5,0	18,6	5,9	5,5	3,2	16,5	4,0
P75	3,3	11,5	13,2	15,5	12,7	18,3	21,5	46,1	3,5	3,3	6,0	22,3	7,3	7,5	3,7	23,4	5,3
Max	6,3	27,5	30,9	35,9	30,5	46,1	33,3	85,4	14,9	27,1	15,9	78,0	17,5	18,4	8,0	56,0	32,0
RQ	0,7	5,4	6,3	6,8	5,8	8,8	11,2	19,4	1,0	0,8	1,6	7,3	2,6	2,8	0,9	9,1	2,6

Fuente: Elaboración propia

5.8.3 Sector Norte y Borde Este

La distribución de los puntos de monitoreo del sector Norte y Borde Este se presenta en la Figura 5-189.

Figura 5-189 Localización puntos de monitoreo Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Es relevante indicar que durante el 2022 no se pudo llevar a cabo el muestreo en algunos puntos debido a que no se contó con autorizaciones desde la CONAF y de la Comunidad para acceder a este sector (Tabla 5-50).

Parámetros Fisicoquímicos *in situ*

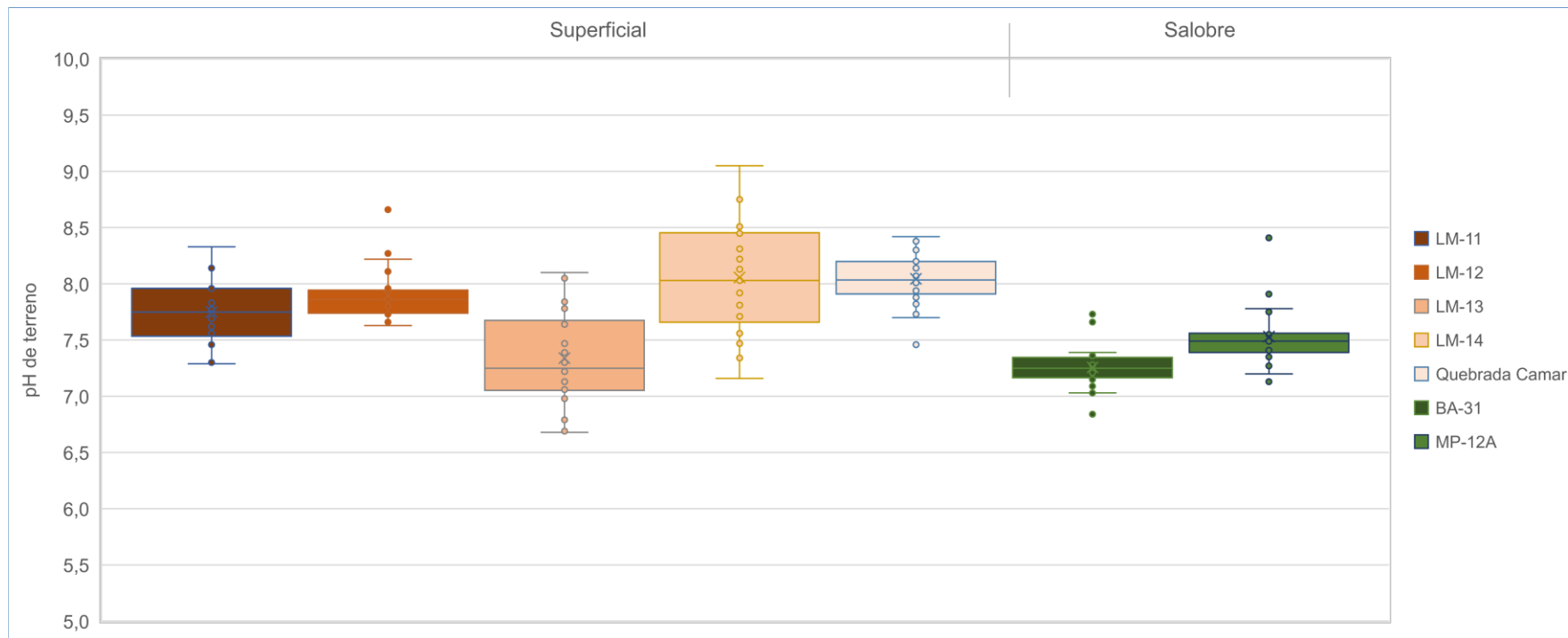
pH in situ

En la Figura 5-190 se presenta la variación del pH medido *in situ*, tanto para aguas superficiales, puntos LM, como para las aguas subterráneas salobres, MP-12A y BA-31.

En este sector no se aprecian diferencias significativas de pH entre aguas superficiales y subterráneas, por cuanto todas se presentan, en términos de las medianas, en el rango entre

7,3 (LM-13 y BA-31) y 8,0 (LM-14 y Quebrada Camar), tendiendo a presentar aguas neutras a básicas.

Figura 5-190 Diagrama de Caja, pH in situ histórico, Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	21	34
Min	7,29	7,63	6,68	7,16	7,46	6,84	7,13
P25	7,54	7,74	7,05	7,66	7,91	7,17	7,39
Mediana	7,75	7,86	7,25	8,03	8,04	7,25	7,49
P75	7,96	7,95	7,68	8,46	8,20	7,35	7,56
Max	8,33	8,66	8,10	9,05	8,42	7,73	8,41
RQ	0,42	0,21	0,63	0,80	0,29	0,18	0,17

Fuente: Elaboración propia

Conductividad Eléctrica *in situ*

A diferencia del pH, la Conductividad Eléctrica (CE) muestra una marcada diferencia entre las aguas de lagunas y de vertientes, e incluso con las aguas subterráneas (Figura 5-191).

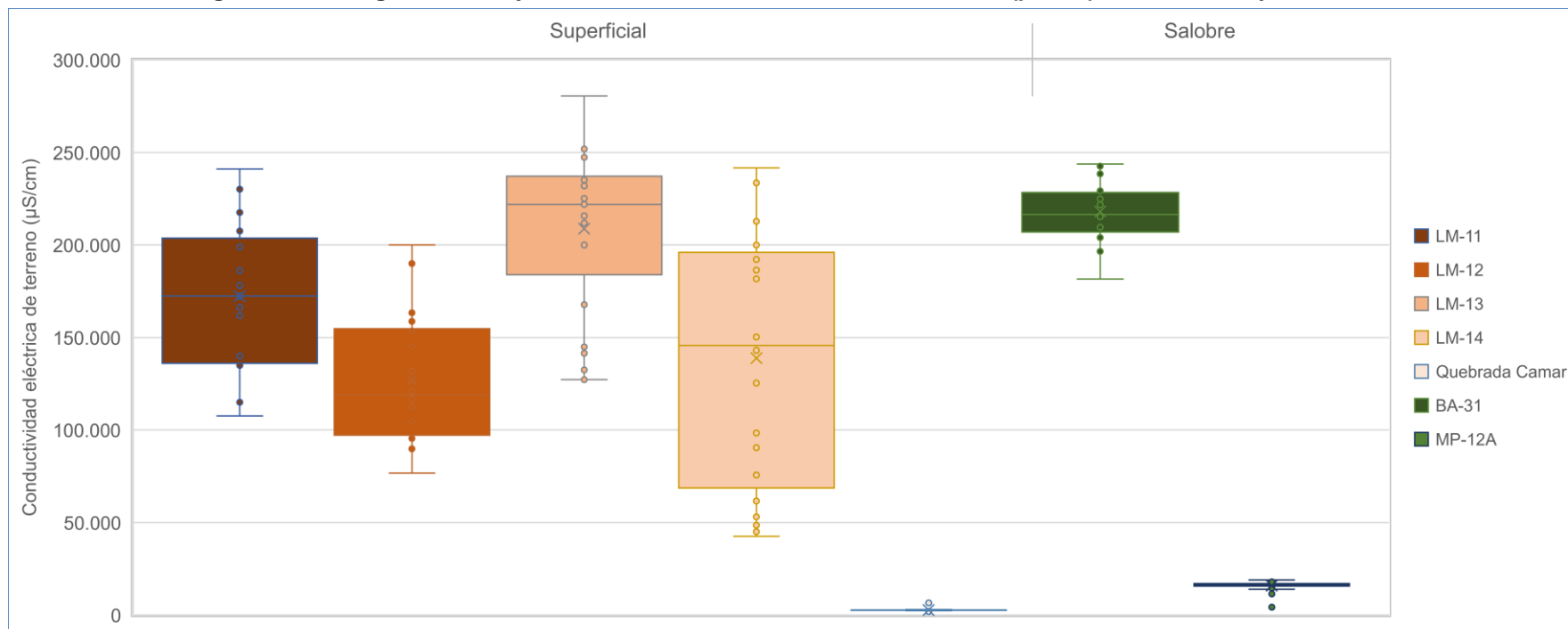
Los valores más altos de CE se registran en las lagunas (puntos LM-XX) con medianas variables entre 118.900 $\mu\text{S/cm}$ (LM-12) hasta los 221.900 $\mu\text{S/cm}$ (LM-13). Estas aguas, al presentar CE más altas con relación a las otras muestras en este sector, indican mayores contenidos de sales, lo que resulta ser concordante con el proceso de evaporación, el cual concentra las sales presentes en el agua, además de indicar que estos puntos se encuentran más cerca del Núcleo. Para la Quebrada Camar se tienen conductividades mucho menores, donde la mediana es de 2.579 $\mu\text{S/cm}$.

Para las muestras de agua subterránea somera (MP-12A) los valores son intermedios, aunque bajos, presentando una mediana de 16.290 $\mu\text{S/cm}$. En el pozo BA-31, sin embargo, se advierte un valor de mediana de 216.432 $\mu\text{S/cm}$, similar a las de las aguas lagunares (superficiales).

Sólidos Disueltos Totales *in situ*

El comportamiento de los sólidos disueltos totales representados en la Figura 5-192, es similar, como es de esperar dada su relación directa, al de la CE *in situ*. Las aguas de las lagunas presentan valores significativamente más altos que el de la Quebrada Camar. Como se aprecia en la gráfica de cajas, el rango de SDT *in situ* varía entre 32.821 mg/l (LM-14, valor mínimo de P25) y 122.850 mg/l (LM-13, valor máximo de P75) para las aguas de las lagunas, y entre 1.263 mg/l y 1.339 mg/l en la Quebrada Camar (P25 y P75, respectivamente). Los SDT de MP-12A son intermedios, aunque bajos, con valores entre 7.844 mg/l y 8.550 mg/l (P25 y P75, respectivamente). En BA-31 el valor de la mediana es 107.200 mg/l, valor comparable a las de las lagunas.

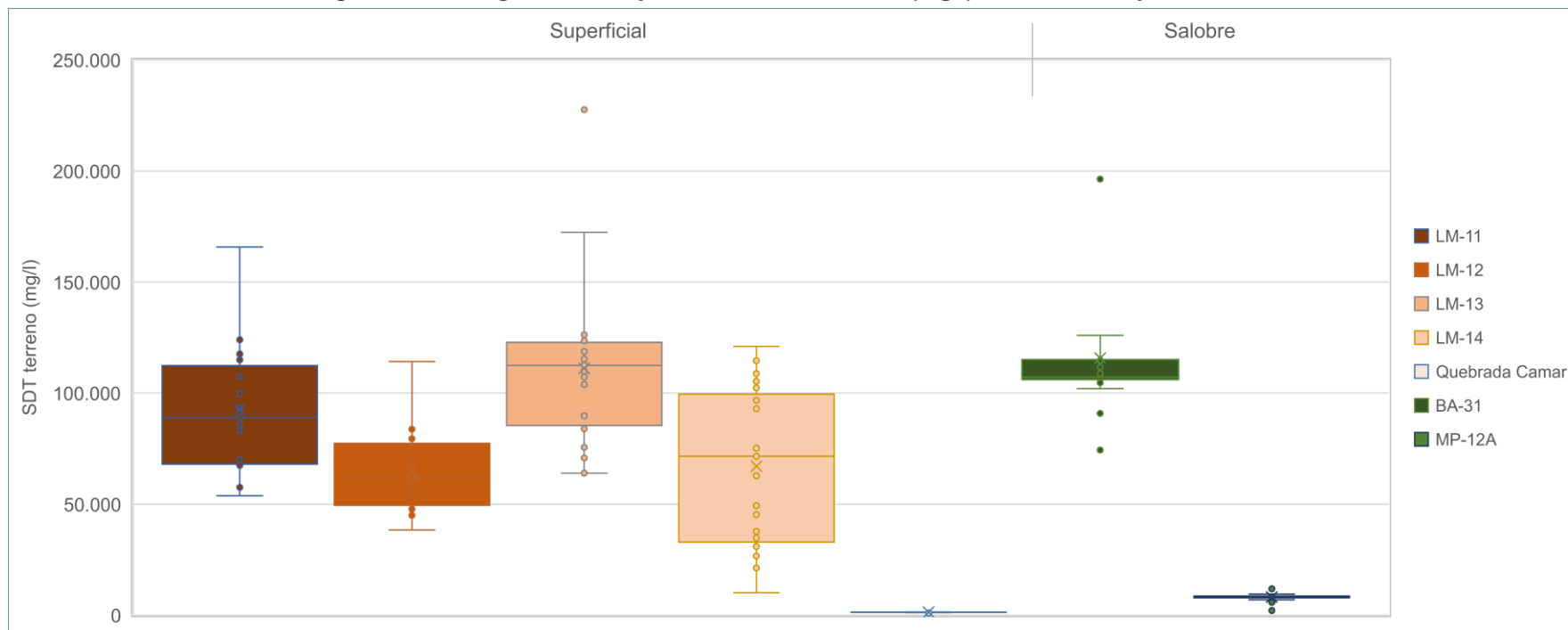
Figura 5-191 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica in situ histórico (µS/cm), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	17	20	25	25	46	21	33
Min	107.600	76.700	127.200	42.520	1.854	181.600	4.212
P25	136.000	97.158	183.850	68.625	2.517	207.050	15.582
Mediana	172.400	118.900	221.900	145.700	2.579	216.454	16.290
P75	203.750	154.750	237.100	196.050	2.691	228.400	16.949
Max	241.100	200.000	280.500	241.700	6.470	243.693	18.960
RQ	67.750	57.592	53.250	127.425	174	21.350	1.367

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-192 Diagrama de Caja, SDT *in situ* histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	17	20	24	25	46	21	33
Min	53.770	38.350	63.920	10.100	928	74.380	2.108
P25	67.995	49.423	85.335	32.821	1.263	106.000	7.844
Mediana	89.010	61.910	112.450	71.500	1.292	107.200	8.183
P75	112.350	77.380	122.850	99.535	1.339	115.100	8.550
Max	165.800	114.200	227.600	121.000	3.235	198.575	11.882
RQ	44.355	27.957	37.515	66.714	76	9.100	706

Fuente: Elaboración propia

Oxígeno Disuelto *in situ*

Los registros de oxígeno disuelto (O.D.) se entregan en la Figura 5-193 junto con los estadígrafos respectivos. Respecto de este parámetro cabe indicar que las mediciones se realizan en las lagunas a partir de diciembre de 2016, mientras que la Quebrada Camar posee registros desde 2013.

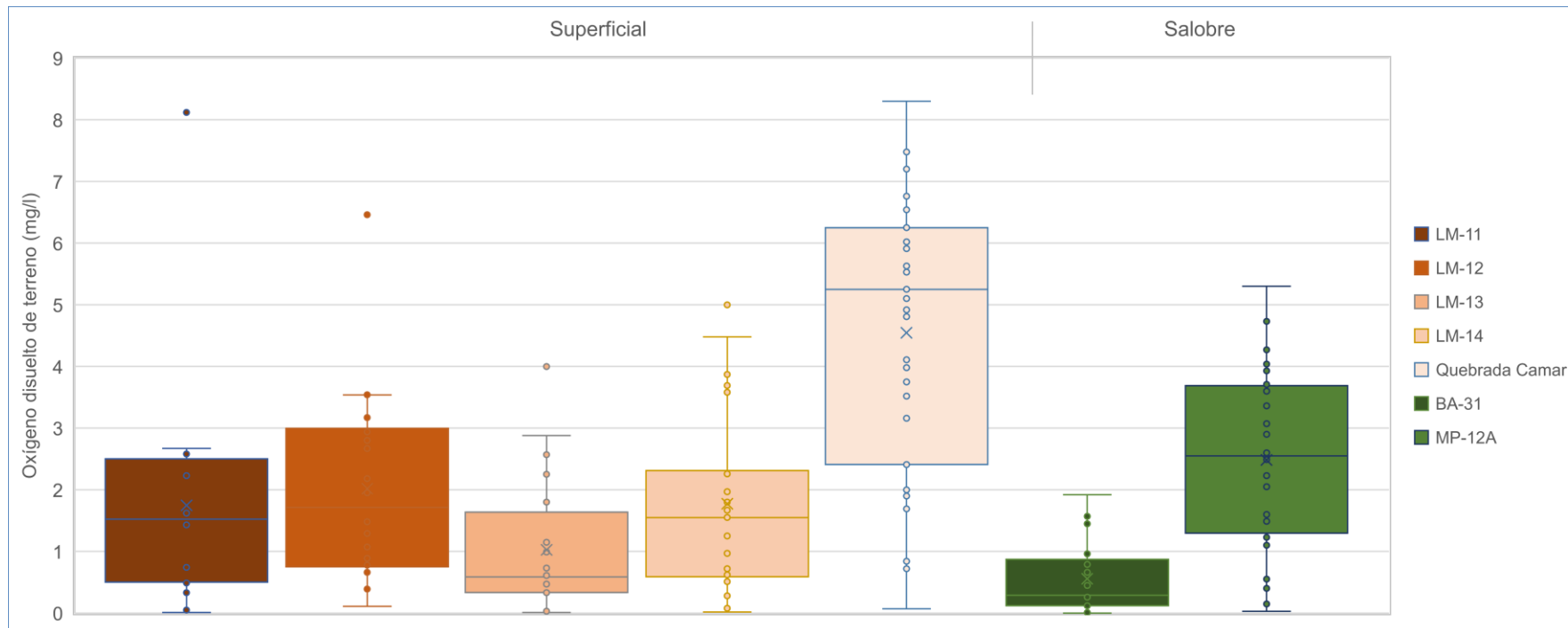
Para la Quebrada Camar, el oxígeno disuelto varía entre 0,07 mg/l y 8,3 mg/l, mostrando una gran dispersión entre los valores. En términos de los valores de las medianas, estas se encuentran en torno a 5 mg/l. Las lagunas presentan concentraciones en general por debajo de los 5 mg/l.

Para el pozo MP-12A, las concentraciones de O.D. varían entre 0,03 mg/l hasta los 5,3 mg/l. Las muestras obtenidas desde el pozo BA-31 tienen un valor de P75 de 0,87 mg/l.

Temperatura *in situ*

En cuanto a la temperatura del agua, se aprecia en la Figura 5-194 para el punto LM-14 considerando todo el registro, que los valores varían entre 12,6°C y los 34,9 °C; mientras que el resto de los puntos asociados a las lagunas presentan rangos entre los 9,4°C (LM-11) y 32,7°C (LM-13). Para la Quebrada Camar los valores van desde 16,9°C a 29,30°C. Para el pozo MP-12A, la mediana es de 23,15°C, mientras que en BA-31 esta es de 20,6°C.

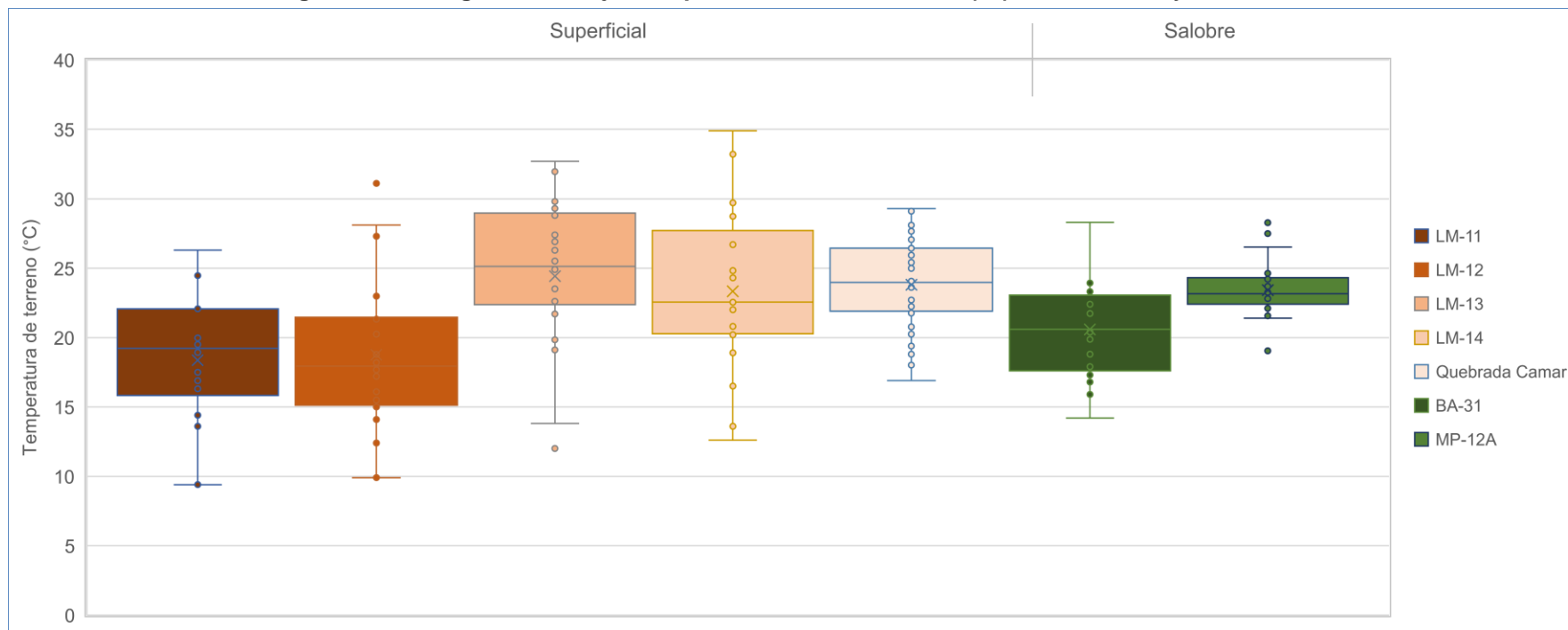
Figura 5-193 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. *in situ* histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	24	23	39	19	32
Min	0,01	0,11	0,01	0,02	0,07	0,00	0,03
P25	0,50	0,75	0,33	0,59	2,41	0,12	1,30
Mediana	1,53	1,72	0,59	1,55	5,25	0,29	2,55
P75	2,50	3,00	1,64	2,31	6,25	0,87	3,69
Max	8,12	6,46	4,00	5,00	8,30	1,92	5,30
RQ	2,00	2,25	1,31	1,72	3,84	0,75	2,39

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-194 Diagrama de Caja, Temperatura *in situ* histórico (°C), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	21	34
Min	9,40	9,90	12,00	12,60	16,90	14,20	19,04
P25	15,83	15,13	22,38	20,28	21,90	17,60	22,40
Mediana	19,21	17,94	25,13	22,55	23,98	20,60	23,15
P75	22,07	21,46	28,96	27,72	26,44	23,05	24,31
Max	26,30	31,10	32,70	34,90	29,30	28,30	28,28
RQ	6,24	6,33	6,58	7,44	4,54	5,45	1,91

Fuente: Elaboración propia

Variación Temporal de los parámetros

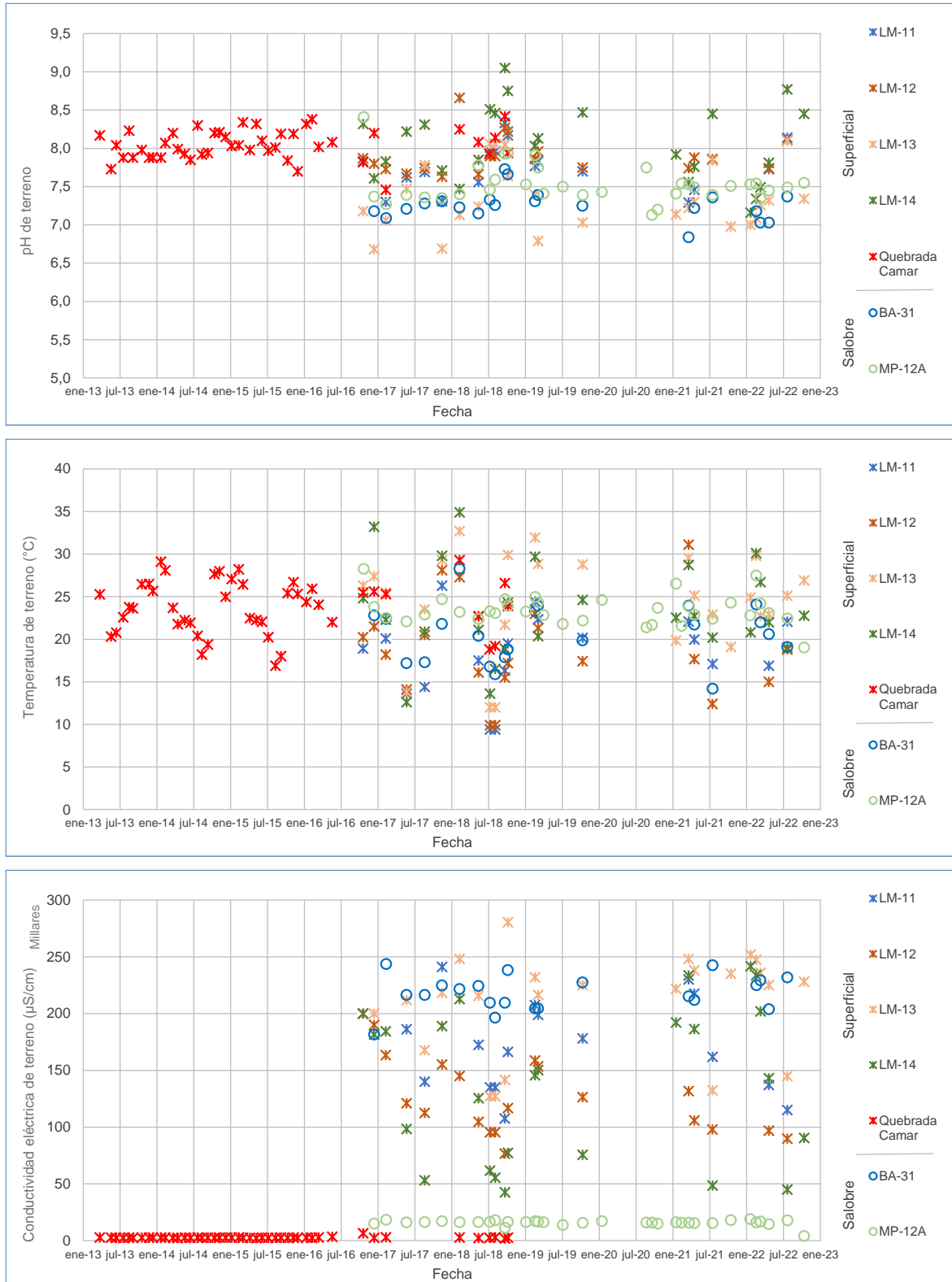
En la Figura 5-195 y Figura 5-196 se presenta la serie temporal para los parámetros in situ comprometidos, pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y sólidos disueltos totales, de los puntos del Sector Norte y Borde Este.

Las aguas superficiales, LM-11, LM-12, LM-13 y LM-14 presentan una tendencia de aguas neutras a básicas con conductividades intermedias a altas. Los pozos someros, en el caso de MP-12A, presenta en general muestras principalmente neutras y conductividades bajas y para el BA-31, el pH neutro y conductividades altas. El comportamiento de la Quebrada Camar presenta pH con tendencia básica y conductividades muy bajas, además de presentar un comportamiento estable en el tiempo no observándose ningún tipo de estacionalidad. En el caso de la temperatura, los registros de la Quebrada Camar muestran la estacionalidad con temperaturas máximas en los meses diciembre-febrero y mínimas en los meses junio-agosto, concordante con las épocas del año. El año 2022, los parámetros de pH, temperatura y CE se mantienen dentro de los rangos históricos.

En relación con los SDT, estos no muestran estacionalidad en el tiempo. Las aguas superficiales presentan valores altos concordantes, con la conductividad registrada para ellos, al igual que para el punto BA-31. La Quebrada Camar, con mediciones únicamente hasta octubre de 2018, presenta estabilidad durante sus registros históricos, con concentraciones bajas, típicamente bajo 1.400 mg/l. En el 2022, los valores de SDT se mantienen dentro de los rangos históricos.

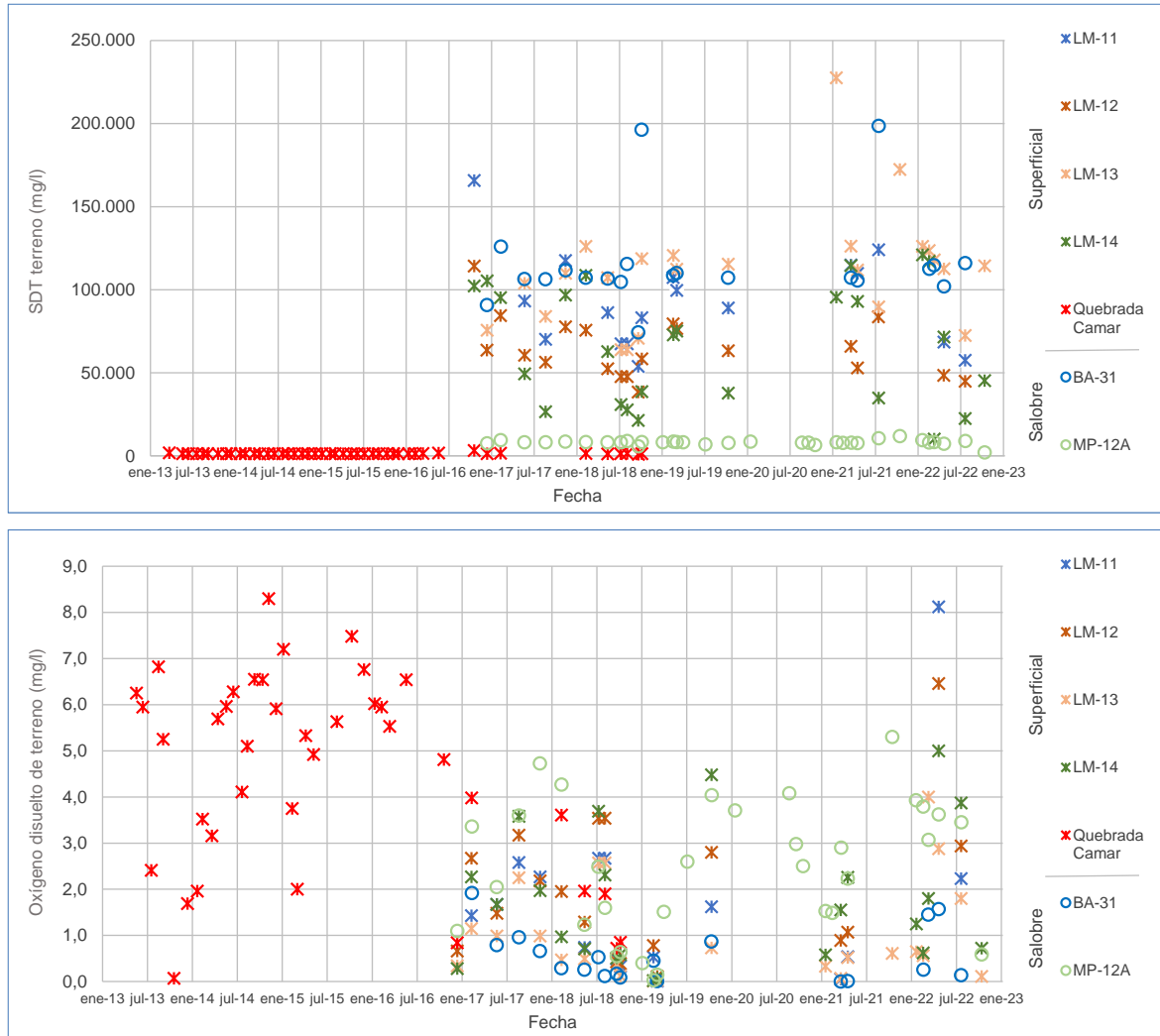
Para el caso del O.D. se observan históricamente registros dispersos para todos los puntos, no mostrando ningún tipo de tendencia. En el 2022, las concentraciones se mantienen dentro de los valores mínimos y máximos históricos, salvo en LM-11, LM-12 y LM-14 para las mediciones de abril.

Figura 5-195 Variación Temporal: pH, Temperatura y CE in situ, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-196 Variación Temporal: SDT y OD in situ, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Parámetros Físicoquímicos en laboratorio

pH de Laboratorio

Los resultados de pH medidos en laboratorio se entregan en la Figura 5-197. Éstos presentan la misma variabilidad que las mediciones de pH *in situ*, aunque son levemente mayores en magnitud.

Los valores de pH varían entre 7,4 y 8,1 de mediana para las aguas de las lagunas, mientras que para las aguas subterráneas someras (BA-31 y MP-12A), esta variación es más acotada, entre 7,3 y 7,7, por lo que estas aguas tienen la tendencia a ser neutras a básicas. Para Quebrada Camar el pH de laboratorio alcanza un valor de mediana de 8,2 siendo así básicas.

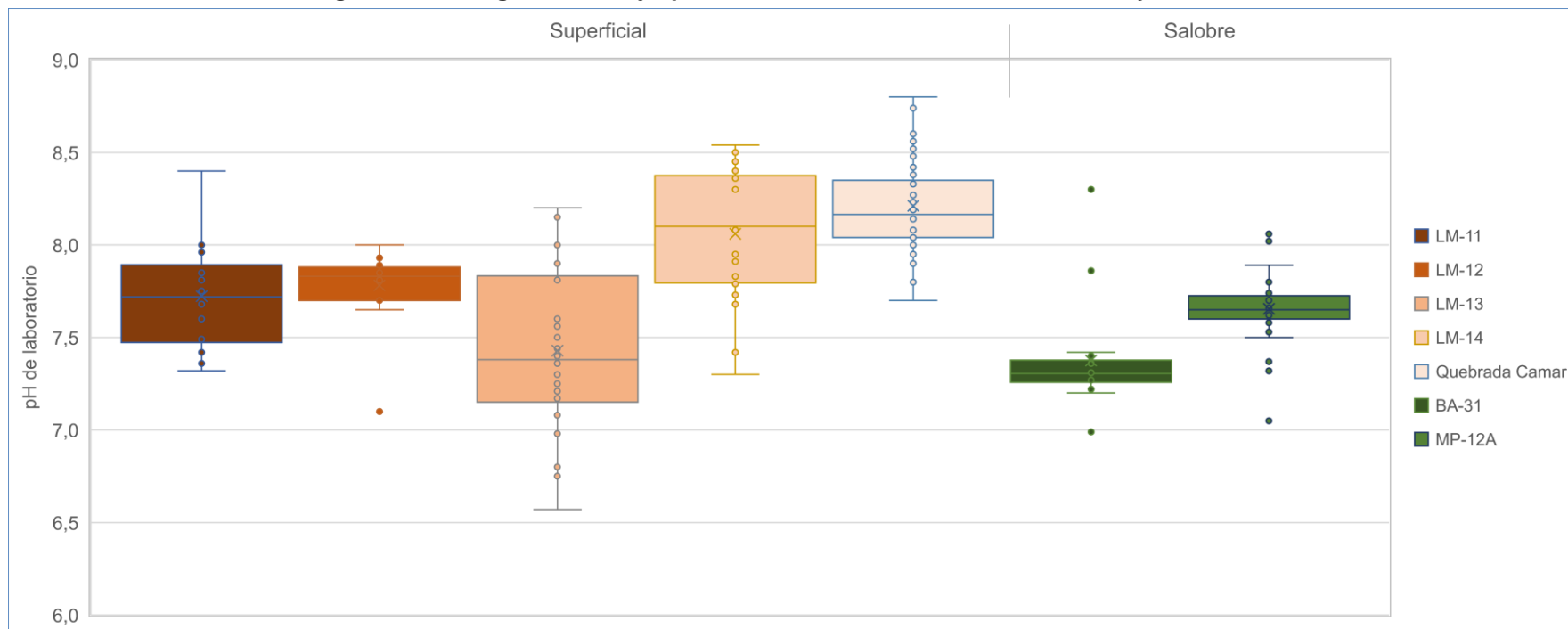
Conductividad Eléctrica de Laboratorio

La Figura 5-198 presentan los resultados de laboratorio de CE, los que en general son ligeramente más altos que las mediciones *in situ*, pero en el mismo orden de magnitud.

Las aguas de las lagunas muestran mayor variabilidad y altos valores de CE, con valores de mediana entre 117.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 228.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para LM-12 y LM-13, respectivamente. Las aguas de Quebrada Camar tiene la menor mediana, alcanzando los 2.600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Las aguas salobres difieren entre sí, con valores de CE para BA-31 similares a los de las lagunas (mediana de 226.300 $\mu\text{S}/\text{cm}$), mientras que el pozo MP-12A presenta valores intermedios que alcanzan una mediana de 16.342 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Lo que se presenta tanto en los datos de laboratorio como en terreno es que las aguas de las lagunas tienen conductividades eléctricas mayores que la de las aguas superficiales (Quebrada Camar), lo que es concordante con la exposición al proceso de evaporación.

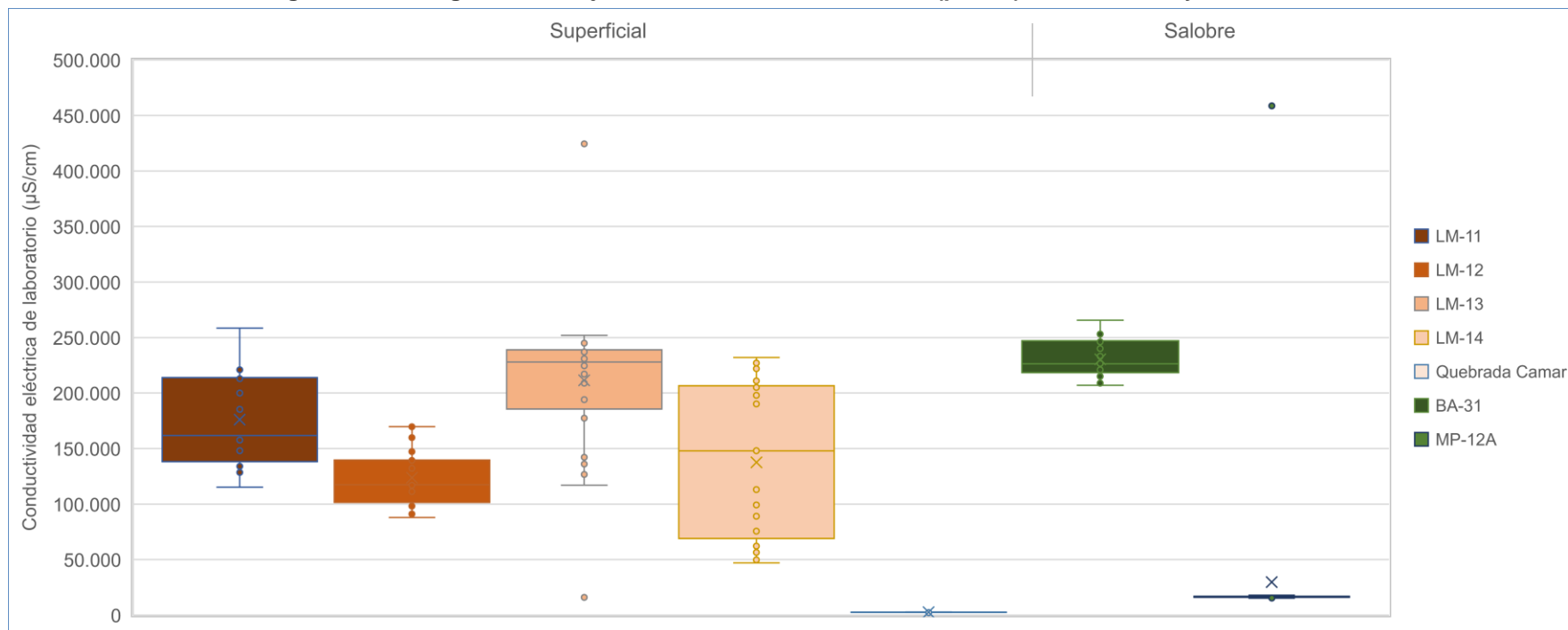
Figura 5-197 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico, Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	19	26	25	46	18	34
Min	7,32	7,10	6,57	7,30	7,70	6,99	7,05
P25	7,47	7,70	7,15	7,80	8,04	7,26	7,60
Mediana	7,72	7,83	7,38	8,10	8,17	7,31	7,65
P75	7,89	7,88	7,83	8,38	8,35	7,38	7,73
Max	8,40	8,00	8,20	8,54	8,80	8,30	8,06
RQ	0,42	0,18	0,68	0,58	0,31	0,12	0,13

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-198 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico (µS/cm), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	17	20	25	25	46	18	34
Min	115.127	87.981	15.960	47.050	2.290	207.000	15.220
P25	138.153	101.487	185.700	68.900	2.530	218.426	16.123
Mediana	161.800	117.500	228.000	148.000	2.600	226.300	16.342
P75	213.950	139.700	238.895	206.500	2.662	247.075	16.910
Max	258.400	169.800	424.506	231.974	3.180	265.600	458.600
RQ	75.797	38.213	53.195	137.600	132	28.649	787

Fuente: Elaboración propia

Sólidos Disueltos Totales de Laboratorio

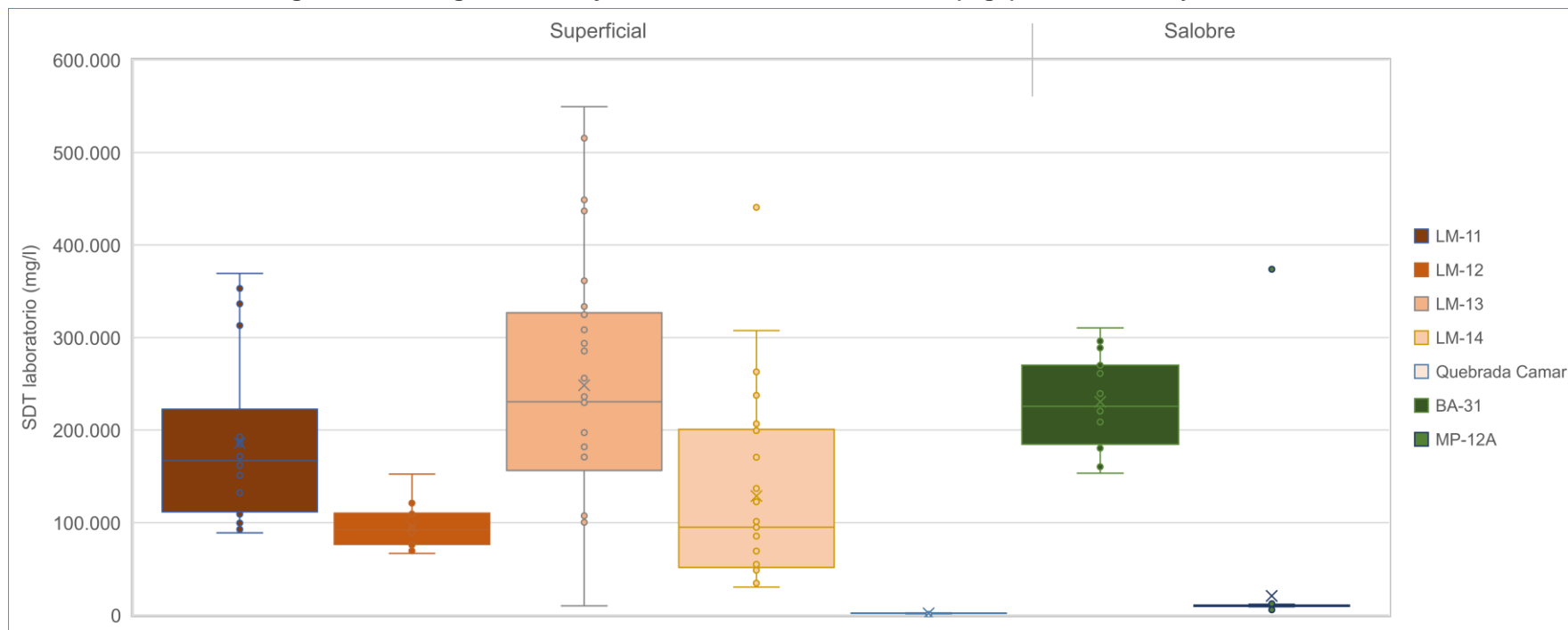
Los valores de SDT se observan en la gráfica presentada en la Figura 5-199. De los resultados obtenidos para este sector se observa que el comportamiento de los registros de SDT es muy similar a los de CE, dada la relación existente entre estos parámetros.

Los valores de SDT de las muestras lagunares son mayores que los de Quebrada Camar, donde para este último la mediana es de 1.988 mg/l, mientras que para las lagunas las medianas varían entre 92.200 mg/l (LM-12) y 230.677 mg/l (LM-13). Para las aguas salobres, en BA-31 la mediana es de 225.617 mg/l, mientras que en MP-12A es de 9.915 mg/l.

Densidad

Las mediciones de densidad se presentan en la Figura 5-200. Los rangos varían entre los puntos de las lagunas y las aguas salobres. Para Quebrada Camar, la mediana es de 1,000 g/ml, muy parecida a la alcanzada en MP-12A (1,005 g/ml). Por otro lado, las muestras de las lagunas tienen medianas que varían entre los 1,060 g/ml (LM-12) hasta los 1,185 g/ml (LM-13). Las aguas obtenidas desde el pozo BA-31 tienen valores de densidad dentro del rango de las muestras de LM-13, alcanzando una mediana de 1,160 g/ml. De manera general, los valores de densidades, mayores en las lagunas que en la muestra Quebrada Camar, resulta concordante con lo mostrado por la conductividad eléctrica, y con el proceso de evaporación a las cuales se ven expuestas las primeras.

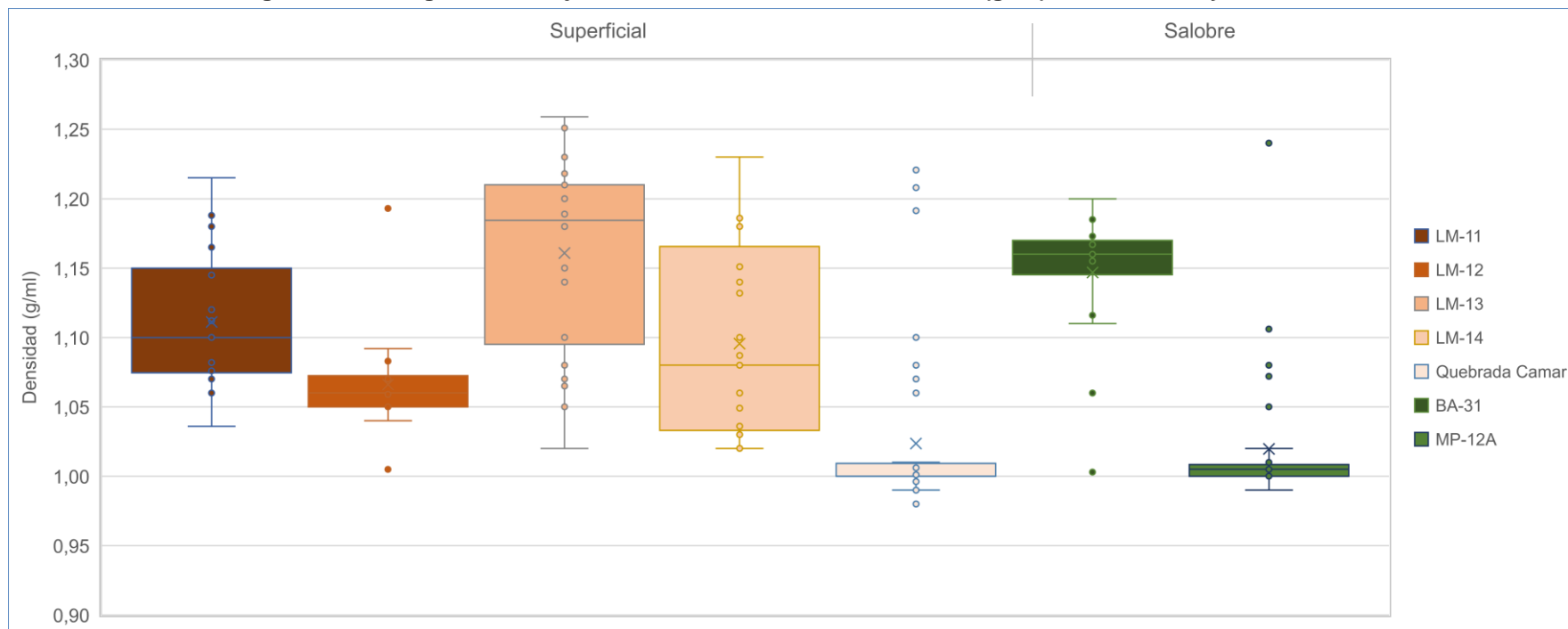
Figura 5-199 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	18	34
Min	88.960	66.710	10.060	30.300	928	153.360	5.733
P25	111.513	76.470	156.187	51.634	1.863	184.640	9.603
Mediana	166.750	92.200	230.677	95.000	1.988	225.617	9.915
P75	222.573	110.200	326.867	200.810	2.137	270.190	10.633
Max	369.320	152.300	549.500	440.660	4.548	310.400	373.710
RQ	111.060	33.730	170.680	149.176	274	85.550	1.030

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-200 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/ml), Sector Norte y Borde Este



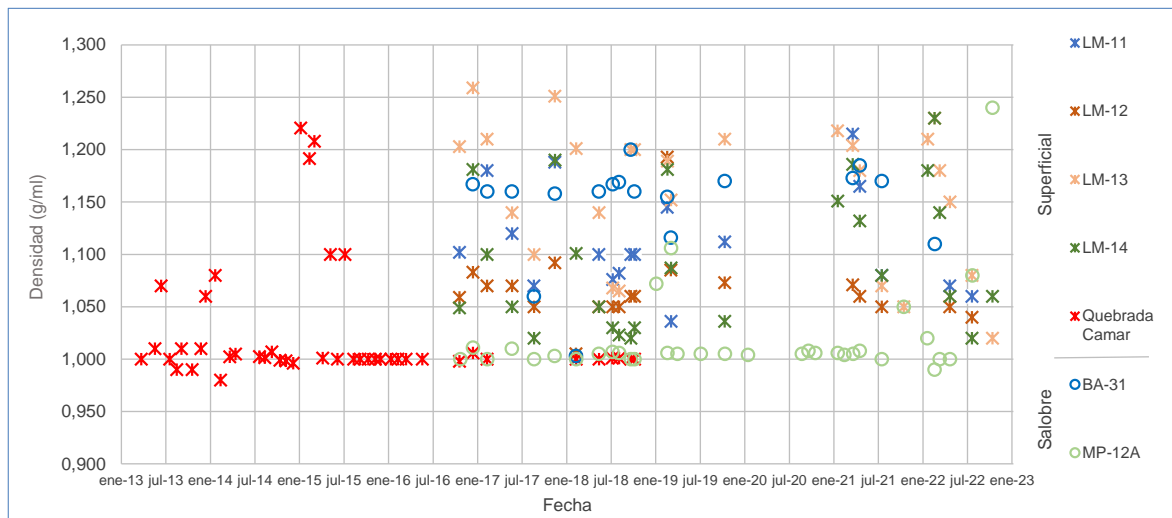
	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	44	18	34
Min	1,036	1,005	1,020	1,020	0,980	1,003	0,990
P25	1,075	1,050	1,095	1,033	1,000	1,145	1,000
Mediana	1,100	1,060	1,185	1,080	1,000	1,160	1,005
P75	1,150	1,073	1,210	1,166	1,009	1,170	1,009
Max	1,215	1,193	1,259	1,230	1,221	1,200	1,240
RQ	0,075	0,023	0,115	0,133	0,009	0,025	0,009

Fuente: Elaboración propia

Variación Temporal de los parámetros

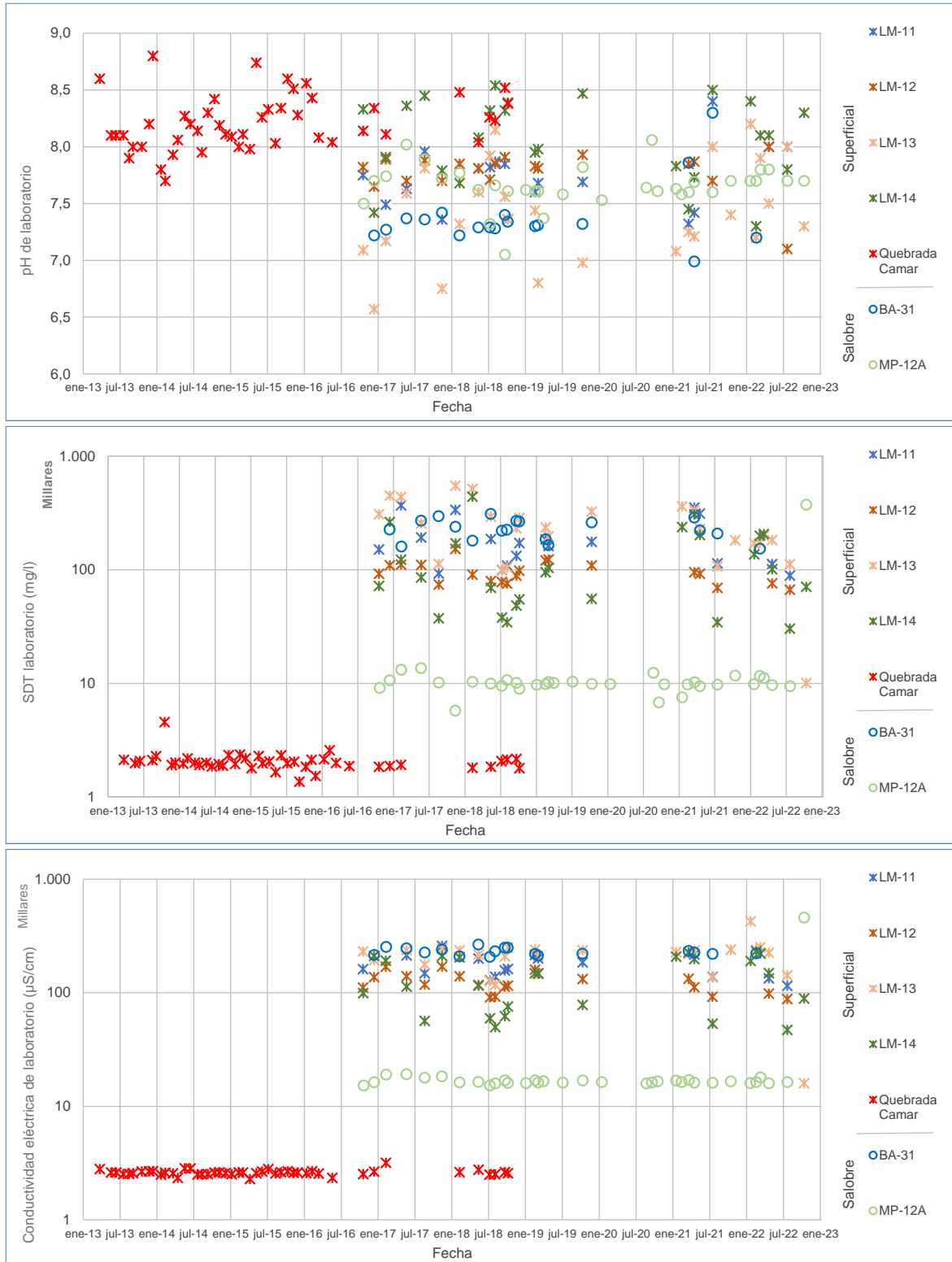
En la Figura 5-201 y Figura 5-202 se presenta la variación temporal de los valores de los parámetros fisicoquímicos analizados en laboratorio, donde se aprecia que las mediciones de 2022 se mantienen dentro de la variación natural observada en el registro histórico, salvo la medición de octubre en MP-12A (máximo histórico) y LM-13 (mínimo histórico), para la densidad, SDT y conductividad eléctrica (es probable que el laboratorio haya intercambiado por error estas muestras).

Figura 5-201 Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-202 Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Elementos Mayoritarios Disueltos

Aniones mayores

Los elementos mayoritarios disueltos se presentan en la Figura 5-203 a Figura 5-206. Los aniones que se analizan corresponden a cloruros (Cl⁻), sulfatos (SO₄²⁻), bicarbonatos (HCO₃⁻) y nitratos (NO₃⁻), mostrados junto con sus estadígrafos.

Entre los aniones mayoritarios analizados, los cloruros son los predominantes, particularmente en las muestras de agua de las lagunas, lo que es totalmente concordante con la ubicación de estos puntos.

Las concentraciones de cloruro presentes en las muestras de las aguas de las lagunas son más altas comparadas con las aguas superficiales (Quebrada Camar). Esto resulta ser concordante con el comportamiento mostrado por la conductividad eléctrica. Si se observan los estadígrafos, las lagunas presentan valores de medianas de 49.472 mg/l en LM-14 hasta 161.178 mg/l en LM-13, mientras que los datos de Quebrada Camar se caracterizan por una mediana de 260 mg/l. Para el punto BA-31, los valores son relativamente altos, con una mediana de 131.659 mg/l, debido a su ubicación cerca del Núcleo. En MP-12A, los valores no varían mayormente, con una mediana de 5.336 mg/l. Los datos del año 2022 caen dentro del rango histórico de mediciones, salvo las del mes de octubre en MP12A y LM-13, las que, de acuerdo con los valores registrados, parecen haber sido intercambiadas por error por la ETFA a cargo de los monitoreos.

En cuanto a la concentración de bicarbonatos, las aguas de Quebrada Camar muestran una mediana de 545 mg/l. El punto MP-12A se presenta estable en el 2022, salvo para la medición de octubre, alcanzando una mediana de 251 mg/l. Las concentraciones en las aguas de las lagunas muestran variabilidad en los datos, con valor de P25 mínimo de 417 mg/l (LM-14), hasta valores máximos de P75 de 1.676 mg/l (en LM-13). Los datos del año 2022 presentan mínimos de concentración en el mes de julio que se pueden considerar atípicos para LM-11 y LM-12, los que se suman a los de las muestras MP-12A y LM-13, donde las concentraciones de octubre dan indicios de que las muestras pueden haber sido intercambiadas por la ETFA.

Para los nitratos disueltos, es posible indicar que, entre los puntos de las lagunas, LM-13 es aquel que presenta el valor de mediana más alto, con 5,40 mg/l. Para los otros puntos LM-XX, la mediana de concentraciones varía entre 2,21 mg/l (LM-12) a 5,40 mg/l (LM-13). Las muestras obtenidas de BA-31, sin embargo, presentan una mediana de 5,58 mg/l. MP-12A presenta una mediana de 3,32 mg/l. Los datos de 2022 se circunscriben dentro de los históricos.

De la misma manera que los cloruros las lagunas presentan concentraciones de sulfato más altas respecto de la Quebrada Camar. Para las lagunas, las medianas varían desde 7.883 mg/l (LM-12) hasta 12.904 mg/l (LM-13), mientras que en Quebrada Camar la mediana es de 684 mg/l. La mediana de concentraciones en MP-12A es cercana a la registrada en Quebrada Camar, con un valor de 502 mg/l. En BA-31, la mediana es comparable a la alcanzada en las lagunas, con una mediana de 18.269 mg/l. En el 2022 los valores se comportan dentro de la variabilidad natural histórica, salvo para MP-12A y LM-13 (muestras parecen haber sido intercambiadas).

Cationes mayores

Los cationes que se analizan corresponden a calcio (Ca^{2+}), potasio (K^+), magnesio (Mg^{2+}) y sodio (Na^+) y, cuya variación en el tiempo se presenta en la Figura 5-207 a Figura 5-211.

Una característica común a los cuatro cationes considerados y que también se observa en los aniones es que las lagunas presentan las mayores concentraciones, mientras que las muestras de Quebrada Camar presentan valores semejantes a las concentraciones de las aguas subterráneas someras (MP-12A).

Para el calcio disuelto (Figura 5-207 y Figura 5-208), existen máximos de concentración que se consideran erróneos en el año 2022, en los meses de enero para LM-13 y LM-14, y en febrero para LM-13. Tomando en cuenta el registro histórico, las aguas de las lagunas varían desde medianas de 483 mg/l (LM-14) hasta 965 mg/l (LM-11), mientras que las muestras de Quebrada Camar y MP-12A la mediana es de 130 mg/l y 148 mg/l, respectivamente. En BA-31, la mediana es de 582 mg/l. La variación temporal del calcio es estable sin evidencia de comportamiento estacional, dentro de los rangos históricos, salvo los máximos de concentración ya mencionados y valores mínimos en LM-14 y LM-13 en julio y octubre, respectivamente.

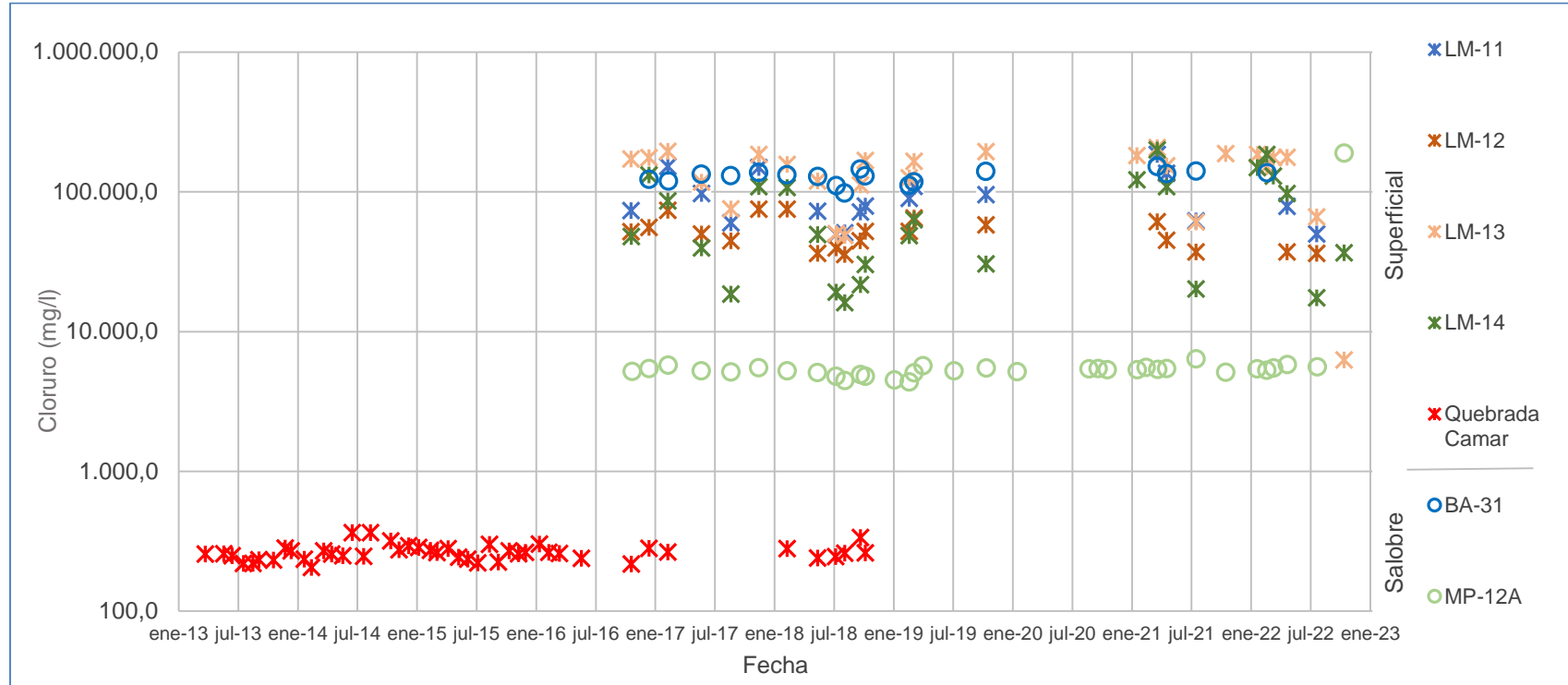
Las muestras de MP-12A para potasio se comportan dentro de la variabilidad natural histórica, salvo en enero de 2022 (mínimo histórico) y octubre de 2022 (máximo histórico). Para este punto, la mediana es de 489 mg/l. Estos valores están por debajo de las concentraciones medidas en las muestras de las lagunas y BA-31, las cuales tienen medianas que varían entre 3.843 mg/l (LM-12) a 14.216 mg/l (LM-13). Las muestras de Quebrada Camar son las que presentan las concentraciones más bajas, con una mediana de 18 mg/l.

Las concentraciones de magnesio muestran que las correspondientes a la Quebrada Camar y MP-12A son las más bajas del sector, con medianas de 126 mg/l para el primero, y de 214 mg/l para MP-12A. Las aguas lagunares, y las obtenidas desde el pozo BA-31 son las que presentan las mayores concentraciones de magnesio disuelto, con valores de mediana que van desde los 2.254 mg/l en LM-14, hasta los 6.472 mg/l en BA-31. Con respecto al presente

periodo de reporte, la medición de julio de 2022 se encuentra fuera de los rangos de variación del registro histórico, al igual que la de LM-13.

El sodio se comporta de manera similar al potasio, donde las muestras de MP-12A se sitúan en un rango intermedio entre las aguas lagunares (además de BA-31) y de las de Quebrada Camar. La mediana de sodio en MP-12A es de 2.783 mg/l. En Quebrada Camar la mediana es de 265 mg/l, mientras que las muestras superficiales (lagunas) y BA-31 varían entre 23.365 mg/l en LM-14 y 77.250 mg/l en LM-13. Salvo las muestras obtenidas desde MP-12A y LM-13 en octubre de 2022, el resto de las mediciones está acotada a la variación natural.

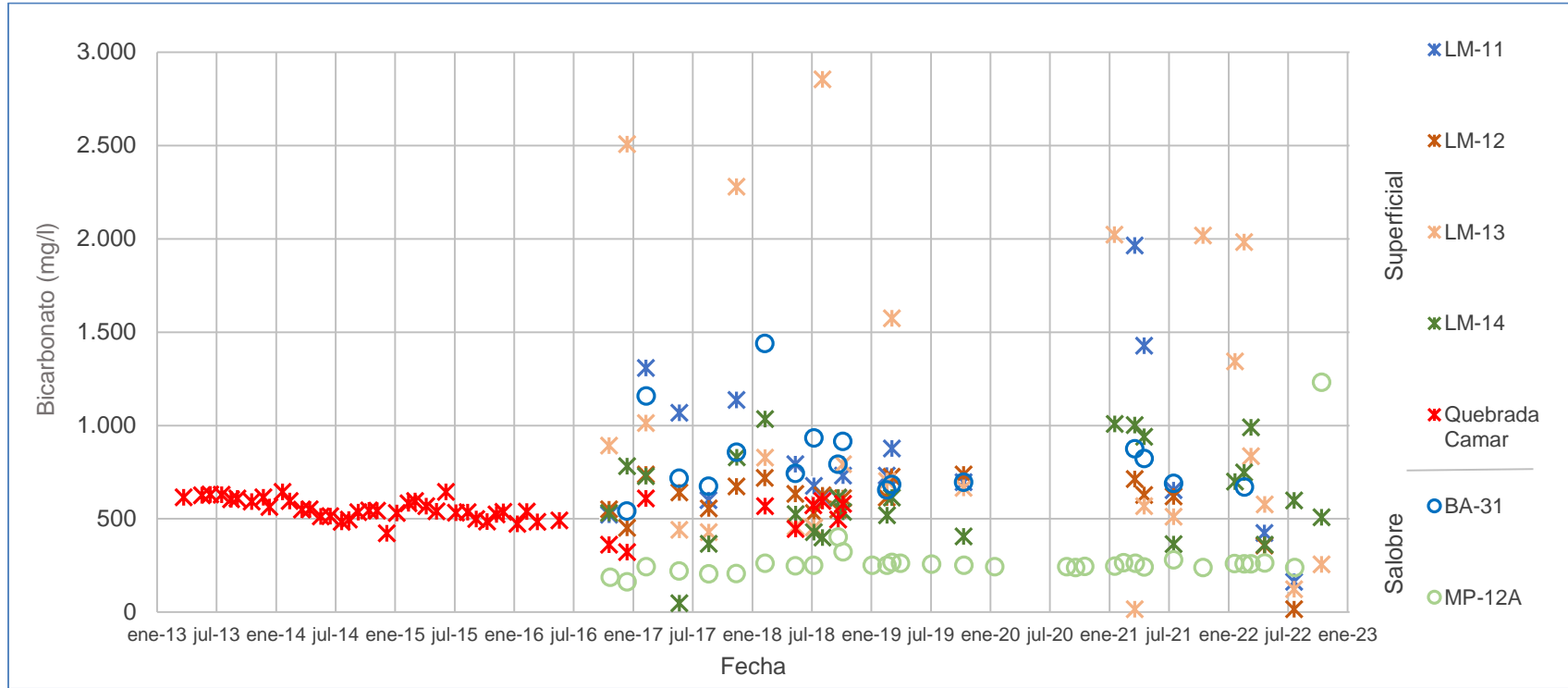
Figura 5-203 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	45	18	34
Min	49.735	35.589	6.258	16.095	205	98.170	4.374
P25	61.458	37.824	102.908	25.944	239	119.475	5.124
Mediana	79.014	50.974	161.178	49.472	260	131.659	5.336
P75	116.027	60.440	182.594	115.566	280	138.555	5.510
Max	184.943	75.259	207.436	199.938	365	152.453	190.105
RQ	54.569	22.616	79.686	89.622	41	19.080	386

Fuente: Elaboración propia

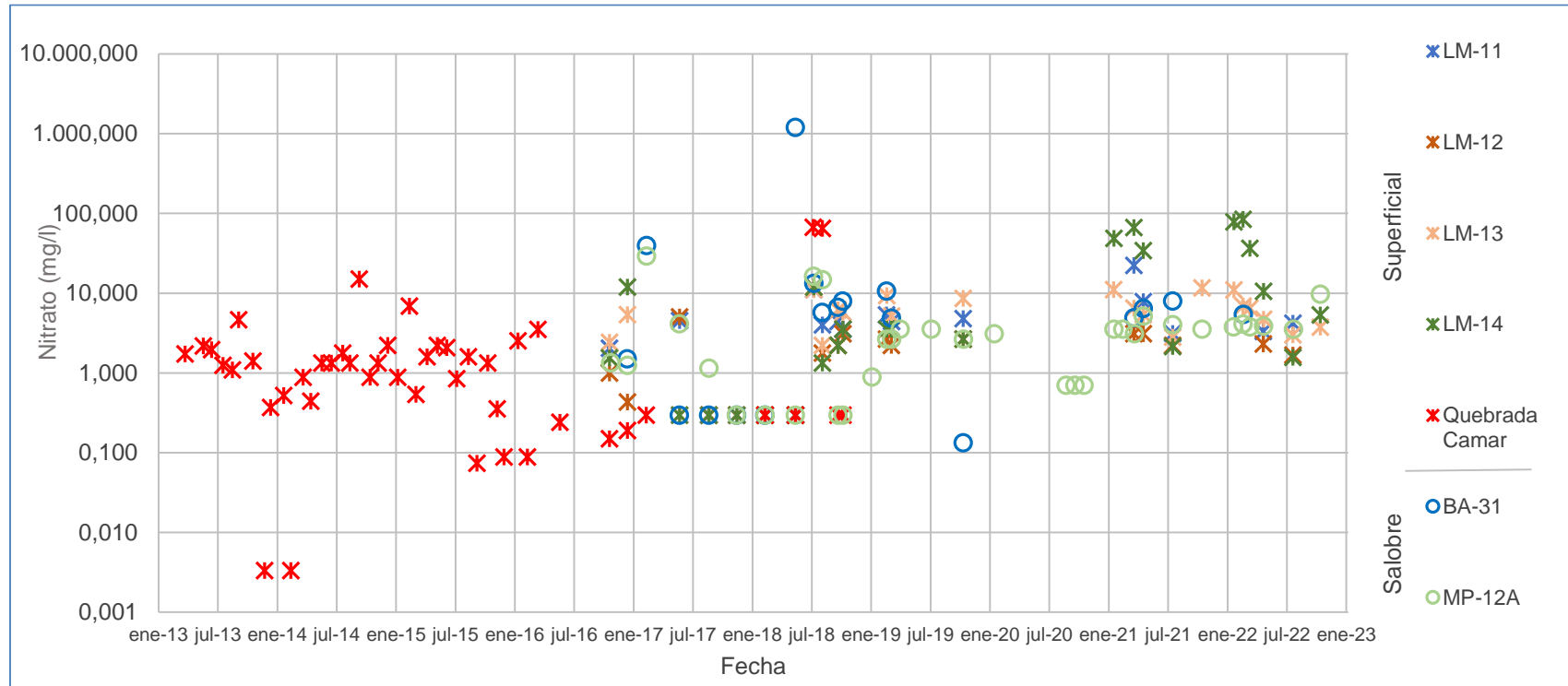
Figura 5-204 Variación Temporal: HCO₃ en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	17	33
Min	162	16	15	48	321	542	163
P25	608	550	457	417	498	680	240
Mediana	714	623	748	598	545	744	251
P75	1.085	704	1.676	806	596	895	262
Max	1.964	737	2.855	1.035	645	1.440	1.232
RQ	477	154	1.219	389	98	215	22

Fuente: Elaboración propia

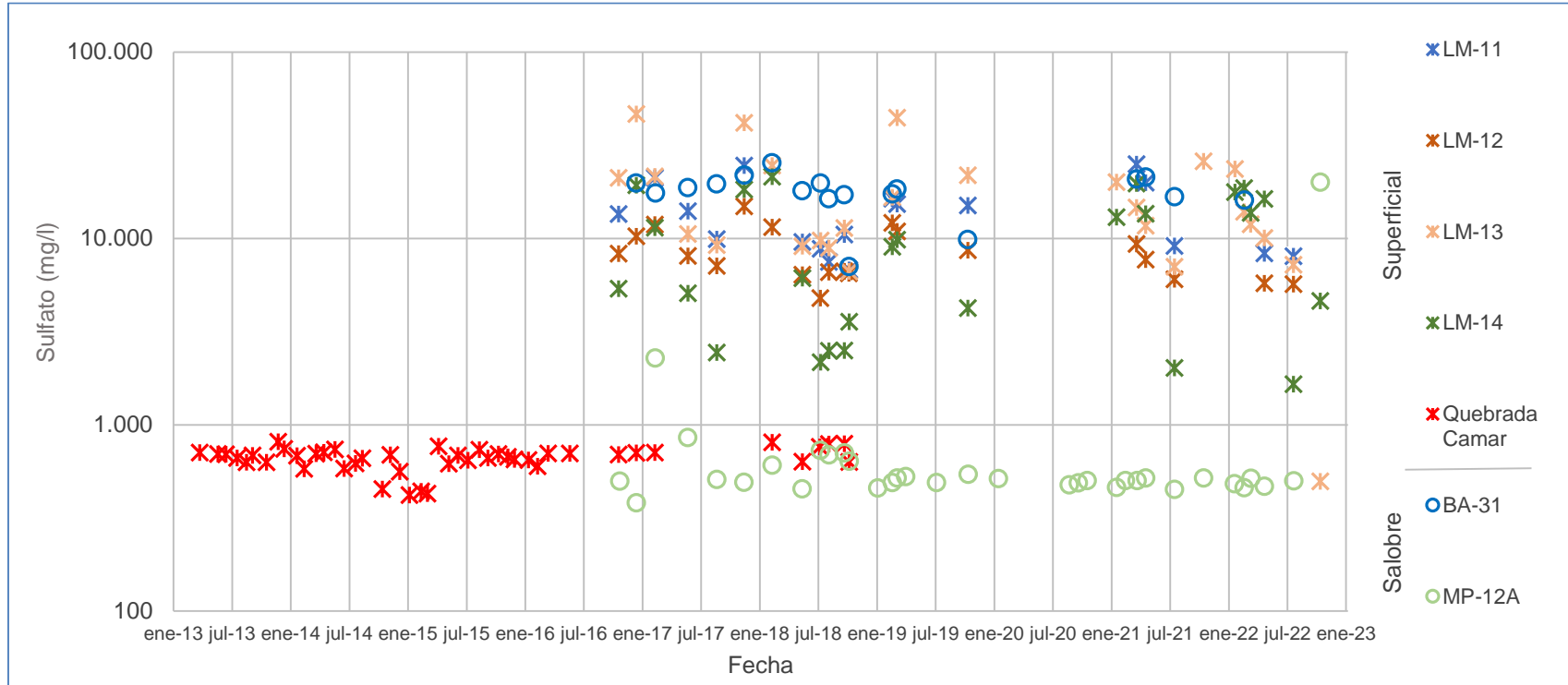
Figura 5-205 Variación Temporal: NO₃ en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	17	19	24	24	46	18	34
Min	0,30	0,30	0,30	0,30	0,003	0,13	0,30
P25	2,59	0,43	2,53	1,38	0,30	0,30	0,84
Mediana	4,19	2,21	5,40	3,54	1,17	5,58	3,32
P75	5,05	3,10	8,17	28,72	1,99	8,64	3,90
Max	22,27	11,96	11,69	84,37	67,31	1.204,57	29,32
RQ	2,46	2,67	5,64	27,34	1,69	8,34	3,06

