SQM SALAR S.A.

INFORME N° 22 DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA

"INFORME DE MONITOREO SEMESTRAL ACTUALIZADO A DICIEMBRE 2017"



INFORME N° 22 DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA

"INFORME DE MONITOREO SEMESTRAL ACTUALIZADO A DICIEMBRE 2017"

ÍNDICE

| 1 | RESUMEN | 1 |
|-------------|---|------|
| 1.1 | SISTEMA SONCOR | 3 |
| 1.2 | SISTEMA AGUAS DE QUELANA | 3 |
| 1.3 | SISTEMA PEINE | 4 |
| 1.4 | SISTEMA CUÑA SALINA | 4 |
| 1.5 | SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE | 5 |
| 1.6 | SISTEMA VEGAS DE TILOPOZO | 5 |
| 1.7 | SISTEMA NÚCLEO DEL SALAR DE ATACAMA | 5 |
| 2 | INTRODUCCIÓN | 6 |
| 3 (PSAH) | OBJETIVOS DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGI 9 | CO |
| 4 | MATERIALES Y METODOS | 10 |
| 4.1 | DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO | . 10 |
| 4.2 | UBICACIÓN DE LOS PUNTOS O SITIOS DE MONITOREO | 14 |
| 4.2.1 | Sistema Soncor | 15 |
| 4.2.2 | Sistema Aguas de Quelana | 18 |
| 4.2.3 | Sistema Vegetación Borde Este | 21 |
| 4.2.4 | Sistema Vegas de Tilopozo | 22 |
| 4.2.5 | Sistema Núcleo del Salar de Atacama | 23 |
| 4.2.6 | Sistema Peine | 25 |
| 4.2.7 | Sistema Cuña Salina | 27 |
| 4.2.8 | Plan de Contingencias | 28 |
| 4.3 | PARÁMETROS PARA CARACTERIZAR LAS VARIABLES AMBIENTALES | 30 |
| 4.4 | METODOLOGÍAS | . 30 |
| 4.4.1 | Monitoreo manual de nivel pozos | 30 |
| | | |



| 4.4.2 | Monitoreo manual de nivel aguas superficiales | 31 |
|--------|--|-----|
| 4.4.3 | Monitoreo continuo de nivel | 31 |
| 4.4.4 | Medición de superficie lacustre | 31 |
| 4.4.5 | Monitoreo de caudal de bombeo pozos | 32 |
| 4.4.6 | Monitoreo manual de caudal en cauces naturales (aforos) | 33 |
| 4.4.7 | Monitoreo continuo de caudal en cauces naturales (aforos) | 33 |
| 4.4.8 | Monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas | 33 |
| 4.4.9 | Perfilaje Conductividad Eléctrica en pozos | 35 |
| 4.4.10 | Medición Meteorología | 35 |
| 4.5 | MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS | 35 |
| 4.5.1 | Monitoreo manual de nivel pozos | 36 |
| 4.5.2 | Monitoreo manual de nivel aguas superficiales | 36 |
| 4.5.3 | Monitoreo continuo de nivel | 36 |
| 4.5.4 | Medición de superficie lacustre | 36 |
| 4.5.5 | Monitoreo caudal de bombeo pozos | 36 |
| 4.5.6 | Monitoreo manual de caudal en cauces naturales (aforos) | 36 |
| 4.5.7 | Monitoreo continuo de caudal en cauces naturales (aforos) | 37 |
| 4.5.8 | Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales y Subterráneas | 37 |
| 4.5.9 | Perfilaje Conductividad Eléctrica en pozos | 37 |
| 4.5.10 | Medición Meteorología | 38 |
| 4.6 | FECHA DE MEDICIÓN, MUESTREO Y/O ANÁLISIS | 38 |
| 4.7 | INCERTIDUMBRES ASOCIADAS A LOS MÉTODOS UTILIZADOS | 38 |
| 5 | RESULTADOS DEL SEGUNDO SEMESTRE DE 2017 | 40 |
| 5.1 | ESTADO DEL PLAN DE CONTINGENCIA | 40 |
| 5.1.1 | Sistema Soncor | 40 |
| 5.1.2 | Sistema Aguas de Quelana | 42 |
| 5.1.3 | Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Hidromorfa | 45 |
| 5.1.4 | Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Brea-Atriplex | 47 |
| 5.1.5 | Sistema Vegetación Borde Este: Alerta Temprana | 49 |
| 5.1.6 | Pozos adicionales al Plan de Contingencia | 52 |
| 5.2 | MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO | 55 |
| 5.2.1 | Sistema Soncor | 56 |
| 5.2.2 | Sistema Aguas de Quelana | 91 |
| 5.2.3 | Sistema Vegetación Borde Este | 115 |



| 5.2.4 | Sistema Vegas de Tilopozo | 122 |
|----------|---|-------|
| 5.2.5 | Sistema Núcleo del Salar de Atacama | 124 |
| 5.2.6 | Sistema Peine | 130 |
| 5.2.7 | Sistema Cuña Salina | 143 |
| 6 | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 153 |
| 6.1 | ESTADO DEL PLAN DE CONTINGENCIAS | 153 |
| 6.1.1 | Sistema Soncor | 153 |
| 6.1.2 | Sistema Aguas de Quelana | 156 |
| 6.1.3 | Sistema Borde Este - Vegetación Hidromorfa | 157 |
| 6.1.4 | Sistema Borde Este - Vegetación Brea-Atriplex | 159 |
| 6.1.5 | Sistema Borde Este - Alerta Temprana | 162 |
| 6.2 | MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO | 164 |
| 6.2.1 | Sistema Soncor | 164 |
| 6.2.2 | Sistema Aguas de Quelana | 180 |
| 6.2.3 | Sistema Peine | 188 |
| 6.2.4 | Sistema Vegetación Borde Este | 193 |
| 6.2.5 | Sistema Vegas de Tilopozo | 194 |
| 6.2.6 | Sistema Núcleo del Salar de Atacama | 195 |
| 6.2.7 | Sistema Cuña Salina | 197 |
| 7 | CONCLUSIONES | 199 |
| 8 | REFERENCIAS | 201 |
| 9 | GLOSARIO Y ABREVIACIONES | 202 |
| LISTAD | O DE FIGURAS | |
| Figura 4 | l-1: Ubicación general del proyecto | 10 |
| | -2: Zonificación del Salar de Atacama | |
| | l-3: Modelo conceptual de flujo en la cuenca | |
| | I-4: Ubicación Sistemas Objeto del PSA HidrogeológicoI-5: Ubicación de todos los puntos de monitoreo del PSAH | |
| • | l-6: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Soncor | |
| Figura 4 | l-7: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Aguas de Que | lana. |
| Eiguro : | 1.9: Distribución goográfico do puntos do monitoreo del cistema Vegetación P | 19 |
| Este | I-8: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Vegetación E | 21 |
| | l-9: Distribución geográfica puntos de monitoreo Sistema Vegas de Tilopozo | |
| | l-10: Distribución espacial puntos de monitoreo Núcleo del Salar de Atacama l-11: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Peine | |



| Figura 4-12. Distribución geográfica puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina | 27 |
|--|------------|
| Figura 4-13: Ubicación puntos del Plan de Contingencia y pozos de bombeo de agindustrial (DATUM WGS-84) | |
| Figura 4-14: Esquema conceptual de pozos de monitoreo | |
| Figura 5-1: Nivel observado (m.s.n.m.) pozos de contingencia Sistema Soncor (WGS-6 | |
| Figura 5-2: Descenso observado (m) pozos de contingencia Sistema A. de Quelana (WG 84) | |
| Figura 5-3: Descenso observado (m) pozos de contingencia Sistema Vegetación Bor Este: Vegetación Hidromorfa (WGS-84) | |
| Figura 5-4: Descenso observado (m) pozos de contingencia Sistema Vegetación Bor Este: Vegetación Brea-Atriplex (WGS-84) | rde .48 |
| Figura 5-5: Descenso observado (m) pozos de contingencia Sistema Vegetación Bor Este: Alerta Temprana (WGS-84) | .51 |
| Figura 5-6: Descenso observado (m) pozos de contingencia Adicionales (WGS-84) Figura 5-7 Nivel observado (m.s.n.m.) en zona aluvial de Sistema Soncor | |
| Figura 5-8: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal - Serie RC y GD de Sister Soncor | |
| Figura 5-9: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal – Perfil L1 de Sistema Soncor. | 61 |
| Figura 5-10: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal – Perfil L2 de Sistema Sono | cor .63 |
| Figura 5-11: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal – Perfil L7 de Sistema Sono | |
| Figura 5-12: Nivel observado (m.s.n.m.) para los pozos de Salmuera para el segun semestre de 2017 (WGS-84) | |
| Figura 5-13: Nivel observado (m.s.n.m.) para los pozos con medición continua de nivel para los gundo semestre de 2017 | ara |
| Figura 5-14:Representación gráfica de las reglillas instaladas cercanas al puente San L | uis |
| Figura 5-15: Nivel observado (m.s.n.m.) en Reglilla para el segundo semestre de 2017 | |
| Figura 5-16: Nivel observado (m.s.n.m.) para el nivel lacustre durante el segundo semes | |
| Figura 5-17: Series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperati | ura |
| Estación Meteorológica de Chaxa para el segundo semestre de 2017 | 76 |
| Figura 5-18: Caudal medio mensual bombeado desde Sistema Soncor | |
| Figura 5-19: Resultados calidad del agua Sistema Soncor campaña julio 2017 | |
| Figura 5-20: Resultados calidad del agua Sistema Soncor campaña octubre 2017 | |
| Figura 5-21: Resultados de análisis físico-químico pozos de extracción | |
| Figura 5-22: Resultados de análisis físico-químico lagunas | |
| Figura 5-23: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la lagunas Chaxa y Bu Muerto | 85 |
| Figura 5-24: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la lagunas Barros Negro: Puilar | - |
| Figura 5-25: Resultados Aforos mensuales Laguna Barros Negros | .88 |
| Figura 5-26: Registro de caudales en Puente San Luis | |
| Figura 5-27: Evolución de Superficie lacustre sistema Soncor medida por CONAF | |
| Figura 5-28: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona aluvial de Sistema de Aguas de Quela | ına |
| | |



| Figura 5-29: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal de Sistema Aguas de Quelar | |
|--|----------------|
| Figura 5-30: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal de Sistema Aguas de Quelar | |
| Figura 5-31: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal de Sistema Aguas de Quelar | าล |
| Figura 5-32: Nivel observado (m.s.n.m.) en pozos de Salmuera en Sistema Aguas o Quelana | de |
| Figura 5-33: Nivel observado (m.s.n.m.) en pozos de medición continua en Sistema Agua de Quelana - Serie Perfiles L3, L4 y pozo L14-410 | as |
| Figura 5-34: Nivel observado (m.s.n.m.) en pozos de medición continua en Sistema Agua de Quelana - Serie Perfiles L5 y L13 | as |
| Figura 5-35: Nivel observado (m.s.n.m.) en reglillas de Sistema Aguas de Quelana10 Figura 5-36: Caudal medio mensual bombeado desde Sistema Aguas de Quelana10 Figura 5-37: Resultados calidad del agua Sistema Aguas de Quelana campaña julio 201 | 06 07 17 |
| Figura 5-38: Resultados calidad del agua Sistema Aguas de Quelana campaña octubi 2017 | re |
| Figura 5-39: Resultados de análisis físico-químico pozos Bombeo | 13 14 de |
| Este | de |
| Figura 5-43: Caudal medio mensual bombeado desde Sistema Vegetación Borde Est | e. |
| Figura 5-44: Resultados de análisis físico-químico del pozo CA-2015 | 21 1a |
| Figura 5-46: Nivel observado (m.s.n.m.) de la salmuera en el Sistema Núcleo del Salar o Atacama | de |
| Figura 5-47: Series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatur Estación Meteorológica de KCL para el segundo semestre de 2017 | 28 |
| Figura 5-49: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal del Sistema Peine | 32 34 |
| Figura 5-52: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la laguna Saladita13 Figura 5-53: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la laguna Interna y Salad | 38 a. |
| Figura 5-54: Resultados Aforos mensuales Sistema Peine | 11 12 14 |
| diciembre 2017 | 16 a |
| Figura 5-59: Perfil de conductividad eléctrica en los pozos Cuña 7, L10-1 y Cuña 6 diciembre 2017 | |



| Figura 6-1: Variación histórica de niveles en la Reglilla L1-G4 y Pozo L1-5 en compara | |
|---|---|
| con los pozos aledaños al sector Cola de Pez | |
| Figura 6-2: Variación histórica de niveles del Pozo L1-4 en comparación con los po | |
| aledaños L1-6 y L1-7 | |
| Figura 6-3: Variación histórica de niveles del Pozo L7-4 en comparación con los puntos | |
| control aledaños (Reglilla Puilar y Pozo L7-7) | |
| Figura 6-4: Variación histórica de niveles de los Pozos del Plan de Contingencia del Siste | ∍ma |
| Aguas de Quelana | 157 |
| Figura 6-5: Variación histórica de niveles de los Pozos del Plan de Contingencia del Siste | ∍ma |
| Borde Este – Vegetación Hidromorfa | 158 |
| Figura 6-6: Variación histórica de niveles de los Pozos L2-4 y L7-3 del Plan de Continger | |
| del Sistema Borde Este – Vegetación Hidromorfa | 159 |
| Figura 6-7: Ubicación de pozos adicionales (círculos rojos) del Plan de Contingencia | del |
| subsistema Brea-Atriplex | 160 |
| Figura 6-8: Variación histórica de niveles de los Pozos L2-25, L4-7, L7-14, L9-1 y L9-2 | del |
| Plan de Contingencia del Sistema Borde Este – Vegetación Brea-Atriplex | |
| Figura 6-9: Variación histórica de niveles de los Pozos L1-3, L2-7, L2-28, L3-3, L4-17 y | |
| 6 del Plan de Contingencia del Sistema Borde Este – Vegetación Brea-Atriplex | |
| Figura 6-10: Ubicación geográfica de pozos de adicionales (círculos rojos) al Plan | de |
| Contingencia del Subsistema Alerta Temprana | 163 |
| Figura 6-11: Variación histórica de niveles de los pozos del Plan de Contingencia | del |
| Sistema Borde Este – Alerta Temprana | |
| Figura 6-14: Ubicación geográfica de pozos del Sistema Soncor (Zona Aluvial) | |
| Figura 6-13: Variación histórica de niveles de los pozos del Sistema Soncor (Zona Alu | |
| | |
| Figura 6-14: Descenso histórico de niveles de los pozos del Sistema Soncor (Zona Aluv | |
| | 167 |
| Figura 6-17: Ubicación geográfica de pozos del Sistema Soncor (Zona Marginal) | |
| Figura 6-16: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del secto | |
| Puilar (Zona Aluvial) | |
| Figura 6-17: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del sector E | |
| de las Lagunas Chaxa y Barros Negros (Zona Marginal) | |
| | |
| Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del se | ctor |
| Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del se Oeste y Sur de la Laguna Chaxa (Zona Marginal) | ctor 171 |
| Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del se Oeste y Sur de la Laguna Chaxa (Zona Marginal) | ctor 171 ctor |
| Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del se Oeste y Sur de la Laguna Chaxa (Zona Marginal) | ctor 171 ctor 172 |
| Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del se Oeste y Sur de la Laguna Chaxa (Zona Marginal) | ctor 171 ctor 172 ctor |
| Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del se Oeste y Sur de la Laguna Chaxa (Zona Marginal) | ctor 171 ctor 172 ctor 173 |
| Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del se Oeste y Sur de la Laguna Chaxa (Zona Marginal) | ctor 171 ctor 172 ctor 173 174 |
| Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del se Oeste y Sur de la Laguna Chaxa (Zona Marginal) | ctor 171 ctor 172 ctor 173 174 ctor |
| Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del se Oeste y Sur de la Laguna Chaxa (Zona Marginal) | ctor 171 ctor 172 ctor 173 174 ctor 175 |
| Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del se Oeste y Sur de la Laguna Chaxa (Zona Marginal) | ctor 171 ctor 172 ctor 173 174 ctor 175 |
| Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del se Oeste y Sur de la Laguna Chaxa (Zona Marginal) | ctor 171 ctor 172 ctor 173 174 ctor 175 nco |
| Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del se Oeste y Sur de la Laguna Chaxa (Zona Marginal) | ctor 171 ctor 172 ctor 173 174 ctor 175 nco 176 ona |
| Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del se Oeste y Sur de la Laguna Chaxa (Zona Marginal) | ctor 171 ctor 172 ctor 173 ctor 175 nco 176 ona 177 |
| Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del se Oeste y Sur de la Laguna Chaxa (Zona Marginal) | ctor 171 ctor 172 ctor 173 174 ctor 175 nnco 176 ona 177 ema |
| Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del se Oeste y Sur de la Laguna Chaxa (Zona Marginal) | ctor 171 ctor 172 ctor 173 174 ctor 175 onco 176 ona 177 ema 178 |
| Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del se Oeste y Sur de la Laguna Chaxa (Zona Marginal) | ctor 171 ctor 172 ctor 173 174 ctor 175 nnco 176 ona 177 ema 178 FA- |



| Figura 6-27: Ubicación geográfica de pozos de agua subterránea del Sistema Agua Quelana | |
|---|--------------|
| Figura 6-28: Niveles y descensos histórico de los pozos aledaños al Pozos de A | |
| Industrial Socaire del Sistema Aguas de Quelana (Zona Aluvial) | |
| Figura 6-29: Niveles y descensos histórico de los pozos aledaños al Pozos de A | |
| Industrial Camar-2 del Sistema Aguas de Quelana (Zona Aluvial) | 182 |
| Figura 6-30: Niveles y descensos histórico de los pozos aledaños al Pozos de A | |
| Industrial Camar-2 del Sistema Aguas de Quelana (Zona Marginal) | |
| Figura 6-31: Niveles y descensos histórico de los pozos aledaños al Pozos de A | |
| Industrial Socaire del Sistema Aguas de Quelana (Zona Marginal) | |
| Figura 6-32: Niveles y descensos histórico del Sistema Aguas de Quelana, margen C | |
| de lagunas difusas (Zona Marginal) | |
| Figura 6-33: Niveles y descensos histórico de los pozos núcleo Sistema Aguas de Que | |
| Figura 6-34: Niveles y descensos histórico de las aguas superficiales del Sistema Agua | 100 as de |
| Quelana | |
| Figura 6-35: Niveles y descensos histórico de los pozos de agua industrial del Sist | |
| Aguas de Quelana | |
| Figura 6-36: Ubicación geográfica de pozos de agua subterránea del Sistema Peine | 189 |
| Figura 6-37: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Peine (Zona Alu | |
| | |
| Figura 6-38: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Peine (Zona Marg | jinal) |
| Figure 6.20: Niveles y descenses histórica de los paras del Cistama Deina (7ana Nú | |
| Figura 6-39: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Peine (Zona Nú | |
| Figura 6-40: Niveles histórico de los pozos de Agua Industrial - Sistema Borde Este (2 | |
| Marginal) | |
| Figura 6-41: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Tilopozo | |
| Figura 6-42: Niveles histórico de los pozos del Sistema Núcleo (Grupo 1 : Lejano a la | |
| productiva) | 196 |
| Figura 6-43: Niveles histórico de los pozos del Sistema Núcleo (Grupo 2 : Cercano a la | |
| productiva) | |
| Figura 6-44: Descenso histórico de los pozos del Sistema Cuña Salina | 198 |
| | |
| LISTADO DE TABLAS | |
| LISTADO DE TABLAS | |
| Tabla 2-1: Cronograma de entrega de informes y revisiones del Plan de Contingencia. | 6 |
| Tabla 2-1: Responsable y participantes de las actividades de muestreo, medición, ana | |
| y/o control del presente informe | 7 |
| Tabla 4-1: Puntos de monitoreo del sistema Soncor | |
| Tabla 4-2: Puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana | |
| Tabla 4-3: Puntos de monitoreo del sistema Vegetación Borde Este | |
| Tabla 4-4: Puntos de monitoreo del sistema Vegas de Tilopozo | |
| Tabla 4-5: Puntos monitoreo Sistema Núcleo del Salar de Atacama | |
| Tabla 4-6: Puntos de monitoreo del sistema Peine | |
| Tabla 4-8: Pozos del Plan de Contingencia (Indicadores de Estado), según RCA 226/2 | |
| Tabla 4-o. Pozos del Plan de Contingencia (indicadores de Estado), segun RCA 226/2 | |
| | ∠∪ |



| Tabla 5-4. Registro descensos pozos contingencia Sistema Vegetación Borde Est | 12 13 te: 15 |
|--|-----------------------|
| Vegetación Brea-Atriplex (WGS-84) | ta 19 |
| Tabla 5-6. Registro descensos pozos contingencia adicionales (WGS-84) | 57 S- |
| Tabla 5-9: Registro de niveles zona marginal Serie Perfil L1 de Sistema Soncor (WGS-84 | 1). |
| Tabla 5-10: Registro de niveles zona marginal / Serie Perfil L2 de Sistema Soncor (WGS 84) | S- 32 |
| Tabla 5-11: Registro de niveles zona marginal / Serie Perfil L7 de Sistema Soncor (WGS 84) | 34 |
| Tabla 5-12: Registro de Niveles para los pozos de Salmuera para el segundo semestre de 2017 (WGS-84). | 66 |
| Tabla 5-13: Régistro de Niveles para los pozos con medición continua de nivel para segundo semestre de 2017 (WGS-84) | 39 |
| Tabla 5-15: Registro de Niveles para el nivel lacustre durante el segundo semestre de 201 | 71 17 |
| (WGS-84) | у 74 |
| Tabla 5-18: Resultados calidad del agua Sistema Soncor segundo semestre de 20177 Tabla 5-19: Resultados calidad pozos de extracción para el segundo Semestre de 201 | 79 7. |
| Tabla 5-20: Resultados calidad lagunas para el segundo Semestre de 2017 | 34 el |
| Tabla 5-22: Resultados la laguna Barros Negros para el segundo Semestre de 20178 Tabla 5-23: Estadígrafos caudal Puente San Luis segundo Semestre de 20178 Tabla 5-24: Superficie lacustre medida por CONAF segundo Semestre de 2017 Tabla 5-25: Registro de Niveles para los pozos en la zona aluvial | 38 39 90 93 |
| 2017 Sistema de Aguas Quelana (Serie GD y L3) | 94 de 95 de |
| Tabla 5-29: Registro de Niveles para pozos de Salmuera del Sistema Aguas de Quelen | a. |



| Tabla 5-30: Registro de Niveles para pozos con medición continua del Sistema Aguas | |
|--|-----------|
| Quelana - Serie Perfiles L3, L4 y pozo L14-4 | |
| Tabla 5-31: Registro de Niveles para pozos con medición continua del Sistema Aguas Quelana - Serie Perfiles L5, L13. | 3 ae |
| Tabla 5-32: Registro de Niveles para la reglilla del Sistema de Aguas Quelana (Serie | 102 |
| L5, L13 Y L14) | |
| Tabla 5-33: Caudal medio mensual bombeado desde Sistema Aguas de Quelana par | പാ |
| segundo semestre de 2017 | |
| Tabla 5-34: Resultados calidad del agua Sistema Aguas de Quelana segundo semestro | |
| 2017 | |
| Tabla 5-35: Resultados del pozo CAMAR-2 para el segundo semestre de 2017 | |
| Tabla 5-36: Registro de Niveles para los pozos en zona aluvial del Sistema de Vegeta | |
| Borde Este | |
| Tabla 5-37: Registro de Niveles para los pozos en zona marginal del Sistema de Vegeta | ción |
| Borde Este | |
| Tabla 5-38: Caudal medio mensual bombeado desde Sistema Vegetación Borde Este | nara |
| el segundo semestre de 2017 | |
| Tabla 5-39: Resultados de análisis físico-químico para el pozo CA-2015 para el segu | |
| semestre de 2017 | |
| Tabla 5-40: Registro de Niveles del agua subterránea y superficial del Sistema Vegas | 9 de |
| Tabla 5-40: Registro de Niveles del agua subterránea y superficial del Sistema Vegas Tilopozo | 123 |
| Tabla 5-41: Registro de Niveles del Sistema Núcleo del Salar de Atacama | |
| Tabla 5-42: Estadígrafos series de precipitación, evaporación, velocidad del vien | |
| temperatura Estación Meteorológica de KCL para el segundo semestre de 2017 | - |
| Tabla 5-43: Resultados calidad del agua Sistema Núcleo segundo semestre de 2017 | |
| Tabla 5-44: Registro de Niveles para los pozos en zona marginal del Sistema Peine | |
| Tabla 5-45: Registro de Niveles para los pozos de salmuera del Sistema Peine | |
| Tabla 5-46: Registro de Niveles lacustres para los pozos de salmuera del Sistema Pe | |
| Table 6 16. Program de Privoles lacedures para 100 pozos de samuela del cistema i e | |
| Tabla 5-47: Resultados calidad del agua Sistema Peine segundo semestre de 2017 | |
| Tabla 5-48: Resultados de los análisis físico químicos de Lagunas Sistema Peine segu | |
| Semestre de 2017 realizados por CONAF | |
| Tabla 5-49: Resultados aforos Sistema Peine para el segundo Semestre de 2017 | |
| Tabla 5-50: Superficie lacustre medida por CONAF segundo Semestre de 2017 | |
| Tabla 5-51: Registro de Niveles para los pozos en zona marginal del Sistema Cuña Sa | |
| · | 145 |
| Tabla 5-52: Registro de conductividad para para el pozo Cuña 1 y Cuña 2 para dicien | |
| de 2017 (WGS-84) | |
| Tabla 5-53: Registro de conductividad para para el pozo Cuña 3 para diciembre de 2 | o 2017 |
| (WGS-84). | |
| Tabla 5-54: Registro de conductividad para para el pozo Cuña 4 para diciembre de 2 | |
| (WGS-84). | |
| Tabla 5-55: Registro de conductividad para para el pozo Cuña 5 para diciembre de 2 | |
| (WGS-84). | |
| Tabla 5-56: Registro de conductividad para para el pozo L4-3 para diciembre de 2 | 2017 |
| (WGS-84). | |
| Tabla 5-57: Registro de conductividad para para el pozo Cuña 6 para diciembre de 2 | |
| (WGS-84). | |





ANEXOS

ANEXO 1: REPORTE BIOMA DE VISITA A TERRENO DICIEMBRE 2017

ANEXO 2: REGSTRO AUDITORES EXTERNOS Y AUTORIDADES

ANEXO 3: LISTADO DE PERSONAL INVOLUCRADO

ANEXO 4: NIVELES DE LOS POZOS PSAH.