Fuente: Elaboración propia

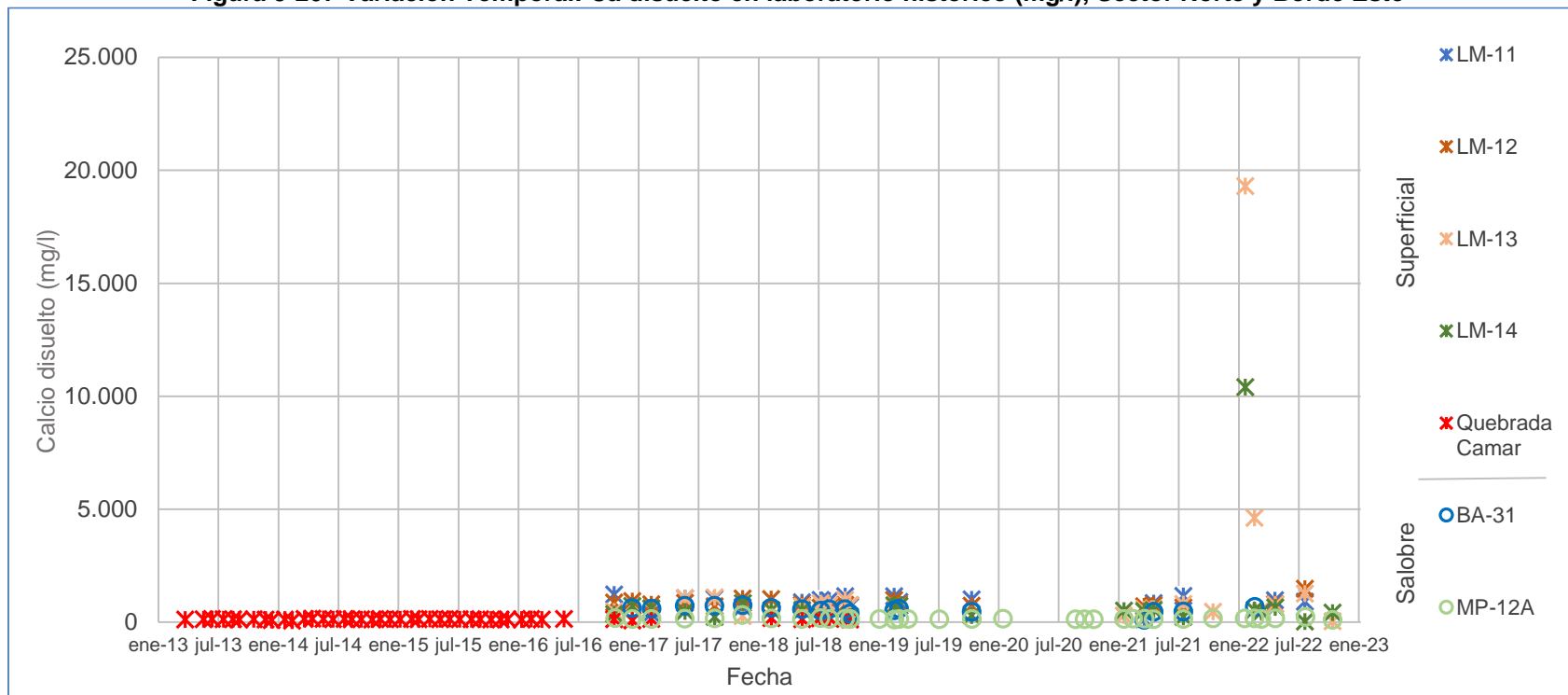
Figura 5-206 Variación Temporal: SO₄ en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	45	18	34
Min	6.775	4.787	497	1.651	420	7.067	382
P25	8.682	6.410	9.172	3.036	630	16.659	482
Mediana	12.007	7.883	12.904	9.026	684	18.269	502
P75	17.270	10.750	22.298	17.009	710	20.120	559
Max	25.039	14.883	46.609	21.495	811	25.515	20.045
RQ	8.588	4.340	13.126	13.973	80	3.461	77

Fuente: Elaboración propia

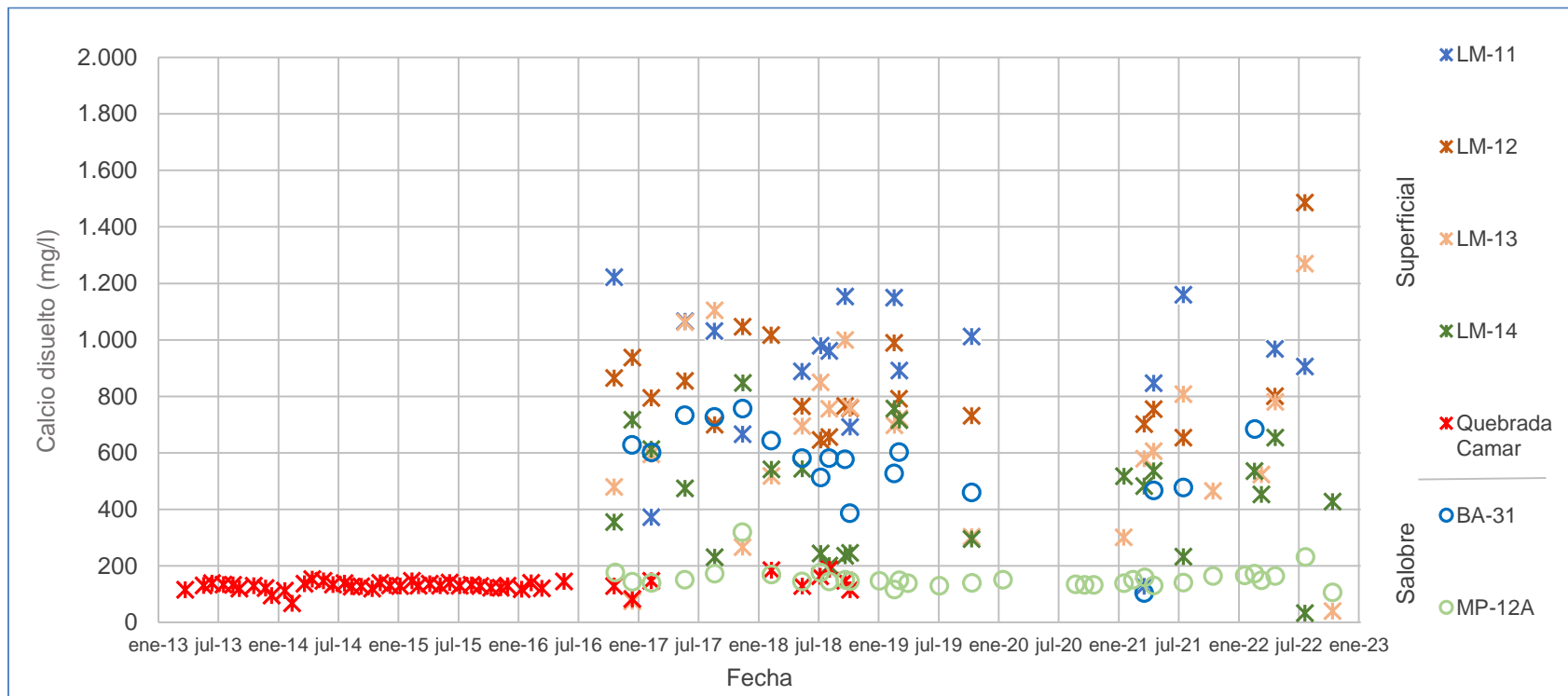
Figura 5-207 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	18	34
Min	128	646	40	33	68	104	106
P25	808	709	476	245	123	475	139
Mediana	965	779	697	483	130	582	148
P75	1.087	919	888	634	140	654	165
Max	1.222	1.486	19.307	10.410	188	757	319
RQ	279	210	412	389	17	179	26

Fuente: Elaboración propia

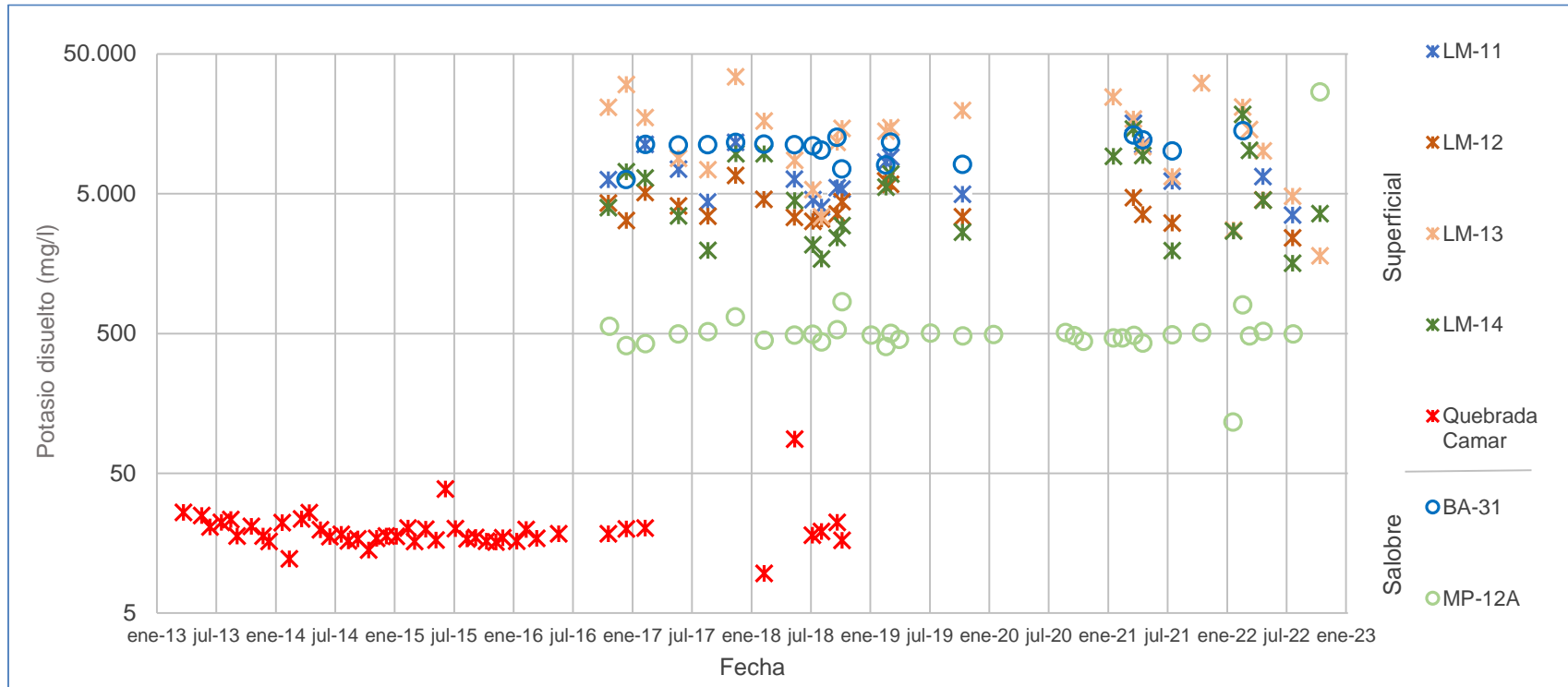
Figura 5-208 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	18	34
Min	128	646	40	33	68	104	106
P25	808	709	476	245	123	475	139
Mediana	965	779	697	483	130	582	148
P75	1.087	919	888	634	140	654	165
Max	1.222	1.486	19.307	10.410	188	757	319
RQ	279	210	412	389	17	179	26

Fuente: Elaboración propia

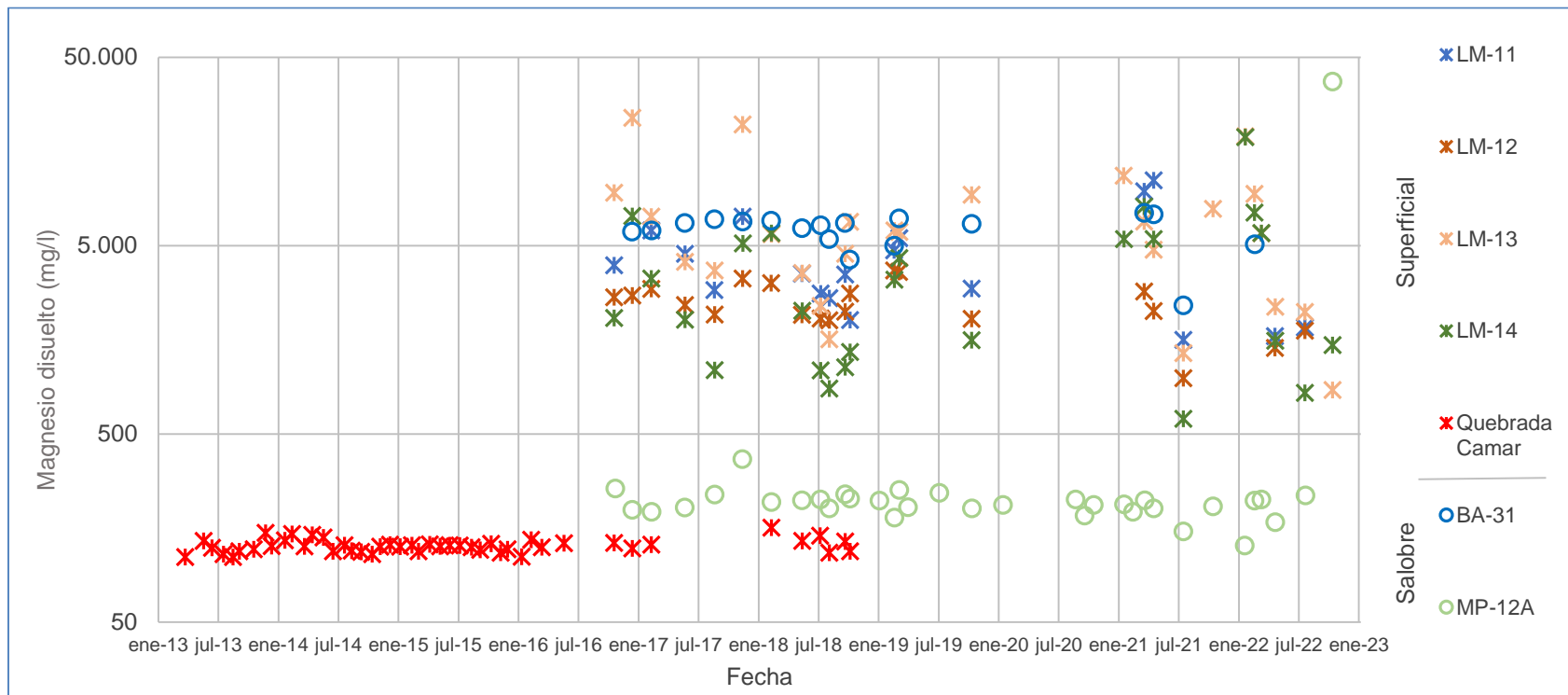
Figura 5-209 Variación Temporal: K disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	18	34
Min	3.528	2.417	1.802	1.593	10	6.335	117
P25	4.852	3.323	7.225	2.537	17	9.627	453
Mediana	6.334	3.843	14.216	4.470	18	11.235	489
P75	9.662	4.664	19.982	9.328	21	11.828	511
Max	15.970	6.774	34.360	18.518	88	14.142	26.772
RQ	4.810	1.341	12.757	6.791	4	2.201	58

Fuente: Elaboración propia

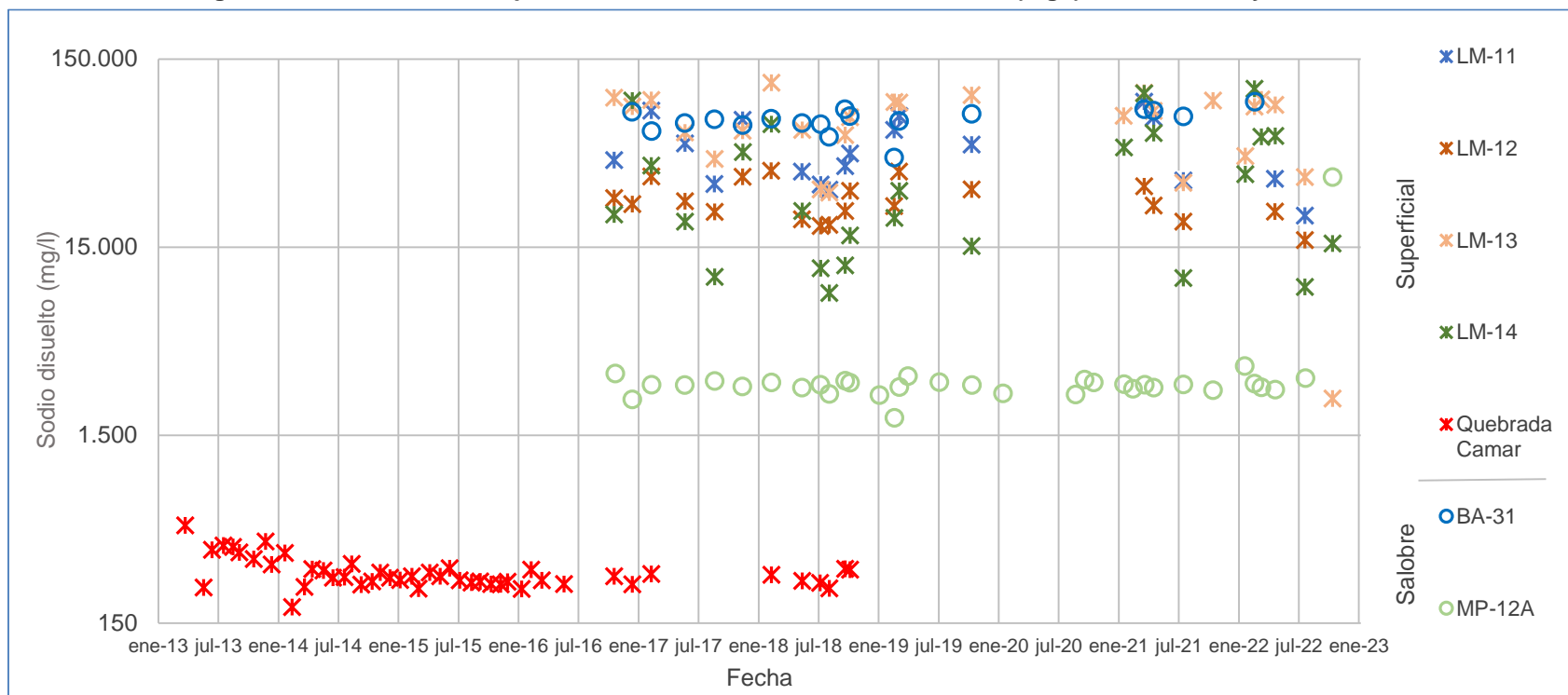
Figura 5-210 Variación Temporal: Mg disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	18	34
Min	1.581	989	856	601	111	2.414	128
P25	2.479	2.041	3.282	1.246	119	5.340	200
Mediana	3.530	2.336	5.868	2.254	126	6.472	214
P75	5.608	2.921	9.341	5.623	132	6.811	229
Max	11.130	3.692	23.859	18.878	159	7.458	37.250
RQ	3.129	880	6.059	4.377	13	1.471	29

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-211 Variación Temporal: Na disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este

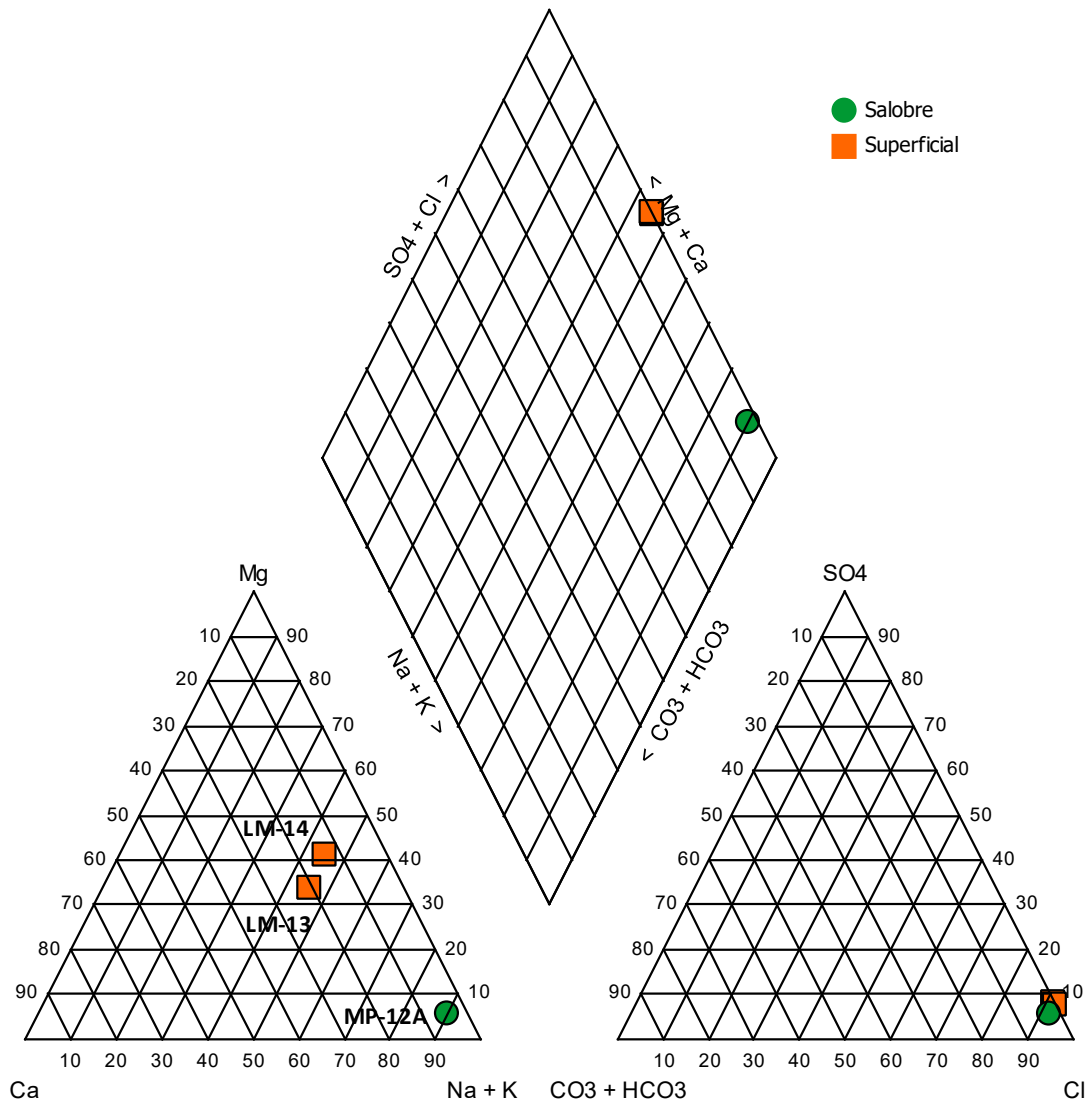


	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	18	34
Min	22.105	16.376	2.350	8.553	183	44.980	1.855
P25	33.573	21.580	45.364	13.596	245	67.485	2.645
Mediana	45.365	25.191	77.250	23.365	265	72.035	2.783
P75	71.940	31.301	90.368	58.240	293	79.103	2.881
Max	88.950	38.255	112.500	104.248	498	89.050	35.400
RQ	38.367	9.721	45.004	44.644	48	11.618	236

Fuente: Elaboración propia

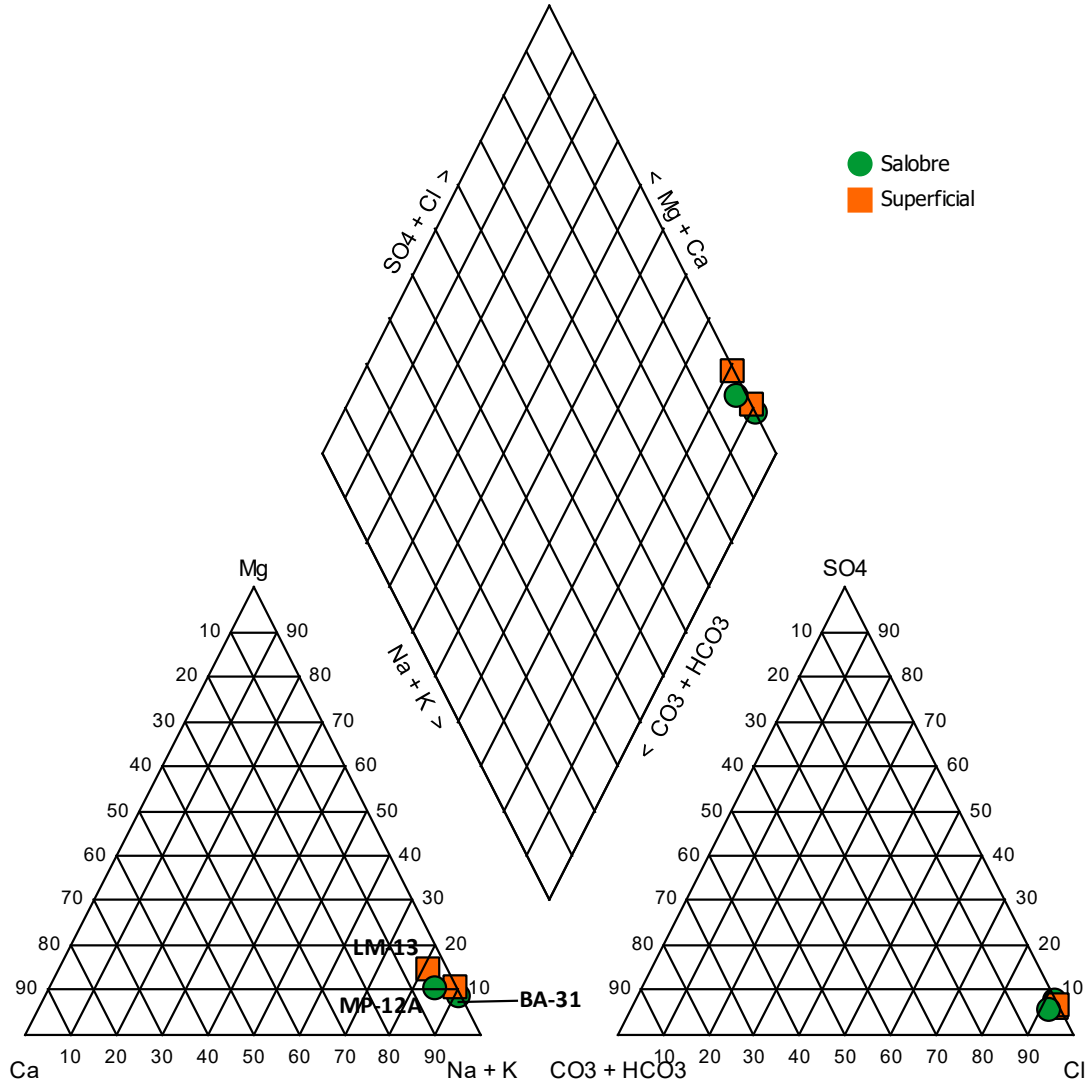
Desde las Figura 5-212 a la Figura 5-217, se presentan Diagramas de Piper con la clasificación de las aguas, para las campañas de enero, febrero, marzo, abril, julio y octubre de 2022. Las aguas en este sector son del tipo cloruradas sódicas, como se han clasificado históricamente, salvo las muestras de LM-13 y LM-14 obtenidas en enero, las que se clasifican como cloruradas sódico-magnésicas, y en octubre en MP-12A, la que se clasifica como clorurada magnésica. Esta variación en la clasificación de estas muestras radicaría en los valores erróneos encontrados para los cationes disueltos.

Figura 5-212 Diagrama de Piper, Campaña enero 2022, Sector Norte y Borde Este



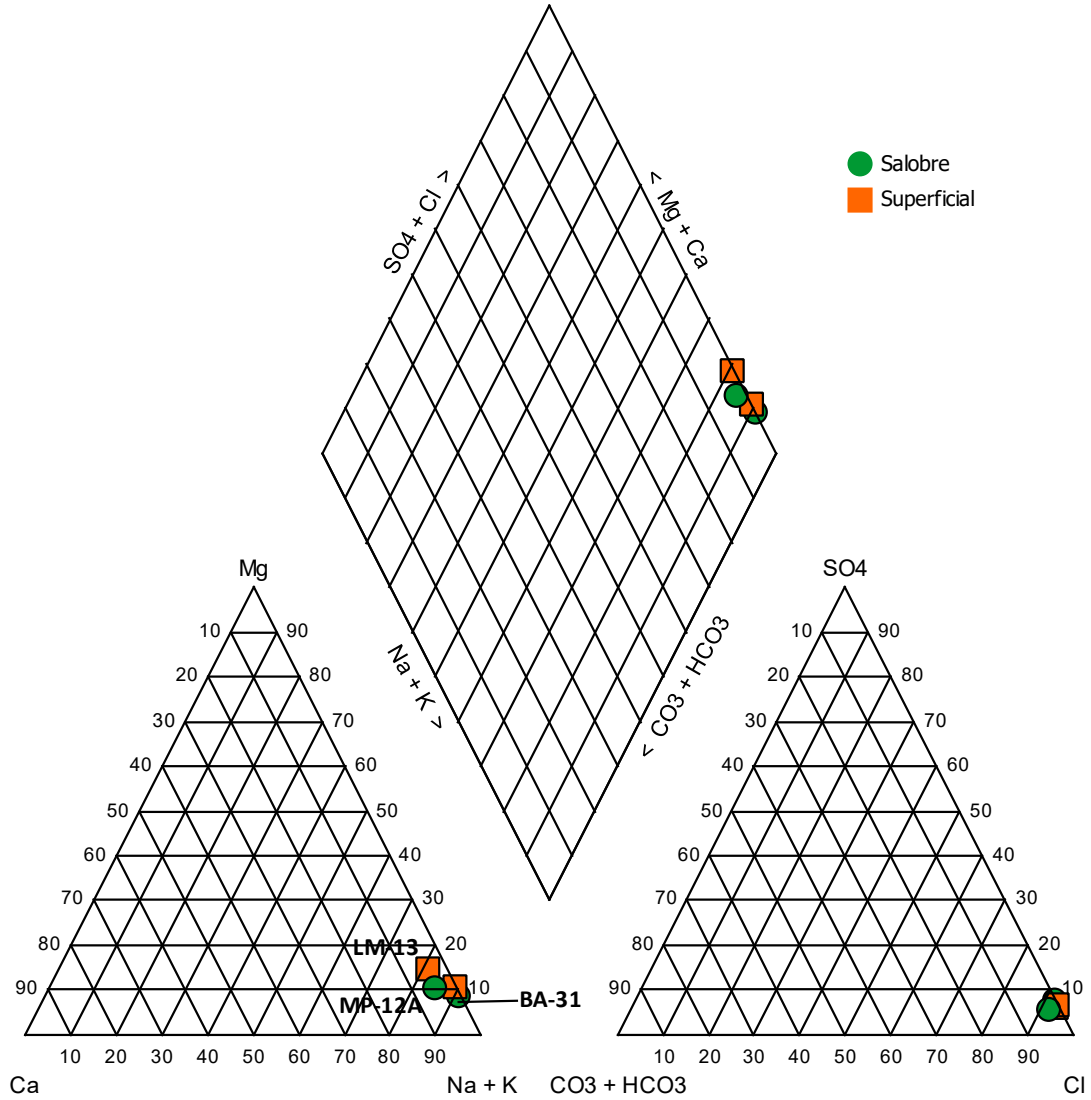
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-213 Diagrama de Piper, Campaña febrero 2022, Sector Norte y Borde Este



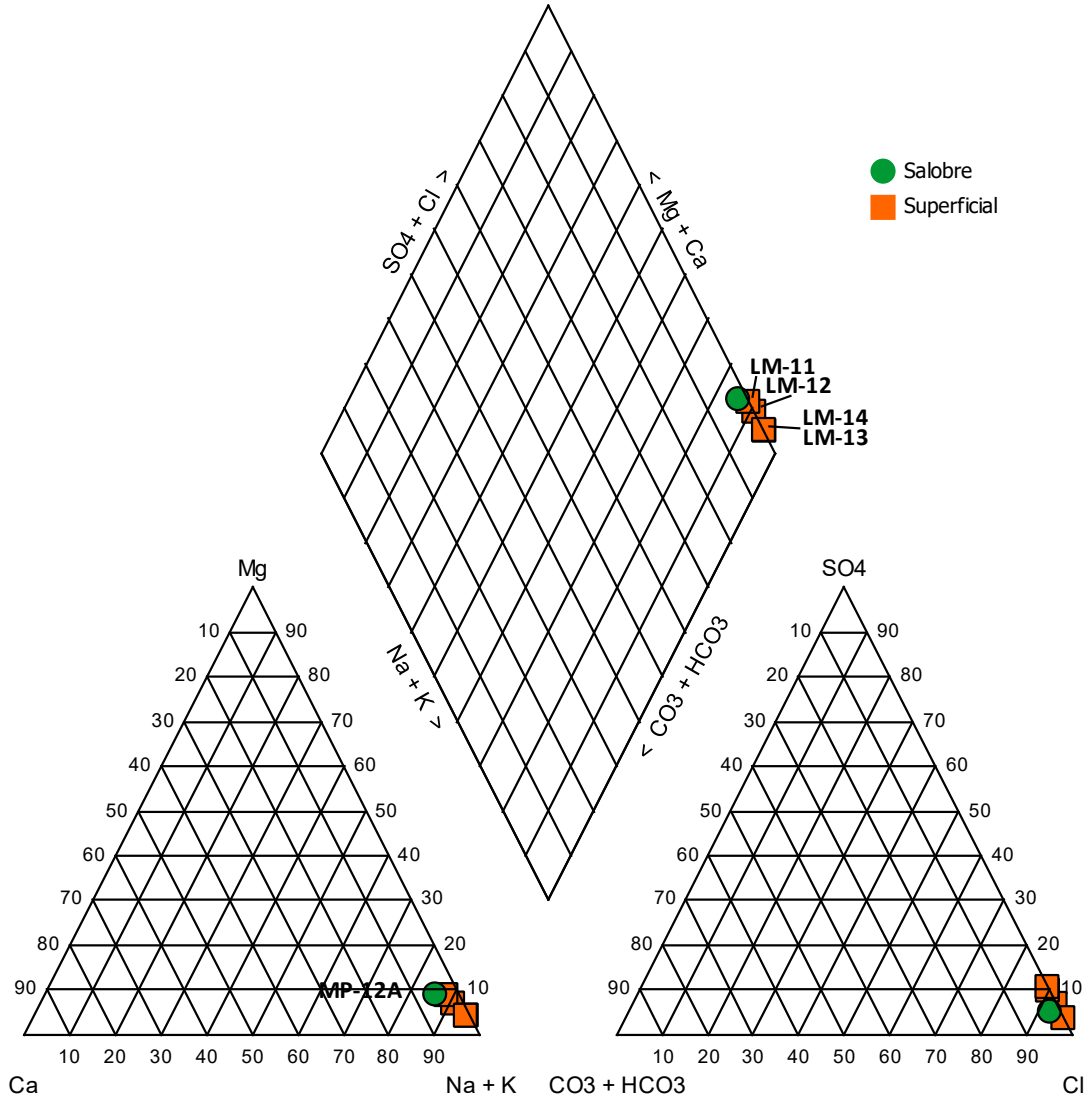
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-214 Diagrama de Piper, Campaña marzo 2022, Sector Norte y Borde Este



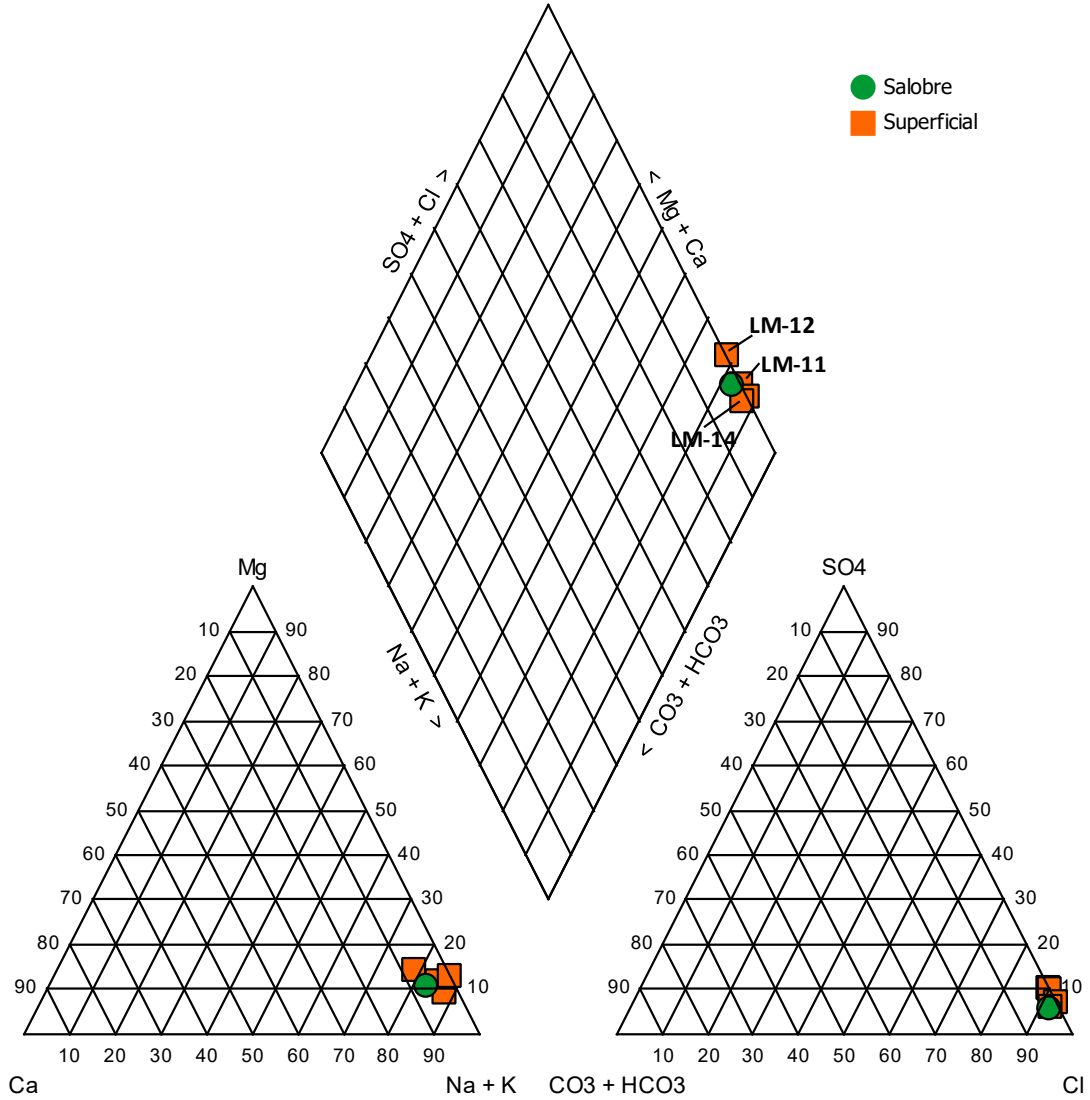
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-215 Diagrama de Piper, Campaña abril 2022, Sector Norte y Borde Este



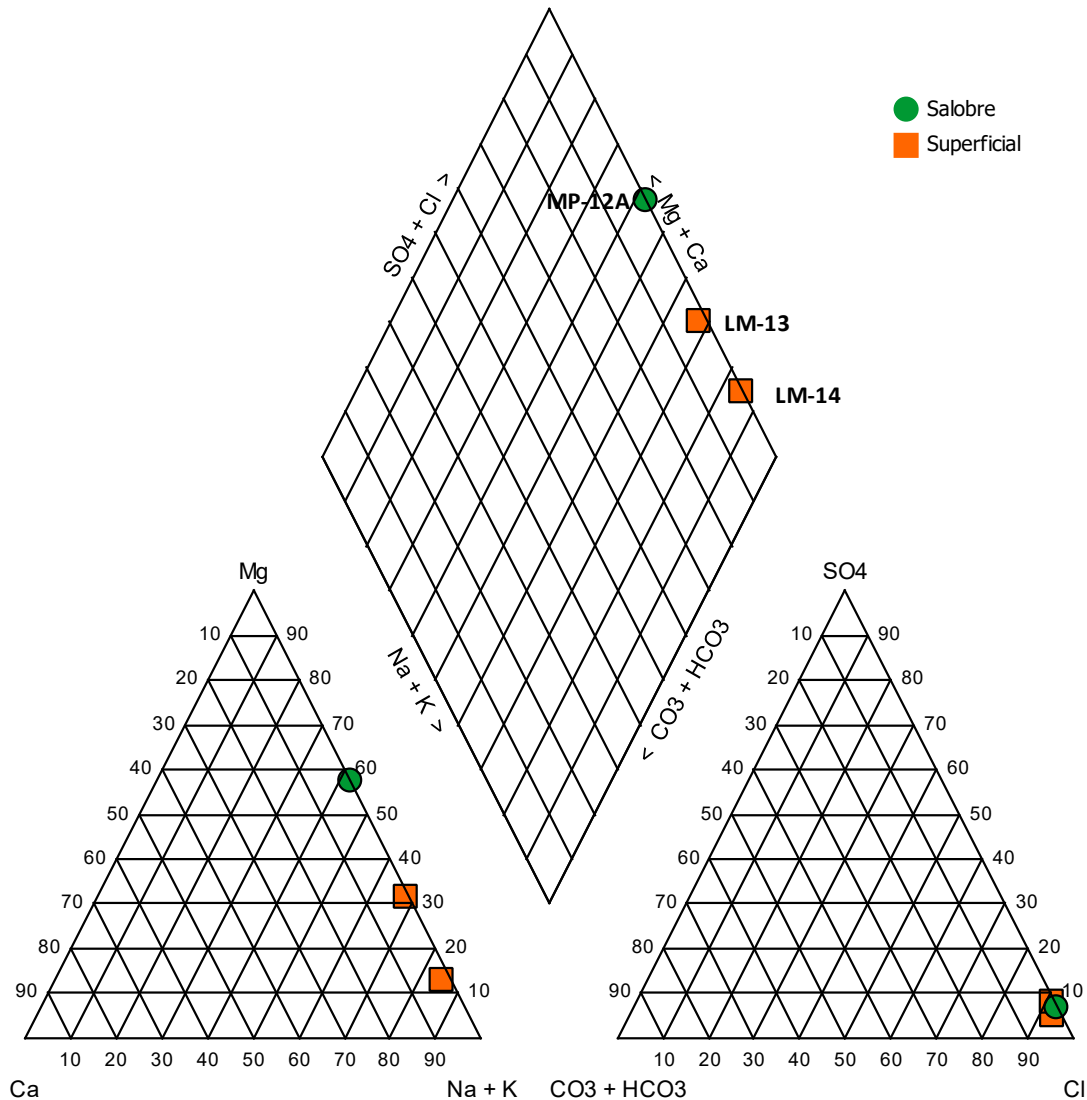
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-216 Diagrama de Piper, Campaña julio 2022, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-217 Diagrama de Piper, Campaña octubre 2022, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Elementos Mayoritarios Totales

Los elementos mayoritarios totales analizados corresponden a calcio (Ca), potasio (K) magnesio (Mg) y sodio (Na), y en la Figura 5-218 a Figura 5-221 se presenta su evolución temporal en el periodo 2013-2022 junto a los estadígrafos de cada serie.

Para el calcio total, existen máximos de concentración presumiblemente erróneos en el año 2022, en los meses de enero para LM-13 y LM-14, y en febrero para LM-13, al igual a lo que ocurre para la fracción disuelta. En general, los valores de calcio total en las aguas de las lagunas tienen un rango bastante amplio, cuyas medianas van desde 494 mg/l en LM-14 y 1.023 mg/l en LM-11, valores mayores a los de Quebrada Camar y aguas subterráneas someras que no superan los 156 mg/l (particularmente en MP-12A). En BA-31, por su parte, se registra un valor de mediana de 628 mg/l, intermedia entre las aguas lagunares y de MP-12A. La variación temporal del calcio es estable sin evidencia de comportamiento estacional, dentro de los rangos históricos, salvo los máximos de concentración ya mencionados.

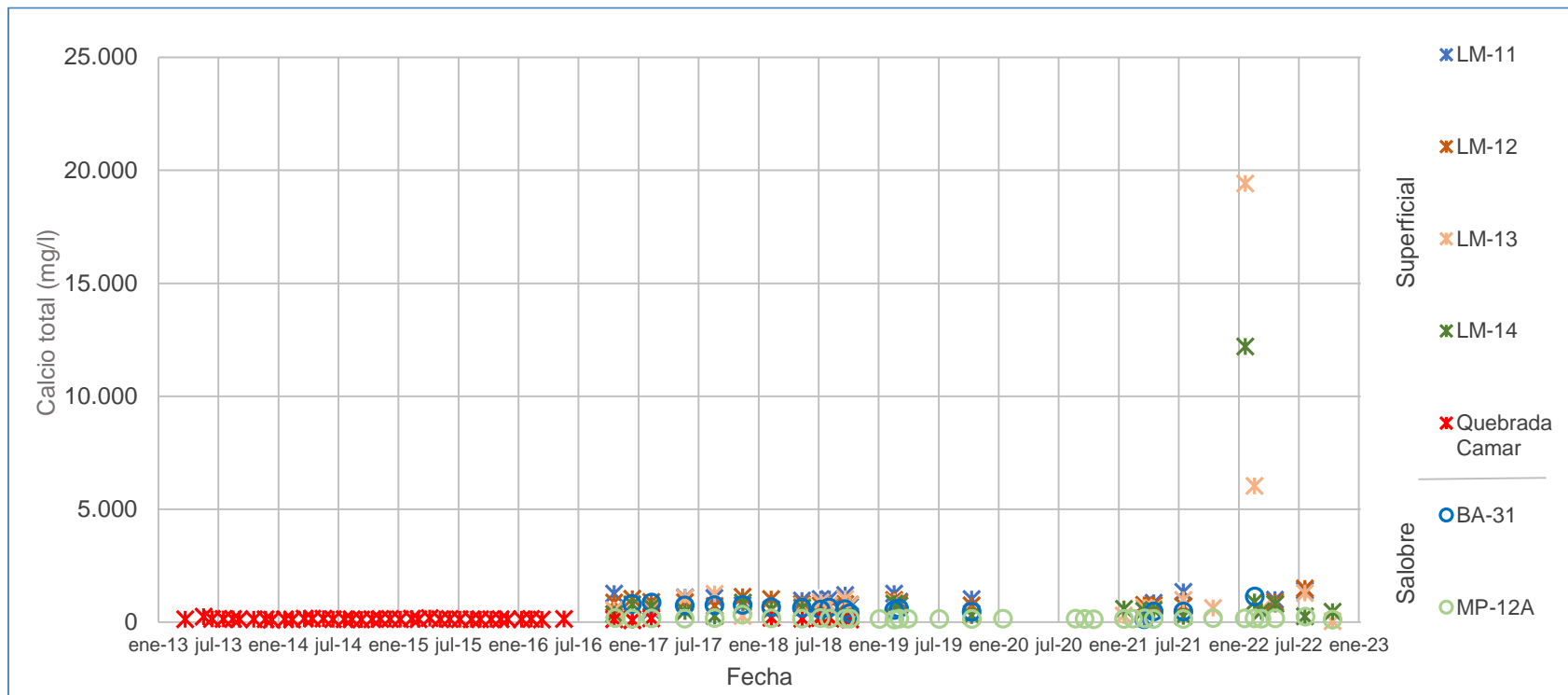
En cuanto al potasio total, el punto LM-13 presenta mayores concentraciones comparada con las otras lagunas, con sus medianas variando entre 4.277 mg/l (LM-12) a 15.083 mg/l (LM-13). Las aguas subterráneas de MP-12A tienen una mediana de 515 mg/l, mientras que las del pozo BA-31 tiene una mediana de 11.640 mg/l, comparables estas últimas a las de las lagunas. La Quebrada Camar presenta concentraciones muy bajas presentando una mediana de 19 mg/l. Las muestras de 2022 se comportan dentro de la variabilidad natural histórica, salvo para la muestra de MP-12A en octubre.

El magnesio total presenta valores de mediana para las lagunas que van desde 2.609 mg/l en LM-12 hasta 6.118 mg/l en LM-13, valores comprables a los del pozo somero BA-31 (mediana de 6.595 mg/l). Las concentraciones más bajas de magnesio total ocurren para las muestras de Quebrada Camar y MP-12A, donde la mediana para las primeras es de 130 mg/l, mientras que en MP-12A esta es de 230 mg/l. Las muestras de 2022 se comportan dentro de la variabilidad natural histórica, con las excepciones de las muestras en LM-13 y MP-12A de octubre.

Para sodio total los datos muestran concordancia con lo encontrado para potasio, donde las concentraciones de MP-12A se encuentran en una posición intermedia entre las de Quebrada Camar y las aguas lagunares (además de BA-31). Para MP-12A el valor de la mediana es de 2.860 mg/l. Las aguas de los puntos lagunares (superficiales) y BA-31 varían entre un valor de mediana de 26.119 mg/l en LM-12 hasta 83.748 mg/l en LM-13, donde las concentraciones en el pozo BA-31 se encuentran dentro de estos rangos. En el 2022, los valores reportados se encuentran dentro de los rangos de variabilidad deducidos del registro histórico, aunque con

las mayores concentraciones históricas en LM-14 y BA-31 en el mes de enero, además de los valores de datos anómalos ya mencionados en LM-13 y MP-12A.

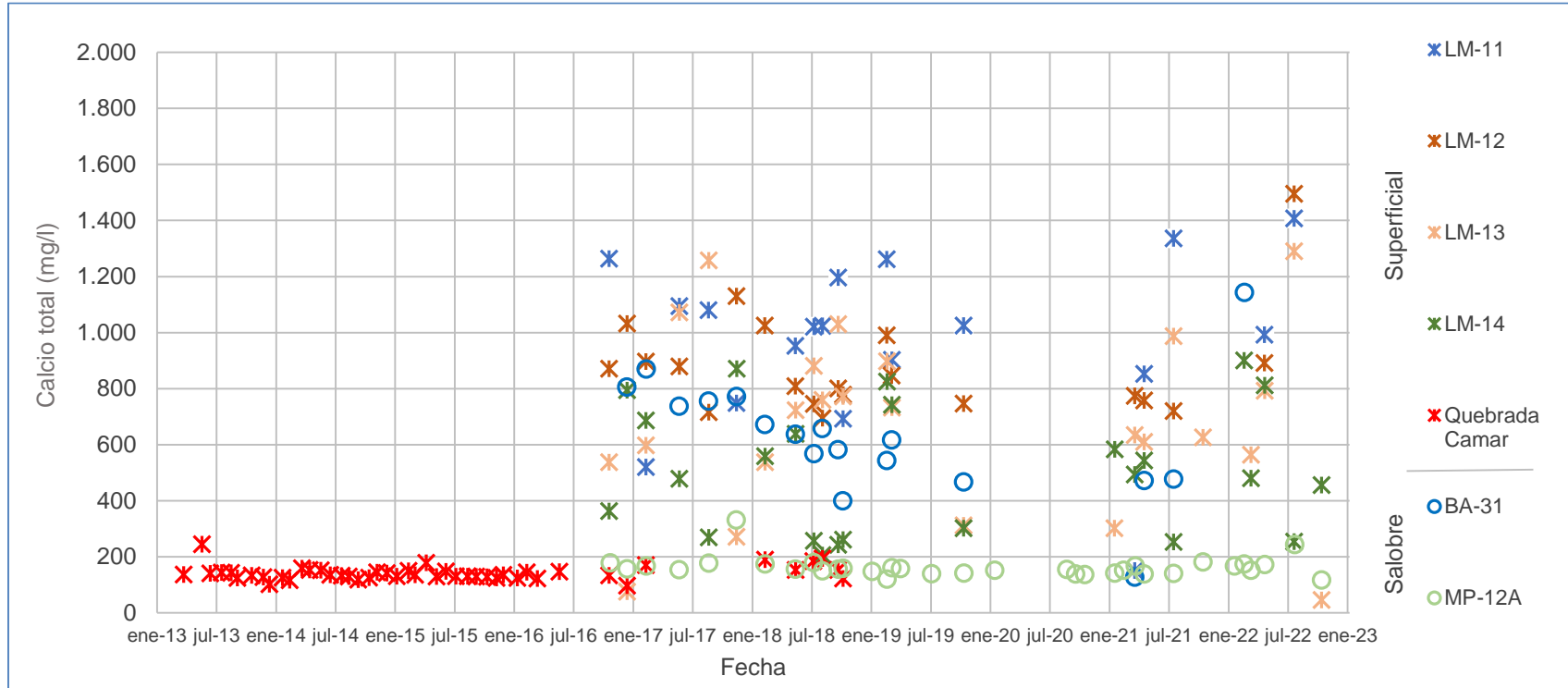
Figura 5-218 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	18	34
Min	151	695	46	206	98	128	118
P25	827	750	538	265	128	476	142
Mediana	1.023	828	728	494	136	628	156
P75	1.213	967	998	769	151	760	173
Max	1.408	1.496	19.414	12.207	245	1.144	332
RQ	386	217	460	504	23	284	31

Fuente: Elaboración propia

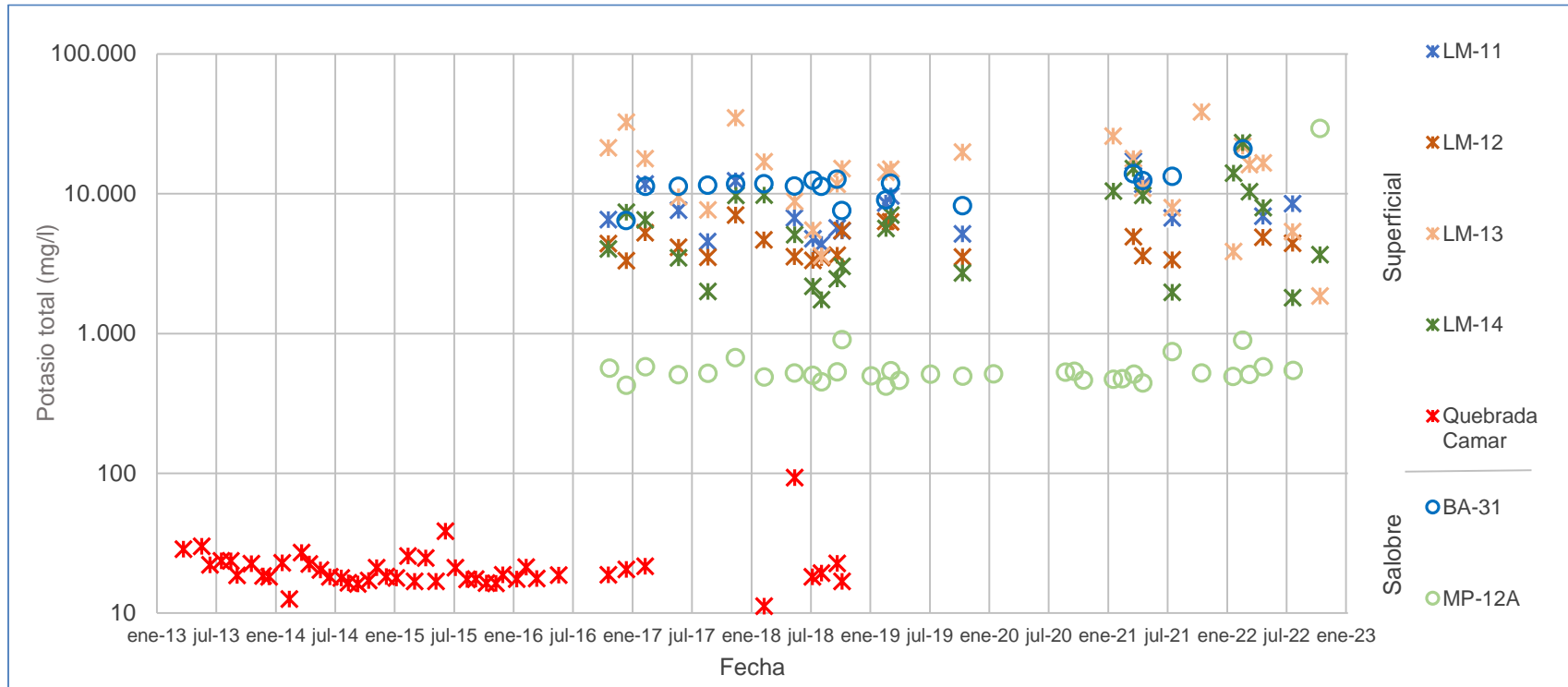
Figura 5-219 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	18	34
Min	151	695	46	206	98	128	118
P25	827	750	538	265	128	476	142
Mediana	1.023	828	728	494	136	628	156
P75	1.213	967	998	769	151	760	173
Max	1.408	1.496	19.414	12.207	245	1.144	332
RQ	386	217	460	504	23	284	31

Fuente: Elaboración propia

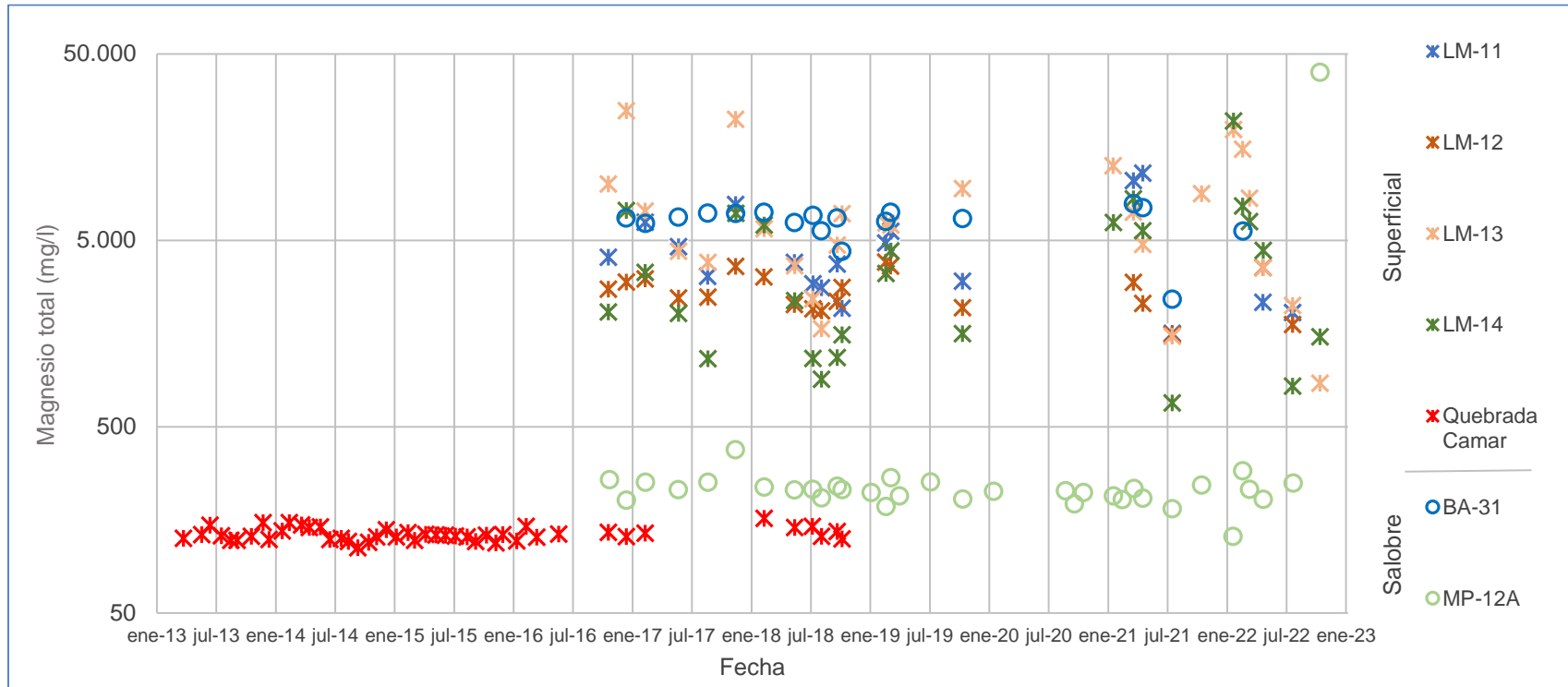
Figura 5-220 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	18	34
Min	4.345	3.329	1.856	1.744	11	6.431	420
P25	5.350	3.513	7.879	2.588	17	10.750	486
Mediana	6.819	4.277	15.083	5.646	19	11.640	515
P75	10.174	5.174	20.239	9.776	23	12.520	550
Max	17.140	7.028	38.605	23.186	93	20.929	29.394
RQ	4.824	1.661	12.360	7.188	6	1.770	64

Fuente: Elaboración propia

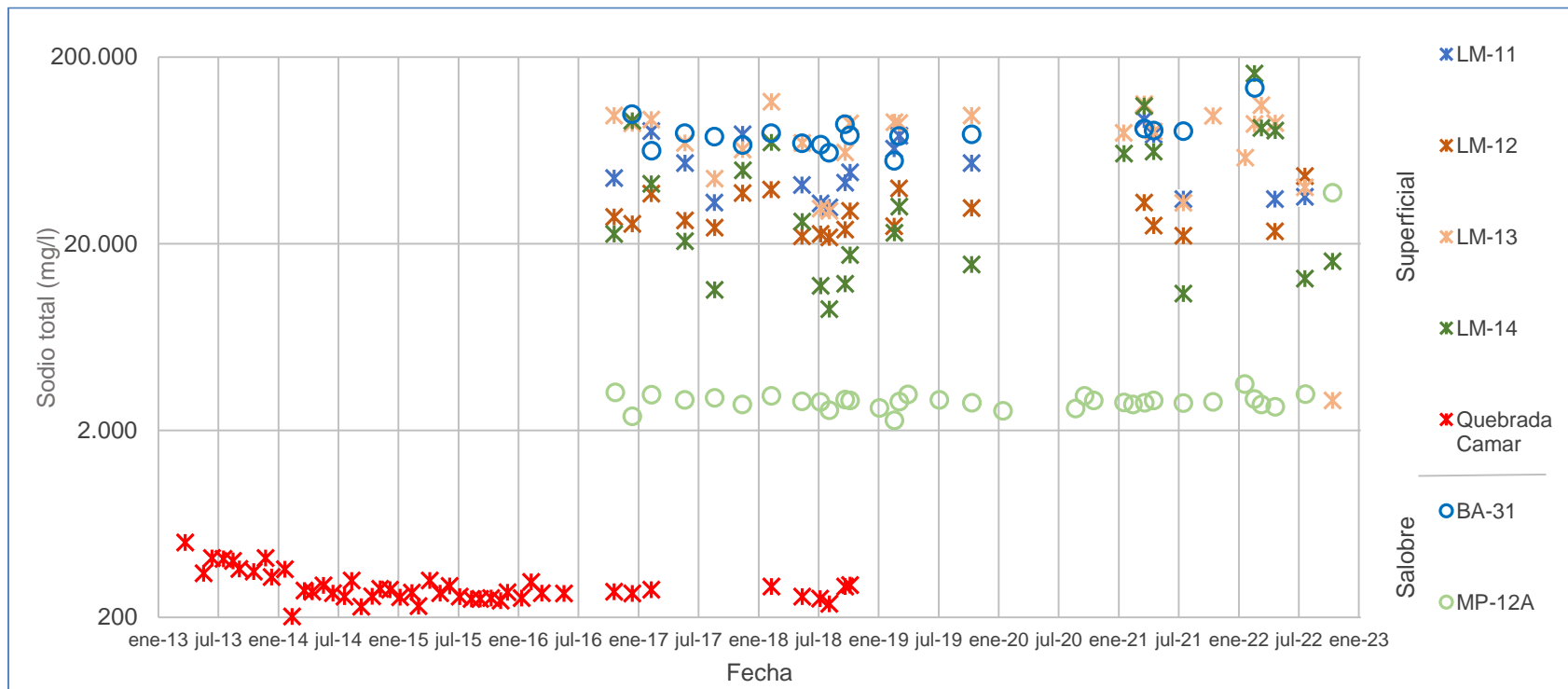
Figura 5-221 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	18	34
Min	1.582	1.560	856	671	112	2.422	129
P25	2.669	2.198	3.628	1.347	125	6.032	207
Mediana	3.768	2.609	6.116	3.319	130	6.595	230
P75	5.758	3.160	9.631	6.275	139	7.030	250
Max	11.490	3.818	24.831	21.835	161	7.865	39.920
RQ	3.089	962	6.003	4.928	14	998	43

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-222 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	18	34
Min	31.240	21.610	2.893	8.935	202	55.660	2.266
P25	34.706	23.455	54.495	14.263	258	67.740	2.754
Mediana	46.586	26.119	83.748	26.260	274	76.524	2.860
P75	75.988	36.129	93.357	75.232	314	81.275	3.012
Max	92.400	46.106	115.200	334.107	502	136.780	37.443
RQ	41.282	12.674	38.862	60.969	56	13.535	258

Fuente: Elaboración propia

Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos

Los elementos minoritarios disueltos comprometidos a monitorear son el boro (B), litio (Li) y estroncio (Sr). En la Figura 5-222 a Figura 5-224 se presenta la gráfica de la variación temporal de estos elementos y sus estadígrafos respectivos. Como ha sido mencionado anteriormente, los elementos boro y litio, en el Salar de Atacama y en particular en la zona del Proyecto se presentan con concentraciones relevantes, aun cuando sean categorizados como elementos minoritarios. En general, ocurre que tanto para el boro como litio y estroncio, los registros de las lagunas son mucho mayores a los registrados históricamente en Quebrada Camar, así como también para el pozo somero MP-12A.

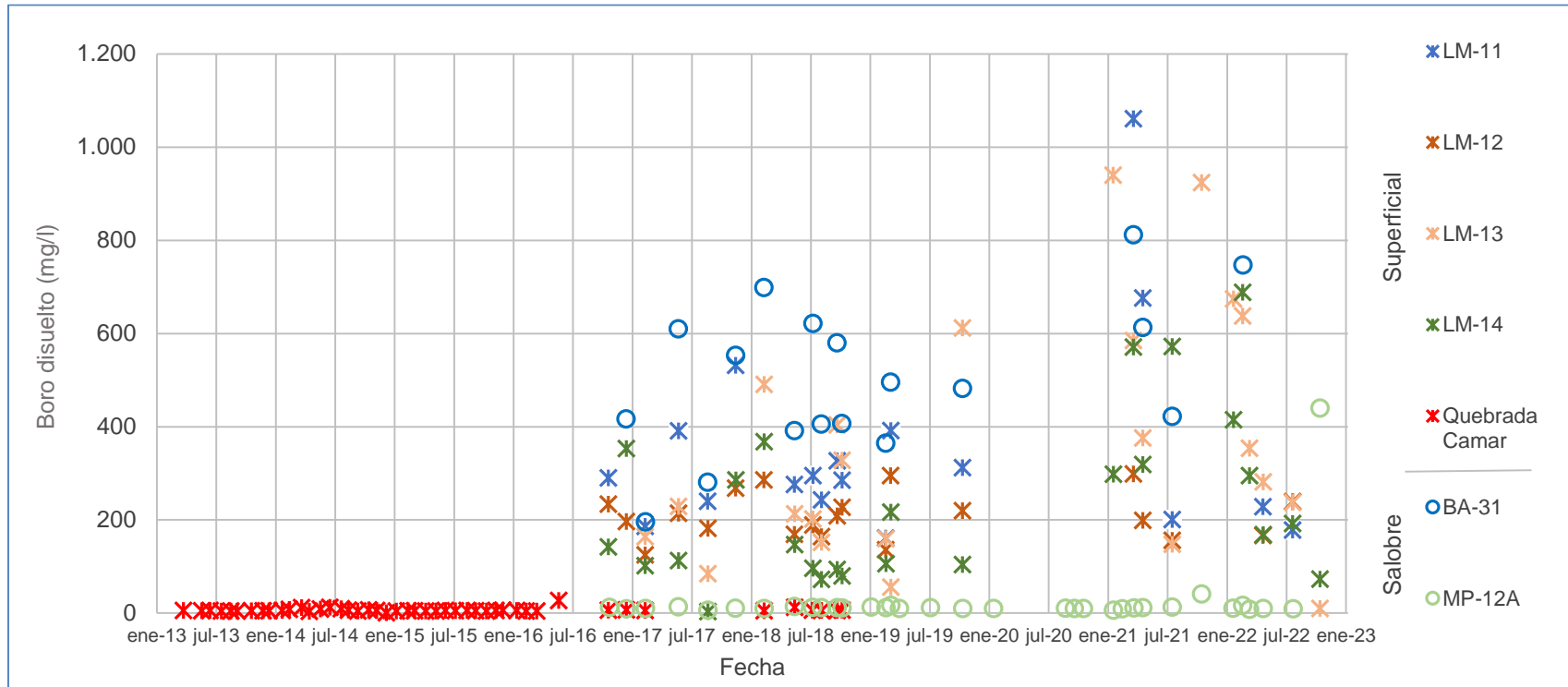
En el caso del boro disuelto el rango de concentraciones de las aguas de las lagunas varía entre medianas de 168 mg/l (LM-14) hasta 287 mg/l (LM-11). Estos valores son relativamente menores que los del pozo BA-31, donde la mediana alcanza un valor de 489 mg/l. Para la Quebrada Camar la concentración indicada por la mediana es de 5,4 mg/l, ligeramente menor a la registrada en MP-12A, donde esta es de 10,9 mg/l. Durante el periodo de reporte, la medición de octubre de 2022 en MP-12A se encuentra fuera del rango de variabilidad histórica.

Para litio disuelto, el valor de la mediana de las muestras de MP-12A es de 31,2 mg/l. Estos valores son mayores que los de Quebrada Camar, donde la mediana es de 0,7 mg/l. Las concentraciones alcanzadas por las lagunas y en BA-31 son aún mayores, comprendiendo un rango más amplio, desde un valor de mediana de 322 mg/l en LM-12, hasta un valor de 956 mg/l en LM-13. Los valores de 2022 se mantienen en comparación con el registro histórico de variación natural, salvo en octubre para LM-13.

Finalmente, el estroncio disuelto es, de los tres elementos minoritarios analizados, el que presenta valores de concentración más bajos, con valores de medianas en las lagunas entre 4,23 mg/l (LM-14) hasta 20,85 mg/l (LM-11) (en BA-31 la mediana es de 17,2 mg/l). Las muestras de Quebrada Camar, por otro lado, presentan valores que definen una mediana de 0,7 mg/l. En MP-12A, la mediana es de 4,17 mg/l. Los valores del año 2022 caen dentro del rango variación natural histórico, salvo para las mediciones de octubre en MP-12A.

En este grupo de elementos, el predominante resulta ser el litio, en particular en las aguas de las lagunas, lo que es concordante con todo el comportamiento que han mostrado todos los elementos en este sector, atendiendo al proceso de evaporación al cual se ven expuestas las aguas.

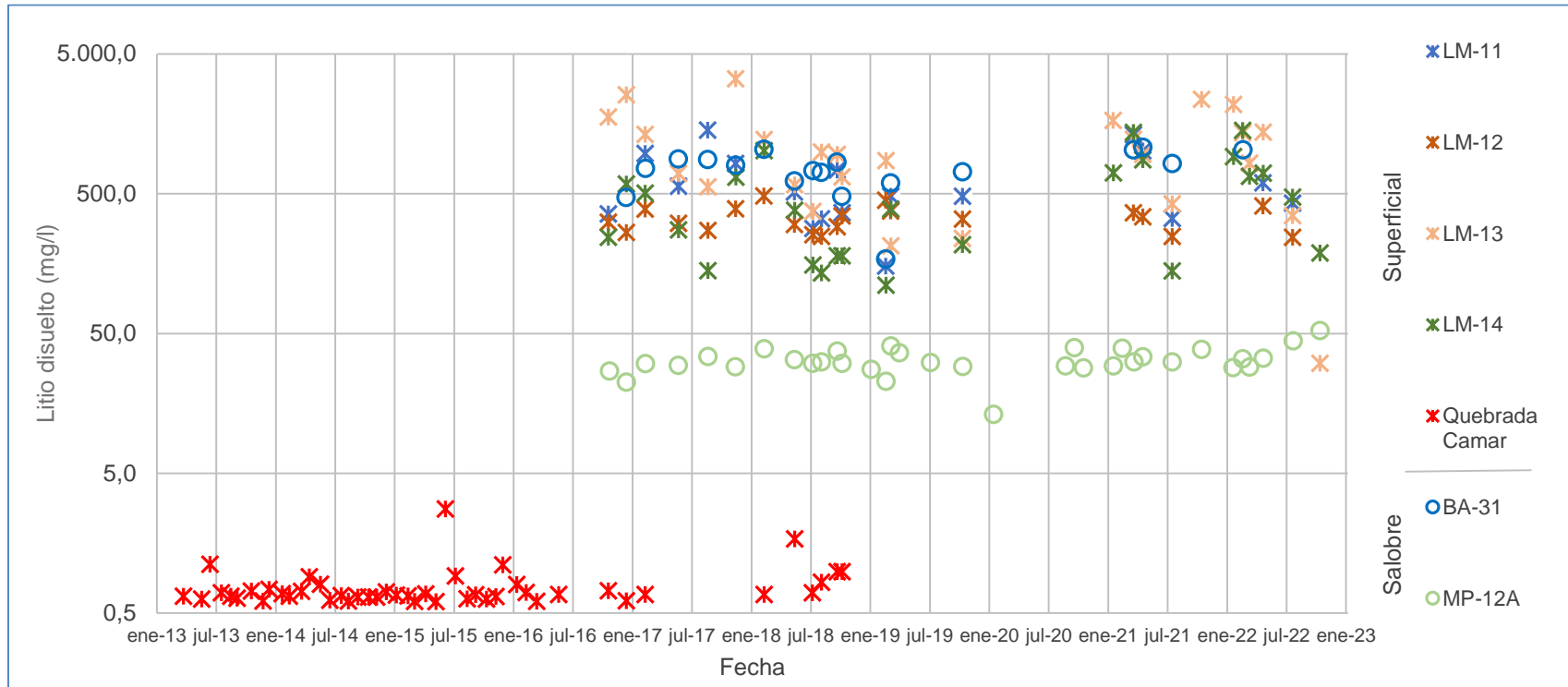
Figura 5-223 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este,



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	23	25	46	18	34
Min	161,0	125,0	10,1	3,0	0,9	196,0	6,1
P25	221,8	167,4	160,0	99,1	4,7	402,5	9,9
Mediana	287,4	204,0	281,7	168,2	5,4	489,0	10,9
P75	391,3	238,1	585,0	336,1	6,5	615,3	12,6
Max	1.061,0	299,0	940,0	688,3	27,3	812,0	440,0
RQ	169,5	70,7	425,0	237,0	1,8	212,8	2,7

Fuente: Elaboración propia

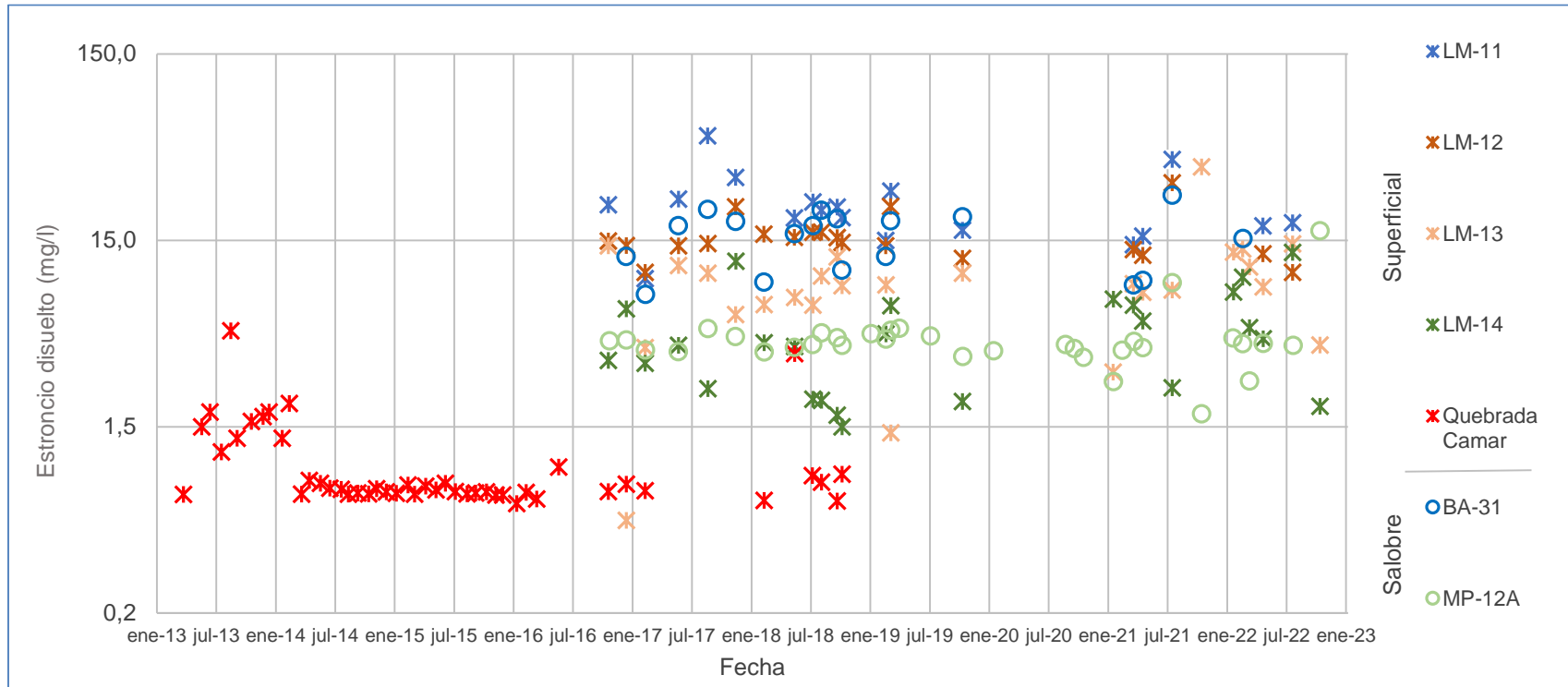
Figura 5-224 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	18	34
Min	152,0	243,6	30,7	111,0	0,6	171,0	13,2
P25	351,7	266,8	525,7	180,0	0,6	613,3	28,9
Mediana	497,5	321,7	957,5	388,0	0,7	781,5	31,2
P75	861,8	385,0	1.454,4	703,3	0,8	925,5	36,7
Max	1.427,0	482,0	3.327,0	1.419,5	2,8	1.076,0	52,4
RQ	510,1	118,2	928,7	523,3	0,2	312,2	7,8

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-225 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	18	34
Min	9,35	10,10	0,47	1,50	0,58	7,70	1,76
P25	16,70	12,87	6,56	2,26	0,65	10,09	3,86
Mediana	20,85	14,50	8,60	4,23	0,70	17,15	4,17
P75	25,65	16,50	11,30	6,71	0,96	19,73	4,58
Max	54,50	30,57	37,18	12,92	4,90	26,21	16,92
RQ	8,95	3,63	4,74	4,45	0,31	9,64	0,72

Fuente: Elaboración propia

Elementos Minoritarios y Trazas Totales

Dentro de los elementos minoritarios y trazas totales comprometidos a monitorear, se encuentran el aluminio (Al), arsénico (As), boro (B), hierro (Fe), litio (Li), silicio (Si) y estroncio (Sr). En la Figura 5-225 a Figura 5-231 se presentan la gráfica de la variación temporal de cada uno de ellos, junto con sus estadígrafos de la serie registrada (con datos de 2013-2022).

El aluminio presenta las más altas concentraciones para las aguas salobres (someras) de BA-31, con una mediana de 6,19 mg/l. A su vez, el punto MP-12A presenta concentraciones que paulatinamente parecen estar disminuyendo desde el comienzo de las mediciones a fines de 2016 hasta octubre de 2021, para luego aumentar. Para el 2022 los datos caen dentro del rango de variación natural, aunque los cambios en los valores mínimos se deben al cambio de límites de detección por parte de la ETFA.

Los valores de arsénico total para las muestras provenientes de MP-12A se mantienen dentro del rango de variación de los datos históricos salvo para la medición de octubre de 2022, presentando una mediana de 0,16 mg/l. Este valor es ligeramente inferior a la mediana de 0,48 mg/l definida con los datos históricos de Quebrada Camar. Para las muestras de agua superficial (lagunas) y la del pozo somero BA-31, las concentraciones de arsénico son mayores al menos en un orden de magnitud, que las ya mencionadas, con medianas que varían entre 1,55 mg/l en LM-12, y 7,10 mg/l en BA-31. Durante el año 2022, las concentraciones de arsénico total se encuentran dentro del rango de variación histórico, salvo el ya mencionado en MP-12A, además de LM-13, en el mes de octubre.

El boro representa las mayores concentraciones, principalmente en las lagunas, con medianas desde 199 mg/l en LM-14 hasta 364 mg/l en LM-13. En BA-31 el valor de la mediana es más alta, alcanzando los 508 mg/l. A su vez, las medianas menores ocurren en MP-12A, con 12 mg/l, y en Quebrada Clamar, con 6 mg/l. En el 2022 las mediciones se mantienen dentro del rango de variación histórico, salvo para las muestras de octubre de LM-13 y MP-12A.