ANEXO 5: METODOLOGÍAS DE MUESTREO MEDICIÓN Y ANÁLISIS

ANEXO 6: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

ANEXO 7: REGISTRO DE PUNTOS NO VISITADOS

ANEXO 8: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LOS PUNTOS DEL PSAH

ANEXO 9: CARTAS DE AVISO A LA SMA

ANEXO 10: NIVELES DE LOS POZOS PC SONCOR

ANEXO 11: DESCENSOS POZOS DEL PC

ANEXO 12: CERTIFICADO ETFA SGS

ANEXO 13: REGISTROS METEOROLÓGICOS

ANEXO 14: REGISTRO DE CAUDALES DE BOMBEO POZOS DE AGUA INDUSTRIAL Y

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

ANEXO 15: REPORTES MUESTREO FÍSICO QUÍMICO PSAH



1 RESUMEN

A través del presente informe se reporta y analiza la información del Seguimiento Ambiental Hidrogeológico que se realiza en el Salar de Atacama, para el periodo julio – diciembre de 2017, de acuerdo a los compromisos establecidos en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) Nº 226/2006, cuyo titular es SQM Salar S.A.

Se presentan los registros de los parámetros hidrogeológicos observados, entre los cuales cabe señalar los siguientes: nivel de agua subterránea y superficial, superficie lacustre, parámetros meteorológicos, calidad físico-química, caudal bombeado y caudal superficial.

Las mediciones consideradas en el PSAH están orientadas al seguimiento y resguardo de los sistemas objeto de protección en la cuenca de Salar de Atacama, proveer información para operar el Plan de Contingencia (PC) y caracterizar el comportamiento de la componente agua (subterránea y superficial) con el objetivo de entender su funcionamiento y evaluar si se detectan desviaciones respecto de las condiciones naturales históricamente observadas.

Los sistemas considerados en el PSAH son:

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

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

- 196 pozos de monitoreo de nivel;
- 5 pozos de bombeo de agua industrial;
- 18 reglillas para la medición del nivel de agua superficial;
- 4 estaciones de aforo de agua superficiales;
- 2 estaciones meteorológicas.

La dinámica de los sistemas hidrogeológicos del Salar de Atacama depende en gran parte del balance hídrico y las intervenciones que se realizan en las distintas unidades. Sin desmedro de lo anterior, esta dinámica también depende de fenómenos locales identificados en la cuenca.

Las unidades acuífero asociados al proyecto de SQM en la cuenca de Salar de Atacama son los siguientes:

- Acuífero aluvial del Borde Este
- Acuífero de salmuera del Núcleo.

En la zona marginal convergen los flujos de agua subterránea provenientes de las zonas altas de cuenca y se enfrentan con la salmuera residente en el núcleo, razón por la cual los



niveles freáticos se elevan hasta la superficie de terreno, se da la descarga principal por evaporación, observándose niveles someros de agua subterránea y distintos sistemas lagunares.

Las lagunas se producen por el afloramiento de agua subterránea, a veces en forma de canalización de los mismos afloramientos, en la zona donde se encuentra la cuña salina que marca la zona de equilibrio entre el sistema de agua dulce/salobre y el sistema de salmuera del núcleo.

Cabe señalar que la mayoría de los puntos de medición se ubican en la zona marginal, justamente donde se encuentran los sistemas ambientales que son objeto de protección.

Como se señaló anteriormente, uno de los objetivos del PSAH es proveer información para operar el Plan de Contingencias (PC), el cual está orientado a dar respuesta oportuna frente a comportamientos no previstos. El PC establecido con motivo del EIA del proyecto "Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama", se sustenta en los resultados de 10 años de monitoreo de variables hidrogeológicas y bióticas, que indican que los sistemas a proteger toleran adecuadamente variaciones hidrológicas estacionales e interanuales, situación que se ha corroborado desde el inicio del monitoreo del PSAH (mayo 2007) a la fecha. Por otra parte, los caudales de bombeo de salmuera asociados al proyecto han sido calculados para que las extracciones no afecten los sistemas objeto de protección. Hasta la fecha se han realizado tres aumentos de extracción de salmuera acorde a los escalones de extracción definidos en la RCA. El último aumento ocurrió el 13 de agosto de 2013; en el período reportado, el proyecto se encuentra en el tercer escalón de extracción de salmuera, esto es, 1500 l/s¹.

El PC permitió establecer zonas de protección alrededor de los sistemas de lagunas y en sectores de vegetación en el Borde Este, identificando pozos o reglillas indicadores de estado ubicados a cierta distancia de estos sistemas. Estos indicadores tienen asociada la activación del PC en dos fases:

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

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

En la Sección 6.1 se describe en detalle el Plan de Contingencia para los sistemas que se busca proteger. Se identifican los elementos a proteger, el tipo de seguimiento y el comportamiento para cada uno de los sistemas que conforman el PSAH.

El presente informe incluye importantes mejoras respecto de las entregas precedentes, orientadas a racionalizar el contenido, facilitar su revisión y asegurar el debido cumplimiento de lo indicado en el considerando 10.2 de la RCA 226/2006 y en las instrucciones impartidas por la Superintendencia del Medio Ambiente mediante Resolución Exenta N°223/2015, así como los criterios que se derivan del proceso administrativo sancionatorio F-041-2016, de la Superintendencia del Medio Ambiente.

En ningún punto estas mejoras implican una modificación del PSAH establecido por la RCA 226/2006, ni una merma, pérdida o perjuicio a la integridad, disponibilidad y trazabilidad de la información asociada a las variables objeto de seguimiento. La totalidad de datos

_

¹ No obstante, a la fecha de cierre de este informe, producto de la activación del Plan de Contingencias para el Sistema Soncor, se redujo el caudal de bombeo al escalón anterior (1250 l/s), en los términos indicados por el considerando 11.2.3 de la RCA 226/2006.



reportados en los informes precedentes se encuentra contenida en este informe y en sus anexos.

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

1.1 SISTEMA SONCOR

Este sistema hídrico abarca parte de la zona aluvial, zona marginal y zona del núcleo. En la zona marginal existen las lagunas Chaxa, Barros Negros y Puilar (objetos de protección del PC) y el canal Burro Muerto. Las lagunas Chaxa y Barros Negros son recargadas principalmente a través de agua superficial que proviene desde las nacientes ubicadas al norte del Salar de Atacama y a través del canal Burro Muerto, y además por recarga subterránea proveniente del acuífero del borde Este. En la zona aluvial del sistema Soncor se encuentran los pozos de bombeo de agua industrial Mullay y Allana desde donde se extrae agua industrial del acuífero del Borde Este.

Considerando el período que genera este reporte, no ha habido activación de Fase I ni Fase II en los puntos del Plan de Contingencias asociados a este sistema, aunque en período posterior al reportado si se activó dicho Plan, lo que fue reportado oportunamente a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), adoptándose las medidas previstas en la RCA 226/2006. Esta situación será reportada en el informe semestral correspondiente.

El comportamiento regional del sistema Soncor se mantiene estable. Las lagunas Chaxa, Barros Negros y Puilar se mantienen dentro de los rangos históricos sin observar un cambio de tendencia.

Se observan variaciones en los niveles aledaños a la zona de descarga, tanto el sector denominado Cola de Pez y Sur de Barros Negros. Los niveles en el Sector Cola de Pez tienen a disminuir en el tiempo debido a la disminución de la descarga por ese punto, a diferencia de los niveles del sector Barros Negros Sur que tienen a aumentar (Pozo L2-5) o mantener la amplitud de la oscilación reportada anteriormente.

Los niveles dinámicos del pozo Allana muestran un estado de estabilización, mientras que los pozos de la zona aluvial aledaños aun no muestran esta estabilización y, conforme a lo esperado, mantienen la tasa de descenso.

Los pozos de la zona marginal mantienen su tendencia oscilatoria con máximos en invierno y mínimos en verano.

1.2 SISTEMA AGUAS DE QUELANA

El Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico implementado en este sistema está orientado al resguardo de los múltiples cuerpos de agua superficial, los cuales corresponden a pequeñas lagunas dispersas y difusas en la zona marginal.

Dentro de este sistema no se ha activado el Plan de Contingencia.

En la zona aluvial se ubican los pozos de agua industrial Camar-2 y Socaire-5B, cuya explotación se inició en marzo de 2008 y enero de 2000, respectivamente. En particular, el



pozo Camar-2 interrumpió su operación desde el 27/03/2016 al 15/02/17 y se detuvo nuevamente el 11/01/2018. El pozo Socaire-5B mantiene su operación normal. En esta zona se observa algunos influenciados por el bombeo.

Los pozos en torno a la zona marginal se mantienen estables y con oscilaciones naturales, mientras que los pozos más cercanos al núcleo salino, muestras un comportamiento posiblemente influenciado por el bombeo de salmuera.

Por otro lado, los niveles de los cuerpos de agua superficial que se observan a través de las reglillas, muestran un comportamiento estacional controlado por la evaporación.

1.3 SISTEMA PEINE

Este sistema comprende una zona marginal y una zona de salmuera. No existen pozos de agua industrial de SQM ubicados en el acuífero aluvial aledaño a estas zonas.

El Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico implementado para este sistema está orientado al resguardo de las lagunas Salada, Saladita e Interna, las cuales se ubican en la zona marginal de este sistema, donde se observa que los niveles registrados se mantienen estables.

A la fecha de elaboración de este informe, se ha presentado a la Superintendencia de Medio Ambiente una propuesta de alternativa de Plan de Contingencia para resguardo de las lagunas del sector.

Los niveles de la zona núcleo, presentan un comportamiento similar al observado en las zonas de salmuera de los otros sistemas.

En particular, el seguimiento de este sistema ha presentado dificultades en algunos puntos durante su monitoreo. Desde marzo a diciembre de 2017 no se logró realizar el monitoreo debido a la negativa de la Comunidad de Peine de permitir el acceso al sector. Durante el mes de septiembre de 2017 se intentó el ingreso a pie a realizar el monitoreo, pero por razones de seguridad física para los monitores que realizan esta actividad, se decidió no perseverar hasta lograr un libre acceso vehicular. Se han realizado diversas gestiones tanto con la comunidad aledaña, como con los organismos competentes, con el objeto de poder ejecutar las mediciones comprometidas, sin embargo, hasta la fecha, no se han logrado resultados favorables.

Respecto de Laguna Interna, CONAF ha informado que, entre abril de 2015 y diciembre de 2017, no se ha logrado tomar mediciones de nivel en la reglilla por encontrarse el punto de medición seco, producto de la dinámica de los límites del cuerpo lacustre. Cabe señalar que la Laguna Interna, corresponde a la unidad terminal del sistema de lagunas Salada-Saladita-Interna y por lo tanto depende de los desbordes o derrames que puedan ocurrir desde Laguna Saladita. Por esta misma razón, su forma y dimensión es errática, lo que impide un registro y seguimiento continuo de niveles y de la superficie que abarca.

1.4 SISTEMA CUÑA SALINA

La cuña salina corresponde a la zona de equilibrio entre el acuífero de agua presente en los márgenes del núcleo y el acuífero de salmuera del núcleo. El seguimiento del sistema cuña se realiza mediante perfiles de Conductividad Eléctrica en 9 pozos de monitoreo. La profundidad a la que se encuentra la cuña salina (acuífero subyacente) disminuye al



aproximarse al núcleo del salar. A la fecha, no se observa cambios importantes en la ubicación de la cuña salina.

1.5 SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE

El monitoreo de este sistema tiene como objetivo proteger la vegetación Hidromorfa y la formación Brea-Atriplex. Entre la zona de vegetación y los pozos de bombeo de agua industrial, se sitúan pozos de monitoreo denominados de alerta temprana.

A diciembre de 2017 el Pozo L7-6, clasificado como pozo del Plan de Contingencias del Sistema Brea-Atriplex se mantiene en fase I.

Este sistema mantiene las tendencias típicas del efecto de producido por los pozos de agua industrial, sin observar aún una tendencia clara a la estabilización de los niveles.

1.6 SISTEMA VEGAS DE TILOPOZO

El objetivo del monitoreo de esta zona es observar el efecto del bombeo de salmuera que se realiza desde el núcleo del salar.

Cabe destacar el comportamiento estable de los niveles de este sector, a excepción del pozo L12-1 el cual presenta un comportamiento similar característico al de los pozos clasificados como núcleo salino.

1.7 SISTEMA NÚCLEO DEL SALAR DE ATACAMA

Este sistema corresponde a los pozos dentro del núcleo del Salar de Atacama, donde se registran distintos comportamientos según la zona monitoreada, aquellos que están muy cerca a algún pozo de bombeo (M-7) muestran niveles con variaciones importantes, mientras que otros (Sample 4) muestran un comportamiento regional o incluso aquellos mas alejados del campo de bombeo (C4-B o 1906) que aparentemente no sentirían este efecto.



2 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe N°22 del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (PSAH) y tiene por objeto reportar y analizar la información recolectada durante el periodo julio – diciembre de 2017, de acuerdo a los compromisos ambientales derivados de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N°226/2006, que calificó favorablemente el proyecto "Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama", cuyo titular es SQM Salar S.A. (en adelante e indistintamente, SQM).

El PSAH considera la medición de todas las variables ambientales de monitoreo que reflejan el comportamiento hidrogeológico del sistema, es decir: componente agua (superficial y subterránea), así como meteorología. Entre los parámetros se encuentran nivel del agua y salmuera subterránea, calidad química de los acuíferos, nivel de cuerpos de agua superficial, caudal de canales afluentes y/o efluentes de cuerpos de agua, superficies lacustres y caudales de bombeo de agua industrial.

El PSAH contempla mediciones en los sistemas del salar de Atacama que son representativos de la dinámica del núcleo; los sistemas lacustres emplazados en la periferia del salar y de la napa de agua que alimenta la vegetación del borde este. Los sistemas objeto de monitoreo son los siguientes:

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

De acuerdo a lo requerido por la Superintendencia de Medio Ambiente, a través del Ord. MZN N° 418/2016, en la Tabla 2-1 se indica las fechas aproximadas de entrega de los siguientes informes del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico y el número de informes en que corresponde realizar la revisión del Plan de Contingencia, de acuerdo a lo establecido por la RCA.

Tabla 2-1: Cronograma de entrega de informes y revisiones del Plan de Contingencia

| Contingentia | | | | |
|---|----------------|---------------------|--|--|
| Número de Informe | Actualizado a: | Fecha de entrega | Nota | |
| Informe PSAH N° 23 | jun-18 | dic-18 | | |
| 5ta actualización del Modelo Ambiental | dic-17 | mar-19 | | |
| Informe PSAH N° 24 | dic-18 | abr-19 | | |
| Informe PSAH N° 25 | jun-19 | oct-19 | Revisión del Plan de Contingencia, según RCA 226/2006 | |
| Informe PSAH N° 26 | dic-19 | abr-20 | | |
| Informe PSAH N° 27 | jun-20 | oct-20 | | |
| 6ta actualización del Modelo Ambiental | dic-19 | mar-21 | | |



| Número de Informe | Actualizado a: | Fecha de entrega | Nota |
|--------------------|-------------------|---------------------|--|
| Informe PSAH N° 28 | dic-20 | abr-21 | |
| Informe PSAH N° 29 | jun-21 | oct-21 | Revisión del Plan de Contingencia, según RCA 226/2006 |
| Informe PSAH N° 30 | dic-21 | abr-22 | |

El presente informe además incluye los resultados de las campañas de terreno que realizaron las Consultoras GOLDER y BIOMA en julio y diciembre de 2017 respectivamente, para auditar de manera aleatoria la información de monitoreo (Véase ANEXO 1). En aquellos pozos visitados, se incorporó en los gráficos del PSAH un triángulo indicando la medición.

Los resultados de los análisis físico-químicos fueron entregados por SGS Chile Ltda.; esta última corresponde a una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), dando así cumplimiento al Decreto Supremo N° 38/2013, del Ministerio del Medio Ambiente, en cuanto establece que todas las actividades de muestreo, medición y/o análisis, que reporten los titulares de actividades o fuentes reguladas por la SMA, deberán ser ejecutadas por una ETFA con autorización vigente. Por otro lado, las mediciones y análisis físico-químicos de las muestras de aguas realizadas como parte del convenio de CONAF – SQM son ejecutadas por la Universidad Católica del Norte, entidad autorizada también como ETFA.

En resumen, la Tabla 2-2 muestra los responsables y participantes de las actividades de muestreo, medición, análisis y/o control, que se reportan a través del presente informe. Adicionalmente en el ANEXO 3, se lista las personas involucradas en la ejecución de cada una de las actividades.

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

| analisis y/o control dei presente informe | | | |
|---|---|--|--|
| Responsable y participantes | Actividad realizada | | |
| | Mediciones de nivel freático, caudales y perfil de conductividad eléctrica. | | |
| SQM Salar S.A. | Muestreo y medición de parámetros de campo para análisis físico-químico | | |
| | Mantención y descarga de datos de estaciones meteorológicas | | |
| CONAF (Universidad Católica del Norte - UCN y Sociedad de Estudios Ambientales y Recursos de Chile Ltda SEARCH) | Medición de nivel, área de superficies lacustres, análisis físico-químico | | |
| SGS Chile Ltda. | Muestreo de aguas y análisis de parámetros físico-químico | | |
| BIOMA GOLDER | Visitas semestrales en terreno para validación de datos | | |

Fuente: Elaboración propia.



Este informe presenta importantes mejoras respecto a la entrega de precedentes, orientadas a racionalizar el contenido y facilitar su revisión, asegurando el debido cumplimiento de lo indicado en el considerando 10.2 de la RCA 226/2006 y en las instrucciones impartidas por la Superintendencia del Medio Ambiente mediante Resolución Exenta N°223/2015.

Adicionalmente, este informe tiene a la vista el contenido de la Resolución Exenta N°1/Rol F-041-2016 del 28 de noviembre del 2016 y su rectificación emitida a través de la Resolución Exenta N°4/Rol F-041-2016 del 23 de diciembre del 2016, ambas de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

En efecto, con motivo de la apertura del procedimiento administrativo sancionador F-041-2016 y la definición de una propuesta de programa de cumplimiento, así como respecto de las observaciones que se han formulado en dicho marco y los criterios expresados en el Ord. MZN N°418/2016, de la Superintendencia del Medio Ambiente, corresponde optimizar la forma de presentación de los resultados obtenidos en el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico. En la definición de estos ajustes, se ha tenido en cuenta el lineamiento de entregar la información que ha sido expresamente solicitada, evitando la entrega de grandes volúmenes de información que no diga relación directa con lo solicitado.

A continuación, se presenta un resumen de las principales mejoras realizadas:

- Para que el Resumen cumpla su objetivo, se modifica el formato, eliminando todos los gráficos y figuras presentadas en dicho apartado que eran duplicadas en los ítems siguientes de los informes anteriores, limitándose a presentar una breve síntesis de los principales resultados, análisis y conclusiones del seguimiento.
- En esta Introducción, se incorpora un cronograma de entrega de informes y de revisión de plan de contingencias, tal como se solicitó en Carta MZN N°418/2016.
- En relación a la Metodología, se incorpora el listado de puntos de seguimiento con sus respectivas coordenadas, frecuencia de medición, variables y parámetros. Asimismo, se presentan los mapas de ubicación de los pozos.
- Se agrega un acápite que presenta los pozos que forman parte del Plan de Contingencias, incluidos aquellos de carácter voluntario, incorporados al mismo con posterioridad a la dictación de la RCA 226/2006.
- En la sección de Resultados, se presentan los resultados del período reportado y no la data histórica, tanto de forma gráfica como numérica.
- En la presentación gráfica de los resultados, con el objeto de facilitar la visualización e interpretación conjunta del seguimiento ambiental, se agrupan varios pozos en un mismo gráfico, atendiendo al sector, tipo de pozo, frecuencia de medición y resultados obtenidos.

Como se ve reflejado en el listado anterior, en ningún punto estas mejoras implican una modificación del PSAH establecido por la RCA 226/2006, ni una merma, pérdida o perjuicio a la integridad, disponibilidad y trazabilidad de la información asociada a las variables objeto de seguimiento. La totalidad de datos reportados en los informes precedentes se encuentra contenida en este informe y en sus anexos.



3 OBJETIVOS DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO (PSAH)

El objetivo del PSAH es asegurar que las variables hidrogeológicas relevantes que fueron objeto de evaluación ambiental evolucionan según lo proyectado, esto es, manteniendo las condiciones de funcionamiento natural del sistema, así como identificar eventuales anomalías ambientales y decidir la pertinencia de implementar medidas de contingencia.

El PSA posee las siguientes características:

- Incluye todas aquellas variables que son requeridas para que el Plan de Contingencias permita identificar anomalías ambientales y, sobre esta base, decidir la pertinencia de implementar medidas de contingencia.
- Cuantifica las variables que se relacionan con el balance hídrico de los sistemas lacustres, de modo de identificar la magnitud de las recargas, de las descargas y de una posible modificación de su comportamiento natural.
- Provee la información necesaria para la actualización del modelo numérico. Dicha actualización consiste en incorporar en el modelo numérico la información recopilada mediante el PSA, esto es, las series actualizadas del nivel de los acuíferos, de las variables meteorológicas (precipitación y evaporación), de las recargas y de los bombeos de salmuera y de agua, de modo que se pueda comparar los valores esperados (simulados) con los observados.

Uno de los objetivos principales del PSAH es proveer información para operar el Plan de Contingencias (PC), el cual está orientado a dar respuesta oportuna frente a impactos.

En particular, el presente informe tieme como objetivo presentar y analizar los resultados del PSAH durante el periodo julio – diciembre de 2017.



4 MATERIALES Y METODOS

En el presente capítulo se presenta una descripción de la zona de estudio, la infraestructura de monitoreo, la ubicación de los puntos de muestreo, los parámetros que se miden, las metodologías y materiales utilizados en las labores de muestreo, medición y/o análisis, las fechas en que estas fueron llevadas a cabo y las incertidumbres asociadas.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto "Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama" se ubica en la Región de Antofagasta, en la cuenca endorreica del Salar de Atacama, a 55 km al sur de San Pedro de Atacama y 316 km al noreste de Antofagasta (ver Figura 4-1).



Figura 4-1: Ubicación general del proyecto.

RL: Rockwood Litio

Fuente: Elaboración propia.

El Salar de Atacama se encuentra a una altura de 2.300 msnm aprox., abarcando un área aproximada de 3.100 km² conformada por el núcleo de sal (depósito minero desde donde se efectuan las extracciones de salmura por parte de SQM y Albemarle) que posee una superficie aprox. de 1.100 km², rodeado por una zona marginal de limos salinos de unos 2.000 km² de extensión aproximada (ver Figura 4-2), donde se encuentran sistemas de lagunas que albergan a flamencos y otras especies de avifauna (Reserva Nacional Los



Flamencos). Finalmente, al este de la zona marginal se dispone un relleno de tipo aluvial que contribuye a los aportes laterales al sistema.

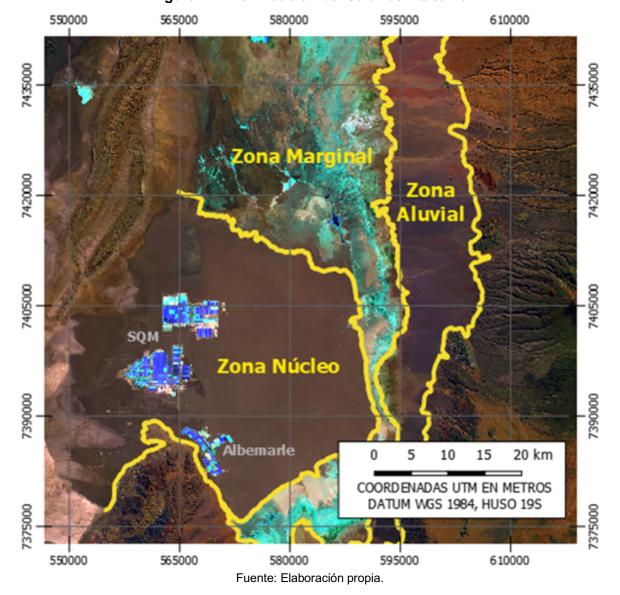


Figura 4-2: Zonificación del Salar de Atacama

A continuación, en la Figura 4-3 se representa el modelo conceptual simplificado de flujos superficiales y de recarga subterránea en la cuenca en su estado natural. Como se observa, al corresponder a una cuenca endorréica, la recarga general del sistema se produce por precitación, mientras que las salidas o pérdidas se encuentran dominadas por procesos de evaporación, existiendo flujos subsuperfiales y subterráneos que conectan la zona alta de la cuenca, con el sector marginal y el núcleo del Salar. Cabe señalar que la escorrentía superficial en el sector aluvial es esporádica y acotada espacialmente, la cual se restringe a eventos de precipitación relevantes.



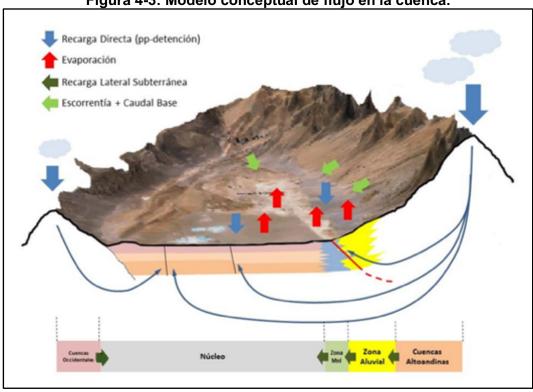


Figura 4-3: Modelo conceptual de flujo en la cuenca.

Fuente: Elaboración propia.

En la zona marginal del salar se encuentran los sistemas lacustres de Soncor, Aguas de Quelana y Peine, además del sistema Vegetación Borde Este, los que se describen a continuación (Figura 4-4):

- El sistema Soncor está compuesto por tres lagunas principales, dos de las cuales, Chaxa y Barros Negros, se encuentran conectadas superficialmente a través del Canal Burro Muerto y la tercera, laguna Puilar, es de menor tamaño y se ubica al noreste de las dos anteriores sin conexión superficial con ellas. El Canal Burro Muerto es una manifestación de afloramientos subterráneos en la zona norte del sistema Soncor. Este aporte es fundamental para el abastecimiento y mantención de las lagunas Chaxa y Barros Negros.
- El sistema Aguas de Quelana está compuesto por una serie de cuerpos lacustres desperdigados, sin continuidad espacial y de gran variabilidad temporal, ubicados al Este del núcleo del Salar de Atacama (zona marginal).
- En el sistema Peine se encuentran las Lagunas Salada, Saladita e Interna. Esta última corresponde a la unidad terminal del sistema de lagunas Salada-Saladita-Interna y, por lo tanto, depende de los desbordes o derrames que puedan ocurrir desde Laguna Saladita. Por esta misma razón, su forma y dimensión es errática, lo que impide un registro y seguimiento continuo de niveles y de la superficie que abarca.
- En el Sistema Vegetación Borde Este se encuentra la vegetación hidromorfa y arbustiva.



Adicionalmente, el PSA hidrogeológico contempla el monitoreo del núcleo del salar, sector desde donde se efectúa la extracción de salmuera, y del área Vegas de Tilopozo, ubicado al sur oeste del Sistema Peine (Figura 4-4).

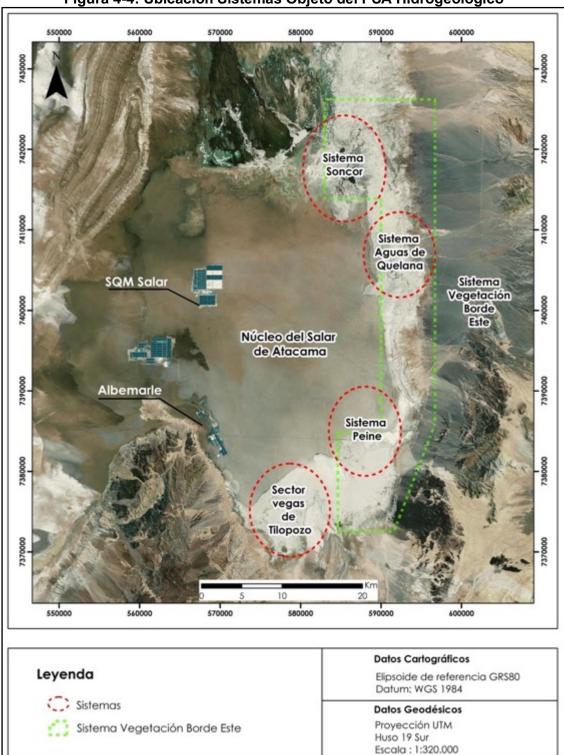


Figura 4-4: Ubicación Sistemas Objeto del PSA Hidrogeológico

Fuente: Elaboración propia



4.2 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS O SITIOS DE MONITOREO

El PSAH contempla 225 puntos de monitoreo, de los cuales 74 corresponden a puntos de monitoreo con registro previos a la RCA 226/2006 y 151 corresponden a puntos de monitoreo construidos como parte del proyecto, los cuales se habilitaron en su totalidad al 31 de octubre de 2007. Estos puntos, en algunos casos, forman parte de más de uno de los sistemas anteriormente indicados y todos ellos corresponden a puntos de control fijos en el tiempo.

Los puntos de monitoreo se pueden clasificar en forma resumida de la siguiente manera:

- 196 pozos de monitoreo de nivel;
- 5 pozos de bombeo de agua industrial;
- 18 reglillas para la medición del nivel de agua superficial;
- 4 estaciones de aforo de agua superficiales;
- 2 estaciones meteorológicas.

La ubicación de los puntos de monitoreo que conforman el PSAH se muestran en la Figura 4-5. En las siguientes secciones se entregan las coordenadas de cada uno de ellos, diferenciados por Sistema objeto del PSA.

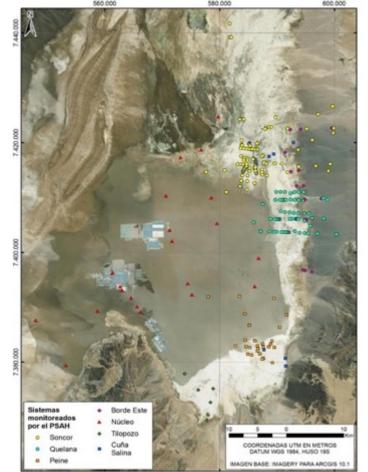


Figura 4-5: Ubicación de todos los puntos de monitoreo del PSAH

Fuente: Elaboración propia.



4.2.1 Sistema Soncor

En la Figura 4-6 se muestra la ubicación de los puntos de monitoreo del sistema Soncor, donde se incluyen, entre otros, las lagunas Puilar, Chaxa y Barros Negros, la estación Meteorológica de Chaxa, la sección de aforo del Puente San Luis y los pozos de Agua Industrial Mullay y Allana.

En la Tabla 4-1 se indica los puntos de monitoreo del sistema Soncor, señalando sus coordenadas UTM y tipología, además de las variables que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respectiva.

585.000 590.000 595.000 COORDENADAS UTM EN METROS DATUM WGS 1984, HUSO 19S Sistema Soncor MAGEN BASE: GOOGLE EARTH, 2015 575,000 COORDENADAS UTM EN METROS DATUM WGS 1984, HUSO 19S Sistema Soncor

Figura 4-6: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Soncor.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 4-1: Puntos de monitoreo del sistema Soncor

| | Tabla 4-1. Fullios de monitoreo del sistema Soncol | | | | |
|-------------------|--|---------------|-----------------|-----------------------|------------|
| Punto | Tipo | | TM WGS 84 (19S) | Variable v Parámetros | Frecuencia |
| | | Norte | Este | , | |
| L1-6 | Pozo | 7.416.216,460 | 589.607,280 | Nivel | Mensual |
| | | | | Calidad 1 | Trimestral |
| L1-7 | Pozo | 7.416.377,660 | 587.729,780 | Nivel | Mensual |
| L1-8 | Pozo | 7.416.079,590 | 584.706,270 | Nivel | Mensual |
| L1-9 | Pozo | 7.417.742,330 | 587.632,210 | Nivel | Mensual |
| L1-10 | Pozo | 7.417.519,370 | 587.382,180 | Nivel | Mensual |
| L1-11 | Pozo | 7.417.156,520 | 584.692,920 | Nivel | Mensual |
| L1-12 | Pozo | 7.417.177,420 | 584.274,720 | Nivel | Mensual |
| L1-13 | Pozo | 7.416.803,940 | 584.879,540 | Nivel | Mensual |
| L1-14 | Pozo | 7.416.826,930 | 584.228,120 | Nivel | Mensual |
| L1-15 | Pozo | 7.418.751,860 | 586.572,230 | Nivel | Mensual |
| L1-16 | Pozo | 7.418.741,730 | 586.100,990 | Nivel | Mensual |
| L2-7 | | 7.415.628.870 | 593.776.830 | Nivel | Mensual |
| | Pozo | | | | |
| L2-8 | Pozo | 7.416.184,710 | 590.828,170 | Nivel | Mensual |
| L2-9 | Pozo | 7.414.388,910 | 586.444,890 | Nivel | Continuo |
| L2-10 | Pozo | 7.415.103,770 | 587.393,930 | Nivel | Mensual |
| L2-11 | Pozo | 7.412.578,240 | 586.094,560 | Nivel | Mensual |
| L2-12 | Pozo | 7.411.424,440 | 584.748,210 | Nivel | Mensual |
| L2-13 | Pozo | 7.412.988,930 | 584.841,100 | Nivel | Mensual |
| L2-14 | Pozo | 7.410.995,840 | 581.183,370 | Nivel | Mensual |
| L2-15 | Pozo | 7.414.216,520 | 587.447,080 | Nivel | Mensual |
| L2-16 | Pozo | 7.415.088,340 | 586.220,870 | Nivel | Continuo |
| L2-17 | Pozo | 7.414.013,150 | 584.891,720 | Nivel | Mensual |
| L2-18 | Pozo | 7.416.049,210 | 583.665,360 | Nivel | Mensual |
| L2-19 | Pozo | 7.416.047,040 | 583.117,580 | Nivel | Mensual |
| L2-19 | Pozo | 7.414.991,080 | 580.892,430 | Nivel | Mensual |
| L2-20 L2-21 | Pozo | 7.414.991,000 | 587.351,840 | Nivel | Mensual |
| L2-21 L2-22 | | | 584.095.060 | | |
| | Pozo | 7.416.018,440 | | Nivel | Mensual |
| L2-23 | Pozo | 7.415.762,070 | 586.243,780 | Nivel | Continuo |
| L2-24 | Pozo | 7.415.372,730 | 585.261,400 | Nivel | Mensual |
| L7-10 | Pozo | 7.420.010,680 | 586.780,320 | Nivel | Mensual |
| L7-11 | Pozo | 7.419.861,280 | 586.521,820 | Nivel | Mensual |
| L7-12 | Pozo | 7.419.493,440 | 583.933,510 | Nivel | Mensual |
| L7-6 | Pozo | 7.422.551,970 | 595.207,430 | Nivel | Mensual |
| L7-7 | Pozo | 7.422.842,990 | 589.093,500 | Nivel | Mensual |
| L11-1 | Pozo | 7.441.707,880 | 581.776,790 | Nivel | Mensual |
| L11-2 | Pozo | 7.439.199,350 | 581.780,850 | Nivel | Mensual |
| P1-1 | Pozo | 7.414.806,510 | 584.113,590 | Nivel | Continuo |
| P1-2 | Pozo | 7.414.914,370 | 584.160,130 | Nivel | Continuo |
| P1-3 | Pozo | 7.415.116,900 | 584.260,370 | Nivel | Continuo |
| P1-4 | Pozo | 7.415.116,300 | 584.319,070 | Nivel | Continuo |
| P1-5 | Pozo | 7.415.371,580 | 584.435,040 | Nivel | Continuo |
| P1-6 | | | 584.560.000 | Nivel | |
| | Pozo | 7.415.521,190 | , | | Continuo |
| P1-7 | Pozo | 7.415.711,360 | 584.675,850 | Nivel | Continuo |
| P2-1 | Pozo | 7.414.518,190 | 586.394,920 | Nivel | Continuo |
| P2-2 | Pozo | 7.414.712,530 | 586.329,180 | Nivel | Continuo |
| P2-3 | Pozo | 7.414.892,180 | 586.271,530 | Nivel | Continuo |
| P2-4 | Pozo | 7.415.282,240 | 586.212,910 | Nivel | Continuo |
| P2-5 | Pozo | 7.415.498,330 | 586.219,670 | Nivel | Continuo |
| 1027 | Pozo | 7.424.644,590 | 589.797,120 | Nivel | Mensual |
| L1-1 | Pozo | 7.421.793,680 | 599.847,360 | Nivel | Mensual |
| L1-2 | Pozo | 7.420.524,990 | 596.153,540 | Nivel | Mensual |
| L1-3 ² | Pozo | 7.418.707,925 | 593.724,574 | Nivel | Mensual |
| | | | | Nivel | Mensual |
| L1-4 | Pozo | 7.416.184,620 | 588.137,910 | Calidad 1 | Trimestral |
| | _ | | | Nivel | Mensual |
| L1-5 | Pozo | 7.415.017,400 | 584.234,490 | Calidad 1 | Trimestral |
| L | | L | | Calluau I | minicoliai |

_

² El pozo L1-3 se reconstruyó durante el año 2012, dado que el original fue tapado por un aluvión. Esta situación fue informada a través del Informe PSAH N° 11 el mismo año 2012, dado que el nuevo pozo (ubicado en el mismo sector del pozo original) supone una pequeña variación de las coordenadas de ubicación y de la cota del punto de referencia. La diferencia entre la cota del punto de referencia del pozo destruido por el aluvión de 2012 y la del pozo de reemplazo es de 0,183 metros, por lo tanto a partir de marzo de 2012, se adicionan 0,183 m a la "medición desde punto de referencia" inicial de mayo de 2007.



| L7-2 L7-3 L7-4 L7-5 L2-2 L2-3 L2-4 L2-5 SOPM-7 SOPM-13 SOPM-14 GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Tipo | Norte 7.426.657,160 7.425.182,290 7.422.583,150 7.422.857,860 7.420.404,720 7.415.774,080 7.414.608,960 7.414.004,440 7.412.045,650 7.413.064,810 7.414.053,450 | TM WGS 84 (19S) | Nivel Calidad 1 | Frecuencia Mensual Mensual Trimestral Continuo Mensual Mensual Mensual Trimestral Mensual Trimestral Mensual Trimestral Mensual Trimestral |
|---|---|---|---|---|---|
| L7-2 L7-3 L7-4 L7-5 L2-2 L2-3 L2-4 L2-5 SOPM-7 SOPM-13 SOPM-14 GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo | 7.425.182,290 7.422.583,150 7.422.857,860 7.420.404,720 7.416.112,700 7.415.774,080 7.414.608,960 7.414.004,440 7.412.045,650 7.413.064,810 7.414.053,450 | 597.177,200 591.858,280 588.645,260 583.851,590 599.286,650 596.808,820 591.850,740 588.272,060 583.567,770 | Nivel Nivel Calidad 1 Nivel Nivel Nivel Calidad 1 Nivel Nivel Calidad 1 Nivel | Mensual Mensual Trimestral Continuo Mensual Mensual Mensual Trimestral Mensual Trimestral Mensual Trimestral Mensual Trimestral |
| L7-3 L7-4 L7-5 L2-2 L2-3 L2-4 L2-5 SOPM-7 SOPM-13 SOPM-14 GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo | 7.422.583,150 7.422.857,860 7.420.404,720 7.416.112,700 7.415.774,080 7.414.608,960 7.414.004,440 7.412.045,650 7.413.064,810 7.414.053,450 | 591.858,280 588.645,260 583.851,590 599.286,650 596.808,820 591.850,740 588.272,060 583.567,770 | Nivel Calidad 1 Nivel Nivel Nivel Calidad 1 Nivel Nivel Calidad 1 Nivel Nivel Nivel Nivel Nivel | Mensual Trimestral Continuo Mensual Mensual Mensual Trimestral Mensual Trimestral Mensual Trimestral Mensual Trimestral |
| L7-4 L7-5 L2-2 L2-3 L2-4 L2-5 SOPM-7 SOPM-13 SOPM-14 GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo | 7.422.857,860 7.420.404,720 7.416.112,700 7.415.774,080 7.414.608,960 7.414.004,440 7.412.045,650 7.413.064,810 7.414.053,450 | 588.645,260 583.851,590 599.286,650 596.808,820 591.850,740 588.272,060 583.567,770 | Calidad 1 Nivel Nivel Nivel Calidad 1 Nivel Nivel Nivel Nivel Nivel Nivel | Trimestral Continuo Mensual Mensual Mensual Trimestral Mensual Trimestral Mensual Trimestral Mensual Trimestral |
| L7-4 L7-5 L2-2 L2-3 L2-4 L2-5 SOPM-7 SOPM-13 SOPM-14 GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo | 7.422.857,860 7.420.404,720 7.416.112,700 7.415.774,080 7.414.608,960 7.414.004,440 7.412.045,650 7.413.064,810 7.414.053,450 | 588.645,260 583.851,590 599.286,650 596.808,820 591.850,740 588.272,060 583.567,770 | Nivel Nivel Nivel Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel Nivel Nivel Nivel Nivel | Continuo Mensual Mensual Mensual Trimestral Mensual Trimestral Mensual Trimestral Mensual Trimestral |
| L7-5 L2-2 L2-3 L2-4 L2-5 SOPM-7 SOPM-13 SOPM-14 GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo | 7.420.404,720 7.416.112,700 7.415.774,080 7.414.608,960 7.414.004,440 7.412.045,650 7.413.064,810 7.414.053,450 | 583.851,590 599.286,650 596.808,820 591.850,740 588.272,060 583.567,770 | Nivel Nivel Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel Nivel Nivel | Mensual Mensual Mensual Trimestral Mensual Trimestral Mensual Trimestral Trimestral |
| L2-2 L2-3 L2-4 L2-5 SOPM-7 SOPM-13 SOPM-14 GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo | 7.416.112,700 7.415.774,080 7.414.608,960 7.414.004,440 7.412.045,650 7.413.064,810 7.414.053,450 | 599.286,650 596.808,820 591.850,740 588.272,060 583.567,770 | Nivel Nivel Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel | Mensual Mensual Trimestral Mensual Trimestral Mensual Trimestral Trimestral |
| L2-3 L2-4 L2-5 SOPM-7 SOPM-13 SOPM-14 GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo | 7.415.774,080 7.414.608,960 7.414.004,440 7.412.045,650 7.413.064,810 7.414.053,450 | 596.808,820 591.850,740 588.272,060 583.567,770 | Nivel Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel | Mensual Trimestral Mensual Trimestral Mensual Trimestral |
| L2-4 L2-5 SOPM-7 SOPM-13 SOPM-14 GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo | 7.414.608,960 7.414.004,440 7.412.045,650 7.413.064,810 7.414.053,450 | 591.850,740 588.272,060 583.567,770 | Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel | Trimestral Mensual Trimestral Mensual Trimestral |
| L2-5 SOPM-7 SOPM-13 SOPM-14 GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo | 7.414.004,440 7.412.045,650 7.413.064,810 7.414.053,450 | 588.272,060 583.567,770 | Nivel Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel Nivel | Mensual Trimestral Mensual Trimestral |
| L2-5 SOPM-7 SOPM-13 SOPM-14 GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo | 7.414.004,440 7.412.045,650 7.413.064,810 7.414.053,450 | 588.272,060 583.567,770 | Calidad 1 Nivel Calidad 1 Nivel | Trimestral Mensual Trimestral |
| SOPM-7 SOPM-13 SOPM-14 GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo | 7.412.045,650 7.413.064,810 7.414.053,450 | 583.567,770 | Nivel Calidad 1 Nivel | Mensual Trimestral |
| SOPM-7 SOPM-13 SOPM-14 GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo Pozo Pozo Pozo | 7.412.045,650 7.413.064,810 7.414.053,450 | 583.567,770 | Calidad 1 Nivel | Trimestral |
| SOPM-13 SOPM-14 GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo Pozo Pozo | 7.413.064,810 7.414.053,450 | | Nivel | |
| SOPM-13 SOPM-14 GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo Pozo Pozo | 7.413.064,810 7.414.053,450 | | Calidad 1 | Mensual |
| SOPM-14 GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo Pozo | 7.414.053,450 | 583.766,440 | Januau i | Trimestral |
| GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo | · | | Nivel | Mensual |
| GD-01 2021 L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo Pozo | · | 583.989,190 | Nivel | Mensual |
| L1-G4 L7-G2 Barros Negros | Pozo | | <u> </u> | Calidad 1 | Trimestral |
| L1-G4 L7-G2 Barros Negros | | 7.414.650,920 | 584.086,180 | Nivel | Mensual |
| L7-G2 Barros Negros | D PH. | 7.414.638,580 | 577.629,340 | Nivel | Continuo |
| Barros Negros | Reglilla | 7.414.816,880 | 585.209,910 | Nivel | Continuo |
| Barros Negros | Reglilla | 7 400 647 220 | E00 00E 100 | Calidad 1 Nivel | Trimestral Continuo ³ |
| | Regilla | 7.422.647,339 | 588.065,183 | Nivel | Continuo |
| Chaxas | Reglilla | 7.416.975,777 | 585.802,725 | Calidad 2 | Trimestral |
| Chaxas | | | | Nivel | Continuo |
| T T | Reglilla | 7.419.630,863 | 585.209,976 | Calidad 2 | Trimestral |
| I D. 11. | D. PH. | 7 400 407 000 | 507.047.400 | Nivel | Continuo |
| Puilar | Reglilla | 7.422.497,026 | 587.947,438 | Calidad 3 | Trimestral |
| Burro Muerto | Reglilla | 7.424.265,027 | 584.156,079 | Nivel | Continuo |
| | | · · | | Calidad 3 | Trimestral |
| L11-G1 | Reglilla | 7.439.198,280 | 582.072,080 | Nivel | Mensual |
| L7-G1 | Reglilla | 7.418.821,780 | 585.706,580 | Nivel | Mensual |
| | | · | | Calidad 1 | Trimestral |
| | Reglilla Pozo | 7.424.281,174 7.418.722,684 | 584.141,109 585.667,119 | Nivel Nivel | Mensual Mensual |
| | Pozo | 7.418.806,692 | 585.190,752 | Nivel | Mensual |
| | Pozo | 7.418.891,062 | 584.692,245 | Nivel | Mensual |
| | Pozo | 7.418.973,515 | 584.205,221 | Nivel | Mensual |
| | Pozo | 7.419.052,710 | 583.702,710 | Nivel | Mensual |
| | Pozo | 7.419.629,187 | 583.815,200 | Nivel | Mensual |
| | Pozo | 7.417.527,959 | 583.752,413 | Nivel | Mensual |
| E. Puente San Luis | E. Aforo | 7.424.268,999 | 584.148,170 | Caudal | Continuo |
| | E. Aforo | 7.419.414,100 | 585.318,180 | Caudal | Mesual |
| E. Meteo. Chaxas | E. Meteorológica | 7.424.240,320 | 583.530,010 | Meteorología | Continuo |
| | | | | Nivel | Mensual |
| MULLAY-1 | Pozo Bombeo | 7.422.645,060 | 599.918,950 | Calidad 4 | Trimestral |
| | | | | Volumen | Mensual |
| | | 7 444 600 000 | E00.0E= 0.40 | Nivel | Mensual |
| ALLANA | Pozo Bombeo | 7.414.838,020 | 598.957,610 | Calidad 4 | Trimestral |
| | | | | Volumen | Mensual |
| Laguna Barros | Loguno | NI A | NIA | Superficie Estacas | Trimestral 5 años |
| Negros⁵ | Laguna | NA | NA | Superficie Imagen | 5 anos Anual |
| | | + | | Superficie Imagen Superficie Estacas | Trimestral |
| Laguna Chaxas ⁴ | Laguna | NA | NA | Superficie Estadas Superficie Topografía | 5 años |
| Lagaria Orianas | | 14/7 | 1 1/7 | Sapornois Topograna | |

_

³ Si bien para la reglilla L7-G2 (Laguna Puilar) se estableció un monitoreo mensual, se implementó un sistema de medición continua ya que se ubica en una zona con alto potencial de nidificación de flamencos, lo que permite realizar un monitoreo adecuado durante el período reproductivo.