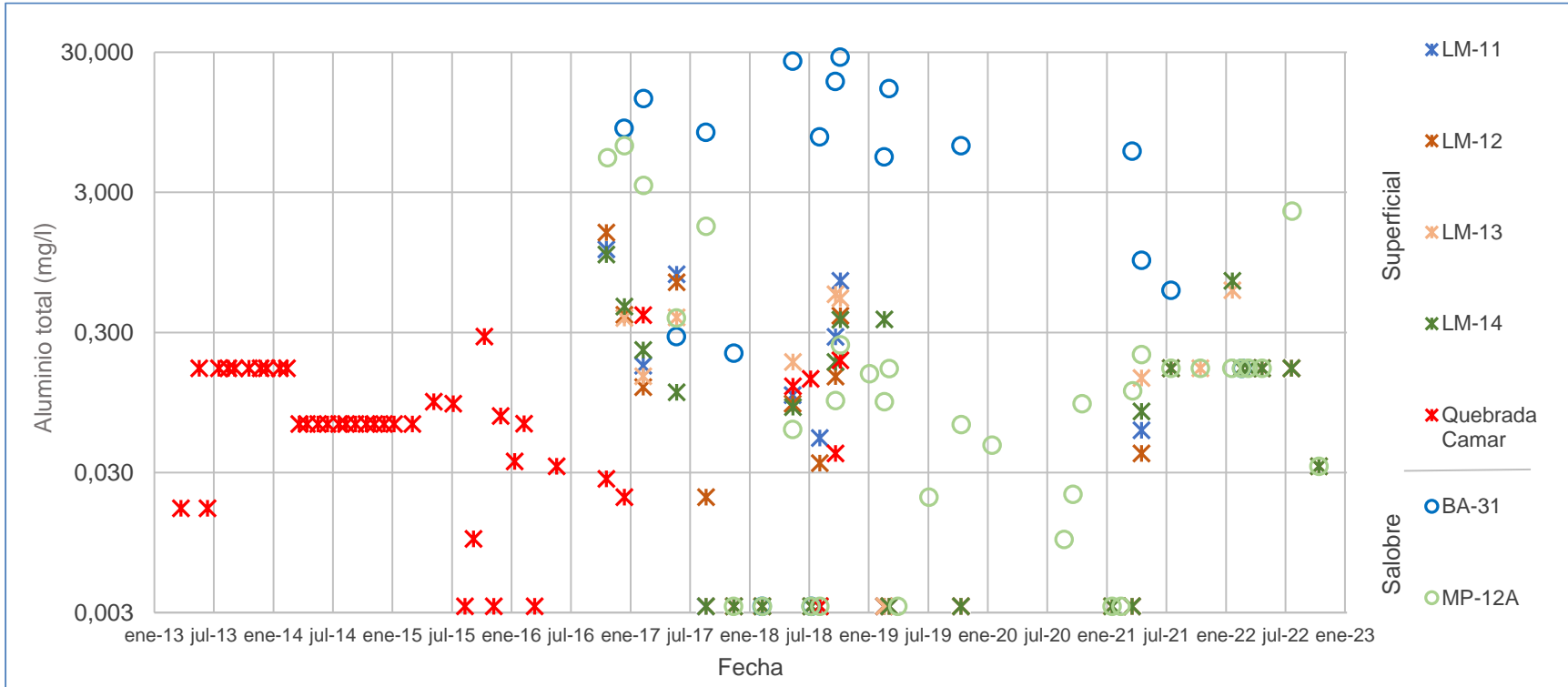
El hierro total es un elemento muy poco presente en las aguas de las lagunas, donde el valor más alto de medianas se alcanza en LM-12 (0,182 mg/l). Sin embargo, como con el aluminio total, las mayores concentraciones de hierro ocurren en BA-31, con una mediana de 2,705 mg/l. En MP-12A las concentraciones de hierro total disminuyen con el tiempo, aunque desde mediados de 2020 parecen aumentar. Tanto para hierro como para el aluminio total, esta tendencia puede ser generada por diferencias analíticas al usar laboratorios, y por ende equipos, diferentes, como queda de manifiesto con los diferentes valores mínimos registrados (asociados a diferentes límites de detección).

Entre los elementos aquí comentados, el litio total es el elemento que predomina en las aguas de este sector, siendo las lagunas las más expuestas a evaporación y por tanto presentan mayores concentraciones. El litio total se encuentra presente en la cuenca en altos contenidos, en particular en las lagunas con medianas que varían entre los 348 mg/l en LM-12, y 989 mg/l en LM-13. BA-31 se sitúa dentro de estos rangos, con una mediana de 809 mg/l. Las menores concentraciones se logran en Quebrada Camar, con una mediana de 0,7 mg/l. En MP-12, los valores de litio se encuentran en un rango intermedio a los ya señalados, con una mediana de 32,7 mg/l. En el 2022, los valores registrados se acotan dentro de la serie histórica, con leves aumentos en LM-13 entre octubre y marzo. El único valor que parece ser erróneo se registra en el mes de octubre en LM-13 (mínimo histórico).

En cuanto al silicio total, las concentraciones se mantienen respecto a años previos, salvo en LM-14 en el mes de octubre, donde se registra un mínimo en las concentraciones. Las lagunas presentan concentraciones cuya mediana varía entre 18,95 mg/l y 25,65 mg/l, mientras que el pozo BA-31 presenta una mediana de 7,96 mg/l. Los valores de silicio en MP-12A tienen una mediana de 30,95 mg/l.

Estroncio total, para las lagunas y BA-31, presenta concentraciones cuyas medianas varían entre 4,73 mg/l para el punto LM-14 y 22,44 mg/l para el punto LM-11. Para la Quebrada Camar el valor de la mediana es de 0,76 mg/l. En MP-12A la mediana es de 4,75 mg/l. En el año 2022, MP-12A tiene un valor fuera de rango para el mes de octubre.

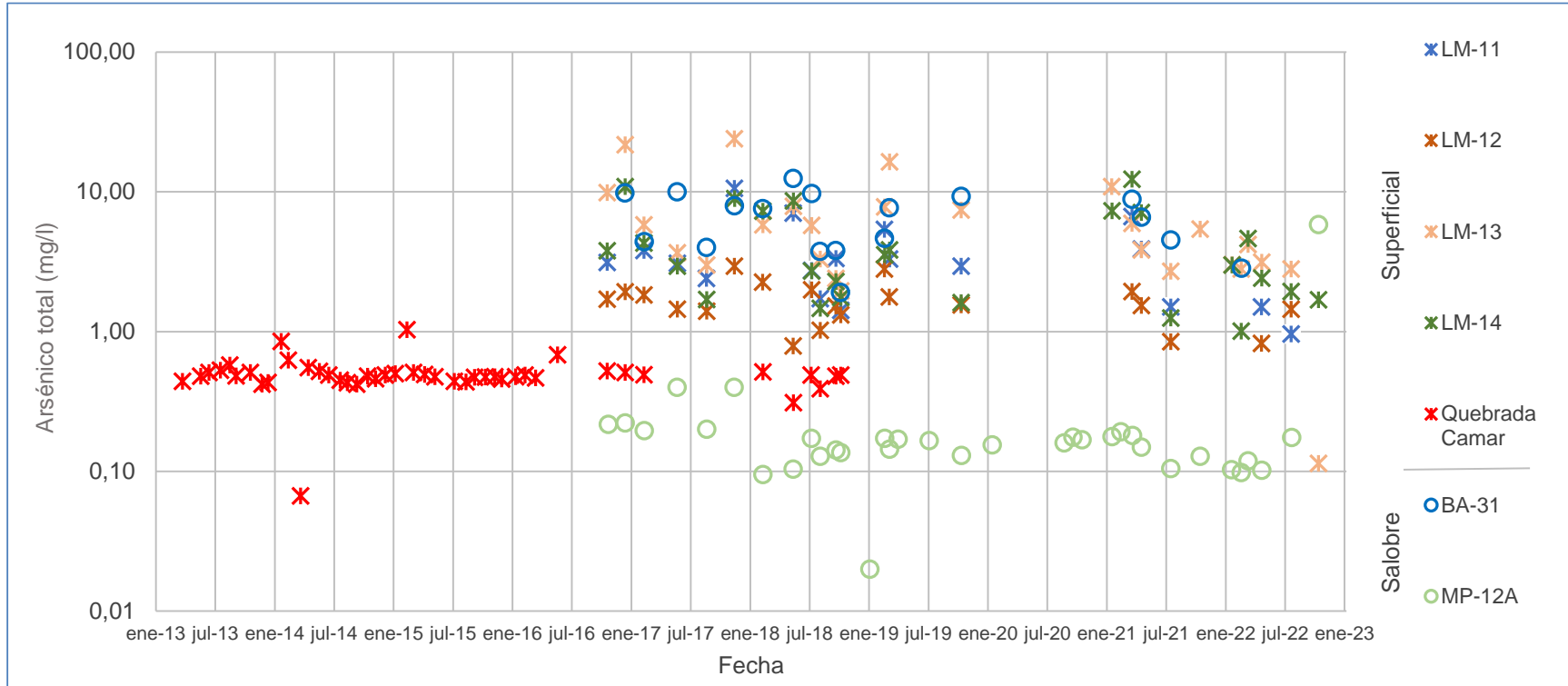
Figura 5-226 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	25	25	42	18	34
Min	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
P25	0,003	0,003	0,003	0,003	0,035	0,264	0,018
Mediana	0,084	0,067	0,146	0,112	0,067	6,185	0,107
P75	0,200	0,167	0,176	0,205	0,167	14,625	0,177
Max	1,173	1,550	0,600	1,078	0,399	27,700	6,450
RQ	0,197	0,164	0,173	0,202	0,132	14,361	0,159

Fuente: Elaboración propia

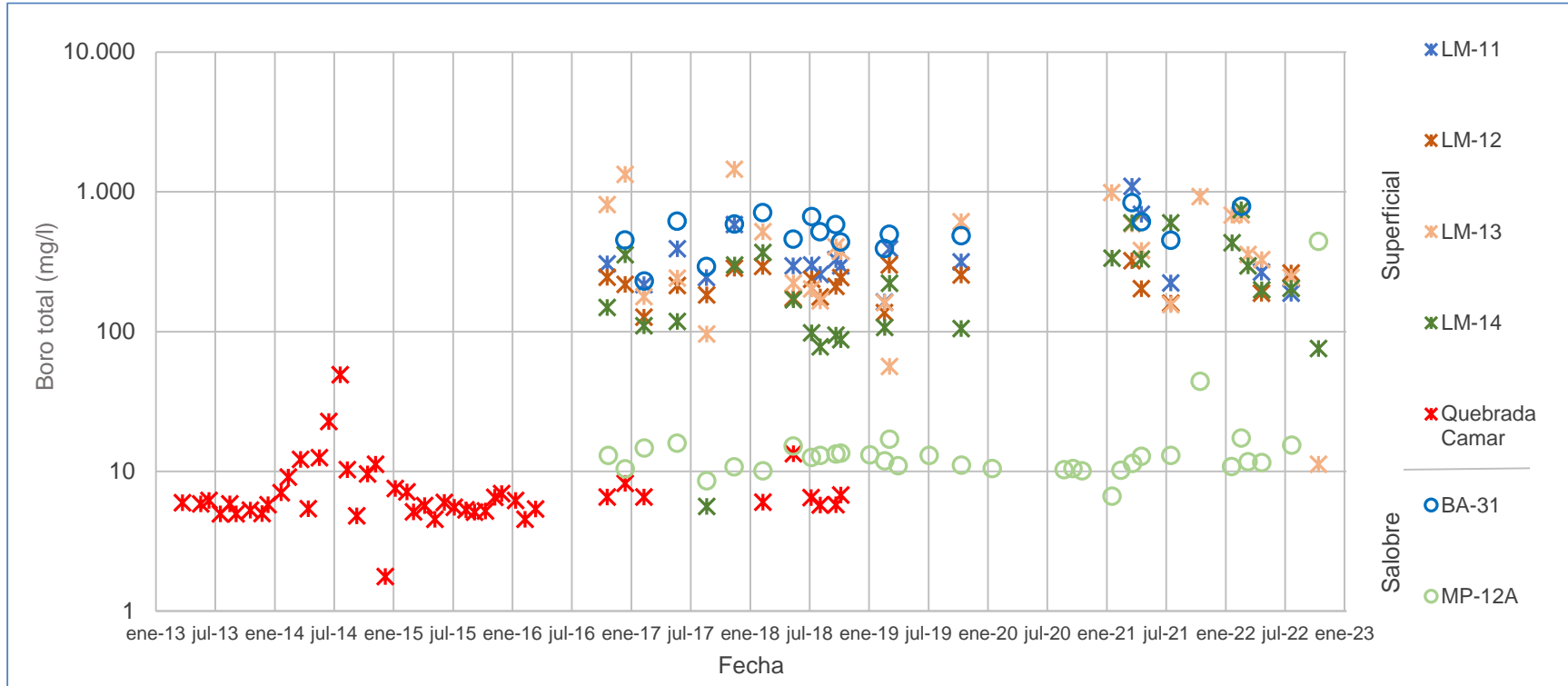
Figura 5-227 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	45	18	34
Min	0,96	0,79	0,11	1,01	0,07	1,91	0,02
P25	1,67	1,34	2,95	1,73	0,45	3,95	0,13
Mediana	3,10	1,55	4,81	3,00	0,48	7,10	0,16
P75	4,28	1,94	7,83	7,19	0,51	9,41	0,18
Max	10,60	2,94	24,00	12,30	1,03	12,50	5,83
RQ	2,61	0,60	4,88	5,46	0,06	5,46	0,05

Fuente: Elaboración propia

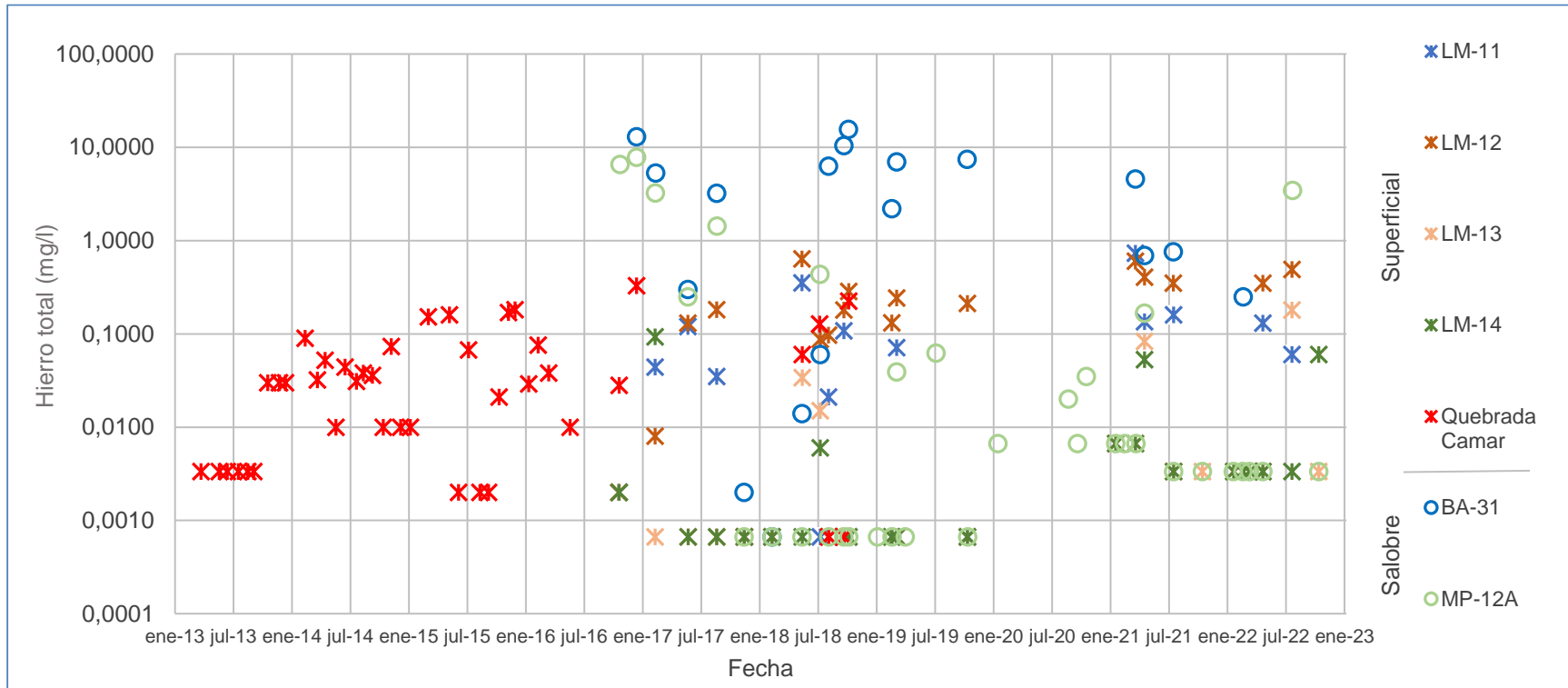
Figura 5-228 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	45	18	34
Min	163	127	11	6	2	230	7
P25	239	179	175	102	5	448	11
Mediana	298	216	364	199	6	508	12
P75	392	261	682	345	7	630	14
Max	1.095	322	1.451	746	49	836	442
RQ	153	82	507	243	2	182	3

Fuente: Elaboración propia

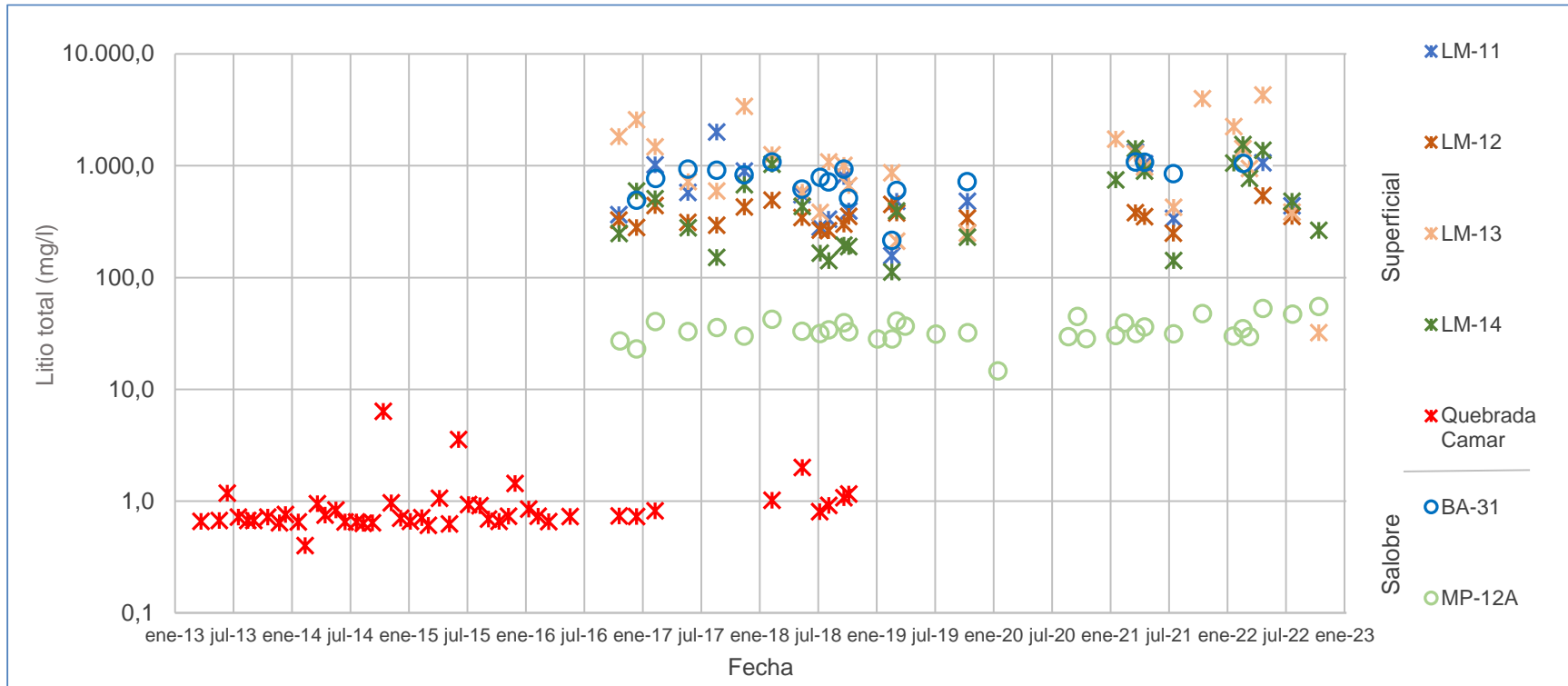
Figura 5-229 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	19	24	24	41	18	34
Min	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
P25	0,001	0,087	0,001	0,001	0,003	0,203	0,001
Mediana	0,052	0,182	0,003	0,003	0,030	2,705	0,005
P75	0,131	0,350	0,006	0,005	0,070	7,090	0,088
Max	0,733	0,634	0,180	0,093	0,328	15,600	7,825
RQ	0,130	0,263	0,005	0,004	0,067	6,887	0,087

Fuente: Elaboración propia

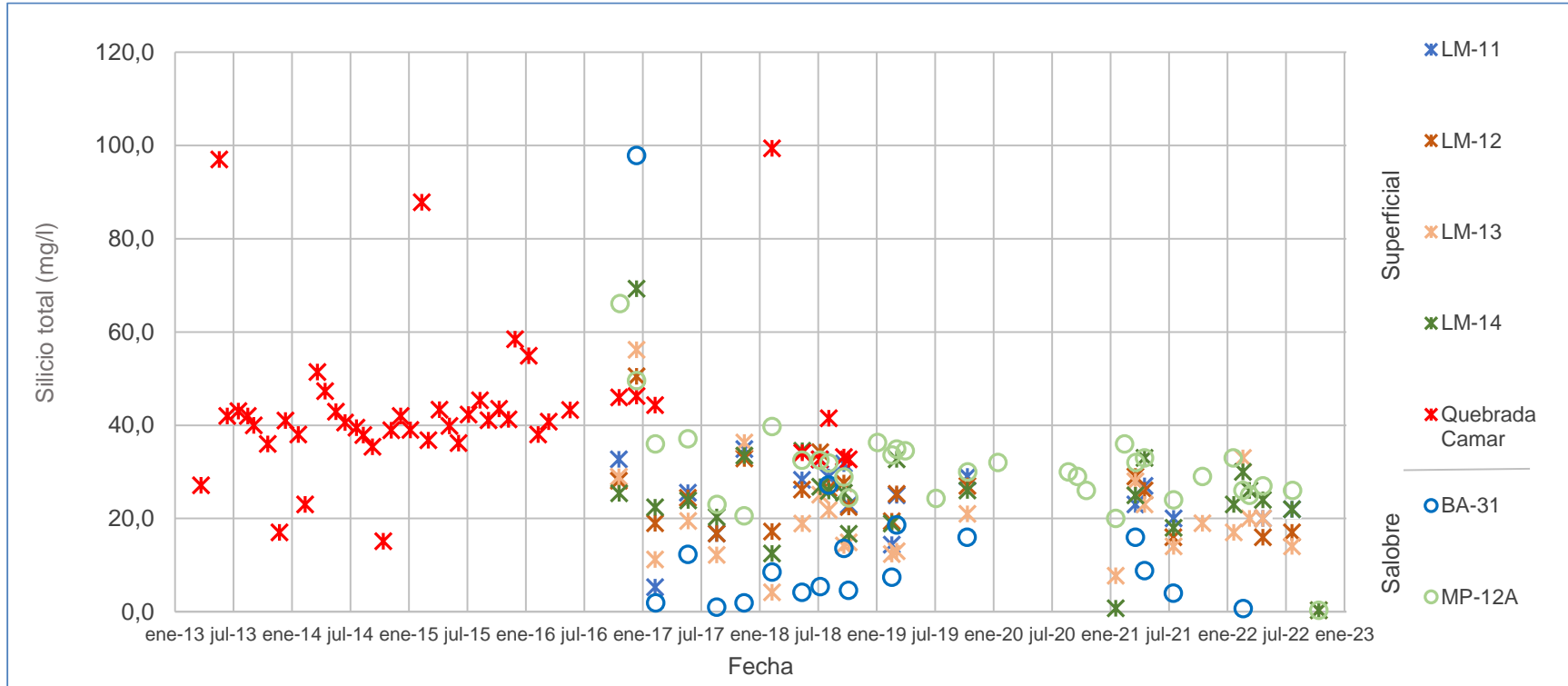
Figura 5-230 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	18	34
Min	157,0	249,3	32,2	112,0	0,4	215,0	14,6
P25	357,7	294,8	540,6	192,0	0,7	613,5	29,8
Mediana	515,5	348,0	989,0	432,0	0,7	808,5	32,7
P75	1.023,5	415,3	1.755,0	832,3	0,9	964,3	39,7
Max	1.998,0	540,1	4.302,3	1.549,0	6,4	1.080,0	55,1
RQ	665,8	120,5	1.214,4	640,3	0,2	350,8	9,9

Fuente: Elaboración propia

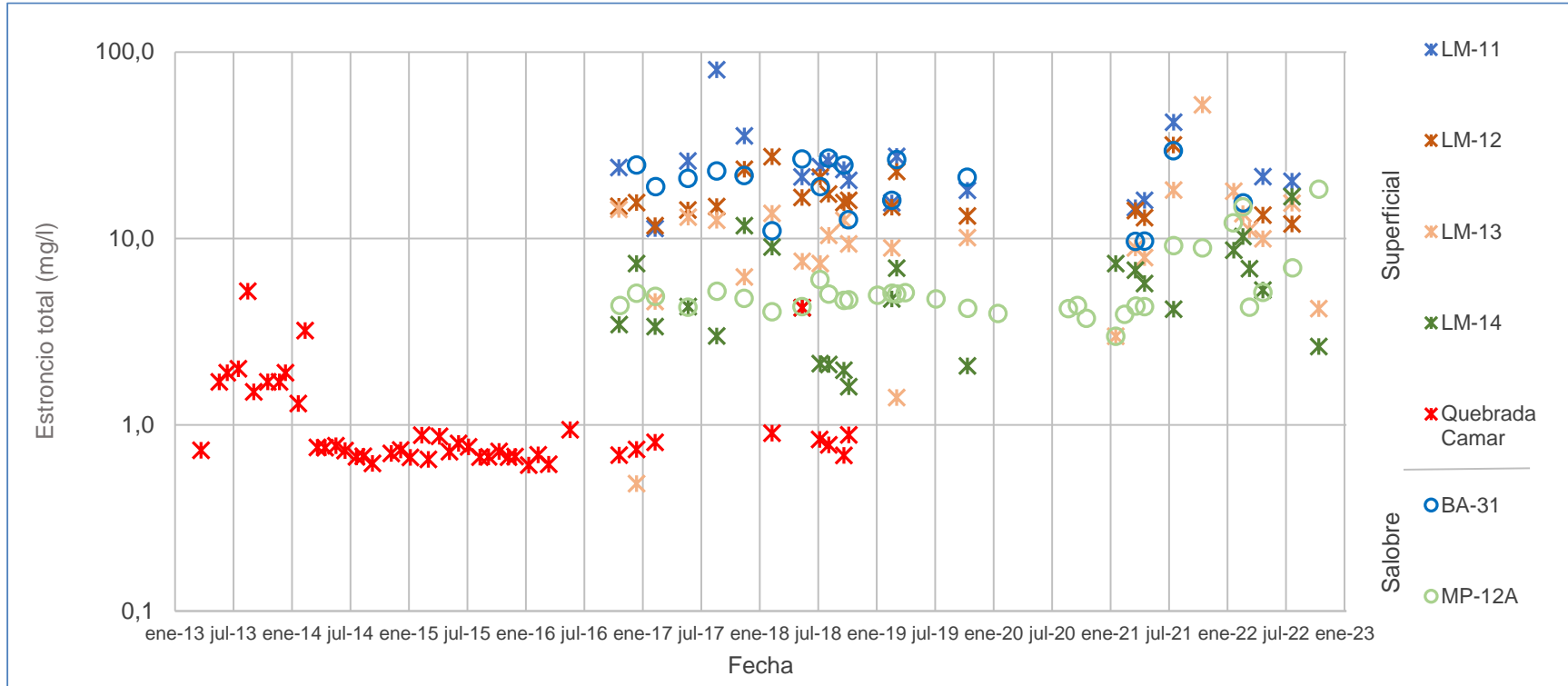
Figura 5-231 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	46	18	34
Min	5,26	16,00	0,33	0,33	15,10	0,67	0,33
P25	20,00	17,65	12,85	19,60	36,64	3,48	25,75
Mediana	25,25	25,65	18,95	25,00	41,05	7,96	30,95
P75	29,70	28,00	23,53	28,40	43,73	16,00	34,60
Max	34,90	50,50	56,20	69,30	99,40	97,83	66,07
RQ	9,70	10,35	10,68	8,80	7,09	12,52	8,85

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-232 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	18	20	26	25	45	18	34
Min	11,30	11,70	0,48	1,60	0,61	9,65	2,98
P25	17,58	13,55	7,06	2,82	0,68	14,81	4,28
Mediana	22,44	15,22	10,03	4,73	0,76	21,15	4,75
P75	26,40	20,30	13,57	7,33	1,12	25,23	5,16
Max	80,50	31,71	52,15	16,75	5,20	29,61	18,37
RQ	8,82	6,75	6,51	4,51	0,44	10,42	0,88

Fuente: Elaboración propia

5.8.4 Química de los Pozos de Extracción

En consideración a la resolución de solicitud de interpretación de la RCA N° 21/2016, resuelta mediante la R.E. N°1.472 de fecha 27 de diciembre 2017 del SEA Dirección Ejecutiva, es que no se presentan resultados asociados a química de los pozos de extracción de salmuera. Dicha Resolución se adjunta como Anexo M de este Informe.

A saber, la Resolución indica textual que: “[...] el alcance del PSAH, expuesto en el considerando 7 de la RCA respecto del componente ambiental “Físico Calidad del Agua”, para el monitoreo “calidad química del agua superficial y subterránea” debe citar únicamente la Tabla 3-5, Tabla 3-6 y Tabla 3-7 del Anexo 3 de la Adenda N°5”. Asimismo, indica que “el objeto de protección asociado al PSAH, corresponde a las aguas del Salar de Atacama, y el acuífero de la Zona Marginal que alimenta estas aguas, por lo que los puntos de monitoreo asociados al componente “calidad de agua”, recae sobre las aguas que alimentan los sistemas lagunares y, por lo tanto, la calidad química de salmuera que se extrae de los pozos de producción no es una variable relevante para los fines ambientales que sustenta la RCA”.

Sin perjuicio de lo anterior, se presentan los resultados de la química de los 3 pozos de extracción con derechos de aguas, pozos: Peine, Tilopozo y Tucúcaro, de los parámetros respectivos: calcio, litio, potasio, magnesio, sodio y sulfato, reportados en unidades de ppm (partes por millón).

En la Tabla 5-52, Tabla 5-53 y Tabla 5-54, se presentan los resultados registrados de calidad química en el año 2022 para dichos pozos. En el mes de diciembre de 2022 no se realizó el muestreo en estos pozos por lo que se tomaron las muestras los primeros días de enero 2023 (5 de enero) cuyos resultados se entregan en este documento.

En la Tabla 5-55 presentan los estadígrafos para los pozos, de los cuales se puede indicar que presentan una baja dispersión por elemento, mientras que entre pozos se presenta un amplio rango de valores. Lo anterior se complementa con la Figura 5-232 donde se presentan los respectivos diagramas de caja. En el Anexo I se presentan los registros históricos.

Tabla 5-52 Resultados Calidad Química de pozo Peine año 2022

Mes	Densidad (g/cm ³)	Calcio (ppm)	Litio (ppm)	Magnesio (ppm)	Potasio (ppm)	Sodio (ppm)	Sulfato (ppm)
Enero	1,000	421	1,0	107	37	667	655
Febrero	1,001	399	1,0	102	33	695	979
Marzo	1,001	377	1,0	108	38	631	747
Abril	1,001	403	1,0	105	34	622	1.020
Mayo	1,001	412	1,0	107	32	659	1.026
Junio	1,003	529	1,0	105	38	523	760
Julio	1,000	419	1,0	104	37	601	910
Agosto	1,001	579	1,0	105	34	634	1.000
Septiembre	1,000	605	1,0	105	38	655	988
Octubre	1,000	605	1,0	105	38	655	988
Noviembre	1,000	484	1,0	107	33	641	1.108
Diciembre*	1,000	507	1,0	106	32	641	1.072

*Muestra obtenida los primeros días de enero de 2023.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-53 Resultados Calidad Química de vertiente Tilopozo año 2022

Mes	Densidad (g/cm ³)	Calcio (ppm)	Litio (ppm)	Magnesio (ppm)	Potasio (ppm)	Sodio (ppm)	Sulfato (ppm)
Enero	1,001	118	7	95	80	581	308
Febrero	1,000	130	5	93	77	599	442
Marzo	1,001	132	5	95	77	613	390
Abril	1,001	132	5	95	77	613	390
Mayo	1,000	134	5	97	76	574	407
Junio	1,002	139	5	92	80	473	360
Julio	1,001	121	5	97	79	499	383
Agosto	1,000	160	5	94	79	512	450
Septiembre	1,001	160	5	94	79	542	532
Octubre	1,001	145	5	94	82	523	449
Noviembre	1,000	166	5	93	76	533	482
Diciembre*	1,000	167	5	94	79	546	461

*Muestra obtenida los primeros días de enero de 2023.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-54 Resultados Calidad Química de pozo Tucúcaro año 2022

Mes	Densidad (g/cm ³)	Calcio (ppm)	Litio (ppm)	Magnesio (ppm)	Potasio (ppm)	Sodio (ppm)	Sulfato (ppm)
Enero	1,002	133	16	132	177	1.209	542
Febrero	1,002	145	12	130	176	1.191	710
Marzo	1,003	148	12	133	178	1.182	620
Abril	1,002	141	12	129	172	1.067	610
Mayo	1,002	162	15	167	213	1.229	614
Junio	1,003	152	12	127	174	992	520
Julio	1,002	129	12	145	160	999	496
Agosto	1,002	165	12	128	173	1.060	580
Septiembre	1,005	167	6	137	180	1.183	446
Octubre	1,002	146	11	129	169	1.074	678
Noviembre	1,001	172	11	128	167	1.042	704
Diciembre*	1,001	175	11	127	166	1.027	628

*Muestra obtenida los primeros días de enero de 2023.

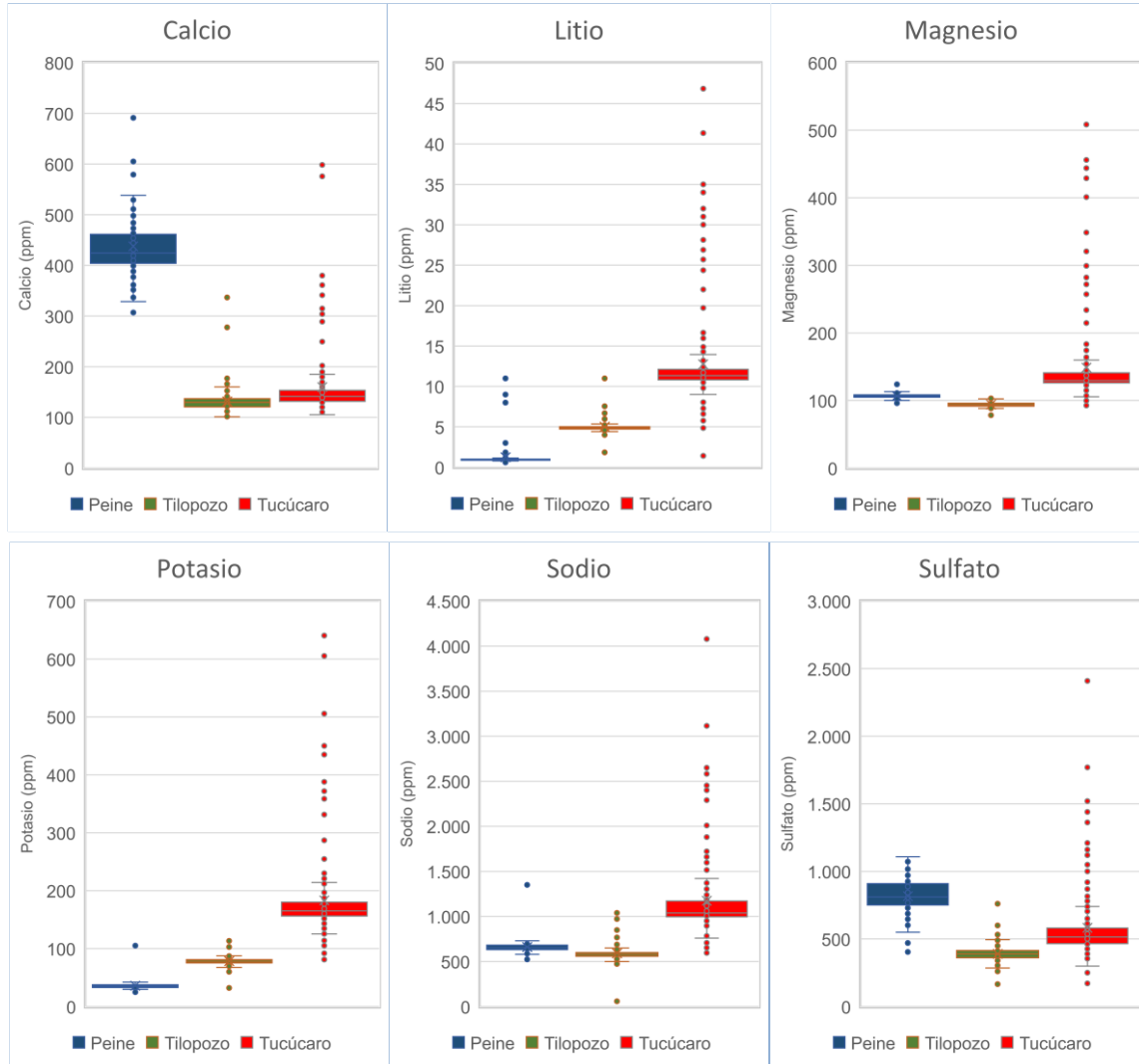
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-55 Estadígrafos, Calidad Química de pozos de bombeo agua dulce-salobre (ppm)

Pozo	Parámetro	Nº	Mín	P25	Mediana	P75	Máximo
Peine	Calcio	101	307	404	424	461	691
	Litio	101	0,6	0,9	1,0	1,0	11,0
	Magnesio	101	96	105	106	108	124
	Potasio	101	25	33	35	38	105
	Sodio	101	523	633	654	681	1.350
	Sulfato	101	404	751	810	909	1.108
Tilopozo	Calcio	186	101	121	130	137	337
	Litio	186	1,8	4,7	4,9	5,0	11,1
	Magnesio	186	78	92	94	96	108
	Potasio	185	32	75	78	81	113
	Sodio	186	59	559	579	599	1.040
	Sulfato	185	166	361	389	415	760
Tucúcaro	Calcio	186	105	132	141	153	598
	Litio	186	1,4	10,8	11,3	12,1	46,8
	Magnesio	185	93	126	129	141	508
	Potasio	185	81	156	165	180	640
	Sodio	186	596	996	1.038	1.172	4.081
	Sulfato	186	172	466	515	581	2.410

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-233 Diagrama de caja calidad química de pozos de bombeo agua dulce-salobre (ppm)



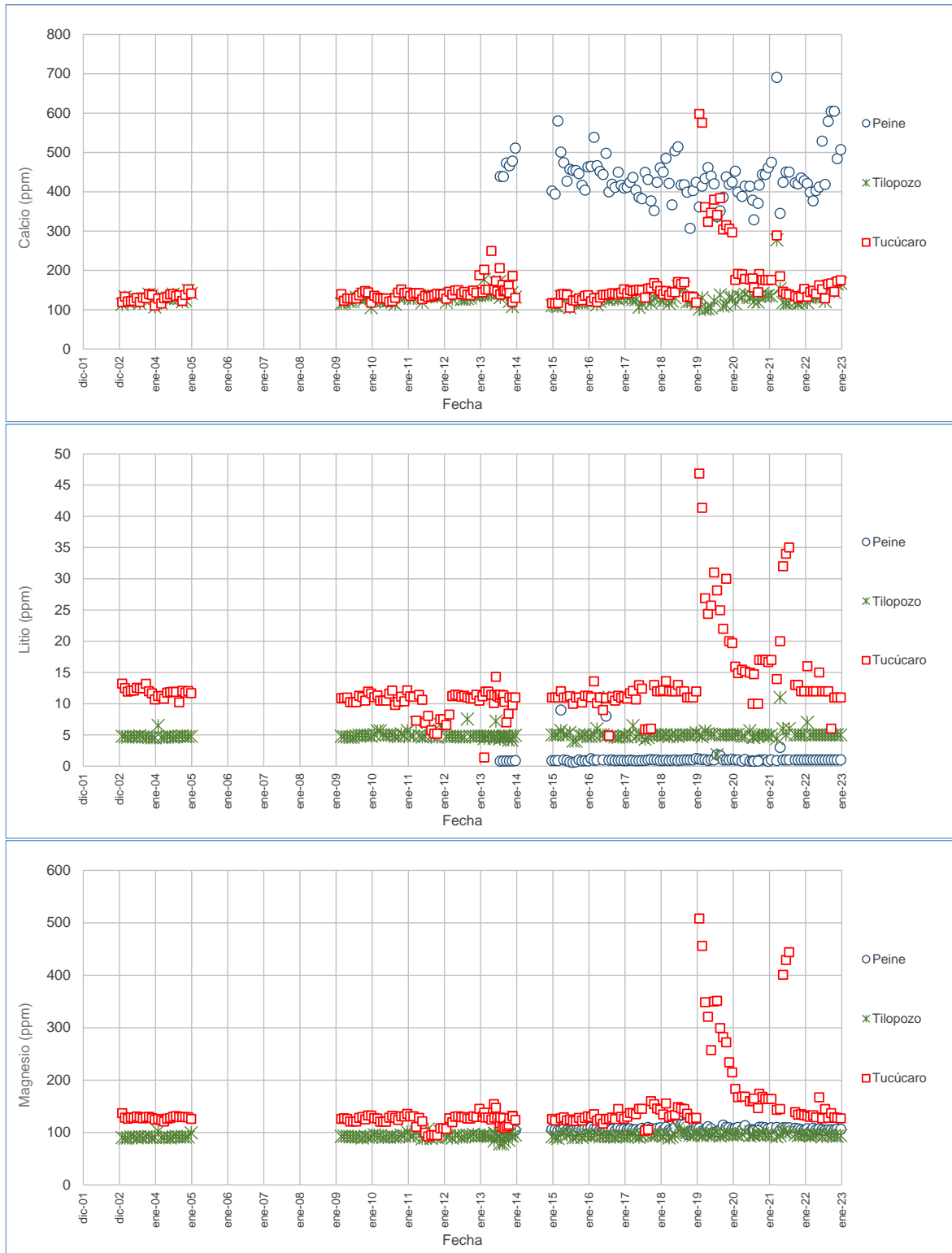
Fuente: Elaboración propia

De la Figura 5-232 se desprende que las mayores concentraciones de sulfato y calcio ocurren en el pozo Peine, mientras que mayores concentraciones de litio, magnesio, potasio y sodio caracterizan al pozo Tucúcaro. La Figura 5-233 presenta la gráfica histórica de la variación de calcio, litio y magnesio y la Figura 5-234 presenta la variación de potasio, sodio y sulfato para los pozos Peine, Tilopozo y Tucúcaro. Cabe indicar que el pozo Peine comienza su bombeo más tarde que los demás, con registros desde Julio 2013.

En la Figura 5-233 y en la Figura 5-234 se observa que para los pozos Peine y Tilopozo, en el 2022, cada uno de los elementos monitoreados se mantiene dentro del rango histórico, salvo las mediciones de sulfato, y en parte calcio, en el pozo Peine, las que vislumbran estar al alza. El pozo Tucúcaro presentó en el año 2019 un alza en las concentraciones de todos los elementos, el cual ha estado disminuyendo a diferentes tasas hasta finales del presente

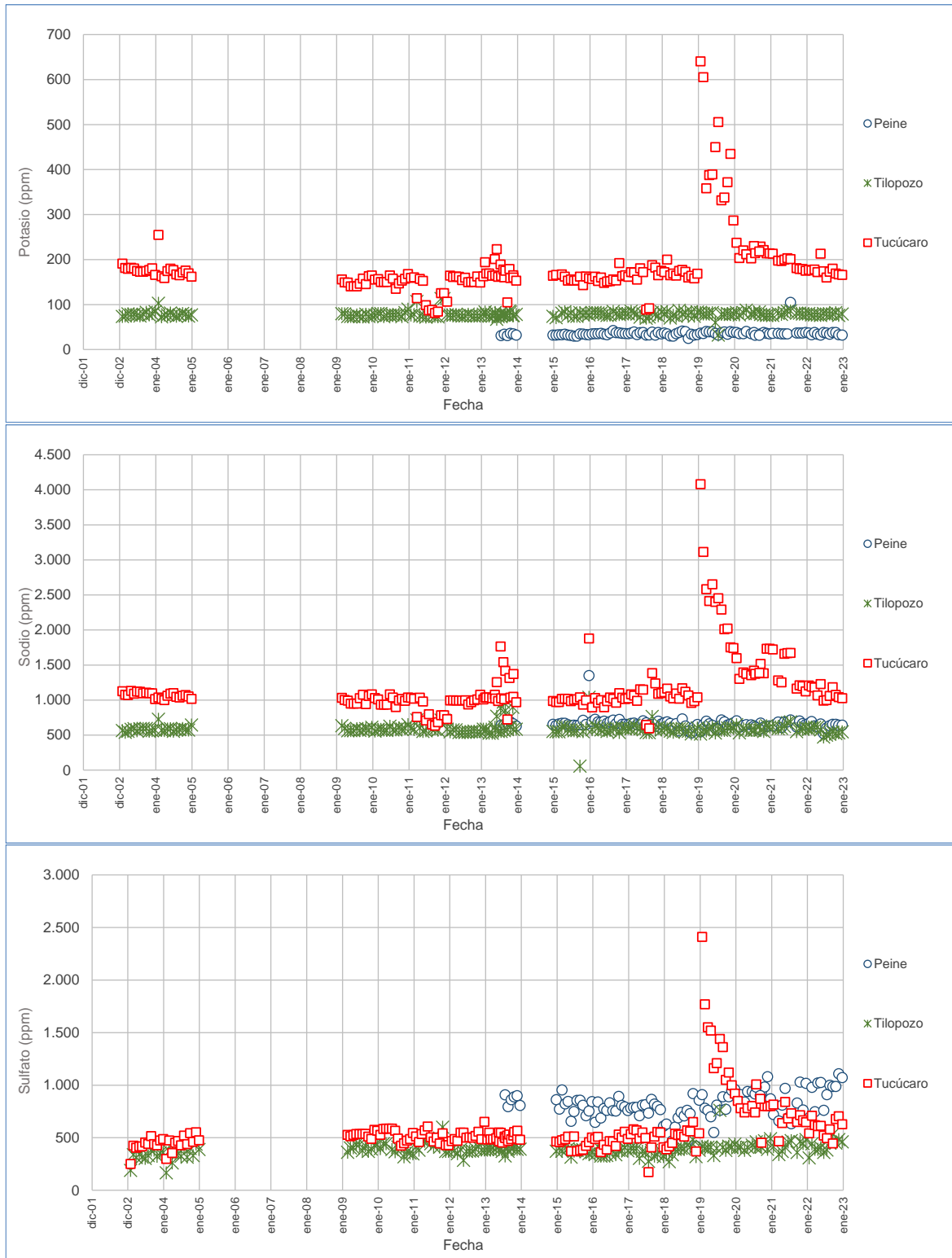
periodo de reporte. Estos aumentos en las concentraciones ocurren posteriores al evento de precipitaciones de 2019, lo cual pudo provocar disolución de sales que ingresaron al sistema de aguas subterráneas, dada la ubicación del pozo Tucúcaro, y por ende no teniendo el mismo efecto en los otros dos pozos. De manera similar, aunque más acotados, durante mayo de 2022 ocurren aumentos de litio (además de enero de 2022), magnesio y potasio, y en menor medida sodio, en el pozo Tucúcaro.

Figura 5-234 Variación temporal de Calcio, Litio y Magnesio en pozos Peine, Tilopozo y Tucúcaro



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-235 Variación temporal de Potasio, Sodio y Sulfato en pozos Peine, Tilopozo y Tucúcaro



Fuente: Elaboración propia

5.9 Caudales bombeados en salmuera y en agua dulce-salobre

En el presente subcapítulo se muestran los registros asociados a la extracción de salmuera y agua dulce-salobre durante el año 2022. Durante este periodo fueron bombeados un total de 81 pozos de extracción de salmuera en las áreas de extracción A1 y A2 (en la Tabla 4-9), se presentaron las coordenadas de cada pozo y su correspondiente área de extracción), además de tres puntos de extracción de agua dulce-salobre correspondientes a la vertiente Tilopozo, pozo Tucúcaro y pozo Peine.

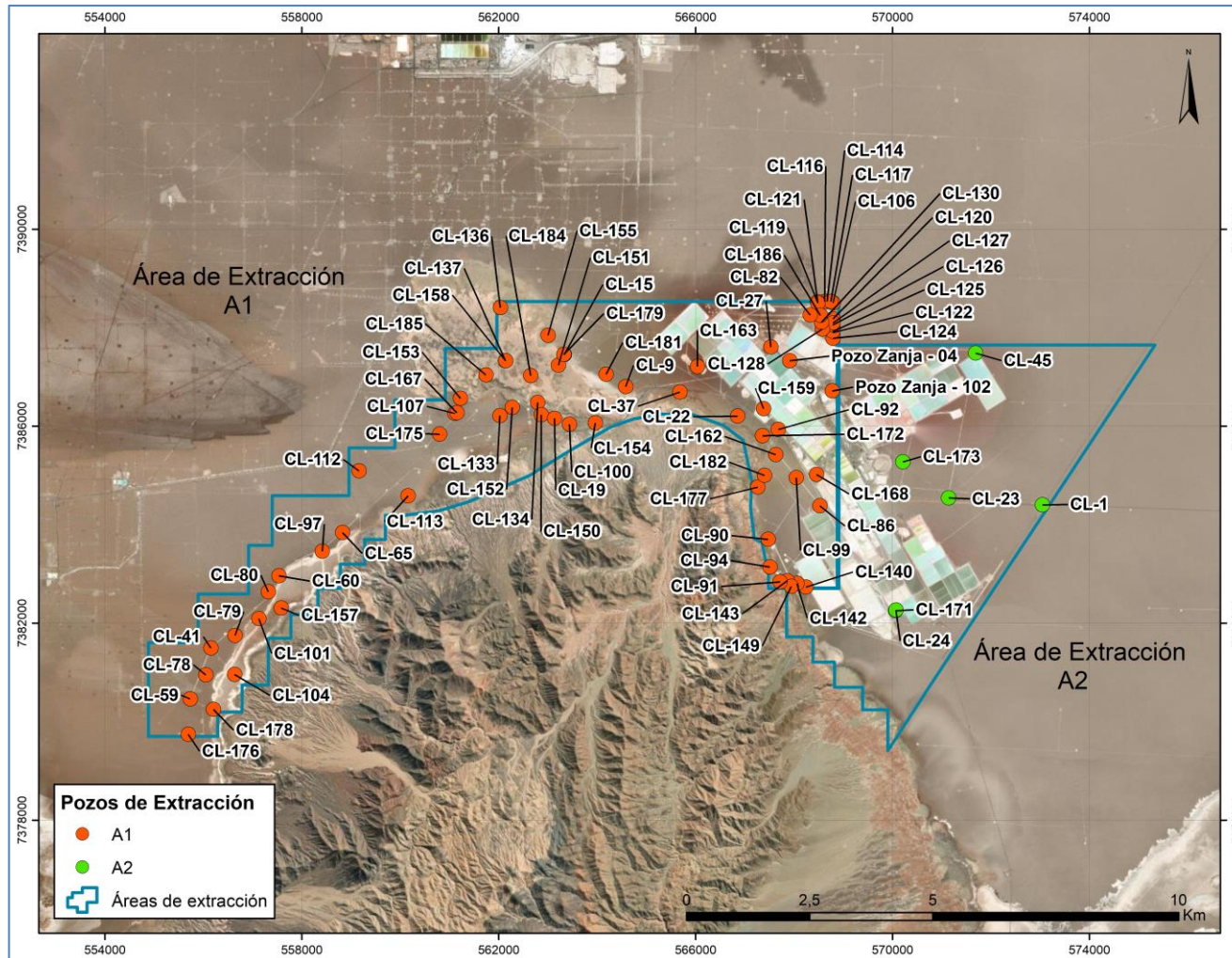
Se aclara que la cantidad de pozos bombeados a lo largo del tiempo es variable, y su dinámica responde a razones operacionales que se ajustan al caudal de bombeo aprobado ambientalmente.

A continuación, se presentan los valores de los caudales bombeados durante 2022 junto al registro histórico a través de gráficos. En el Anexo J se presenta el registro histórico de todos los volúmenes extraídos y caudales bombeados, a escala mensual, tanto de los pozos de salmuera como de los puntos de agua dulce-salobre.

5.9.1 Caudales bombeados en salmuera

La ubicación de los pozos de extracción de salmuera se enmarca en los polígonos A1 y A2, y su ubicación se representa en el mapa de la Figura 5-236. El detalle de los caudales bombeados durante 2022 se presenta en la Tabla 5-56.

Figura 5-236 Mapa de ubicación de los pozos de extracción de salmuera de Albemarle



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-56 Caudales y volúmenes bombeados en pozos de salmuera, año calendario 2022

Pozo	Volumen/Caudal	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Volumen total [m3/año]
ÁREA A1														
CL-9	Volumen [m3/mes]	7.059	5.226	0	0	0	0	0	0	0	7.474	7.040	6.918	33.717
	Caudal [L/s]	2,64	2,16	0	0	0	0	0	0	0	2,79	2,72	2,58	
CL-15	Volumen [m3/mes]	6.973	4.866	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.839
	Caudal [L/s]	2,6	2,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CL-19	Volumen [m3/mes]	35.304	32.218	34.417	30.683	29.296	12.877	0	0	0	45.565	44.931	47.390	312.681
	Caudal [L/s]	13,18	13,32	12,85	11,84	10,94	4,97	0	0	0	17,01	17,33	17,69	
CL-22	Volumen [m3/mes]	37.865	34.211	18.519	0	0	24.205	41.583	34.032	8.471	35.368	32.975	40.492	307.721
	Caudal [L/s]	14,14	14,14	6,91	0	0	9,34	15,53	12,71	3,27	13,2	12,72	15,12	
CL-27	Volumen [m3/mes]	22.707	16.510	17.295	17.469	15.059	14.951	15.625	16.693	8.844	16.972	17.336	15.032	194.493
	Caudal [L/s]	8,48	6,82	6,46	6,74	5,62	5,77	5,83	6,23	3,41	6,34	6,69	5,61	
CL-37	Volumen [m3/mes]	12.191	1.975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.166
	Caudal [L/s]	4,55	0,82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CL-41	Volumen [m3/mes]	21.591	0	0	0	1.748	0	0	0	0	17.493	14.838	15.315	70.985
	Caudal [L/s]	8,06	0	0	0	0,65	0	0	0	0	6,53	5,72	5,72	
CL-59	Volumen [m3/mes]	38.508	106	4.555	11.235	0	5.619	0	0	0	645	0	1.766	62.434
	Caudal [L/s]	14,38	0,04	1,7	4,33	0	2,17	0	0	0	0,24	0	0,66	
CL-60	Volumen [m3/mes]	58.138	833	15.204	21.714	1.620	0	0	0	0	36.153	30.051	31.835	195.548
	Caudal [L/s]	21,71	0,34	5,68	8,38	0,6	0	0	0	0	13,5	11,59	11,89	
CL-65	Volumen [m3/mes]	22.074	10.970	18.589	10.464	10.753	0	0	0	650	6.805	1.414	612	82.331
	Caudal [L/s]	8,24	4,53	6,94	4,04	4,01	0	0	0	0,25	2,54	0,55	0,23	
CL-78	Volumen [m3/mes]	22.337	19.780	22.534	0	0	0	0	0	0	19.885	18.036	18.672	121.244
	Caudal [L/s]	8,34	8,18	8,41	0	0	0	0	0	0	7,42	6,96	6,97	

Tabla 5-56 Caudales y volúmenes bombeados en pozos de salmuera, año calendario 2022

Pozo	Volumen/Caudal	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Volumen total [m3/año]
CL-79	Volumen [m3/mes]	16.827	40	0	0	0	0	0	0	0	24.794	21.456	27.493	90.610
	Caudal [L/s]	6,28	0,02	0	0	0	0	0	0	0	9,26	8,28	10,26	
CL-80	Volumen [m3/mes]	14.710	0	0	0	0	0	0	0	0	14.236	238	0	29.184
	Caudal [L/s]	5,49	0	0	0	0	0	0	0	0	5,32	0,09	0	
CL-82	Volumen [m3/mes]	13.662	14.472	15.926	13.677	14.570	12.763	14.641	13.216	7.744	17.165	13.838	13.889	165.563
	Caudal [L/s]	5,1	5,98	5,95	5,28	5,44	4,92	5,47	4,93	2,99	6,41	5,34	5,19	
CL-86	Volumen [m3/mes]	0	0	0	354	0	0	0	0	0	0	0	0	354
	Caudal [L/s]	0	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	
CL-90	Volumen [m3/mes]	32.190	25.779	27.896	26.763	16.375	16.117	13.613	22.334	18.342	22.906	24.208	26.233	272.756
	Caudal [L/s]	12,02	10,66	10,42	10,33	6,11	6,22	5,08	8,34	7,08	8,55	9,34	9,79	
CL-91	Volumen [m3/mes]	16.071	8.611	0	3.809	13.499	12.513	15.381	7.934	0	16.612	12.656	12.926	120.012
	Caudal [L/s]	6	3,56	0	1,47	5,04	4,83	5,74	2,96	0	6,2	4,88	4,83	
CL-92	Volumen [m3/mes]	13.250	0	0	677	0	0	0	0	0	11.495	10.912	11.641	47.975
	Caudal [L/s]	4,95	0	0	0,26	0	0	0	0	0	4,29	4,21	4,35	
CL-94	Volumen [m3/mes]	20.121	15.134	18.355	14.579	14.486	15.092	16.725	8.034	0	17.550	11.354	14.277	165.707
	Caudal [L/s]	7,51	6,26	6,85	5,62	5,41	5,82	6,24	3	0	6,55	4,38	5,33	
CL-97	Volumen [m3/mes]	22.415	18.243	19.747	20.210	21.821	21.084	21.173	20.658	10.916	3.671	1.682	5.631	187.251
	Caudal [L/s]	8,37	7,54	7,37	7,8	8,15	8,13	7,91	7,71	4,21	1,37	0,65	2,1	
CL-99	Volumen [m3/mes]	11.259	7.961	9.045	8.287	8.665	9.282	935	0	0	0	0	0	55.434
	Caudal [L/s]	4,2	3,29	3,38	3,2	3,24	3,58	0,35	0	0	0	0	0	
CL-100	Volumen [m3/mes]	60.840	17.134	18.847	9.114	27.878	41.209	52.708	53.691	50.242	43.926	39.129	35.939	450.657
	Caudal [L/s]	22,72	7,08	7,04	3,52	10,41	15,9	19,68	20,05	19,38	16,4	15,1	13,42	
CL-101	Volumen [m3/mes]	26.822	27.354	31.175	31.969	19.711	13.566	19.970	31.119	0	31.026	29.546	29.970	292.228
	Caudal [L/s]	10,01	11,31	11,64	12,33	7,36	5,23	7,46	11,62	0	11,58	11,4	11,19	

Tabla 5-56 Caudales y volúmenes bombeados en pozos de salmuera, año calendario 2022

Pozo	Volumen/Caudal	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Volumen total [m3/año]
CL-104	Volumen [m3/mes]	14.377	13.070	14.270	14.554	13.597	12.922	12.891	10.749	0	19.222	18.508	18.718	162.878
	Caudal [L/s]	5,37	5,4	5,33	5,61	5,08	4,99	4,81	4,01	0	7,18	7,14	6,99	
CL-106	Volumen [m3/mes]	22.559	21.425	23.021	21.943	22.567	23.284	23.098	19.672	0	21.440	20.915	21.603	241.527
	Caudal [L/s]	8,42	8,86	8,6	8,47	8,43	8,98	8,62	7,34	0	8	8,07	8,07	
CL-107	Volumen [m3/mes]	19.182	32.539	39.286	34.786	35.305	33.298	37.899	33.413	46.447	34.980	29.293	22.349	398.777
	Caudal [L/s]	7,16	13,45	14,67	13,42	13,18	12,85	14,15	12,47	17,92	13,06	11,3	8,34	
CL-112	Volumen [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.970	15.476	16.014	47.460
	Caudal [L/s]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,96	5,97	5,98	
CL-113	Volumen [m3/mes]	0	0	7.538	15.072	15.316	14.533	15.436	15.156	0	15.158	15.909	15.510	129.628
	Caudal [L/s]	0	0	2,81	5,81	5,72	5,61	5,76	5,66	0	5,66	6,14	5,79	
CL-114	Volumen [m3/mes]	12.910	11.369	12.684	12.729	14.472	12.783	13.829	7.660	0	13.740	10.578	10.590	133.344
	Caudal [L/s]	4,82	4,7	4,74	4,91	5,4	4,93	5,16	2,86	0	5,13	4,08	3,95	
CL-116	Volumen [m3/mes]	8.499	8.779	9.476	8.970	10.166	10.015	11.507	11.607	11.747	15.836	18.492	19.596	144.690
	Caudal [L/s]	3,17	3,63	3,54	3,46	3,8	3,86	4,3	4,33	4,53	5,91	7,13	7,32	
CL-117	Volumen [m3/mes]	14.519	13.995	17.107	18.238	19.133	19.303	20.598	18.752	0	12.373	12.372	13.263	179.653
	Caudal [L/s]	5,42	5,78	6,39	7,04	7,14	7,45	7,69	7	0	4,62	4,77	4,95	
CL-119	Volumen [m3/mes]	5.215	3.156	7.393	6.812	8.463	8.292	8.517	9.589	8.356	8.171	9.062	8.892	91.918
	Caudal [L/s]	1,95	1,3	2,76	2,63	3,16	3,2	3,18	3,58	3,22	3,05	3,5	3,32	
CL-120	Volumen [m3/mes]	24.587	22.173	24.151	22.044	23.115	11.951	0	12.014	0	18.119	24.368	24.080	206.602
	Caudal [L/s]	9,18	9,17	9,02	8,5	8,63	4,61	0	4,49	0	6,76	9,4	8,99	
CL-121	Volumen [m3/mes]	22.514	2.215	1.085	21.954	22.671	22.024	24.221	24.203	13.054	22.675	21.407	21.914	219.937
	Caudal [L/s]	8,41	0,92	0,41	8,47	8,46	8,5	9,04	9,04	5,04	8,47	8,26	8,18	
CL-122	Volumen [m3/mes]	5.914	6.686	8.481	10.765	11.855	11.991	14.179	13.405	10.069	13.652	17.234	15.510	139.741
	Caudal [L/s]	2,21	2,76	3,17	4,15	4,43	4,63	5,29	5	3,88	5,1	6,65	5,79	

Tabla 5-56 Caudales y volúmenes bombeados en pozos de salmuera, año calendario 2022

Pozo	Volumen/Caudal	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Volumen total [m3/año]
CL-124	Volumen [m3/mes]	10.635	1.491	0	0	0	0	9.570	16.097	11.272	11.208	10.485	10.504	81.262
	Caudal [L/s]	3,97	0,62	0	0	0	0	3,57	6,01	4,35	4,18	4,05	3,92	
CL-125	Volumen [m3/mes]	10.513	10.523	11.677	10.825	12.086	14.664	17.575	9.263	0	9.777	12.582	14.171	133.656
	Caudal [L/s]	3,93	4,35	4,36	4,18	4,51	5,66	6,56	3,46	0	3,65	4,85	5,29	
CL-126	Volumen [m3/mes]	12.961	11.047	11.351	10.145	10.727	10.874	12.298	11.848	0	12.082	13.081	12.759	129.173
	Caudal [L/s]	4,84	4,57	4,24	3,91	4,01	4,2	4,59	4,42	0	4,51	5,05	4,76	
CL-127	Volumen [m3/mes]	16.793	18.315	20.738	18.090	19.611	19.122	5.369	0	0	16.479	17.731	18.490	170.738
	Caudal [L/s]	6,27	7,57	7,74	6,98	7,32	7,38	2	0	0	6,15	6,84	6,9	
CL-128	Volumen [m3/mes]	4.728	5.963	5.485	5.820	7.169	7.213	8.019	6.318	3.046	8.314	9.701	10.813	82.589
	Caudal [L/s]	1,77	2,46	2,05	2,25	2,68	2,78	2,99	2,36	1,18	3,1	3,74	4,04	
CL-130	Volumen [m3/mes]	9.858	9.111	9.982	9.083	9.952	9.499	9.815	9.731	6.886	9.400	12.816	10.820	116.953
	Caudal [L/s]	3,68	3,77	3,73	3,5	3,72	3,66	3,66	3,63	2,66	3,51	4,94	4,04	
CL-133	Volumen [m3/mes]	18.387	15.493	24.809	24.231	25.733	24.141	20.810	20.264	19.361	22.957	22.715	26.149	265.050
	Caudal [L/s]	6,86	6,4	9,26	9,35	9,61	9,31	7,77	7,57	7,47	8,57	8,76	9,76	
CL-134	Volumen [m3/mes]	24.817	22.860	25.142	24.704	25.838	24.535	23.171	23.832	25.028	26.534	25.995	27.420	299.876
	Caudal [L/s]	9,27	9,45	9,39	9,53	9,65	9,47	8,65	8,9	9,66	9,91	10,03	10,24	
CL-136	Volumen [m3/mes]	15.031	10.298	6.049	131	20.254	11.109	16.767	14.448	13.890	14.063	13.115	10.452	145.607
	Caudal [L/s]	5,61	4,26	2,26	0,05	7,56	4,29	6,26	5,39	5,36	5,25	5,06	3,9	
CL-137	Volumen [m3/mes]	16.998	14.450	14.985	14.314	14.931	15.721	14.779	14.627	13.667	14.670	13.871	14.050	177.063
	Caudal [L/s]	6,35	5,97	5,59	5,52	5,57	6,07	5,52	5,46	5,27	5,48	5,35	5,25	
CL-140	Volumen [m3/mes]	24.934	23.186	27.400	26.457	28.221	25.684	29.342	25.822	18.283	26.168	25.616	25.256	306.369
	Caudal [L/s]	9,31	9,58	10,23	10,21	10,54	9,91	10,96	9,64	7,05	9,77	9,88	9,43	
CL-142	Volumen [m3/mes]	28.079	25.943	25.682	24.634	25.847	25.235	25.083	25.105	17.713	25.439	26.012	26.149	300.921
	Caudal [L/s]	10,48	10,72	9,59	9,5	9,65	9,74	9,36	9,37	6,83	9,5	10,04	9,76	

Tabla 5-56 Caudales y volúmenes bombeados en pozos de salmuera, año calendario 2022

Pozo	Volumen/Caudal	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Volumen total [m3/año]
CL-143	Volumen [m3/mes]	19.770	17.738	20.142	19.816	19.630	19.404	18.477	20.703	16.138	23.617	21.849	22.136	239.420
	Caudal [L/s]	7,38	7,33	7,52	7,65	7,33	7,49	6,9	7,73	6,23	8,82	8,43	8,26	
CL-149	Volumen [m3/mes]	15.702	9.890	18.730	18.768	20.457	19.345	18.834	18.837	13.164	18.259	20.648	26.525	219.159
	Caudal [L/s]	5,86	4,09	6,99	7,24	7,64	7,46	7,03	7,03	5,08	6,82	7,97	9,9	
CL-150	Volumen [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.138	22.476	22.708	67.322
	Caudal [L/s]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,27	8,67	8,48	
CL-151	Volumen [m3/mes]	11.139	10.383	12.575	11.583	12.022	11.220	11.331	7.070	0	0	0	0	87.323
	Caudal [L/s]	4,16	4,29	4,69	4,47	4,49	4,33	4,23	2,64	0	0	0	0	
CL-152	Volumen [m3/mes]	11.433	9.785	11.001	9.892	10.934	10.447	12.454	14.352	14.023	13.854	10.865	9.744	138.784
	Caudal [L/s]	4,27	4,04	4,11	3,82	4,08	4,03	4,65	5,36	5,41	5,17	4,19	3,64	
CL-153	Volumen [m3/mes]	21.254	17.375	20.609	20.580	21.389	20.386	19.761	20.545	17.359	19.017	17.307	19.575	235.157
	Caudal [L/s]	7,94	7,18	7,69	7,94	7,99	7,86	7,38	7,67	6,7	7,1	6,68	7,31	
CL-154	Volumen [m3/mes]	11.054	9.927	11.435	11.809	11.907	11.369	12.142	13.289	17.159	15.339	14.139	13.645	153.214
	Caudal [L/s]	4,13	4,1	4,27	4,56	4,45	4,39	4,53	4,96	6,62	5,73	5,45	5,09	
CL-155	Volumen [m3/mes]	22.527	20.164	22.840	21.212	21.641	20.232	15.389	9.640	0	0	0	0	153.645
	Caudal [L/s]	8,41	8,33	8,53	8,18	8,08	7,81	5,75	3,6	0	0	0	0	
CL-157	Volumen [m3/mes]	12.032	7.765	2.382	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.179
	Caudal [L/s]	4,49	3,21	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CL-158	Volumen [m3/mes]	22.537	19.566	18.716	19.413	21.265	20.947	24.108	24.409	21.875	22.284	20.647	20.358	256.125
	Caudal [L/s]	8,41	8,09	6,99	7,49	7,94	8,08	9	9,11	8,44	8,32	7,97	7,6	
CL-159	Volumen [m3/mes]	6.931	2.965	0	0	0	0	0	0	0	6.565	7.619	7.232	31.312
	Caudal [L/s]	2,59	1,23	0	0	0	0	0	0	0	2,45	2,94	2,7	
CL-162	Volumen [m3/mes]	22.180	16.957	20.097	19.826	20.691	18.578	20.873	23.173	20.879	21.886	21.733	22.298	249.171
	Caudal [L/s]	8,28	7,01	7,5	7,65	7,73	7,17	7,79	8,65	8,06	8,17	8,38	8,33	

Tabla 5-56 Caudales y volúmenes bombeados en pozos de salmuera, año calendario 2022

Pozo	Volumen/Caudal	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Volumen total [m3/año]
CL-163	Volumen [m3/mes]	7.286	6.246	8.813	9.718	10.993	10.179	8.498	9.510	9.377	10.298	9.943	10.409	111.270
	Caudal [L/s]	2,72	2,58	3,29	3,75	4,1	3,93	3,17	3,55	3,62	3,84	3,84	3,89	
CL-167	Volumen [m3/mes]	4.895	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.895
	Caudal [L/s]	1,83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CL-168	Volumen [m3/mes]	8.214	4.301	10.291	9.606	10.348	6.009	5.019	7.585	9.639	4.944	10.665	10.596	97.217
	Caudal [L/s]	3,07	1,78	3,84	3,71	3,86	2,32	1,87	2,83	3,72	1,85	4,11	3,96	
CL-172	Volumen [m3/mes]	0	24.909	32.110	35.619	36.934	38.606	38.269	36.008	20.191	34.607	36.004	37.223	370.480
	Caudal [L/s]	0	10,3	11,99	13,74	13,79	14,89	14,29	13,44	7,79	12,92	13,89	13,9	
CL-175	Volumen [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25.037	26.482	51.519
	Caudal [L/s]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,66	9,89	
CL-176	Volumen [m3/mes]	160	5.065	14.892	14.420	15.080	14.948	16.637	17.029	13.484	15.431	16.009	16.730	159.885
	Caudal [L/s]	0,06	2,09	5,56	5,56	5,63	5,77	6,21	6,36	5,2	5,76	6,18	6,25	
CL-177	Volumen [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.561	20.970	21.582	64.113
	Caudal [L/s]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,05	8,09	8,06	
CL-178	Volumen [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.401	0	0	3.401
	Caudal [L/s]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,27	0	0	
CL-179	Volumen [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.205	11.793	12.129	36.127
	Caudal [L/s]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,56	4,55	4,53	
CL-181	Volumen [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.582	7.122	8.722	23.426
	Caudal [L/s]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,83	2,75	3,26	
CL-182	Volumen [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.533	18.134	18.535	46.202
	Caudal [L/s]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,56	7	6,92	
CL-184	Volumen [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.637	11.366	24.003
	Caudal [L/s]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,88	4,24	

Tabla 5-56 Caudales y volúmenes bombeados en pozos de salmuera, año calendario 2022

Pozo	Volumen/Caudal	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Volumen total [m3/año]
CL-185	Volumen [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.980	34.495	35.069	97.544
	Caudal [L/s]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,45	13,31	13,09	
CL-186	Volumen [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.692	12.191	14.883
	Caudal [L/s]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,04	4,55	
Pozo Zanja-04	Volumen [m3/mes]	17.692	13.822	18.560	18.223	18.175	15.776	19.806	16.859	8.562	19.114	17.476	17.843	201.908
	Caudal [L/s]	6,61	5,71	6,93	7,03	6,79	6,09	7,39	6,29	3,3	7,14	6,74	6,66	
Pozo Zanja-102	Volumen [m3/mes]	6.963	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.963
	Caudal [L/s]	2,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Volumen total anual área de extracción A1 [m³/año]														10.756.949
Caudal mensual A1 [L/s]		410,2	315,13	322,24	315,51	315,1	310,54	309,41	298,8	195,17	421,07	435,66	438,4	-
Caudal medio anual área de extracción A1 [L/s]														341,1
Pozo	Volumen/Caudal	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Volumen total [m3/año]
ÁREA A2														
CL-1	Volumen [m3/mes]	77.015	57.771	61.044	56.313	57.727	65.539	82.726	76.355	75.995	82.027	79.009	79.476	850.997
	Caudal [L/s]	28,75	23,88	22,79	21,73	21,55	25,29	30,89	28,51	29,32	30,63	30,48	29,67	
CL-23	Volumen [m3/mes]	75.797	44.932	44.882	0	770	0	0	37.142	76.522	66.715	68.230	74.476	489.466
	Caudal [L/s]	28,3	18,57	16,76	0	0,29	0	0	13,87	29,52	24,91	26,32	27,81	
CL-24	Volumen [m3/mes]	18.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.009
	Caudal [L/s]	6,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CL-45	Volumen [m3/mes]	69.668	59.053	53.434	68.566	72.956	70.943	64.670	63.893	61.949	61.094	61.097	63.556	770.879
	Caudal [L/s]	26,01	24,41	19,95	26,45	27,24	27,37	24,15	23,85	23,9	22,81	23,57	23,73	
CL-171	Volumen [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	13.701	35.906	22.939	23.870	96.416
	Caudal [L/s]	0	0	0	0	0	0	0	0	5,29	13,41	8,85	8,91	
CL-173	Volumen [m3/mes]	0	0	0	46.848	46.948	47.128	46.643	46.088	48.818	44.442	44.478	43.224	414.617

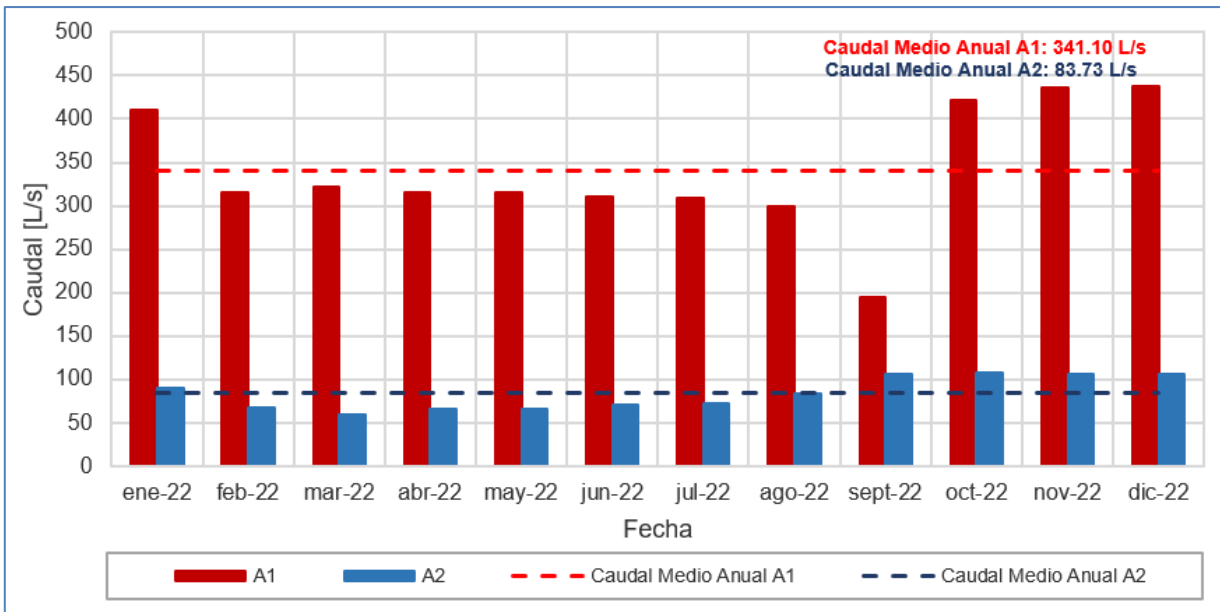
Tabla 5-56 Caudales y volúmenes bombeados en pozos de salmuera, año calendario 2022

Pozo	Volumen/Caudal	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Volumen total [m ³ /año]
	Caudal [L/s]	0	0	18,07	17,53	18,18	17,41	17,21	18,83	16,59	17,16	16,14		
Volumen total anual área de extracción A2 [m³/año]														2.640.384
	Caudal mensual A2 [L/s]	89,79	66,86	59,5	66,25	66,61	70,84	72,45	83,44	106,86	108,34	106,39	106,26	-
Caudal medio anual área de extracción A2 [L/s]														83,73
Volumen total de extracción Salmuera [m³/año]														13.397.333
Caudal medio anual total [L/s]														424,83

Fuente: Elaboración propia.

Los caudales mensuales de extracción de salmuera durante el año 2022 en las áreas A1 y A2 se presentan en la Figura 5-237. Los caudales mensuales promedio más bajos en las áreas A1 y A2 fueron de 195,17 L/s y 59,50 L/s, respectivamente, observados en septiembre para A1 y en marzo para A2. Por otra parte, los caudales máximos fueron de 438,40 L/s y 108,34 L/s, respectivamente, durante el mes de diciembre para el área A1 y octubre para el área A2. Los caudales medios anuales en las áreas A1 y A2 fueron de 341,10 L/s y 83,73 L/s, respectivamente.