⁴ Para los pozos RC-1, RC-2, RC-3, RC-4, RC-5, RC-6 y RC-7 las coordenadas corresponden a las presentandas en el Informe N°8 del PSAH transformadas a DATUM WGS-84.

⁵ En el presente periodo no corresponde el monitoreo de superficie lacustre en base a topografía e imágenes satelitales.



| Punto | Tipo | Coordenadas U | ITM WGS 84 (19S) | Variable y Parámetros | Francis | |
|----------------------------|--------|---------------|------------------|--|-------------------------------|--|
| | Про | Norte | Este | variable y Parametros | riecuencia | |
| Laguna Puilar ⁴ | Laguna | NA | NA | Superficie Estacas Superficie Topografía Superficie Imagen | Trimestral 5 años Anual | |

Como se observa en la Tabla 4-1, respecto al monitoreo de calidad del agua, y en base a los parámetros evaluados, es posible diferenciar 4 grupos de puntos de control, de acuerdo al siguiente detalle:

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

Para el caso de la Estación Meteorológica de Chaxas, se considera la medición de los parámetros Precipitación (mm), Evaporación (mm), Velocidad del Viento (m/s) y temperatura (°C).

4.2.2 Sistema Aguas de Quelana

Los puntos de monitoreo en el sistema Aguas de Quelana se ubican al este del Salar de Atacama, entre las coordenadas UTM (WGS84) 7.415.000 a 7.400.000 norte y 585.000 a 602.000 este. La totalidad de ellos corresponde a pozos de monitoreo de nivel y reglillas, sin existir estaciones meteorológicas ni de aforo de caudal de cuerpos de agua superficial. El monitoreo está orientado a observar el efecto de las extracciones de salmuera, así como la explotación de los pozos de agua industrial Socaire-5 y Camar.

En la Figura 4-7 se muestra la distribución geográfica de los puntos de monitoreo considerados en el Sistema Aguas de Quelana, mientras que en la Tabla 4-2 se detallan sus coordenadas de ubicación, en conjunto con las variables y parámetros que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respectiva.



Figura 4-7: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana.

Tabla 4-2: Puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana

| Punto | Time | Coordenadas UTI | W WGS 84 (19S) | Variable | Francis |
|-------|------|-----------------|----------------|-----------|------------|
| | Tipo | Norte | Este | Variable | Frecuencia |
| L3-5 | Pozo | 7.409.547,430 | 593.776,020 | Nivel | Continuo |
| L3-6 | Pozo | 7.409.554,850 | 593.121,380 | Nivel | Continuo |
| L3-8 | Pozo | 7.409.579,480 | 591.523,730 | Nivel | Mensual |
| L3-9 | Pozo | 7.409.573,460 | 591.314,030 | Nivel | Continuo |
| L3-10 | Pozo | 7.409.577,910 | 591.215,470 | Nivel | Continuo |
| L3-11 | Pozo | 7.409.581,800 | 591.057,160 | Nivel | Mensual |
| L3-12 | Pozo | 7.409.581,410 | 590.857,320 | Nivel | Mensual |
| L3-13 | Pozo | 7.409.571,530 | 590.538,580 | Nivel | Continuo |
| L3-14 | Pozo | 7.409.571,030 | 589.772,730 | Nivel | Mensual |
| L4-7 | Pozo | 7.406.037,970 | 593.769,460 | Nivel | Continuo |
| L4-8 | Pozo | 7.406.127,780 | 593.360,430 | Nivel | Continuo |
| L4-0 | P020 | 7.400.127,760 | | Calidad 1 | Trimestral |
| L4-9 | Pozo | 7.406.144,430 | 592.623,500 | Nivel | Continuo |
| L4-9 | F020 | 7.400.144,430 | | Calidad 1 | Trimestral |
| L4-11 | Pozo | 7.406.056,460 | 590.533,410 | Nivel | Mensual |
| L4-12 | Pozo | 7.406.056,630 | 590.333,970 | Nivel | Continuo |
| L4-12 | F020 | 7.406.036,630 | 590.555,970 | Calidad 1 | Trimestral |
| L4-13 | Pozo | 7.406.057,990 | 590.201,700 | Nivel | Continuo |
| L4-14 | Pozo | 7.406.059,640 | 590.068,600 | Nivel | Mensual |
| L4-15 | Pozo | 7.406.063,310 | 589.870,940 | Nivel | Mensual |



| Punto | Tipo | Coordenadas UT | M WGS 84 (19S) | Variable | Frecuencia |
|---------------|-------------|-----------------------|----------------|--------------------|------------------------|
| | Про | Norte | Este | Variable | Trecuencia |
| L4-16 | Pozo | 7.406.099,710 | 588.869,960 | Nivel | Mensual |
| L13-1 | Pozo | 7.411.009,380 | 594.639,530 | Nivel | Continuo |
| L13-2 | Pozo | 7.410.993,520 | 593.833,900 | Nivel | Continuo |
| L13-3 | Pozo | 7.410.998,360 | 593.054,200 | Nivel | Continuo |
| L13-5 | Pozo | 7.411.029,600 | 591.375,830 | Nivel | Mensual |
| L13-6 | Pozo | 7.411.019,590 | 590.625,640 | Nivel | Mensual |
| L13-7 | Pozo | 7.411.028,930 | 589.876,440 | Nivel | Mensual |
| L14-1 | Pozo | 7.407.109,560 | 595.569,210 | Nivel | Mensual |
| L14-2 | Pozo | 7.407.113,030 | 594.810,170 | Nivel | Mensual |
| L14-3 | Pozo | 7.407.115,770 | 593.698,940 | Nivel | Mensual |
| L14-5 | Pozo | 7.407.286,220 | 592.186,920 | Nivel | Mensual |
| L14-6 | Pozo | 7.407.328,430 | 591.425,980 | Nivel | Mensual |
| L14-7 | Pozo | 7.407.519,580 | 590.655,990 | Nivel | Mensual |
| L5-6 | Pozo | 7.404.843,410 | 595.818,480 | Nivel | Continuo |
| L5-7 | Pozo | 7.403.481,350 | 595.448,970 | Nivel | Continuo |
| L5-8 | Pozo | 7.403.503,250 | 594.827,120 | Nivel | Continuo |
| L5-9 | Pozo | 7.403.630,730 | 592.139,000 | Nivel | Mensual |
| L5-10 | Pozo | 7.403.629,280 | 591.910,900 | Nivel | Continuo |
| L5-11 | Pozo | 7.403.629,660 | 591.830,740 | Nivel | Mensual |
| L5-12 | Pozo | 7.403.639,730 | 591.686,420 | Nivel | Mensual |
| L5-13 | Pozo | 7.403.659,850 | 591.481,590 | Nivel | Mensual |
| L5-14 | Pozo | 7.403.675,640 | 591.163,340 | Nivel | Continuo |
| L5-15 | Pozo | 7.403.723,310 | 590.791,180 | Nivel | Mensual |
| L3-2 | Pozo | 7.409.615,430 | 598.844,960 | Nivel | Mensual |
| L3-3 | Pozo | 7.409.496,340 | 594.614,770 | Nivel | Mensual |
| L3-4 (SOPM-8) | Pozo | 7.408.833,140 | 587.551,700 | Nivel | Mensual |
| L4-3 | Pozo | 7.406.265,010 | 596.113,200 | Nivel Calidad 1 | Mensual Trimestral |
| L4-4 | Pozo | 7.405.733,370 | 594.797,860 | Nivel | Mensual |
| L4-5 | Pozo | 7.406.037,022 | 589.607,694 | Nivel | Mensual |
| | | , | , | Nivel | Mensual |
| L4-6 | Pozo | 7.405.467,670 | 585.967,230 | Calidad 1 | Trimestral |
| L5-1 | Pozo | 7.403.308,440 | 600.351,660 | Nivel | Mensual |
| L5-2 | Pozo | 7.403.455,330 | 597.045,650 | Nivel | Mensual |
| L5-3 | Pozo | 7.403.543,670 | 593.971,420 | Nivel Calidad 1 | Continuo Trimestral |
| L5-4 | Pozo | 7.403.702,590 | 589.565,670 | Nivel | Mensual |
| SOPM-9 | Pozo | 7.403.823,460 | 587.169,690 | Nivel | Mensual |
| GD-02 | Pozo | 7.403.739,160 | 589.933,790 | Nivel | Mensual |
| D-2 | Pozo | 7.403.779,680 | 588.662,620 | Nivel | Mensual |
| | | | | Nivel | Mensual |
| L4-10 | Reglilla | 7.406.115,110 | 592.247,070 | Calidad 3 | Trimestral |
| L13-4 | Reglilla | 7.410.799,970 | 592.412,370 | Nivel | Continuo |
| L14-4 | Reglilla | 7.407.155,280 | 592.926,140 | Nivel | Continuo |
| L3-7 | Reglilla | 7.409.604,100 | 592.414,490 | Nivel | Continuo |
| L5-G3 | Reglilla | 7.403.843,512 | 593.160,262 | Nivel | Continuo |
| | | | | Nivel | Mensual |
| CAMAR-2 | Pozo Bombeo | 7.409.831,330 | 598.072,110 | Calidad 4 | Trimestral |
| | | | | Volumen | Mensual |
| | | | | Nivel | Mensual |
| SOCAIRE-5B | Pozo Bombeo | 7.406.165,630 | 598.163,880 | Calidad 4 | Trimestral |
| | | lanta. Elabaración pr | l Ionia | Volumen | Mensual |

Como se observa en la Tabla 4-2, respecto al monitoreo de calidad del agua, y en base a los parámetros evaluados, es posible diferenciar 3 grupos de puntos de control, de acuerdo al siguiente detalle:

- Calidad 1: Densidad, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, pH y Conductividad.
- Calidad 3: Salinidad, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Dureza Total, Carbonato, Bicarbonato, Sulfato,



- Cloruro, Arsénico, Nitratos, Fosfato, pH, Temperatura, Alcalinidad y Oxígeno Disuelto.
- Calidad 4: Alcalinidad Total, Carbonato, Bicarbonato, pH, Sólidos Disueltos Totales, Cloruro, Nitratos, Sulfato, Arsénico, Calcio, Hierro, Magnesio, Manganeso, Potasio, Sodio y Zinc.

4.2.3 Sistema Vegetación Borde Este

Los puntos de monitoreo del sistema Vegetación Borde Este se encuentran al este del Salar de Atacama entre las coordenadas UTM (WGS84) 7.425.000 a 7.395.000 norte y 590.000 a 600.000 este. La totalidad de ellos corresponde a puntos de monitoreo de nivel, reglillas y pozos de extracción. En la Figura 4-8 se muestra la distribución geográfica de los puntos.

En la Tabla 4-3 se presenta los puntos de monitoreo del sistema Vegetación Borde Este; se detallan sus coordenadas de ubicación, en conjunto con las variables y parámetros que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respetiva.

985 000 590 000 595 000 600 000 605 000

807 000 590 000 590 000 605 000

808 000 590 000 590 000 605 000

809 000 590 000 590 000 605 000

809 000 590 000 590 000 605 000

809 000 590 000 590 000 605 000

809 000 590 000 590 000 605 000

809 000 590 000 590 000 605 000

809 000 590 000 590 000 605 000

809 000 590 000 590 000 605 000

809 000 590 000 590 000 605 000

809 000 590 000 590 000 605 000

809 000 590 000 590 000 605 000

809 000 590 000 590 000

809 000 590 000 590 000

809 000 590 000 590 000

809 000 590 000 590 000

809 000 590 000 590 000

809 000 590 000 590 000

809 000 590 000 590 000

809 000 590 000 590 000

809 000 590 000 590 000

809 000 590 000 590 000

809 000 590 000 590 000

809 000 590 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

809 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

800 000 590 000

Figura 4-8: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Vegetación Borde Este

Fuente: Elaboración propia.



Como se observa en la Tabla 4-3, respecto al monitoreo de calidad del agua, y en base a los parámetros evaluados, es posible diferenciar 2 grupos de puntos de control, de acuerdo al siguiente detalle:

- Calidad 1: Densidad, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, pH y Conductividad.
- Calidad 4: Alcalinidad Total, Carbonato, Bicarbonato, pH, Sólidos Disueltos Totales, Cloruro, Nitratos, Sulfato, Arsénico, Calcio, Hierro, Magnesio, Manganeso, Potasio, Sodio y Zinc.

Tabla 4-3: Puntos de monitoreo del sistema Vegetación Borde Este

| Table 4-3.1 untos de monitoreo del sistema Vegetación borde Este | | | | | | |
|--|-------------|-----------------|-------------|-----------|------------|--|
| Punto | Tipo | Coordenadas UTI | | Variable | Frecuencia | |
| 1 dillo | Про | Norte | Este | Variable | Trecuencia | |
| L2-25 | Pozo | 7.414.726,680 | 592.439,510 | Nivel | Mensual | |
| L3-5 | Pozo | 7.409.547,430 | 593.776,020 | Nivel | Continuo | |
| L7-14 | Pozo | 7.422.403,410 | 592.286,510 | Nivel | Mensual | |
| L9-1 | Pozo | 7.396.682,170 | 594.862,350 | Nivel | Mensual | |
| L9-2 | Pozo | 7.396.786,420 | 594.486,720 | Nivel | Mensual | |
| L7-13 | Pozo | 7.422.455,200 | 594.116,420 | Nivel | Mensual | |
| L2-26 | Pozo | 7.414.918,140 | 593.786,540 | Nivel | Mensual | |
| L3-15 | Pozo | 7.409.664,060 | 594.922,470 | Nivel | Mensual | |
| L1-17 | Pozo | 7.418.238,880 | 591.453,180 | Nivel | Mensual | |
| L2-27 | Pozo | 7.412.130,850 | 593.470,530 | Nivel | Mensual | |
| L2-28 | Pozo | 7.412.131,550 | 594.586,000 | Nivel | Mensual | |
| L4-17 | Pozo | 7.405.962,950 | 595.169,370 | Nivel | Mensual | |
| L4-10 | Reglilla | 7.406.115,110 | 592.247,070 | Nivel | Mensual | |
| L3-16 | Pozo | 7.409.802,830 | 597.731,310 | Nivel | Mensual | |
| L7-15 | Pozo | 7.422.678,150 | 599.594,220 | Nivel | Mensual | |
| L2-4 | Dama | 7 444 600 000 | 591.850,740 | Nivel | Mensual | |
| L2-4 | Pozo | 7.414.608,960 | 391.630,740 | Calidad 1 | Trimestral | |
| L3-3 | Pozo | 7.409.496,340 | 594.614,770 | Nivel | Mensual | |
| L7-3 | Pozo | 7.422.583,150 | 591.858,280 | Nivel | Mensual | |
| - | F020 | 7.422.363,130 | 391.030,200 | Calidad 1 | Trimestral | |
| L1-3 | Pozo | 7.418.707,925 | 593.724,574 | Nivel | Mensual | |
| L4-3 | Pozo | 7.406.265,010 | 596.113,200 | Nivel | Mensual | |
| L4-J | 1 020 | 7.400.200,010 | 330.113,200 | Calidad 1 | Trimestral | |
| | | | 596.135,704 | Nivel | Mensual | |
| CA-2015 ⁶ | Pozo Bombeo | 7.396.451,888 | | Calidad 4 | Trimestral | |
| | | | | Volumen | Mensual | |

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Sistema Vegas de Tilopozo

En la Figura 4-9 se muestra la ubicación de los cinco puntos de monitoreo del sistema Vegas de Tilopozo. La totalidad de ellos corresponde a pozos de monitoreo de nivel y reglillas.

Por su parte, en la Tabla 4-4 se indica los puntos de monitoreo, sus coordenadas UTM y tipología, además de las variables que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respetiva.

_

⁶ El pozo de bombeo de agua industrial (pozo P2) fue reemplazado por el pozo CA-2015, a partir de febrero de 2017, según Res. 296/2016 de la DGA



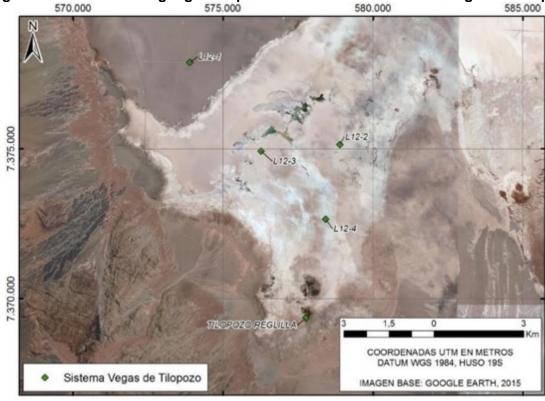


Figura 4-9: Distribución geográfica puntos de monitoreo Sistema Vegas de Tilopozo

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

| Punto | Tino | Coordenadas UTM | Variable | Frecuencia | |
|--------------------|----------|-----------------|-------------|------------|------------|
| | Tipo | Norte | Este | Variable | Frecuencia |
| L12-1 ⁷ | Pozo | 7.377.872,510 | 573.891,040 | Nivel | Mensual |
| L12-2 | Pozo | 7.375.144,820 | 578.896,150 | Nivel | Mensual |
| L12-3 | Pozo | 7.374.917,350 | 576.268,700 | Nivel | Mensual |
| L12-4 | Pozo | 7.372.652,700 | 578.423,070 | Nivel | Mensual |
| Tilopozo | Reglilla | 7.369.363,760 | 577.756,460 | Nivel | Mensual |

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5 Sistema Núcleo del Salar de Atacama

En la Figura 4-10 se muestra la ubicación de los puntos de monitoreo del sistema Núcleo del Salar de Atacama. La totalidad de ellos corresponde a pozos de monitoreo de nivel y una estación meteorológica (estación KCI).

En la Tabla 4-5 se indica los puntos de monitoreo del sistema Núcleo, señalando sus coordenadas UTM y tipología, además de las variables que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respetiva.

"INFORME DE MONITOREO SEMESTRAL ACTUALIZADO A DICIEMBRE 2017"

⁷ Durante el segundo semestre de 2016, el Antepozo del punto L12-1 fue destruido por un camión por lo cual este se reconstruyó. Lo anterior implica un cambio en la cota del punto de referencia desde los 2302,348 a los 2302,296 (m.s.n.m) DATUM WGS-84. Todo lo anterior se reportó en el Informe N° 20 del PSAH.



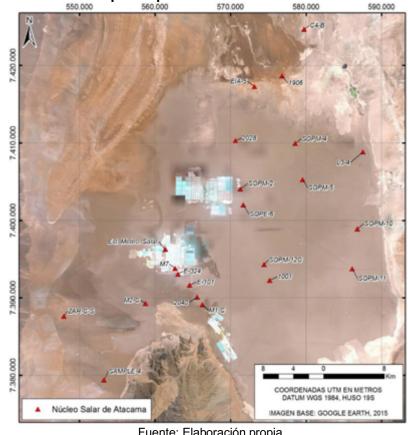


Figura 4-10: Distribución espacial puntos de monitoreo Núcleo del Salar de Atacama

Como se observa en la Tabla 4-5, respecto al monitoreo de calidad del agua, y en base a los parámetros evaluados, todos ellos corresponden al grupo denominado Calidad 1, cuantificando los siguientes parámetros:

Calidad 5: Densidad y Sólidos Disueltos Totales.

Para el caso de la Estación Meteorológica de KCI, se considera la medición de los parámetros Precipitación (mm), Evaporación (mm), Velocidad del Viento (m/s) y temperatura (°C).

Tabla 4-5: Puntos monitoreo Sistema Núcleo del Salar de Atacama⁸

| Punto | Tipo | Coordenadas UTI | M WGS 84 (19S) | Variable | Frecuencia |
|----------|------|-----------------|----------------|--------------------|-----------------------|
| | Про | Norte | Este | Variable | Frecuencia |
| M7 | Pozo | 7.393.786,880 | 562.662,520 | Nivel | Mensual |
| E-324 | Pozo | 7.393.056,030 | 563.023,210 | Nivel | Mensual |
| E-101 | Pozo | 7.391.636,430 | 564.581,510 | Nivel | Mensual |
| 2040 | Pozo | 7.390.079,710 | 565.600,100 | Nivel | Mensual |
| M1-C | Pozo | 7.389.114,680 | 566.253,540 | Nivel | Mensual |
| SOPM-2 | Pozo | 7.404.051,550 | 571.302,230 | Nivel | Mensual |
| SOPE-6 | Pozo | 7.402.011,780 | 571.691,000 | Nivel | Mensual |
| SOPM-12C | Pozo | 7.394.294,050 | 574.439,390 | Nivel Calidad 5 | Mensual Trimestral |

⁸ Cabe señalar que el reporte del volumen mensual de salmuera bombeado y reinyectado se presenta en el denominado "Informe de Extraccion Anual de Salmuera de las Operaciones en el Salar de Atacama", con una frecuencia anual.



| Dunta | Time | Coordenadas UTI | /I WGS 84 (19S) | Variable | Francis |
|----------------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------|------------|
| Punto | Tipo | Norte | Este | Variable | Frecuencia |
| 1001 | Pozo | 7.392.245.760 | 575.189,800 | Nivel | Mensual |
| 1001 | F020 | 1.392.243,100 | 37 3.109,000 | Calidad 5 | Trimestral |
| SOPM-4 | Pozo | 7.409.930,500 | 578.577,310 | Nivel | Mensual |
| SOPM-5 | Pozo | 7.405.276,740 | 579.550,510 | Nivel | Mensual |
| L3-4 (SOPM-8) | Pozo | 7.408.833,140 | 587.551,700 | Nivel | Mensual |
| SOPM-10 | Pozo | 7.398.886,220 | 586.801,850 | Nivel | Mensual |
| SOPM-11 | Pozo | 7.393.742,610 | 586.119,550 | Nivel | Mensual |
| Zar-C-S | Pozo | 7.387.589,960 | 547.921,520 | Nivel | Mensual |
| M2-C | Pozo | 7.389.269,260 | 558.734,480 | Nivel | Mensual |
| Sample-4 | Pozo | 7.379.370,300 | 553.220,510 | Nivel | Mensual |
| EIA-5 | Pozo | 7.417.291,460 | 573.177,570 | Nivel | Mensual |
| C4-B | Pozo | 7.424.698,440 | 579.751,950 | Nivel | Mensual |
| 2028 | Pozo | 7.410.286,460 | 570.639,500 | Nivel | Mensual |
| 1906 | Pozo | 7.418.675,340 | 576.809,170 | Nivel | Mensual |
| E. meteorológica KCl | E. Meteorológica | 7.396.240,540 | 561.376,160 | Meteorología | Continuo |

4.2.6 Sistema Peine

Los puntos de monitoreo del sistema Peine se encuentran ubicados al sureste del Salar de Atacama, entre las coordenadas UTM (WGS84) 7.393.000 a 7.379.000 norte y 577.000 a 592.000 este, donde se incluyen las secciones de aforo de las lagunas Salada y Saladita. En la Figura 4-11 se muestra la distribución geográfica de los puntos de monitoreo del Sistema Peine.

580.000 585.000 590.000

| 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 2037 | 203

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



En la Tabla 4.6 se indican los puntos de monitoreo del sistema Peine; se detallan sus coordenadas de ubicación, en conjunto con las variables y parámetros que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo asociada. Como se observa, respecto al monitoreo de calidad del agua, y en base a los parámetros evaluados, es posible diferenciar 2 grupos de puntos de control, de acuerdo al siguiente detalle:

- Calidad 1: Densidad, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, pH y Conductividad.
- Calidad 3: Salinidad, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Dureza Total, Carbonato, Bicarbonato, Sulfato, Cloruro, Arsénico, Nitratos, Fosfato, pH, Temperatura, Alcalinidad y Oxígeno Disuelto.

Tabla 4-6: Puntos de monitoreo del sistema Peine

| | 1 abia 4-0: | | | sistema Peine | | | |
|------------------------------|-------------|----------------|---------------------------------------|--|-------------------------------|--|--|
| Punto | Tipo | Coordenadas UT | · · · · · · · · · · · · · · · · · · · | - Variable | Frecuencia | | |
| 1 unto | Про | Norte | Este | | rrecuencia | | |
| L10-1 | Pozo | 7.380.660,660 | 591.440,070 | Nivel Calidad 1 | Mensual Trimestral | | |
| L10-2 | Pozo | 7.382.683,180 | 589.534,380 | Nivel | Mensual | | |
| L10-3 | Pozo | 7.381.276,010 | 585.556,470 | Nivel | Mensual | | |
| L10-4 | Pozo | 7.381.407,758 | 584.907,774 | Nivel Calidad 1 | Mensual Trimestral | | |
| L10-5 | Pozo | 7.382.630,960 | 585.257,670 | Nivel | Mensual | | |
| L10-6 | Pozo | 7.382.951.640 | 586.579,510 | Nivel | Mensual | | |
| L10-7 | Pozo | 7.382.733,400 | 587.591,240 | Nivel | Mensual | | |
| L10-8 | Pozo | 7.383.323,180 | 587.479,410 | Nivel | Mensual | | |
| L10-9 | Pozo | 7.383.281,370 | 588.859,800 | Nivel | Mensual | | |
| L10-10 | Pozo | 7.382.729,910 | 588.561,220 | Nivel | Mensual | | |
| L10-11 | Pozo | 7.386.713,220 | 585.193,010 | Nivel | Mensual | | |
| L10-12 | Pozo | 7.388.772,890 | 584.400,100 | Nivel | Mensual | | |
| L10-13 | Pozo | 7.382.758,820 | 584.610,140 | Nivel | Mensual | | |
| L10-14 | Pozo | 7.382.944,900 | 582.762,630 | Nivel | Mensual | | |
| L10-15 | Pozo | 7.383.839,760 | 589.152,940 | Nivel | Mensual | | |
| L10-16 | Pozo | 7.386.333,410 | 590.452,500 | Nivel | Mensual | | |
| L10-17 | Pozo | 7.388.611,170 | 591.616,700 | Nivel | Mensual | | |
| GD-03 | Pozo | 7.382.384,730 | 586.688,010 | Nivel | Mensual | | |
| GD-03 | Pozo | 7.383.853,990 | 586.142,950 | Nivel | Mensual | | |
| | 1 020 | 7.303.033,330 | , | Nivel | Mensual | | |
| 1028 | Pozo | 7.383.997,750 | 584.432,980 | Calidad 1 | Trimestral | | |
| 2018 | Pozo | 7.391.893,050 | 578.015,440 | Nivel | Mensual | | |
| 2037 | Pozo | 7.391.949,150 | 583.465,290 | Nivel | Mensual | | |
| 1024 | Pozo | 7.391.600,130 | 589.474,550 | Nivel | Mensual | | |
| Saladita | Reglilla | | | Nivel Calidad 3 | Mensual Trimestral | | |
| Salada | Reglilla | | | Nivel Calidad 3 | Mensual Trimestral | | |
| Interna | Reglilla | | | Nivel Calidad 3 | Mensual Trimestral | | |
| Aforo Salada | E. Aforo | | | Caudal | Mensual | | |
| Aforo Saladita | E. Aforo | | | Caudal | Mensual | | |
| Laguna Salada ⁹ | Laguna | 7.380.706,645 | 587.624,464 | Superficie Estacas Superficie Topografía Superficie Imagen | Trimestral 5 años Anual | | |
| Laguna Saladita ⁷ | Laguna | 7.381.471,227 | 587.023,022 | Superficie Estacas Superficie Topografía Superficie Imagen | Trimestral 5 años Anual | | |
| Laguna Interna ⁷ | Laguna | 7.382.021,412 | 586.614,799 | Superficie Estacas Superficie Topografía Superficie Imagen | Trimestral 5 años Anual | | |

Fuente: Elaboración propia.

_

⁹ En el presente periodo no corresponde el monitoreo de superficie lacustre en base a topografía e imágenes satelitales.



4.2.7 Sistema Cuña Salina

Los puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina se encuentran al este del Salar de Atacama, entre las coordenadas 7.420.000 a 7.381.000 norte y 587.000 a 597.000 este. La totalidad de ellos corresponde a pozos de monitoreo. En la Figura 4-12 se aprecia la distribución espacial de dichos puntos.

CURA 7 CURA 7 CURA 7 CURA 7 CURA 8 CURA 9 COORDENADAS UTM EN METROS DATUM WSS 1984 HUSS 1985 HAS 1985

Figura 4-12. Distribución geográfica puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4-7 se presentan los puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina; se detallan sus coordenadas de ubicación, en conjunto con las variables y parámetros que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respetiva.

Como se observa en la Tabla 4-7, respecto al monitoreo de calidad del agua, y en base a los parámetros evaluados, el único punto que considera monitoreo de calidad corresponde al grupo denominado Calidad 1, cuantificando los siguientes parámetros:

 Calidad 1: Densidad, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, pH y Conductividad.



Tabla 4-7: Puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina

| Punto | Time | Coordenadas UTM WGS 84 (19S) | | Variable | Frecuencia |
|--------|------|------------------------------|-------------|--------------------|-----------------------|
| Punto | Tipo | Norte | Este | Variable | Frecuencia |
| Cuña 1 | Pozo | 7.417.502,390 | 588.591,760 | Conductividad | Semestral |
| Cuña 2 | Pozo | 7.417.900,830 | 589.402,320 | Conductividad | Semestral |
| Cuña 3 | Pozo | 7.420.047,170 | 592.879,010 | Conductividad | Semestral |
| L4-3 | Pozo | 7.406.265,010 | 596.113,200 | Conductividad | Semestral |
| Cuña 4 | Pozo | 7.405.987,030 | 594.841,820 | Conductividad | Semestral |
| Cuña 5 | Pozo | 7.406.109,500 | 593.361,940 | Conductividad | Semestral |
| Cuña 6 | Pozo | 7.379.240,900 | 591.524,350 | Conductividad | Semestral |
| Cuña 7 | Pozo | 7.382.218,750 | 587.722,590 | Conductividad | Semestral |
| L10-1 | Pozo | 7.380.660,660 | 591.440,070 | Nivel Calidad 1 | Mensual Trimestral |

4.2.8 Plan de Contingencias

Uno de los objetivos principales del PSAH es proveer información para operar el Plan de Contingencias (PC), el cual está orientado a dar respuesta oportuna frente a impactos. El PC fue propuesto en el marco de la evaluación del ElA del proyecto "Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama", y su diseño se sustentó en los resultados de 10 años de monitoreo de variables hidrogeológicas y bióticas, que indican que los sistemas a proteger toleran adecuadamente grandes variaciones hidrológicas estacionales e interanuales, situación que se ha corroborado desde el inicio del monitoreo del PSAH (mayo 2007) a la fecha.

Para efectos del presente informe, se ha tenido a la vista lo indicado en la Resolución N°1/Rol F-041-2016, y su rectificación contenida en la Resolución N°4/Rol F-041-2016. Conforme a lo anterior, el Plan de Contingencia se ajusta a lo indicado en los considerandos 11.2.1, 11.3.1 y 11.4.1 de la RCA 226/2006. De acuerdo a lo anterior, los pozos del Plan de Contingencia (Indicadores de Estado), que forman parte de los pozos del PSAH señalados en las secciones anteriores, se identifican en la Tabla 4-8. En la Figura 4-13 se presenta la ubicación espacial de los puntos del PC.

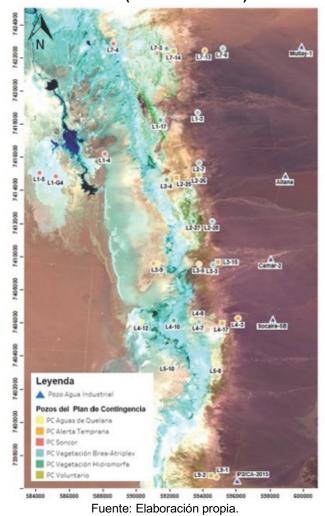
Tabla 4-8: Pozos del Plan de Contingencia (Indicadores de Estado), según RCA 226/2006.

| SISTEMA | SUBSISTEMA | INDICADORES DE ESTADO |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| | | L1-5 |
| Soncor | _ | L1-4 |
| Solicoi | - | L7-4 |
| | | L1-G4 REGLILLA |
| | | L5-8 |
| | | L4-8 |
| Aguas de Quelana | _ | L3-5 |
| Aguas de Quelana | _ | L3-9 |
| | | L5-10 |
| | | L4-12 |
| | | L7-3 |
| | | L2-4 |
| | Vegetación Hidromorfa | L3-5 |
| Vegetación Borde Este | Vegetación maromona | L4-10 |
| | | L1-17 |
| | | L2-27 |
| | Vegetación Brea-Atriplex | L7-6 |
| | vegetacion brea-Ampiex | L2-7 |



| SISTEMA | SUBSISTEMA | INDICADORES DE ESTADO |
|--------------------|--------------------------|-----------------------|
| | | L3-3 |
| | | L4-7 |
| | | L9-1 |
| | | L1-3 |
| | | L2-28 |
| | | L7-13 |
| | | L2-25 |
| | Alerta Temprana | L3-11 |
| | | L4-3 |
| | | L9-1 |
| | | L2-25 |
| | Vegetación Brea-Atriplex | L7-14 |
| Pozos adicionales | Vegetación brea-Atripiex | L4-17 |
| 1 0203 adicionales | | L9-2 |
| | Alerta Temprana | L2-26 |
| | Alerta Tempiana | L3-15 |

Figura 4-13: Ubicación puntos del Plan de Contingencia y pozos de bombeo de agua industrial (DATUM WGS-84).





4.3 PARÁMETROS PARA CARACTERIZAR LAS VARIABLES AMBIENTALES

En la sección 4.2 se detalla, para cada sistema y punto de monitoreo incluido en el PSAH, los parámetros utilizados para describir y caracterizar el estado y evolución de las variables ambientales en el periodo, los que pueden agruparse como se indica en la Tabla 4-9.

Tabla 4-9: Parámetros considerados en PSAH

| Componente | Subcomponente | Variable | Parámetro | Unidades |
|------------|------------------|--------------|----------------------|-----------|
| | | Cantidad | Nivel | msnm |
| | | Cantidad | Caudal bombeo | L/s |
| | Agua subterránea | | | Variable |
| | | Calidad | Ver sección 4.2 | según |
| | | | | parámetro |
| Agua | | | Nivel | msnm |
| | | Cantidad | Superficie Lacustre | m² o km² |
| | Agua superficial | | Caudal | L/s |
| | Agua superiiciai | | | Variable |
| | | Calidad | Ver sección 4.2 | según |
| | | | | parámetro |
| | | | Precipitación | mm |
| Aire | Aire | Meteorología | Evaporación | mm |
| Alle | Alle | Meteorologia | Velocidad del viento | m/s |
| | | | Temperatura | °C |

Fuente: Elaboración propia.

4.4 METODOLOGÍAS

A continuación, se expone un listado general de las metodologías implementadas para la carcaterización de las distintas variables ambientales incluidas en el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico. El detalle de las metodologías se encuentra en el ANEXO 5.

4.4.1 Monitoreo manual de nivel pozos

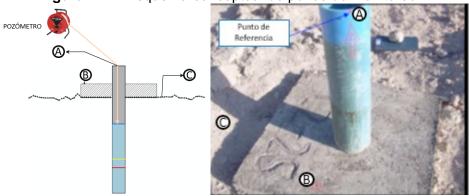
- Verificar estado de pozometro de acuerdo a instructivo interno Operaciones I-009 (adjunto en ANEXO 5).
- Registrar fecha y hora de visita.
- Medir con pozómetro el nivel (estático o dinámico) en el pozo desde el punto de referencia establecido (mínimo 3 veces para verificar una lectura consistente).
- Registrar el nivel estático obtenido.
- Realizar limpieza del pozómetro con aqua destilada una vez realizada la medición.
- Medir altura de punto de referencia (cuando corresponda).
- Registrar observaciones (cuando corresponda).

Con el objeto de facilitar el análisis de la información relativa a las cotas de terreno asociadas a la medición del nivel en los pozos que conforman el PSAH (y en consecuencia aquellos que forman parte del plan de Contingencias), la Figura 4-14 muestra la nomenclatura estandarizada para este informe de la siguiente forma:

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



Figura 4-14: Esquema conceptual de pozos de monitoreo



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

4.4.2 Monitoreo manual de nivel aguas superficiales

- Registrar fecha y hora de visita.
- Medir nivel de agua en reglilla (m).
- Registrar el nivel obtenido.
- Registrar observaciones (cuando corresponda).
- Para la determinación del nivel del cuerpo de agua superficial, se debe restar a la cota del punto de referencia de la reglilla (msnm), el nivel obtenido (m).

4.4.3 Monitoreo continuo de nivel

Para el caso de puntos de control de nivel que se monitorean en forma continua, la metodología se encuentra descrita en procedimiento P-004 (adjunto en ANEXO 5) y consiste en la realización de las siguientes actividades:

- Instalación y configuración de sensor de presión.
- Descarga de datos en forma mensual.
- Medición in situ de nivel (pozómetro) y densidad (densímetro).
- Reseteo de transductor de presión y configuración para nuevo período de medición

4.4.4 Medición de superficie lacustre

a) Medición mediante imágenes satelitales

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

- Obtener imágenes satelitales de alta resolución en el mes de abril de cada año.
- Georreferenciación de las imágenes satelitales.
- Fusión de imágenes multiespectral y pancromática.



- Realizar transformaciones digitales (Índices MNDWI, TSAVI e IHS).
- Digitalización de contornos.
- Control de terreno.
- Delimitación de la superficie lacustre.
- Definición de límites de cada laguna según criterios CONAF.
- Identificación de áreas de inundación.
- Calculo de superficie lacustre.

b) Medición mediante topografía

Para las mediciones de los perímetros y áreas de las lagunas se realiza un levantamiento topográfico con GPS y con el método RTK.

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

c) Medición mediante estacas perimetrales

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

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

Cabe señalar que todos los datos y resultados obtenidos hasta octubre del 2013 son de responsabilidad del cuerpo técnico de CONAF. A partir de enero de 2014, la empresa consultora SEARCH, contratada por CONAF, implementa su metodología de cálculo de área lacustre mediante estacas perimetrales.

Esta metodología presenta imprecisiones, pero CONAF ha mantenido su aplicación con el objeto de dar continuidad al seguimiento, dado que corresponde a la forma en que esa entidad ha realizado la estimación de superficies lacustres desde el inicio del convenio de monitoreo con SQM en 1997.

4.4.5 Monitoreo de caudal de bombeo pozos

- Registrar fecha y hora de visita.
- Registrar caudal instantáneo obtenido de flujometro.
- Registrar volumen acumulado a la fecha de la visita obtenido de flujómetro totalizador.
- Verificar y registrar apertura de válvula (cuando corresponda).
- Registrar observaciones (cuando corresponda).



- Para la determinación del volumen mensual bombeado, se debe restar al volumen acumulado del mes t. el volumen acumulado al mes t-1.
- Para la determinación del caudal medio mensual, debe dividirse el volumen mensual bombeado, por el tiempo transcurrido entre ambas mediciones de volumen acumulado (mes t y mes t-1).

4.4.6 Monitoreo manual de caudal en cauces naturales (aforos)

La medición del caudal pasante por las distintas secciones de aforo se realiza mediante la metodología denominada área-velocidad, para lo cual se efectuan las siguientes actividades (para mayor detalle ver procedimiento P-006, adjunto en ANEXO 5):

- Definición del número de secciones del canal/cauce a aforar (secciones preestablecidas)
- Medición del ancho de cada sección (m).
- Medición de la altura de agua en el límite de cada sección (m).
- Medición de la velocidad del agua (m/s) en el centro de cada sección mediante micromolinete (3 repeticiones mínimo).
- Registro de ancho, altura y velocidad de escurrimiento en cada sección.
- Calculo del área de cada sección, obtenida como la multiplicación entre el ancho de la sección y la altura del agua (m²).
- Calculo del flujo pasante en cada sección (m³/s), obtenido mediante la multiplicación del área de la sección por la velocidad promedio de escurrimiento obtenida.
- Obtencion del caudal de aforo total de la sección, obtenido de la suma del flujo pasante en cada sección.

4.4.7 Monitoreo continuo de caudal en cauces naturales (aforos)

La medición continua del caudal se realiza mediante un sensor de presión que registra la altura de la columna de agua en la sección de aforo, utilizando luego una curva de descarga preestablecida para relacionar dicha altura con el caudal pasante.

- Instalación y configuración de sensor de presión.
- Descarga de datos.
- Reseteo de transductor de presión y configuración para nuevo período de medición
- Determinación de caudal pasante mediante utilización de curva de descarga.

4.4.8 Monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas

a) Muestreo de Aguas superficiales

El muestreo de aguas superficiales se realiza de acuerdo a las siguientes normas de referencia principales

- NCh-ISO 5667/6 Calidad del Agua. Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua.
- Norma NCh 411/10: Muestreo de aguas residuales-Recolección y manejo de las muestras.



Lo anterior en adición a los procedimientos I-ENV-OI-005 y I-ENV-OI-001 adjuntos en ANEXO 5, los cuales fueron desarrollados por la ETFA SGS.

El procedimiento de muestreo incluye, entre otros y según corresponda:

- Selección de envases.
- Adición de preservantes.
- Ambientanción de envases.
- Homogeneización de la muestra.
- Toma de muestra propiamente tal.
- Identificación de la muestra.
- Almacenamiento de la muestra.
- Transporte de la muestra.
- Entrega de la muestra en laboratorio.
- Registro de actividades realizadas en cadena de custodia.

b) Muestreo de Aguas subterráneas

El muestreo de aguas subterráneas se realiza de acuerdo a las siguientes normas de referencia principales

- Norma NCh 411/11: Guía para el muestreo de aguas subterráneas.
- ASTM D4750-87 Standard Test Method Determining Subsurface Liquid Levels in a Borehole or Monitoring Well

Lo anterior en adición a los procedimientos I-ENV-OI-001 y I-ENV-OI-006, adjuntos en ANEXO 5, los cuales fueron desarrollados por la ETFA SGS.

El procedimiento de muestreo incluye, entre otros y según corresponda:

- Medición del nivel freático
- Purga de pozo
- Selección de envases.
- Adición de preservantes.
- Ambientanción de envases.
- Homogeneización de la muestra.
- Toma de muestra propiamente tal (mediante bomba o bailer).
- Identificación de la muestra
- Almacenamiento de la muestra
- Transporte de la muestra
- Entrega de la muestra en laboratorio
- Registro de actividades realizadas en cadena de custodia

c) Medición de parámetros físico-químicos en terreno

Para la correcta medición de parámetros físico-químicos en terreno, se deben efectuar las labores indicadas en los puntos a) y b) que permitan contar con una muestra representativa del cuerpo de agua:



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

d) Análisis de muestras en laboratorio

Una vez recibidas por el laboratorio, las muestras son analizadas de acuerdo a las metodologías acreditadas para cada parámetro en particular, siguiendo las directrices de la serie Stantards Methods, o aquellas que corresponda para cada punto de muestreo y parámetro en particular.

4.4.9 Perfilaje Conductividad Eléctrica en pozos

La medición de la conductividad electrica en los pozos de cuña salina se realiza mediante un proceso de perfilaje en profundidad, para lo cual se efectuan las siguientes actividades (para mayor detalle ver procedimiento P-014, adjunto en ANEXO 5):

- Verificación de estado de funcionamiento de sonda multiparamétrica
- Ingreso de sonda en pozo hasta intersectar el nivel de agua
- Descenso de sonda, lentamente cada 1 metro, para registro de conductividad
- Registrar condiciones ambientales y observaciones.
- Limpieza del material utilizado con agua dulce.
- Descarga de datos desde sonda

4.4.10 Medición Meteorología

La caracterización de los parámetros asociados a la variable meteorológica se efectúa mediante estaciones de monitoreo que son operadas por SQM. La medición se realiza automáticamente cada 5 minutos para precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura, mediante los sensores que se encuentran en las estaciones. Esta información es descargada desde el data logger por personal de SQM semanalmente en el caso de la estación KCL y mensualmente en el caso de la estación Chaxa. Asimismo, la mantención de los sensores se realiza mensualmente.

4.5 MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS

En este apartado se listan los materiales utilizados en los trabajos de obtención de los parámetros requeridos. No se incluyen los materiales auxiliares, tales como camionetas u equipos de protección personal (EPP), los que se detallan en los procedimientos e instructivos adjunto al ANEXO 5.



4.5.1 Monitoreo manual de nivel pozos

- Pozómetro.
- Densímetros con rangos: 1.0-1.1; 1.1-1.2; 1.2-1.3; 1.3-1.4 (según corresponda)
- Probeta (según corresponda).
- Piseta con agua destilada.
- Flexómetro.
- Tablet con planilla de pozos a monitorear.

4.5.2 Monitoreo manual de nivel aguas superficiales

- Pozómetro y/o flexómetro
- Piseta con agua destilada.
- Reglilla

4.5.3 Monitoreo continuo de nivel

- Sensor de presión In Situ Level Troll 500
- Pozómetro
- Densímetro
- Probeta
- Palm Win Situ, cable conector RS232, cargador para camioneta (según corresponda)
- Piseta con agua destilada.
- Flexómetro.
- Tablet.

4.5.4 Medición de superficie lacustre

- Imágenes satelitales de alta resolución (mes de abril)
- GPS cartográfico Trimble® Nomad® 900G
- Imagen satelital (Quickbird-II; 2,4x0,6 m; Worldview-II; 2x0,5 m; Imagen Geoeye-1; 1,65x0,4 m)
- Mediciones topográficas de perímetro con estacas de CONAF
- Cinta métrica o Flexómetro

4.5.5 Monitoreo caudal de bombeo pozos

• Flujometro (Totalizadores): Endress+Hauser Flowtec

4.5.6 Monitoreo manual de caudal en cauces naturales (aforos)

- Micromolinete
- Flexómetro
- Planillas de terreno



4.5.7 Monitoreo continuo de caudal en cauces naturales (aforos)

- Sensor de presión In Situ Level Troll 500
- Planilla curva de descarga

4.5.8 Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales y Subterráneas

e) Muestreo

- Agua destilada
- Pozómetro
- Densímetros (rangos: 1.0-1.1; 1.1-1.2; 1.2-1.3; 1.3-1.4)
- Probeta
- Piseta con agua destilada
- Flexómetro
- Tablet con planilla de pozos a monitorear
- Bomba para purga y muestreo (si corresponde)
- Bailer de muestreo (si corresponde)
- Guantes desechables
- Envases plásticos/vidrio de 1000, 500 y 250 mL
- Etiquetas autoadhesivas (si corresponde)
- Sistema de refrigeración (cooler y/o ice packe)
- Ficha de información de muestreo y parámetros de terreno

f) Medición de parámetros físico-químicos en terreno

- Medidor multiparamétrico marca WTW, modelo pH Cond 330-340i.
- Manuales correspondientes de los medidores usados deben ser llevados a terreno y ser consultados en caso de dudas o manipulaciones no rutinarias.
- Soluciones de calibración para pH y conductividad eléctrica.
- Densímetros (rangos: 1.0-1.1; 1.1-1.2; 1.2-1.3; 1.3-1.4).
- Solución de mantención de electrodos, para el medidor multiparamétrico.
- Papel "tissue" u otros no abrasivos, paños de algodón de poca pelusa.
- Ficha de información de muestreo y parámetros de terreno
- Guantes desechables (especialmente para medición de parámetros orgánicos)
- Agua destilada/desionizada

Las labores de análisis son efectuadas en en laboratorio, de acuerdo a utilizando los materiales y equipos considerados en los procedimientos y metodologías acreditadas para su realización.