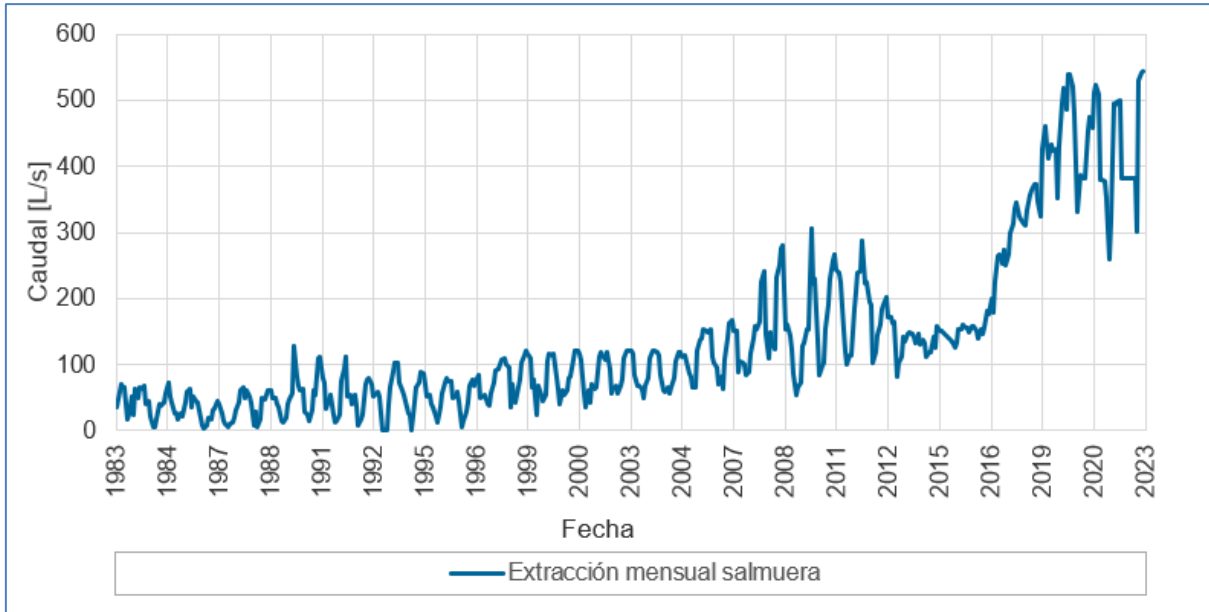
Figura 5-237 Caudales Promedio Mensuales de Extracción de Salmuera por zona, año 2022



Fuente: Elaboración propia

La extracción histórica mensual de salmuera del titular del proyecto entre 1983 y 2022 se muestra en la Figura 5-238. En general, la menor extracción de salmuera se realiza en los meses de invierno, mientras que la mayor extracción se desarrolla en los meses de verano, como consecuencia de la mayor evaporación en los sistemas de pozas de salmuera.

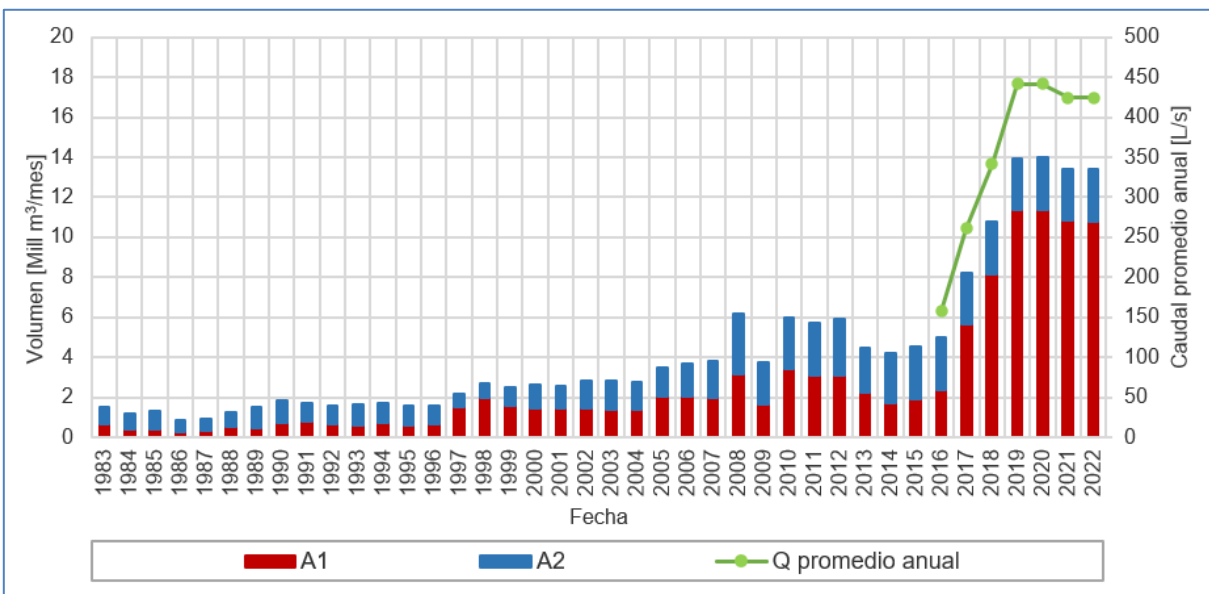
Figura 5-238 Extracción mensual de salmuera de Albemarle, periodo 1983-2022 (extracción total de zonas A1 y A2)



Fuente: Elaboración propia

Los resultados del volumen anual de extracción de salmuera en ambas áreas (A1 y A2) en el período 1983-2022 se presenta en la Figura 5-239. En ella se observa que el volumen de extracción total del año calendario 2022 fue de 13.397.333 m³, lo que equivale a un caudal medio anual de 424,83 L/s.

Figura 5-239 Volumen anual y caudal medio anual año calendario en salmuera de Albemarle, periodo 1983-2022



Fuente: Elaboración propia

No obstante lo anterior, de acuerdo a la Res Ex N°427/2021 de la Superintendencia del Medio Ambiente, en el Considerando 11, letra B.2: *“Atendiendo a la fecha de inicio reportada por el titular, para efectos de la definición y verificación del caudal medio anual autorizado, esta Superintendencia considera que, de acuerdo a las obligaciones establecidas en la RCA N° 21/2016, cada “año” debe entenderse comprendido entre octubre del año “t” y septiembre del año “t+1” (periodo de 12 meses corridos)”* y la Res Ex N°1510/2021 de la SMA, en su Resuelvo, Primero: *“...para el cálculo y verificación del promedio anual de salmuera, corresponde a un periodo de 12 meses comprendido entre el 01 de octubre del año “t” y el 30 de septiembre del año “t+1” (año operacional)”*. Debido a lo mencionado anteriormente desde el informe anual N°6 Albemarle considera lo indicado en las resoluciones citadas, es decir, que el cumplimiento de sus compromisos ambientales para la extracción de salmuera corresponde a lo **extraído en el año operacional** según la fecha de inicio del proyecto, el que inicia los meses de octubre.

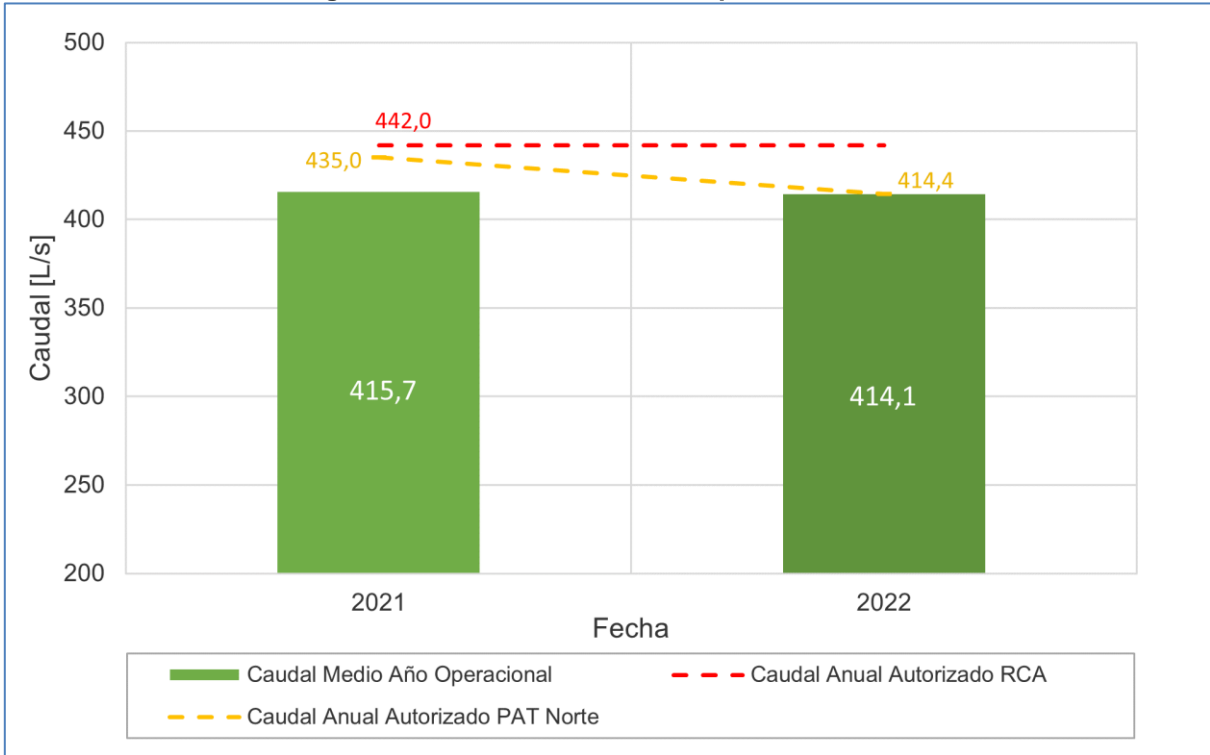
Por otra parte, debido a la activación de la Fase II del PAT Sector Alerta Norte, Albemarle debió disminuir su caudal de extracción de tal modo que, el caudal del año operacional no supere un nuevo límite anual máximo, conforme a lo expresado en la Adenda 5, calculado en base a la siguiente fórmula (indicada en la Resolución Exenta 1510/2021):

$$\text{Nuevo límite Anual (L/s)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de meses con medida activa (442 - monto de reducción)} + \text{N}^\circ \text{ de meses sin medida activa} * 442}{12}$$

Para el año 2022 se mantuvo activa la Fase II del PAT Sector Alerta Norte durante los 12 meses del año operacional 2022, lo que se traduce en una reducción de 27,6 L/s durante esos meses según lo indicado en el Anexo 3 de la Adenda 5. Según la fórmula indicada, el límite de la extracción para el año operacional 2022 (octubre 2021 – septiembre 2022) correspondería a 414,4 L/s.

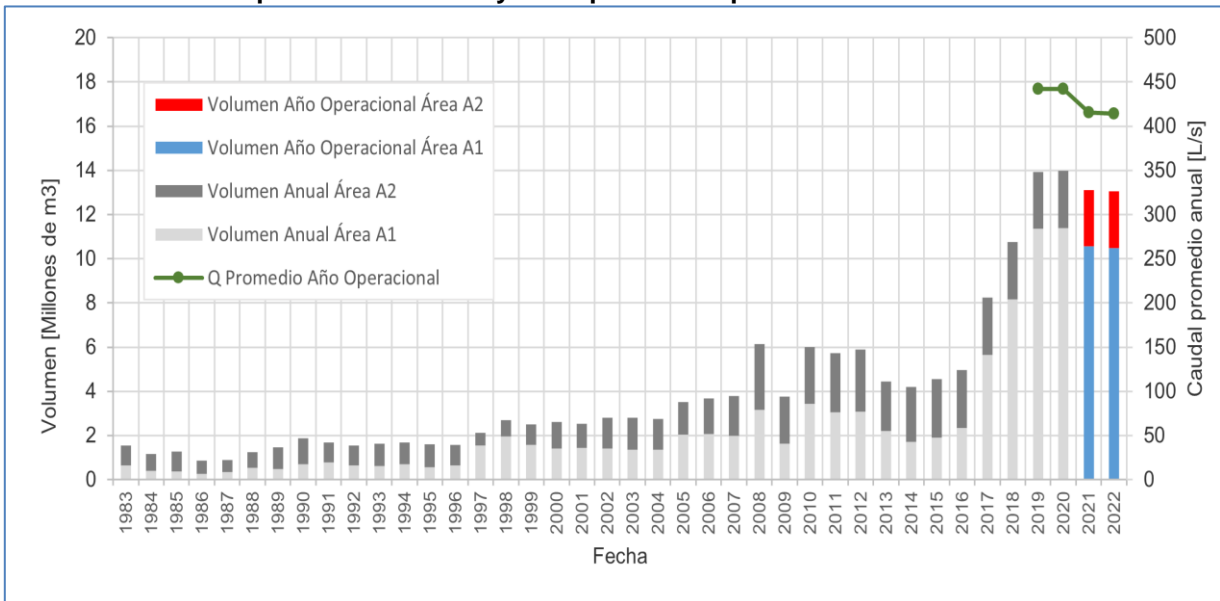
En la Figura 5-240 se muestra el caudal extraído para el año operacional 2022 (octubre 2021 – septiembre 2022) según las indicaciones de las Resoluciones Exentas N°427/2021 y N°1510/2021 de la SMA. Durante el año operacional 2022 se extrae un volumen total de 13.058.404 m³, equivalentes a un caudal de 414,08 L/s (volúmenes y caudales del cuarto trimestre de 2021 presentados en el PSAH N°6, disponibles en el Anexo J), lo que es inferior a lo expresado como caudal autorizado en la RCA y el límite del año operacional 2022 derivado de la activación del PAT Sector Alerta Norte. De forma complementaria, en la Figura 5-241 se muestra el registro histórico de las extracciones considerando el período 1983 a 2020 como año calendario (según lo reportado previamente en versiones anteriores de este informe) y el periodo 2021 a 2022 como año operacional.

Figura 5-240 Caudal medio año operacional 2022



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-241 Volumen anual y caudal medio anual año calendario en salmuera de Albemarle, periodo 1983-2020 y año operacional periodo 2021-2022



Fuente: Elaboración propia

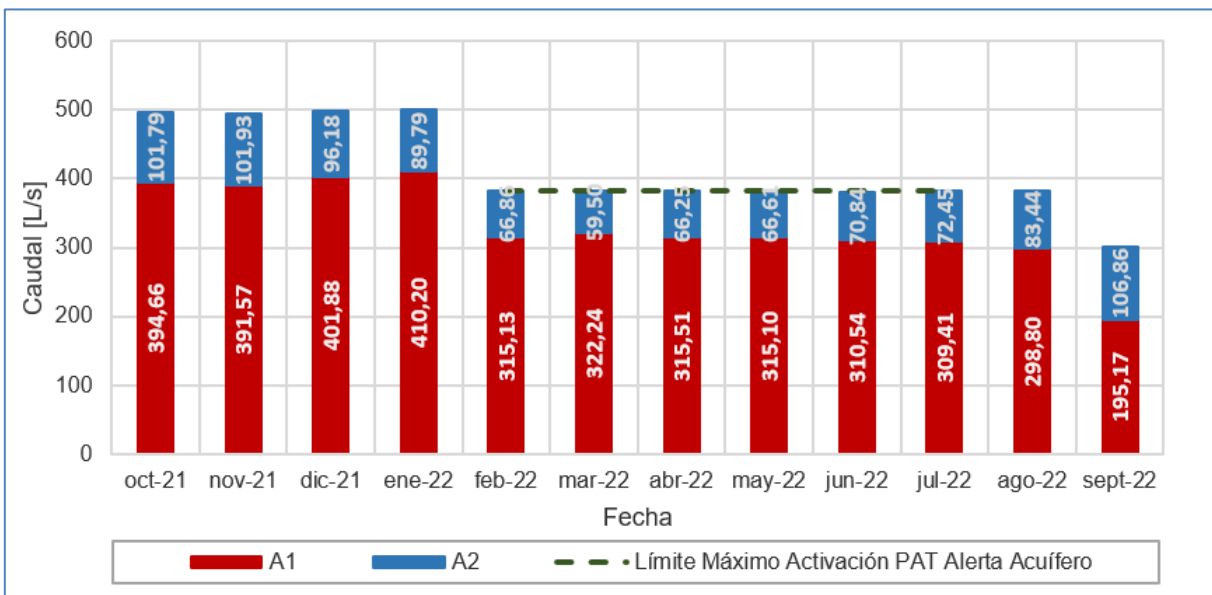
Por otra parte, la activación del PAT Sector Alerta Acuífero indica la reducción de la extracción de salmuera en 60 L/s durante los meses de aplicación de las acciones preventivas según lo

indicado en el Anexo 3 de la Adenda 5. Durante el año 2022 estas medidas se mantuvieron activas (ver Figura 5 242) durante los meses de febrero, marzo, abril, mayo, junio y julio lo que equivale a un máximo de 382 L/s de extracción de salmuera para los meses mencionados.

En la Figura 5 242 se muestran los caudales extraídos por zona a nivel mensual durante el año operacional 2022. Los caudales dentro del año operacional varían entre 499,99 L/s (enero 2022) y 302,03 L/s (septiembre 2022). Específicamente, se extrajo un total de 10.474.111m³ de salmuera del área A1, con un caudal promedio de 332,13 L/s, mientras que en el área A2 se bombearon 2.584.293 m³ con un caudal medio de 81,95 L/s.

Con respecto a los meses de activación del PAT Sector Alerta Acuífero se observa que el titular cumple con las acciones preventivas establecidas de reducir la extracción de salmuera, con extracciones de 382,00 L/s; 381,74 L/s; 381,76 L/s; 381,71 L/s, 381,38 L/s y 381,86 L/s para los meses de febrero a julio respectivamente, respetando el caudal de extracción máximo de 382 L/s como promedio mensual durante la prevalencia de las medidas.

Figura 5-242 Caudales mensuales por zona año operacional 2022



Fuente: Elaboración propia

5.9.2 Caudales bombeados en agua dulce-salobre

La extracción de agua dulce-salobre se realiza desde la vertiente Tilopozo²¹ y el pozo Tucúcaro²², ubicados en la zona marginal, en el sector La Punta-La Brava. Ambas captaciones cuentan con derechos de aprovechamiento de agua de 8,5 L/s y de 10 L/s, respectivamente, mientras que la aprobación ambiental establecida en la RCA N°21/2016 para el ejercicio de sus derechos es por un máximo de 16,9 L/s entre ambos puntos simultáneamente. Adicionalmente, se cuenta con un derecho de aprovechamiento de 5 L/s en el pozo Peine²³ para el abastecimiento del campamento emplazado en esta localidad.

Los volúmenes y caudales bombeados en estos pozos durante 2022 se presentan resumidos en la Tabla 5-59.

Tabla 5-57 Caudales promedio y volúmenes bombeados de agua dulce-salobre, año calendario 2022

Fecha	Vertiente Tilopozo		Tucúcaro		Peine	
	Volumen [m³/mes]	Caudal [L/s]	Volumen [m³/mes]	Caudal [L/s]	Volumen [m³/mes]	Caudal [L/s]
Enero	15.805,50	5,901	6.377,64	2,381	51,50	0,019
Febrero	14.501,50	5,994	5.299,00	2,190	19,10	0,008
Marzo	15.497,00	5,786	5.361,00	2,002	134,30	0,050

21 Conforme a R.E. N°316/1983 DGA, permite aprovechamiento de aguas por 8,5 L/s.

22 Conforme a R.E. N°453/1996 DGA, permite aprovechamiento de aguas por 10,0 L/s.

23 Conforme a R.E. N°584/2000 DGA, permite aprovechamiento de aguas por 5,0 L/s.

Tabla 5-57 Caudales promedio y volúmenes bombeados de agua dulce-salobre, año calendario 2022

Fecha	Vertiente Tilopozo		Tucúcaro		Peine	
	Volumen [m³/mes]	Caudal [L/s]	Volumen [m³/mes]	Caudal [L/s]	Volumen [m³/mes]	Caudal [L/s]
Abril	13.726,00	5,296	5.149,00	1,986	84,00	0,032
Mayo	12.866,00	4,804	4.014,00	1,499	106,00	0,040
Junio	11.712,00	4,519	3.226,00	1,245	61,00	0,024
Julio	10.771,00	4,021	3.214,00	1,200	84,00	0,031
Agosto	11.136,00	4,158	3.637,00	1,358	134,00	0,050
Septiembre	12.642,00	4,877	1.830,00	0,706	156,00	0,060
Octubre	14.786,00	5,520	6.104,00	2,279	99,00	0,037
Noviembre	15.512,00	5,985	6.634,00	2,559	144,00	0,056
Diciembre	14.487,00 (*)	5,409	6.490,00	2,423	138,00	0,052
Volumen anual [m³/año] /Caudal promedio anual [L/s]	163.442,00	5,189	57.335,64	1,819	1.210,81	0,038

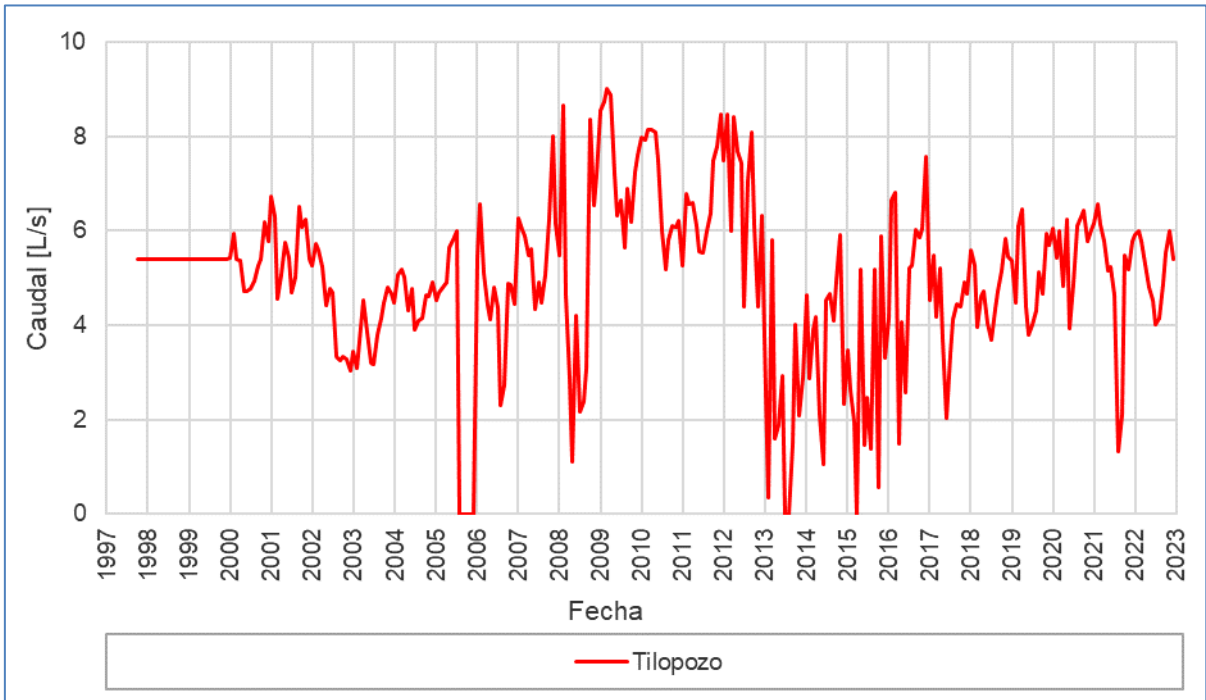
(*) Se rectifica volumen en este informe anual, en función de lo reportado en Reporte del PAT de Diciembre, mediante carta

ALB-GMA-2023-SMA-001

Fuente: Elaboración propia

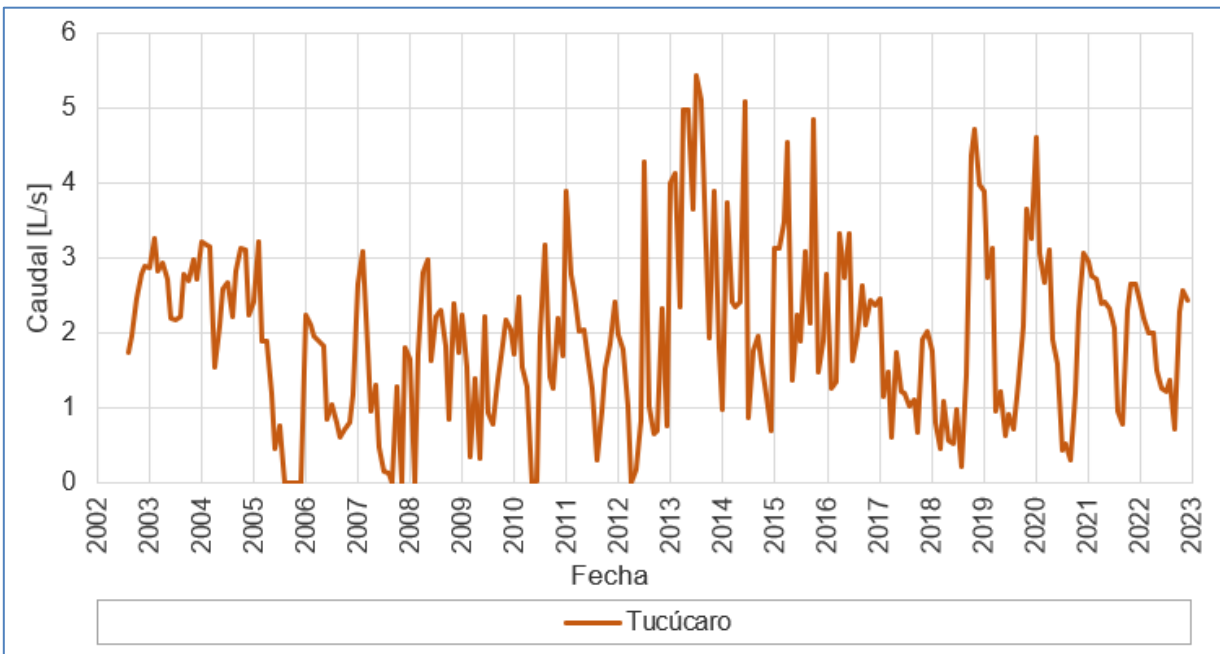
Los caudales históricos que han sido bombeados hasta diciembre 2022 en la Vertiente Tilopozo, y los pozos Tucúcaro y Peine, se presentan en los gráficos de las Figura 5-243, Figura 5-244 y Figura 5-245 respectivamente.

Figura 5-243 Caudales mensuales históricos bombeados en Vertiente Tilopozo



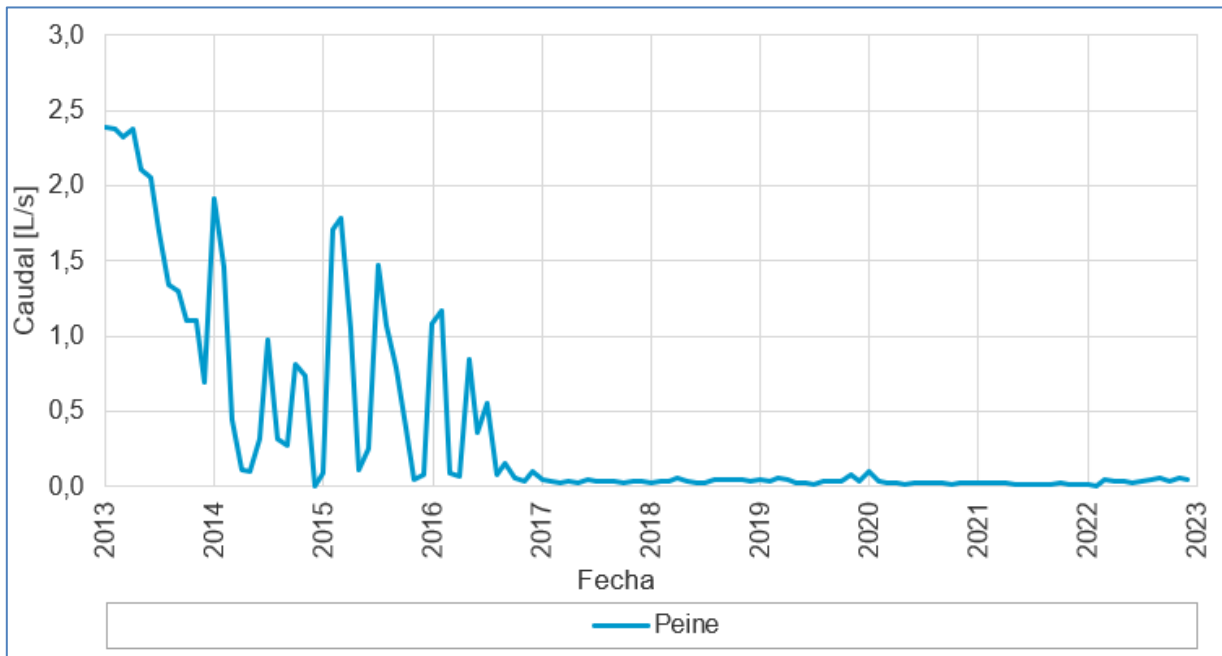
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-244 Caudales mensuales históricos bombeados en pozo Tucúcaro



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-245 Caudales mensuales históricos bombeados en pozo Peine

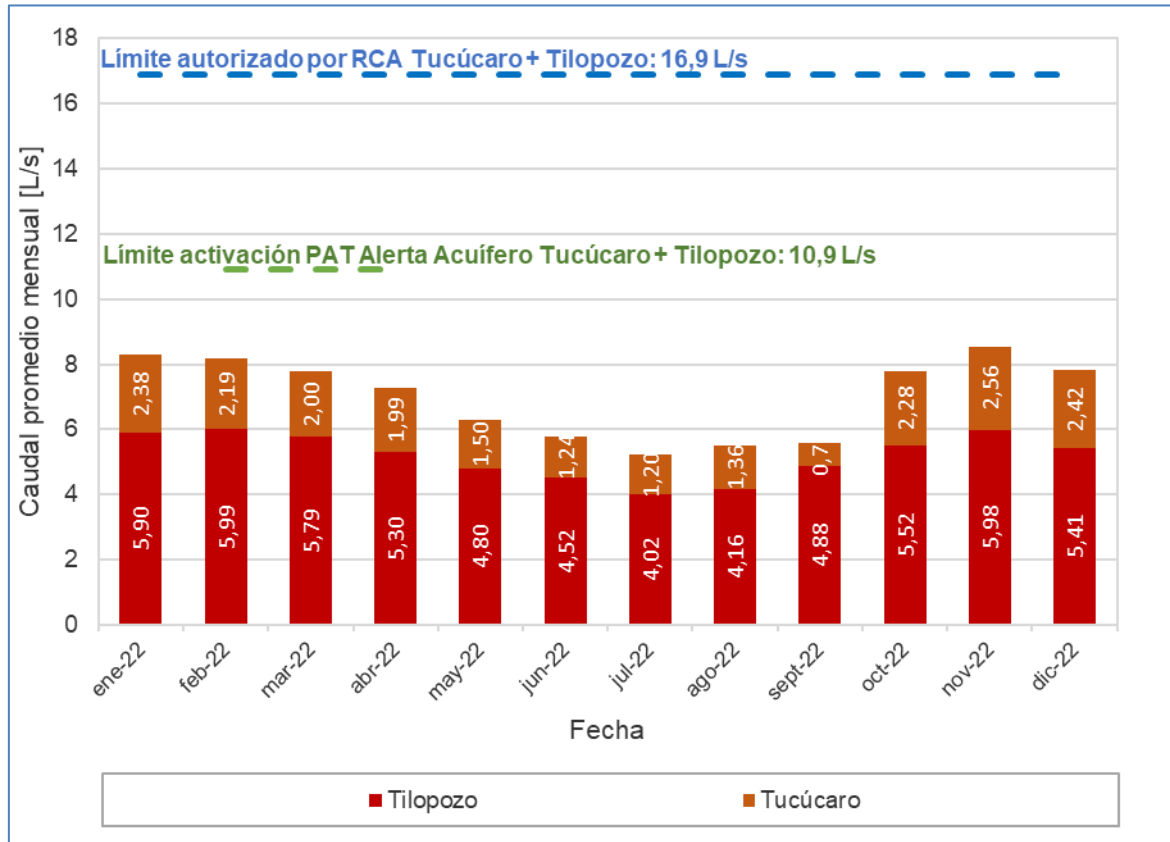


Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5-246 se representan los caudales individuales de los puntos Vertiente Tilopozo y Tucúcaro durante el año 2022 a través de un gráfico de columnas apiladas, de manera que el alto de la barra representa el caudal conjunto entre ambas captaciones. En ella se observa que el caudal máximo bombeado en forma conjunta alcanza los 8,54 L/s en el mes de noviembre, mientras que el mínimo caudal bombeado en forma conjunta es de 5,22 L/s, alcanzado en el mes de julio. El caudal promedio anual (año calendario) bombeado en forma conjunta es de 7,01 L/s (Puntos Vertiente Tilopozo y Tucúcaro). La extracción se mantiene dentro de los límites autorizados ambientalmente por la RCA N°21/2016 para ambos durante todo el año de manera individual y conjunta, que corresponde a 16,9 L/s.

No obstante, debido a las acciones preventivas requeridas según activación del PAT de Alerta Acuífero existe el requisito adicional que durante los meses de activación (febrero a julio de 2022), se realizó la reducción de la extracción de agua industrial adicional aprobada en la RCA N°21/2016 (6 L/s), lo que se traduce en un caudal de extracción máximo de 10,9 L/s para el bombeo conjunto de los puntos Vertiente Tilopozo y Tucúcaro. Durante estos meses, los caudales en conjunto para estos puntos son menores que 10,9 L/s, cumpliendo así con lo requerido por el PAT de Alerta Acuífero.

Figura 5-246 Caudal extraído desde Vertiente Tilopozo y Tucúcaro durante año calendario 2022

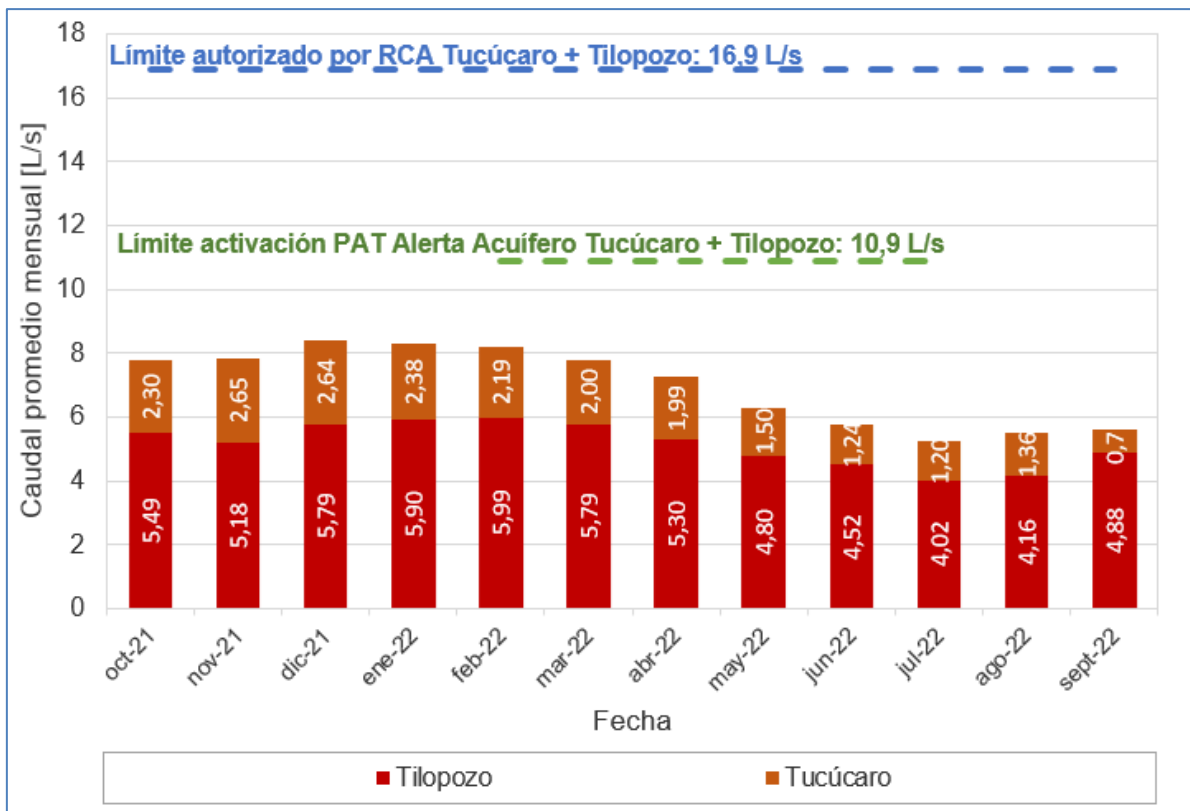


Fuente: Elaboración propia

De la misma manera que para la extracción de salmuera, en la Figura 5 247 muestra la distribución de caudales de extracción para los puntos Vertiente Tilopozo y Tucúcaro para el año operacional 2022 (octubre 2021 a septiembre de 2022), definido según las consideraciones de la SMA expresadas en las resoluciones exentas N°427/2021 y N°1510/2021. De similar manera al año calendario, el caudal anual medio del año operacional 2022 de extracción de estos puntos (6,99 L/s) se mantiene por debajo del límite impuesto por la RCA (16,9 L/s).

La información sobre volúmenes y caudales de los pozos mencionados para el último trimestre del 2021 fue presentada en el informe PSAH N°6 y se encuentra disponible en el Anexo J.

Figura 5-247 Caudal extraído desde Vertiente Tilopozo y Tucúcaro durante año operacional 2022



Fuente: Elaboración propia

5.10 Red del Plan de Alerta Temprana

A continuación, se presentan los resultados asociados a la red de monitoreo del Plan de Alerta Temprana (PAT) del año 2022, considerando los tres sectores de alerta comprometidos en el Anexo 3 de la Adenda 5 (Figura 5-248):

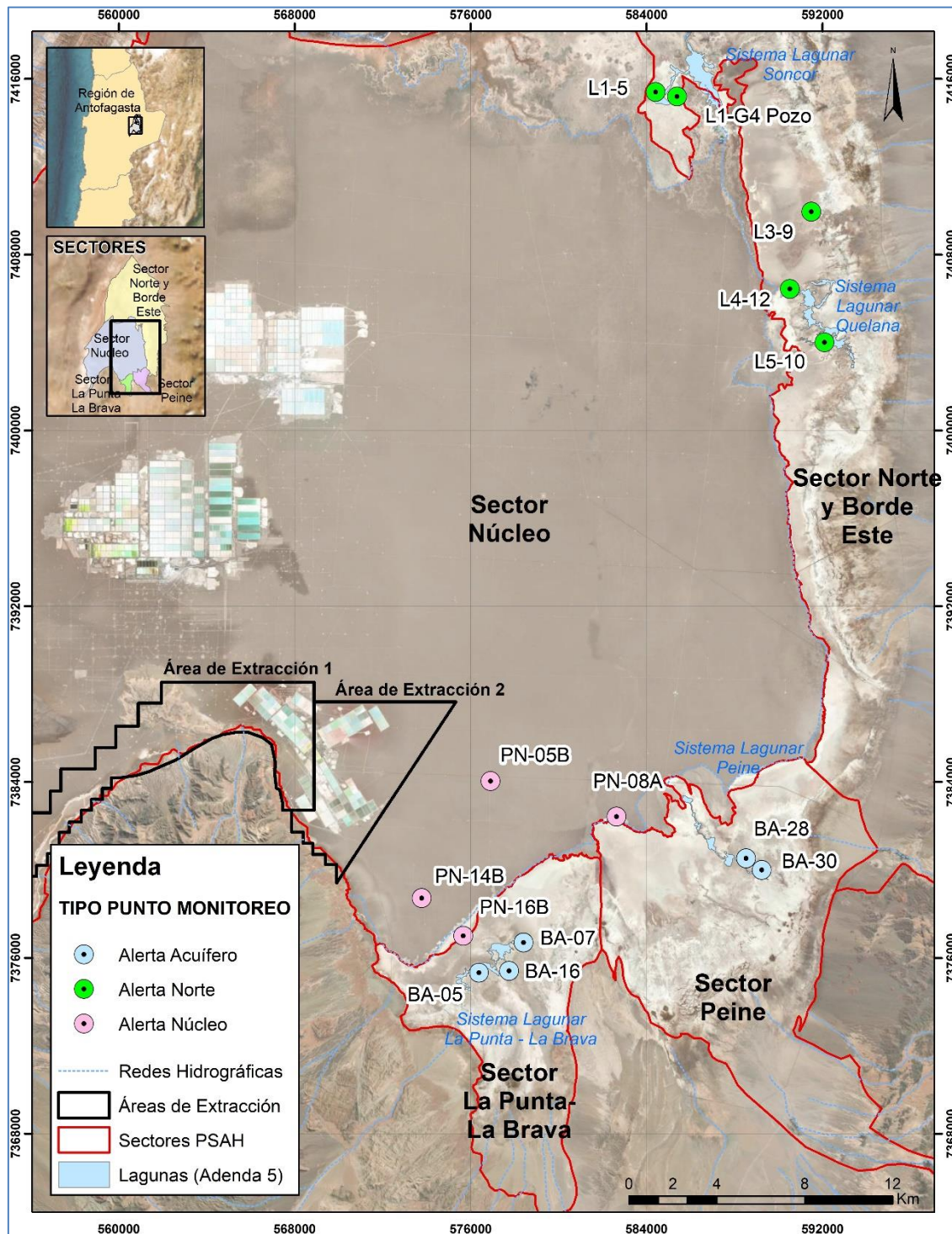
- Sector de Alerta Norte
- Sector de Alerta Núcleo
- Sector de Alerta Acuífero

La frecuencia de medición de las variables de estado (niveles freáticos) en los puntos de activación del PAT es mensual en operación normal del Proyecto, esto es mientras no exista la activación de algún sector de Alerta. Si el PAT se activa, la frecuencia de medición de esta variable aumenta a quincenal por un período de tiempo determinado en función del sector o fase de activación. Otras variables de monitoreo del PSAH (calidad química y posición de la interfase salina), al activarse el PAT también aumentan su frecuencia de medición de trimestral a mensual en los puntos de la red de monitoreo del PSAH.

En cuanto a las condiciones de activación de los diferentes sectores de Alerta del PAT, estas se describen en la sección 4.2.7 de este documento. En términos generales el PAT se da por activado cuando el nivel registrado en cualquier punto de activación se registre por debajo del umbral respectivo durante tres medidas consecutivas, según lo indicado en las Fases I y II de los sectores Alerta Núcleo y la Fase única del sector Alerta Acuífero. En cambio, para el PAT del sector de Alerta Norte, éste se da por activado cuando se supera el umbral establecido en la RCA N°21/2016, una única vez.

El detalle de los puntos de activación PAT, fase asociada, fechas de superación de umbrales en el 2022, notificaciones a la autoridad y medidas adoptadas se presentan en las siguientes secciones 5.10.1, 5.10.2 y 5.10.3 de este capítulo.

Figura 5-248 Ubicación puntos de monitoreo del Plan de Alerta Temprana (PAT).



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, un breve resumen de lo ocurrido en los 3 sectores de alerta del PAT:

1. **Sector de Alerta Norte**

- En el mes de junio del año 2021, el punto L1-5 se activó en Fase II (carta ALB-GMA-2021-SMA-038). y el día 14 de julio del año 2021, en el punto L1-G4 pozo (carta ALB-GMA-2021-SMA-045) se registró una medida bajo el umbral Fase II, lo que se mantuvo por todo el año 2022 para estos puntos.
- El día 5 de enero de 2022, se produce la superación del umbral de Fase II en el pozo L5-10 (carta ALB-GMA-2022-SMA-001, en el mes de junio, reporto medidas por sobre el umbral Fase II.
- El día 12 de enero de 2022, se produce la superación del umbral de Fase I en el pozo L4-12 (carta ALB-GMA-2022-SMA-005), en el mes de abril, reporto medidas por sobre el umbral.
- El día 4 de octubre de 2022, se produce nuevamente la superación del umbral de Fase II en el pozo L5-10 (carta ALB-GMA-2022-SMA-047), manteniéndose activa en esta fase por el resto del año 2022.

2. **Sector de Alerta Núcleo**

- El día 26 septiembre 2022, el pozo PN-08A presentó una única medida bajo el umbral de Fase I durante el año 2022.

3. **Sector de Alerta Acuífero**

- El 31 enero 2022 se activa el PAT en su Fase Única debido a medidas bajo el umbral del pozo BA-07, durante tres meses consecutivos (carta ALB-GMA-2022-SMA-010), recuperando niveles por sobre el umbral en abril de 2022. Los niveles de este pozo volvieron a medirse bajo su umbral en noviembre de 2022
- El día 28 de febrero de 2022, se produce medidas bajo el umbral en el pozo BA-05, durante tres medidas quincenales consecutivas, dado que se estaba midiendo con frecuencia quincenal por la activación del PAT Acuífero a causa de BA-07.

Las cartas citadas en esta sección y documentos que respaldan la activación y/o notificación a la autoridad se encuentran disponibles en el Anexo M del presente informe anual.

5.10.1 Sector de Alerta Norte

En la siguiente sección, se presenta en detalle el comportamiento de los niveles en los 5 puntos de activación del PAT pertenecientes a la red del Plan de Seguimiento del titular SQM Salar S.A. y que forman parte de la red del PAT Sector de Alerta Norte de Albemarle (Tabla 5-58).

Para el sector de Alerta Norte, en el proceso de evaluación ambiental, en la Adenda 5, quedaron establecidas las condiciones de activación y desactivación de las distintas fases del PAT Norte, y umbrales respectivos.

En la Tabla 5-58 se presentan los pozos y cotas de activación del PAT de Albemarle, aprobados en la RCA N°21/2016, las cuales tienen como referencia el Informe N°15 del PSAH del Proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” de SQM (2014). No obstante, SQM ha presentado actualizaciones a las topografías de estos puntos y, en consecuencia, a la cota umbral, sin embargo, Albemarle mantiene el umbral aprobado bajo RCA N°21/2016.

Tabla 5-58 Umbrales de Activación del sector de alerta Norte

Nombre	Umbral Fase I (m s.n.m.) PSAD56*	Umbral Fase I (m s.n.m.) WGS84**	Umbral Fase II (m s.n.m.) PSAD56*	Umbral Fase II (m s.n.m.) WGS84**
L1-G4 Pozo	2.298,51	2.299,37	2.298,35	2.299,21
L1-5	2.298,51	2.299,37	2.298,35	2.299,21
L3-9	2.299,37	2.300,25	2.299,34	2.300,22
L4-12	2.298,72	2.299,63	2.298,69	2.299,60
L5-10	2.299,05	2.299,97	2.299,02	2.299,94

* Referencia topográfica según Informe N° 15 del PSAH de SQM, en Datum PSAD56

**Referencia topográfica según Informe N° 17 del PSAH de SQM, en Datum WGS84

Elaboración propia, en base a Tabla 4-12 Anexo 3 Adenda 5 y referencias indicadas.

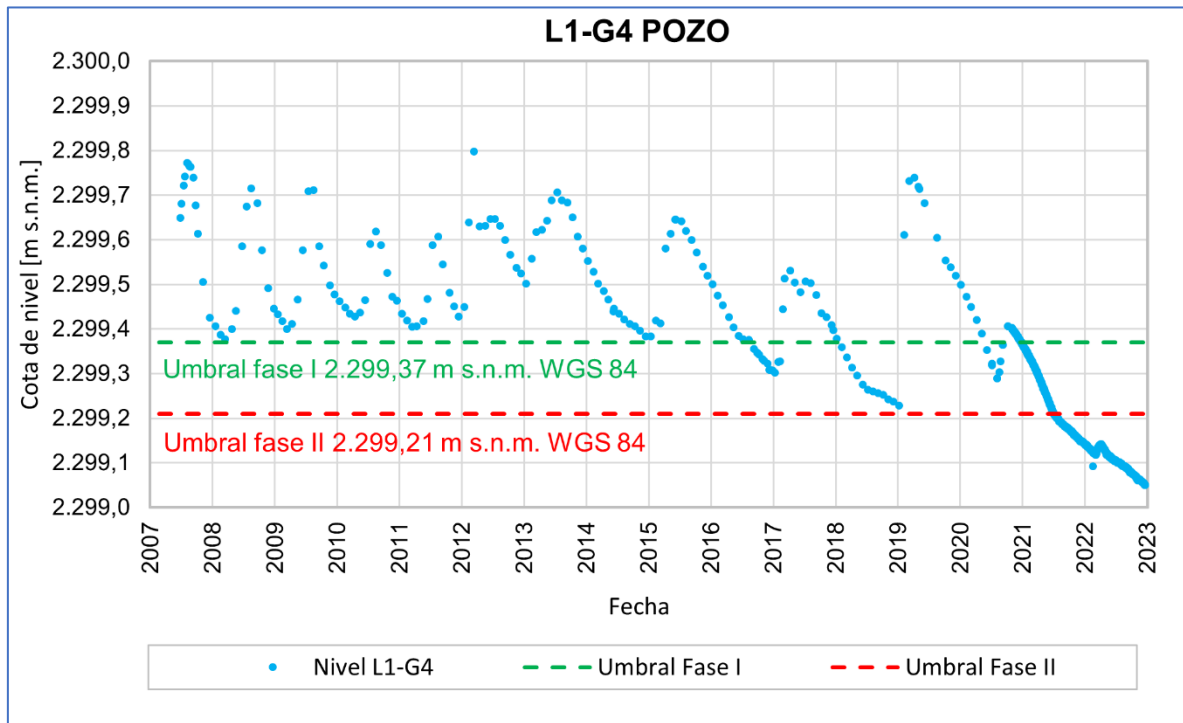
Fuente:

En la Figura 5-249 se muestra la evolución de los niveles para el pozo de monitoreo L1-G4 Pozo, junto con los umbrales del PAT sector Alerta Norte de ALB, expresados en metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) en Datum WGS84 (los umbrales presentados en el Anexo 3 de la Adenda 5 del proyecto se han transformado a Datum WGS-84 siguiendo la misma metodología utilizada por SQM (Tabla 5-58)

El punto de activación L1-G4 se activó en Fase I, el día 6 de enero de 2021 manteniendo una tendencia a la baja por todo el resto del año 2021, se activa en Fase II, el día 14 de julio de 2021 con un registro de nivel de 2.299,209 m s.n.m., que presenta la medida bajo el umbral de Fase II de 2.229,21 m s.n.m. (datos públicamente disponibles en el sitio web <https://www.sqmsenlinea.com/>). Albemarle dio cuenta a la autoridad de esta situación el día 28 de julio de 2021 mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA-045, donde se notifica que ya se estaban implementando las medidas preventivas de la Fase II del PAT por la activación previa de esta Fase en el pozo L1-5 de SQM.

Durante el 2022 los niveles del pozo L1-G4 han seguido a la baja, y sigue bajo el umbral en su Fase II.

Figura 5-249 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L1-G4 Pozo

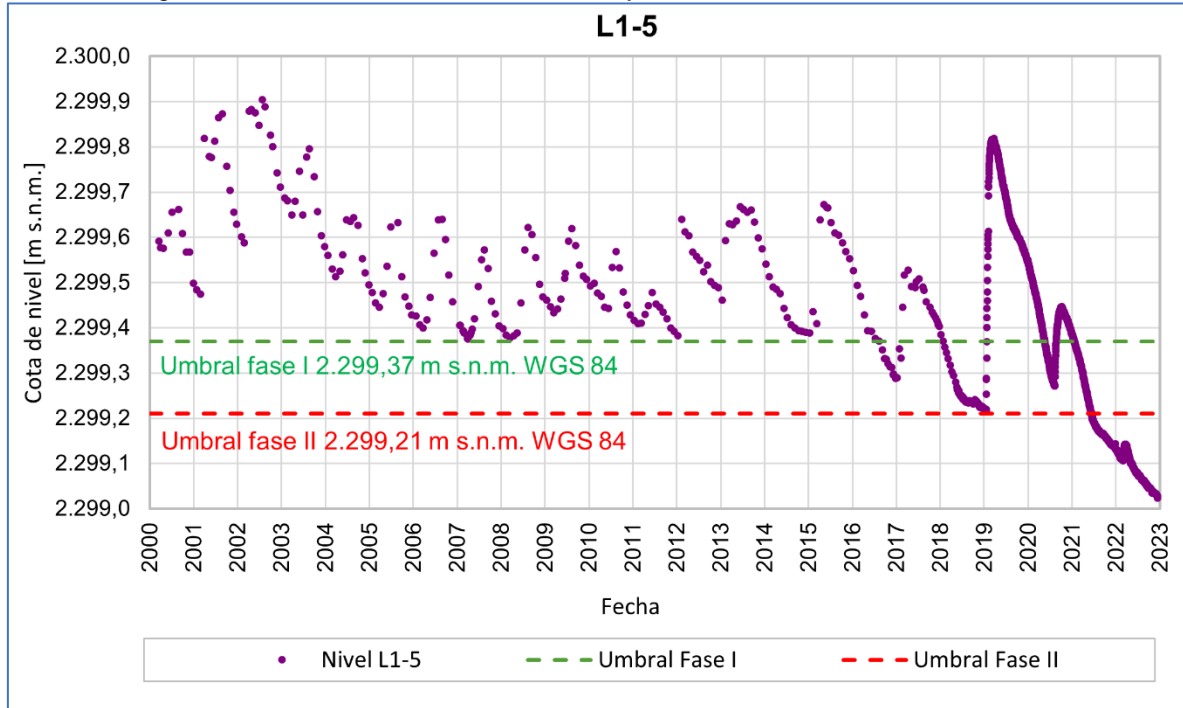


Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida el 20 de marzo del 2023 desde la plataforma publica www.sqmsenlinea.com.

En Figura 5 250 se muestra la evolución de los niveles para el punto de activación L1-5, junto a los umbrales de este. Este punto se activó en Fase I, por última vez, el 4 de febrero de 2021, y en Fase II, el 28 de junio del año 2021. (A partir, de los datos públicamente disponibles en <https://www.sqmsenlinea.com/> se obtiene que, el día 28 de junio de 2021, se registró una medición de nivel de 2.299,21 m s.n.m.) inferior al umbral de activación de esta Fase (2.299,21 m s.n.m.). Esto fue notificado a la autoridad por parte de Albemarle el día 1 de julio de 2021, mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA-038, dónde se expresa el inicio de las acciones necesarias para cumplir los requerimientos establecidos en el PAT Alerta Norte.

El descenso de nivel en este punto continuó por el resto del año 2021 y 2022, por lo que el pozo L1-5 siguió activado en su Fase II durante todo el 2022.

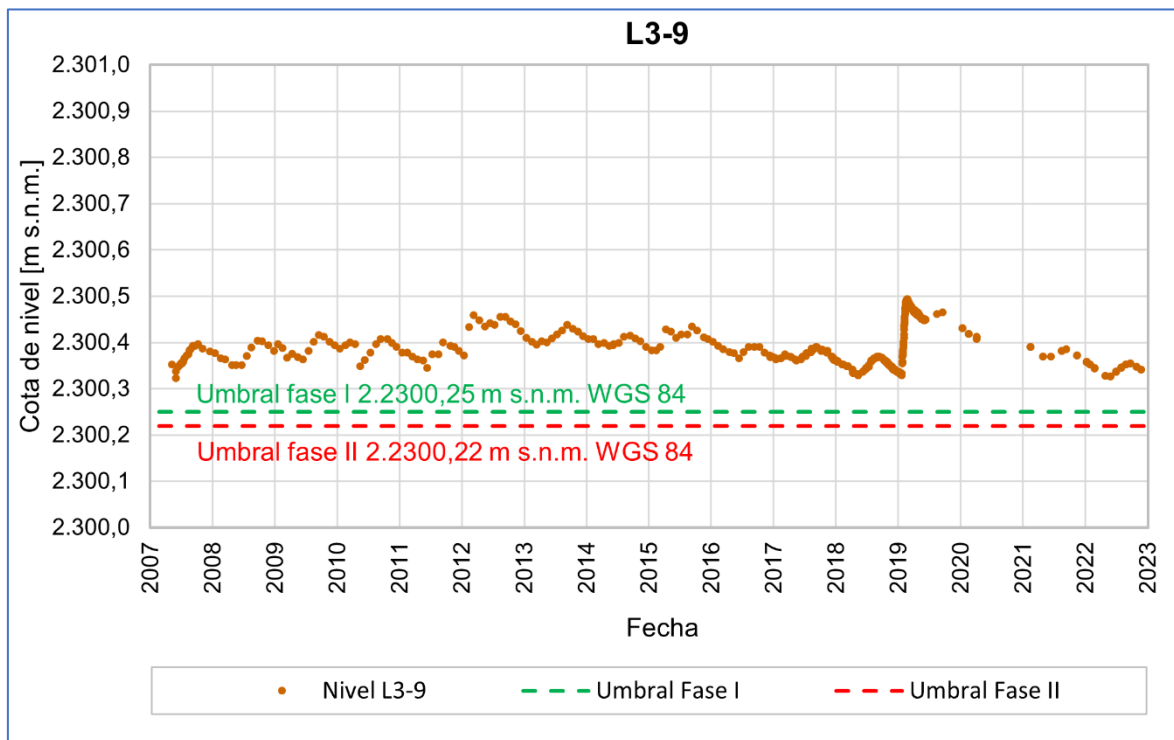
Figura 5-250 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L1-5



Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida el 20 de marzo del 2023 desde la plataforma publica www.sgmsenlinea.com.

En la Figura 5-251 se muestra la evolución de los niveles del pozo de monitoreo L3-9, junto a los umbrales del punto. Los niveles medidos durante el año 2022 se mantienen por encima de ambos umbrales de activación, con valores consistentes con su tendencia histórica.

Figura 5-251 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L3-9



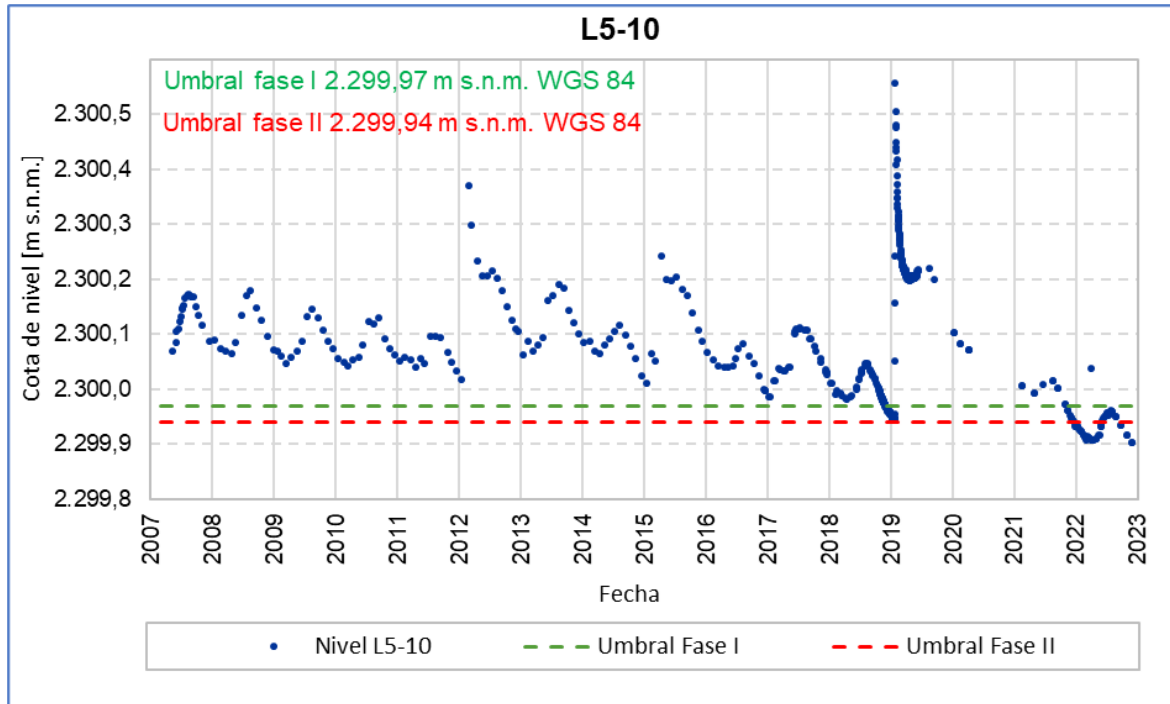
Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida el 20 de marzo del 2023 desde la plataforma publica www.sqmsenlinea.com.

En la Figura 5-252 se muestra la evolución de los niveles del pozo de monitoreo L5-10 junto y los umbrales asociados a este punto, expresados en metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) en Datum WGS84.

Este punto se activó en Fase I, por última vez, el día 24 de noviembre de 2021, y durante el 2022, se activó en Fase II, por primera vez el día 5 de enero, Albemarle notifica su superación de umbrales a la autoridad mediante carta ALB-GMA-2022-SMA-001). Posteriormente el punto se mantuvo con niveles bajo su umbral de Fase II casi todo el primer semestre, desactivándose de esta Fase el 14 de junio. Luego, el día 4 de octubre registró otra medición bajo el nivel del umbral de Fase II en el pozo L5-10, lo cual se notificó a la autoridad mediante la carta ALB-GMA-2022-SMA-047.

Los niveles de este pozo siguieron bajando durante los meses de noviembre y diciembre, terminando el año 2022, bajo el umbral de Fase II.

Figura 5-252 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L5-10



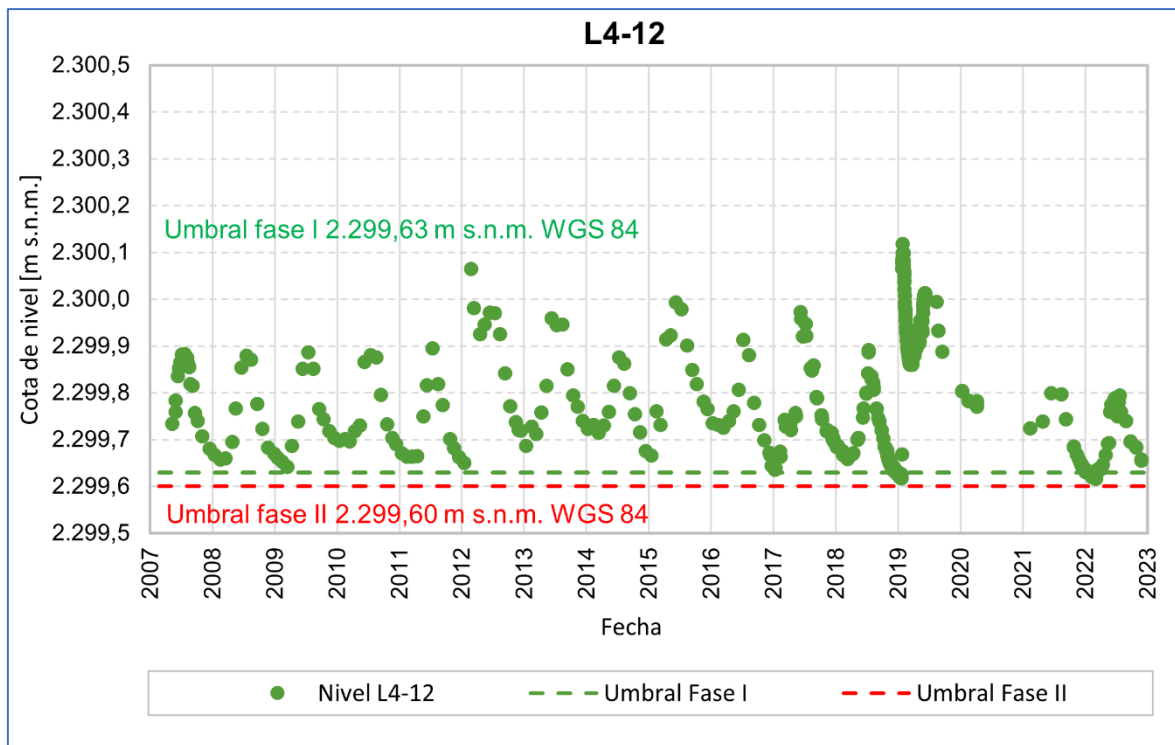
Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida el 20 de marzo del 2023 desde la plataforma publica www.sgmsenlinea.com.

En la Figura 5-253 se muestra la evolución de los niveles del pozo de monitoreo L4-12 junto a los umbrales del punto, expresados en metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) en Datum WGS4.

En este pozo, el 12 de enero de 2022 se registró un nivel de 2.299,631 m s.n.m., por debajo del umbral de Fase I correspondiente a 2.299,634 m s.n.m. Este hecho se informó a la autoridad mediante la carta ALB-GMA-2022-SMA-005.

Posteriormente, los niveles subieron y se registraron nuevamente por encima del umbral, desde el 12 de abril, terminando el año 2022 sin activación.

Figura 5-253 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L4-12



Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida el 20 de marzo del 2023 desde la plataforma publica www.sqmsenlinea.com.

5.10.2 Sector de Alerta Núcleo

En esta sección se presenta el comportamiento de los niveles de los 4 puntos de activación PAT, pertenecientes a la red del PSAH, del sector Alerta Núcleo (Figura 5-248). En este sector, producto de la propia explotación de salmuera del Núcleo, están previstos descensos del nivel freático en la salmuera de acuerdo con lo modelado y aprobado en la evaluación ambiental del Proyecto. Estas predicciones se hicieron con un modelo numérico MODFLOW y un modelo SEAWAT, los que determinaron que los descensos de la salmuera no alcanzan a causar efectos al otro lado de la interfase salina (Anexo 1 de la Adenda 5). Debido a ello, la finalidad de los umbrales escalonados de este sector de alerta es asegurar que los descensos se producen de acuerdo con los pronósticos realizados en el proceso de evaluación ambiental.

Respecto a los escalones de los umbrales, en los informes anteriores del PSAH (N°1 al N°5), tanto para el reporte de los umbrales como para caudal de bombeo del proyecto se consideraba el año de operación del proyecto como equivalente al año calendario. Esto, desde el inicio del proyecto aprobado en la RCA N°21/2016. No obstante, en el año 2021 la autoridad se pronunció con respecto al período de reportabilidad y verificación del caudal medio autorizado para extracción de salmuera, mediante las resoluciones exentas N°427/2021 y N°1510/2021 de la SMA. En éstas, se expresa que cada “año” del Proyecto debe ser considerado entre octubre del año “t” y septiembre del año “t+1”, considerando “t+1” como el año operacional. Particularmente, en el Resuelvo Segundo de la Resolución Exenta N°1510/2021 la autoridad indica que los umbrales anuales escalonados del PAT Alerta Núcleo deben considerarse según el mismo criterio que el indicado para el reporte de las extracciones. Es así como, a partir de esta definición, los umbrales del año 1 del Proyecto se consideran desde octubre de 2016 a septiembre de 2017, los umbrales del año 2 de Proyecto se consideran desde octubre de 2017 a septiembre de 2018, y así sucesivamente.

De esta manera, durante el año calendario 2022, tienen lugar parte de los años sexto y séptimo del Proyecto, correspondientes a los años operacionales 2022 y 2023 (según la definición mencionada anteriormente e indicada en la Resolución Exenta N°1510/2021). En la Tabla 5-59, se presentan los valores de los umbrales para los pozos asociados al PAT sector Alerta Núcleo, y que corresponden al sexto y séptimo año del Proyecto. La ubicación de los puntos se encuentra en la Figura 5-248.

Tabla 5-59 Umbrales de Activación aplicables año 2022

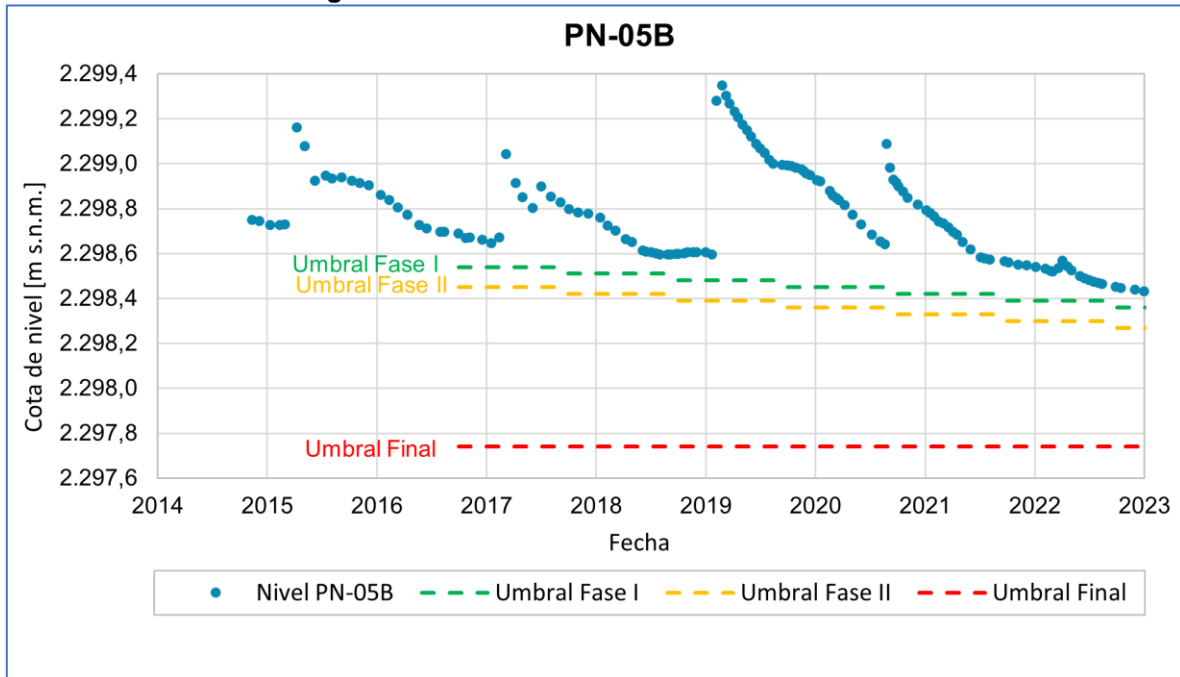
Pozo	Año Operacional	Periodo Operacional	Umbral Fase I (m s.n.m.)	Umbral Fase II (m s.n.m.)	Umbral Final (m s.n.m.)
PN-05B	2022	oct. 2021 - sep. 2022	2.298,39	2.298,30	2.297,74
	2023	oct. 2022 - sep. 2023	2.298,36	2.298,27	2.297,74
PN-08A	2022	oct. 2021 - sep. 2022	2.298,42	2.298,33	2.297,82
	2023	oct. 2022 - sep. 2023	2.298,39	2.298,30	2.297,82
PN-14B	2022	oct. 2021 - sep. 2022	2.297,95	2.297,85	2.297,27
	2023	oct. 2022 - sep. 2023	2.297,91	2.297,82	2.297,27
PN-16B	2022	oct. 2021 - sep. 2022	2.298,46	2.298,37	2.297,99
	2023	oct. 2022 - sep. 2023	2.298,44	2.298,35	2.297,99

Fuente: Elaboración propia en base a Tabla 4-3, Tabla 4-4, Tabla 4-5 y Tabla 4-6 de Anexo 3, Adenda 5.

En las siguientes Figura 5 254, Figura 5 255, Figura 5 256 y Figura 5 257 se presentan los registros de niveles de cada pozo del PAT del sector Alerta Núcleo para el año 2022, junto con los umbrales que les corresponde para cada Fase de Activación as condiciones de activación de este PAT se listan en la sección 4.2.7.

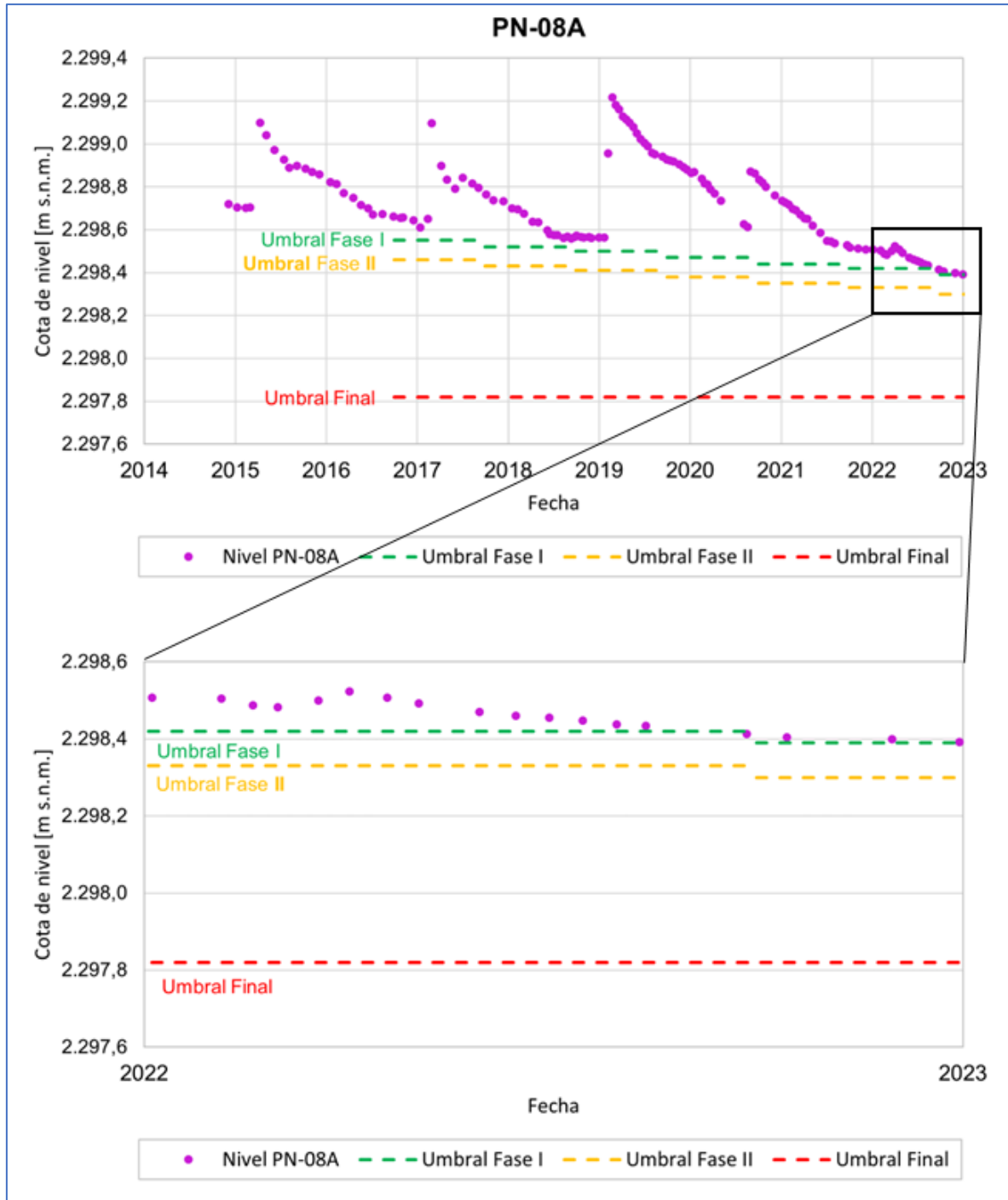
Solamente se destaca que, con fecha 26 de septiembre se presenta la medida bajo (por una única medida) el umbral de Fase I en el pozo PN-08A (Figura 5-225). Dado que en los meses siguientes las mediciones volvieron a estar sobre el umbral de Fase I, no se activó el PAT en este sector.

Figura 5-254 Niveles Punto de Monitoreo PN-05B



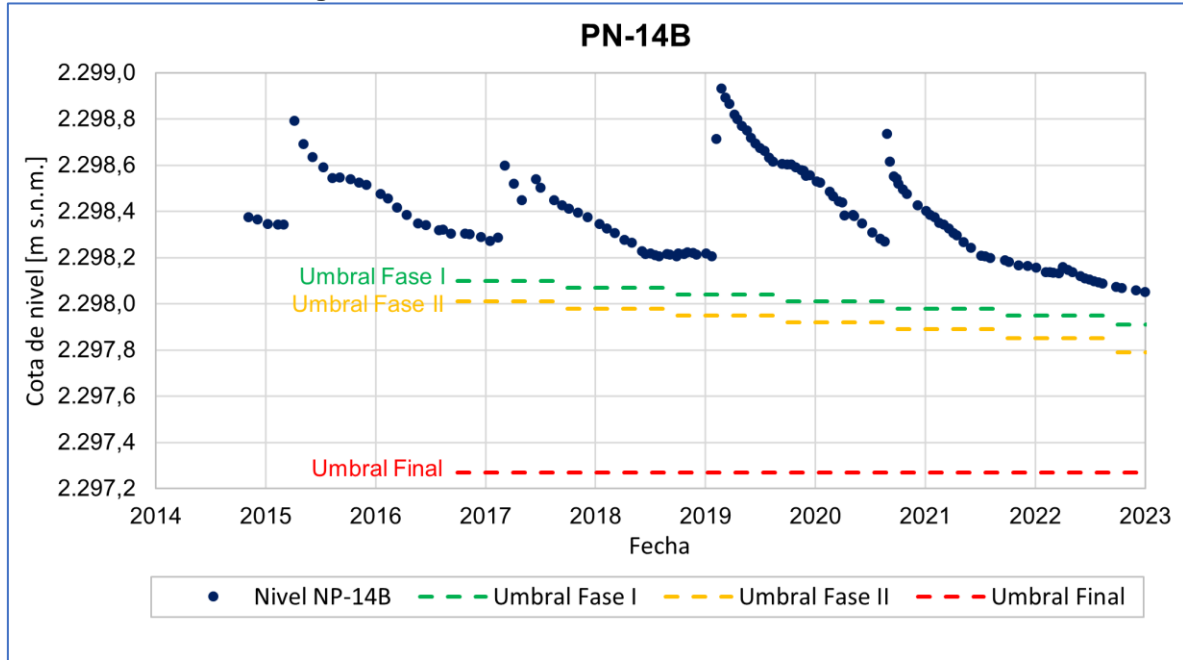
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-255 Niveles Punto de Monitoreo PN-08A



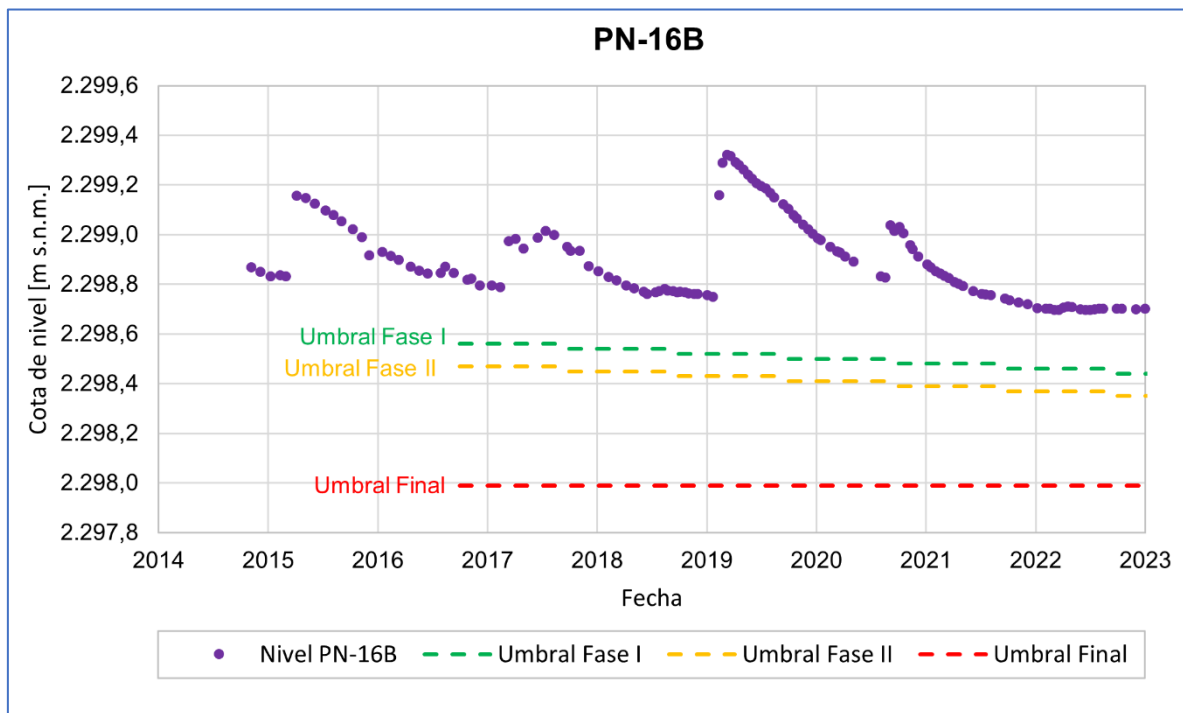
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-256 Niveles Punto de Monitoreo PN-14B



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-257 Niveles Punto de Monitoreo PN-16B



Fuente: Elaboración propia.