4.5.9 Perfilaje Conductividad Eléctrica en pozos

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



4.5.10 Medición Meteorología

Evaporímetro: NOVALYNX 255-100
Pluviómetro: Texas Electronics 525 M

Barómetro: PTB 110 Vaisala

Monitoreo del viento: Young 05103-5 WS
 Temperatura: T° HR HMP45C Vaisala

Piranómetro CMP3

4.6 FECHA DE MEDICIÓN, MUESTREO Y/O ANÁLISIS

Las fechas de muestreo, medición y/o análisis que se reportan en este informe corresponden al período comprendido entre el 01 de julio y el 31 de diciembre 2017.

En la Sección 5, Resultados, se indica para cada punto de monitoreo y parámetro comprometido la fecha específica en que se efectuaron las respectivas campañas de terreno para levantar la información de seguimiento ambiental requerida en el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico.

4.7 INCERTIDUMBRES ASOCIADAS A LOS MÉTODOS UTILIZADOS

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

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

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

En la obtención de la cota piezométrica las incertidumbres se concentran en la precisión de los equipos de medición como son el pozómetro (± 3 mm), la observación de la medida por parte del monitor (± 2 mm) y la precisión con la que se haya medido la cota del punto de referencia (± 1 cm), esta última depende del equipo de medición topográfica usado, además de las condiciones climáticas, el tiempo transcurrido (minutos) durante los registros de la medición en el punto y la distancia a la estación base, pero, en general, es del orden de centímetros.

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



En la medición de caudales en cauces naturales, la incertidumbre recae en la medición del área de las secciones (± 0,1 m²), la precisión de medición del molinete (± 0,1 m/s) y el régimen del flujo de agua (laminar-turbulento).

Para el caso de las mediciones de precipitación, evaporación, temperatura y velocidad del viento, la incertidumbre asociada está ligada a la precisión de los equipos utilizados en las estaciones meteorológicas, los que se deben mantener limpios y calibrados, de acuerdo a lo indicado por el fabricante (mayor detalle ANEXO 6).

En la obtención de la superficie de las lagunas mediante el procesado de imágenes satelitales que se realiza en abril de cada año, la incertidumbre se asocia a la resolución de dichas imágenes, esta resolución se mide en función del tamaño del píxel de la imagen. A cada píxel de las imágenes se le asigna un valor, correspondiente a la longitud de onda registrada por el satélite que integra toda la información del área del píxel. Como consecuencia, a mayor tamaño de píxel, menor precisión. Las imágenes satelitales utilizadas para la medición de superficies lacustres presentadas en este documento tienen alta resolución espacial (pixeles pequeños), que se presenta a continuación:

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

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

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

Horizontal: 10 mm +1,0ppmVertical: 15 mm + 1,0ppm

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

Los caudales medidos mediante flujómetro Endress+Hauser Flowtec y Yokogawa tienen un error de ± 0,5 % del flujo medido.



5 RESULTADOS DEL SEGUNDO SEMESTRE DE 2017

A continuación se muestras los resultados obtenidos durante el segundo semestre del 2017, período de reporte correspondiente al presente informe. De acuerdo a criterios en materia de seguimiento ambiental definidos por la Superintendencia del Medio Ambiente mediante Res. Ex. N°233/2015, y a los cargos formulados por la autoridad en relación al Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (Cargo N°6 de Res. Ex. N°1/Rol F-041-2016), en el presente informe del PSAH N°22 se efectua una optimización en la forma de presentación de los resultados obtenidos respecto a los informes elaborados anteriormente, en particular para el monitoreo de nivel de las aguas subterráneas y superficiales, considerando los indicadores de estado, cotas y umbrales aprobados mediante RCA 226/2006.

Es importante señalar que esta optimización no afecta la trazabilidad ni el correcto análisis de la información levantada durante la operación del proyecto, tal como fuera demostrado en los antecedentes acompañados al Programa de Cumplimiento entregado a la autoridad. Adicionalmente, en anexos se presentan, en forma tabuada, la totalidad de los resultados de monitoreo de nivel levantados durante la operación del proyecto, incluyendo cotas de punto de referencia, profundidad del nivel acuífero medida respecto a la cota de referencia de cada punto de control según a la frecuencia comprometida y la consiguiente determinación del nivel expresado en función del nivel medio del mar, asi como los descensos registrados. De esta forma, se presenta toda la información disponible, de tal forma de facilitar la realización de los análisis que se estime necesario.

5.1 ESTADO DEL PLAN DE CONTINGENCIA

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el período julio – diciembre de 2017 en los puntos de monitoreo del Plan de Contingencias del Proyecto, por sistema. Los resultados obtenidos son contrastados con los umbrales establecidos para la activación de medidas (umbrales de Fase I y/o II, según corresponda). Cabe señalar que la evaluación de la correcta adopción de las medidas requeridas, en caso que hubiese sido necesario, se presenta en la sección 6 del presente informe (sección de discusión).

5.1.1 Sistema Soncor

Para los pozos de monitoreo que constituyen el Plan de Contingencia del Sistema Soncor, en la Tabla 5-1 se muestran los resultados del monitoreo manual de nivel en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) en sistema de coordenadas WGS-84¹⁰. La visualización gráfica de los resultados obtenidos se presenta en la Figura 5-1, donde se muestra, además, las mediciones obtenidas de las auditorías externas efectuadas en el período (los resultados tabulados de las mediciones de auditoría se acompañan en ANEXO 2).

Como se observa, los 4 indicadores de estado definidos para el Sistema Soncor fueron monitoreados de acuerdo a la frecuencia mínima establecida, esto es mensualmente en caso de no existir activación de fases (a excepción de los pozos que poseen monitoreo continuo) y con mayor frecuencia ante activación de Fase I. Respecto a los umbrales, no se evidencian superaciones de los límites de Fase II en ningún punto de control, mientras que el punto Reglilla L1-G4 presentó una superación del umbral de Fase I en el mes de octubre de 2017, situación que se mantuvo durante los meses de monitoreo posteriores (noviembre y diciembre de 2017) y que es analizada en la Sección 6 del presente informe.

¹⁰ En tabla se presentan los resultados de las mediciones de nivel efectuadas manualmente mediante pozómetro. En el ANEXO 10 se adjuntan los niveles de los pozos, mientras que los registros históricos se acompañan en formato digital.



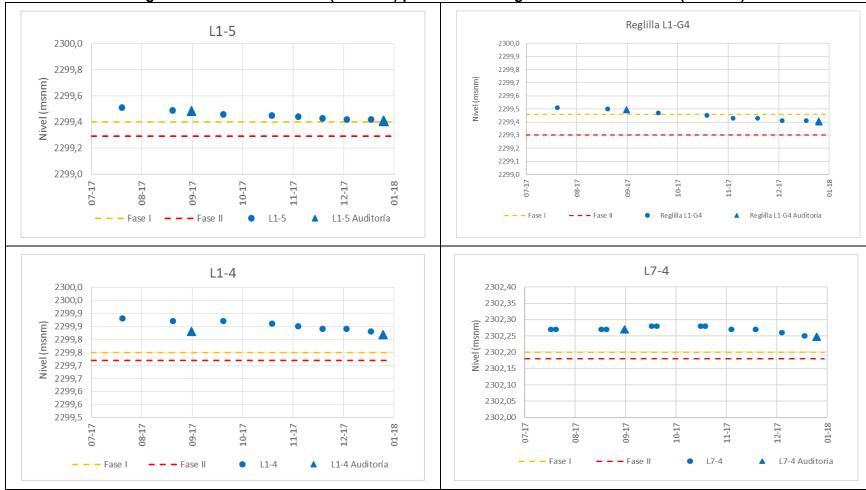


Figura 5-1: Nivel observado (m.s.n.m.) pozos de contingencia Sistema Soncor (WGS-84)



Tabla 5-1. Registro de niveles pozos contingencia Sistema Soncor (WGS-84)

| L1 | -5 | Reglilla | a L1-G4 | L1 | -4 | L7 | '-4 |
|--------------------------|---------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|
| Límite Fase | 2299,40 | Límite Fase | 2299,46 | Límite Fase | 2299,75 | Límite Fase | 2302,20 |
| ı: Límite Fase II: | 2299,29 | ı: Límite Fase II: | 2299,30 | ı: Límite Fase II: | 2299,72 | ı: Límite Fase II: | 2302,18 |
| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel |
| | (msnm) | | (msnm) | | (msnm) | | (msnm) |
| 20-07-17 | 2299,51 | 20-07-17 | 2299,51 | 20-07-17 | 2299,88 | 17-07-17 | 2302,27 |
| 20-08-17 | 2299,49 | 20-08-17 | 2299,50 | 20-08-17 | 2299,87 | 20-07-17 | 2302,27 |
| 20-09-17 | 2299,46 | 20-09-17 | 2299,47 | 20-09-17 | 2299,87 | 17-08-17 | 2302,27 |
| 20-10-17 | 2299,45 | 20-10-17 | 2299,45 | 20-10-17 | 2299,86 | 20-08-17 | 2302,27 |
| 05-11-17 | 2299,44 | 05-11-17 | 2299,43 | 05-11-17 | 2299,85 | 17-09-17 | 2302,28 |
| 20-11-17 | 2299,43 | 20-11-17 | 2299,43 | 20-11-17 | 2299,84 | 20-09-17 | 2302,28 |
| 05-12-17 | 2299,42 | 05-12-17 | 2299,41 | 05-12-17 | 2299,84 | 17-10-17 | 2302,28 |
| 20-12-17 | 2299,42 | 20-12-17 | 2299,41 | 20-12-17 | 2299,83 | 20-10-17 | 2302,28 |
| | | | | | | 05-11-17 | 2302,27 |
| | | | | | | 20-11-17 | 2302,27 |
| | | | | | | 06-12-17 | 2302,26 |
| | | | | | | 20-12-17 | 2302,25 |

5.1.2 Sistema Aguas de Quelana

Los pozos de monitoreo que constituyen el Plan de Contingencia del Sistema Aguas de Quelana tienen como referencia para la activación de Fase I un descenso máximo de 10 cm, mientras que para la Fase II, el descenso máximo fijado es de 13 cm, en ambos casos respecto a la profundidad observada en el mes de inicio del monitoreo de cada punto de control, esto es, mayo de 2007.

En la Tabla 5-2 se muestran los resultados del monitoreo manual de descenso en sistema de coordenadas WGS-84¹¹. Por su parte, la visualización gráfica de los resultados obtenidos se presenta en la Figura 5-2, donde se adicionan las mediciones obtenidas de las auditorías externas efectuadas en el período (los resultados tabulados de las mediciones de auditoría se acompañan en ANEXO 2).

Como se observa, los 6 indicadores de estado definidos para el Sistema Aguas de Quelana fueron monitoreados de acuerdo a la frecuencia establecida, esto es en forma continua. Respecto a los umbrales, no se evidencian superaciones de los límites de Fase I y Fase II durante el segundo semestre del año 2017 en ningún punto de control.

En ANEXO 11 se presentan en forma tabulada los registros de descensos de los pozos. Por otro lado, los registros histótiricos se acompañan en formato digital al presente informe.

¹¹ En tabla se presentan los resultados de las mediciones de nivel efectuadas manualmente mediante pozómetro.



Tabla 5-2. Registro descensos pozos contingencia Sistema A. de Quelana (WGS-84)

| L3- | | os pozos contir L3- | | L4- | |
|-----------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Límite Fase I: | 0,10 | Límite Fase I: | 0,10 | Límite Fase I: | 0,10 |
| Límite Fase II: | 0,13 | Límite Fase II: | 0,13 | Límite Fase II: | 0,13 |
| Fecha | Descenso | Fecha | Descenso | Fecha | Descenso |
| | (m) | | (m) | | (m) |
| 05-07-17 | -0,13 | 15-07-17 | -0,02 | 16-07-17 | 0,00 |
| 17-07-17 | -0,13 | 20-07-17 | -0,02 | 20-07-17 | 0,00 |
| 20-07-17 | -0,14 | 15-08-17 | -0,03 | 16-08-17 | 0,00 |
| 05-08-17 | -0,14 | 20-08-17 | -0,03 | 20-08-17 | 0,00 |
| 17-08-17 | -0,14 | 16-09-17 | -0,04 | 16-09-17 | 0,00 |
| 20-08-17 | -0,15 | 20-09-17 | -0,04 | 20-09-17 | 0,00 |
| 05-09-17 | -0,15 | 16-10-17 | -0,03 | 16-10-17 | 0,00 |
| 17-09-17 | -0,14 | 20-10-17 | -0,03 | 20-10-17 | 0,01 |
| 20-09-17 | -0,14 | 16-11-17 | -0,03 | 16-11-17 | 0,00 |
| 05-10-17 | -0,14 | 20-11-17 | -0,03 | 20-11-17 | 0,00 |
| 17-10-17 | -0,14 | 15-12-17 | -0,02 | 16-12-17 | 0,01 |
| 20-10-17 | -0,14 | 20-12-17 | -0,01 | 20-12-17 | 0,01 |
| 05-11-17 | -0,13 | | | | |
| 17-11-17 | -0,14 | | | | |
| 20-11-17 | -0,13 | | | | |
| 05-12-17 | -0,11 | | | | |
| 17-12-17 | -0,10 | | | | |
| 20-12-17 | -0,09 | | | | |
| L4-1 | | L5-8 | | L5-1 | |
| Límite Fase I: | 0,10 | Límite Fase I: | 0,10 | Límite Fase I: | 0,10 |
| Límite Fase II: | 0,13 | Límite Fase II: | 0,13 | Límite Fase II: | 0,13 |
| Fecha | Descenso (m) | Fecha | Descenso (m) | Fecha | Descenso (m) |
| 15-07-17 | -0,21 | 16-07-17 | -0,10 | 16-07-17 | -0,04 |
| 20-07-17 | -0,19 | 20-07-17 | -0,10 | 20-07-17 | -0,04 |
| 15-08-17 | -0,12 | 16-08-17 | -0,10 | 16-08-17 | -0,04 |
| 20-08-17 | -0,11 | 20-08-17 | -0,10 | 20-08-17 | -0,04 |
| 16-09-17 | -0,06 | 16-09-17 | -0,10 | 16-09-17 | -0,02 |
| 20-09-17 | -0,05 | 20-09-17 | -0,10 | 20-09-17 | -0,02 |
| 16-10-17 | -0,02 | 17-10-17 | -0,09 | 16-10-17 | -0,01 |
| 20-10-17 | -0,01 | 20-10-17 | -0,09 | 20-10-17 | 0,00 |
| 16-11-17 | 0,02 | 16-11-17 | -0,08 | 16-11-17 | 0,01 |
| 20-11-17 | 0,01 | 20-11-17 | -0,08 | 20-11-17 | 0,02 |
| 15-12-17 | 0,02 | 16-12-17 | -0,07 | 16-12-17 | 0,03 |
| 20-12-17 | 0,03 | 20-12-17 | -0,07 | 20-12-17 | 0,04 |
| ZU-1Z-11 | 0,03 | ZU-1Z-17 | | ZU-1Z-11 | 0,04 |



Aguas Quelana 1 -0,2 Aguas Quelana 2 -0,1 Descenso (m) ▲ L5-10 Auditoría

Figura 5-2: Descenso observado (m) pozos de contingencia Sistema A. de Quelana (WGS-84)



5.1.3 Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Hidromorfa

Los pozos de monitoreo que constituyen el Plan de Contingencia del Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Hidromorfa tienen como referencia para la activación de Fase I un descenso máximo de 33 cm, mientras que para la Fase II, el descenso máximo fijado es de 38 cm, en ambos casos respecto a la profundidad observada en el mes de inicio del monitoreo de cada punto de control, esto es, mayo de 2007.

En la Tabla 5-3 se muestran los resultados del monitoreo manual de descenso en sistema de coordenadas WGS-84¹². Por su parte, la visualización gráfica de los resultados obtenidos se presenta en la Figura 5-3, donde se adicionan las mediciones obtenidas de las auditorías externas efectuadas en el período (los resultados tabulados de las mediciones de auditoría se acompañan en ANEXO 2).

Como se observa, los 6 indicadores de estado definidos para el Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Hidromorfa fueron monitoreados de acuerdo a la frecuencia mínima establecida, esto es mensualmente en caso de no existir activación de fases (a excepción de los pozos que poseen monitoreo continuo) y con mayor frecuencia ante activación de Fase I. Respecto a los umbrales, no se evidencian superaciones de los límites de Fase I y Fase II durante el segundo semestre del año 2017 en ningún punto de control.

En ANEXO 11 se presentan en forma tabulada los registros de descensos de los pozos. Por otro lado, los registros histótiricos se acompañan en formato digital al presente informe.

Tabla 5-3. Registro descensos pozos contingencia Sistema Vegetación Borde Este:

Vegetación Hidromorfa (WGS-84)

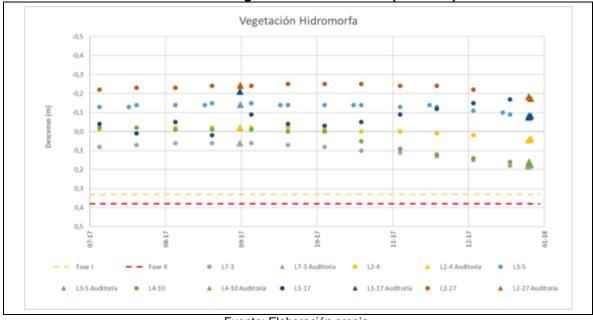
| L7 | 7-3 | | 2-4 | | 3-5 |
|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| Límite Fase I: | 0,33 | Límite Fase I: | 0,33 | Límite Fase I: | 0,33 |
| Límite Fase | 0,38 | Límite Fase | 0,38 | Límite Fase | 0,38 |
| II: | December (m) | II: | December (m) | II: | Daggarag (m) |
| Fecha | Descenso (m) | Fecha | Descenso (m) | Fecha | Descenso (m) |
| 05-07-17 | 0,08 | 05-07-17 | -0,01 | 05-07-17 | -0,13 |
| 20-07-17 | 0,07 | 20-07-17 | -0,02 | 17-07-17 | -0,13 |
| 05-08-17 | 0,06 | 05-08-17 | -0,02 | 20-07-17 | -0,14 |
| 20-08-17 | 0,06 | 20-08-17 | -0,02 | 05-08-17 | -0,14 |
| 05-09-17 | 0,06 | 05-09-17 | -0,02 | 17-08-17 | -0,14 |
| 20-09-17 | 0,07 | 20-09-17 | -0,02 | 20-08-17 | -0,15 |
| 05-10-17 | 0,08 | 05-10-17 | -0,01 | 05-09-17 | -0,15 |
| 20-10-17 | 0,10 | 20-10-17 | 0,00 | 17-09-17 | -0,14 |
| 05-11-17 | 0,11 | 05-11-17 | 0,00 | 20-09-17 | -0,14 |
| 20-11-17 | 0,13 | 20-11-17 | 0,01 | 05-10-17 | -0,14 |
| 05-12-17 | 0,15 | 05-12-17 | 0,02 | 17-10-17 | -0,14 |
| 20-12-17 | 0,18 | 20-12-17 | 0,04 | 20-10-17 | -0,14 |
| | | | | 05-11-17 | -0,13 |
| | | | | 17-11-17 | -0,14 |
| | | | | 20-11-17 | -0,13 |

¹² En tabla se presentan los resultados de las mediciones de nivel efectuadas manualmente mediante pozómetro.



| Ī | | | | 05-12-17 | -0,11 |
|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| | | | | | * |
| | | | | 17-12-17 | -0,10 |
| | | | | 20-12-17 | -0,09 |
| L4 | -10 | L1 | -17 | L2 | -27 |
| Límite Fase I: | 0,33 | Límite Fase I: | 0,33 | Límite Fase I: | 0,33 |
| Límite Fase | 0,38 | Límite Fase | 0,38 | Límite Fase | 0,38 |
| II: | | II: | | II: | |
| Fecha | Descenso (m) | Fecha | Descenso (m) | Fecha | Descenso (m) |
| 05-07-17 | -0,02 | 05-07-17 | -0,04 | 05-07-17 | -0,22 |
| 20-07-17 | -0,02 | 20-07-17 | 0,01 | 20-07-17 | -0,23 |
| 05-08-17 | -0,01 | 05-08-17 | -0,05 | 05-08-17 | -0,23 |
| 20-08-17 | -0,01 | 20-08-17 | 0,02 | 20-08-17 | -0,24 |
| 05-09-17 | -0,01 | 05-09-17 | -0,09 | 05-09-17 | -0,24 |
| 20-09-17 | 0,00 | 20-09-17 | -0,04 | 20-09-17 | -0,25 |
| 05-10-17 | 0,00 | 05-10-17 | -0,03 | 05-10-17 | -0,25 |
| 20-10-17 | 0,05 | 20-10-17 | -0,05 | 20-10-17 | -0,25 |
| 05-11-17 | 0,09 | 05-11-17 | -0,09 | 05-11-17 | -0,24 |
| 20-11-17 | 0,12 | 20-11-17 | -0,12 | 20-11-17 | -0,24 |
| 05-12-17 | 0,14 | 05-12-17 | -0,15 | 05-12-17 | -0,22 |
| 20-12-17 | 0,16 | 20-12-17 | -0,17 | 20-12-17 | -0,19 |

Figura 5-3: Descenso observado (m) pozos de contingencia Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Hidromorfa (WGS-84)





5.1.4 Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Brea-Atriplex

Los pozos de monitoreo que constituyen el Plan de Contingencia del Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Brea-Atriplex tienen como referencia para la activación de Fase I un descenso máximo de 0,50 m, mientras que para la Fase II, el descenso máximo fijado es de 1,00 m, en ambos casos respecto a la profundidad observada en el mes de inicio del monitoreo de cada punto de control.

En la Tabla 5-4 se muestran los resultados del monitoreo manual de descenso en sistema de coordenadas WGS-84¹³. Por su parte, la visualización gráfica de los resultados obtenidos se presenta en la Figura 5-4, donde se adicionan las mediciones obtenidas de las auditorías externas efectuadas en el período (los resultados tabulados de las mediciones de auditoría se acompañan en ANEXO 2).

Como se observa, los 7 indicadores de estado definidos para el Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Brea-Atriplex fueron monitoreados de acuerdo a la frecuencia mínima establecida, esto es mensualmente en caso de no existir activación de fases (a excepción de los pozos que poseen monitoreo continuo) y con mayor frecuencia ante activación de Fase I. Respecto a los umbrales, no se evidencian superaciones de los límites de Fase II durante el segundo semestre del año 2017 en ningún punto de control, mientras que el punto L7-6 presentó superación del umbral de Fase I en todo el período de registro, con un descenso máximo de 0,67 m (diciembre de 2017), situación que es analizada en la Sección 6 del presente informe.

En ANEXO 11 se presentan en forma tabulada los registros de descensos de los pozos. Por otro lado, los registros histótiricos se acompañan en formato digital al presente informe.