5.10.3 Sector de Alerta Acuífero

En esta sección, se presenta el comportamiento de los niveles en los 5 puntos de activación del PAT Alerta Acuífero, 3 ubicados en el sector La Punta-La Brava y 2 ubicados en el sector de Peine. Estos puntos pertenecen a la red del PSAH (Figura 5-248) y fueron definidos para determinar si se producen desviaciones al comportamiento natural del sistema, fuera de las oscilaciones estacionales de nivel.

Los puntos de activación PAT y sus respectivos umbrales se presentan en la Tabla 5-60.

Tabla 5-60 Umbrales de Activación sector Alerta Acuífero

Pozo	Sistema lagunar	Umbral Fase única (m.s.n.m.)
BA-05	La Punta – La Brava	2.300,11
BA-07	La Punta – La Brava	2.299,97
BA-16	La Punta – La Brava	2.300,80
BA-28	Peine	2.300,59
BA-30	Peine	2.301,42

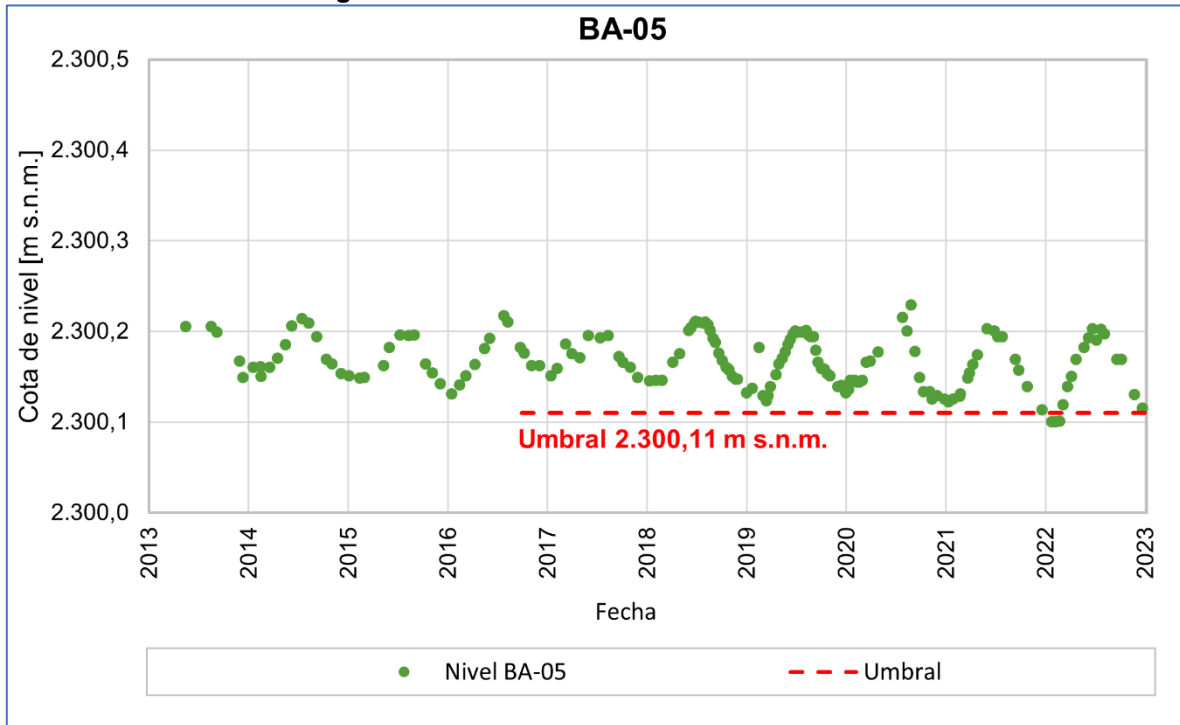
Fuente: Tabla 4-10, Anexo 3 de la Adenda 5.

Durante el año 2022, en conformidad a lo expresado en la Tabla 4-11 presentada en la sección 4.2.7, del presente informe, el día 31 de enero del año 2022 se activó el PAT luego de la tercera medición mensual consecutiva la cual se presenta la medida bajo el nivel del umbral en el pozo BA-07, desactivándose el 30 de julio de 2022. Por consiguiente, se implementaron las medidas preventivas correspondientes según lo descrito en el Anexo 3 de la Adenda 5.

Posteriormente, el día 28 de febrero del año 2022, se registró una nueva medida bajo el nivel del umbral, por tercera vez consecutiva, en el pozo BA-05, pero dado que el PAT ya se encontraba activo en ese sector no correspondió la ejecución de medidas adicionales a las que ya estaban en proceso.

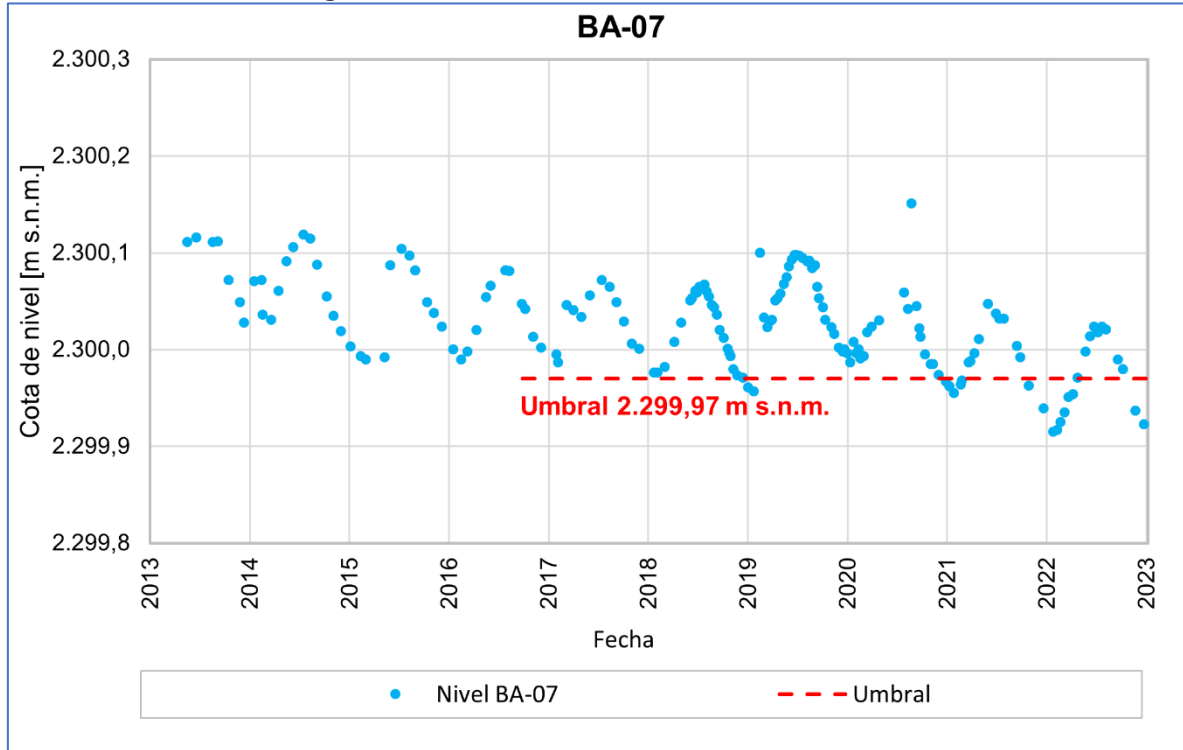
En las Figura 5 258, Figura 5-259, Figura 5-260, Figura 5-261 y Figura 5-262 se presentan los niveles registrados en cada uno de los puntos de activación del sector Alerta Acuífero, en relación con el umbral establecido como condición de activación/desactivación, respectivamente. En estas figuras es posible apreciar que las fluctuaciones que muestran los niveles en los piezómetros someros siguen un comportamiento estacional, con mínimos en los meses de verano (diciembre a marzo) y máximos en meses de invierno (junio a septiembre).

Figura 5-258 Niveles Punto de Monitoreo BA-05



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-259 Niveles Punto de Monitoreo BA-07



Fuente: Elaboración propia.

El punto de activación BA-05 (Figura 5 258) presenta un comportamiento estacional en todo el registro histórico, con niveles más elevados en los meses de invierno. Durante el año 2022 el nivel máximo fue en junio (2.300,203 m s.n.m.) y el registro con cota mínima en enero y febrero (2.300,100 msnm).

En el punto de activación BA-07 (Figura 5-259), el día 31 de enero de 2022, se activa el PAT luego de la tercera medida mensual bajo el umbral, el cual fue reportado a la autoridad mediante la carta ALB-GMA-2022-SMA-010 el día 1 de febrero de 2022, donde se informaron las medidas preventivas que implementaría Albemarle de acuerdo con lo establecido en el PAT. Las mediciones que bajo el nivel del umbral se mantuvieron hasta el mes de abril 2022 (6 meses).

En el marco de esta activación, durante el año 2022 fue entregado el “Informe de Investigación de las causas del desvío de los pronósticos y activación del Plan de Alerta Temprana” a través de la carta ALB-GMA-2022-SMA-038, con fecha 29 de julio de 2022.

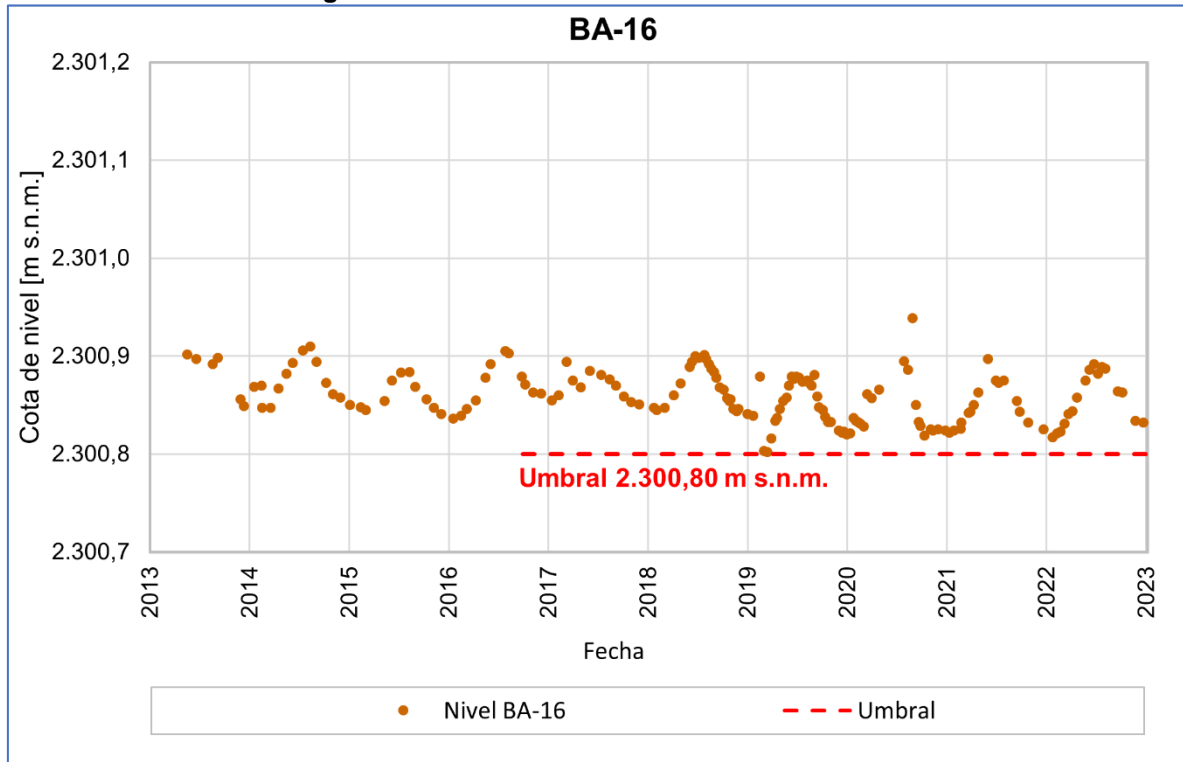
Posteriormente, durante el mes de noviembre y diciembre de 2022 se registraron nuevas medidas bajo el umbral, por lo que una tercera medición consecutiva en enero de 2023 podría conllevar una nueva activación del PAT Alerta Acuífero.

Desde el punto de vista de la evolución histórica de los niveles del punto BA-07, desde antes de la operación del proyecto, particularmente desde finales de 2013 y comienzos 2014, se observa una tendencia general de descenso de los niveles medidos en el punto.

La tendencia al descenso tiene un quiebre durante el año 2019, con un aumento de nivel asociado a los eventos de precipitación durante enero y febrero del mismo año, mostrando durante ese período la oscilación natural estacional, retomando la tendencia al descenso en el resto de la serie. Durante 2020 se observa un aumento considerable de nivel a fin de agosto, posterior a las lluvias; esta alza correspondería a un aumento puntual del nivel, posteriormente los niveles retoman la tendencia al descenso que venía observándose años atrás en el sistema.

En el caso del punto de monitoreo BA-16 (Figura 5-260) durante el año 2022 los niveles muestran una oscilación estacional, en el rango de lo observado desde 2019. El nivel mínimo registrado el año 2022 corresponde 2.300,817 m s.n.m. durante el mes de enero, mientras que el nivel máximo fue 2.300,892 m s.n.m. medido en el mes de junio.

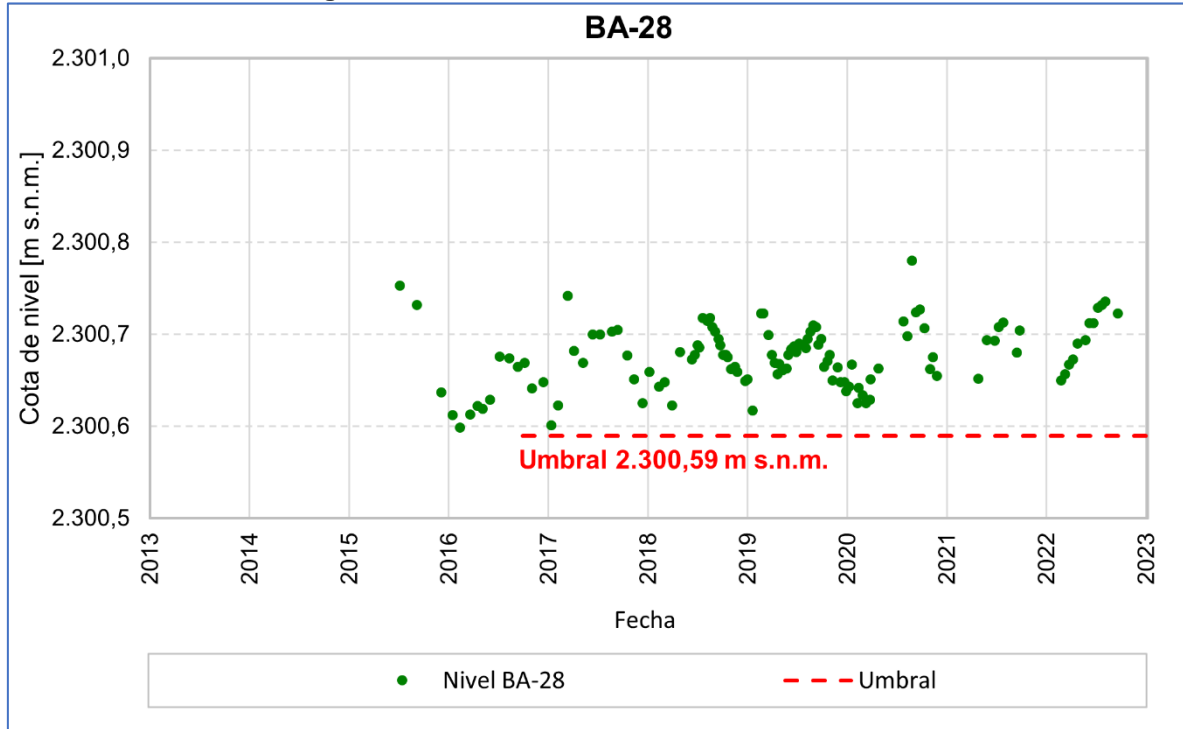
Figura 5-260 Niveles Punto de Monitoreo BA-16



Fuente: Elaboración propia.

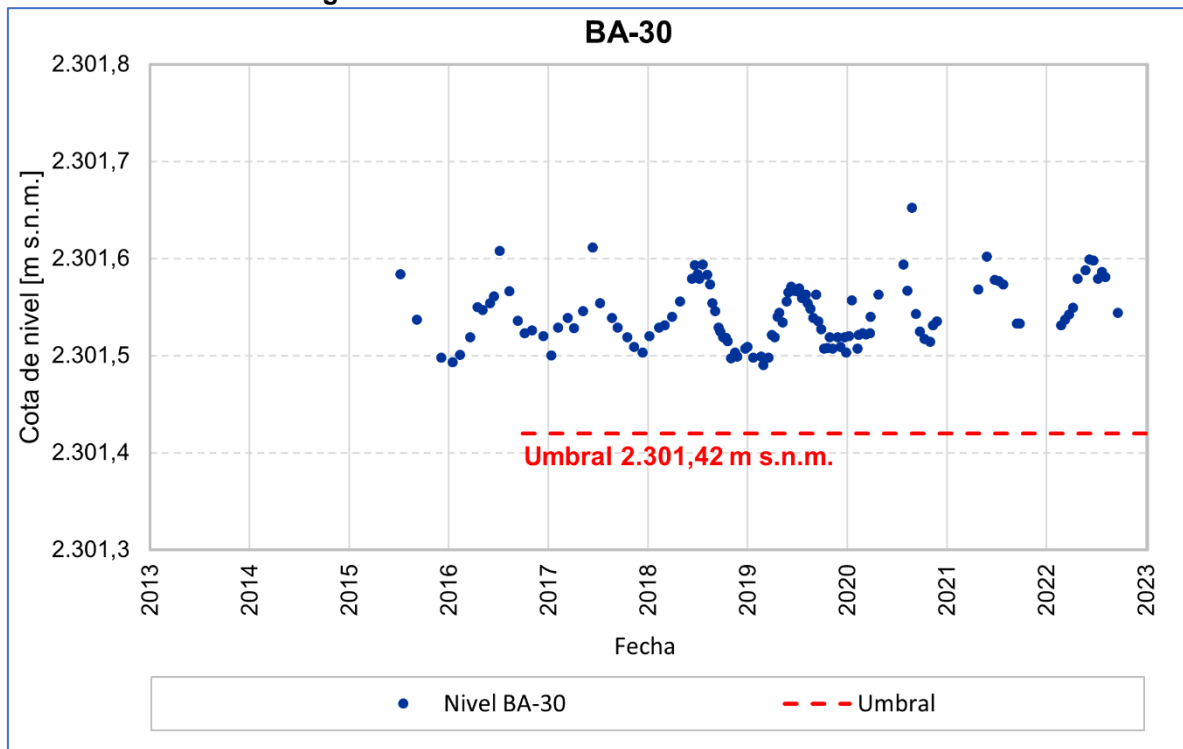
Con relación a los pozos BA-28 (Figura 5-261) y BA-30 (Figura 5-262), ubicados en el sistema lagunar de Peine, los vacíos de datos se deben a las prohibiciones de acceso debido a la época de reproducción de flamencos (que comienza en octubre y finaliza en marzo). En lo que respecta a los niveles, estos presentan un comportamiento estacional, siempre por sobre los valores de umbrales definidos para cada uno de ellos. A diferencia de lo que se observa en el sistema La Punta-La Brava, estos puntos muestran una leve tendencia al ascenso de niveles mínimos considerando todo el período con registros 2015-2022.

Figura 5-261 Niveles Punto de Monitoreo BA-28



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-262 Niveles Punto de Monitoreo BA-30



Fuente: Elaboración propia.

5.10.4 Medidas asociadas a los PAT

En la presente sección se presentan las medidas que se deben realizar ante la activación de los distintos sectores de Alerta del PAT de Albemarle, las que fueron efectivamente tomadas por parte del titular durante el año calendario 2022.

En la Tabla 5-61 presentan las medidas que se deben tomar en caso de la activación del PAT por sector, de acuerdo con el Anexo 3 de la Adenda 5 que aprobó el Proyecto.

Tabla 5-61 Medidas asociadas a la activación del PAT por sector

Sector	Medida
<p align="center">PAT Alerta Acuífero</p>	a) Dar aviso a la autoridad ambiental de la II Región dentro de los 5 días hábiles siguientes.
	b) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses.
	c) Reducir precautoriamente la explotación adicional de agua industrial y la extracción de salmuera.
	d) Revisión extraordinaria de los resultados y seguimiento del Plan de Manejo Biótico.
	e) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital.
	f) Investigación de las causas del desvío de los pronósticos y activación del PAT y entrega de informe.
<p align="center">Fase I PAT Alerta Núcleo</p>	a) Dar aviso a la autoridad ambiental de la II Región dentro de los 5 días hábiles siguientes.
	b) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses.
	c) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital.
	d) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico y entrega de resultados.
<p align="center">Fase II PAT Alerta Núcleo</p>	a) Dar aviso a la autoridad ambiental de la II Región dentro de los 5 días hábiles siguientes.
	b) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses.
	c) Reducción del caudal de explotación.
	d) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital.
	e) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico y entrega de resultados.
	f) Generar informe de investigación de efectividad de medida de reducción de la extracción de salmuera.
	g) Disminuir la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas.
<p align="center">Fase Final PAT Alerta Núcleo</p>	a) Dar aviso a la autoridad ambiental de la II Región dentro de los 5 días hábiles siguientes.
	b) Cese de la explotación de salmuera vinculada al proyecto.
	c) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses.
	d) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital.
	e) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico y entrega de resultados.

Tabla 5-61 Medidas asociadas a la activación del PAT por sector

Sector	Medida
PAT Alerta Acuífero	a) Dar aviso a la autoridad ambiental de la II Región dentro de los 5 días hábiles siguientes.
	b) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses.
	c) Reducir precautoriamente la explotación adicional de agua industrial y la extracción de salmuera.
	d) Revisión extraordinaria de los resultados y seguimiento del Plan de Manejo Biótico.
	e) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital.
	f) Investigación de las causas del desvío de los pronósticos y activación del PAT y entrega de informe.
	f) Generar informe de investigación y de efectividad de medida.
	g) Disminuir la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas.
Fase I PAT Alerta Norte	a) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses.
	b) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital.
	c) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico y entrega de resultados.
Fase II PAT Alerta Norte	a) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses.
	b) Reducir precautoriamente la explotación de salmuera del proyecto.
	c) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital.
	d) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico y entrega de resultados.
	e) Generar informe de investigación de efectividad de la medida de reducción de la extracción de salmuera.

Fuente: Elaboración Propia en base a Anexo 3 de la Adenda 5.

A continuación, se presenta el detalle de las reducciones de caudal de salmuera y agua dulce que aplican a las activaciones del PAT Sector de Alerta Acuífero (Tabla 5-62) y Fase II del PAT Sector de Alerta Norte (Tabla 5-63).

Tabla 5-62 Regla de reducción de bombeo de agua y salmuera (Fase Única PAT Alerta Acuífero)

Medida	Regla de Reducción
Reducción de la explotación de agua dulce-salobre en Vertiente Tilopozo y pozo Tucúcaro.	Reducción de 6 l/s (Caudal adicional aprobado RCA N°21/2016). Por lo que bombeo máximo corresponde a 10,9 l/s de manera conjunta en Vertiente Tilopozo y pozo Tucúcaro.
Reducción de extracción de salmuera	Reducción de extracción de salmuera del Núcleo en un escalón de 60 l/s, es decir, el bombeo de salmuera será de 382 l/s durante los meses en que el PAT se encuentre activado.(1)

(1) Res Ex N°724/2021, resuelvo primero, apartado "a".
 Fuente: Elaboración Propia en base a Anexo 3 de la Adenda 5.

Tabla 5-63 Regla de reducción de bombeo Fase II PAT Alerta Norte

Período	RWL caudal total (L/s)	SQM caudal total Neto (L/s)	Parámetro	Caudal de reducción de salmuera, L/s	
				SQM	ROCKWOOD
Semestre 1 2016 (proyecto Rockwood 60 L/s)	202	1500	Reducción según PAT SQM (L/s)	250	33,7
			% sobre total Compañía	-16,70%	-16,70%
Semestre 2 2016 (proyecto Rockwood 120 L/s)	262	1500	Reducción según PAT SQM (L/s)	250	43,7
			% sobre total Compañía	-16,70%	-16,70%
Semestre 1 2017 (proyecto Rockwood 180 L/s)	322	1500	Reducción según PAT SQM (L/s)	250	53,7
			% sobre total Compañía	-16,70%	-16,70%
Semestre 2 2017 (proyecto Rockwood 240 L/s)	382	1500	Reducción según PAT SQM (L/s)	250	63,7
			% sobre total Compañía	-16,70%	-16,70%
2018 hasta 2020 (proyecto Rockwood 300 L/s)	442	1500	Reducción según PAT SQM (L/s)	250	73,7
			% sobre total Compañía	-16,70%	-16,70%
2021 hasta 2027 (proyecto Rockwood 300 L/s)	442	1600	Reducción según PAT SQM (L/s)	100	27,6
			% sobre total Compañía	-6,30%	-6,30%
2028 hasta 2030 (proyecto Rockwood 300 L/s)	442	1700	Reducción según PAT SQM (L/s)	100 (	26
			% sobre total Compañía	5,9%)	-5,90%

Fuente: Anexo 3 Adenda 5.

Respecto a las activaciones del PAT ocurridas durante el 2022 y al cumplimiento de las medidas exigidas en el numeral 4.5.3.1 del Anexo 3 de la Adenda 5, se indica en primer lugar que Albemarle dio cumplimiento a todas las medidas y actividades comprometidas.

Respecto a las medidas relacionadas con la activación del PAT Alerta Norte en Fases I y II, durante 2022 se ejecutó lo siguiente:

En Fase I (activación entre enero 2021 a la fecha

- Se siguen entregando en forma mensual los reportes de monitoreo tomados en el mes anterior, lo que se viene realizando desde el año 2021.
- Con fecha 19 de enero del año 2022, se informó a la autoridad la medición en el pozo L4-12 la superación del umbral de Fase I, lo que queda registrado en la carta ALB-GMA-2022-SMA-005.
- Se hace entrega el día 20 de enero de 2023 el “Reporte de monitoreo N.º 12 por activación de la Fase I del PAT sector de Alerta Norte” debido a la superación del umbral de Fase I registrada el 6 de enero. Esto queda registrado en la carta ALB-GMA-2022-SMA-006. También está el registro de la entrega de este reporte en sus versiones

N°13 (carta ALB-GMA-2022-SMA-011), N°14 (carta ALB-GMA-2022-SMA-017), N°15 (carta ALB-GMA-2022-SMA-019), N°16 (carta ALB-GMA-2022-SMA-021), N°17 (carta ALB-GMA-2022-SMA-025), N°18 (carta ALB-GMA-2022-SMA-036), N°19 (carta ALB-GMA-2022-SMA-039), N°20 (carta ALB-GMA-2022-SMA-045), N°21 (carta ALB-GMA-2022-SMA-050), N°22 (carta ALB-GMA-2022-SMA-052) y N°23 (carta ALB-GMA-2022-SMA-054) en los meses de febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre respectivamente.

En Fase II (activación entre junio 2021 a la fecha)

- Con fecha 10 de enero se informó a la autoridad la medición en el pozo L5-10 la superación del umbral de Fase II, lo que queda registrado en la carta ALB-GMA-2022-SMA-001. Dado que el sector se encuentra activado desde 2021, no se tomaron medidas adicionales a las que ya se están ejecutando.
- Se hace entrega el día 20 de enero del “Informe de monitoreo N° 6 por activación de la Fase II del PAT sector de alerta Norte” debido a la superación del umbral de Fase I registrada el 6 de enero. Esto queda registrado en la carta ALB-GMA-2022-SMA-006. También está el registro de la entrega de este informe en sus versiones N°7 (carta ALB-GMA-2022-SMA-011), N°8 (carta ALB-GMA-2022-SMA-017), N°9 (carta ALB-GMA-2022-SMA-019), N°10 (carta ALB-GMA-2022-SMA-021), N°11 (carta ALB-GMA-2022-SMA-025), N°12 (carta ALB-GMA-2022-SMA-036), N°13 (carta ALB-GMA-2022-SMA-039), N°14 (carta ALB-GMA-2022-SMA-045), N°15 (carta ALB-GMA-2022-SMA-050), N°16 (carta ALB-GMA-2022-SMA-052) y N°17 (carta ALB-GMA-2022-SMA-054) en los meses de febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre respectivamente.
- Con fecha 28 de diciembre de 2021, Albemarle hace entrega del “Informe de resultados de la herramienta de verificación del efecto sinérgico”, lo cual queda respaldado en la carta ALB-GMA-2021-SMA-073 y el 02 de febrero un complemento de este informe mediante carta ALB-GMA-2022-SMA-007. Esto se enmarca en la activación del PAT de Fase II en el pozo L1-5 en el año 2021. Como conclusión general de los resultados de este informe se confirma que la contribución en el descenso adicional por parte de Albemarle es del orden del 10%.
- Durante 2022, se mantiene vigente entregar el informe de Evaluación Técnica de efectividad de la medida de reducción de la extracción de salmuera. Con fecha 30 de junio, Albemarle hace entrega del “1er Informe de Evaluación Técnica de la Efectividad de la Medida de Reducción de la Extracción de salmuera” por la activación de la Fase II del PAT Alerta Norte (ALB-GMA-2022-SMA-027).

- Con fecha 06 de octubre se informó a la autoridad la medición en el pozo L5-10 la superación del umbral de Fase II, lo que queda registrado en la carta ALB-GMA-2022-SMA-047. Dado que el sector se encuentra activado desde 2021, no se tomaron medidas adicionales a las que ya se están ejecutando.

Respecto a las medidas consideradas en el PAT en activación del sector Alerta Acuífero, durante el año 2022 se ejecutó lo siguiente:

- Avisó a la autoridad mediante la carta ALB-GMA-2022-SMA-010, que el día 31 de enero de 2022 se registró una tercera medida mensual en el punto BA-07 presenta medidas bajo el umbral contenido en el Plan de Alerta Temprana, por lo que se activaba este sector de Alerta.
- Con respecto al compromiso establecido en el Plan de Alerta Temprana (PAT), mediante la carta ALB-GMA-2022-SMA-015, Albemarle informó a la autoridad que el día 28 de febrero se registró la tercera medida en el punto BA-05 que se está bajo el umbral contenido en el Plan de Alerta Temprana. Dado que dicho sector se encontraba activado no se tomaron medidas adicionales a las ya ejecutadas.
- Con fecha 30 de mayo, 28 de junio y 26 de julio, y respaldado por las cartas ALB-GMA-2022-SMA-022, ALB-GMA-2022-SMA-024 y ALB-GMA-2022-SMA-037 respectivamente, Albemarle entregó a la autoridad los informes de monitoreo de las mediciones con mayor frecuencia, luego de activarse el PAT en el punto BA-07.
- Con fecha 29 de julio, y respaldado por la carta ALB-GMA-2022-SMA-038, Albemarle entregó a la autoridad el “Informe de Investigación de las causas del desvío de los pronósticos y activación del Plan de Alerta Temprana” de Investigación por la activación del PAT Alerta Acuífero el día 31 de enero.

Tabla 5-64 Aumento de la frecuencia monitoreo para la activación PAT

Monitoreo	Frecuencia normal	Frecuencia Activación PAT (por tres meses)
Niveles freáticos	Mensual	Quincenal
Calidad de agua del acuífero y las lagunas	Trimestral	Mensual
Posición de la Interfase Salina	Trimestral	Mensual

Fuente: Tabla 4-7 de Anexo 3 Adenda 5.

A modo de registro, con respecto a la acción preventiva a) de los numerales 4.5.3.1 y 4.5.3.2., b) de los numerales 4.3.3.1, 4.3.3.2 y 4.4.3.3., y c) 4.5.3.3. del Anexo 3 de la Adenda 5,

correspondientes a los aumentos de frecuencia de monitoreo requeridas durante la activación de los PAT se encuentran en la Tabla 5-64. Se reitera que, durante el año 2022, se realizó el aumento de frecuencia durante los meses de: febrero, marzo y abril, asociados a la Fase Única del PAT Alerta Acuífero.

De lo anterior, se desprende que Albemarle ha cumplido oportunamente con las medidas preventivas comprometidas en los PAT asociados a cada sector durante las activaciones ocurridas en el año calendario 2022.

En forma adicional, con fecha 25 de febrero 2022, y respaldado por la carta ALB-GMA-2022-SMA-012, Albemarle entregó a la autoridad una actualización de umbrales del Plan de Alerta Temprana. Esta actualización responde al Considerando 10.15 de la RCA 21/2016, donde se indica que *“Respecto del cálculo de los umbrales para el sistema La Punta – La Brava, el titular deberá recalcular los umbrales indicados en la Tabla 3-5, pero restando sólo una desviación estándar y no dos desviaciones estándar como está propuesto”*. Posteriormente, el 25 de enero de 2023 la autoridad solicita respuestas a consultas plasmadas en la Res N°158/2023 las cuales se responden el día 22 de febrero 2023, respaldado por la carta ALB-GMA-2023-SMA-010.

6 DISCUSIONES

El desarrollo de la discusión se organiza con el objetivo de verificar aquellas condiciones que han quedado comprometidas en la RCA y con ello analizar la evolución de los parámetros en el tiempo, en relación con los límites considerados, con los valores de línea base, con resultados de informes previos y/o relacionados y aportando con un análisis integral de las variables comprometidas en el PSAH. Los subcapítulos siguientes se estructuran como sigue:

- 1) En relación con los límites establecidos en RCA N°21/2016.
- 2) Análisis de las precipitaciones y definición del año hidrológico 2022.
- 3) Análisis de la evolución de la evapotranspiración.
- 4) Análisis integrado de la información por sectores.
- 5) Discusión y revisión del estado del PAT.
- 6) En relación con la Reportabilidad, en el marco de la RCA N°21/2016.
- 7) En relación con la conexión en línea y reporte electrónico RES SMA N°1.314/2020

6.1 Análisis en relación con límites establecidos en la RCA N°21/2016

En la presente sección se realiza un análisis de la evolución de las variables ambientales monitoreadas en el presente PSAH que poseen límites comprometidos en el Considerando N°7 de la RCA N°21/2016.

6.1.1 Superficie cubierta por lagunas

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener la superficie sobre mínimo histórico*” (Numeral 7 de la RCA 21/2016, Pág.55/72), cuyo procedimiento de medición se señala a través de “*Imágenes satelitales alta definición y apoyo en terreno*”. En **Anexo C** de este informe se presenta en detalle los resultados y análisis para la obtención de las superficies lagunares del PSAH año 2022, en conjunto con su evolución histórica.

En la Figura 6-1 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-05B, se presenta por un lado la superficie mínima de cada sistema lagunar medido con 4 - 5 imágenes de alta resolución (periodo 2006 a 2014), que fueron recopiladas en la Adenda 5, y presentadas en el *Apéndice B del Anexo 2 Plan de Manejo Biótico* (estos valores de entregan y describen en el capítulo 5, sección 5.3); y por otro lado, se presenta para los cuatro (4) sistemas lagunares los resultados de las campañas del año 2022 (superficies mínimas), de frecuencia semestral (Anexo C), estimadas a través de las imágenes de alta resolución (AR) utilizadas.

Tabla 6-1 Superficies mínimas de los sistemas lagunares (imágenes de alta resolución AR)

Sistema Lagunar	Superficie Mínima Histórica Adenda 5 (ha) QuickBird/Worldview/GeoEye	Superficie mínima 2022 (ha) Pleiades Alta resolución
La Punta-La Brava	31,6 (febrero 2014)	25,3 (diciembre)
Peine	48,9 (marzo 2006)	24,2 (diciembre)
Aguas de Quelana	11,3 (marzo 2007)	6,2 (diciembre)
Soncor	192,4 (marzo 2007)	135,5 (diciembre)

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que los valores mínimos de superficie cubierta de agua del 2022 corresponden a los valores de la campaña de verano (diciembre) y estas son inferiores a las superficies lagunares mínimas históricas de AR presentadas en Adenda 5. Destaca, además, que la medición de invierno (190,01 ha en agosto 2022) del sistema lagunar Soncor también presentó una superficie bajo el mínimo de las 5 imágenes que se tenían como registro histórico.

Es importante señalar que las superficies históricas disponibles en AR fueron cuatro a cinco para cada sistema lagunar y corresponden a meses distintos de los reportados semestralmente en el PSAH (agosto y diciembre principalmente). El hecho que fueron medidas en meses distintos (enero, febrero y abril en LP-LB; marzo y abril en Peine, Aguas de Quelana y Soncor) es un aspecto importante para considerar, dada la alta variabilidad intranual que presenta esta variable y que se describe más adelante en este capítulo de Discusión, análisis integrado por sector.

En razón de lo anterior, y dado que existe un número más elevado de imágenes históricas de mediana resolución, las que fueron presentadas en la Línea Base del Proyecto (*Apéndice I, del Anexo 1 Estudio Hidrogeológico y Modelo Numérico de la Adenda 5*) es que en la siguiente **Tabla 6-2** se comparan los valores mínimos de superficie lagunar registrados en el año 2022 con las imágenes de mediana resolución, con el valor mínimo histórico de cada sistema lagunar determinado a partir de 68 imágenes de mediana resolución (Landsat), entre los años 1972 al 2014 (en general dos imágenes por año de julio y diciembre).

Tabla 6-2 Comparación valores mínimos superficie lagunar año 2022

Sistema Lagunar	Superficie Mínima Histórica (ha) Adenda 5 Landsat Histórico	Superficie mínima 2022 (ha) Landsat 8
La Punta-La Brava	19,2 (marzo 1973)	26,9 (diciembre)
Peine	25,4 (noviembre 1975)	27,7 (diciembre)
Aguas de Quelana	0,2 (nov 1975, feb y mar 1976)	17,8 (diciembre)
Soncor	143,3 (feb 1976)	184,8 (diciembre)

Fuente: Elaboración propia

Con estas imágenes Landsat y la validación en terreno de los índices calculados y los píxeles definidos de superficie inundada (compromiso del PSAH) se obtuvieron como valores mínimos de superficie cubierta de agua del 2022, los de la campaña de verano (diciembre). Estas áreas sin embargo se mantienen por encima de las superficies lagunares mínimas históricas definidas con las imágenes de mediana resolución presentadas en la Adenda 5.

En la sección 6.5 de análisis integrado por sectores, se presenta para cada uno de los sistemas lagunares análisis específicos de los valores de las superficies lagunares de AR y Landsat (MR) y el análisis de su evolución considerando otras series de imágenes que se han realizado durante el seguimiento ambiental, que tienen como objetivo entender la evolución de estas en el tiempo para complementar los datos puntuales de campañas semestrales del PSAH.

6.1.2 Nivel Limnimétrico de las Lagunas

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener niveles dentro de los rangos de oscilación natural*”, por lo que se han comparado los valores de nivel limnimétrico registrados en el año 2022 con los valores históricos, presentados en el Capítulo 5.4, para cada uno de los sistemas lagunares.

En relación con el comportamiento histórico, en general, los puntos de medición presentan oscilaciones cíclicas estacionales en sus niveles, con máximos en los meses de estaciones frías y mínimos en los meses de estaciones cálidas.

Se realiza la discusión según los 3 sectores PSAH, en los que se ubican los puntos de monitoreo de nivel limnimétrico, de acuerdo con las gráficas presentadas en la sección 5.4.

6.1.2.1 La Punta-La Brava

En el sector de las lagunas La Punta y La Brava, se observan variaciones estacionales con descensos de nivel en los meses de estaciones cálidas, recuperándose en los meses de estaciones frías, muestran una amplitud anual 2022 del orden de 0,10 m.

El punto de monitoreo LM-16, el cual se ubica en la zona de vegas de Tilopozo, muestra una tendencia a mantener los niveles relativamente estables durante todo el periodo de registro (2016 a 2022), con una amplitud entre cotas máxima y mínima de alrededor de 0,08 m (2022).

Las mediciones de los puntos LM-01, LM-02, LM-03 y LM-04, muestran una tendencia general al descenso de los niveles para todo el periodo (2016-2022), la que es más acentuada en LM-01 y LM-02.

Para los limnímetros de Laguna La Brava (LM-03 y LM-04), durante el año 2022 el nivel se mantiene estable en el punto LM-04, y en el punto LM-03, se presenta un leve ascenso del

nivel del orden de 1 cm (entre diciembre 2021 y diciembre 2022), por lo tanto, se tiene que los niveles se mantienen dentro de los rangos de oscilación natural.

Por otra parte, para los puntos de Laguna La Punta, LM-01, y LM-02, estos muestran descensos de nivel con valores netos del orden de 2 a 3 cm (entre diciembre 2021 y diciembre 2022), por lo que, estos dos limnómetros presentan niveles bajo el rango de oscilación natural que se venía observando, en la temporada de verano (o cálida).

En la cubeta donde están ubicados los puntos LM-01 y LM-02, se reconoce una tendencia histórica al descenso, previa al año 2016, esto se analiza en la sección 6.3.

6.1.2.2 Peine

En relación con la tendencia histórica, a grandes rasgos se tiene que los puntos de monitoreo, ubicados en el sector Laguna Salada y Saladita, LM-06 (Salada) y LM-08 (Saladita) presentan una tendencia estable de sus niveles en el tiempo (2016-2022); el punto LM-05 (Salada) presenta una tendencia de aumento en sus niveles durante todo el periodo (2016-2022). Finalmente, en el sector de Laguna Saladita, el punto LM-07 muestra leve tendencia al descenso de sus niveles. Durante el año 2022 los niveles se mantienen estables en las mediciones de los limnómetros LM-05, LM-06 y LM-08, no así, el punto LM-07, donde se observa descenso en el nivel.

Los puntos E1, LM-09 y LM-10 (laguna Interna) muestran una tendencia a mantenerse relativamente estable desde el año 2016 al 2021, mientras en los puntos E2, E3 y E4 muestran descenso de nivel entre 2016 a 2019 y se mantienen relativamente estables entre el 2019 y 2021. Durante el año 2022 los niveles netos ascienden en los puntos E1, E2, E3, LM-9 y LM-10. Al contrario, en el punto E4, el nivel muestra descenso.

Sin perjuicio de lo anterior, los puntos ubicados en las 3 lagunas mantienen los niveles dentro del rango de la oscilación natural.

En el punto de monitoreo LM-17, el cual se encuentra en la zona de avance de la laguna Interna hacia el Núcleo, se reconoce una rápida respuesta a eventos de precipitación (como marzo 2017 o septiembre 2020), lo que se puede ver en la sección 1.1. Este punto no presenta registros continuos durante el año 2022, principalmente debido a que se presenta seco entre los meses de enero y mayo, y entre octubre y diciembre; y en el mes de junio el limnómetro se encuentra caído y no se mide por condición insegura.

En relación con el comportamiento de los niveles respecto de la evapotranspiración de los puntos ubicados en Peine, muestran principalmente menores variaciones en la amplitud de

oscilación estacional, que en los otros sectores (sector La Punta-La Brava y sector Norte y Borde Este), los cuales en la mayoría de los puntos no exceden la amplitud de 0,02 m.

6.1.2.3 Sector Norte y Borde Este

En general, se observa una estabilidad en los valores de nivel limnimétrico en las lagunas, con valores máximos en estaciones frías y mínimos en estaciones cálidas, lo que son atribuidos a la variación estacional. Tanto en los sistemas de Soncor como de Aguas de Quelana, las variaciones de niveles limnimétricos de las lagunas para el año 2022 se mantienen dentro de los rangos de oscilación natural.

Los puntos LM-12, LM-13 y LM-14 se mantienen en general estables entre los años 2016-2022, y el punto LM-11, muestra leve tendencia al descenso en los niveles para el mismo periodo.

Los puntos limnimétricos ubicados en el sistema lagunar Soncor, presentan una amplitud entre cotas máxima y mínima calculadas para el año 2022, del orden de 0,038 m.

Del mismo modo, los puntos ubicados en el sistema lagunar Aguas de Quelana, presentan un comportamiento sincrónico, con variaciones estacionales de mayor amplitud calculadas para el año 2022, son del orden de 0,081 m.

6.1.3 Aforos de Caudales Superficiales

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener los caudales dentro de su variación histórica*”, por lo que los caudales medidos en el año 2022 se han comparado con los valores históricos, ambos presentados en el Capítulo 5.5 de este documento.

En términos generales, todos los puntos monitoreados se encuentran dentro de su variación histórica, pero se destaca que los puntos de aforo que pertenecen al sistema Peine, y los puntos AFP-01, AFP-02, AFP-03 y AFP-04 muestran valores levemente mayores a lo observado en el registro histórico, específicamente en comparación a los años 2018, 2019 y 2020, pero con caudales similares a los del 2021.

En el caso particular de los puntos AFP-03 y AFP-04 (en Laguna Salada y Laguna Saladita respectivamente), se registraron nuevos máximos históricos en el mes de junio, con valores de 54,47 L/s y 48,71 L/s, respectivamente. En el sistema Peine, hacia el borde este, se encuentran los puntos de monitoreo Anterepresa Tilomonte y la Vertiente Peine, que presentan caudales aforados durante el año 2022 dentro del rango histórico.

Dado estos antecedentes, los valores registrados durante el año 2022 se mantienen dentro de la variación histórica, con máximos históricos en el mes de junio en los puntos AFP-03 y AFP-04.

6.1.4 Niveles Freáticos en Salmuera y en agua dulce-salobre

6.1.4.1 Niveles Freáticos en Salmuera

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Descenso según modelo*”, por lo que se han comparado los valores de niveles freáticos registrados en el año 2022, presentados en el Capítulo 5.6 con los niveles modelados obtenidos de los escenarios de caso base con Proyecto (Esc1-CP) y recarga reducida (Esc2-CP) presentados en el informe de la Segunda Actualización del modelo de Flujo de Agua Subterránea en el Salar de Atacama (RCA N°21/2016), en Fecha 31 de marzo de 2021 (VAI-ALB, 2021), mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-041. Cabe destacar, que este modelo fue validado por la DGA, a través del ORD N°129/2022, de fecha 9 de diciembre de 2022.

Es importante mencionar que, entre los principales cambios se encuentran la actualización o extensión de la recarga y con ello los eventos de precipitación acontecidos los años veranos de 2015, 2017, 2019 e invierno 2020; y por otro lado la actualización de los bombeos distribuidos y tasas actualizadas de bombeo desde SQM, lo que conlleva a un mejor ajuste y representatividad de los ascensos y descensos desde 2014 a 2021.

El Esc1-CP analiza la respuesta del sistema a la condición con Proyecto ante condiciones hidrológicas esperables, con montos de recarga por precipitación acorde a lo estimado en base a los registros históricos de precipitación.

El Esc2-CP analiza la respuesta del sistema a la condición con Proyecto ante situaciones hidrológicas extremas y que conlleven montos de recarga por precipitación menores a los estimados como más probables, de acuerdo con la estadística histórica y utilizada en la evaluación del Proyecto. Desde este punto de vista, se trata de un escenario ambientalmente desfavorable en relación con la disminución natural de la precipitación.

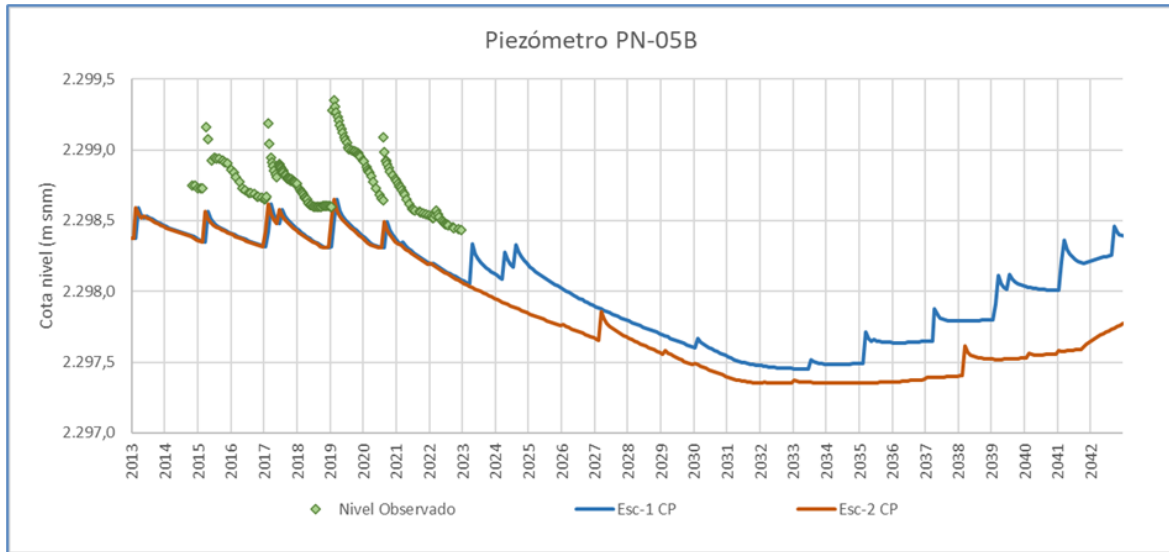
Considerando que los puntos más relevantes para la verificación del comportamiento de los niveles freáticos del sector Núcleo, donde subyace la salmuera, corresponden a los pozos que conforman el PAT en el Sector de Alerta Núcleo, es en estos puntos en los cuales se realiza la comparación entre lo observado y lo modelado. En estricto rigor, la comparación en este numeral es hasta diciembre 2022, y lo que respecta a las proyecciones fue presentado en numeral anterior capítulo 5-10.

En la Figura 6-1 a Figura 6-4 se presentan las series simuladas en los dos escenarios considerados (Esc1-CP y Esc2-CP) versus los valores observados de los puntos PAT del Sector de Alerta Núcleo actualizados a diciembre de 2022. Al respecto, se observa como los niveles observados presentan cinco pick de aumentos de niveles, los que se asocian a eventos de precipitación registrados a comienzos de los años 2015, 2017, 2019, en agosto de 2020 y en marzo 2022, donde la precipitación registrada fue menor a la de los años previos, siendo de 3,5 mm en EM-Rockwood. Estos eventos tienen una rápida respuesta en los niveles del núcleo observándose un aumento brusco de estos, posterior a los eventos de precipitación señalados, con excepción en marzo de 2022 en que el aumento es menor. Inmediatamente después de las precipitaciones y respuesta inicial de ascenso de los niveles, estos descienden a una tasa mayor a la que presentaban previamente, producto de la evaporación.

En los gráficos de la Figura 6-1 y Figura 6-2 los datos observados hasta diciembre 2022 de niveles del punto PN-05B y PN-08A, muestran una tasa de descenso, y aumentos provocados por las lluvias y descensos después de éstas, similar a lo modelado hasta diciembre 2022, como así también la tendencia de descenso marcada por los niveles mínimos de los valores observados es también muy similar a la tendencia de los valores mínimos de lo modelado en dicho período. Respecto a las cotas de nivel, es importante señalar que el objetivo de este acápite es analizar los descensos y no las cotas, ya que, para esto último, se tienen los índices de ajuste de la calibración lo cual como ya ha sido mencionado, fue presentado y validado por la DGA en diciembre 2022.

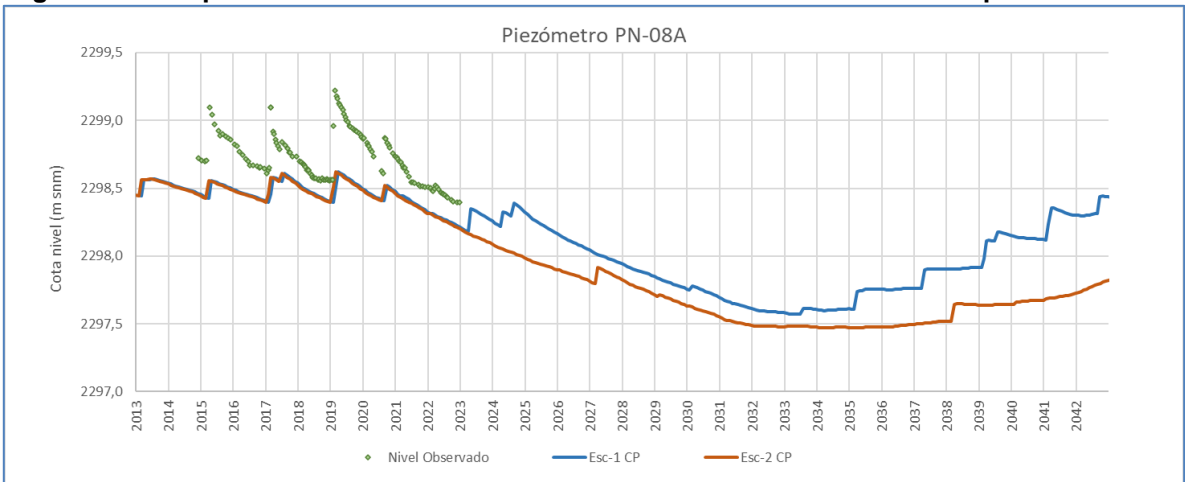
Por otra parte, el punto PN-14 B, muestra descensos y tendencias con valores similares al modelo, con algunos puntos observados con cotas mayores que en los niveles simulados del modelo numérico. Por último, el punto PN-16B, muestra una tendencia en el nivel que se estabiliza en el año 2022, mostrando en este caso que lo real (datos observados) presenta menores tasas de descenso que lo modelado. En otras palabras, el modelo resulta ser más conservador con mayor tasa de descenso entre 2021 a 2022.

Figura 6-1 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-05B



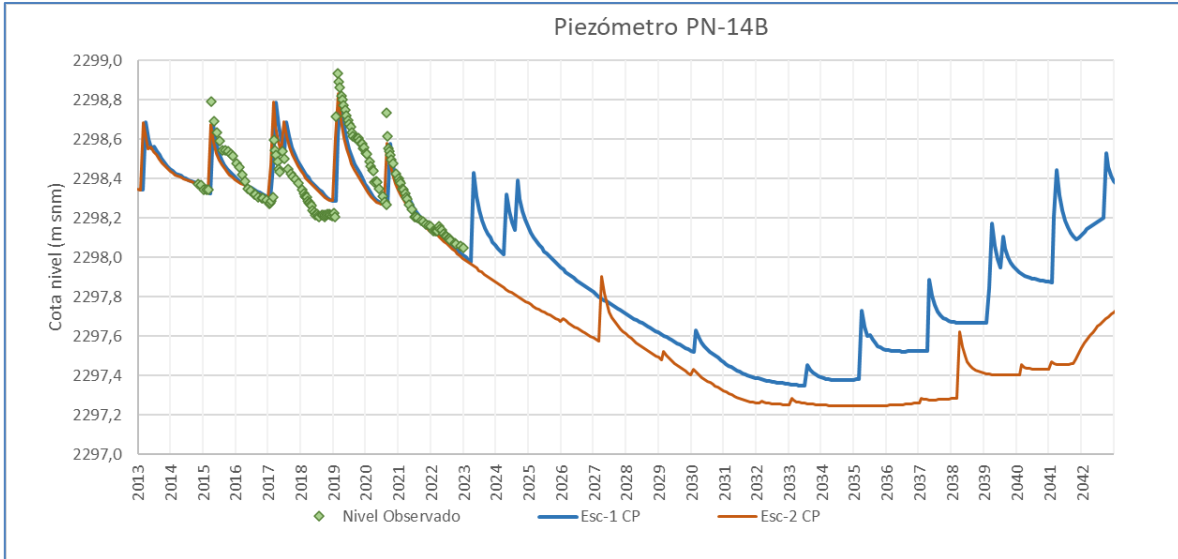
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6-2 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-08A



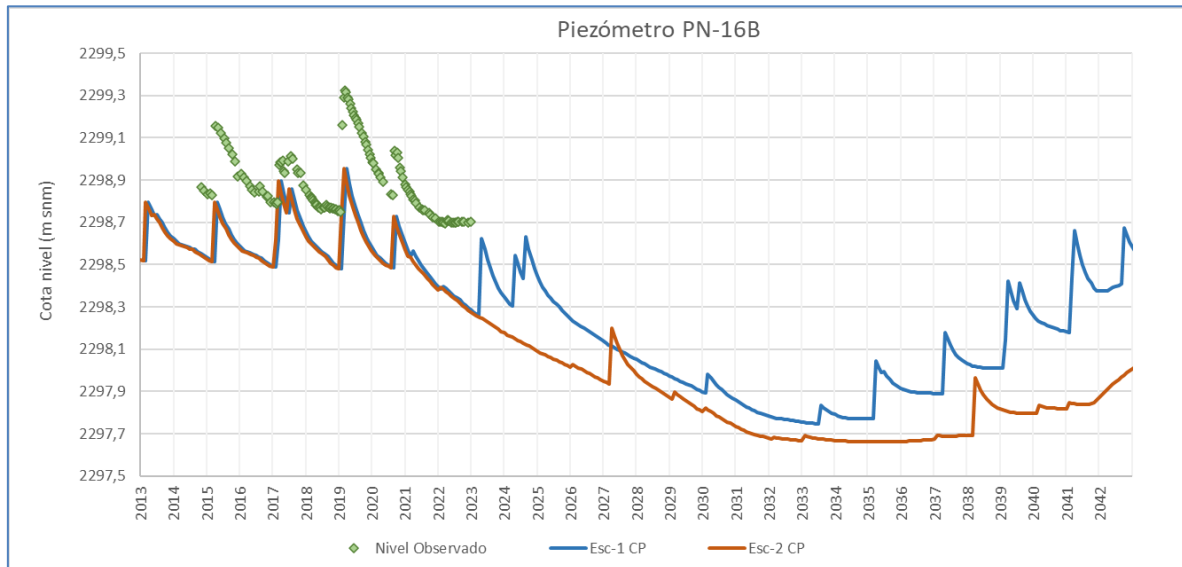
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6-3 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-14B



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6-4 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-16B



Fuente: Elaboración Propia

6.1.4.2 Niveles Freáticos en agua dulce-salobre

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener niveles dentro de los rangos de oscilación natural*”, por lo que se han comparado los valores de niveles freáticos de agua dulce-salobre registrados en el año 2022 con los valores históricos, ambos presentados en la sección 5.6.

Los puntos de monitoreo que registran esta variable están distribuidos en los sectores La Punta-La Brava, Peine, y Norte y Borde Este.

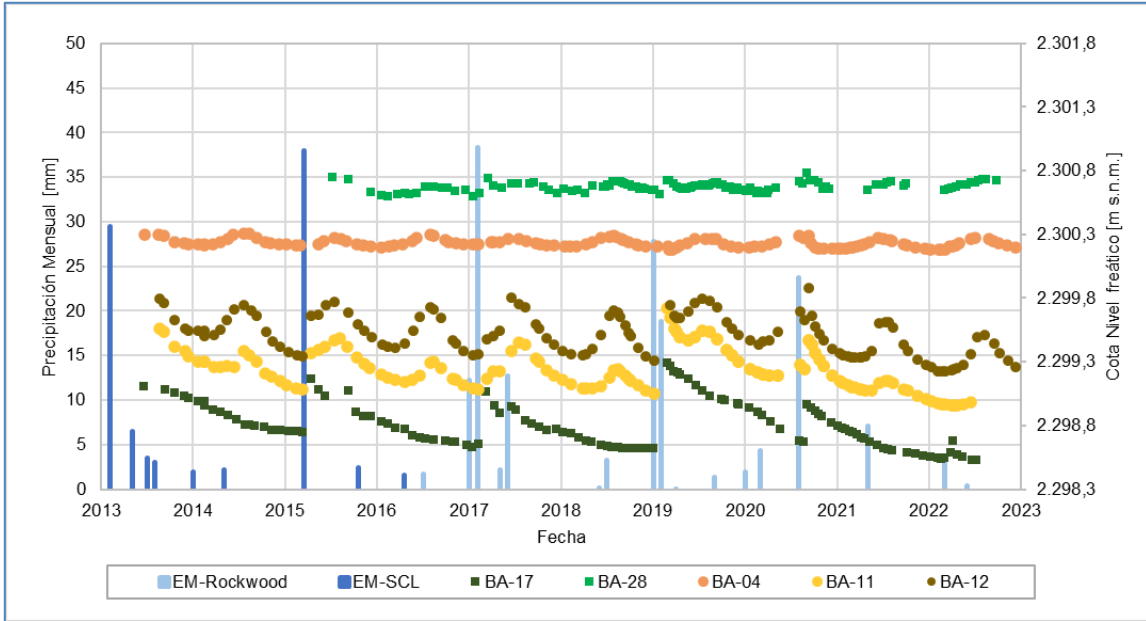
Los niveles en el Sector La Punta-La Brava y, especialmente en el entorno de las lagunas, se han mantenido dentro de los rangos de oscilación natural registrada históricamente, según fue presentado en la Sección 5.6.1. Los piezómetros somero BA-11 y BA-04, representativos del norte y sur de las lagunas, presentan una menor amplitud en la oscilación estacional (10 cm aprox.) respecto a los puntos ubicados en el sector centro de estas, como es el punto BA-12 (29 cm calculada entre marzo y agosto 2022).

El sector de Peine sigue la tendencia observada durante el registro histórico, con oscilación estacional dentro del rango esperado (Figura 6-5). Históricamente, los pozos del sector han reaccionado a eventos de precipitación de alta intensidad generando un aumento en los niveles, como, por ejemplo, en el caso de las precipitaciones ocurridas en agosto de 2020, dónde ocurrieron aumentos de niveles entre 0,02 cm y 0,15 cm en los pozos MP-07A y PP-02, inferiores a los registrados en los sectores más cercanos al Núcleo (ver sección 6.5).

Durante 2022 no se evidenciaron los aumentos del nivel como respuesta a eventos de precipitación, lo cual se explica por la ausencia de eventos de precipitación importantes como los ocurridos en los años 2015, 2017 y 2019, y de lluvia estacional ocurrida en agosto de 2020 por sobre los 9 mm/día, como se presenta en la Figura 6-5. De la misma figura es posible observar que para los piezómetros someros ubicados en la zona norte de las lagunas La Punta-La Brava en comparación con los del sistema Peine, tienen una variabilidad estacional marcada y no es así en el punto BA-17, el cual históricamente no presenta oscilación estacional, y un comportamiento similar a los puntos del núcleo.

Se destaca entonces que los niveles freáticos presentan mayor variabilidad y respuesta a las precipitaciones mientras más cercano es el punto de monitoreo al Núcleo tanto en el sistema lagunar La Punta-La Brava como para el sistema lagunar Peine, y de manera similar en el sector Norte y Borde Este.

Figura 6-5 Relación niveles freáticos Sector La Punta y La Brava (LPLB) y Peine versus precipitación



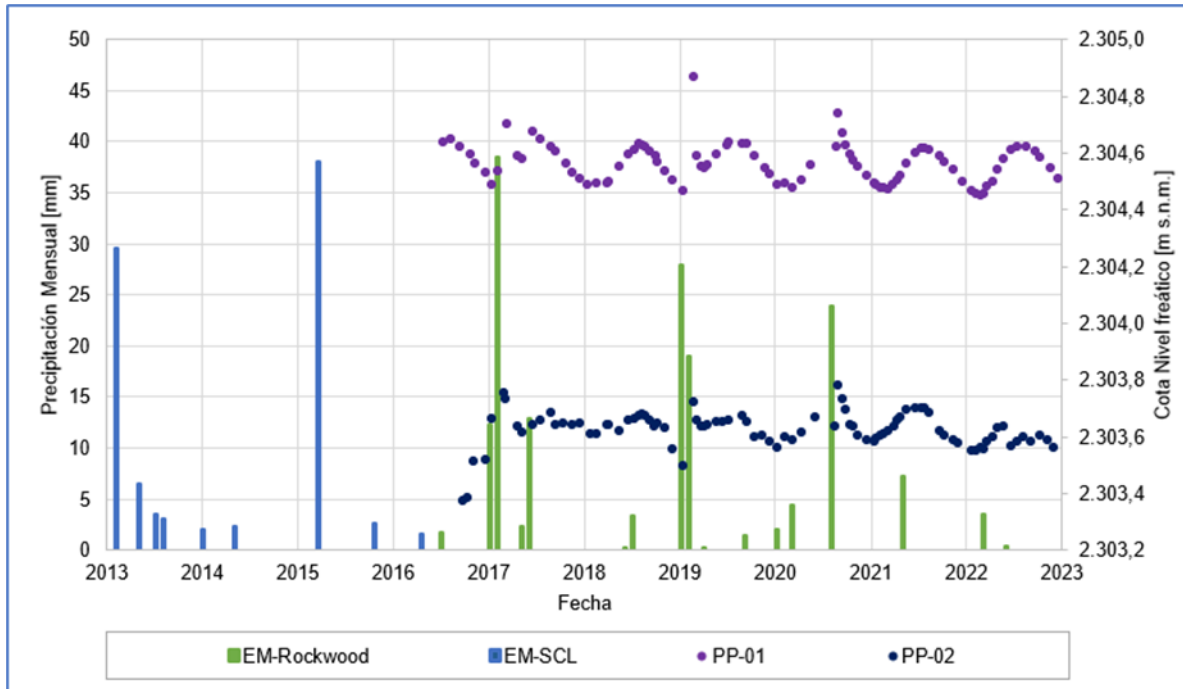
Nota: BA-04, BA-11 y BA-12 de LPLB, BA17 y BA-28 de Peine.
 Fuente: Elaboración propia

El alza en los niveles reconocida en el verano del año 2019 fue, para la mayoría de los piezómetros someros, la mayor desde que se tiene registro, mientras que el alza en los niveles acontecida en agosto 2020 fue algo inusual por cuanto ocurrió durante el invierno estacional en circunstancias de que la recarga por precipitación comúnmente tiene lugar durante los meses del invierno altiplánico (enero - febrero).

Respecto a los niveles freáticos de agua dulce-salobre observados en 2022, en términos generales su comportamiento responde a variaciones estacionales invierno verano. Se observa que los eventos de recarga de 2019 y 2020 han favorecido el sistema, incrementando las cotas de los pozos más someros y cercanos al núcleo como los ubicados en la zona norte de las lagunas La Punta y La Brava, y en la Laguna Interna, en el sector Peine. Sin embargo, hay un contraste con el año 2022, en el cual no hubo precipitaciones.

Es importante destacar que los niveles aguas someras están altamente influenciados también por lo que sucede a nivel superficial, esto es su recarga subterráneas y procesos de evaporación, relacionados con la variabilidad estacional.

Figura 6-6 Evolución de niveles acuífero dulce-salobre y precipitaciones en el borde Este. Sistema Peine



Fuente: Elaboración propia

6.1.5 Posición de la Interfase Salina

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “Mantener la posición de la Interfase Salina”, por lo que se han comparado los resultados de perfiles de conductividad eléctrica en profundidad de los pozos medidos en el año 2022, con sus valores históricos, todos ellos descritos y presentados en el capítulo 5.7.

En general, para todos los puntos de monitoreo de todos los sectores, se han mantenido los rangos de profundidad entre los cuales se presenta la variación de conductividad eléctrica que determina la profundidad de la salmuera, y la interfase salina entre esta y el acuífero de agua dulce-salobre. En términos generales la interfase salina se mantiene en la misma posición en todos los puntos.

Para el sector La Punta - La Brava se tiene que la Interfase Salina se encuentra entre los 11 y los 14 metros de profundidad en el pozo MP-01C ubicado en la zona de las lagunas, y en torno a los 70 metros de profundidad en el punto MP-09C, ubicado hacia el sur, cercano a Tilopozo. En el sector Peine, la interfase salina se encuentra desde los 3 y 5 metros de profundidad en la zona intermedia de lagunas (MPS-AC y MPS-CC), y entre los 90 a 110 metros de profundidad en zona más alejada hacia el sur (PP-03).

En el sector Norte y Borde Este, la Interfase Salina se encuentra entre los 20 y 70 metros de profundidad (MP-12C), único punto de medición.

Se destaca que en todos los sectores la Interfase Salina se encuentra a mayor profundidad a medida que los puntos donde se realiza la medición se alejan del sector Núcleo hacia la Zona Marginal del salar. Durante el año 2022 se puede señalar que la posición de la Interfase salina se ha mantenido estable en todos los puntos de medición.

6.1.6 Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener parámetros dentro de variabilidad natural*”, por lo que se han comparado los resultados de calidad química del agua del año 2022 con los valores históricos, ambos presentados en la sección 5.8.

Los resultados por sector muestran que tanto en las aguas subterráneas someras como en las aguas más profundas, los elementos analizados en 2022 varían de acuerdo con los rangos y variabilidad natural histórica, no presentando mayores diferencias en comparación con años previos. Sin embargo, se advierten valores fuera de tendencia que tendrían relación con errores de muestreo (intercambio de botellas) o analíticos (por ejemplo, no se hacen correctamente los recálculos por dilución).

Junto a lo anterior, al analizar los diagramas de Piper se observa que la clasificación de aguas otorgada para cada sector, se mantiene. En este sentido, las aguas son principalmente del tipo cloruradas sódicas, salvo en Vertiente Peine que se clasifica como clorurada sódico-cálcica entre febrero a julio de 2022, lo que probablemente se debería a errores analíticos.

Según lo previamente mencionado, es posible afirmar que se han mantenido los parámetros fisicoquímicos de las muestras y sus composiciones dentro de la variabilidad natural de calidad química del agua.

6.1.7 Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre

El nivel o límite comprometido para estas variables en la RCA es “*Mantener caudales de extracción autorizados ambientalmente*”, por lo que se han comparado caudales bombeados de salmuera y agua dulce-salobre durante el año 2022, presentados en el capítulo 5.9.1 y 5.9.2, respectivamente, con los valores autorizados ambientalmente. Este análisis se presenta a continuación.

6.1.7.1 Caudales Bombeados en salmuera

En la Tabla 6-3 se presenta la regla de extracción de salmuera aprobada en la RCA N°21/2016, que autorizó un aumento del caudal de extracción de 142 L/s a 442 L/s (300 L/s adicionales, exclusivos desde el área de bombeo A1), como caudal medio anual.

Tabla 6-3 Regla de extracción aprobada, RCA N°21/2016

Área de Bombeo	Previo a RCA N°21/2016	Inicio proyecto (28.09.16)	Inicio+6 meses (01.04.17)	Inicio+12 meses (01.10.17)	Inicio+18 meses (01.04.18)	Inicio+24 meses (01.10.18)
A1	60	120	180	240	300	360
A2	82	82	82	82	82	82
Aumento Extracción (L/s)	0	60	120	180	240	300
Extracción Total (L/s)	142	202	262	322	382	442

Fuente: Modificado de Tabla 5-17 Anexo 1, Adenda 5 y Tabla 1 RCA N°21/2016.

El Proyecto inició su fase de operación el 28 de septiembre de 2016 por lo que, desde octubre de 2018 (cuando se cumplió el aumento de 60 l/s de cada escalón de bombeo), el límite de extracción total quedó fijado en 442 L/s, lo cual se mantiene para el año operacional 2022, el que se extiende desde octubre de 2021 a septiembre de 2022 según lo indicado en la Resolución Exenta N°1510/2021.

No obstante, durante el año 2022 se mantuvo activa la Fase II del PAT Alerta Norte, la que implica una reducción del caudal medio anual autorizado de extracción. La forma de aplicar esta disminución de caudal fue indicada por la autoridad en la Resolución Exenta N°1510/2021, la cual se mantuvo activa durante los 12 meses del año operacional 2022 (ver sección 5.10). Este nuevo límite anual corresponde a un caudal medio anual total de 414,4 l/s.

Tal y como se indica en el capítulo 5.9.1, el volumen de extracción total de las áreas A1 y A2 para el año operacional 2022 fue de 13.058.404 m³, lo que es equivalente a un caudal medio anual de 414,08 l/s (332,13 l/s para A1 y 81,95 l/s para A2). Por lo anterior, la extracción de Albemarle durante el año operacional 2022 no ha excedido al caudal medio anual establecido en la evaluación ambiental, el cual es de 442 L/s, ni el caudal medio anual reducido por la activación de la Fase II del PAT Alerta Norte durante el año operacional 2022 (caudal medio anual máximo 414,4 l/s).

Sin perjuicio de la anterior, de manera complementaria Albemarle redujo la extracción de salmuera en los meses de febrero, marzo, abril, mayo, junio y julio de 2022 en 60 L/s con respecto al caudal máximo aprobado ambientalmente (caudal medio máximo en los meses anteriormente mencionados corresponde a 382 L/s), debido a que se tomaron las medidas preventivas asociadas a la Fase Única del PAT Sector de Alerta Acuífero (ver sección Red del

Plan de Alerta Temprana). La reducción preventiva de la extracción corresponde a una medida mensual, y no afecta al caudal medio anual autorizado (sea este el definido en la Adenda 5 del proyecto o reducido según la activación del PAT Alerta Norte). Durante el año 2022 estas medidas se mantuvieron activas durante los meses de febrero, marzo, abril, mayo, junio y julio, donde la extracción de salmuera tuvo caudales medios de 382,00 L/s, 381,74 L/s, 381,76 L/s, 381,71 L/s, 381,38 L/s y 381,86 L/s, respectivamente. De esta manera, la extracción de salmuera de Albemarle es menor a lo establecido como caudal máximo en los meses que están activas las medidas preventivas asociadas al PAT del Sector de Alerta Acuífero.

6.1.7.2 Caudales Bombeados en agua Dulce-Salobre

En cuanto a la extracción de agua dulce-salobre, ésta se encuentra autorizada ambientalmente de manera conjunta para los puntos Tilopozo y Tucúcaro, según se indica en las resoluciones ambientales citadas a continuación:

- RCA N° 403/2003, que aprobó el Proyecto “Secador Planta Potasa Rockwood Litio Limitada”, autorizó extracción de 10,9 L/s entre Tilopozo y Tucúcaro.
- RCA N° 21/2016, autorizó extracción adicional de 6 L/s entre Tilopozo y Tucúcaro.

Sobre la base de estas autorizaciones ambientales, se cuenta con un caudal máximo para extracción conjunta de 16,9 L/s. Durante el año operacional 2022 el caudal promedio bombeado en forma conjunta fue de 6,99 L/s, conformado por 5,146 L/s desde la vertiente Tilopozo y 1,845 L/s desde el pozo Tucúcaro, de manera que los caudales de extracción se mantuvieron dentro de lo autorizado ambientalmente.

De la misma manera que para la extracción de salmuera, Albemarle realiza la reducción de caudales de agua dulce-salobre durante la adopción de medidas preventivas asociadas al PAT Sector de Alerta Acuífero, aplicando una reducción de 6 L/s al caudal de extracción conjunta de los pozos Tilopozo y Tucúcaro. En otras palabras, la extracción conjunta de estos pozos no debe superar los 10,9 L/s en los meses que estas medidas preventivas se encuentren activas, dónde este bombeo fue inferior a 10,9 L/s durante todo el año 2022. Específicamente, el caudal de bombeo conjunto en febrero, marzo, abril, mayo, junio y julio corresponde a 8,18 L/s, 7,79 L/s, 7,28 L/s, 6,30 L/s, 5,76 L/s y 5,22 L/s, respectivamente. Dado lo anterior, Albemarle mantuvo su extracción de agua dulce-salobre dentro lo autorizado ambientalmente y dentro del límite indicado en las medidas preventivas del PAT Sector de Alerta Acuífero.

Adicionalmente, también se cuenta con autorización para extraer un máximo de 5 L/s del pozo Peine (según lo expresado en la Resolución Exenta N°584/2000 de la DGA), para uso en el campamento emplazado en dicha comunidad. Desde Julio de 2016 el caudal extraído por este

pozo fue disminuyendo paulatinamente, hasta valores cercanos a 0 L/s. La extracción anual media durante el año operacional 2022 corresponde a 0,03 L/s.

6.2 Análisis del año hidrológico

La disponibilidad de agua en la zona juega un rol importante en los sistemas de interés ambiental, lo que depende principalmente de la ocurrencia de precipitaciones que generan recarga de los sistemas subterráneos y aportes a los cauces superficiales. Para abordar esta temática, se presenta a continuación un análisis hidrológico actualizado hasta el año 2022 en relación con el registro histórico, para caracterizar el tipo de año hidrológico en términos de la probabilidad de excedencia.

Para realizar el análisis hidrológico, se consideraron las precipitaciones anuales de las estaciones meteorológicas ubicadas en el Salar de Atacama. En este estudio se han considerado 7 estaciones de la DGA y la estación de Albemarle, EM-SCL, reemplazada por EM-Rockwood en el año 2016. En la Tabla 6-4 se presentan las series de precipitaciones anuales consideradas y además se muestran los registros de las estaciones Chaxa y KCL de SQM.