Tabla 5-4. Registro descensos pozos contingencia Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Brea-Atriplex (WGS-84)

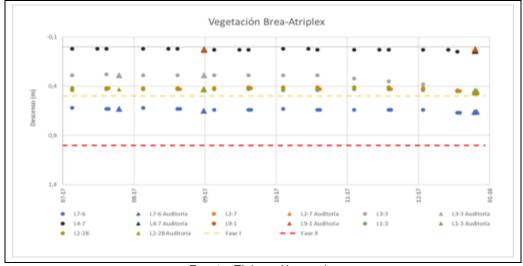
| L | .7-6 | L | .2-7 | L3 | -3 | L | 4-7 |
|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-------------|-----------------|-----------|-----------------|
| Límite Fa | ase I: 0,50 | Límite Fa | se I: 0,50 | Límite Fas | e I: 0,50 | Límite Fa | se I: 0,50 |
| Límite Fa | se II: 1,00 | Límite Fa | se II: 1,00 | Límite Fase | e II: 1,00 | Límite Fa | se II: 1,00 |
| Fecha | Descenso (m) | Fecha | Descenso (m) | Fecha | Descenso (m) | Fecha | Descenso (m) |
| 05-07-17 | 0,62 | 05-07-17 | 0,42 | 05-07-17 | 0,29 | 05-07-17 | 0,02 |
| 20-07-17 | 0,63 | 20-07-17 | 0,42 | 20-07-17 | 0,28 | 16-07-17 | 0,02 |
| 21-07-17 | 0,63 | 21-07-17 | 0,42 | 05-08-17 | 0,29 | 20-07-17 | 0,02 |
| 05-08-17 | 0,62 | 05-08-17 | 0,42 | 20-08-17 | 0,29 | 05-08-17 | 0,02 |
| 20-08-17 | 0,63 | 20-08-17 | 0,43 | 05-09-17 | 0,29 | 16-08-17 | 0,02 |
| 21-08-17 | 0,63 | 21-08-17 | 0,43 | 20-09-17 | 0,29 | 20-08-17 | 0,02 |
| 05-09-17 | 0,64 | 05-09-17 | 0,43 | 05-10-17 | 0,29 | 05-09-17 | 0,03 |
| 20-09-17 | 0,64 | 20-09-17 | 0,42 | 20-10-17 | 0,29 | 16-09-17 | 0,03 |
| 21-09-17 | 0,64 | 21-09-17 | 0,42 | 05-11-17 | 0,32 | 20-09-17 | 0,03 |
| 05-10-17 | 0,63 | 05-10-17 | 0,43 | 20-11-17 | 0,35 | 05-10-17 | 0,02 |

¹³ En tabla se presentan los resultados de las mediciones de nivel efectuadas manualmente mediante pozómetro.



| 20-10-17 | 0,64 | 20-10-17 | 0,43 | 05-12-17 | 0,38 | 16-10-17 | 0,02 |
|-----------|-----------------|----------------------|-----------------|-------------|-----------------|----------|------|
| 21-10-17 | 0,64 | 21-10-17 | 0,43 | 20-12-17 | 0,44 | 20-10-17 | 0,03 |
| 05-11-17 | 0,64 | 05-11-17 | 0,43 | | | 05-11-17 | 0,03 |
| 20-11-17 | 0,64 | 20-11-17 | 0,43 | | | 16-11-17 | 0,03 |
| 21-11-17 | 0,64 | 21-11-17 | 0,43 | | | 20-11-17 | 0,03 |
| 05-12-17 | 0,64 | 05-12-17 | 0,44 | | | 05-12-17 | 0,03 |
| 20-12-17 | 0,67 | 20-12-17 | 0,45 | | | 16-12-17 | 0,03 |
| 21-12-17 | 0,67 | 21-12-17 | 0,45 | | | 20-12-17 | 0,05 |
| L | .9-1 | L | .1-3 | L2- | -28 | | |
| Límite Fa | ase I: 0,50 | Límite Fa | ase I: 0,50 | Límite Fas | e I: 0,50 | | |
| Límite Fa | se II: 1,00 | Límite Fa | se II: 1,00 | Límite Fase | e II: 1,00 | | |
| Fecha | Descenso (m) | Fecha | Descenso (m) | Fecha | Descenso (m) | | |
| 05-01-17 | 0,08 | 05-07-17 | 0,42 | 05-07-17 | 0,44 | | |
| 20-01-17 | 0,09 | 20-07-17 | 0,42 | 20-07-17 | 0,43 | | |
| 05-02-17 | 0,08 | 05-08-17 | 0,43 | 05-08-17 | 0,43 | | |
| 20-02-17 | 0,08 | 20-08-17 | 0,43 | 20-08-17 | 0,42 | | |
| 05-03-17 | 0,07 | 05-09-17 | 0,43 | 05-09-17 | 0,42 | | |
| 20-03-17 | 0,07 | 20-09-17 | 0,43 | 20-09-17 | 0,41 | | |
| 05-04-17 | 0,07 | 05-10-17 | 0,44 | 05-10-17 | 0,41 | | |
| 20-04-17 | 0,07 | 20-10-17 | 0,44 | 20-10-17 | 0,41 | | |
| 05-05-17 | 0,06 | 05-11-17 | 0,43 | 05-11-17 | 0,41 | | |
| 03-03-17 | -, | | | 00 44 47 | 0,41 | | |
| 20-05-17 | 0,08 | 20-11-17 | 0,43 | 20-11-17 | 0,41 | | |
| | | 20-11-17 05-12-17 | 0,43 0,43 | 05-12-17 | 0,41 | | |
| | · | | 0,43 | 05-11-17 | 0,41 | | |

Figura 5-4: Descenso observado (m) pozos de contingencia Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Brea-Atriplex (WGS-84)





5.1.5 Sistema Vegetación Borde Este: Alerta Temprana

De acuerdo con lo establecido en la evaluación ambiental del Proyecto, los pozos de monitoreo que constituyen el Plan de Contingencia del Sistema Vegetación Borde Este: Alerta Temprana, debido a su distancia a los sectores objeto de protección, sólo poseen umbrales de activación de Fase II, límites fijados con el objeto de asegurar un descenso máximo de 1 m en la zona de conexión vegetación-acuífero. Así, el umbral de descenso para cada punto de Alerta Temprana, respecto a la profundidad observada en el mes de inicio del monitoreo, depende de la ubicación específica de cada punto de control, variando entre los 0,82 y los 1,25 m (ver Tabla 5-5).

En la Tabla 5-5 se muestran los resultados de descenso en sistema de coordenadas WGS-84. Por su parte, la visualización gráfica de los resultados se presenta en la Figura 5-5, donde se adicionan las mediciones obtenidas de las auditorías externas efectuadas en el periodo (los resultados tabulados de la auditoría se acompañan en ANEXO 2).

Como se observa, los 5 indicadores de estado definidos para el Sistema Vegetación Borde Este: Alerta Temprana fueron monitoreados de acuerdo a la frecuencia mínima establecida, esto es mensualmente en caso de no existir activación de Fase II. Respecto a los umbrales, no se evidencian superaciones de los límites de Fase II durante el segundo semestre del año 2017 en ningún punto de control.

En ANEXO 11 se presentan en forma tabulada los registros de descensos de los pozos. Por otro lado, los registros histótiricos se acompañan en formato digital al presente informe.

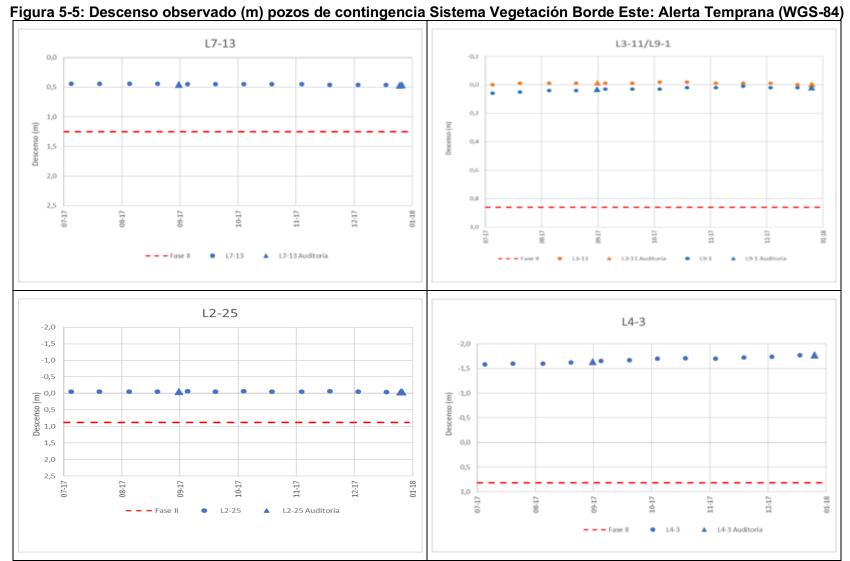
Tabla 5-5. Registro descensos pozos contingencia Sistema Vegetación Borde Este:
Alerta Temprana (WGS-84)

| L7-1 | 3 | L2-2 | 25 | L3-11 | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| Límite Fase II: | 1,25 | Límite Fase II: | 0,88 | Límite Fase II: | 0,86 | |
| Fecha | Descenso (m) | Fecha | Descenso (m) | Fecha | Descenso (m) | |
| 05-07-17 | 0,44 | 05-07-17 | -0,05 | 05-07-17 | 0,00 | |
| 20-07-17 | 0,44 | 20-07-17 | -0,05 | 20-07-17 | -0,01 | |
| 05-08-17 | 0,44 | 05-08-17 | -0,05 | 05-08-17 | -0,01 | |
| 20-08-17 | 0,44 | 20-08-17 | -0,05 | 20-08-17 | -0,01 | |
| 05-09-17 | 0,45 | 05-09-17 | -0,06 | 05-09-17 | -0,01 | |
| 20-09-17 | 0,45 | 20-09-17 | -0,05 | 20-09-17 | -0,01 | |
| 05-10-17 | 0,45 | 05-10-17 | -0,06 | 05-10-17 | -0,02 | |
| 20-10-17 | 0,45 | 20-10-17 | -0,05 | 20-10-17 | -0,02 | |
| 05-11-17 | 0,45 | 05-11-17 | -0,05 | 05-11-17 | -0,01 | |
| 20-11-17 | 0,46 | 20-11-17 | -0,06 | 20-11-17 | -0,01 | |
| 05-12-17 | 0,46 | 05-12-17 | -0,05 | 05-12-17 | -0,01 | |
| 20-12-17 | 0,46 | 20-12-17 | -0,04 | 20-12-17 | 0,00 | |



| L4- | 3 | L9-1 | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|--|
| Límite Fase II: | 0,82 | Límite Fase II: | 0,86 | | |
| Fecha | Descenso (m) | Fecha | Descenso (m) | | |
| 05-07-17 | -1,58 | 05-07-17 | 0,06 | | |
| 20-07-17 | -1,6 | 20-07-17 | 0,05 | | |
| 05-08-17 | -1,6 | 05-08-17 | 0,04 | | |
| 20-08-17 | -1,62 | 20-08-17 | 0,04 | | |
| 05-09-17 | -1,65 | 05-09-17 | 0,03 | | |
| 20-09-17 | -1,67 | 20-09-17 | 0,03 | | |
| 05-10-17 | -1,7 | 05-10-17 | 0,03 | | |
| 20-10-17 | -1,71 | 20-10-17 | 0,02 | | |
| 05-11-17 | -1,7 | 05-11-17 | 0,02 | | |
| 20-11-17 | -1,72 | 20-11-17 | 0,01 | | |
| 05-12-17 | -1,74 | 05-12-17 | 0,02 | | |
| 20-12-17 | -1,77 | 20-12-17 | 0,02 | | |







5.1.6 Pozos adicionales al Plan de Contingencia

En el proceso de implementación de los pozos del Plan de Seguimiento Ambiental de acuerdo a lo comprometido a través de la RCA 226/2006, SQM consideró como parte del Plan de Contingencia del proyecto, 6 pozos de control adicionales a los considerados en la aprobación ambiental del proyecto. La ubicación de estos pozos permite complementar el seguimiento ambiental del Plan de Contingencia velando por el resguardo de los sistemas de vegetación a proteger.

Así, se incluyeron 4 pozos representativos de Plan de Contingencias del Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Brea-Atriplex (L7-14, L4-17, L9-2 y L2-25) y 2 del Sistema Vegetación Borde Este: Alerta Temprana (L2-26 y L3-15).

En forma consecuente con el diseño de los Planes de contingencias, los pozos de monitoreo adicionales que forman parte del Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Brea-Atriplex tienen como referencia para la activación de Fase I un descenso máximo de 0,50 m, mientras que para la Fase II, el descenso máximo fijado es de 1,00 m, en ambos casos respecto a la profundidad observada en el mes de inicio del monitoreo de cada punto de control.

Por su parte, los pozos de monitoreo adicionales que forman parte del Sistema Vegetación Borde Este: Alerta Temprana sólo poseen umbrales de activación de Fase II, límites fijados con el objeto de asegurar un descenso máximo de 1 m en la zona de conexión vegetación-acuífero, estableciéndose umbrales de 0,78 m para el pozo L2-26 y 0,85 m para el pozo L3-15.

En la Tabla 5-6 se muestran los resultados de descenso en sistema de coordenadas WGS-84. Por su parte, la visualización gráfica de los resultados obtenidos se presenta en la Figura 5-6, donde se adicionan las mediciones obtenidas de las auditorías externas efectuadas en el período (los resultados tabulados de las mediciones de auditoría se acompañan en ANEXO 2).

Como se observa, los 6 indicadores fueron monitoreados de acuerdo a la frecuencia mínima establecida, esto es, mensualmente. Respecto a los umbrales, no se evidencian superaciones de los límites de Fases (I y/o II según corresponda) durante el segundo semestre del año 2017 en ningún punto de control.

En ANEXO 11 se presentan en forma tabulada los registros de descensos de los pozos. Por otro lado, los registros histótiricos se acompañan en formato digital al presente informe.



Tabla 5-6. Registro descensos pozos contingencia adicionales (WGS-84)

| L7-1 | | scensos pozos L4-1 | | L9-2 | | |
|--|---|--|--|---|---|--|
| Límite Fase I: | 0,50 | Límite Fase I: | 0,50 | Límite Fase I: | 0,50 | |
| Límite Fase II: | 1,00 | Límite Fase II: | 1,00 | Límite Fase II: | 1,00 | |
| Fecha | Descenso (m) | Fecha | Descenso (m) | Fecha | Descenso (m) | |
| 05-07-17 | 0,04 | 05-07-17 | 0,21 | 05-07-17 | 0,02 | |
| 20-07-17 | 0,04 | 20-07-17 | 0,21 | 20-07-17 | 0,01 | |
| 05-08-17 | 0,04 | 05-08-17 | 0,20 | 05-08-17 | 0,00 | |
| 20-08-17 | 0,03 | 20-08-17 | 0,20 | 20-08-17 | 0,00 | |
| 05-09-17 | 0,03 | 05-09-17 | 0,19 | 05-09-17 | -0,01 | |
| 20-09-17 | 0,03 | 20-09-17 | 0,19 | 20-09-17 | -0,01 | |
| 05-10-17 | 0,03 | 05-10-17 | 0,19 | 05-10-17 | -0,02 | |
| 20-10-17 | 0,03 | 20-10-17 | 0,19 | 20-10-17 | -0,02 | |
| 05-11-17 | 0,04 | 05-11-17 | 0,19 | 05-11-17 | -0,02 | |
| 20-11-17 | 0,04 | 20-11-17 | 0,19 | 20-11-17 | -0,02 | |
| 05-12-17 | 0,05 | 05-12-17 | 0,20 | 05-12-17 | -0,02 | |
| 20-12-17 | 0,07 | 20-12-17 | 0,22 | 20-12-17 | -0,01 | |
| | | | | | · | |
| L2-2 | 25 | L2-2 | 26 | L3-1 | 15 | |
| L2-2 Límite Fase I: | 0,50 | | | | | |
| | 0,50 1,00 | L2-2 Límite Fase II: | 0,78 | L3-1 Límite Fase II: | 0,85 | |
| Límite Fase I: | 0,50 | | | | | |
| Límite Fase I: Límite Fase II: | 0,50 1,00 Descenso | Límite Fase II: | 0,78 Descenso | Límite Fase II: | 0,85 Descenso | |
| Límite Fase I: Límite Fase II: Fecha | 0,50 1,00 Descenso (m) | Límite Fase II: | 0,78 Descenso (m) | Límite Fase II: | 0,85 Descenso (m) | |
| Límite Fase I: Límite Fase II: Fecha | 0,50 1,00 Descenso (m) -0,05 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 | 0,78 Descenso (m) 0,39 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 | 0,85 Descenso (m) 0,75 | |
| Límite Fase I: Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 | 0,50 1,00 Descenso (m) -0,05 -0,05 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 | 0,78 Descenso (m) 0,39 0,42 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 | 0,85 Descenso (m) 0,75 0,75 | |
| Límite Fase I: Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 | 0,50 1,00 Descenso (m) -0,05 -0,05 -0,05 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 | 0,78 Descenso (m) 0,39 0,42 0,39 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 | 0,85 Descenso (m) 0,75 0,75 0,75 | |
| Límite Fase I: Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 | 0,50 1,00 Descenso (m) -0,05 -0,05 -0,05 -0,05 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 | 0,78 Descenso (m) 0,39 0,42 0,39 0,42 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 | 0,85 Descenso (m) 0,75 0,75 0,75 0,75 | |
| Límite Fase I: Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 05-09-17 | 0,50 1,00 Descenso (m) -0,05 -0,05 -0,05 -0,05 -0,06 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 05-09-17 | 0,78 Descenso (m) 0,39 0,42 0,39 0,42 0,42 0,40 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 05-09-17 | 0,85 Descenso (m) 0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 | |
| Límite Fase I: Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 05-09-17 20-09-17 | 0,50 1,00 Descenso (m) -0,05 -0,05 -0,05 -0,06 -0,05 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 05-09-17 20-09-17 | 0,78 Descenso (m) 0,39 0,42 0,39 0,42 0,40 0,39 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 05-09-17 20-09-17 | 0,85 Descenso (m) 0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 | |
| Límite Fase I: Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 05-09-17 20-09-17 05-10-17 | 0,50 1,00 Descenso (m) -0,05 -0,05 -0,05 -0,06 -0,05 -0,06 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 20-09-17 20-09-17 05-10-17 | 0,78 Descenso (m) 0,39 0,42 0,39 0,42 0,40 0,39 0,39 0,39 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 20-09-17 20-09-17 05-10-17 | 0,85 Descenso (m) 0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 0,76 | |
| Límite Fase I: Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 20-09-17 20-09-17 05-10-17 20-10-17 | 0,50 1,00 Descenso (m) -0,05 -0,05 -0,05 -0,06 -0,06 -0,06 -0,05 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 05-09-17 20-09-17 05-10-17 20-10-17 | 0,78 Descenso (m) 0,39 0,42 0,39 0,42 0,40 0,39 0,39 0,39 0,39 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 05-09-17 20-09-17 05-10-17 20-10-17 | 0,85 Descenso (m) 0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 0,76 0,76 | |
| Límite Fase I: Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 05-09-17 20-09-17 20-10-17 20-10-17 20-10-17 | 0,50 1,00 Descenso (m) -0,05 -0,05 -0,05 -0,06 -0,05 -0,06 -0,05 -0,05 -0,05 | Límite Fase II: Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 05-09-17 20-09-17 05-10-17 20-10-17 05-11-17 | 0,78 Descenso (m) 0,39 0,42 0,39 0,42 0,40 0,39 0,39 0,39 0,39 0,39 | Fecha 05-07-17 20-07-17 05-08-17 20-08-17 05-09-17 20-09-17 20-10-17 20-10-17 | 0,85 Descenso (m) 0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 0,76 0,76 0,76 0,75 | |



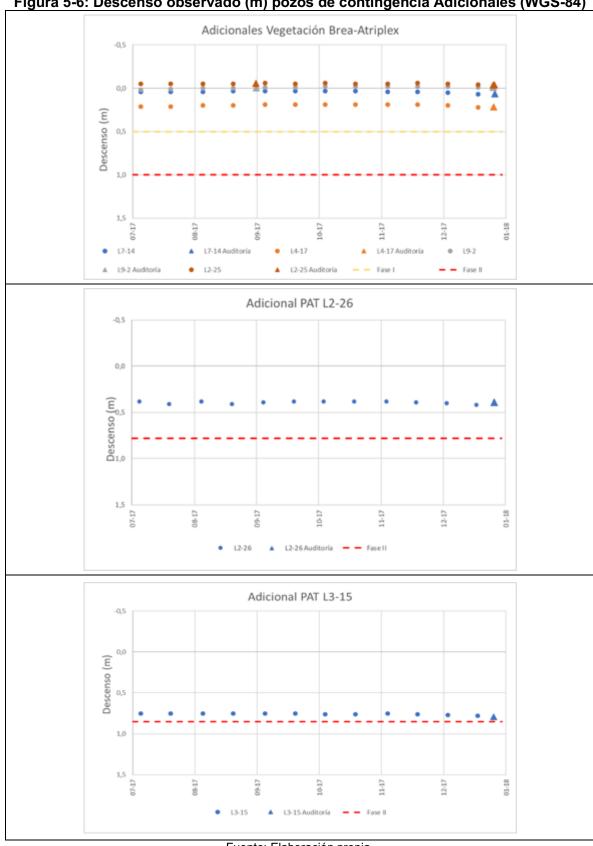


Figura 5-6: Descenso observado (m) pozos de contingencia Adicionales (WGS-84)



MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO

En el presente capítulo se exponen los registros de los monitoreos, mediciones y/o análisis efectuados desde julio a diciembre del año 2017, agrupados según los siguientes sistemas¹⁴:

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

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

- Nivel del agua (subterránea y superficial)
 Calidad química
- Meteorología
- Caudal bombeado

- Aforos de caudal
- Superficie lacustre

Cabe señalar que, a excepción de los niveles y descensos en los puntos indicadores de estado identificados y evaluados en la sección anterior, y de los caudales bombeados desde los pozos de agua industrial, los resultados obtenidos a partir del seguimiento efectuado sobre de las variables analizadas a continuación, no poseen límites o umbrales establecidos. Por lo anterior, en los acápites siguientes se presentan los resultados obtenidos del monitoreo efectuado en el segundo semestre del año 2017, mientras que en la Sección 6 se efectúa el análisis correspondiente a su comportamiento y evolución histórica.

Para una mejor comprensión del seguimiento ambiental objeto del presente reporte, y sobre la base a los distintos comportamientos esperados, los resultados del monitoreo han sido sectorizados de acuerdo a las zonas acuíferas definidas en la Figura 4-2, esto es; Zona Aluvial, Zona Marginal y Zona Núcleo.

A modo de facilitar la visualización e interpretación conjunta del seguimiento ambiental, se ha optado por presentar mediante gráficos todos los resultados obtenidos en el período, ya sean estos puntuales, continuos o efectuados por auditores externos, mientras que en formato de tablas, se exponen sólo los resultados puntuales del período. De esta forma, los resultados tabulados de los monitoreos continuos para los datos meteorológicos y para los aforos, se adjuntan en Anexo digital. Por su parte, los resultados de las mediciones realizadas por auditores externos se presentan en ANEXO 1 y ANEXO 2.

Adicionalmente, en ANEXO 7 se presenta el registro de las mediciones que no puldieron ser efectuadas en el periodo, indicando las causas que motivaron dicha situación.

¹⁴ Los sistemas objeto de protección corresponden a Sistema Soncor, Sistema Aguas de Quelana, Sistema Peine y Sistema Vegetación – Borde Este.



5.2.1 Sistema Soncor

De acuerdo a lo indicado en la Sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico del Sistema Soncor considera el monitoreo de las siguientes variables; nivel del agua (86 puntos), meteorología (1 estación), caudal bombeado (2 puntos), calidad química (17 puntos), aforos de caudal (2 puntos) y superficie lacustre (3 lagunas). Los resultados obtenidos para el segundo semestre de 2017 se presentan a continuación.

5.2.1.1 Nivel del agua subterránea y superficial

Se presentan los niveles de todos los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Soncor.

Los pozos L1-3, L2-4 y L7-3 forman parte conjunta del monitoreo de niveles de los sistemas Soncor y Vegetación Borde Este, pero para efectos de orden sólo serán presentados en esta sección, sin perjuicio que, en forma conjunta, son considerados en el marco del seguimiento del sistema Vegetación Borde Este.

En la Figura 4-6 y en la Tabla 4-1 de la Sección 4 del presente informe, se indican los puntos de monitoreo del sistema Soncor, clasificados de acuerdo a sus coordenadas, tipo de punto de control, variable ambiental y parámetros de monitoreo, además de la frecuencia establecida.

En la Sección 5.1, se presentan los resultados de los puntos de monitoreo de nivel asociados a los Planes de Contingencia del Proyecto en comparación con los umbrales de activación de fases (Fase I y Fase II). Dichos puntos corresponden a los únicos que poseen límites o umbrales de control definidos. Por lo anterior, en esta sección se presentan los resultados gráficos y numéricos del monitoreo de nivel de agua agrupados por sistema y sector, sin contrastarse con límites de control.