Tabla 6-4 Precipitaciones anuales (mm)

Año	Estación Meteorológica (Pp en mm)									
	Peine	Río Grande	San Pedro de Atacama	Socaire	Talabre	El Tatio	Camar	Rockwood / SCL	Chaxa (4) (5)	KCL (4) (5)
1970	-	-	14 ,0	-	-	-	-	-	-	-
1971	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-
1972	-	-	81	-	-	-	-	-	-	-
1973	-	-	51,1	-	-	-	-	-	-	-
1974	0	-	2,5	-	-	-	-	-	-	-
1975	24	-	40	128,1	-	-	-	-	-	-
1976	14	-	39	45,8	-	-	-	-	-	-
1977	5,5	168	61	71	-	-	-	-	-	-
1978	39	35,9	18	43,5	-	91,1	-	-	-	-
1979	21	67,1	23,6	40,5	-	142,9	17	-	-	-
1980	21,5	31,6	12,5	3,5	-	55,7	20	-	-	-
1981	11,5	113,4	23,5	29,5	-	126,1	96	-	-	-
1982	6	9,1	8	19,1	-	57,8	10,5	-	-	-
1983	40,5	73,4	23	62	-	152	74	-	-	-
1984	50	220,8	10,5	155,9	-	341,5	125	-	-	-
1985	27,2	95,9	35	48	-	259,5	35	-	-	-
1986	15,5	116,1	40	46,6	-	187	60,5	-	-	-
1987	69,5	148,1	47,5	97,2	-	282,9	60,9	-	-	-
1988	0	9	0	0	-	75,7	3,1	-	-	-
1989	12	91,3	42,5	40	-	132,7	40,5	-	-	-
1990	14,1	64	-	33,1	-	128,3	25,5	-	-	-
1991	0	9,6	-	0,8	-	82,4	2	-	-	-

Tabla 6-4 Precipitaciones anuales (mm)

Año	Estación Meteorológica (Pp en mm)									
	Peine	Río Grande	San Pedro de Atacama	Socaire	Talabre	El Tatio	Camar	Rockwood / SCL	Chaxa (4) (5)	KCL (4) (5)
1992	11	7,5	-	16,5	-	45	8,1	-	-	-
1993	10,5	37,9	-	13,8	-	124,1	20,1	-	-	-
1994	1,5	42,4	-	10	-	116,6	12,4	-	-	-
1995	17,5	81,3	-	2	-	180,5	28,5	-	-	-
1996	11,5	20,2	-	24,5	48	20,5	16	-	-	-
1997	26,5	129,1	-	60,5	82	186,6	60,5	34,5	-	-
1998	9	30,1	-	14	9	79,9	2	5,5	-	-
1999	18,5	70,2	-	23	38	243	25,5	8,5	0	0
2000	5,5	112,7	-	70	112,5	244,7	37,9	9,4	28	3,4
2001	37,5	194,3	-	55	161	421,7	98,5	85,9	75,2	23,7
2002	79	100,9	-	34	99	71,5	58,8	42	28,4	38,1
2003	48	21,6	-	24	50	36	17	2	15,3	2,8
2004	1,5	42,8	-	13,5	41,5	6,8	5	1,5	4,5	0,1
2005	17,5	67,2	-	17	58,7	110,2	33	8,5	14,7	1,5
2006	4	4,5	-	14,2	28,7	-	13,4	7,6	5,3	8,4
2007	0	4,1	-	0	11,9	53,4	8,1	0	1,1	5,9
2008	0	35,6	-	4,8	40	123,1	5,2	10	3,6	7,4
2009	2,5	20,5	-	3,8	2,7	36,7	6	2,4	4,8	0,8
2010	2	16,9	-	1,5	12	8,8	2	0	0,5	5,1
2011	28,4	70,6	7,2	102,9	41	207	43,9	16,7	13,1	58
2012	38	220,7	113,9	121,2	194	352,7	90,4	0	48,2	5
2013	37,5	71,5	96,6	73,4	133	94,2	46,5	42,5	43	29,1

Tabla 6-4 Precipitaciones anuales (mm)

Año	Estación Meteorológica (Pp en mm)									
	Peine	Río Grande	San Pedro de Atacama	Socaire	Talabre	El Tatio	Camar	Rockwood / SCL	Chaxa (4) (5)	KCL (4) (5)
2014	3,5	55,6	12,8	1,0 (2)	6	63,4 (2)	2,4	4,2	4,9	1,2
2015	58,5	88,4	36,9	126,1	186	0,0 (2)	89,2	40,6	49,1	23,3
2016	0	87,8	0,0 (2)	0,0 (2)	0	0	23	3,3	4,1	3,6
2017	46,0 (2)	182,1	0,0 (2)	0,0 (2)	192,2	174,8	166,2	65,7	124,6	31,3
2018	8	89,1 (2)	-1	-1	53	155,9 (2)	32,9 (2)	3,5	9	3,1
2019	5,5 (2)	166,6	-1	-1	177	5,1 (2)	221,0 (3)	48,2	77,2	30,3
2020	0,0 (2)	63,8	-1	-1	4,2	143,6 (3)	45 (3)	30,2	40,7	16,2
2021	-1	10,3	-1	-1	-1	149,6 (3)	13	7,1	4	3,6
2022	-1	19,4 (2)	(1)	-1	69,0 (2)	112,8 (2)	-1	3,9	49,8	7,2
Promedio	19,2	75,5	31,1	39,3	71,2	129,6	41,9	18,6	28,2	11,2

Nota:

(1) Datos de estaciones públicos no se encuentran disponibles

(2) Dato anual con información mensual incompleta

(3) Dato corregido según nuevos datos disponibles solicitados por ley de transparencia recibidos el 24-02-23, la carta N°AM006T0009653 se encuentra en el Anexo M, y los datos obtenidos en el Anexo A-3.

(4) Para el periodo 1999-20218 - datos de las estaciones meteorológicas de SQM presentados en el EIA de 2020 "Proyecto Actualización Plan de Alerta Temprana y Seguimiento Ambiental, Salar de Atacama"

(5) Para el periodo 2019-2022 - datos de precipitaciones de la página de SQM www.sqmsenlinea.com/salmuera

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6-5, existen estaciones con ausencia de datos de precipitaciones. Se solicitaron los datos por ley de transparencia, pero los datos de las estaciones públicos de Peine, San Pedro, Socaire, Talabre y Camar no se encuentran disponible para algunos años.

Para caracterizar el comportamiento hidrológico de cada una de las estaciones, se ajustó a la estadística disponible de cada una de éstas con una función de probabilidad tipo Weibull, la cual se considera adecuada para representar probabilidades de excedencia de precipitaciones anuales. En la Tabla 6-5 se presentan los porcentajes de excedencia característicos para cada una de las series.

La Tabla 6-5 muestra la precipitación anual registrada durante el año 2022 en las estaciones meteorológicas de la zona. Cabe destacar la ausencia de registro en las estaciones San Pedro de Atacama y Socaire pertenecientes a la DGA., estos datos fueron solicitados por la ley de transparencia, pero no se encuentran disponibles para el año 2022. En la Tabla 6-6 se indica además el porcentaje de probabilidad de excedencia (Pexc %) para cada una de las estaciones de acuerdo con la precipitación registrada para el año 2022 en las estaciones con las que se cuenta registro.

Tabla 6-5 Precipitación Anual para diferentes probabilidades de excedencia

Probabilidad Excedencia	Estación Meteorológica (Pp en mm)							
	Peine	Río Grande	San Pedro de Atacama	Socaire	Talabre	El Tatio	Camar	SCL/Rockwood
95%	0,0	5,6	0,0	0,0	0,9	1,3	2,0	0,0
85%	1,5	10,6	1,0	1,3	6,2	32,1	5,1	1,5
50%	12,6	67,2	23,5	24,5	49	119,9	25,5	8,1
10%	48,4	172,2	84,1	113,9	187,9	271,2	97,5	53,5
5%	65,1	211,5	107	127,7	193,4	349,9	158	78,8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6-6 Precipitación Anual Año 2022(mm)

Probabilidad Excedencia	Estación Meteorológica					
	Peine	Río Grande	Talabre	El Tatio	Camar	SCL/Rockwood
Pp 2022 (mm)	*	19,4	69	112,8	*	3,9
Pexc (%)	*	80,9	37	53,3	*	66,7

Nota (*): No se cuentan con datos públicos durante el año 2022.

Fuente: Elaboración propia

Las estaciones meteorológicas Talabre y El Tatio muestran valores de probabilidad de excedencia muy diferentes de 37%, y de 53,3% respectivamente, datos que representan un porcentaje de excedencia característico de un año húmedo y normal respectivamente.

Para las estaciones de Peine y Camar, los datos de precipitaciones fueron solicitados por la ley de transparencia, pero no se encuentran para el año 2022. La falta de datos de las estaciones de terceros no permite realizar un análisis acabado de las características del año reportado.

Para el caso de las estaciones de Río Grande, con valor de probabilidad de excedencia (PE) 80% y de SCL/Rockwood del casi 67% de PE, se tiene una condición que tendería de año normal a seco, distinto a lo observado en las otras 2 estaciones. Según el criterio para la clasificación de un año seco la probabilidad de excedencia puede ser considerado como >70% o >85% para Chile (Quevedo-Tejada et al 2015).

6.3 Altura Limnimétrica en Laguna la Punta

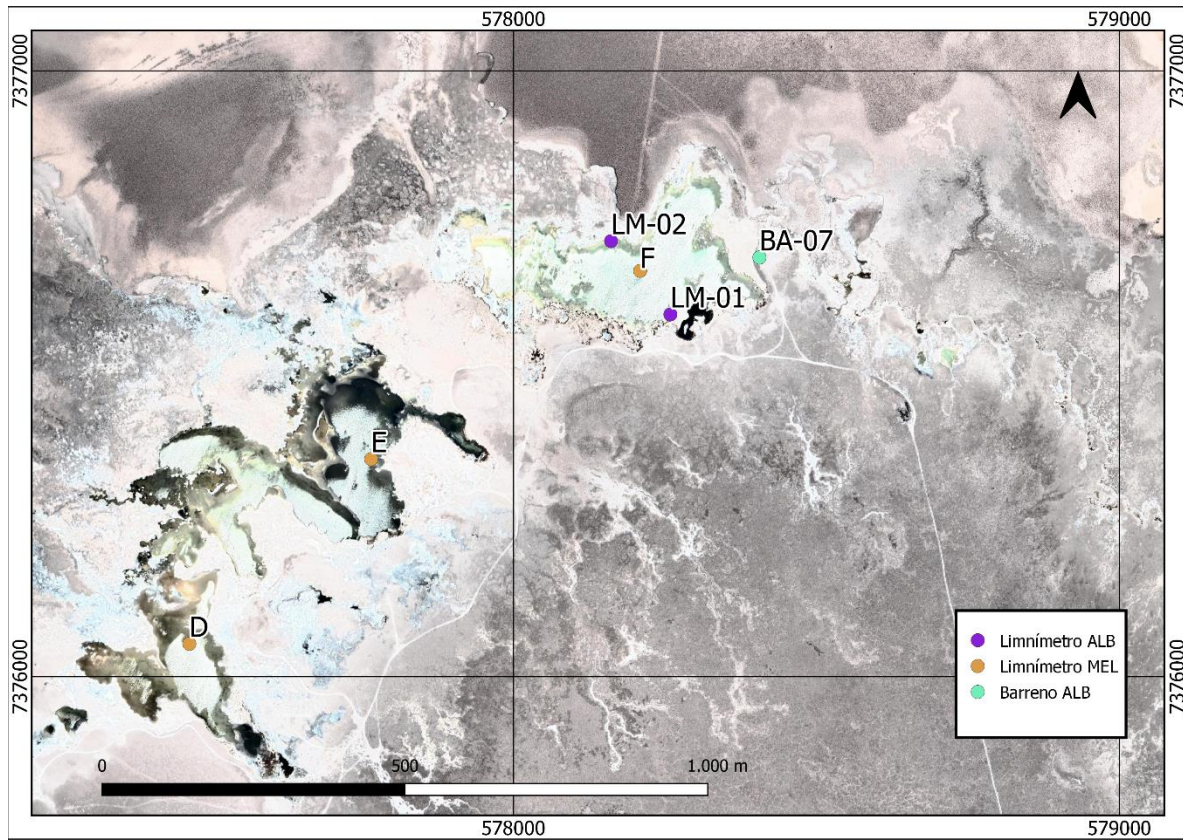
La Laguna la Punta se compone de dos cubetas principales. Ambas han sido monitoreadas desde el año 1994 por medio de limnímetros de propiedad de MEL (puntos D, E y F).

Albemarle monitorea la cubeta noreste desde el año 2016, por medio de los limnímetros LM-01 y LM-02 y, de manera adicional, por el pozo somero BA-07 (“barreno 07”), ubicado junto a la cubeta noreste (ver Figura 6-7). Cabe señalar que este pozo es parte del PAT sector de Alerta Acuífero de Albemarle.

Tal como se aprecia en la Figura 6-7, actualmente ambas cubetas se encuentran desconectadas, sin embargo, años atrás existió un cierto grado de conexión entre las dos durante el período de llenado de las lagunas, normalmente en invierno. En efecto, la Figura 6-8 muestra imágenes satelitales Landsat de invierno en diferentes años para la laguna (1986, 1994, 2010 y 2021), en las que se aprecia esta conexión en 1986 y posiblemente, en menor grado, en 1994 y la desconexión indicada para el caso de las imágenes más recientes (2010 y 2021).

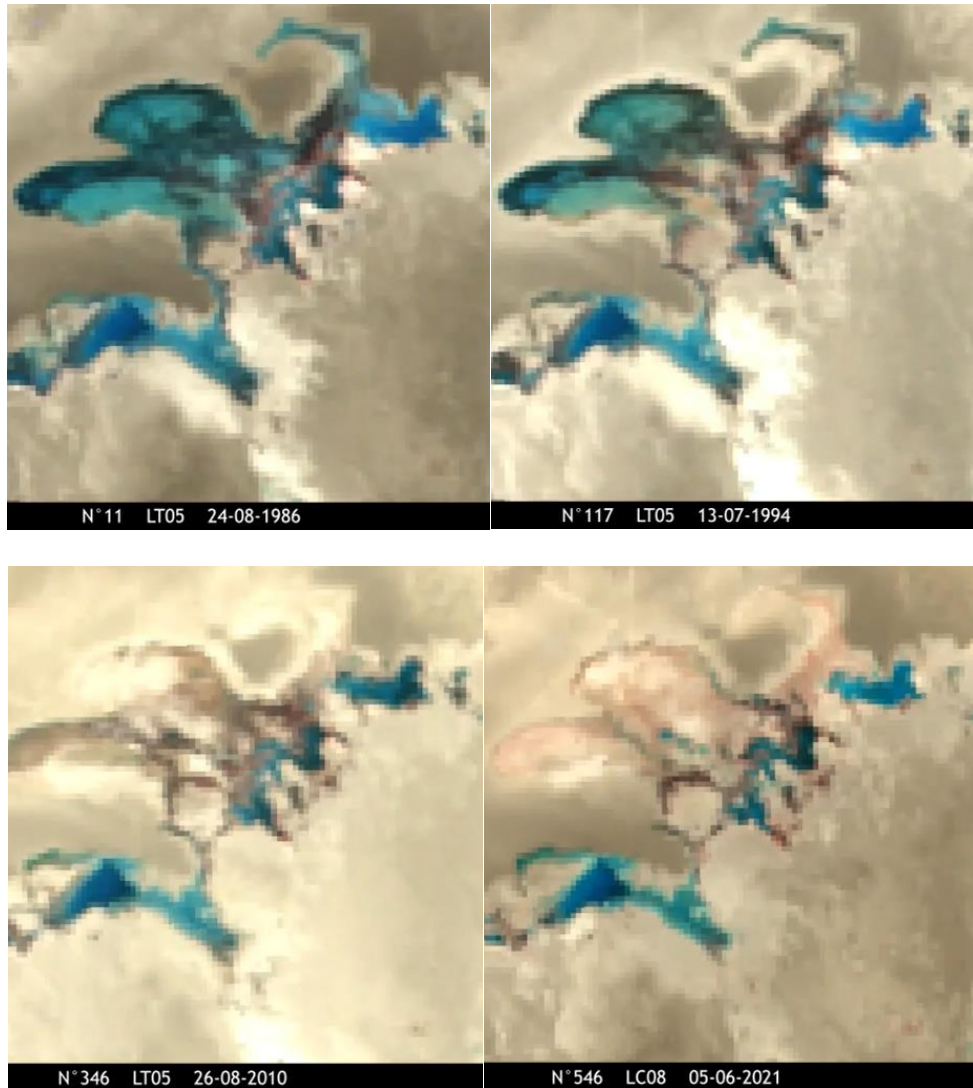
De modo complementario al análisis de las imágenes satelitales, en relación con los niveles limnimétricos de ambas cubetas, la Figura 6-9 muestra la cota piezométrica de los puntos instalados en ambas lagunas, considerando los registros de MEL en los puntos D, E y F. De ella es posible observar que entre 1994 y 2020 la diferencia de cota entre ambas lagunas se ha incrementado desde valores del orden de 5 cm – 10 cm, hasta registros superiores a 35 cm, si se consideran los registros de los puntos E y F. La mayor cota de la cubeta principal (puntos D y E), es indicador de que en caso de existir o haber existido flujo entre estas, habría sido en dirección suroeste – noreste, hacia la cubeta secundaria (punto F). Así, la dinámica de esta última podría haber estado influenciada (alimentada) por la cubeta principal.

Figura 6-7 Ubicación puntos de monitoreo, Laguna La Punta

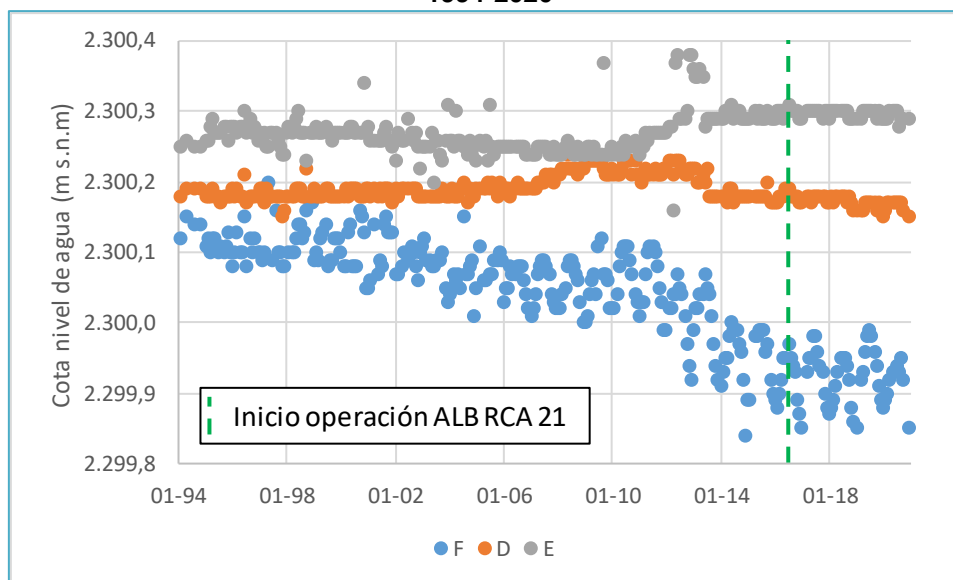


Fuente: Elaboración Propia. Imagen Google Earth, febrero 2022.

**Figura 6-8 Comparación imágenes Landsat de invierno en Sector La Punta – La Brava.
 Superior: agosto 1986 (izquierda) y Julio 1994 (derecha). Inferior: agosto 2010 (izquierda) y
 junio 2021 (derecha)**



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 6-9 Cota limnimétrica en cubetas de laguna La Punta. Puntos D, E y F (MEL), período 1994-2020

Fuente: Elaboración Propia.

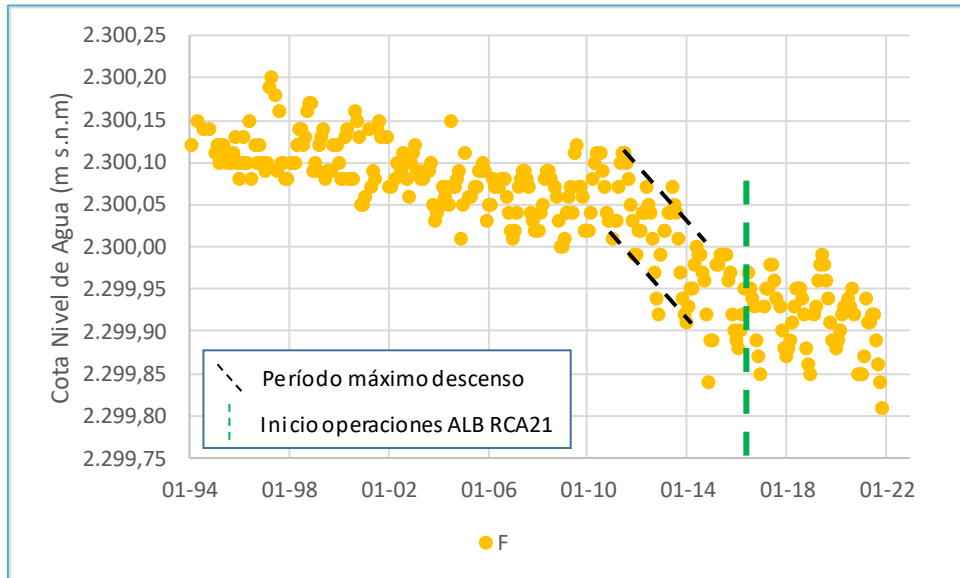
Con el objeto de analizar con mayor detalle el comportamiento de la cubeta noreste, en la Figura 6-10 se presenta la evolución de la altura limnimétrica del punto F de MEL y en la Figura 6-11, los mismos niveles junto con los de los limnómetros LM-01 y LM-02 de Albemarle, en el periodo en que ambos poseen información. De la primera figura es posible observar que las alturas limnimétricas del punto F de MEL han disminuido en torno a 25 cm entre 1994 y 2021. Dentro de este período, en una primera etapa, hasta alrededor de 2002, los niveles en la cubeta fueron relativamente estables; luego, hasta aproximadamente el 2011, presentaron una leve tendencia al descenso; después, entre 2011 y 2014 se presentó el período de mayor tasa de reducción del nivel de agua; y finalmente, entre 2014 y 2021 se ha mantenido una tasa de disminución relativamente constante, aunque con una magnitud inferior a la del período previo.

De la Figura 6-11 se tiene que si bien las cotas presentadas por Albemarle (LM-01 y LM-02) son diferentes²⁴ a las reportadas por MEL (F), se puede apreciar que la tasa de variación y la amplitud estacional de los registros son coincidentes. Esto da cuenta de que hay consistencia en los registros de ambos titulares, y que, por lo tanto, se espera que la tendencia de los puntos LM-01 y LM-02 en el período previo al comienzo de sus registros (2016), haya sido similar a la del punto F. Así, se puede concluir que los puntos LM-01 y LM-02 habrían presentado una tendencia al descenso desde un período previo al comienzo de la operación del Proyecto.

²⁴ Existe una diferencia de alrededor de 10 cm en la cota de los niveles de LM-01 y LM-02 versus el punto F, lo que puede deberse a las diferencias en el levantamiento topográfico de ambas compañías en la cota de referencia de sus puntos de medición.

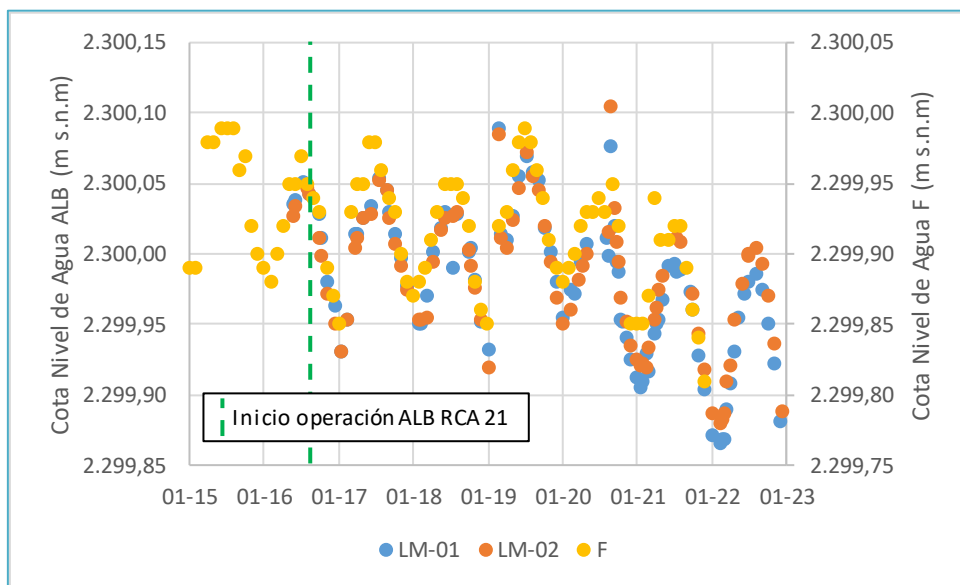
equivalente a la del punto F, y que dicha tendencia no se ha modificado de manera significativa en forma posterior.

Figura 6-10 Cota Limnimétrica Punto F (MEL), Cubeta Noreste Laguna La Punta. 1994-2021



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 6-11 Comparación Cota Limnimétrica Puntos F, LM-01 y LM-02, Cubeta Noreste Laguna La Punta. 2015 - 2022

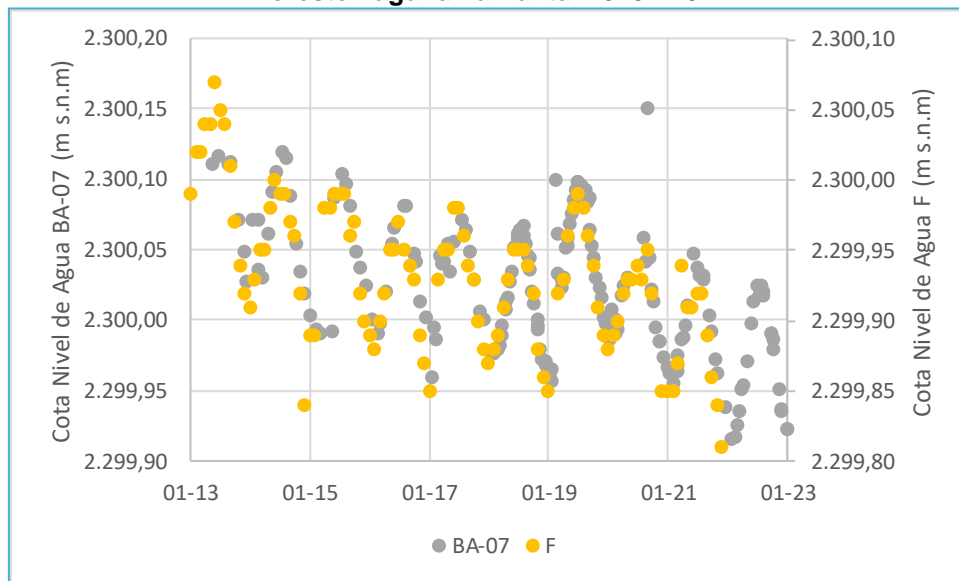


Fuente: Elaboración Propia.

A modo de complemento, la Figura 6-12 presenta una comparación entre el nivel freático en el barreno BA-07 y el punto F. Al igual que en el caso de la Figura 6-11, los registros se presentan en ejes diferentes, debido a las diferencias de cota de los puntos de monitoreo, pero considerando una misma escala, de modo de hacerlos comparables. Se observa que ambas series se ajustan, mostrando los dos puntos una variación de la cota de magnitud similar. Así, tanto la tendencia al descenso, como la amplitud estacional del nivel es similar en ambos puntos de monitoreo. Considerando además que la cota del agua de la cubeta es similar a la registrada por el pozo BA-07, con diferencias del orden de 3 cm (si se consideran los registros de los puntos LM-01 y LM-02), todo lo anterior da cuenta de la existencia de una conexión entre la cubeta y el agua subterránea.

De este modo, es probable que la tendencia al descenso del nivel freático en el barreno BA-07 haya comenzado en un período previo al comienzo de sus registros (2013), con una tendencia similar a la registrada en el Punto F.

Figura 6-12 Comparación Cota Limnimétrica Punto F y Cota Piezométrica BA-07, Sector Cubeta Noreste Laguna La Punta. 2013 - 2022



Fuente: Elaboración Propia.

6.4 Análisis de la evolución temporal de la evapotranspiración

6.4.1 Evapotranspiración mediante domos

El titular ha realizado mediciones de la evapotranspiración en el Salar de Atacama desde el año 2013, en forma trimestral a través del método de domo, las que han sido realizadas en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre. Los resultados obtenidos indican una variabilidad temporal y espacial de la evapotranspiración, presentada en la sección 5.2. El análisis histórico de los sectores definidos en el PSAH indica que en términos generales la evapotranspiración muestra un comportamiento estacional, donde las mayores tasas de evapotranspiración se dan en los meses de verano y menores tasas en los meses de invierno.

Respecto a la variación de la EVT en el período de registros (2013-2022), para el año 2022 se observan valores dentro del rango histórico en cada una de las estaciones, y similares a lo observado entre los años 2017 a 2021. En el sector núcleo (salmuera), el rango de las tasas de evapotranspiración de 2022 varía desde un mínimo de 0,021 mm/día durante septiembre (EVT-13) a un máximo de 0,288 mm/día en marzo de 2022 (EVT-9). Por otro lado, en el sector La Punta – La Brava las tasas varían entre 0,097 mm/día en septiembre de 2022 (EVT-22) y 2,818 mm/día en marzo de 2022 (EVT-19).

El sector de Peine presenta una variación entre 0,046 m/día en septiembre de 2022 (EVT-17) y 2,583 mm/día en marzo de 2022 (EVT-18). Finalmente, el sector Norte y Borde Este presenta tasas que varían entre 0,070 en septiembre (EVT-11) y 1,155 en marzo (EVT-2).

En el sector La Punta-La Brava se observa un comportamiento estacional donde los máximos se concentran en los meses de primavera-verano (octubre a marzo). Se observa una similitud entre las tasas de evapotranspiración determinadas durante los años 2017 a 2022, las que son menores en comparación a los registrados durante los años 2013 a 2016. La estación EVT-19, la que corresponde a una superficie lagunar, registra los valores más altos del sector al tratarse de una superficie libre, mientras que los puntos EVT-20, EVT-21 y EVT-22 (estaciones que monitorean evapotranspiración desde el acuífero) poseen menores tasas de evapotranspiración. Durante el año 2022 se determinaron tasas de evaporación similares a las observadas en los años 2020 y 2021, a excepción de las tasas registradas en septiembre de 2020, donde la evaporación se vio aumentada por la humedad retenida en el suelo asociada a eventos de precipitación.

En el sector Peine las tasas han disminuido desde los registros del año 2013 hasta el año 2022. En general se observan los máximos en los meses de primavera-verano (octubre a marzo) y los mínimos en la temporada de otoño-invierno (abril a septiembre). El punto EVT-18, correspondiente al espejo de agua de la Laguna Interna, posee los valores más altos de evapotranspiración del sector (tasas hasta 2,583 mm/día durante 2022), en comparación a las

estaciones EVT-15, EVT-16, EVT-17 y EVT-23, los que evaporan directamente del acuífero (tasas menores a 1 mm/día durante 2021).

En el sector Norte y Borde Este las tasas determinadas en la superficie del terreno el año 2022 se encuentran en lo observado históricamente, con un rango de variación similar al del año 2018. En el Punto EVT-5, correspondiente a un espejo de Agua, no se pudo realizar mediciones durante el año 2022, debido a que la comunidad de Coyo no autorizó el ingreso a los puntos de monitoreo.

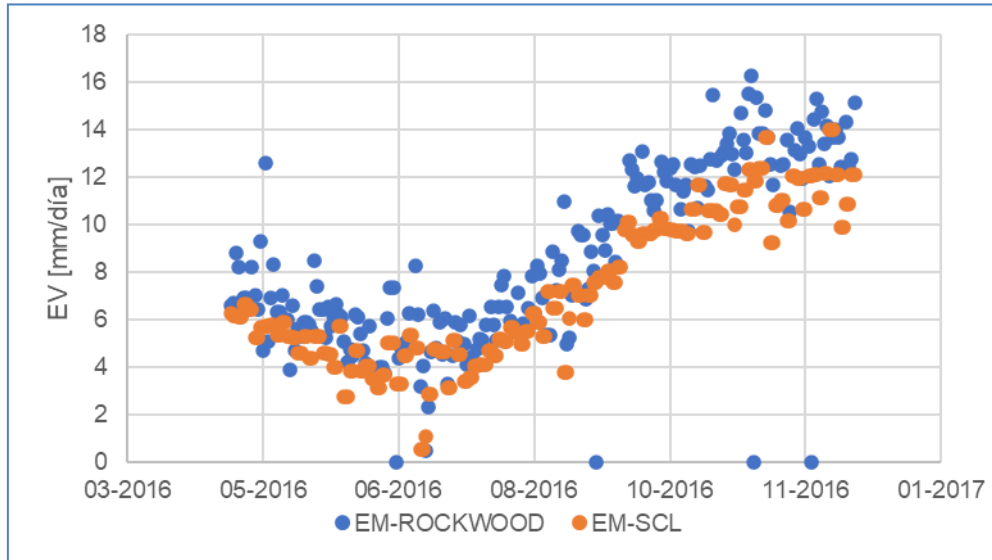
Durante el año 2022, el sector Núcleo muestra valores coincidentes con lo observado con el registro histórico. El punto EVT-9 posee la tasa máxima de evapotranspiración del año durante el mes de marzo de 2022 para este sector (0,288 mm/día). Las menores tasas de evapotranspiración son registradas en el sector Núcleo (valores mínimos de 0,030 mm/día), en comparación a las determinadas en los demás sectores, donde los valores generalmente están en torno a los 0,1 mm/día. Esta diferencia es concordante con los resultados históricos y con el hecho que la salmuera, más densa que el agua salobre, tiene un potencial de evaporación menor, así como a la profundidad del nivel y el tipo de suelo.

6.4.2 Evaporación de lámina libre

Dentro de la red de monitoreo del PSAH, está comprometida la medición continua de la evaporación de lámina libre en la estación meteorológica instalada en la planta del Titular en el Salar de Atacama. El registro de esta variable comienza en el año 2002 con la estación SCL (ya instalada al momento de la evaluación ambiental), la que es posteriormente remplazada por la estación meteorológica Rockwood en 2016.

Como se expuso en la sección 5.1, se observa un aumento de la evaporación que tiene correspondencia, con el cambio de estación meteorológica en el año 2016, siendo mayores los registros de la EM-Rockwood en el orden de un 25% con respecto a la EM-SCL. Para evaluar esta situación se comparan las mediciones de evaporación en el período de funcionamiento conjunto de las estaciones, comprendido entre el 28 de abril de 2016 y 14 de diciembre de 2016 (Figura 6-13). En la figura se observa que esta diferencia existe en el período de medición en conjunto, dónde la estación Rockwood posee valores de evaporación más altos que la estación SCL. Esta diferencia en la estación se asocia a diferencias en la estandarización de las estaciones meteorológicas.

Figura 6-13 Evaporación de lámina libre estaciones EM-Rockwood y EM-SCL



Fuente: Elaboración propia

Esta diferencia no se observa en otras variables analizadas en la sección 5.1, dónde se observa buena correspondencia entre los datos de la estación SCL y Rockwood, como es el caso de las temperaturas máximas (Figura 5-5). No es posible realizar comparaciones directas entre los resultados de ambas estaciones para estas variables, debido a que no se cuenta con medidas para ambas estaciones en el periodo de funcionamiento conjunto.

Sin perjuicio de lo anterior, se ha observado el aumento paulatino de la evaporación en el período de funcionamiento de la estación Rockwood (2016 a 2022), el que queda evidenciado en la Figura 5-9 y Figura 5-10.

El aumento de la evaporación registrada en la estación Rockwood puede estar relacionada a diversos factores, como aumento de temperaturas, aumento de la velocidad del viento, cambios en la humedad relativa del aire u horas de sol en el sector de la estación.

6.5 Análisis integrado de la información por sectores

En el presente capítulo se lleva a cabo un análisis integrado de las variables monitoreadas en el Salar de Atacama en el marco del PSAH, tomando en consideración la información histórica disponible con énfasis a los datos levantados durante el año 2022.

Debido a la gran cantidad de puntos de monitoreo e información disponible, en esta sección se han graficado las variables de los puntos más representativos de cada uno de los sectores, así como comportamientos que muestren alguna diferencia respecto a tendencias históricas.

6.5.1 Sector La Punta – La Brava

Este sector abarca el área de la Zona Marginal alrededor del sistema lagunar La Punta-La Brava y el área del Borde Sur de la cuenca frente a estas lagunas, desde donde proviene la recarga subterránea al Salar. En el año 2022 las mediciones de niveles de agua subterráneas indican, que la mayoría de los puntos mantienen la tendencia histórica observada en el registro presentado en el capítulo 5 de resultados.

De acuerdo con el modelo conceptual y la información de línea de base, el origen de las aguas de alimentación de las lagunas del Sistema La Punta y La Brava corresponde a las aguas de recarga del extremo sur de la cuenca, a mayor altura, que fluyen a través de acuíferos de Monturaqui y Negrillar, y luego del Callejón de Tilopozo, alcanzando la Zona Marginal. En todo este tramo no existe evidencia de un cauce activo que pudiese producir escorrentía superficial. Una vez que las aguas subterráneas llegan a la Zona Marginal, se encuentran a poca profundidad y se produce evaporación directamente desde el terreno, junto con los fenómenos de disolución y precipitación de sales. En el área de las lagunas LP-LB, debido a la presencia de la salmuera en el núcleo y a la magnitud del flujo subterráneo procedente del sur, se genera una interfase salina, que se dispone perpendicular al flujo, por lo que el agua dulce-salobre se ve forzada a ascender, aflorando en superficie, dando origen a las lagunas. Además, este sistema recibe aportes menores de la zona del Cordón de Lila y, en menor medida, por las precipitaciones. Estas últimas tienen un efecto inmediato, de muy corto plazo, en el nivel freático del entorno lagunar y en el nivel de las lagunas.

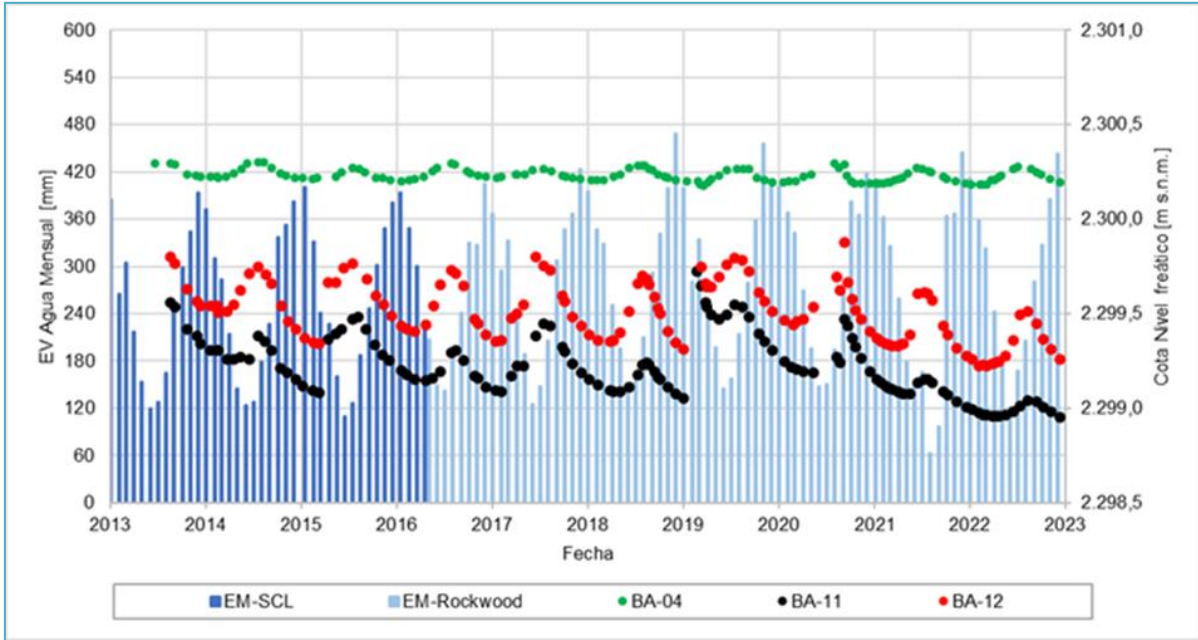
En este sector se han definido 3 subsectores para la descripción de los comportamientos en el área, que son la zona Norte, zona Centro y zona Sur, representada para su caracterización por los puntos BA-11, BA-12 y BA-04, respectivamente (Figura 6-14).

En la Figura 6-14, se observa que existe una tendencia general al descenso en los niveles freáticos históricos del sector La Punta - La Brava, siendo menor en el punto BA-04 (sur), que en los puntos BA-12 (zona centro de las lagunas), y BA-11 (norte), este último con un mayor descenso. Durante el año 2022 los puntos del norte descienden entre 3 y 5 cm (de diciembre

2021 a diciembre 2022); en los puntos del centro se observan ascensos de 2 cm en los puntos BA-02, BA-03 y BA-06, niveles constantes en BA-10 y descensos en los puntos BA-12 y BA-13, de 2 cm y 1 cm respectivamente; en los puntos del sur todos los puntos de monitoreo ascienden entre 1 a 3 cm (BA-04, BA-14 y BA-16) o se mantienen constantes (BA-05, BA-08, BA-15, BA-25, MP-01C y MP-01A), con excepción del BA-07 que desciende 2 cm (ver sección 5.6).

Además, en la Figura 6-14, se observan oscilaciones estacionales del nivel durante el año, con ascensos durante la temporada de invierno y descensos durante los meses de verano debido principalmente a la evaporación (Figura 6-14). Este comportamiento está explicado por las variaciones estacionales en las tasas de evaporación, las cuales presentan un comportamiento inverso con respecto a la variación de los niveles. Durante el año 2022, en relación con el año 2021, se observan desfases en los máximos alcanzados de nivel versus la evaporación mínima. Los piezómetros somero BA-11 y BA-04, representativos del norte y sur de las lagunas, presentan una menor amplitud en la oscilación estacional (10 cm aprox.) respecto a los puntos ubicados al centro de estas, como es el punto BA-12 (25 cm de amplitud aprox.); es decir, los puntos más cercanos a las lagunas son más sensibles a la evaporación, debido a que los niveles son más someros.

Figura 6-14 Evolución de nivel freático en relación con la evaporación en el Sistema La Punta-La Brava

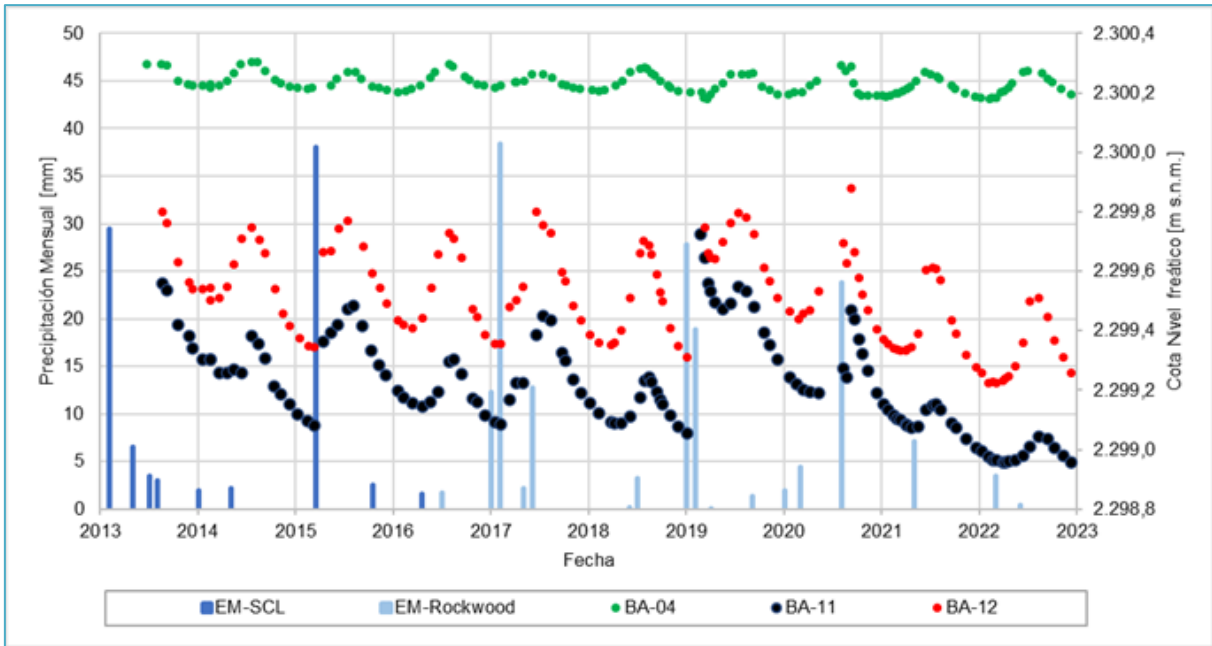


(*) La evaporación de agosto y septiembre 2021, no está considerado el mes completo.
 Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6-15, se muestra la relación del nivel con las precipitaciones. El grupo de piezómetros del norte (BA-11) y centro (BA-12) presentan una mayor respuesta a esta entrada directa de agua que los puntos del grupo del sur. Esto es claro por ejemplo en mayo del año 2021 cuando se genera un aumento de nivel de aproximadamente de 25 cm en el pozo BA-12 (representante de los puntos del centro), en comparación con los aproximadamente 2 cm de aumento de nivel del pozo BA-04 (representante del grupo sur de las lagunas).

El punto BA-27 (ver Figura 5-61) ubicado al este de las lagunas a mayor distancia que los puntos anteriormente analizados, durante el año 2022, muestra un descenso neto de 3 cm, de diciembre 2021 a diciembre 2022, lo que está dentro del rango de descenso que muestra la zona norte y centro. Por otra parte, este punto responde con “saltos” posteriores a los eventos de precipitación importantes, con un aumento máximo de 0,36 m luego de las precipitaciones de enero y febrero 2019 (13,1 mm/día y 14 mm/día), que corresponde a una mayor respuesta que los puntos del norte centro y sur de las lagunas.

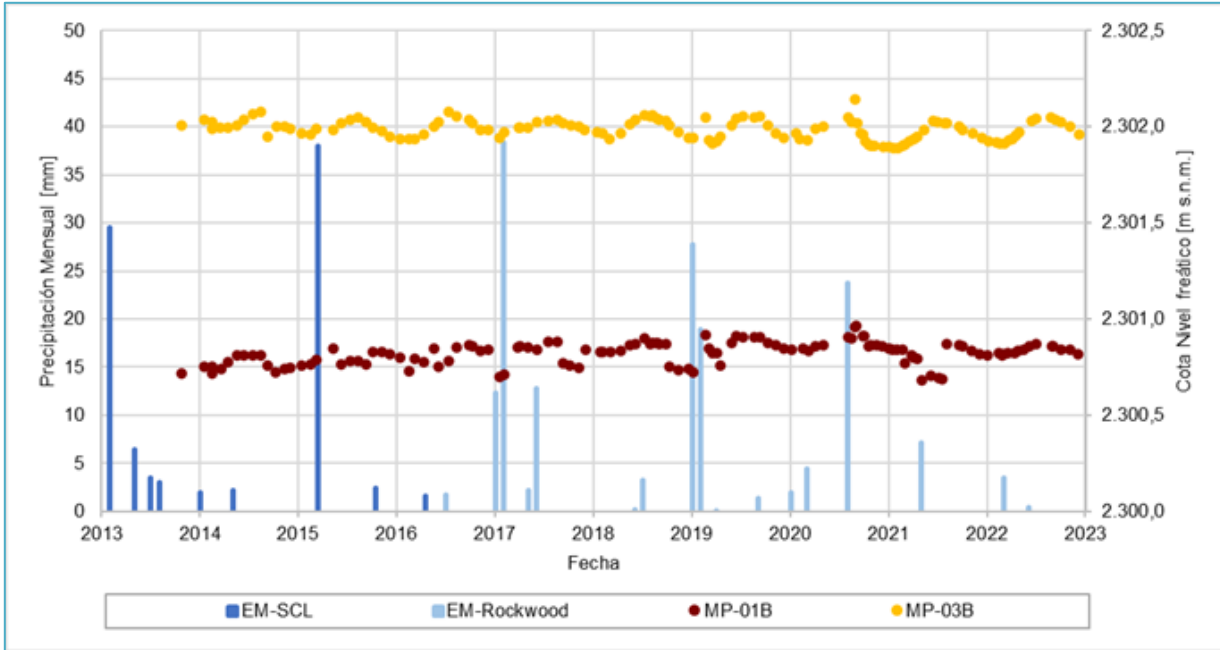
Figura 6-15 Evolución de nivel en relación con la precipitación en la zona de transición. Sistema La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Al costado sureste de las lagunas La Punta y La Brava, también existen piezómetros profundos habilitados bajo la Interfase Salina (MP-01B y MP-03B) los que miden niveles de salmuera, ver Figura 6-16. En este caso, se observa una menor respuesta de los niveles ante los eventos de precipitación en el salar, con respecto a los piezómetros someros (barrenos), mostrando variaciones centimétricas menores con una mayor estabilidad en todo el período de registro. Durante el 2022, los multipiezómetros MP-01A y MP-01B, muestran surgencias de 10 cm (agosto) y 26 cm (julio) por sobre el nivel del suelo, respectivamente.

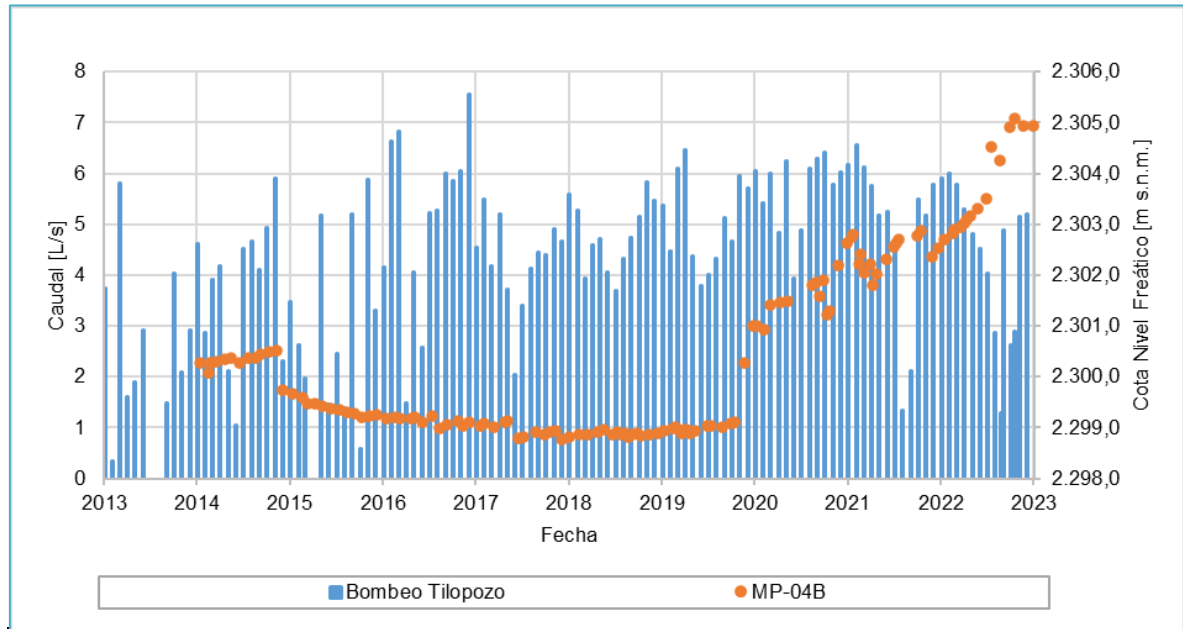
Figura 6-16 Evolución de nivel profundos en relación con la precipitación en la zona de transición, línea norte. Sistema La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

En las cercanías de la vertiente Tilopozo, en el límite sur del sector La Punta – La Brava se encuentra el piezómetro profundo MP-04B, habilitado en salmuera. La Figura 6-17 muestra la evolución de niveles de este piezómetro y la serie de bombeos de agua industrial de la vertiente Tilopozo. Se observa una tendencia al descenso en el nivel de multipiezómetro MP-04B entre 2015 y 2018, la que luego pasa a una tendencia al alza durante 2019 con un aumento notorio a inicios de 2020 y que sigue aumentando hasta diciembre del año 2022. Lo anterior ocurre mientras el caudal extraído se mantiene sin mayor variación hasta mayo 2021; a partir de este mes disminuye en comparación con el año 2020. Este comportamiento del piezómetro MP-04B con tendencias de descenso y aumentos es inusual y con alta variabilidad a partir del año 2020, sin embargo, no muestra una relación con el bombeo de la vertiente Tilopozo.

Figura 6-17 Evolución de niveles profundos próximos a vertiente Tilopozo. Sistema La Punta-La Brava



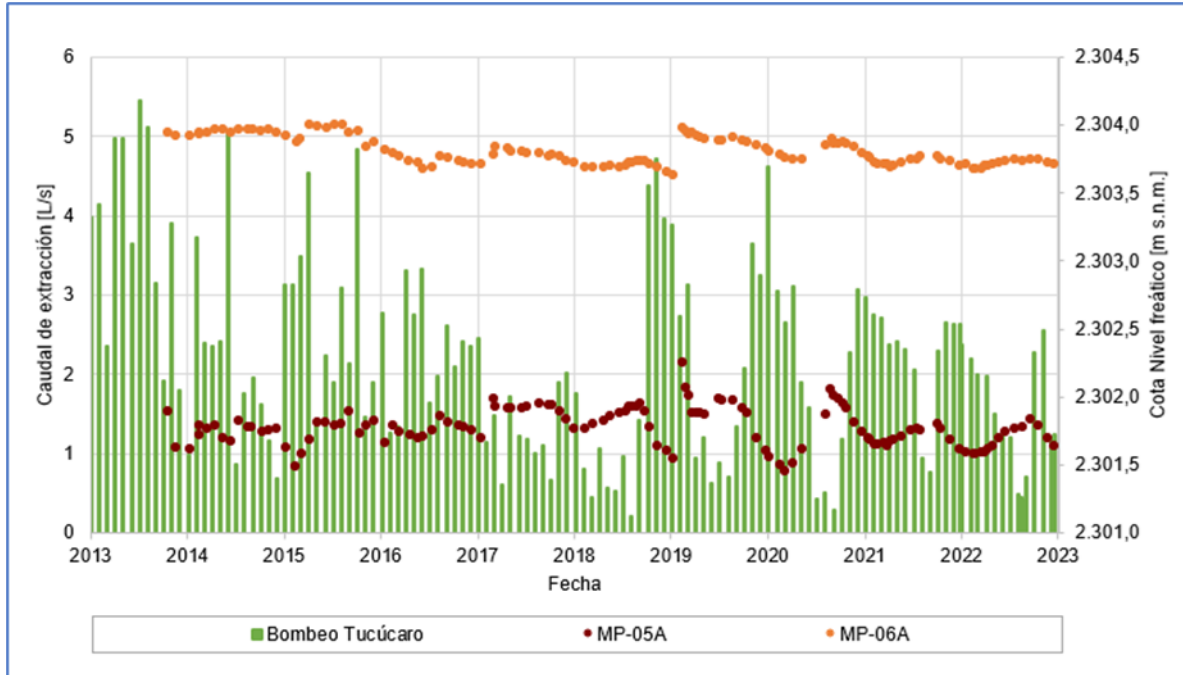
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6-18 y Figura 6-19, se muestra la evolución de los niveles de los puntos MP-04A, MP-05A y MP-06A, los que mantienen en general un nivel estable dentro del registro histórico, con aumentos relacionados principalmente a eventos de precipitación, exceptuando el año 2021, cuando no se aprecia aumento notorio en relación con la precipitación de mayo.

Respecto a los piezómetros MP-05A y MP-06A en el informe PSAH N°6 se indicó que “En ambos pozos se observa una influencia del bombeo desde Tucúcaro, evidenciado por las tendencias al descenso en estos piezómetros, coincidentes con el aumento de los caudales de extracción. Estos efectos se ven más marcados en el pozo MP-05A debido a su mayor cercanía con el punto de captación”. Sin embargo, una nueva revisión de estos datos, presentados en la Figura 6-18, da cuenta de una condición estable del nivel freático en el pozo MP-05A entre 2014 y 2019, con una leve tendencia al alza, y una posterior dinámica estacional a partir de dicho año (máximos en invierno y mínimos en verano), con influencia además de eventos de precipitación de alta intensidad, como el registrado en 2019. Por otra parte, desde el año 2019 se ha verificado una reducción del bombeo en Tucúcaro, lo que no se ha manifestado en un incremento de la cota piezométrica en los pozos MP-05A y MP-06A. De este modo, no existiría influencia en el nivel de los pozos estando su variabilidad intranual relacionada con la evaporación mayor en verano y menor en invierno y los eventos puntuales de precipitación.

Para los puntos MP-05A y MP-06A, durante el año 2022, sus niveles se mantienen estables, mostrando la oscilación estacional esperada (Figura 6-18).

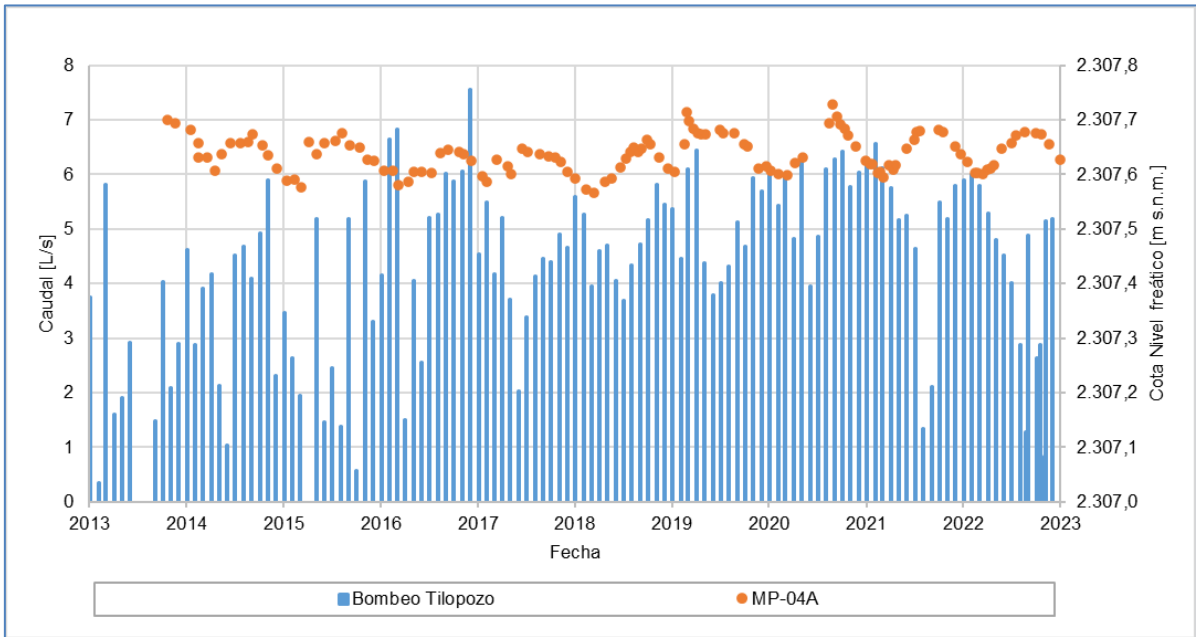
Figura 6-18 Evolución niveles piezómetros someros próximos a pozo Tucúcaro. Borde Oeste, Sistema La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

El pozo MP-04A (Figura 6-19) ubicado cercano (a 2 m aprox.) a la vertiente Tilopozo, muestra una variación estacional, que estaría relacionada con la zona de vegas y la evaporación, y muestra una tendencia en el período 2013-2022 al aumento de sus niveles. No se observa una influencia del bombeo de la vertiente Tilopozo en este punto.

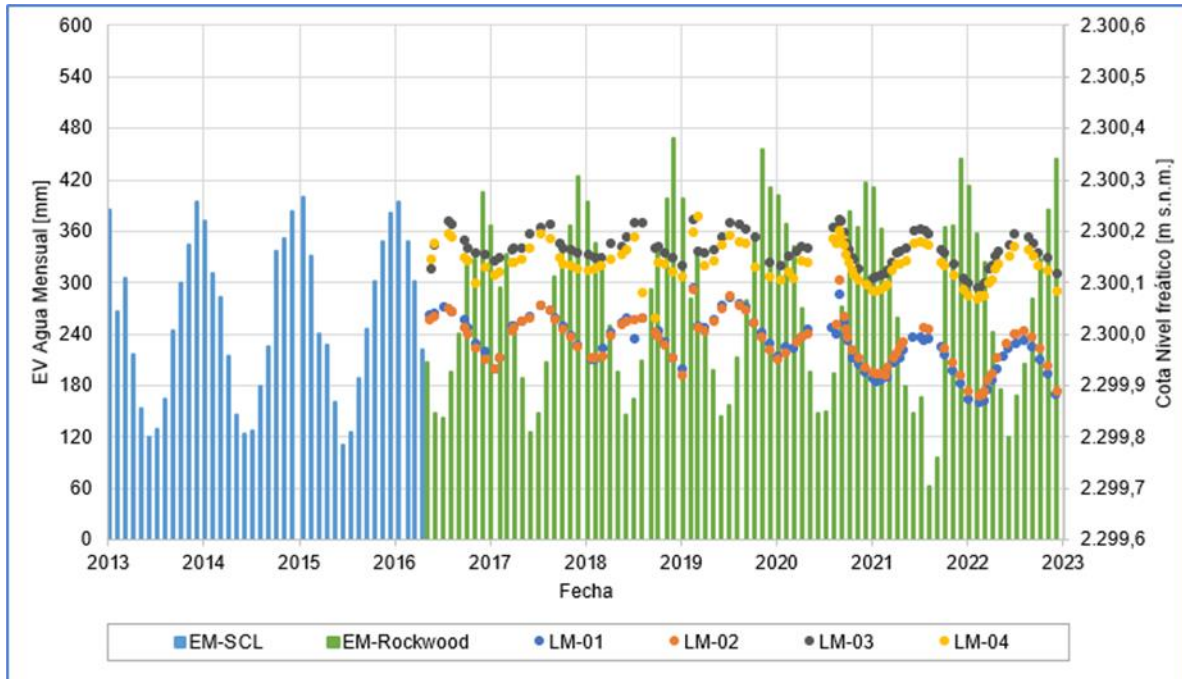
Figura 6-19 Evolución niveles piezómetro somero próximo a la vertiente Tilopozo. Borde Sur, Sistema La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

En relación con los niveles limnimétricos del sistema lagunar La Punta – La Brava (Figura 6-20) (LM-01 y LM-02 en sector La Punta y LM-03 y LM-4 en sector La Brava), estos muestran un comportamiento al descenso desde el inicio del monitoreo, el que se hace más evidente desde mediados 2020 hasta final del mismo año. Se observan variaciones estacionales con descensos de nivel en los meses de estaciones cálidas, recuperándose en los meses de estaciones frías. Los descensos en LM-01 y LM-02, en la segunda mitad del 2020 y 2021 son más acentuados que los de LM-03 y LM-04. Tal como fue discutido en la Sección 6.3, la tendencia a la disminución del nivel de agua en la cubeta de laguna la Punta, donde se ubican los puntos LM-03 y LM-04, comenzó antes del año 2010, de acuerdo con registros históricos reportados por MEL para el limnómetro F instalado en dicha cubeta.

Figura 6-20 Evolución de niveles en las lagunas del sistema La Punta-La Brava



(*) La evaporación de agosto y septiembre 2021, no está considerado el mes completo.
 Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la **superficie cubierta por lagunas** en el sistema La Punta – La Brava, la Figura 6-21 presenta un gráfico con registros históricos de cobertura de cuerpos de agua según la Adenda 5 (serie 2006 a 2014) correspondiente a 5 valores históricos de alta resolución, junto las coberturas provenientes de las imágenes semestrales de Alta Resolución (AR) Pleiades 1-A del período 2016 – 2022.

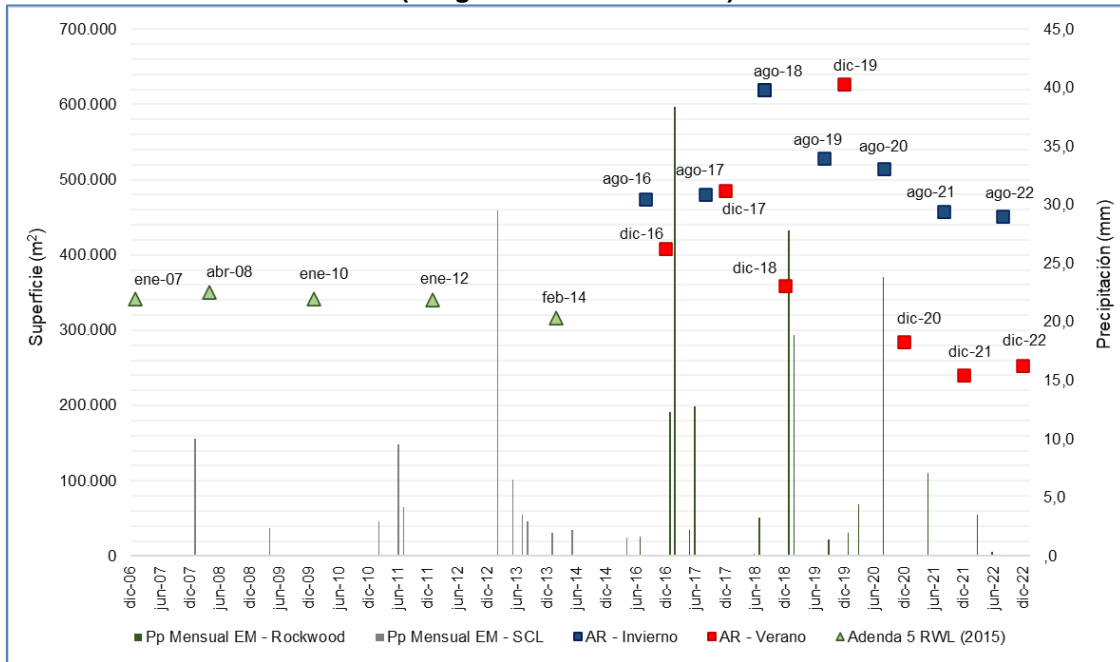
De acuerdo con las superficies lagunares medidas semestralmente desde el inicio del Proyecto (dos imágenes por año, en invierno y verano, ver Figura 6-21), se observa un comportamiento estacional donde en general, las mayores superficies se registran durante los meses de invierno y las menores en verano. Esto, a excepción del año 2017, donde los registros de invierno y verano son prácticamente iguales, y en el año 2019, donde la situación se invierte.

Por otra parte, los registros se han presentado generalmente sobre los 5 valores históricos disponibles presentados en la Adenda 5 - EIA del Proyecto. Esto a excepción de las superficies obtenidas en los meses de diciembre de 2020, 2021 y 2022, que presentaron valores inferiores al mínimo de febrero de 2014 (31,6 ha). Considerando la variación intranual que tiene esta laguna, cobra relevancia el mes en que se realizan las mediciones, en donde además ésta pudiera variar puntualmente en caso de presencia de lluvias en los meses de verano y/o de

invierno, en particular el registro mínimo de la Adenda 5 se dio en el mes de febrero, pudiendo no reflejar el mínimo histórico real del sistema

Las menores superficies registradas de diciembre de 2018, 2020, 2021 y 2022 no presentan lluvias asociadas. Para el año 2020 se presentaron precipitaciones en el mes de agosto (sobre los 20 mm, medidas en el núcleo del Salar, en la estación EM-Rockwood) y en 2022, en general las precipitaciones se presentaron escasas.

Figura 6-21 Variación semestral de la superficie lagunar del sistema La Punta - La Brava (imágenes alta resolución)



Fuente: Elaboración Propia

Con el objetivo de entender las tendencias históricas y variabilidad estacional, se presentan en la Figura 6-22 la variación de las superficies lagunares con imágenes Landsat (media resolución) para este sistema lagunar, las que fueron presentadas en la Línea Base del Proyecto (*Apéndice I, del Anexo 1 Estudio Hidrogeológico y Modelo Numérico de la Adenda 5*), serie que se denomina “**Landsat Histórico 1972/2014**”, separada por la serie de verano y de invierno para facilitar el análisis. Además, desde el año 2020 se incluyó gráficamente la serie de media resolución, aplicando metodología simple para el cálculo, la cual se ha ido actualizando año a año con imágenes de frecuencia quincenal (imágenes Landsat 8), denominada serie “**Landsat 2016/2022**”, graficando sólo las que corresponden a los valores de verano e invierno respectivamente. Por último, se incorporan a la gráfica las superficies lagunares obtenidas con imágenes de media resolución Landsat durante el monitoreo 2016 a 2022, como parte del PSAH (colores rojo y azul) con metodología de detalle, (que considera modelo de clasificación supervisada en terreno) denominada serie “**Landsat Operación**”. Todo el detalle de estas series se encuentra en **Anexo C** de este Informe.

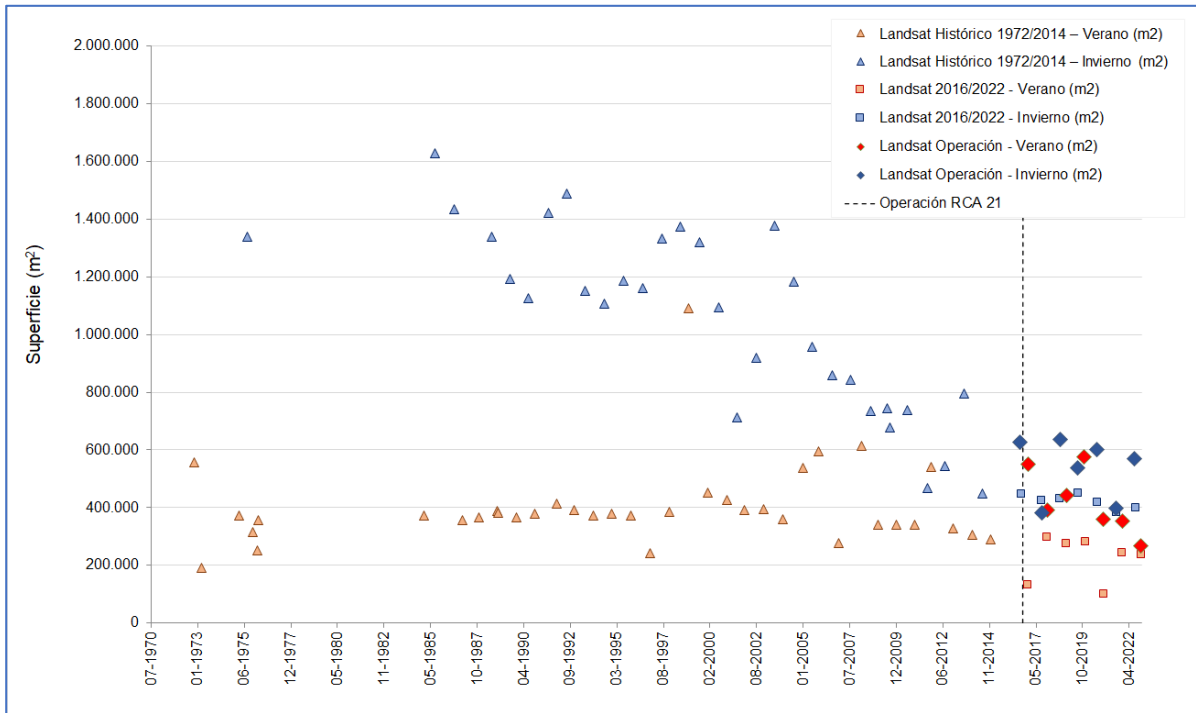
De la Figura 6-22 se puede observar que la máxima extensión de las lagunas se produce durante los meses de invierno (indicados en colores celestes y azules en la imagen), y las menores en los veranos, con los mínimos de la serie en general en los meses de marzo y diciembre (por ejemplo, marzo 1973, diciembre 1996, diciembre 2006, diciembre 2016, diciembre 2018, diciembre 2020, diciembre 2022). Se observa una tendencia histórica al

descenso, que se presenta con mayor pendiente para las superficies asociadas a los meses de invierno (julio – agosto), y menor para las superficies registradas en los meses de verano (enero – febrero, diciembre). En general, se observa que la diferencia de la superficie lagunar entre invierno y verano se ha ido reduciendo desde el año 2005 aproximadamente, mostrando en el 2008 un cierto quiebre en la tendencia de la superficie de invierno. Desde el año 2016 las superficies de invierno “*Landsat 2016/2022*”, al compararlas con la serie histórica, presentan leve tendencia al descenso y se mantienen en promedio en el rango de los 425.000 m², con una baja en la cobertura estimada en 2021 y 2022. La serie “*Landsat Operación*” entrega valores mayores, atribuibles al método de mayor detalle y con validación de terreno, pero siguiendo la misma tendencia.

Al observar las superficies de la serie “*Landsat Operación*” en Figura 6-22, se observa que se encontraría dentro de los registros máximos y mínimos de la serie históricas 1972 – 2014 (Adenda 5), siendo similares a las observadas entre los años 2008 y 2014.

En resumen, tanto las superficies lagunares AR como las de media resolución, muestran que siguen una línea de tendencia al descenso, observada desde antes del comienzo de la operación del proyecto, la que habría tenido su mayor quiebre a partir de los años 2005-2008. A saber, en el Anexo C, se entrega información actualizada de serie completa Landsat de frecuencia quincenal (1985-2022), en donde es posible evidenciar la dinámica que ha tenido el sistema lagunar La Punta la Brava, donde los máximos de invierno llenaban la laguna y en la actualidad los picks son sólo puntuales frente a los escasos eventos de precipitación. Además, es posible evidenciar ciclos de disminuciones fuertes previos al año 2013; y en donde el período 2013 a 2021 se presenta con cierta estabilidad en el tamaño máximo y mínimo del área de las lagunas, tomando en consideración la dinámica histórica presentada en los años previos.

Figura 6-22 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector La Punta y la Brava.



Fuente: ALB – CEDREM 2023 (ver Anexo C)

En el Anexo C, se presentan todos los resultados obtenidos para la serie “**Landsat 2016/2022**” (es decir no solo los semestrales, sino que frecuencia mensual y/o quincenales de acuerdo a la información disponible), y de ella es posible observar las variaciones intranuales del sistema La Punta-La Brava, las que con una marcada variación estacional, de aumentos en invierno y disminuciones en verano, tendría una relación más directa con la evapotranspiración y, por ende, con los niveles de aguas subsuperficiales, dejando la precipitación como un factor secundario para este sistema lagunar.

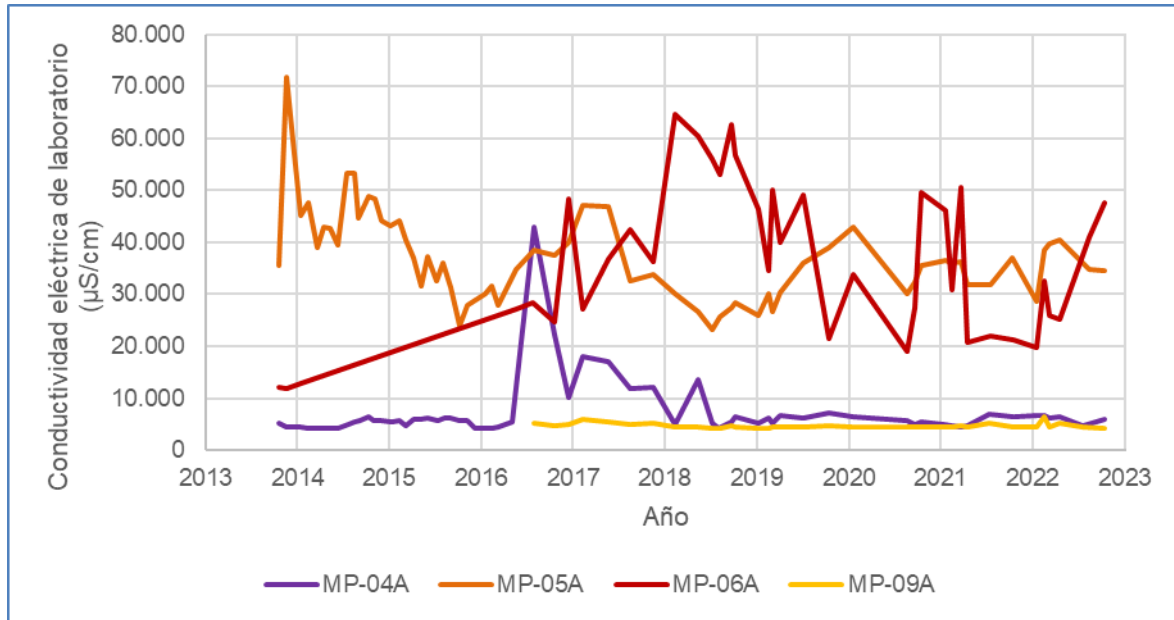
Respecto de la **calidad química**, desde un punto de vista espacial se puede señalar que en las aguas subterráneas someras se produce un incremento en la salinidad, desde la Zona Marginal aproximándose a las superficies lagunares, en la dirección del flujo subterráneo, lo que se puede deducir de los valores de conductividad eléctrica o concentración de sólidos disueltos totales.

De este modo, las conductividades más bajas se detectan en los piezómetros MP-04A y MP-09A, ubicados al sur del sistema lagunar La Punta – La Brava, como se puede ver en Figura 6-23. La conductividad más alta del período de registro fue de 71.800 (µs/cm) medida en el

punto de monitoreo MP-05A (noviembre de 2013)²⁵ y, en el año 2022 en el punto MP-06A con un valor máximo de 47.580 ($\mu\text{s}/\text{cm}$) en el mes de octubre. Ambos puntos están ubicados en las cercanías del Núcleo y con un menor aporte de los flujos de recargas desde las subcuencas aportantes.

²⁵ Dato presuntamente outlier, dado que se muestreó con bailer un mes después de la perforación del pozo.

Figura 6-23 Evolución de conductividad eléctrica en multipiezómetros del sistema La Punta-La Brava

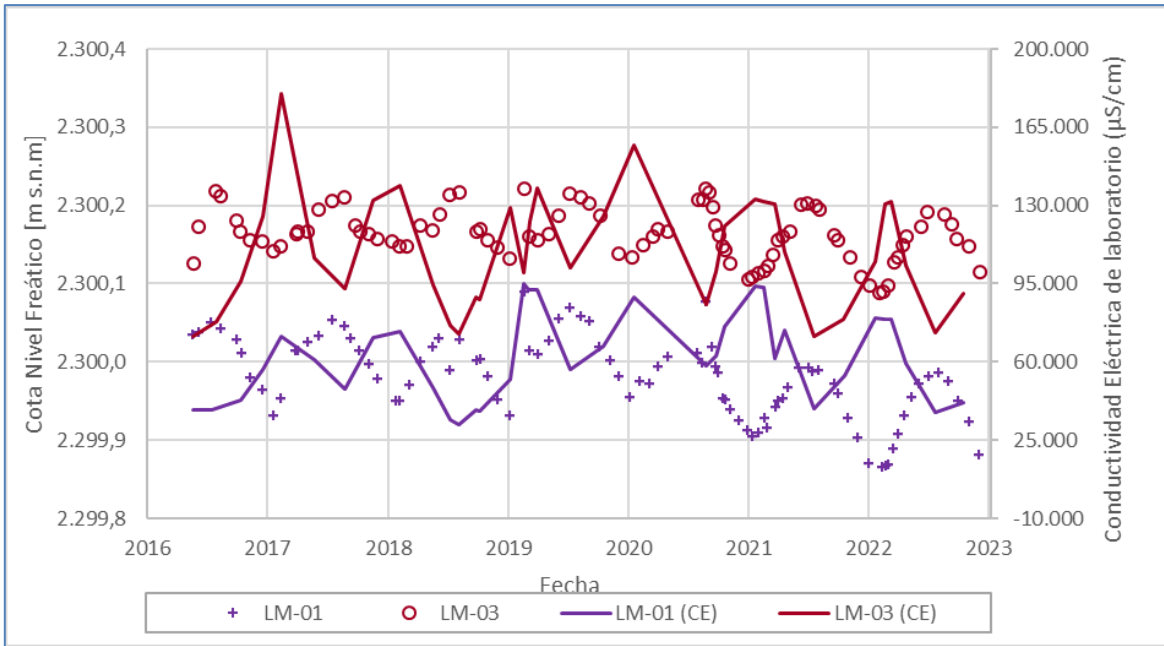


Fuente: Elaboración Propia

Los incrementos de conductividad eléctrica en dirección al Núcleo, estarían relacionados con la disolución de sales durante el recorrido de las aguas desde la Zona Marginal (Ver punto MP-09A en Figura 6-23) hacia las lagunas (Ver punto LM-01 y LM-02 en Figura 6-24) y a la evaporación, que genera un aumento de las concentraciones de sales en el fluido.

Este proceso se ilustra en la Figura 6-24, dónde se presenta la evolución temporal del nivel limnimétrico y la conductividad eléctrica en las lagunas (LM-01, en la Punta y LM-03, en La Brava). Se observa una relación inversa entre el nivel y la conductividad eléctrica, es decir, los mayores valores de conductividad eléctrica se registran en períodos de niveles bajos y viceversa. Además, en las lagunas, la conductividad eléctrica es mayor que en las aguas subterráneas someras y profundas, debido a los procesos de evaporación cuyo máximo se da en las superficies libres.

Figura 6-24 Evolución de nivel frente conductividad eléctrica en lagunas sistema La Punta-La Brava



CE: Conductividad Eléctrica

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la **Interfase Salina**, esta se presenta estable durante el año 2022 sin mostrar cambios importantes dentro del año y con respecto al registro histórico. Especialmente, la Interfase Salina se encuentra a mayor profundidad a medida que los puntos de monitoreo se ubican más alejados del Núcleo.

6.5.2 Sector Peine

Este sector corresponde al área de la Zona Marginal, Borde Este y Sur, alrededor del sistema lagunar de Peine y parte del Núcleo, donde se encuentran las lagunas Salada, Saladita e Interna.

El funcionamiento del Sistema Peine consiste en que las aguas de las lagunas son alimentadas por agua subterránea procedente del sureste. En la zona donde el nivel freático del acuífero de agua salobre intercepta la superficie del terreno, se sitúan puntos de surgencia, que se disponen a lo largo de un canal situado a unos 2 km al sur de la Laguna Salada. Una vez en superficie, el agua comienza a sufrir proceso de evaporación con más intensidad, fluyendo a través de la Laguna Salada, luego por la Laguna Saladita y finalmente hacia la Laguna Interna, a través de una serie de canales de ancho variable y muy poco espesor de lámina de agua. Por último, el agua de la Laguna Interna acaba adentrándose en el Núcleo de salmuera de

manera superficial, disolviendo la costra de cloruros y enriqueciéndose paulatinamente en sales disueltas, hasta que finalmente, ya convertida en salmuera, se incorpora al Núcleo.

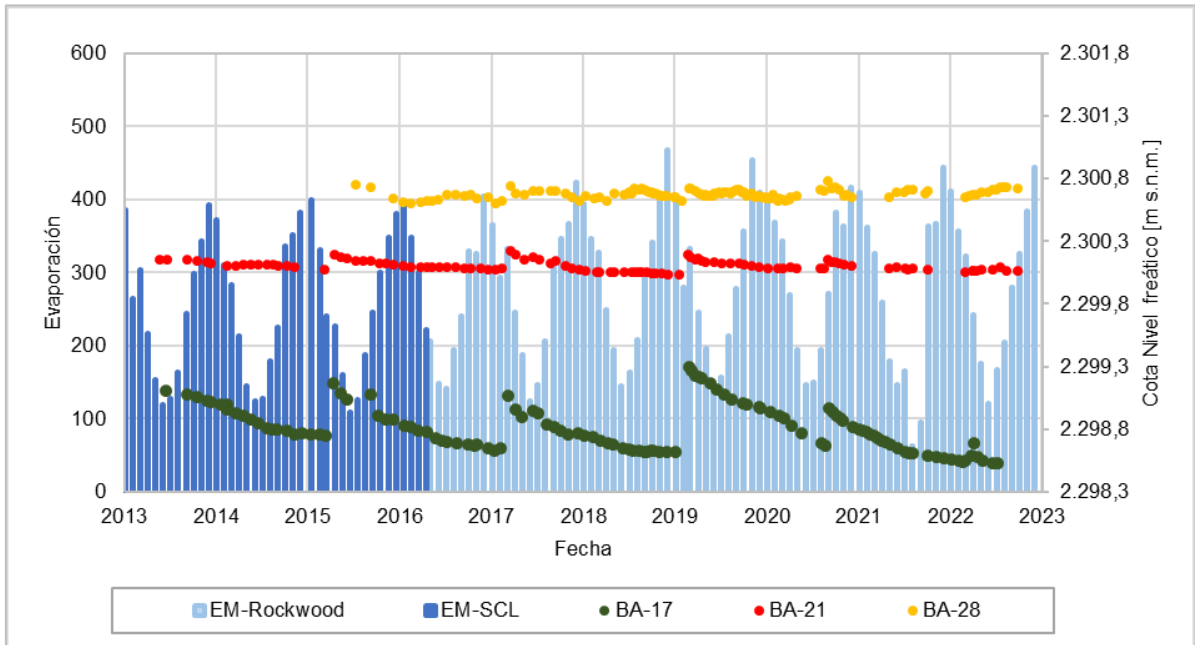
Durante el año 2022, en Laguna Interna todos los puntos muestran niveles con descensos netos menores a 1 cm (BA-23, julio 2021-julio 2022) y 11 cm (BA-19, octubre 2021- octubre 2022) cm; en la Zona Media de Lagunas muestran ascensos netos de 1 cm para (BA-21 y BA-22, julio 2021 y julio 2022); en el sector Inicio Laguna Salada se muestra niveles estables (BA-30) y con ascensos netos de 4 cm (BA-28) ambos calculados entre julio 2021 y julio 2022. Los puntos de la serie MPS-XX, muestran niveles con descensos netos entre 1 cm y 2 cm, medidos en los puntos MPS-AB y MPS-AA, respectivamente, entre octubre 2021 y octubre 2022.

En la Figura 6-25 se observan que no hay relación entre la evaporación estacional y los niveles en los puntos BA-17 (característico de laguna Interna) y BA-21 (característico de zona media de lagunas). Por otra parte, los puntos de Inicio Laguna Salada muestran ascensos con niveles máximos en los meses más fríos y mínimos en los meses más cálidos. La amplitud de las variaciones estacionales para el año 2022 es de 0,09 m (BA-28) y 0,07 m (BA-30). Cabe señalar que no se cuenta con registros durante todos los meses del año, por lo que estos valores podrían no dar cuenta de la magnitud real de la amplitud del nivel freático.

En la Figura 6-26, es posible observar una clara respuesta ante los eventos de precipitación a medida que los puntos son más cercanos al Núcleo (BA-17, por ejemplo, entre enero y febrero de 2019, ascendió 67 cm post lluvia). En pozos ubicados hacia el sur, más alejados del Núcleo, también existe una respuesta del nivel frente a eventos de precipitación, pero de menor magnitud (BA-21 y BA-28). Por ejemplo, el piezómetro BA-21, ubicado entre las lagunas Salada y Saladita, presenta aumentos notorios en el nivel luego de las lluvias, para posteriormente descender paulatinamente. Así, se observan las respuestas a los eventos de precipitación en 2015, 2017, 2019 y en 2021, que muestra un leve aumento del nivel (0,01 m) luego de las precipitaciones del mes de mayo (7,1 mm).

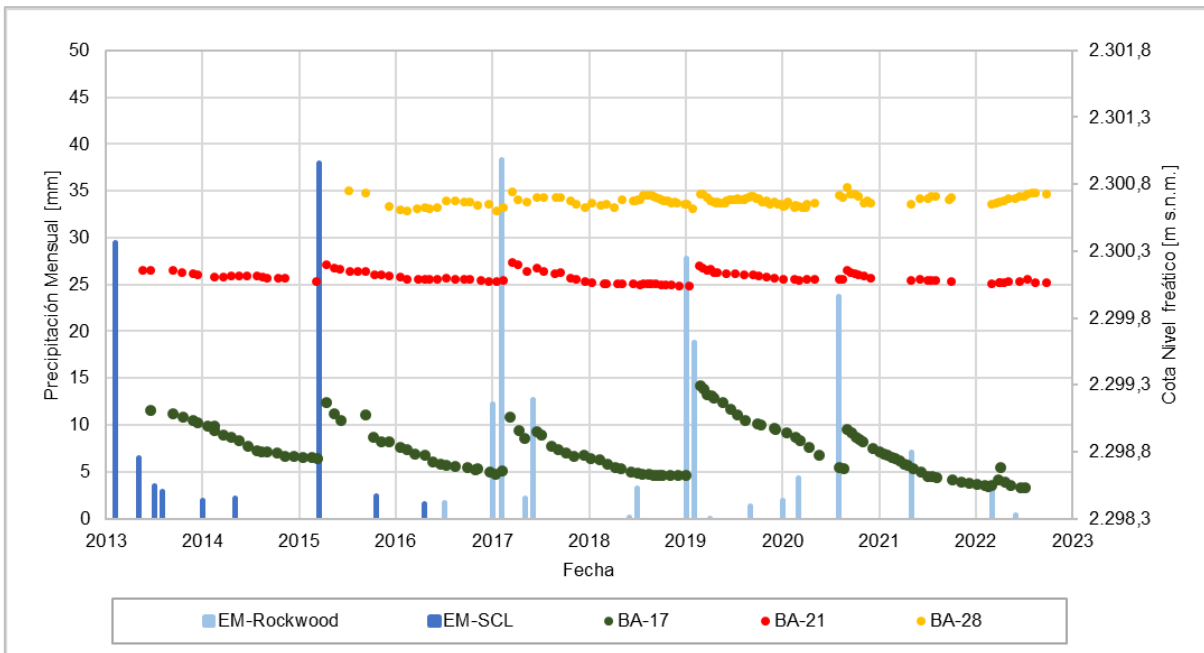
En la Figura 6-27, se observa que los niveles de los puntos BA-17 y MPS-CA presentan en general una leve tendencia descendente, la que se ve interrumpida periódicamente por eventos de precipitación, que generan ascensos de nivel del orden centimétrico. Esta tendencia al descenso estaría relacionada a la proximidad a la zona del núcleo. Estos antecedentes dan cuenta de la relevancia de la precipitación directa en la recarga del Núcleo.

Figura 6-25 Evolución de nivel en relación con la evaporación Sistema Peine



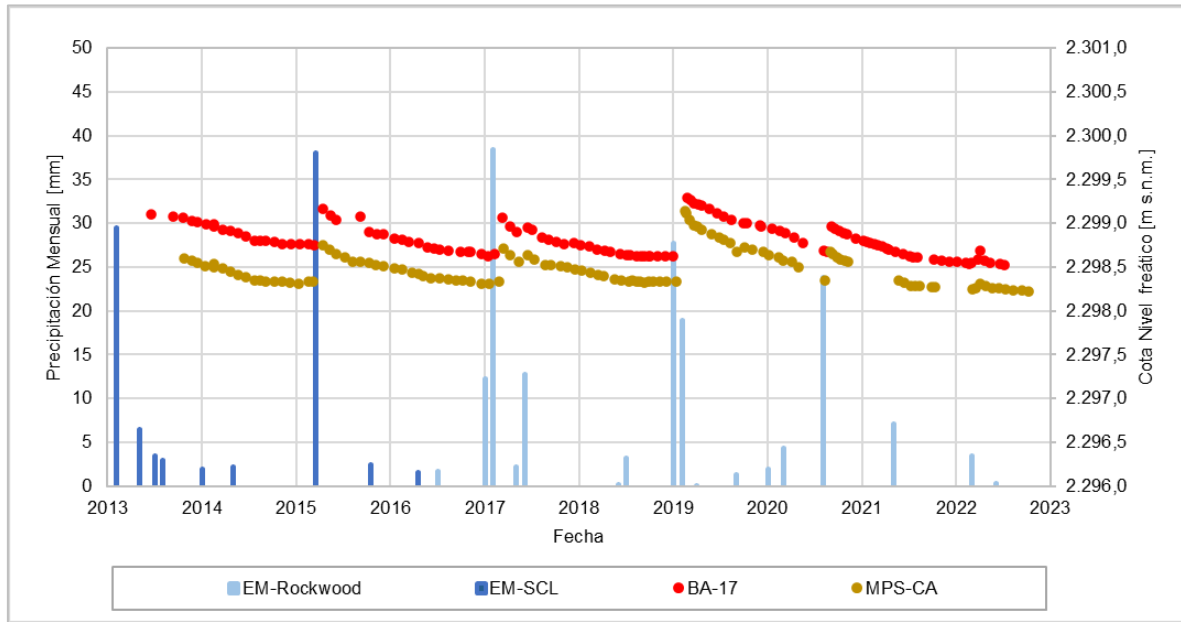
Fuente: Elaboración propia

Figura 6-26 Evolución de nivel en relación con la precipitación sistema lagunar Peine



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-27 Evolución de niveles en el sector de la laguna Interna. Sector Peine

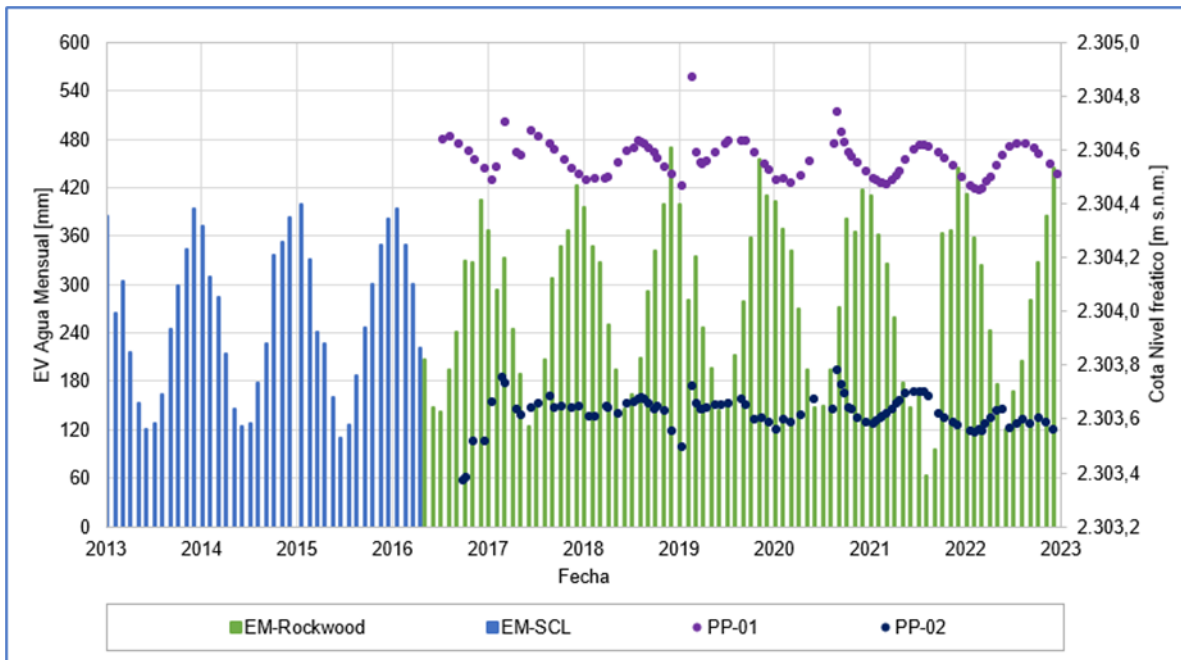


Fuente: Elaboración propia

En las zonas de recarga, localizadas en el borde este y sur del sistema lagunar, entre la Zona Marginal y la zona de pie de monte de la cordillera Andina, los niveles medidos durante el año 2022 de los puntos comprometidos del borde este y sur del sistema lagunar Peine siguen la tendencia observada durante el registro histórico, con oscilación estacional dentro del rango esperado, con una amplitud de hasta 0,17 m (calculados en el PP-01 entre febrero y agosto de 2022, Figura 6-29). Históricamente, los pozos del sector han reaccionado a eventos de precipitación de alta intensidad generando un aumento en los niveles, como es el caso de las precipitaciones de agosto de 2020, dónde ocurrieron aumentos de niveles entre 0,02 cm y 0,15 cm en los pozos MP-07A y PP-02, inferiores a los registrados en los sectores más cercanos al Núcleo.

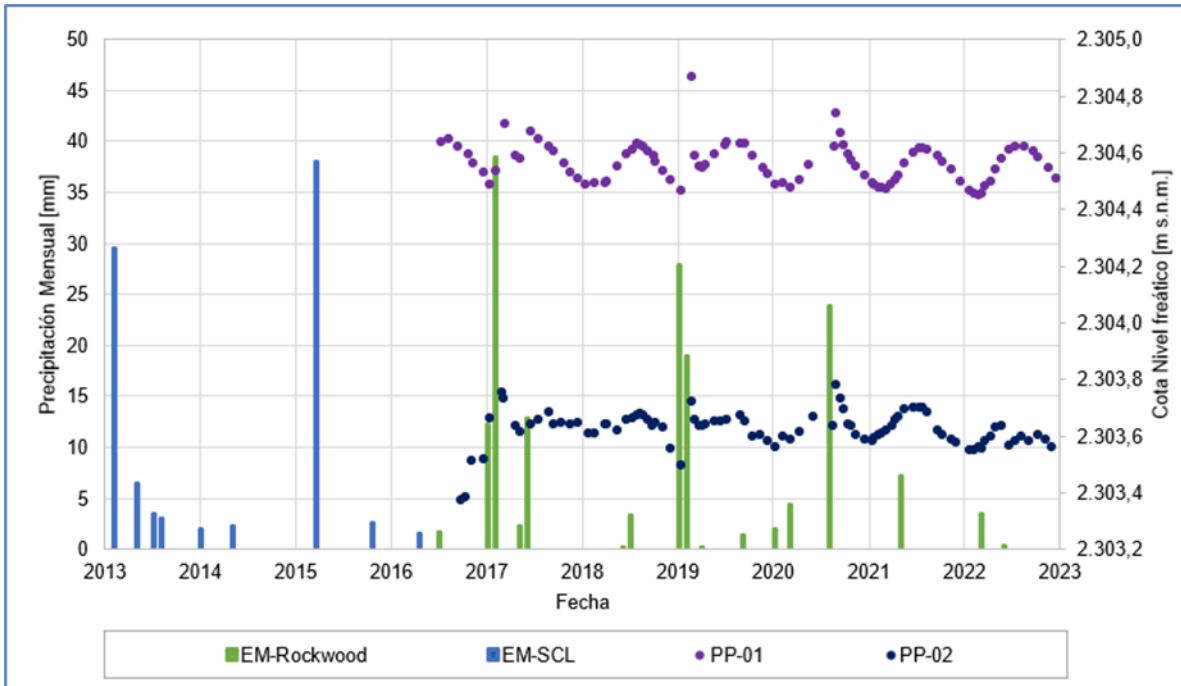
La evaporación posee un rol importante en el control del nivel freático de la zona. La Figura 6-28 muestra la relación inversa de la evaporación y el nivel freático en los pozos PP-01 y PP-02, con mayores descensos cuando la evaporación es mayor. En pozos ubicados, en tanto, la influencia de la evaporación es reducida, estando la dinámica de los niveles influenciada de mayor forma por los eventos de precipitación intensa descritos anteriormente.

Figura 6-28 Evolución de niveles acuífero dulce-salobre y evaporación en el borde Este. Sistema Peine



Fuente: Elaboración propia

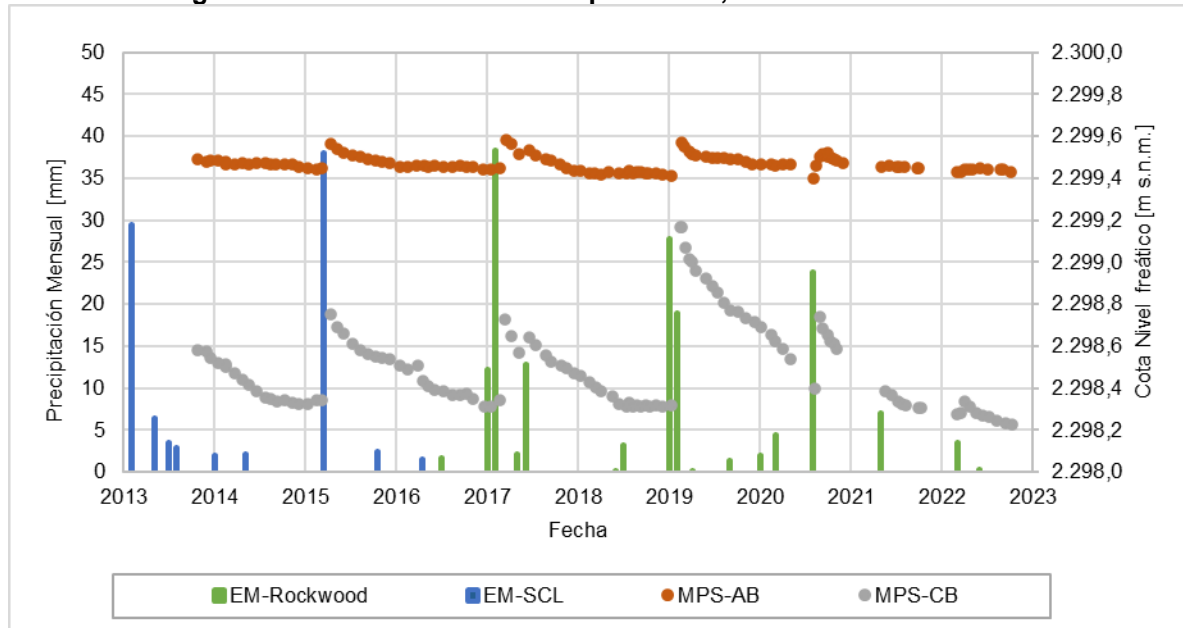
Figura 6-29 Evolución de niveles acuífero dulce-salobre y precipitaciones en el borde Este. Sistema Peine



Fuente: Elaboración propia

Los pozos MPS-AB (Zona laguna media, a mayor distancia del Núcleo) y MPS-CB (Laguna Interna, a menor distancia del Núcleo), ambos habilitados por debajo de la Interfase Salina y que registran niveles de salmuera, muestran para MPS-AB un comportamiento estable de sus niveles en el tiempo (Figura 6-30) y un leve descenso para MPS-CB. Sin embargo, su respuesta a los eventos de precipitación es diferente en cuanto a la magnitud del ascenso de nivel. El pozo MPS-AB presenta aumentos menores posterior a los eventos de precipitación, entre 0,04 cm y 0,16 m, mientras que MPS-CB, más cercano al núcleo, muestra aumentos mayores posterior a la precipitación de hasta 0,85 m. Esta situación ejemplifica lo planteado anteriormente respecto a que los niveles freáticos y/o de salmuera en la Zona Marginal, muestran una mayor respuesta a los eventos de precipitación mientras más cerca se encuentren del Núcleo. Además, también, mientras más alejados del Núcleo la oscilación estacional de los niveles freáticos se hace más importante.

Figura 6-30 Evolución de niveles profundos, salmuera. Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

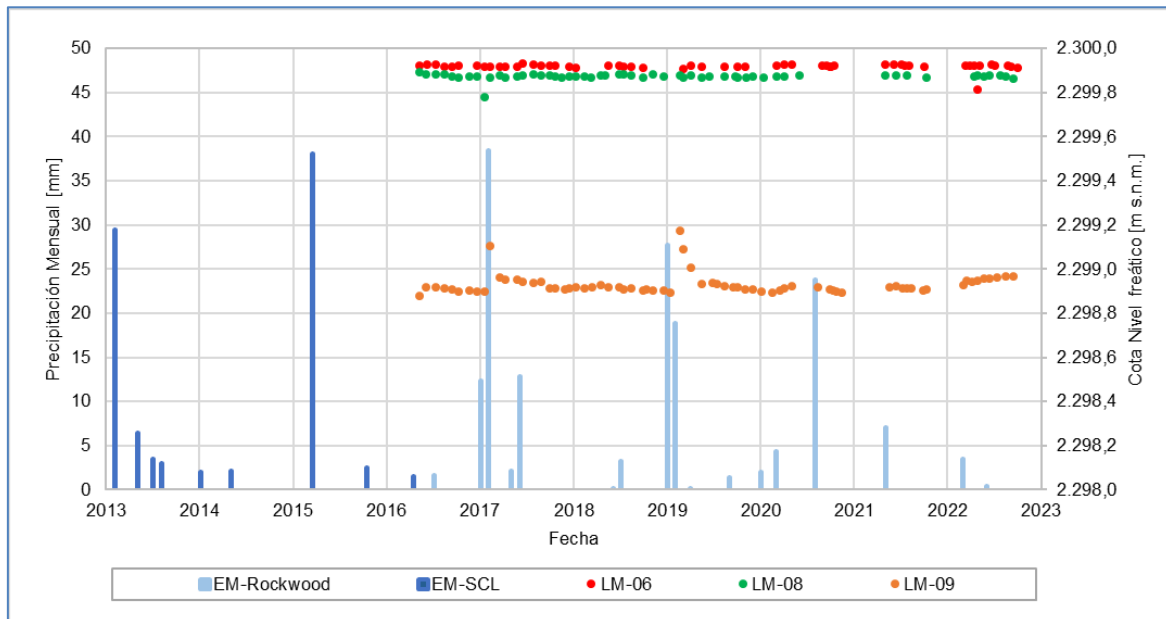
Respecto a los niveles registrados en los limnímetros en el sector de las lagunas, se observa un gradiente de la cota del nivel desde la laguna Salada hacia la laguna Interna (Figura 6-31), lo que confirmaría la dirección de flujo de agua desde el sureste hacia el Noroeste a través los canales que las comunican. Los valores registrados dan cuenta de niveles estables en el tiempo respecto a los datos históricos (Figura 6-31). En el caso de Laguna Salada y Saladita (LM-06 y LM-08), el comportamiento de los niveles es relativamente equivalente entre ellos.

Como se ha descrito anteriormente para los niveles freáticos, el nivel en las lagunas coincide en presentar un comportamiento más sensible a las precipitaciones dependiendo de su

cercanía al Núcleo. La respuesta más notoria se observa los años 2017 y 2019 en la Laguna Interna (LM-09), donde los niveles de la laguna suben como respuesta a las precipitaciones ocurridas en el período estival. No ocurre de igual forma en los puntos LM-06 y LM-08, en que no se observa respuesta a las precipitaciones.

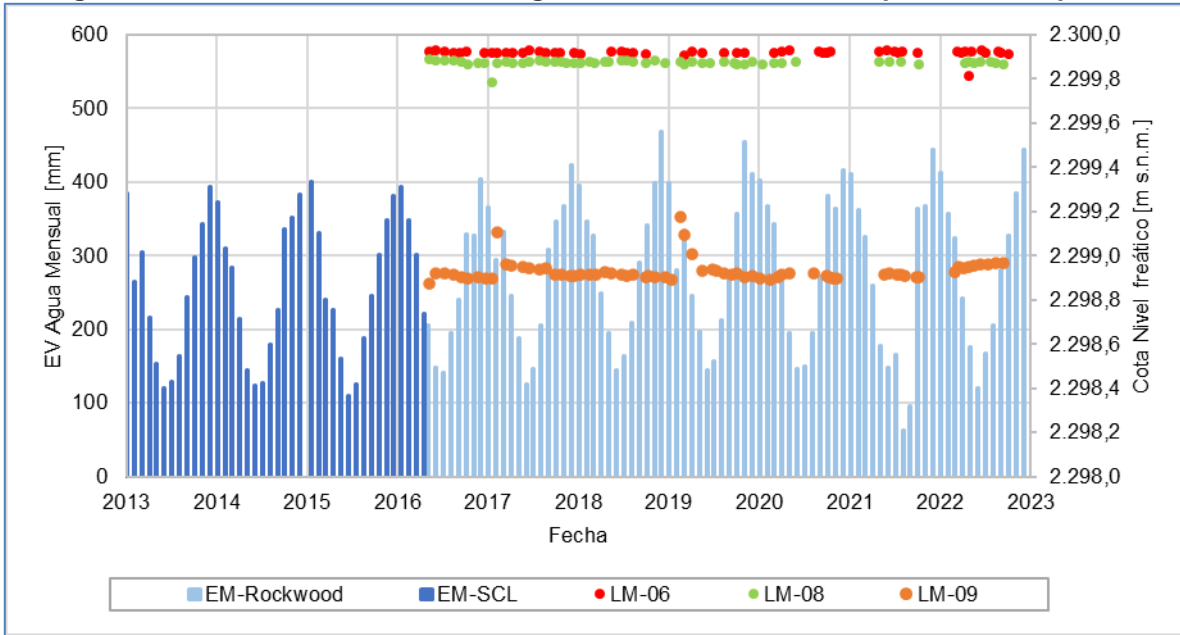
Respecto de la evaporación, se observa una menor amplitud de oscilación estacional, del orden de 0,02 m o incluso imperceptible, en LM-06 y LM-08, en relación con los otros sistemas lagunares como La Punta La Brava y el Sector Norte y Borde Este, donde la amplitud estacional observada presenta valores de hasta 0,1 m. En la Figura 6-31 se observa el comportamiento consistente del registro histórico respecto de las precipitaciones, y en la Figura 6-32 respecto de la evaporación.

Figura 6-31 Evolución de niveles de lagunas en Sistema Peine respecto a la precipitación



Fuente: Elaboración propia

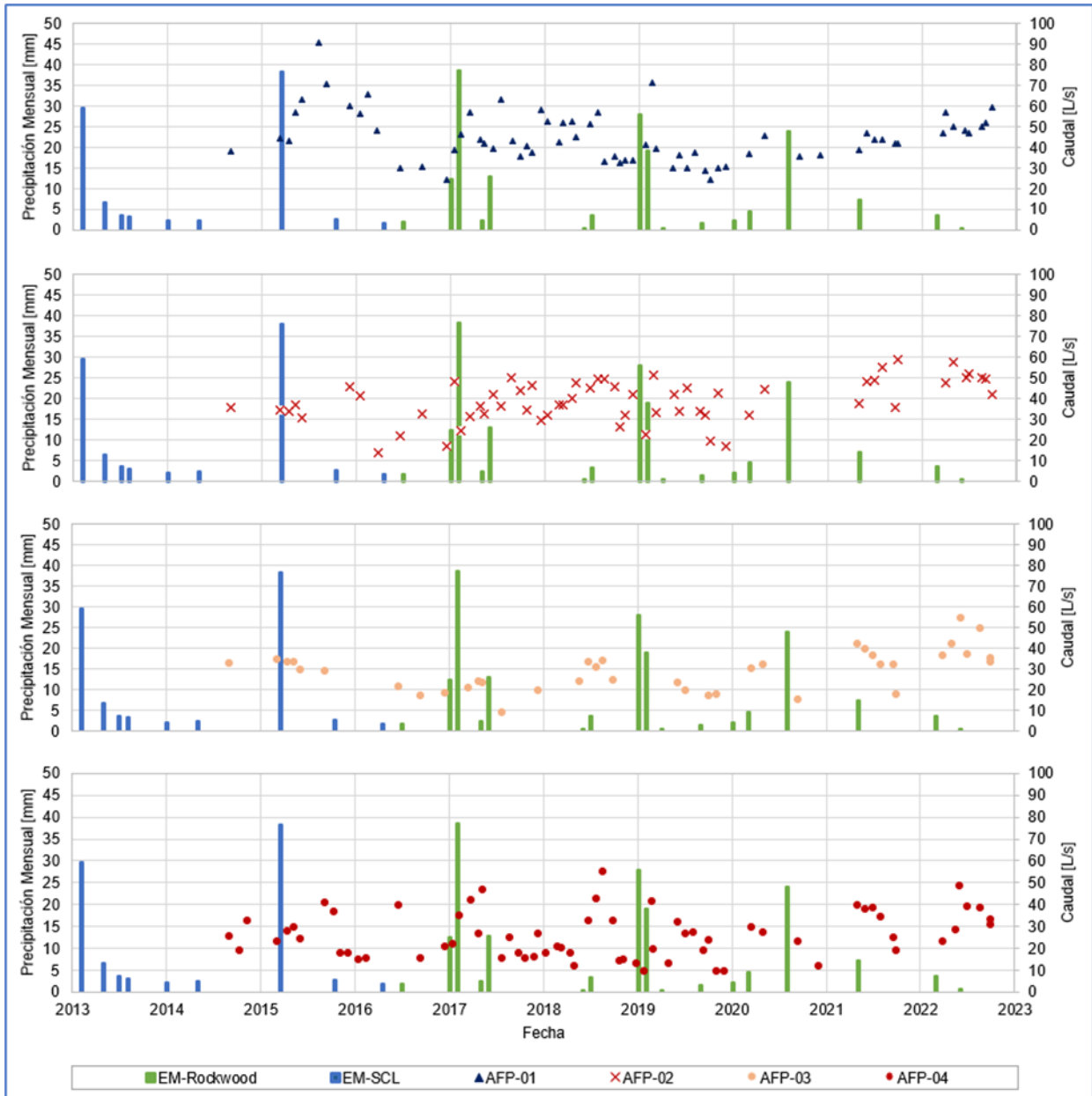
Figura 6-32 Evolución de niveles de lagunas en Sistema Peine respecto a la evaporación



(*) La evaporación de agosto y septiembre 2021, no está considerado el mes completo.
 Fuente: Elaboración propia

La Figura 6-33 muestra los caudales aforados de los escurrimientos superficiales de este sistema, los que, en general, durante el año 2022 se mantienen dentro de lo observado en años previos. No obstante, se registraron los valores puntuales máximos de todo el período de registro (2014-2022) en AFP-03 y AFP-04. Por otro lado, en cuanto a los valores mínimos medidos durante 2022, estos son superiores a los caudales mínimos registrados en el período previo (2014-2021).

Figura 6-33 Evolución histórica de Caudales Aforados Sistema Peine



Fuente: Elaboración propia

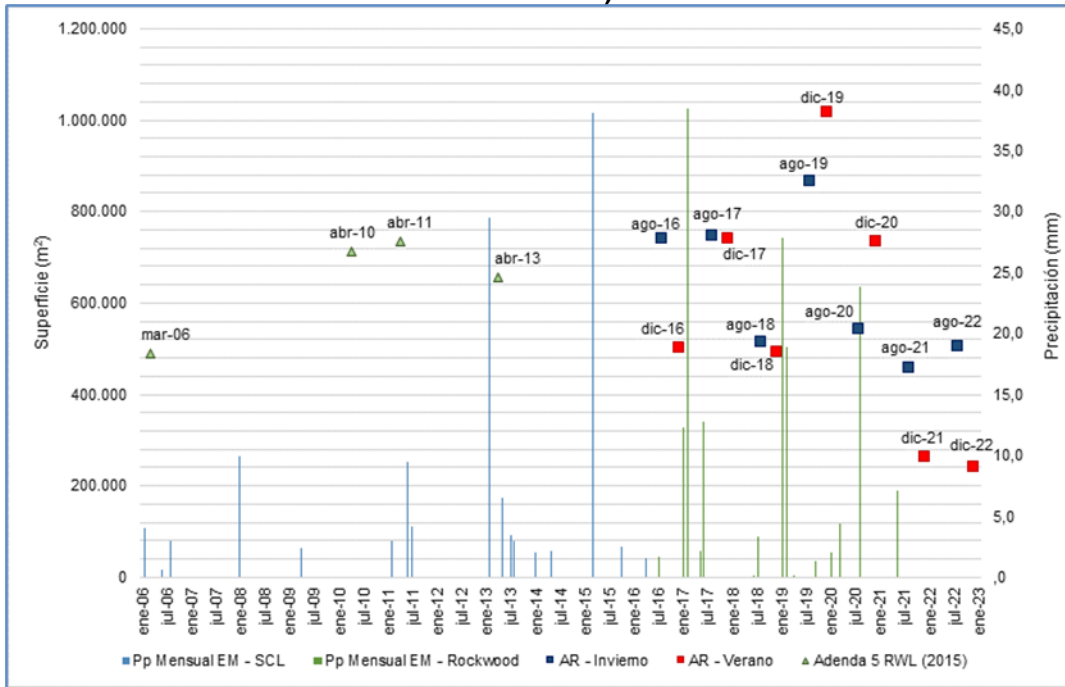
Por otra parte, de manera general, se indica que el origen principal de las lagunas se ubica en un arroyo situado al sur de la laguna Salada. Esta agua escurre originando canales naturales que alimentan primero a la laguna Salada, luego Saladita y finalmente la laguna Interna. Durante este trayecto, las aguas se van evaporando, tanto en los cuerpos lagunares, como en los canales que las unen, por lo que los caudales de entrada en cada laguna sucesiva son en general menores a los anteriores.

En cuanto a la **superficie cubierta por lagunas** en el sistema, la Figura 6-42 presenta un gráfico con registros históricos de cobertura de cuerpos de agua presentados en el *Apéndice B del Anexo 2 Plan de Manejo Biótico* de la Adenda 5 (serie 2006 a 2014), correspondientes a 4 imágenes, registradas en: marzo 2006, abril 2010, abril 2011 y abril 2013., junto a las coberturas provenientes de las imágenes semestrales de Alta Resolución (AR) Pleiades 1-A del período 2016 – 2022, evaluadas para el seguimiento del PSAH.

Los registros determinados a partir de imágenes de alta resolución entre 2016 y 2022 muestran que durante dicho período no ha existido una dinámica estacional en las lagunas (que en períodos previos si se habría manifestado, como se discute más adelante), presentando en 2017-2018 magnitudes similares para la superficie lagunar entre verano e invierno y en 2019 y 2020 superficies de verano superiores a las de invierno, posiblemente relacionados con el efecto de la precipitación (febrero de 2019 y agosto de 2020). En general se observa una respuesta de la superficie lagunar a eventos particulares de precipitación (2019-2020), aunque no se aprecian de manera tan clara los efectos del evento de 2017 en la superficie de agosto medida el mismo año. Durante 2022, en tanto, se ve un incremento de la superficie en agosto, no habiéndose verificado un evento de precipitación de alta intensidad, lo que podría dar cuenta de una recuperación de la dinámica estacional. Se requiere de mayor número de registros para verificar lo anterior.

En relación con la comparación con los registros históricos disponibles presentados en la Adenda 5 - EIA del Proyecto (alta resolución), las superficies semestrales del PSAH, de invierno 2021, verano 2021 y verano 2022, se presentan bajo el mínimo histórico de las 4 imágenes de alta resolución presentadas en la Adenda 5 (489.000 m²). En particular, el registro de diciembre de 2022 es el inferior obtenido a partir de imágenes AR. Al respecto, cabe señalar que las superficies históricas fueron determinadas en meses distintos (mínimo histórico calculado en marzo 2006) a los reportados en el PSAH (calculados en diciembre para la estación de verano, previo a las lluvias estivales), en particular en meses en los que no se presentan los registros mínimos. Si bien en la actualidad existe un menor efecto estacional en la superficie lagunar, este si era predominante en el período considerado en la Adenda 5, como se discute más adelante.

Figura 6-34 Variación semestral de la superficie lagunar del sistema Peine (imágenes alta resolución)



Fuente: Elaboración propia

Luego, con el objetivo de entender las tendencias históricas y variabilidad estacional, se presentan en la Figura 6-35 la variación de las superficies lagunares obtenidos a partir de imágenes Landsat (media resolución) para este sistema lagunar, las que fueron presentadas en la Línea Base del Proyecto (*Apéndice I, del Anexo 1 Estudio Hidrogeológico y Modelo Numérico de la Adenda 5*), serie que se denomina “**Landsat Histórico 1972/2014**”, separada por la serie de verano y de invierno para facilitar el análisis. Además, en Figura 6-35 se incluye la serie de registros de superficie lagunar denominada serie “**Landsat 2016/2022**”, que corresponde a valores semestrales (verano e invierno) obtenidos también a partir de imágenes de media resolución. Además, desde el año 2020 se incluye gráficamente la serie de media resolución, aplicando metodología simple para el cálculo, la cual se ha ido actualizando año a año con imágenes de frecuencia quincenal (imágenes Landsat 8), denominada serie “**Landsat 2016/2022**”, graficando sólo las que corresponden a los valores de verano e invierno respectivamente. Por último, se incorporan a la gráfica las superficies lagunares obtenidas con imágenes de media resolución Landsat durante el monitoreo 2016 a 2022, como parte del PSAH (colores rojo y azul) con metodología de detalle, (que considera modelo de clasificación supervisada en terreno) denominada serie “**Landsat Operación**”. Todo el detalle de estas series se encuentra en **Anexo C** de este Informe.

De acuerdo con los registros históricos presentados en la Figura 6-35 al menos entre los años 1997 y 2014 (serie **Landsat Histórico 1972/2014**) el sistema lagunar presentó una dinámica

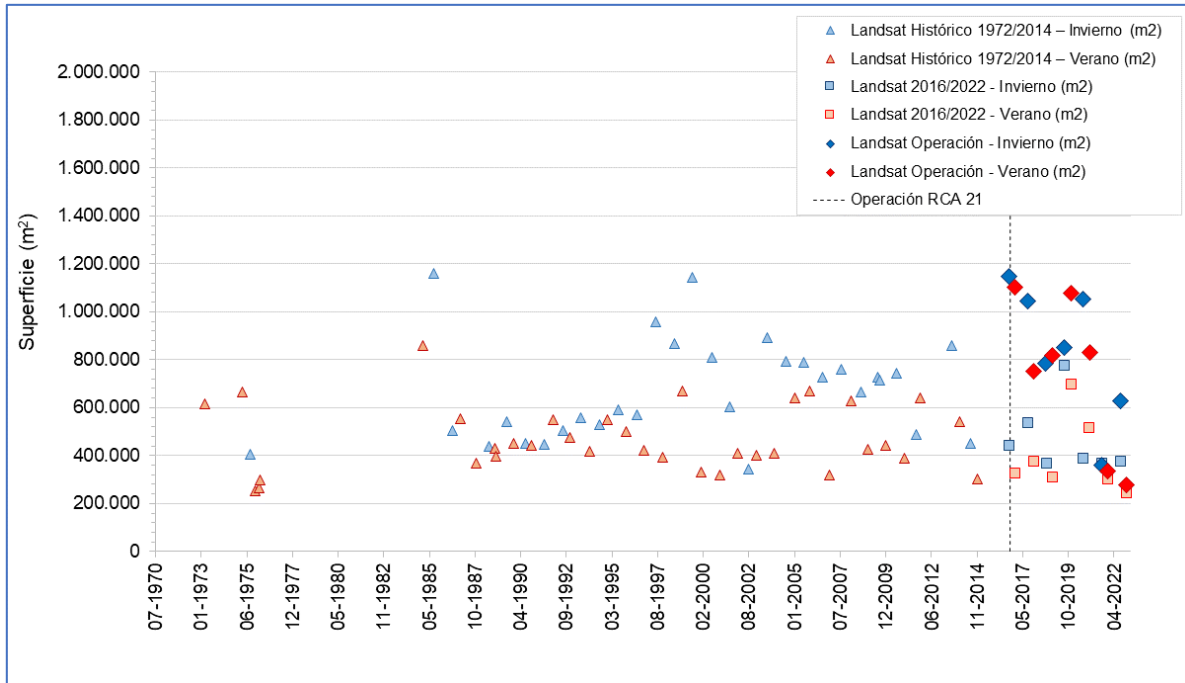
estacional, con incrementos de la superficie durante el invierno y una reducción de esta en verano. Por otra parte, en verano los valores medidos entre 1997-2014 fueron similares a los de los años anteriores, mostrando valores mínimos en el registro de verano de 2014, siendo inferior a todos los evaluados desde el año 1985 en adelante. Al respecto, cabe señalar que, si se consideran los valores medidos en la serie “**Landsat 2016/2022**”, la superficie de verano de la mayoría de los años del período 2016-2022 ha sido similar a la medida el año 2014. En el caso de los registros de invierno, también se observa que desde 2010 se ha producido una reducción de la superficie de invierno, alcanzando sus valores mínimos en los últimos años. La serie “**Landsat Operación**” entrega superficies de mayor magnitud, atribuibles al método de mayor detalle y con validación de terreno, por lo que los valores no son directamente comparables. Sin embargo, se observa que se encontraría dentro de los registros máximos y mínimos de la serie históricas 1972 – 2014 y muestran para los últimos años (2021 y 2022) una reducción de la superficie de verano e invierno, que coincide con años sin precipitaciones de gran magnitud.

De acuerdo con lo señalado, para efectos de la inclusión de la serie “**Landsat 2016/2022**”, se han extraído un registro de invierno y verano de una serie de mayor extensión, con frecuencia quincenal. El set completo de datos se presenta en el Anexo C (2016-2022). Adicionalmente, en el mismo Anexo se presentan los resultados de un análisis complementario, en el que se determinó la superficie lagunar para el período 1985-2022, con frecuencia quincenal. Los registros de esta última serie son consistentes con la dinámica estacional descrita para el sistema lagunar Peine hasta alrededor de 2014. Además, en ambas series es posible verificar que desde 2013-2015 la extensión superficial lagunar cambió su dinámica (estacional), por una similar a la del nivel de salmuera en el núcleo, en el que el sistema responde de manera relativamente abrupta a los eventos de precipitación, con una menor influencia de la evaporación, dependiendo la extensión lagunar principalmente de la intensidad de cada evento particular de precipitación. Así, se producen incrementos abruptos de la superficie lagunar luego de estos eventos de lluvia, y con posterioridad de los mismos, se produce una reducción de esta (a modo de ejemplo, ver Anexo Variaciones Anuales en Anexo C). Lo descrito en el párrafo previo ha sido analizado con mayor detalle en el Anexo C.

Respecto a lo anterior, es importante tener presente que el sistema Peine se compone de 3 lagunas, y que estas no necesariamente presentan una misma dinámica, por lo que la superficie determinada no necesariamente da cuenta de la dinámica de cada una. Al respecto, este sistema lagunar se alimenta de agua subterránea que aflora aguas arriba de la Laguna Salada, que escurre de forma canalizada hacia esta, laguna Saladita y finalmente hacia Laguna Interna (y el sector de Avance Interna). Así, los incrementos y cambios verificados durante el período de invierno (o luego de eventos de precipitación de alta intensidad), se

explican principalmente por la variación de la superficie de la zona terminal del sistema lagunar, es decir, laguna Interna y sus desbordes.

Figura 6-35 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector Peine.



Fuente: ALB – CEDREM 2023 (ver Anexo C)

En resumen, las superficies lagunares AR y las de media resolución coinciden en dar cuenta de un posible cambio en la dinámica de la superficie lagunar, que variaría de una condición estacional, dominada por la evaporación, a una que responde a eventos puntuales de precipitación con incrementos abruptos luego de las mismas y una tendencia posterior al descenso. Este cambio se habría producido alrededor de 2013 – 2014, y coincide con una disminución de la superficie lagunar, principalmente en ausencia de lluvias. En particular, en las distintas series de imágenes (AR y Landsat) se observa una disminución en la superficie lagunar en los últimos años, destacando el valor mínimo registrado en diciembre de 2022.

Respecto de la **calidad química**, espacialmente, en el sector Peine las aguas subterráneas muestran un incremento de la conductividad eléctrica hacia el Núcleo del Salar. De esta forma, las aguas menos mineralizadas se detectan en la estación Anterepresa Tilomonte y en los piezómetros MP-07A y MP-08A, habilitados en aguas subterráneas someras, de agua salobre y ubicados al sureste de las lagunas, con más influencia de las aguas de recarga provenientes del acuífero aluvial del Borde Este. Las aguas con mayores CE se registran en los piezómetros profundos MPS-CB y MPS-AB, los cuales presentan valores superiores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ por ser salmueras.

En general, la CE registrada en la mayoría de los puntos de lagunas es mayor a la registrada en las aguas subterráneas y además aumenta desde laguna Salada (que es la menos mineralizada) hacia laguna Saladita, debido a la evaporación; y luego, el agua procedente de esta laguna se adentra hacia el Núcleo de salmuera de manera superficial/subsuperficial generando la laguna Interna, donde se reportan los máximos registros de CE. El agua salobre en esta zona, al encontrarse con la costra de cloruros va disolviéndola y va enriqueciéndose en sales disueltas y en parte también se va evaporando, hasta que finalmente, convertida en salmuera, se infiltra al Núcleo.

Respecto a la **posición de la Interfase Salina**, destaca que, en general, la profundidad de medición de la Interfase Salina en los piezómetros del sector de Peine monitoreados durante 2022 no ha sufrido cambios en relación con los registros históricos de cada punto, por lo que se interpreta que la posición de la Interfase Salina se ha mantenido constante.

6.5.3 Sector Norte y Borde Este

Este sector está constituido por el sistema lagunar de Soncor y el sistema lagunar Aguas de Quelana. Ambos sistemas presentan diferencias en su funcionamiento hidrogeológico, por lo cual se ha realizado la discusión de manera separada.

Las aguas subterráneas del acuífero dulce-salobre se monitorean en el piezómetro MP-12A, situado a unos 15 km al sur del sistema lagunar, en el acuífero aluvial del Borde Este. El registro histórico muestra niveles estables con una leve variabilidad estacional. Se han registrado dos aumentos de nivel asociados a eventos de precipitación en el pozo (2017 y 2019).

Los perfiles de conductividad eléctrica efectuados en el sector (piezómetro MP-12C), indica que la **Interfase Salina**, no ha presentado cambios en la ubicación en relación con los registros históricos durante el año 2022.

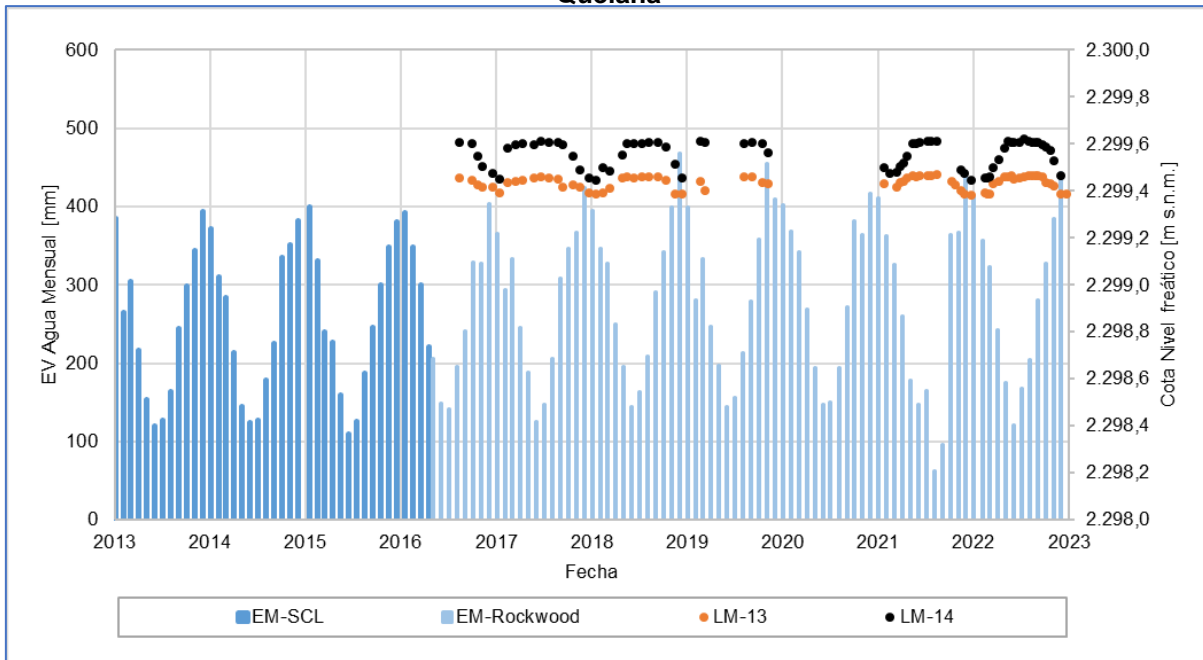
6.5.3.1 Sistema Aguas de Quelana

Este sector abarca el área de la Zona Marginal y Borde Este de la cuenca alrededor del sistema lagunar Aguas de Quelana.

En la Figura 6-36, se observa que los registros de nivel limnimétrico en 2022 muestran un comportamiento estacional sincrónico al igual que en los años anteriores 2016-2019, aunque con mayor amplitud en el punto LM-14. Cabe señalar que no se pudo realizar el monitoreo de los limnímetros del sistema lagunar Aguas de Quelana durante el año 2020, debido a las restricciones de acceso a los sitios SNASPE asociado a la Pandemia del COVID-19.

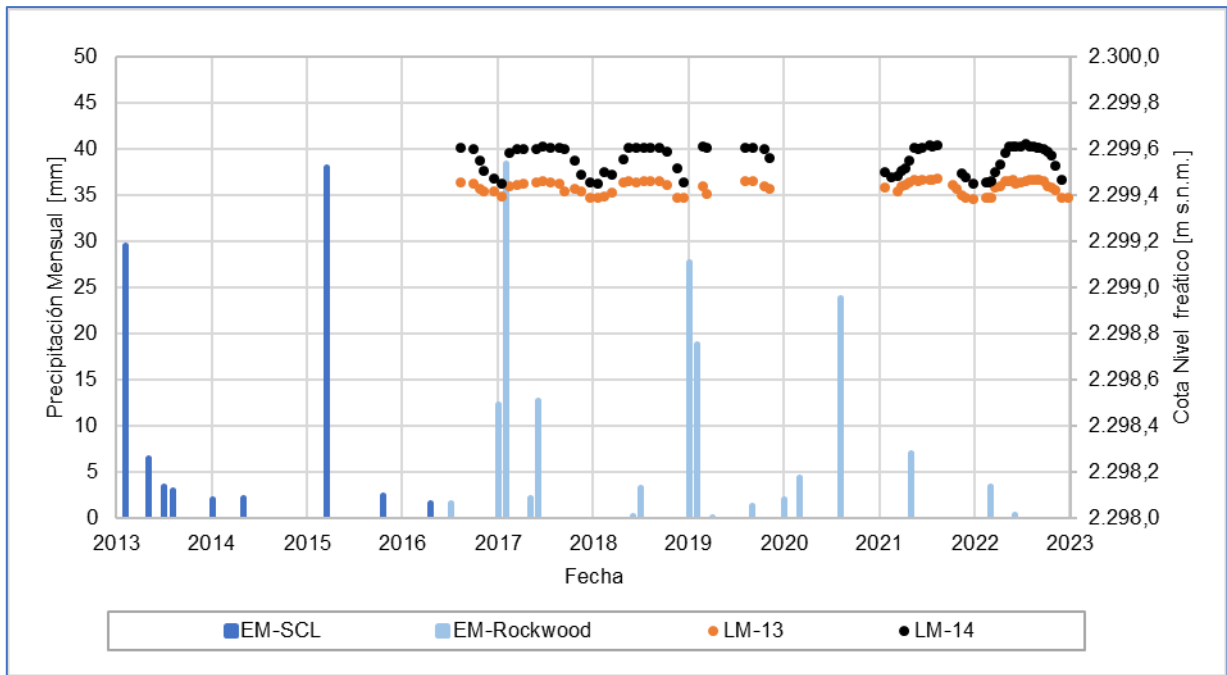
El comportamiento de oscilación estacional de los niveles muestra una correlación directa con la evaporación, tal como se puede observar en la Figura 6-36. Esta situación es consistente con lo observado en los otros sistemas lagunares analizados en la presente sección. En la Figura 6-37, se observa que los puntos no son sensibles a los eventos de precipitación.

Figura 6-36 Evolución de niveles de aguas superficiales versus evaporación. Sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-37 Evolución de niveles de pozos de aguas someras, salobres, al Sur del Sistema Aguas de Quelana versus precipitación



Fuente: Elaboración propia

Se hace la observación de que en la Zona Marginal entorno el sistema lagunar de Aguas de Quelana no se cuenta con registro de niveles de salmuera, ya que Albemarle no tiene comprometidos de puntos de monitoreo de salmuera en esta área.

Se entiende por el modelo conceptual del sistema Aguas de Quelana que las aguas provienen del acuífero aluvial del borde este. Existen también zonas de recarga por el lado este alimentadas por aguas de diferentes quebradas, entre ellas la quebrada de Camar. Las aguas a medida que se avanzan hacia el núcleo comienzan los procesos de salida del sistema por evaporación. En ocasiones de años muy húmedos o tras eventos de precipitación importante ocurren desbordamientos superficiales desde las lagunas hacia el núcleo, provocando un aumento de la cobertura lagunar.

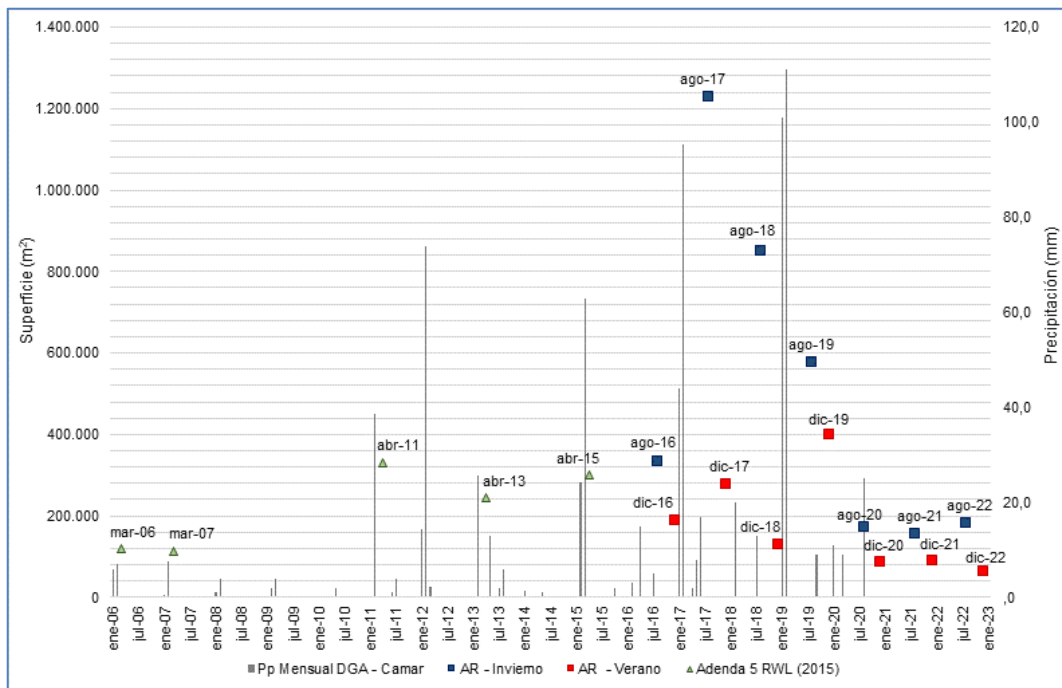
En cuanto a la **superficie cubierta por lagunas**, el sistema lagunar de Aguas de Quelana, está conformado por una serie de lagunas o zonas de acumulación de agua dispersas, de aparición intermitente, de poca profundidad y baja extensión (SQM, 2022). La fuente de agua de estos sistemas corresponde a flujos subterráneos provenientes de los acuíferos aluviales del este, alimentados por las quebradas de Camar, Cucala y El Toro, por lo que dependen de la dinámica del mismo. Durante eventos de precipitación, una parte del agua, que no se

evapora, escurre superficialmente aguas abajo del sistema, a través de canales, hacia el límite con la costra de cloruros del Núcleo, donde finalmente se incorpora al mismo.

La Figura 6-38 presenta un gráfico con registros históricos de cobertura de cuerpos de agua según la Adenda 5 (serie 2006 a 2014), a través de 5 imágenes satelitales de: marzo 2006, marzo 2007, abril 2011, abril 2013 y abril de 2015, junto a las coberturas provenientes de las imágenes semestrales de Alta Resolución (AR) Pleiades 1-A del período 2016 – 2022. Se puede observar una cierta variabilidad estacional, con fluctuaciones entre invierno y verano de diferente magnitud, y un incremento de la superficie para eventos de alta intensidad de precipitación.

De acuerdo con las superficies determinadas en el PSAH, se tiene que los resultados de diciembre 2020, 2021 y 2022 se encuentran bajo el mínimo histórico obtenido de las imágenes AR de desde la Adenda 5, (marzo 2007 con una superficie de 113.000 m²). Dentro de esta comparativa, es importante destacar que las superficies históricas en alta resolución han sido determinadas en meses distintos (marzo y abril) a los reportados semestralmente en el PSAH (agosto y diciembre), aspecto importante a considerar, dada la variabilidad intranual mostrada anteriormente.

Figura 6-38 Variación semestral de la superficie lagunar del sistema Aguas de Quelana (imágenes alta resolución)



Fuente:

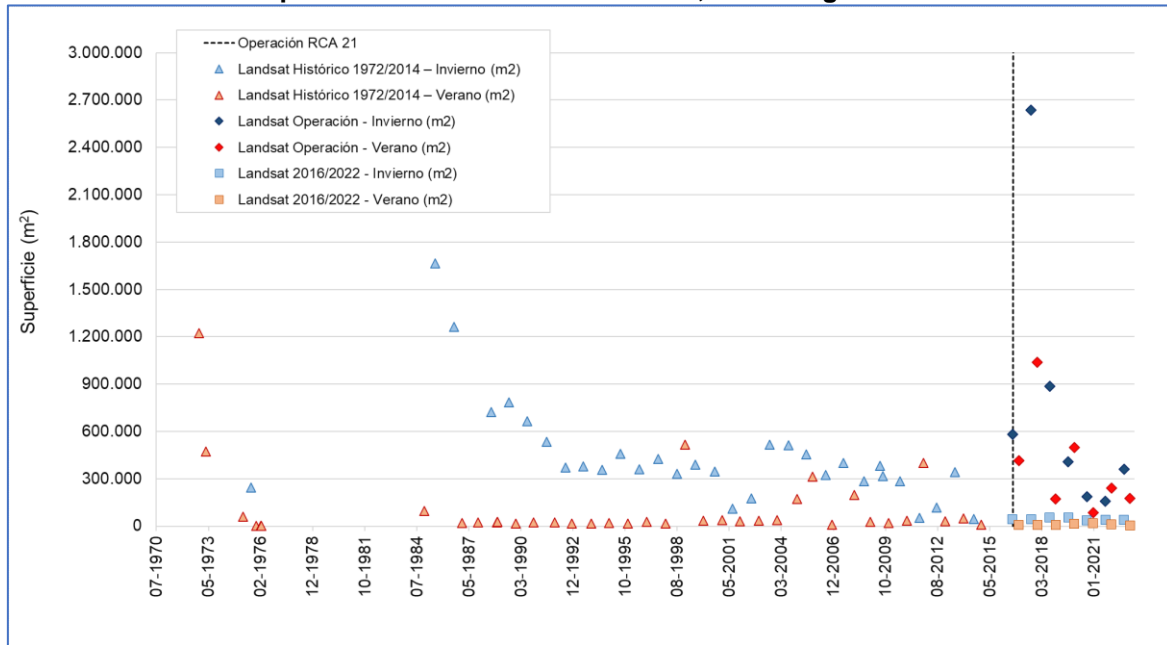
Elaboración propia

Luego, al igual que para los sistemas La Punta -La Brava y Peine, con el objetivo de entender las tendencias históricas y variabilidad del sistema lagunar de Aguas de Quelana, en la Figura 6-39 se presentan los registros históricos de extensión superficial obtenidos a partir de imágenes Landsat (media resolución) para este sistema lagunar, las que fueron presentadas en la Línea Base del Proyecto (*Apéndice I, del Anexo 1 Estudio Hidrogeológico y Modelo Numérico de la Adenda 5*), serie que se denomina “**Landsat Histórico 1972/2014**”, separada por la serie de verano y de invierno para facilitar el análisis. Además, en la **Figura 6-39** se incluye la serie de registros de superficie lagunar denominada serie “**Landsat 2016/2022**”, que corresponde a los valores semestrales (verano e invierno) de una serie de obtenidos también a partir de imágenes de media resolución. Estos valores fueron obtenidos del Informe Anual de Superficie Cubierta por Lagunas, en el cual desde el año 2020 se ha incluido gráficamente la serie de extensión superficial, aplicando metodología simple para el cálculo, la cual se ha ido actualizando año a año con imágenes de frecuencia quincenal (imágenes Landsat 8). Por último, se incorporan a la gráfica las superficies lagunares obtenidas con imágenes de media resolución Landsat durante el monitoreo 2016 a 2022, como parte del PSAH (colores rojo y azul) pero obtenida con metodología de detalle (que considera modelo de clasificación supervisada en terreno), denominada serie “**Landsat Operación**”. Todo el detalle de estas series se encuentra en Anexo C de este Informe.

De la serie **Landsat Histórico 1972/2014 (Figura 6-39)** es posible observar que las superficies de invierno presentaron una fuerte tendencia a la baja en los años previos a 1992 y que desde entonces hasta aproximadamente el año 2013, se presentaba con una variabilidad estacional estable que termina en el año 2014 aproximadamente. Los valores más bajos de las estaciones de invierno se han concentrado desde julio de 2014 a la fecha. Es importante destacar que en este sistema lagunar se observa la mayor diferencia entre las superficies de los periodos de invierno y verano, siendo en el periodo de verano donde se producen las mayores disminuciones del sistema, donde se observa que los cuerpos de agua pueden llegar a reducirse hasta en un 98%. Al igual que en la temporada de invierno, las menores superficies de los veranos de la serie completa se concentran desde 2014 a la fecha.

Para este sector, es relevante destacar lo que se observó de los datos históricos de línea base presentados en la Adenda 5, cuando se indicó que: “*el complejo de Aguas de Quelana es el único que se ha llegado a observar prácticamente seco, sin apenas lámina libre de agua detectable por satélite con la resolución que permite el sensor montado sobre los satélites LANDSAT*” [Ref.: línea de base Apéndice L: Monitoreo satelital Lagunas].

Figura 6-39 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector Aguas de Quelana



Fuente: ALB – CEDREM 2023 (ver Anexo C)

De la serie “**Landsat Operación**”, en la Figura 6-39 se tiene que las estimaciones de superficies de lagunas se encontrarían dentro de los rangos máximos y mínimos históricos siguiendo la tendencia de los años previos, tanto en invierno como en verano. En el caso particular de los resultados semestrales de agosto 2017 y diciembre 2017, la existencia de extensas zonas inundadas y su interconexión, posiblemente asociadas a las intensas precipitaciones de enero y febrero y a un par de eventos de precipitación de menor intensidad verificados en junio de dicho año, produjo un aumento significativo de las áreas reportadas para ese periodo.

Del análisis presentado intranual e interanual, se puede indicar que se verifica el modelo conceptual, en cuanto a que, si bien el aporte de precipitaciones es importante, el factor principal que entrega la variabilidad estacional estaría dado por los aportes o afloramientos de agua subterránea que se producen en las cercanías de las lagunas o en ellas y la evaporación del sistema.

6.5.3.2 Sistema Lagunar Soncor

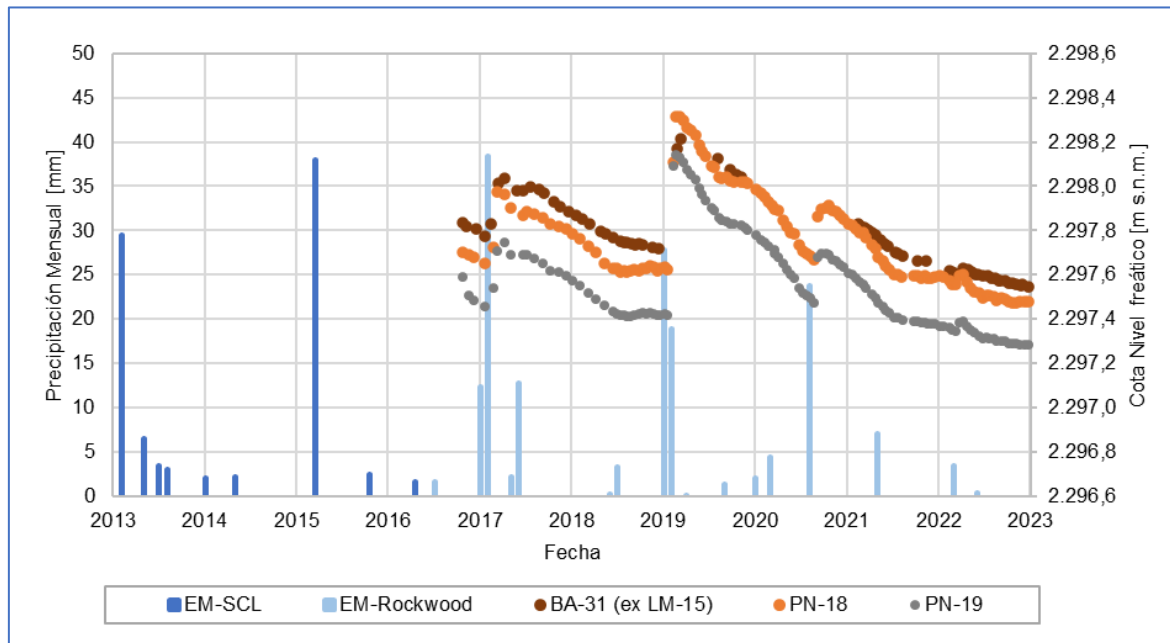
Este sector abarca el área de la Zona Marginal, alrededor del sistema lagunar Soncor y el área frente a las lagunas del Borde Este.

El nivel de agua subterránea de la Zona Marginal se monitorea mediante el piezómetro somero BA-31. Durante el año 2020 no se pudo realizar el monitoreo de este punto debido a las

restricciones de acceso derivadas de la Pandemia de COVID-19. No obstante, se observa en el registro histórico una tendencia al descenso originada por la extracción de salmuera en el Núcleo del Salar, interrumpida por las alzas de nivel asociadas a eventos de precipitación los años 2017 y 2019. La ausencia de eventos de precipitación de mayor intensidad durante el año 2022 se ve reflejado en la ausencia de recuperación del nivel freático en este sector para este periodo (el cual es controlado por las precipitaciones), registrándose además valores inferiores respecto de los años anteriores. Si bien la información levantada durante el año 2022 indica, en primera instancia, una continuación del descenso observado durante el año 2019, luego de las precipitaciones de mayo de 2021 hasta el fin del año 2022 se observa una tendencia de menor descenso de los niveles freáticos en este sector y en las cercanías del sistema Lagunar de Soncor (Figura 6-42).

En las cercanías del sistema lagunar Soncor, en el Núcleo de Salar, los piezómetros PN-18 y PN-19 muestran el mismo comportamiento descrito para el piezómetro somero BA-31, registrando un efecto más marcado de la extracción de salmuera respecto al barreno.

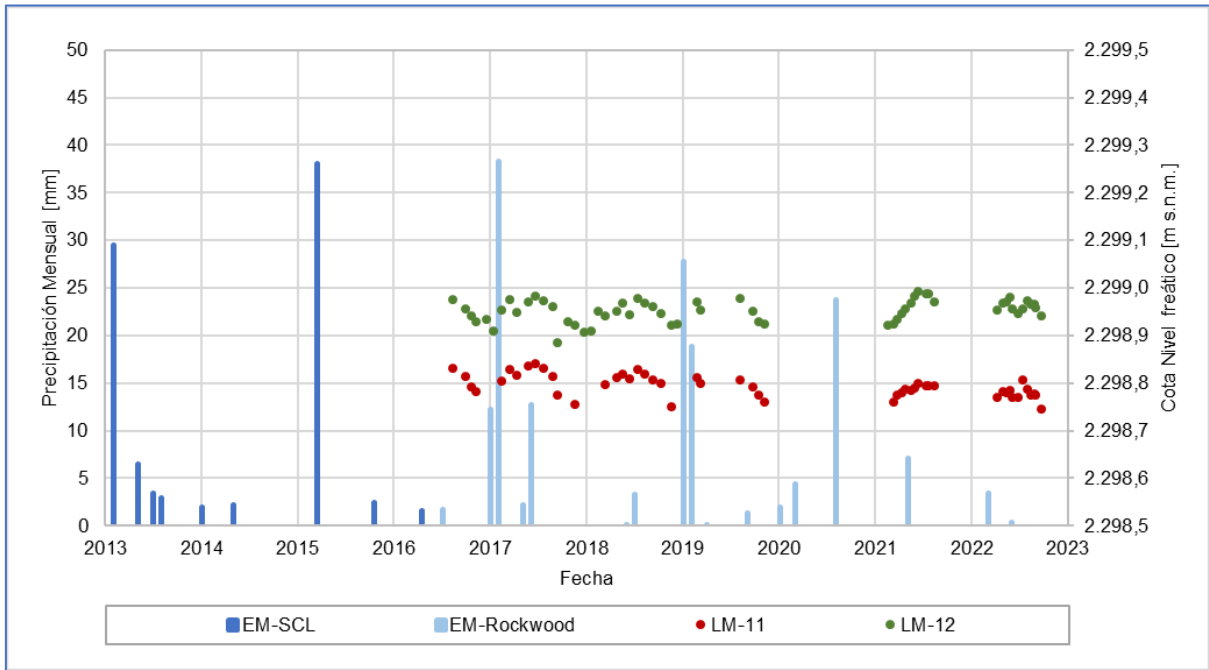
Figura 6-40 Evolución de nivel en piezómetros de salmuera próximos al Sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia

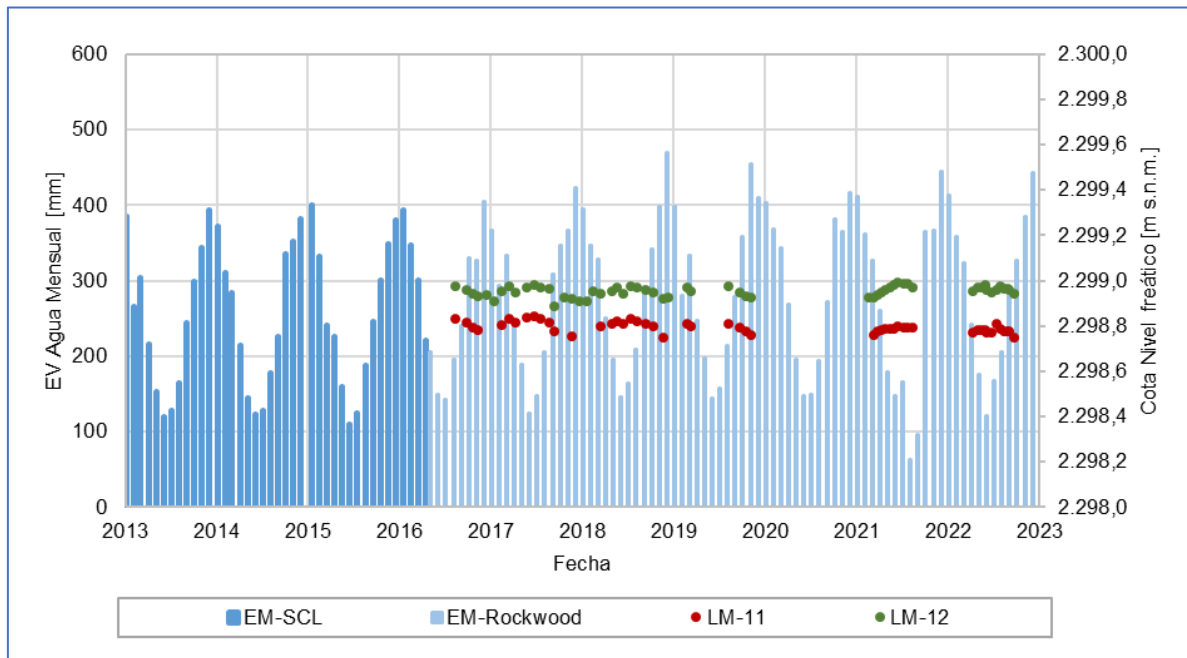
Tal y como se ha explicado en los otros sistemas lagunares, los niveles de las lagunas del Sistema Soncor, muestran un comportamiento estacional, con máximos en invierno y mínimos en verano, mostrando ascensos de nivel como respuesta a las precipitaciones (Figura 6-41) y una relación inversa con la evaporación (Figura 6-42).

Figura 6-41 Evolución de Nivel de Aguas superficiales en el Sistema lagunar Soncor respecto a las precipitaciones



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-42 Evolución de Nivel de Aguas superficiales en el Sistema lagunar Soncor respecto a la evaporación



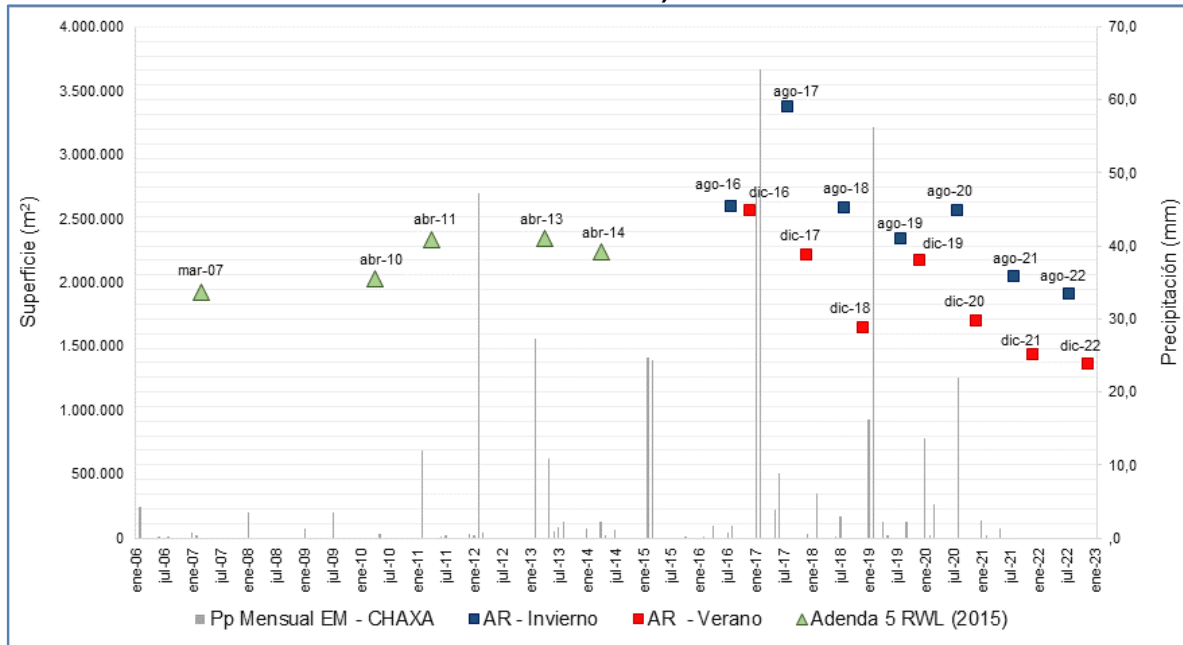
Fuente: Elaboración propia

Del modelo conceptual se tiene que el sistema Soncor se compone de las lagunas de Chaxa, Barros Negros y Puilar. Estas lagunas son alimentadas por agua subterránea que ingresa al sistema proveniente de los acuíferos situados al norte y este. En la zona donde la interfase salina intercepta con el terreno se producen desbordamientos del agua que fluye hacia el oeste de manera superficial y subsuperficial. La mayor parte de estos flujos se concentra en el canal de Burro Muerto, el que desemboca en la Laguna Chaxa, mientras otros desbordamientos alcanzan el canal que une la Laguna Chaxa con la Laguna Barros Negros y la propia Laguna de Barros Negros. Desde los afloramientos el agua fluye en dirección sur y comienza a sufrir evaporación, pasando primero por la Laguna Chaxa, después Barros Negros, y finalmente termina saliendo del sistema por la zona de desbordamiento “Cola de Pez” e infiltrándose en el Núcleo.

En cuanto a la **superficie cubierta por lagunas** en el sistema Soncor, la Figura 6-43 presenta de forma gráfica los registros históricos de cobertura de cuerpos de agua presentados en la Adenda 5 (serie 2006 a 2014) a través de 5 imágenes satelitales de: marzo 2007, abril 2010, abril 2011, abril 2013 y abril 201, junto con las coberturas provenientes de las imágenes semestrales de Alta Resolución (AR) Pleiades 1-A del período 2016 – 2022, evaluadas en el contexto del PSAH.

Al considerar las superficies medidas de manera semestral en el PSAH desde imágenes de alta resolución (Figura 6-43) (AR invierno y AR verano), para el sector Soncor se puede observar variabilidad estacional, con meses de agosto con superficies mayores a las registradas en diciembre. La comparación entre las mediciones de verano del PSAH, con los registros históricos de la Adenda 5 muestran que desde el año 2018 a la fecha, solamente en diciembre de 2019 la superficie fue superior al valor mínimo de referencia (marzo 2007). Dentro de esta comparativa, es importante destacar que las superficies históricas en alta resolución han sido determinadas en meses distintos (marzo y abril) a los reportados semestralmente en el PSAH (agosto y diciembre), aspecto importante a considerar, dada la variabilidad estacional descrita previamente.

Figura 6-43 Variación semestral de la superficie lagunar del sistema Soncor (imágenes alta resolución)

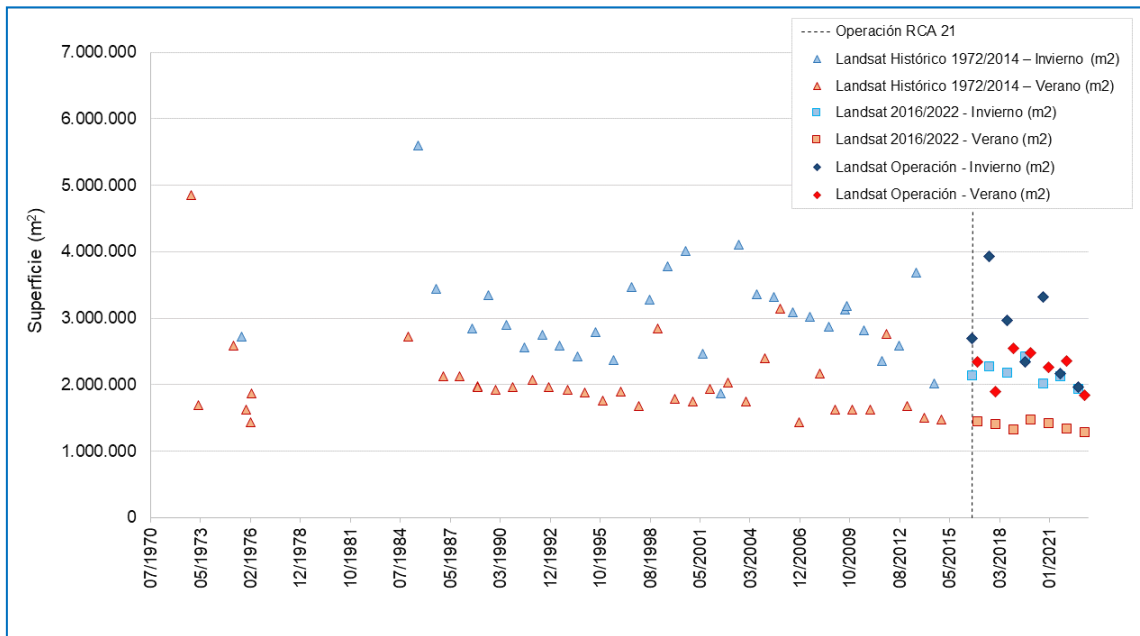


Fuente: Elaboración propia

Luego, en el sistema Soncor, al igual que para los demás sistemas lagunares, con el objetivo de entender las tendencias históricas y variabilidad del sistema lagunar, se presentan en la Figura 6-44 los registros históricos de extensión superficial obtenidos a partir de imágenes Landsat (media resolución) para este sistema lagunar, las que fueron presentadas en la Línea Base del Proyecto (*Apéndice I, del Anexo 1 Estudio Hidrogeológico y Modelo Numérico de la Adenda 5*), serie que se denomina “**Landsat Histórico 1972/2014**”, separada por la serie de verano y de invierno para facilitar el análisis. Además, en la Figura 6-44 se incluye la serie de registros de superficie lagunar denominada serie “**Landsat 2016/2022**”, que corresponde a los valores semestrales (verano e invierno) de una serie de obtenidos también a partir de imágenes de media resolución. Estos valores fueron obtenidos del Informe Anual de Superficie Cubierta por Lagunas, en el cual desde el año 2020 se ha incluido gráficamente la serie de extensión superficial, aplicando metodología simple para el cálculo, la cual se ha ido actualizando año a año con imágenes de frecuencia quincenal (imágenes Landsat 8). Por último, se incorporan a la gráfica las superficies lagunares obtenidas con imágenes de media resolución Landsat durante el monitoreo 2016 a 2022, como parte del PSAH (colores rojo y azul) pero obtenida con metodología de detalle (que considera modelo de clasificación supervisada en terreno), denominada serie “**Landsat Operación**”. Todo el detalle de estas series se encuentra en Anexo C de este Informe.

En la Figura 6-44, de la serie **Landsat Histórico 1972/2014**, es posible observar que al igual que los otros 3 sistemas lagunares descritos de manera previa, la máxima extensión de las lagunas se produce principalmente durante los meses de invierno, siendo los años con menor superficie de invierno los años 2002 y 2014. Al considerar esta serie de manera conjunta con la serie **Landsat 2016/2022**, se observa que la superficie lagunar de invierno se ha reducido de manera paulatina desde el año 2005, hasta 2022. Al respecto, cabe destacar que los valores mínimos de los últimos años (2020 y 2022), son similares a registros más bajos medidos en los años previos a la operación del proyecto (2002 y 2014). En relación con las mismas dos series, pero de la condición de verano, se puede observar en general una tendencia histórica al descenso, que comenzaría aproximadamente en el verano del año 1987 y que se mantiene en la misma línea de tendencia a diciembre 2022. Sin perjuicio de lo anterior, en los años previos a 2016 también es posible observar ciertos registros particulares mayores a esta condición media, en la época de verano. Al considerar tanto las series de invierno y verano de las series **Landsat Histórico 1972/2014 y Landsat 2016/2022**, es posible evidenciar la existencia de estacionalidad en la extensión superficial del sistema lagunar, representando los registros de verano cerca de un 60% de los valores de invierno.

Figura 6-44 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector Soncor



Fuente: ALB – CEDREM 2023 (ver Anexo C)

Al considerar la serie **Landsat Operación** (PSAH semestrales con modelo de clasificación supervisada en terreno), se puede observar que esta entrega superficies de mayor magnitud

atribuibles al método de mayor detalle y con validación de terreno. Si bien por estas razones, dichos valores no son directamente comparables con los de las dos series descritas de forma previa, se destaca que encuentran dentro de los registros mínimos y máximos de la serie histórica 1972-2014. Adicionalmente, se observa para los últimos años una reducción de su superficie de invierno y verano, al igual que lo observado en los registros de la serie **Landsat 2016/2022**, y que es consistente con lo observado para el sistema Aguas de Quelana. Cabe destacar que estos registros coinciden con años sin precipitaciones de gran magnitud (Ver Figura 6-44).

Finalmente, del análisis presentado intranual e interanual se tiene que, si bien el aporte de precipitaciones es importante y condiciona la extensión superficial de las lagunas que componen el Sistema Soncor, el factor principal que da cuenta de su variabilidad temporal corresponde a los aportes de aguas subterráneas y al efecto de la evaporación sobre estas (efecto indirecto) y sobre las lagunas (efecto directo). Adicionalmente, se deben tener presente los cambios morfológicos de la zona de desborde, como factor a considerar en el análisis de la variación de mediano y largo plazo de la superficie lagunar, dado que antiguamente la laguna Barros Negros descargaba por un sector denominado “Cola de Pez”, mientras que actualmente lo hace por “Desborde Sur”, variación asociada a cambios en la dinámica de sedimentación del sistema lagunar, como consecuencia del efecto de eventos de alta intensidad de precipitación y escorrentía (SQM, 2020). Dichos cambios se produjeron principalmente entre 2007 y 2012. Al modificarse la morfología de la zona de desborde, se producen cambios en la superficie total del Sistema Soncor, que no estarían asociados necesariamente a un aumento o disminución del recurso hídrico disponible.

En cuanto al monitoreo de la **posición de interfase salina**, se hace la observación de que en el Sector de Soncor Albemarle no tiene el compromiso de monitorearla. El punto más cercano en el que se monitorea esta variable es el MP-12C, en el borde Este del Salar.

En relación con la calidad química, se observa un aumento de la conductividad eléctrica en el escurrimiento entre la Laguna Chaxa (LM-12) y laguna Barros Negros (LM-11), con valores similares a los de las aguas subterráneas del sector en el punto BA-31. Esto se debe, por una parte, a la concentración por evaporación de las aguas a medida que circulan por el sistema lagunar en dirección al núcleo y, por otra parte, a la disolución de sales presentes en el Salar.

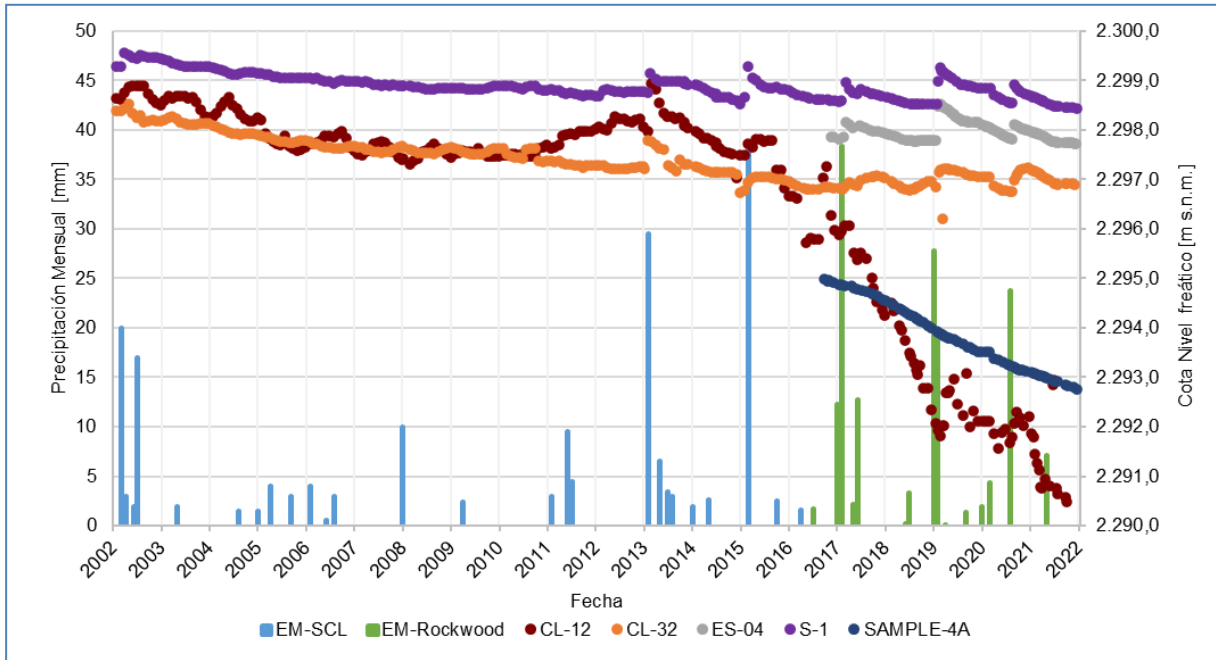
6.5.4 Sector Núcleo

El Sector Núcleo corresponde a la zona de descarga de la cuenca donde confluyen las aguas de recarga provenientes de las cuencas aportantes (norte, este, sureste y suroeste), junto con

las aguas provenientes de los sistemas lagunares, que por escorrentía superficial e infiltración subsuperficial fluyen hasta la costra salina.

En la Figura 6-45 se muestra la evolución de las series temporales de niveles de algunos de los pozos de Núcleo con respecto a las precipitaciones medidas en las estaciones meteorológicas SCL y Rockwood, con el fin de analizar el comportamiento general de los niveles del núcleo. Para realizar esta descripción se utiliza, para el sector centro norte del Núcleo el piezómetro ES-04, para la zona este el piezómetro S-1, para la zona oeste el piezómetro Sample 4A, y para la zona de producción el piezómetro CL-12 y CL-32, ubicados en el área de extracción A1. Se puede observar que los niveles en estos piezómetros reaccionan a los eventos de precipitaciones importantes, generándose un aumento brusco en el nivel y luego retomando una tendencia al descenso. Una excepción a este comportamiento es el punto Sample-4A, ubicado en el margen oeste del Núcleo. Durante el año 2021, el evento de precipitaciones de mayo de 2021 no genera un aumento brusco en los niveles, debido a la menor magnitud de éste.

Figura 6-45 Evolución de los niveles de Salmuera en el Sector Núcleo



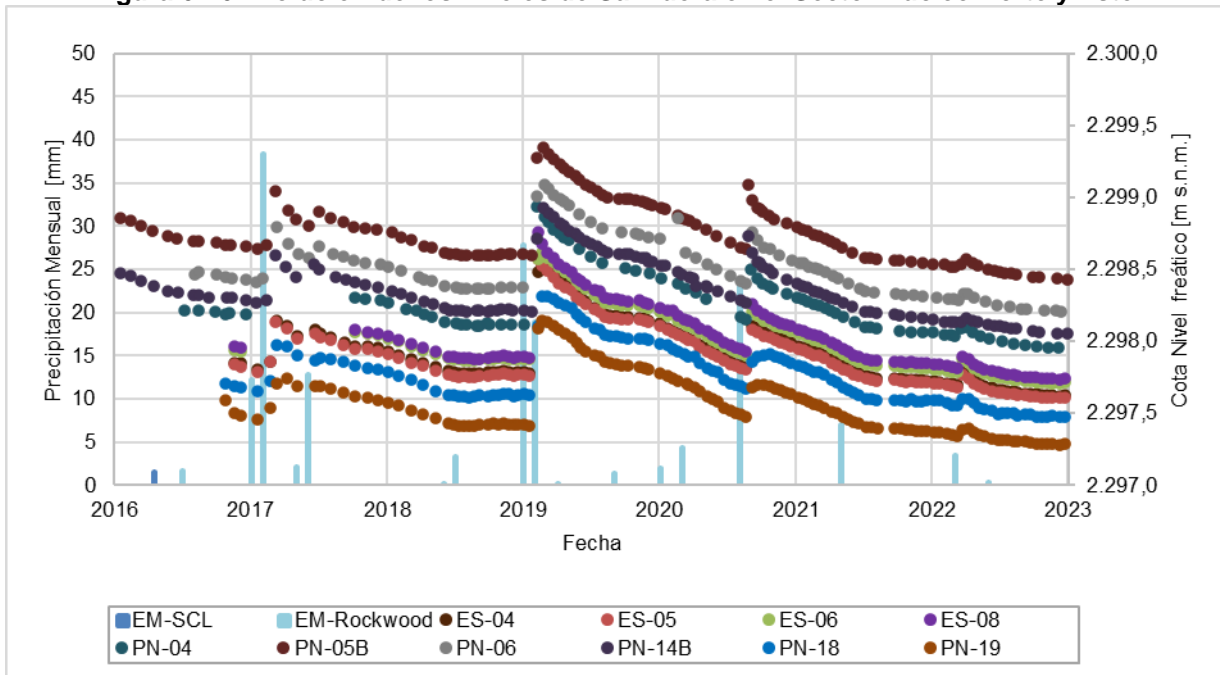
Fuente: Elaboración propia

En el año 2022 se observa que continua la tendencia al descenso observada en el segundo semestre del año 2020 en los pozos S-1 (Núcleo Este) y ES-04 (Núcleo Centro-Norte). No obstante, se observa una disminución de la tasa de descenso en el mes de mayo aproximadamente, con descenso neto en el punto CL-32 (zona de producción) de 10 cm (calculado entre mayo y diciembre 2022) se muestra disminución en los descensos de niveles, desde el año 2015 hasta fines del año 2022.

En cambio, los piezómetros CL-12 (zona de producción) y Sample-4A (Núcleo Oeste) mantienen su tendencia de descenso hasta fines de 2022. En general, los descensos son más pronunciados en las zonas próximas a áreas de extracción de salmuera, ya sean de Albemarle o SQM (Pozo CL-12 o Sample-4A), y disminuyen conforme se alejan de la misma (ES-04).

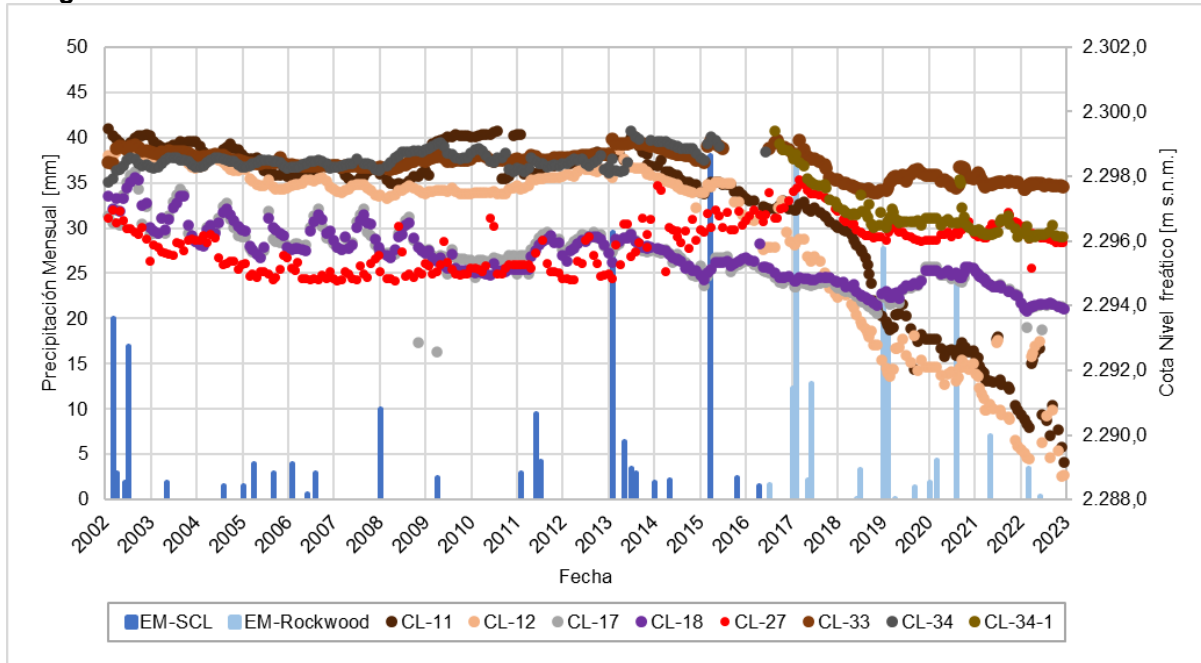
El rol de recarga directa de las precipitaciones se observa claramente en el sector norte y este del Núcleo (Figura 6-46), todos los pozos presentan un comportamiento similar y sincrónico, con aumentos de nivel asociados a eventos intensos de precipitaciones. Por otra parte, los pozos de la zona de producción son sensibles a los eventos de precipitaciones del Salar. No obstante, el factor principal que controla la evolución de los niveles en el núcleo es la influencia de extracción de salmuera (Figura 6-47).

Figura 6-46 Evolución de los niveles de Salmuera en el Sector Núcleo Norte y Este



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-47 Evolución de los niveles de Salmuera en el Sector Núcleo Zona de Producción

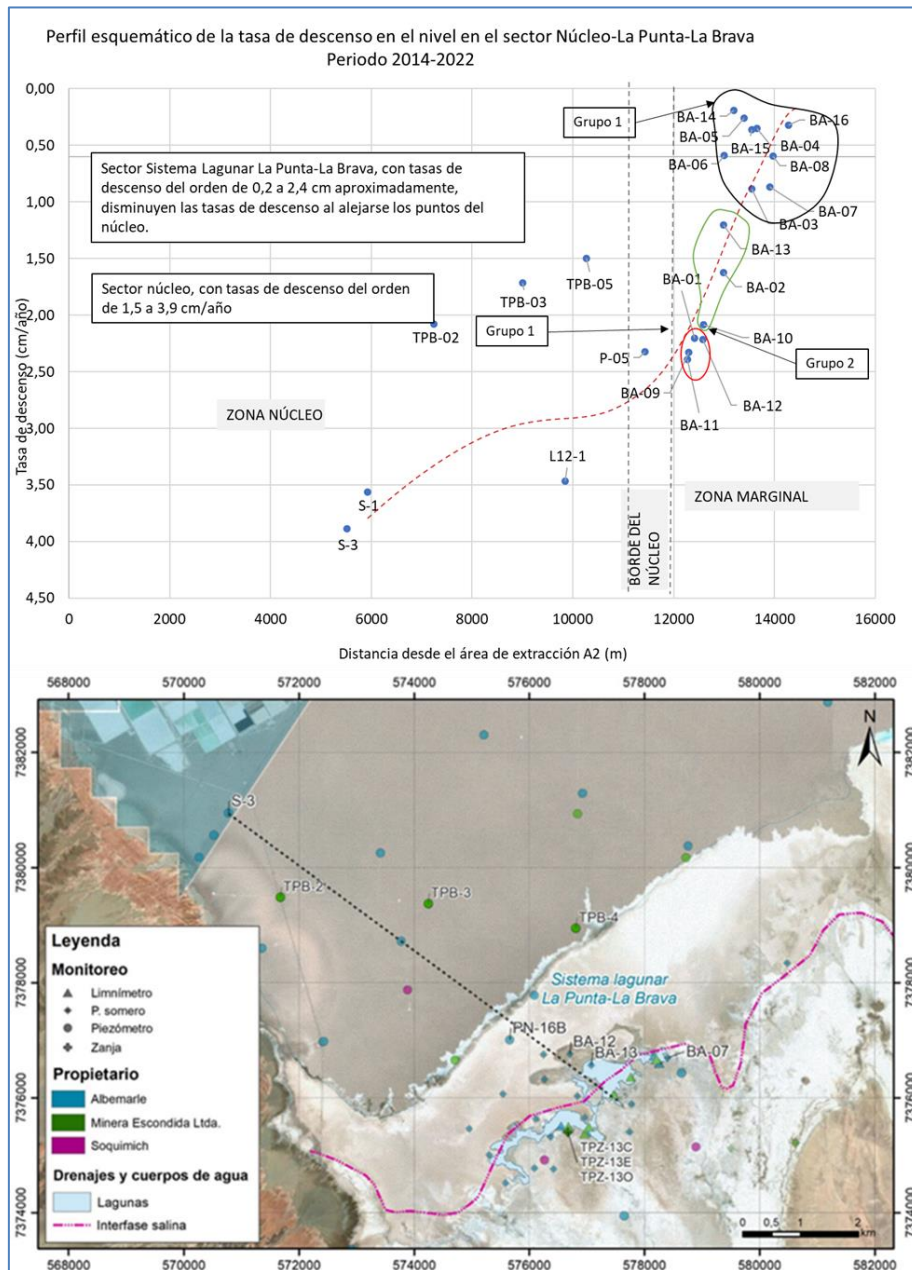


Fuente: Elaboración propia

Con las mediciones de evapotranspiración por el método del domo en el sector Núcleo se observan tasas de evapotranspiración menores a 0,288 mm/día (sección 5.2). Esto es concordante con lo observado en los niveles donde no se observan variaciones estacionales relacionadas a la evaporación, debido a las menores tasas registradas que en otros sistemas, siendo los mecanismos principales en control de los niveles el descenso generado por la extracción de salmuera y los eventos de precipitaciones.

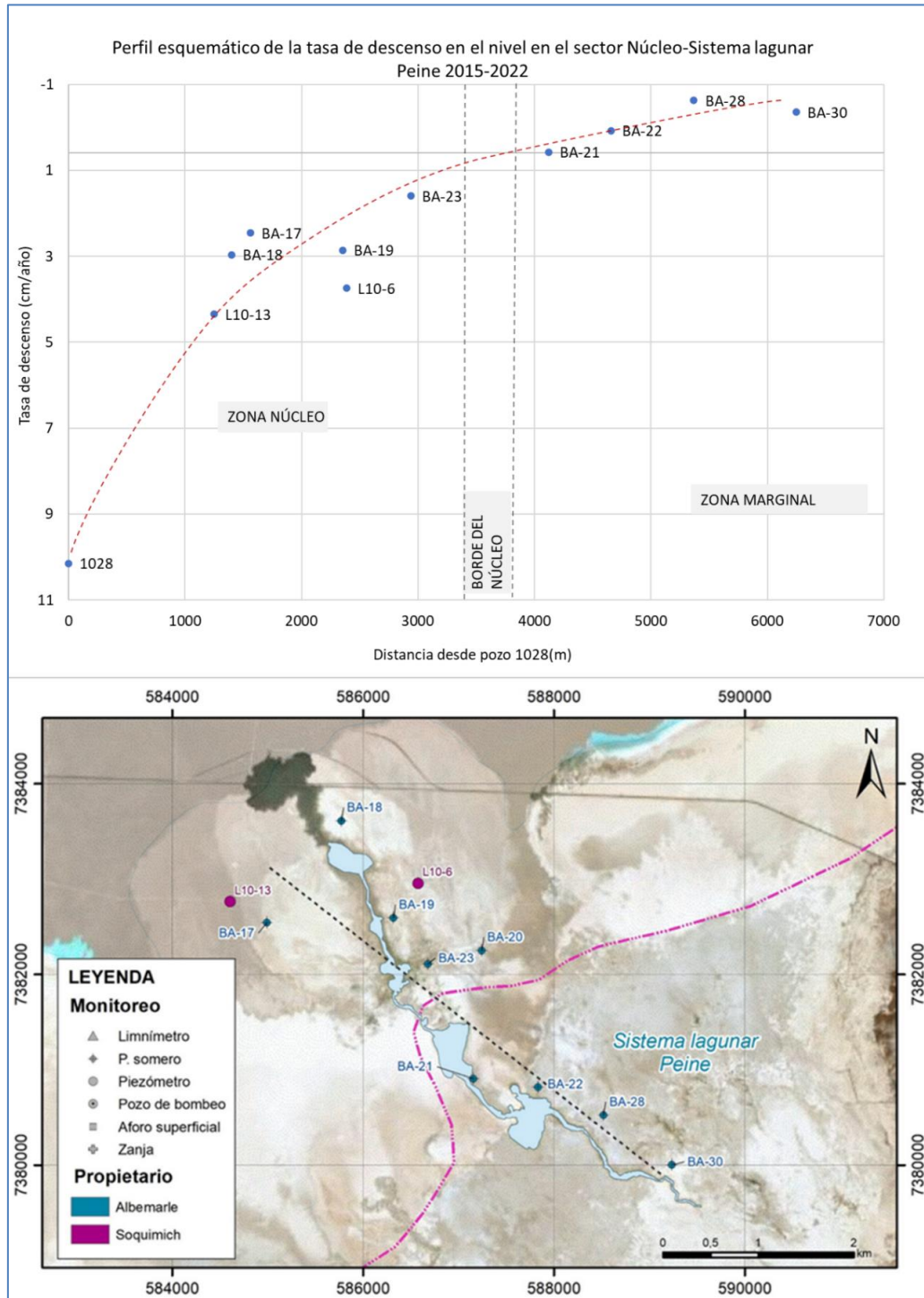
Las Figura 6-48 y Figura 6-49 muestran los descensos entre 2014 y 2022 para La Punta- La Brava, y 2015 y 2022 para el sector de Peine ambas figuras con perfiles desde la zona de extracción A2 y los sistemas lagunares La Punta-La Brava y Peine, respectivamente. Estas figuras están actualizadas según lo indicado en el Informe “Activación del Plan de Alerta Temprana – Sector de Alerta Acuífero Informe de Investigación de las causas” entregado en julio de 2022 a la SMA en el contexto de las medidas preventivas asociadas al PAT Sector de Alerta Acuífero. En el caso del sistema La Punta-La Brava se evidencian descensos del orden de 1,5 cm/año (TPB-05) a 3,9 cm/año (S-3) en el núcleo con mayores tasas de descenso en las cercanías del área de extracción A2, mientras que en los sistemas lagunares (zona marginal) los descensos entre los años 2014 y 2012 están en el rango entre 0,19 cm/año (BA-14) y 2,39 cm/año (BA-11). Se observa en el sistema Peine, donde los descensos más cercanos al área de extracción varían entre 1,59 cm/año (BA-23) y 10,14 cm/año (1028), mientras que en los puntos ubicados en el sistema lagunar se observa descenso solo en el punto más cercano al borde del núcleo con 0,57 cm/año (BA-21).

Figura 6-48 Descensos 2014-2022 sector La Punta-La Brava



Fuente: Modificado de Activación del Plan de Alerta Temprana – Sector de Alerta Acuífero Informe de Investigación de las causas (julio 2022). El punto TPZ-13C se calcula entre 2014-2021.

Figura 6-49 Descensos 2015 -2022 sector Peine



Fuente: Modificado de Activación del Plan de Alerta Temprana – Sector de Alerta Acuífero Informe de Investigación de las causas (julio 2022)

6.6 Discusión y Revisión del Estado del PAT

El objetivo del Plan de Alerta Temprana (PAT) es detectar anticipadamente, en el tiempo y en el espacio, desviaciones respecto de los pronósticos del comportamiento del componente hídrico que pudiesen llegar a afectar los sistemas objeto de protección y, activar las medidas preventivas necesarias para evitar efectos no previstos. Estas medidas pueden ser preventivas, para entender el origen del desvío de los pronósticos, o finales, para revertir un comportamiento no esperado del sistema y antes de que pudiera generarse un efecto adverso, como por ejemplo la disminución o cese de la extracción de salmuera.

Como fue indicado en la sección 4.2.7 y también en la sección 5.10 del presente informe, el Plan de Alerta Temprana considera tres sectores de alerta:

- Sector de alerta Núcleo
- Sector de alerta Acuífero
- Sector de alerta Norte

Cada uno de ellos con sus puntos de activación, umbrales y medidas de acción diferentes, que dicen relación con el comportamiento esperado de cada sector durante la fase de operación del Proyecto.

6.6.1 Sector Alerta Núcleo

Durante el año 2022, tal como fue presentado en la sección 5.10, es posible indicar que con fecha 26 de septiembre se superó por única ocasión el umbral de Fase I en el pozo PN-08A, sin embargo, no se cumplen las condiciones de activación del PAT Alerta Núcleo, por lo que no se han efectuado medidas preventivas en este sector.

En relación con el Sector de alerta Núcleo, en la sección 5.10 se presentaron los niveles observados versus los umbrales y en la sección 6.1, la comparación entre los niveles observados y los descensos modelados en la Segunda Actualización del Modelo de Flujo de Agua Subterránea en el Salar de Atacama sobre los pozos del PAT asociados al Sector de alerta Núcleo, para verificar el comportamiento de niveles de este. De lo anterior, los niveles de los puntos PN-05B y PN-08A, muestran una tasa de descenso, y aumentos provocados por las lluvias y descensos después de éstas, similar a lo modelado hasta diciembre 2022. La tendencia de descenso marcada por los niveles mínimos de los valores observados es también muy similar a la tendencia de los valores mínimos de lo modelado en dicho período. En particular, el punto PN-14B muestra descensos y tendencias con valores similares al modelo, con algunos puntos observados con cotas mayores que en los niveles simulados del modelo

numérico. Por último, el punto PN-16B, muestra una tendencia en el nivel que se estabiliza en el año 2022, mostrando en este caso que lo real (datos observados) presenta menores tasas de descenso que lo modelado. En otras palabras, los niveles en el Núcleo presentan descensos de acuerdo con lo modelado, e incluso inferiores, sin presentar desvíos sobre los pronósticos.

6.6.2 Sector Alerta Acuífero

Con respecto al Sector Alerta Acuífero, durante el año 2022 se registraron seis meses con mediciones asociadas al PAT del Sector Acuífero bajo los umbrales en el punto BA-07 (enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre). Como se ha señalado en distintos documentos y de acuerdo con lo señalado por la Superintendencia de Medio Ambiente (Res Ex N°1510/2021), para la activación de cada sector y las acciones a adoptar en caso de activación, se debe considerar cada sector de manera independiente con los mecanismos definidos en cada uno de ellos. De esta manera, la activación de un sector no afecta el de otro sector. Dado lo anterior, Albemarle adoptó las medidas preventivas asociadas a Fase Única del PAT Sector de Alerta Acuífero, donde se realizó el aumento de la frecuencia de monitoreo según lo expresado en el Anexo 3 de la Adenda 5, (Tabla 5-61) durante los meses de febrero, marzo y abril de 2022. Se entregó la información del monitoreo en forma mensual, además del Informe de Investigación de las Causas, junto con la revisión extraordinaria del Plan de Manejo biótico, además de la reducción preventiva de los caudales de extracción durante febrero, marzo, abril, mayo, junio y julio, con un máximo de 382 L/s.

Respecto del comportamiento de los niveles en los puntos que se ubican en el Sector de Alerta Acuífero (sección 5.10), estos presentan una oscilación estacional, asociada al efecto de la evaporación. Así, los períodos en que los niveles han estado más cerca de los valores umbrales, ha sido en los meses de verano, cuando los niveles se esperan más bajos.

Se destaca que aquellos puntos ubicados en el sistema lagunar La Punta-La Brava, el piezómetro somero denominado BA-07, presenta un aumento de niveles durante el primer semestre de 2022, de acuerdo con su dinámica estacional, encontrándose por sobre el umbral desde fines de abril de 2022 y alcanzando su nivel máximo en julio 2022. Posteriormente los niveles retoman la tendencia a la baja siguiendo la variabilidad estacional evidenciada en años anteriores, registrándose dos medidas bajo el umbral en los meses de noviembre y diciembre de 2022, respectivamente. Estos niveles no implican la activación del PAT Alerta Acuífero durante el año 2022. No obstante, a la fecha de entrega de este informe, el PAT se encuentra activado, dado que la activación del PAT ocurrió el día 31 de enero de 2023, el cual fue reportado a la autoridad mediante la carta ALB-GMA-2022-SMA-010 el día 1 de febrero de 2022, fuera del período de análisis del presente reporte.

Por otra parte, y según lo esperado los niveles de BA-05 y BA-16 mantienen fluctuaciones estacionales por el efecto de la evaporación. En términos de la variación interanual del nivel freático, los 3 puntos del sector La Punta La Brava (BA-05, BA-07 y BA-16) presentan una tendencia al descenso desde el inicio de las mediciones hasta la actualidad, lo que contrasta con el comportamiento de los puntos del sector Peine, levemente ascendente en los puntos BA-28 y BA-30.

Finalmente, con respecto a las medidas tomadas en forma preventiva asociadas al sector de Alerta Acuífero, se resumen en la Tabla 6-7. Se observa que Albemarle dio cumplimiento a las acciones requeridas en este sector.

Tabla 6-7 Medidas preventivas y acciones tomadas, PAT Alerta Acuífero

Medida preventiva	Acción tomada
a) Dar aviso a la autoridad ambiental de la II Región dentro de los 5 días hábiles siguientes	El 1 de febrero, mediante carta ALB-GMA-2022-SMA-010, Albemarle informó a la SMA que el día 31 de enero se registró la tercera medida en el punto BA-07 bajo el umbral contenido en el Plan de Alerta Temprana. (Para mayor detalle revisar sección 5.10)
b) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses	Se monitoreó con la frecuencia exigida en el escenario de la activación del PAT Acuífero (febrero, marzo y abril).
c) Reducir precautoriamente la explotación adicional de agua industrial y la extracción de salmuera	Albemarle entre febrero y julio extrajo un caudal medio de bombeo mensual de salmuera menor a 382 L/s (límite durante la activación del PAT Alerta Acuífero) y un caudal de bombeo mensual conjunto de la vertiente Tilopozo y el pozo Tucúcaro menor a 10,9 L/s (límite durante la activación del PAT Alerta Acuífero).
d) Revisión extraordinaria de los resultados y seguimiento del Plan de Manejo Biótico	Se entregó la revisión extraordinaria del Plan de Manejo Biótico mediante la carta ALB-GMA-2022-SMA-038 en el mes de julio de 2022, debido a que se analiza en conjunto que el informe de investigación.
e) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital	Se realizó de manera mensual en el período de activación del PAT Alerta Acuífero (ver cartas de entregas mensuales en Anexo M).
f) Investigación de las causas del desvío de los pronósticos y activación del PAT y entrega de informe	Albemarle realizó la entrega de dicho informe a la SMA mediante carta ALB-GMA-2022-SMA-038 en el mes de julio de 2022.

Fuente: Elaboración Propia

6.6.3 Sector Alerta Norte

Con respecto al PAT Sector de alerta Norte, este contempla 5 puntos de activación que corresponden a los indicados en el Plan de Contingencia de SQM (RCA N°226/2006 de la COREMA Región de Antofagasta, proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” del titular SQM Salar S.A.). La condición de activación para Albemarle consiste en que la autoridad ambiental notifique que SQM ha activado la Fase I o Fase II de su PAT y la verificación que este nivel se encuentra bajo los umbrales establecidos en la RCA N° 21/2016 como resultado de la activación de uno de sus pozos (L5-10; L4-12; L3-9; L1-5 y/o L1-G4 Pozo).

Como se ha indicado en la sección 5.10, desde el año 2020 SQM publica su información de seguimiento hidrogeológico en línea a través del sitio web www.sqmsenlinea.com, lo que permite acceder en forma permanente a la información que ahí se carga. Con estos antecedentes, Albemarle pudo informar oportunamente a la autoridad las activaciones y superaciones de umbrales de los puntos asociados a este PAT (ver detalle en sección 5.10). A modo de resumen se tiene que desde junio de 2021 se mantiene activa la Fase II del PAT Alerta Norte en el punto L1-5 y el punto L1-G4, también mantiene niveles bajo el umbral de Fase II por todo 2022 (cartaALB-GMA-2021-SMA-038). Además, también ocurrió un registro bajo la cota umbral de Fase II en el punto L5-10 el 5 de enero de 2022, el cual se mantuvo dicho umbral casi todo el primer semestre, desactivándose entre junio y septiembre. Posteriormente, el día 4 de octubre, se registró una nueva medición inferior al nivel del umbral. En el caso del pozo L4-12, el nivel fue inferior al umbral de Fase I el 12 de enero de 2022, sin embargo, el nivel vuelve a quedar sobre el umbral el mes de abril de 2022. Respecto al punto L3-9, este se ha mantenido sobre el umbral, sin presentar medidas bajo el umbral durante 2022.

Por otro lado, el resumen de las medidas preventivas y acciones tomadas asociadas a las Fase II del PAT Alerta Norte se encuentra en la Tabla 6-8. De la información presentada en la tabla se desprende de que Albemarle cumplió con todas las medidas necesarias dada la activación de la Fase II.

Tabla 6-8 Medidas preventivas y acciones tomadas, Fase II PAT Alerta Norte

Medida preventiva	Acción tomada
a) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses	Se realizó el aumento de la frecuencia de medición de las variables de monitoreo durante los meses de julio, agosto y septiembre de 2021
b) Reducir precautoriamente la explotación de salmuera del proyecto	Se realizó reducción de caudal anual de extracción para el año 2022. Es así, como el nuevo límite máximo para el año operacional 2022 corresponde a 414,40 L/s. La reducción asociada al año 2022 se calculará para el año operacional 2023.
c) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital	Se realizó de manera mensual en el período de activación del PAT Alerta Norte (ver cartas de entregas mensuales en Anexo M)
d) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico y entrega de resultados	Albemarle activa herramienta y realiza entrega del informe correspondiente a la SMA mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-073 en el mes de diciembre de 2021 y de su complemento a través de carta ALB-GMA-2022-SMA-007 en el mes de febrero de 2022
e) Generar informe de investigación de efectividad de la medida de reducción de la extracción de salmuera	Albemarle entrega el Primer Informe de Evaluación Técnica de la Efectividad de la Medida de Reducción de la Extracción de salmuera, a través de la carta ALB-GMA-2022-SMA-027 en el mes de junio de 2022

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a las activaciones del efecto sinérgico, el complemento del informe de efecto sinérgico relacionado a la Fase II (entregado en febrero de 2022) indica lo siguiente: *“Como conclusión general de los resultados presentados en este informe, la contribución en el descenso adicional por parte de Albemarle en el sector PAT Alerta Norte es del orden del 10%. Esta conclusión mantiene lo que ha sido postulado por Albemarle en el documento ALB-GMA-2021-SMA-033 y en la minuta técnica asociada “Compilación de Resultados de análisis de Efecto Sinérgico”, emitidos el 17 de junio 2021 a la Superintendencia del Medio Ambiente, donde se solicita una aclaración respecto al modo en que se aplicará la reducción de bombeo de salmuera en casos que indica”.*

En cuanto a las conclusiones del informe de Evaluación Técnica de la Efectividad de la Medida de Reducción de la Extracción de salmuera, se puede indicar que *“la efectividad de la medida determinada con la fórmula de la Adenda 5 en los puntos del PAT Sector de Alerta Norte corresponde a 0% en la fecha de evaluación (marzo de 2022), dado que no se observa una reducción en la tasa de descenso. Esta nula efectividad obtenida para este sector se relaciona con la baja contribución que tiene ALB al descenso, además del tiempo de viaje del efecto de la medida de reducción en los puntos del PAT Sector de Alerta Norte (superior al periodo de análisis de este informe)”.*

6.7 En relación Reportabilidad a entregables 2022, en el marco de la RCA N°21/2016

El Informe del Plan de Seguimiento Ambiental (PSAH) da cumplimiento a lo establecido en: el Considerando N° 7 de la RCA N°21/2016 en lo relacionado con la componente hídrica (agua); al Considerando N° 10.19 de la misma resolución, el que a su vez remite al Capítulo 3 del Anexo 3 de la Adenda 5; y a los compromisos vinculados a la componente hídrica de las otras dos RCA indicadas en la Tabla 2-1 de este informe.

En la evaluación ambiental del Proyecto quedó establecido, además de la entrega anual del Informe del PSAH, una serie de compromisos indicados en el Considerando N°10 de condiciones o exigencias específicas de la RCA N°21/2016. Relacionado con lo anterior, y con las variables del PSAH, en Anexo M de este Informe Anual, se adjunta toda la información de respaldo entregadas a la SMA durante el año 2022 y a continuación se presenta un resumen de cada una de ellas.

6.7.1 En relación con los Lisímetros, Considerando 10.5 y 10.6 de RCA N°21/2016.

- A la fecha de entrega de este informe, se indica que el día 25 de enero de 2023, se recibieron observaciones por parte de la autoridad a través de la Res SMA N°158/2023, las cuales fueron atendidas por ALB (fueron entregadas a través de la carta ALB-GMA-2023-SMA-010 en el mes de febrero) y se está a la espera de aprobación para realizar el cambio metodológico de los lisímetros actualmente instalados.

6.7.2 En relación con Modelo Hidrogeológico, Considerando 10.7 de RCA N°21/2016

- A la fecha de redacción de este informe, se está trabajando en la confección de la “Tercera Actualización del Modelo de Flujo de Agua Subterránea en el Salar de Atacama”, la que será entregada durante marzo de 2023.

6.7.3 En relación con la cota topográfica de referencia, Considerando 10.10 de la RCA N°21/2016

El considerando 10.10 establece que *“Sobre el nivel de las lagunas, la cota topográfica de referencia deberá ser revisada y validada por la SMA cada 2 años”*

- De acuerdo con lo comprometido, se debe realizar cada dos años. Durante el año 2022, no aplica realizar el levantamiento topográfico, éste será realizado en 2023.

6.7.4 En relación con Verificación Efecto Sinérgico, Considerando 10.16 y 10.20 de RCA N°21/2016

- De acuerdo a lo comprometido, no aplica realizarse durante el año 2022, debido a que se está activados en Fase II en el sector de Alerta Norte aún y no se ha activado el PAT del sector de alerta Núcleo.
- Con fecha 30 de junio de 2022, Albemarle hace entrega a la autoridad del “*Informe de Evaluación Técnica de la Efectividad de la Medida de Reducción de la Extracción de Salmuera*”, a través de la carta ALB-GMA-2022-SMA-027.

6.7.5 En relación con los entregables asociados a las activaciones de los PAT

Durante el año 2022, en cuanto a la activación del PAT Alerta Norte y sus medidas asociadas a la Fase I y Fase II, implica el entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital.

Esta información fue entregada oportunamente a la autoridad mediante las siguientes cartas conductoras:

- ALB-GMA-2022-SMA-006: Informe de monitoreo N°12 activación Fase I e Informe de monitoreo N°6 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2022.
- ALB-GMA-2022-SMA-011: Informe de monitoreo N°13 activación Fase I e Informe de monitoreo N°7 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2022.
- ALB-GMA-2022-SMA-017: Informe de monitoreo N°14 activación Fase I e Informe de monitoreo N°8 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2022.
- ALB-GMA-2022-SMA-019: Informe de monitoreo N°15 activación Fase I e Informe de monitoreo N°9 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2022.
- ALB-GMA-2022-SMA-021: Informe de monitoreo N°16 activación Fase I e Informe de monitoreo N°10 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2022.
- ALB-GMA-2022-SMA-025: Informe de monitoreo N°17 activación Fase I e Informe de monitoreo N°11 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2022.
- ALB-GMA-2022-SMA-036: Informe de monitoreo N°18 activación Fase I e Informe de monitoreo N°12 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2022.

- ALB-GMA-2022-SMA-039: Informe de monitoreo N°19 activación Fase I e Informe de monitoreo N°13 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2022.
- ALB-GMA-2022-SMA-045: Informe de monitoreo N°20 activación Fase I e Informe de monitoreo N°14 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2022.
- ALB-GMA-2022-SMA-050: Informe de monitoreo N°21 activación Fase I e Informe de monitoreo N°15 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2022.
- ALB-GMA-2022-SMA-052: Informe de monitoreo N°22 activación Fase I e Informe de monitoreo N°16 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2022.
- ALB-GMA-2022-SMA-054: Informe de monitoreo N°23 activación Fase I e Informe de monitoreo N°17 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2022

La activación del PAT Alerta Acuífero el 31 de enero de 2022 en el punto BA-07 implicó la toma de medidas preventivas según lo indicado en el Anexo 3 de la Adenda 5 del EIA del Proyecto. En conformidad a lo descrito en este documento, se dio aviso a la autoridad ambiental dentro del plazo comprometido (5 días hábiles siguientes) a través de la carta ALB-GMA-2022-SMA-010, y se aumentó la frecuencia de monitoreo de las variables correspondientes, pasando de mensual a quincenal para la variable niveles freáticos y de trimestral a mensual en el caso de la posición de interfase salina y calidad de aguas. Este aumento en la frecuencia de monitoreo se materializó en los meses de febrero, marzo y abril de 2022. Esta información fue entregada oportunamente a la autoridad mediante las siguientes cartas conductoras:

- ALB-GMA-2022-SMA-010: Activación PAT sector Alerta Acuífero, año 2022.
- ALB-GMA-2022-SMA-020: Entrega del informe de monitoreo que correspondiente al segundo mes de mediciones con mayor frecuencia, correspondiente a las mediciones de febrero y marzo, año 2022. Además, se indica que el reporte del primer mes de mediciones fue entregado en la carta ALB-GMA-2022-SMA-017.
- ALB-GMA-2022-SMA-022: Entrega del informe de monitoreo que correspondiente al tercer mes de mediciones con mayor frecuencia, correspondiente a las mediciones de febrero y marzo, año 2022.
- ALB-GMA-2022-SMA-024: Entrega del informe de monitoreo que correspondiente al tercer mes de mediciones con mayor frecuencia, correspondiente a las mediciones de febrero, marzo y abril, año 2022.

- ALB-GMA-2022-SMA-037: Entrega del informe de monitoreo que correspondería al reporte del mes de junio, año 2022.
- ALB-GMA-2022-SMA-038: entrega del "*Informe de Investigación de las causas del desvío de los pronósticos y activación del Plan de Alerta Temprana*", año 2022.
- ALB-GMA-2022-SMA-040: Entrega del informe de monitoreo que correspondería al reporte del mes de julio, año 2022.

6.8 En relación con la conexión en línea y reporte electrónico para el monitoreo del componente hídrico, Resolución Exenta SMA N° 1.314/2020.

La Res. Ex. SMA N° 1.314 / 2020 se establece lo siguiente:

“Información histórica: todos los registros anteriores a la fecha a la que se dará inicio a la reportabilidad en línea exigida en esta Resolución deberán ser informados a esta Superintendencia como parte de la instalación del sistema de monitoreo. Para ello, cada título debería acompañar las respectivas bases de datos con la información histórica de caudales de extracción de salmuera, caudales de reinyección de salmuera, caudales de extracción de agua subterránea y niveles (agua subterránea y/o salmuera), según corresponda, siguiendo los formatos de la Res. Ex. SMA No 894 de fecha de junio de 2019 que “Dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento del componente ambiental agua”, considerando los formatos más recientes publicados en la web de la SMA”.

A la fecha de entrega de este informe, se transmiten en línea los caudales de extracción de salmuera y se reportan los niveles de los puntos del Plan de Alerta Temprana y de otros puntos de monitoreo de acuerdo con lo establecido en la presente resolución.

7 CONCLUSIONES

El presente informe N° 7 del Plan de Seguimiento Ambiental de los Recursos Hídricos (PSAH) da cuenta del cumplimiento del compromiso de monitoreo periódico que ejecuta Albemarle sobre la componente hídrica de la cuenca del Salar de Atacama en cuanto a sus variables físicas y químicas más importantes, las cuales reflejan y permiten analizar el comportamiento del sistema hídrico. Asimismo, este informe da cumplimiento a los considerandos vinculados a la componente hídrica 7, 10.18 y 10.19 de la RCA N°21/2016, que calificó favorablemente el Proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”.

Considerando los objetivos específicos de las variables que se monitorean descritos en el Capítulo 3 de este documento se puede indicar que este informe:

- Reporta el monitoreo realizado en el sistema hidrológico e hidrogeológico general.
- Realiza el análisis histórico de las variables monitoreadas, enfatizando en el comportamiento de éstas durante el año 2022 con respecto a la data histórica existente, comparando con los límites comprometidos.
- Realiza un análisis integrado de las variables correspondientes, de manera de describir el comportamiento del sistema, tanto del Núcleo y la Zona Marginal, como del acuífero, enfocado principalmente en los objetos de protección.
- Verifica el comportamiento previsto del sistema hídrico en los puntos del PAT como respuesta tanto a las condiciones hidrológicas y meteorológicas como a los efectos de la explotación del proyecto. Al respecto, se verificó que, **durante el año 2022, no fueron activadas las fases PAT en el Sector de alerta Núcleo.**
- Por otro lado, durante todo el año 2022 se mantuvo activa la Fase II del PAT Sector Alerta Norte; esto implicó tener un límite de extracción de salmuera de 414,4 l/s como promedio anual del año operacional, **Albemarle dio cumplimiento, extrayendo 414,1 l/s de salmuera.**
- En cuanto al sector de Alerta Acuífero, este se activó en enero de 2022, lo que desencadenó la adopción de las medidas preventivas que están comprometidas para la activación, entre ellas, reducir la extracción de salmuera a 382 l/s como promedio mensual y la extracción de agua a 10,9 l/s. **Albemarle cumplió con lo establecido, bombeando menos de 382 l/s de salmuera y menos de 10,9 l/s de agua industrial, entre los meses de febrero a julio de 2022.** Esta activación del PAT Sector de Alerta Acuífero se desactivó en el mes de julio 2022.

- El presente informe de seguimiento entrega la información levantada en terreno, la que es analizada y descrita dando cumplimiento a lo establecido en la R.E. N° 223/2015 de la SMA. También entrega la información del año 2022 en el formato indicado en la RES SMA N°894/2019, permitiendo de esta manera la trazabilidad de los datos y proporcionando una herramienta de gestión y control para la fase de operación del Proyecto y que se extenderá durante los 5 primeros años de la fase de cierre.

Del monitoreo del PSAH en el año 2022 y del análisis integrado de las variables se puede concluir que:

De los registros de precipitación de la estación meteorológica EM-Rockwood la precipitación total anual del año 2022 de 3,9 mm/año, presenta una probabilidad de excedencia del 67% de acuerdo con el registro histórico, lo que corresponde a un año seco. Solo se registraron precipitaciones en el mes de marzo (3,5 mm/mes) y junio (0,4 mm/mes) de 2022, sin que se generara un aumento notable en los niveles asociados a la precipitación, exceptuando los puntos del núcleo que mostraron aumentos puntuales de nivel como respuesta a la precipitación de marzo.

Los resultados de las **tasas de EVT**, muestran valores máximos en estaciones más cálidas y valores mínimos para las estaciones más frías. En general, los valores de tasa de EVT se encuentran en los mismos rangos de los últimos 4 años, con variaciones estacionales evidenciadas dentro del registro histórico.

Para el caso de las **superficies lagunares**, durante el año 2022, la mayor superficie lagunar se registró en el sistema Soncor en la campaña de invierno y los mínimos en el sistema Aguas de Quelana, en la campaña de verano, durante el mes de diciembre. Las superficies lagunares calculadas desde las imágenes de alta resolución (Pléiades 1A) del verano 2022, para todos los sistemas, y desde el registro de invierno 2022 de Soncor, fueron menores a las áreas calculadas desde las 4 o 5 imágenes de alta resolución disponibles previas al inicio de la operación del Proyecto para cada sistema lagunar, de entre los años 2006 y 2014. No obstante, las imágenes Landsat de media resolución del período 1972-2014, que fueron analizadas en la Adenda 5 mostraron la variabilidad histórica de las superficies en un periodo más largo, y estadísticamente más representativo. Las superficies determinadas mediante imágenes Landsat para el año 2022 en el marco del presente PSAH están dentro de la variación histórica de la superficie lagunar en los sistemas estudiados.

- **Sector La Punta – La Brava**

Para el Sector La Punta-La Brava, en 2022, los niveles subterráneos del acuífero mantienen la tendencia histórica con variaciones estacionales asociadas a los procesos de evaporación, los que presentan diferentes amplitudes dependiendo de la zona que se analice. En la zona de las lagunas, en general se observa tendencia al descenso. En este informe se analizaron las evoluciones de nivel, en 5 zonas, definidas de acuerdo con la distribución espacial de los puntos de monitoreo.

La zona Norte Lagunas, representada por sólo 3 puntos (BA-01, BA-09 y BA-11), indica una evolución (2013-2022) con tendencia histórica al descenso, con variaciones estacionales, presentando niveles más bajos en los meses de estaciones cálidas y mostrando recuperación en los meses de estaciones frías. En relación con las precipitaciones históricas, este sector se ha mostrado sensible a los eventos de precipitación importantes. Por ejemplo, posterior a las precipitaciones de 2019, se generaron aumentos de nivel freático, de hasta 0,67 m (en el piezómetro somero BA-11).

La zona Centro lagunas, con 6 puntos, presenta amplitudes de 30 cm (ej. BA-13) de variaciones estacionales y también una leve tendencia al descenso que se hacen más acentuadas después de las lluvias de enero 2019, la que provocó un ascenso importante en los niveles, que se mantuvo casi 18 meses, para luego retomar la tendencia histórica.

La zona Este de las lagunas (BA-27) presenta comportamiento similar a los pozos al norte de las lagunas y tendencia general al descenso en todo el período registrado.

La zona Sur de las lagunas, con 10 puntos representativos, incluidos MP-03A y MP-01A, presenta actualmente amplitudes estacionales del orden de los 10 cm (BA-15) hasta 13 cm (MP-03A) para el año 2022, menor que la zona centro y similar a las zonas Norte y Este. Para el periodo 2013-2022 se observan tendencias al descenso (centimétricas) que estarían relacionados con la influencia de los conos de descenso provenientes desde el sur, producto del bombeo histórico del campo de pozos del sector Monturaqui y Negrillar en la cabecera de la cuenca.

Por último y más a alejado de las lagunas en la **Zona Borde Sur**, los puntos TIL-P03, vertiente Tilopozo y MP-04A, que corresponden a puntos someros cercanos a la zona de Tilopozo describen, incluso la propia vertiente de Tilopozo, una variabilidad en los niveles en el tiempo estables y con el pozo TIL-P03 con amplitudes de hasta 50 cm. Sin embargo, destaca más al sur la tendencia al descenso de los puntos MP-09A y MP-09C, los que estarían relacionados con la llegada de los efectos de la extracción de agua industrial en el sector de Monturaqui y Negrillar.

En relación con las captaciones de extracción de agua para uso industrial, en particular la vertiente Tilopozo y el pozo Tucúcaro, estos presentan una evolución histórica de sus niveles, con variaciones intranuales, mayores en Tucúcaro probablemente por su cercanía al borde del Cordón de Lila y ambos con tendencia estable en el tiempo, levemente al aumento en 2022.

La **superficie lagunar** calculada mediante imágenes satelitales de alta resolución durante el año 2022 presentó la estacionalidad esperada según los registros disponibles, siguiendo la tendencia histórica al descenso en los veranos de 2020 y 2021. En diciembre de 2021 se registró el valor mínimo respecto a las 4 o 5 imágenes disponibles por sistema lagunar, de antes del inicio del Proyecto. Del análisis de la variación de superficies Landsat, de mediana resolución, para el período 2016-2022, se observa la variabilidad estacional regulada por la evaporación, y los efectos puntuales de la precipitación, los que tienen un rol secundario con aumentos localizados, que se traduce tanto en una variabilidad intranual como interanual. También del mismo análisis de las superficies Landsat, se indica que los valores se encuentran por encima de las superficies lagunares mínimas históricas definidas con las imágenes de mediana resolución presentadas en la Adenda 5. Finalmente, se observa una tendencia al descenso de las superficies máximas de invierno y en menor grado de las superficies mínimas de verano, junto con una disminución de la precipitación de 2020 en adelante.

La **calidad de química** de las muestras analizadas durante el año 2022 se encuentra dentro de la variabilidad histórica y natural del sector, mientras la **Interfase salina** permanece en general estable durante el año 2022 y dentro de lo observado históricamente para los puntos de medición.

El monitoreo efectuado durante el año 2022 confirma el modelo conceptual de funcionamiento del sistema lagunar La Punta-La Brava establecido en la evaluación ambiental. Las zonas de recarga se ubican en el sector sur, y están constituidas por aguas cloruradas sódicas relativamente poco mineralizadas. Estas aguas fluyen hacia el Noroeste, aumentando su conductividad eléctrica hasta encontrarse con la salmuera del núcleo, generándose la Interfase Salina que se dispone perpendicular al flujo, y que fuerza al agua subterránea a ascender aflorando en superficie, dando origen a las lagunas. Una vez en las lagunas, y debido al efecto de la evaporación, el agua sigue aumentando su salinidad.

Respecto al sistema lagunar, la Laguna la Punta es importante indicar que se compone de dos cubetas principales, las que actualmente se encuentran desconectadas, sin embargo, años atrás existió un cierto grado de conexión superficial entre las dos durante el período de llenado de las lagunas, normalmente en invierno.

Del análisis presentado en el capítulo 6 de Discusiones, se puede indicar que la mayor cota de la cubeta principal es indicadora de que, en caso de existir o haber existido flujo entre estas, habría sido en dirección suroeste – noreste, hacia la cubeta secundaria (punto F de MEL, y ubicación de los puntos LM-01 y LM-02). Así, la dinámica de esta última podría haber estado influenciada (alimentada) por la cubeta principal.

Si bien las cotas presentadas por Albemarle (LM-01 y LM-02) son diferentes a las reportadas por MEL (F), se puede apreciar que la tasa de variación y la amplitud estacional de los registros son coincidentes. Esto da cuenta de que hay consistencia en los registros de ambos titulares, y que, por lo tanto, es esperable que la tendencia de los puntos LM-01 y LM-02 en el período previo al comienzo de sus registros (2016), haya sido similar a la del punto F.

De lo anterior, se puede concluir que los puntos LM-01 y LM-02 (sector La Punta) habrían presentado una tendencia al descenso desde un período previo al comienzo de la operación del Proyecto de Albemarle, equivalente a la del punto F, y que dicha tendencia no se ha modificado de manera significativa en forma posterior.

Al comparar, el nivel freático en el punto BA-07 (que activó el PAT Acuífero en 2022) y el punto F, se observa que ambas series de nivel se ajustan, mostrando los dos puntos una variación de la cota de magnitud similar. Así, tanto la tendencia al descenso, como la amplitud estacional del nivel es similar en ambos puntos de monitoreo. De este modo, es probable que la tendencia al descenso del nivel freático en el barreno BA-07 haya comenzado en un período previo al inicio de sus registros (previo al 2013), con la misma tendencia de descensos que la registrada en el Punto F.

- **Sector Peine**

Los niveles registrados durante el año 2022 en este sector, tanto para aguas subterráneas como para aguas superficiales de lagunas, se encuentran dentro de la variabilidad natural registrada en las campañas de monitoreo anteriores. Los niveles, en general presentan variaciones estacionales relacionadas con la evaporación y aumentos bruscos asociados a eventos de precipitación para luego presentar descenso; esto es más acentuado en los puntos más cercanos al núcleo.

Por ello, en este sector el análisis de los niveles se realiza también por zonas, considerando: **la zona del Borde Este y Sur de Peine** con 5 puntos, con una variación estacional (ej. PP-01) de amplitud promedio de 20 cm y tendencias estables en el tiempo (2016-2022).

La **zona Laguna Salada**, representada con los puntos BA-28 y BA-30, presenta una variación estacional con tendencia estable e incluso al alza en el tiempo (2015-2022) y una amplitud promedio de 10 cm para todo el período, la que se mantiene en el 2022.

La **zona Media Lagunas**, representado por BA-21 y MPS-A, presenta una variabilidad similar y sincrónica entre puntos con una tendencia histórica estable. En esta zona se pierde la estacionalidad de los niveles presentando aumentos y directa relación con los eventos de precipitación, por ejemplo, para verano 2019 e invierno 2020.

Finalmente, en la **zona de Laguna Interna**, con 5 puntos someros y 1 multipiezómetro se observan las principales variaciones y aumento de los niveles frente a los eventos de precipitación, al igual que las respuestas que generan estos eventos en los puntos ubicados en el núcleo, siendo el más relevante el ocurrido en enero – febrero 2019, que provocó ascensos de nivel de hasta 85 cm (BA-19) para posteriormente en 18 meses volver a retomar los niveles de años previos. A diciembre 2022 con un año casi sin precipitaciones importantes, los niveles se muestran inferiores a los años previos.

En relación con la superficie ocupada por las lagunas en el sistema Peine, esta muestra extensiones máximas en los meses de verano (diciembre) y mínimos en los meses de invierno (agosto), mostrándose con las imágenes Landsat (de mayor frecuencia) respuestas claras del sistema lagunar ante los eventos importantes de precipitación. En relación con la superficie lagunar calculada mediante imágenes de alta resolución, las mediciones de invierno y verano se encuentran bajo los mínimos calculado con las 4 imágenes AR disponibles de este sistema lagunar previas al inicio del Proyecto (Adenda 5). Es importante destacar que las superficies obtenidas de las imágenes AR históricas y las imágenes AR del PSAH, han sido determinadas en meses distintos, específicamente en marzo y abril para las imágenes AR históricas, y en agosto y diciembre para las imágenes AR del PSAH.

Complementariamente, al considerar el análisis histórico de la variación de superficies Landsat de mediana resolución (1972-2014), es posible evidenciar que previo al año 2015 la extensión superficial lagunar cambió su dinámica (estacional), por una similar a la del nivel de salmuera en el núcleo, en el que el sistema responde de manera relativamente abrupta a los eventos de precipitación, con una baja influencia de la evaporación, donde la extensión lagunar depende principalmente de la intensidad de cada evento particular de precipitación. Al respecto, como ya ha sido mencionado, el sistema Peine se compone de 3 lagunas, cada una con una dinámica particular, alimentado de agua subterránea que afloran aguas arriba de la Laguna Salada, que escurren de forma canalizada hacia la laguna Saladita y finalmente hacia Laguna Interna (y el sector de Desborde Interna). Así, los incrementos y cambios verificados durante el período de invierno (o luego de eventos de precipitación de alta intensidad), se explican

principalmente por la variación de la superficie de la zona terminal del sistema lagunar, es decir, laguna Interna y sus desbordes.

En relación con la **química del agua**, las muestras analizadas durante el año 2022 se observan con valores dentro de la variabilidad natural y la tendencia histórica.

La conductividad eléctrica (CE) de las lagunas es, en general, mayor a la registrada en las aguas subterráneas de los pozos someros (agua salobre) y menor que la de los pozos profundos. La CE aumenta desde laguna Salada (que es la menos mineralizada) hacia la laguna Saladita por la evaporación y luego, el agua procedente de esta laguna se adentra hacia el Núcleo de salmuera de manera superficial/subsuperficial generando la laguna Interna, que es donde se reportan la máxima CE (LM-17).

La **Interfase salina** también permanece estable durante el año 2022.

En general, los datos de caudales superficiales de las campañas de monitoreo del año 2022 muestran valores dentro del rango histórico, manteniéndose dentro de la variabilidad natural y estacional de cada punto de medición, con valores menores durante los meses de verano. El caudal medido en el punto AFP-03 y AFP-04 en el mes de junio, registraron un nuevo máximo histórico.

El monitoreo efectuado durante el año 2022 confirma el modelo conceptual de funcionamiento del sistema lagunar Peine, donde las zonas de recarga se ubican al sureste del sistema lagunar, y las aguas que infiltran al acuífero lo hacen o bien por precipitación directa o por escorrentía superficial/subsuperficial hasta alcanzar zonas más permeables. Una vez en el acuífero, estas aguas fluyen hacia el Noroeste hasta interceptar con la superficie de terreno generando manantiales, de composición clorurada sódica que dan origen a las lagunas. En superficie estas aguas siguen su recorrido, formando canales naturales que alimentan a las lagunas Salada, Saladita y finalmente laguna Interna. A medida que el agua fluye hacia el Núcleo va aumentando su salinidad, debido a procesos de evaporación. Por último, el agua de la laguna Interna acaba adentrándose en el Núcleo de salmuera de manera superficial, disolviendo la costra de cloruros y enriqueciéndose paulatinamente en sales disueltas, hasta que finalmente, ya convertida en salmuera, se incorpora al Núcleo.

- **Sector Norte y Borde Este**

El Sector Norte y Borde Este, está constituido por el sistema lagunar de Soncor y el sistema lagunar Aguas de Quelana.

En relación con el Sistema Aguas de Quelana

Los **niveles** medidos en las aguas subterráneas someras (salobres) del MP-12A presentan una tendencia estable, con variaciones estacionales. Estas variaciones estacionales también se observan en los niveles de agua de las lagunas (LM-13 y LM-14) y superficies lagunares las que están asociadas principalmente a la evaporación. Los niveles limnimétricos en el año 2022 se encuentran dentro de los rangos del período 2016-2021.

En cuanto a la **calidad química**, en el sistema Aguas de Quelana se observan 2 tipos de agua; aguas intermedias cloruradas sódicas, que se disponen al Este del sistema en la zona de las vertientes, y aguas cloruradas sódicas, de mayor salinidad, que se localizan en el sector Oeste, en las lagunas y acuífero de agua dulce-salobre.

Las variaciones de la **superficie de lagunas** del Sistema Aguas de Quelana se asocian a un comportamiento estacional, con extensiones mayores en invierno que en verano. La superficie lagunar presenta aumentos y descensos estacionales debido a procesos de evaporación, siendo el factor principal en el control de la extensión del sistema lagunar.

Al considerar las superficies semestrales del PSAH desde imágenes de alta resolución (AR invierno y AR verano) para el sector Aguas de Quelana se puede observar una cierta variabilidad estacional, con fluctuaciones entre inviernos y veranos de diferente magnitud coincidente con el comportamiento histórico en imágenes Landsat. Al realizar una comparación con las superficies semestrales del PSAH con los registros históricos disponibles presentados en la Adenda 5 - EIA del Proyecto (que corresponden a 4 imágenes satelitales de marzo 2006, marzo 2007, abril 2011 y abril 2013), se tiene que los resultados de diciembre 2020, 2021 y 2022 se encuentran bajo el menor valor de las 5 imágenes AR de referencia (113.000 m² en marzo 2007). Dentro de esta comparativa, es importante destacar que las 4 superficies disponibles previas al inicio del Proyecto de alta resolución han sido determinadas en meses distintos (marzo y abril) a los reportados semestralmente en el PSAH (agosto y diciembre), aspecto importante a considerar, dada la variabilidad intranual de este sistema en el Anexo C de este informe.

De la serie Landsat Histórico 1972 - 2014 (media resolución) es posible observar que la superficie lagunar de invierno presentó una fuerte tendencia a la baja en los años previos a 1992 y que desde entonces hasta aproximadamente el año 2013, mostró una variabilidad estacional estable que termina en año 2014 aproximadamente. Los valores más bajos de las estaciones de invierno se han concentrado desde julio de 2014 a la fecha. Es importante destacar que en este sistema lagunar se observa la mayor diferencia entre las superficies de los periodos de invierno y verano, siendo en el periodo de verano donde se producen las mayores disminuciones del sistema, donde se observa que los cuerpos de agua pueden llegar a reducirse hasta en un 98%. Al igual que en la temporada de invierno, las menores superficies

de los veranos de la serie completa se concentran desde 2014 a la fecha. Del seguimiento comprometido, de la serie Landsat (PSAH 2016-2022), se tiene que las estimaciones de superficies de lagunas se encontrarían dentro de los rangos máximos y mínimos históricos siguiendo la tendencia de los años previos, tanto en invierno como en verano.

El monitoreo efectuado durante el año 2022 confirma el modelo conceptual de funcionamiento del sistema lagunar Aguas de Quelana establecido en la evaluación ambiental, que indica que el sistema lagunar de Aguas de Quelana, está conformado por una serie de lagunas o zonas de acumulación de agua dispersas, de aparición intermitente, de poca profundidad y baja extensión. En este sistema no se aprecia la presencia de canales que alimenten los cuerpos de agua, a diferencia de lo que sucede en los sistemas Peine y Soncor. Esto estaría indicando que las surgencias de agua subterránea se producen en las mismas lagunas o muy cerca de ellas. La fuente de agua de estos sistemas corresponde a flujos subterráneos provenientes de los acuíferos aluviales del este, alimentados por las quebradas de Camar, Cucala y El Toro, por lo que dependen de la dinámica de este. Durante eventos de precipitación, una parte del agua, que no se evapora, escurre superficialmente aguas abajo del sistema, a través de canales, hacia el límite con la costra de cloruros del Núcleo, donde finalmente se incorpora al mismo.

En relación con el Sistema Soncor

Los **niveles** medidos en las aguas subterráneas someras representado sólo por BA-31, durante el período que tiene registros (2016-2022) muestra una rápida respuesta a los eventos de precipitación (como, por ejemplo, en enero 2019). Durante el año 2022, los piezómetros PN-18 y PN-19 ubicados en el núcleo, pero cercanos al sistema lagunar Soncor y cercanos a BA-31, muestran la continuación del descenso observado desde mayo de 2021.

La **calidad química del agua** del sector se mantiene dentro de los rangos históricos y esperados, no presentando variaciones relevantes.

En relación con las **superficies lagunares** del sistema Soncor, los registros de las imágenes satelitales de alta resolución se comportan según la estacionalidad esperada para todo el período. Las superficies del año 2022 son las menores de este registro, por debajo de los 5 registros históricos disponibles anteriores al inicio del Proyecto (marzo 2007, abril 2010, abril 2011, abril 2013 y abril 2014). La comparación entre las mediciones de verano del PSAH, con los registros presentados en la Adenda 5 muestran que desde el año 2018 a la fecha, solamente en diciembre de 2019 la superficie fue superior al valor mínimo de referencia (marzo 2007). Dentro de esta comparativa, es importante destacar que las superficies históricas en alta resolución han sido determinadas en meses distintos (marzo y abril) a los reportados

semestralmente en el PSAH (agosto y diciembre), aspecto importante a considerar, dada la variabilidad estacional descrita previamente.

Desde la serie Landsat histórica 1972-2014, es posible observar que, al igual que para los otros 3 sistemas lagunares descritos de manera previa, la máxima extensión de las lagunas se produce principalmente durante los meses de invierno, siendo los años con menor superficie de invierno los años 2002 y 2014.

Al considerar la serie comprometida Landsat (PSAH 2016-2022) semestrales con modelo de clasificación supervisada en terreno), se puede observar que esta entrega superficies de mayor magnitud atribuibles al método de mayor detalle de validación de terreno. Si bien por estas razones, dichos valores no son directamente comparables con los de la serie descrita de forma previa, se destaca que se encuentran dentro de los registros mínimos y máximos de la serie histórica 1972-2014. Adicionalmente, se observa para los últimos años una reducción de su superficie de invierno y verano, al igual que lo observado en los registros de la serie Landsat 2016/2022, y que es consistente con lo observado para el sistema Aguas de Quelana.

El registro de imágenes Landsat (de mayor frecuencia, presentado en Anexo C) permite concluir que la estacionalidad está asociada a la evaporación, indicando que este es el principal factor de variabilidad de las superficies lagunares de Soncor. Por otro lado, se observa que las precipitaciones también pueden generar aumentos en las superficies, pero de forma local.

Es importante tener presente en el análisis de mayor plazo, que antiguamente la laguna Barros Negros descargaba por un sector denominado “Cola de Pez”, mientras que actualmente lo hace por “Desborde Sur”, variación asociada a cambios en la dinámica de sedimentación del sistema lagunar, como consecuencia del efecto de eventos de alta intensidad de precipitación y escorrentía. Dichos cambios se produjeron principalmente entre 2007 y 2012. Al modificarse la morfología de la zona de desborde, se producen cambios en la superficie total del Sistema Soncor, que no estarían asociados necesariamente a un aumento o disminución del recurso hídrico disponible.

Sector Núcleo

Los **niveles** en el Núcleo presentan en general, una tendencia al descenso, de acuerdo con los descensos modelados producto de las extracciones de salmuera ambientalmente aprobadas. En el Núcleo también se registran ascensos de nivel que responden a los eventos de precipitación y, en consecuencia, recarga del sistema. Por otra parte, los niveles no muestran una tendencia estacional marcada durante los últimos años, debido a que las tasas

de evapotranspiración registradas en el Núcleo son, en general, menores a 0,3 mm/día, y porque la mayoría de los niveles se encuentran bajo de la profundidad de extinción de la evaporación (aprox. 2 metros).

Dada la ubicación geográfica de los puntos de monitoreo, el sector del núcleo se divide en Núcleo Centro Norte, Núcleo Oeste, Núcleo Este y Zona de Producción. En la zona de producción, los niveles presentan un comportamiento variable y con tendencia al descenso, influenciados por la explotación de los pozos productivos. Los descensos generados son menores a medida que se alejan de esta.

En la zona centro norte todos los pozos del sector presentan un comportamiento similar y sincrónico, con rápidas respuestas a eventos de precipitación intensa como los ocurridos en febrero 2019 y agosto de 2020, por ejemplo, en el evento de precipitaciones de enero del año 2019, generaron aumentos de nivel de 0,67 m en PN-19 y 0,89 m en ES-11 (medidos entre enero y febrero 2019).

En cuanto al sector del Núcleo Oeste, estos no muestran respuesta a los eventos de precipitación, debido a que presentan niveles más profundos que siguen una tendencia al descenso, como el registro histórico.

Finalmente, para el sector del Núcleo Este, el comportamiento de los niveles de todos los pozos es sincrónico, con tendencia general al descenso, la que se interrumpe con las recuperaciones de niveles que provocan los eventos de precipitación intensas como las observadas en marzo 2013, abril 2015, febrero 2017, marzo 2019 y agosto 2020. Entre los años 2002 y 2013 no se generaron recuperaciones de nivel por este fenómeno, debido a la ausencia de precipitaciones significativas. En el año 2022, las precipitaciones fueron marginales, con 2,7 mm en el mes de marzo, medida en EM-Rockwood) y de 9,8 mm medida en EM-Chaxa), generando aumentos en los niveles pequeños y puntuales.

8 REFERENCIAS

ALBEMARLE-CEDREM. “Informe anual N°6, Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH)” Proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama (RCA RE N°21/2016)”, 2022.

ALBEMARLE-SGA. “Informe Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) N°1, período Enero-Diciembre 2016. Entregado a SMA marzo 2019.

ALBEMARLE-SGA. “Informe Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) N°2, período Enero-Diciembre 2017. Entregado a SMA marzo 2019.

ALBEMARLE-SGA. “Informe Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) N°3, período Enero-Diciembre 2018. Entregado a SMA marzo 2019.

ALBEMARLE-SGA. “Informe Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) N°4, período Enero-Diciembre 2019. Entregado a SMA marzo 2020.

ALBEMARLE-VAI. “Informe Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) N°5, período Enero-Diciembre 2020. Entregado a SMA marzo 2021.

ALBEMARLE-VAI. “Informe Herramienta de Verificación del Efecto Sinérgico Salar de Atacama”, Activación PAT RCA N°21/2016, Sector de Alerta Norte, Fase I, en fecha 09.07.2021.

ALBEMARLE-VAI. “Informe Herramienta de Verificación del Efecto Sinérgico Salar de Atacama”, Activación PAT RCA N°21/2016, Sector de Alerta Norte, Fase II, en fecha 28.12.2021.

ALBEMARLE-VAI. “Complemento Herramienta de Verificación del Efecto Sinérgico Salar de Atacama; Activación PAT RCA N°21/2016; Sector de Alerta Norte, Fase II, en Fecha 28.06.2021”. Entregado a SMA enero 2022.

ALBEMARLES-IZUMI. “Informe Técnico N°1 Activación del Plan de Alerta Temprana – Sector de Alerta Acuífero Informe de Investigación de las causas”. Entregado a SMA agosto 2021.

CORNELLÀ, O., SALAS, J., ARAVENA, R., GUZMÁN, E., GUIMERÁ, J., TORE, C., VON IGEL, W., HENRÍQUEZ, A, FOCK, A. Hidrogeología de los sistemas lagunares del margen E del Salar de Atacama. XII Congreso Geológico Chileno. Santiago, 22-26 de noviembre, 2009.

CRIST, E. P. AND CICONE R.C. 1984. Application of the Tasseled Cap concept to simulated Thematic Mapper data, Photogrammetric Eng. Remote Sens Vol. 50(3), 343-352.

CRIST, E. P., LAURIN, R. AND CICONE, R.C. 1986. Vegetation and soils information contained in transformed Thematic Mapper data. In Proceedings of IGARSS' 86 Symposium, 1465- 70.

DGA, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación. Análisis de los mecanismos de evaporación y evaluación de los recursos hídricos del Salar de Atacama. Santiago, 2014.

HERNÁNDEZ, H. J. Apuntes de clases de SIG y Percepción Remota. Magíster en áreas silvestres y conservación de la naturaleza. Universidad de Chile. 2005.

Quevedo-Tejada et al, 2015 Clasificación de Años Secos, Normales y Húmedos Mediante el Método Standardized Precipitation Index Adaptado a Caudal Medio Mensual: Aplicación en Mulchén

SEA, Servicio de Evaluación Ambiental, División de Evaluación Ambiental y Participación Ciudadana. Guía para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA. 2012.

SQM. Estudio de Impacto Ambiental "Plan de Reducción de Extracciones en el Salar de Atacama" SQM Salar S.A. Provincia de El Loa, Región de Antofagasta, 2022.

SQM. Informe N°15 del PSAH del Proyecto "Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama", 2014.

STANNARD, D. I. "Use of a hemispherical chamber for measurement of evapotranspiration", 1988.

MARDONES, L. "Características geológicas e hidrogeológicas del Salar de Atacama". En, LAGOS, G. "El litio. Un nuevo recurso para Chile", Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería en Minas, 1986.

MEL. Plan de Alerta Temprana para Acuífero Monturaqui-Negrillar-Tilopozo. Informe N°17: Revisión hasta fines de 2017. Marzo, 2018.

ROCKWOOD-SGA. "Estudio hidrogeológico y modelo numérico sector sur del Salar de Atacama". Anexo 1 de la Adenda 5 del EIA "Modificación y mejoramiento del sistema de pozas de evaporación solar en el Salar de Atacama", 2015.

ROCKWOOD-SGA. "Plan de seguimiento ambiental y plan de alerta temprana de los recursos hídricos". Anexo 3 de la Adenda 5 del EIA "Modificación y mejoramiento del sistema de pozas de evaporación solar en el Salar de Atacama", 2015