Para cada punto se presenta tanto la fecha de monitoreo, como el nivel del agua subterránea o superficial, según corresponda, expresado en metros por sobre el nivel medio del mar (msnm). En el ANEXO 4 se presenta en forma tabulada la información de todos los monitoreos efectuado para el período semestral objeto del presente informe, incluyendo la cota del punto de referencia de cada pozo (msnm) desde donde se efectúa la medición de la profundidad del nivel freático, de acuerdo a la metodología descrita en la Sección 4 y la profundidad medida en cada punto de control, expresada en metros bajo el punto de referencia (mbpr), ambos parámetros permiten determinar la cota del nivel del agua presentada a continuación. Los registros históricos se acompañan en formato digital.

Cabe señalar que dentro del periodo semestral correspondiente al presente informe, se disponde de medición de niveles efectuada tanto por auditores externos (Bioma y Golder), como por la Dirección General de Aguas. En su conjunto, se cuenta con datos externos para los pozos 1027, GD-01, L1-2, L1-3, L1-4, L1-5, L1-G4, L11-1, L2-4, L2-7, L7-3, L7-4 y L7-6. Los resultados de las auditoría se adjuntan en ANEXO 1 y ANEXO 2. En el Presente informe de seguimiento, se incluyen de manera gráfica los resultados de las auditorías externas.



5.2.1.1.1 Pozos en zona aluvial

En la Tabla 5-7 se presentan los resultados de los monitoreos efectuados en el segundo semestre del año 2017 en los 11 puntos de control del nivel del agua comprometidos en la zona aluvial del Sistema Soncor. Los resultados gráficos del nivel se muestran en la Figura 5-7.

Como puede observarse, en el semestre de monitoreo objeto del presente reporte, se efectuaron mediciones en todos los puntos de control comprometidos para la zona aluvial del Sistema Soncor y de acuerdo a la frecuencia establecida. En términos generales no se observan variaciones significativas en los niveles de cada pozo, evidenciando un estado de estabilización de los niveles acuíferos (ver Figura 5-7).

Asimismo, se puede observar que las mediciones realizadas por los auditores externos son coherentes con los valores del seguimiento semestral que desarrolla SQM, lo que permiten validar los resultados del monitoreo desarrollado.

Tabla 5-7: Registro de niveles zona aluvial de Sistema Soncor (WGS-84).

| Tabla 5-7: Registro de niveles zona aluvial de Sistema Soncor (WGS-84). | | | | | | | |
|---|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|
| L' | 1-1 | L' | 1-2 | L | 2-2 | Lá | 2-3 |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 21-07-17 | 2328,11 | 21-07-17 | 2324,61 | 21-07-17 | 2328,11 | 21-07-17 | 2328,11 |
| 21-08-17 | 2328,11 | 21-08-17 | 2324,61 | 21-08-17 | 2328,11 | 21-08-17 | 2328,11 |
| 21-09-17 | 2328,10 | 21-09-17 | 2324,60 | 21-09-17 | 2328,10 | 21-09-17 | 2328,10 |
| 21-10-17 | 2328,09 | 21-10-17 | 2324,60 | 21-10-17 | 2328,09 | 21-10-17 | 2328,09 |
| 22-11-17 | 2328,11 | 21-11-17 | 2324,58 | 22-11-17 | 2328,11 | 22-11-17 | 2328,11 |
| 21-12-17 | 2328,10 | 21-12-17 | 2324,57 | 21-12-17 | 2328,10 | 21-12-17 | 2328,10 |
| L7 | 7-1 | L7 | 7-2 | Mul | lay-1 | All | ana |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 21-07-17 | 2332,72 | 21-07-17 | 2329,80 | 21-07-17 | 2323,59 | 21-07-17 | 2316,69 |
| 21-08-17 | 2332,72 | 21-08-17 | 2329,80 | 21-08-17 | 2323,72 | 21-08-17 | 2317,02 |
| 21-09-17 | 2332,71 | 21-09-17 | 2329,79 | 21-09-17 | 2323,74 | 21-09-17 | 2316,84 |
| 21-10-17 | 2332,69 | 21-10-17 | 2329,79 | 21-10-17 | 2323,68 | 21-10-17 | 2316,86 |
| 21-11-17 | 2332,73 | 21-11-17 | 2329,79 | 22-11-17 | 2323,75 | 21-11-17 | 2316,76 |
| 21-12-17 | 2332,72 | 21-12-17 | 2329,79 | 21-12-17 | 2323,73 | 21-12-17 | 2316,91 |
| Ľ | L1-3 | | L7-6 | | 2-7 | | |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | | |
| 05-07-17 | 2320,01 | 05-07-17 | 2325,53 | 05-07-17 | 2318,94 | | |
| 20-07-17 | 2320,01 | 20-07-17 | 2325,52 | 20-07-17 | 2318,94 | | |
| 05-08-17 | 2320,00 | 21-07-17 | 2325,52 | 21-07-17 | 2318,94 | | |
| 20-08-17 | 2320,00 | 05-08-17 | 2325,53 | 05-08-17 | 2318,93 | | |
| 05-09-17 | 2320,00 | 20-08-17 | 2325,52 | 20-08-17 | 2318,93 | | |
| 20-09-17 | 2320,00 | 21-08-17 | 2325,52 | 21-08-17 | 2318,93 | | |
| 05-10-17 | 2319,99 | 05-09-17 | 2325,51 | 05-09-17 | 2318,92 | | |
| 20-10-17 | 2319,99 | 20-09-17 | 2325,51 | 20-09-17 | 2318,93 | | |



| 05-11-17 | 2320,00 | 21-09-17 | 2325,51 | 21-09-17 | 2318,93 |
|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| 20-11-17 | 2320,00 | 05-10-17 | 2325,52 | 05-10-17 | 2318,92 |
| 05-12-17 | 2320,00 | 20-10-17 | 2325,51 | 20-10-17 | 2318,92 |
| 20-12-17 | 2319,98 | 21-10-17 | 2325,51 | 21-10-17 | 2318,92 |
| | | 05-11-17 | 2325,51 | 05-11-17 | 2318,92 |
| | | 20-11-17 | 2325,51 | 20-11-17 | 2318,92 |
| | | 21-11-17 | 2325,51 | 21-11-17 | 2318,92 |
| | | 05-12-17 | 2325,51 | 05-12-17 | 2318,91 |
| | | 20-12-17 | 2325,48 | 20-12-17 | 2318,91 |
| | | 21-12-17 | 2325,48 | 21-12-17 | 2318,91 |

Figura 5-7 Nivel observado (m.s.n.m.) en zona aluvial de Sistema Soncor Sistema Soncor - Zona Aluvial 2334 2332 2330 2328 2326 2324 2322 2320 2318 2316 2314 L1-2 Auditoría -L2-2 -L1-1 -L2-3 -L7-1 -L7-2 Mullay-1 — Allana -L1-3 ▲ L1-3 Auditoría -L7-6 L7-6 Auditoría 12-7 L2-7 Auditoría

Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.1.2 Pozos en zona marginal

En esta sección se presentan los resultados del monitoreo efectuado durante el segundo semestre del año 2017 en 44 puntos de control de nivel ubicados en la zona marginal del Sistema Soncor. Debido a la gran cantidad de puntos, se optó por sub-agrupar de acuerdo a la serie y por similitudes de medición, dando como resultado cuatro subgrupos: Serie RC y GD, Serie de Perfil L1, Serie de Perfil L2 y Serie de Perfil L7.

En la Tabla 5-8 se presentan los resultados de los monitoreos en la Serie RC y GD. Como puede observarse en la Figura 5-8, dentro de este subgrupo no es posible encontrar una variación significativa en los niveles de cada pozo, siendo la más notoria la del punto RC-1, con una variación aproximada de 20 cm en el periodo. Cabe señalar que el resto de los



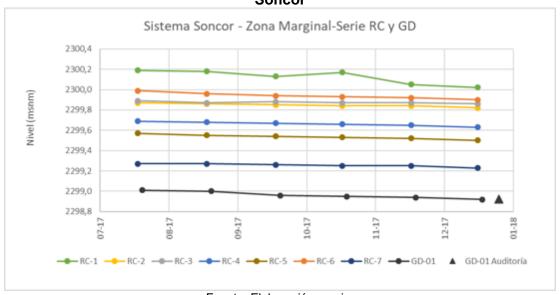
pozos se mantuvo estable con una reducción menor a los 10 cm durante todo el semestre. Asimismo, la auditoría externa realizada por BIOMA al pozo GD-1 es coherente respecto de los valores del seguimiento semestral, validando los resultados obtenidos.

Tabla 5-8: Registro de niveles zona marginal de Sistema Soncor – Serie RC y GD (WGS-84).

| RO | RC-1 | | C-2 | RO | C- 3 | RO | RC-4 | |
|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------------------|--------------------|--|
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | |
| 18-07-17 | 2300,19 | 18-07-17 | 2299,87 | 18-07-17 | 2299,89 | 18-07-17 | 2299,69 | |
| 18-08-17 | 2300,18 | 18-08-17 | 2299,86 | 18-08-17 | 2299,87 | 18-08-17 | 2299,68 | |
| 18-09-17 | 2300,13 | 18-09-17 | 2299,85 | 18-09-17 | 2299,88 | 18-09-17 | 2299,67 | |
| 18-10-17 | 2300,17 | 18-10-17 | 2299,84 | 18-10-17 | 2299,87 | 18-10-17 | 2299,66 | |
| 18-11-17 | 2300,05 | 18-11-17 | 2299,84 | 18-11-17 | 2299,87 | 18-11-17 | 2299,65 | |
| 18-12-17 | 2300,02 | 18-12-17 | 2299,82 | 18-12-17 | 2299,86 | 18-12-17 | 2299,63 | |
| RO | C- 5 | RO | C-6 | RO | C- 7 | GD-01 | | |
| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | |
| recna | (msnm) | recna | (msnm) | recna | (msnm) | recha | (msnm) | |
| 18-07-17 | 2299,57 | 18-07-17 | 2299,99 | 18-07-17 | 2299,27 | 20-07-17 | 2299,01 | |
| 18-08-17 | 2299,55 | 18-08-17 | 2299,96 | 18-08-17 | 2299,27 | 20-08-17 | 2299,00 | |
| 18-09-17 | 2299,54 | 18-09-17 | 2299,94 | 18-09-17 | 2299,26 | 20-09-17 | 2298,96 | |
| | 2200,04 | | | | , | | | |
| 18-10-17 | 2299,53 | 18-10-17 | 2299,93 | 18-10-17 | 2299,25 | 20-10-17 | 2298,95 | |
| | • | | • | | • | 20-10-17 20-11-17 | 2298,95 2298,94 | |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-8: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal - Serie RC y GD de Sistema Soncor





Dentro del subgrupo del Perfil L1, se obtuvieron medidas estables al igual que en el subgrupo anterior. En la Tabla 5-9 se muestran los resultados de los monitoreos de 13 puntos de control, y en la Figura 5-9 es posible identificar que la mayoría de ellos no mostraron diferencias significativas en la medición del nivel respecto de los valores esperados para el período en análisis. Dentro de los pozos agrupados en esta serie los niveles se encuentran entre 2300,30 y 2299,14.

Cabe señalar que el subgrupo del Perfil L1, la auditoría externa realizada a los pozos L1-4 y L1-5 es coherente respecto de los valores del seguimiento semestral.

Tabla 5-9: Registro de niveles zona marginal Serie Perfil L1 de Sistema Soncor (WGS-84).

| (| | | | | | | |
|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|
| Ľ | 1-4 | L' | 1-5 | L' | 1-6 | L' | 1-7 |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 20-07-17 | 2299,88 | 20-07-17 | 2299,51 | 18-07-17 | 2300,14 | 18-07-17 | 2299,92 |
| 20-08-17 | 2299,87 | 20-08-17 | 2299,49 | 19-08-17 | 2300,14 | 19-08-17 | 2299,91 |
| 20-09-17 | 2299,87 | 20-09-17 | 2299,46 | 19-09-17 | 2300,13 | 19-09-17 | 2299,91 |
| 20-10-17 | 2299,86 | 20-10-17 | 2299,45 | 19-10-17 | 2300,12 | 19-10-17 | 2299,90 |
| 05-11-17 | 2299,85 | 05-11-17 | 2299,44 | 18-11-17 | 2300,11 | 18-11-17 | 2299,88 |
| 20-11-17 | 2299,84 | 20-11-17 | 2299,43 | 18-12-17 | 2300,08 | 18-12-17 | 2299,84 |
| 05-12-17 | 2299,84 | 05-12-17 | 2299,42 | | | | |
| 20-12-17 | 2299,83 | 20-12-17 | 2299,42 | | | | |
| Ľ | 1-8 | L | 1-9 | L1 | -10 | L1 | -11 |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 18-07-17 | 2299,55 | 18-07-17 | 2299,93 | 18-07-17 | 2300 | 18-07-17 | 2299,62 |
| 18-08-17 | 2299,52 | 19-08-17 | 2299,91 | 19-08-17 | 2299,98 | 18-08-17 | 2299,62 |
| 18-09-17 | 2299,48 | 19-09-17 | 2299,89 | 19-09-17 | 2299,97 | 18-09-17 | 2299,62 |
| 18-10-17 | 2299,44 | 19-10-17 | 2299,88 | 19-10-17 | 2299,94 | 18-10-17 | 2299,61 |
| 18-11-17 | 2299,32 | 18-11-17 | 2299,88 | 18-11-17 | 2299,93 | 18-11-17 | 2299,60 |
| 18-12-17 | 2299,39 | 18-12-17 | 2299,85 | 18-12-17 | 2299,91 | 18-12-17 | 2299,59 |
| L1 | -12 | L1 | l -13 | L1-14 | | L1-15 | |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 18-07-17 | 2299,28 | 18-07-17 | 2299,86 | 18-07-17 | 2299,21 | 19-07-17 | 2300,27 |
| 18-08-17 | 2299,28 | 18-08-17 | 2299,76 | 18-08-17 | 2299,20 | 19-08-17 | 2300,25 |
| 18-09-17 | 2299,28 | 18-09-17 | 2299,69 | 18-09-17 | 2299,19 | 19-09-17 | 2300,25 |
| 18-10-17 | 2299,28 | 18-10-17 | 2299,76 | 18-10-17 | 2299,17 | 19-10-17 | 2300,23 |
| 18-11-17 | 2299,28 | 18-11-17 | 2299,62 | 18-11-17 | 2299,16 | 19-11-17 | 2300,22 |
| 18-12-17 | 2299,26 | 18-12-17 | 2299,60 | 18-12-17 | 2299,14 | 19-12-17 | 2300,20 |
| | | -16 | | | | | |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | | | | |
| 19-07-17 | 2300,04 | 19-10-17 | 2300,01 | | | | |
| 19-08-17 | 2300,02 | 19-11-17 | 2299,98 | | | | |
| 19-09-17 | 2300,01 | 19-12-17 | 2299,97 | | | | |



Sistema Soncor - Zona Marginal-Perfil L1 2300,4 2300,2 Nivel (msnm) 2300,0 2299.8 2299,6 2299.4 2299,2 2299,0 08-17 L1-4 Auditoría L1-5 Auditoría **--**-L1-6 -L1-7 -L1-8 -L1-9 -L1-10 -0-L1-11 ■11-13 11-15 -L1-16 -L1-12 -L1-14

Figura 5-9: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal – Perfil L1 de Sistema Soncor

En la Tabla 5-10 se presentan los resultados de los catorce puntos de control del Perfil L2 ubicados en el Sistema Soncor. Los resultados gráficos en la Figura 5-10, permiten identificar la presencia de dos "clusters" de niveles: el primero se encuentra por encima de los 2301 msnm (pozos L2-4 y L2-8), el segundo grupo aglomera doce puntos de control que se establecen entre 2298,8 y 2299,9 msnm. A partir de lo observado, se puede considerar que los niveles muestran una relación espacial con el núcleo. Así, entre más alejados estén los puntos de control del núcleo del Salar, mayor será el resultado de la medición (mayor nivel).

Cabe señalar que en el Perfil L2, solo se realizó auditoría externa al pozo L2-4, por BIOMA y DGA, el cual no presenta variaciones significativas en el nivel del pozo respecto de los valores del seguimiento semestral, permitiendo validar los resutados obtenidos en el monitoreo mensual efectuado.



Tabla 5-10: Registro de niveles zona marginal / Serie Perfil L2 de Sistema Soncor (WGS-84).

| 1.2 | 2-4 | 1.2 | (VVG) 2-5 | S-84). L2 | 2-8 | 12 | -10 |
|----------|-----------------|----------|-----------------------|--------------|-----------------|----------|-----------------|
| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel |
| 1 oona | (msnm) | i oona | (msnm) | 1 00114 | (msnm) | 1 oona | (msnm) |
| 05-07-17 | 2303,49 | 18-07-17 | 2299,75 | 21-07-17 | 2301,76 | 18-07-17 | 2299,83 |
| 20-07-17 | 2303,49 | 18-08-17 | 2299,71 | 21-08-17 | 2301,77 | 19-08-17 | 2299,84 |
| 05-08-17 | 2303,50 | 18-09-17 | 2299,66 | 21-09-17 | 2301,76 | 19-09-17 | 2299,81 |
| 20-08-17 | 2303,50 | 19-10-17 | 2299,63 | 21-10-17 | 2301,68 | 19-10-17 | 2299,78 |
| 05-09-17 | 2303,50 | 18-11-17 | 2299,60 | 21-11-17 | 2301,64 | 18-11-17 | 2299,76 |
| 20-09-17 | 2303,49 | 18-12-17 | 2299,59 | 21-12-17 | 2301,56 | 18-12-17 | 2299,71 |
| 05-10-17 | 2303,49 | | | | | | |
| 20-10-17 | 2303,48 | | | | | | |
| 05-11-17 | 2303,48 | | | | | | |
| 20-11-17 | 2303,46 | | | | | | |
| 05-12-17 | 2303,46 | | | | | | |
| 20-12-17 | 2303,44 | | | | | | |
| L2 | -11 | L2 | -12 | L2 | L2-13 | | -15 |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 18-07-17 | 2299,05 | 18-07-17 | 2299,03 | 18-07-17 | 2299,01 | 18-07-17 | 2299,75 |
| 18-08-17 | 2299,06 | 18-08-17 | 2299,02 | 18-08-17 | 2299,00 | 18-08-17 | 2299,71 |
| 18-09-17 | 2299,02 | 18-09-17 | 2298,98 | 18-09-17 | 2298,96 | 18-09-17 | 2299,64 |
| 18-10-17 | 2298,98 | 18-10-17 | 2298,95 | 18-10-17 | 2298,93 | 19-10-17 | 2299,48 |
| 18-11-17 | 2298,96 | 18-11-17 | 2298,95 | 18-11-17 | 2298,92 | 18-11-17 | 2299,37 |
| 18-12-17 | 2298,94 | 18-12-17 | 2298,94 | 18-12-17 | 2298,90 | 18-12-17 | 2299,31 |
| | -17 | | -18 | | -19 | | -21 |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 18-07-17 | 2298,98 | 18-07-17 | 2299,13 | 18-07-17 | 2299,00 | 18-07-17 | 2299,82 |
| 18-08-17 | 2299,07 | 18-08-17 | 2299,12 | 18-08-17 | 2298,99 | 18-08-17 | 2299,82 |
| 18-09-17 | 2299,04 | 18-09-17 | 2299,10 | 18-09-17 | 2298,97 | 18-09-17 | 2299,77 |
| 18-10-17 | 2299,02 | 18-10-17 | 2299,08 | 18-10-17 | 2298,96 | 19-10-17 | 2299,72 |
| 18-11-17 | 2299,01 | 18-11-17 | 2299,07 | 18-11-17 | 2298,94 | 18-11-17 | 2299,66 |
| 18-12-17 | 2298,99 | 18-12-17 | 2299,06 | 18-12-17 | 2298,93 | 18-12-17 | 2299,58 |
| | -22 | | -24 | | | | |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | | | | |
| 18-07-17 | 2299,17 | 18-07-17 | 2299,63 | | | | |
| 18-08-17 | 2299,16 | 18-08-17 | 2299,58 | | | | |
| 18-09-17 | 2299,14 | 18-09-17 | 2299,53 | | | | |
| 18-10-17 | 2299,11 | 18-10-17 | 2299,48 | | | | |
| 18-11-17 | 2299,10 | 18-11-17 | 2299,45 | | | | |
| 18-12-17 | 2299,08 | 18-12-17 | 2299,42 | | | | |



Sistema Soncor - Zona Marginal-Perfil L2 2304,0 2303,5 2303,0 2302,5 2302,0 2301,5 2301,0 08-17 09-17 10-17 07-17 L2-4 Auditoría Sistema Soncor - Zona Marginal-Perfil L2 2300,0 2299,8 Nivel (msnm) 2299,6 2299,4 2299,2 2299,0 2298,8 08-17 09-17 -L2-5 -L2-10 -- L2-11 --- L2-12 -L2-13 ---- L2-15 --- L2-17 -L2-18 ---- L2-19 ---- L2-21 ---L2-22

Figura 5-10: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal – Perfil L2 de Sistema Soncor

Finalmente, el último grupo de la Zona Marginal denominado Serie L7, contiene 9 puntos de control del Sistema Soncor. En la Tabla 5-11 se muestra el resultado del monitoreo durante el segundo semestre de 2017. En ellos es posible identificar que las variaciones son mínimas en todos los puntos de control, por lo tanto se puede establecer que el sistema se mantiene estable. La variación máxima (10 cm) estuvo presente en cuatro pozos (L7-3, L7-7, L11-1 y L11-2), tal como se observa en la Figura 5-11.



Cabe señalar que en el Perfil L7, se realizó auditoría externa en 3 pozos, pudiendo indicarse que los resultados son coherentes respecto a los valores del seguimiento semestral, validando los resultados obtenidos.

Tabla 5-11: Registro de niveles zona marginal / Serie Perfil L7 de Sistema Soncor (WGS-84).

| (WG3-64). | | | | | | | |
|-----------|------------|----------|---------------|----------|------------|----------|---------|
| L7 | '-3 | L7 | '-5 | L7 | '-7 | L7- | -10 |
| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel |
| | (msnm) | | (msnm) | | (msnm) | | (msnm) |
| 05-07-17 | 2313,58 | 18-07-17 | 2300,08 | 20-07-17 | 2304,24 | 19-07-17 | 2300,32 |
| 20-07-17 | 2313,58 | 18-08-17 | 2300,04 | 20-08-17 | 2304,25 | 19-08-17 | 2300,30 |
| 05-08-17 | 2313,59 | 18-09-17 | 2300,03 | 20-09-17 | 2304,24 | 19-09-17 | 2300,30 |
| 20-08-17 | 2313,60 | 18-10-17 | 2300,03 | 20-10-17 | 2304,23 | 19-10-17 | 2300,25 |
| 05-09-17 | 2313,60 | 18-11-17 | 2300,01 | 20-11-17 | 2304,19 | 19-11-17 | 2300,29 |
| 20-09-17 | 2313,59 | 18-12-17 | 2300,00 | 20-12-17 | 2304,14 | 19-12-17 | 2300,28 |
| 05-10-17 | 2313,58 | | | | | | |
| 20-10-17 | 2313,56 | | | | | | |
| 05-11-17 | 2313,55 | | | | | | |
| 20-11-17 | 2313,53 | | | | | | |
| 05-12-17 | 2313,51 | | | | | | |
| 20-12-17 | 2313,48 | | | | | | |
| L7- | -11 | L7- | L7-12 L11-1 L | | L1 | 1-2 | |
| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel |
| | (msnm) | | (msnm) | | (msnm) | | (msnm) |
| 19-07-17 | 2300,31 | 18-07-17 | 2299,81 | 17-07-17 | 2319,36 | 17-07-17 | 2315,39 |
| 19-08-17 | 2300,29 | 18-08-17 | 2299,79 | 17-08-17 | 2319,35 | 17-08-17 | 2315,38 |
| 19-09-17 | 2300,29 | 18-09-17 | 2299,77 | 17-09-17 | 2319,31 | 17-09-17 | 2315,35 |
| 19-10-17 | 2300,23 | 18-10-17 | 2299,76 | 18-10-17 | 2319,29 | 18-10-17 | 2315,33 |
| 19-11-17 | 2300,26 | 18-11-17 | 2299,75 | 17-11-17 | 2319,26 | 17-11-17 | 2315,31 |
| 19-12-17 | 2300,24 | 18-12-17 | 2299,74 | 17-12-17 | 2319,26 | 17-12-17 | 2315,29 |
| 10 | 27 | | | | | • | |

| 10 | 27 |
|----------|---------|
| Fecha | Nivel |
| | (msnm) |
| 20-07-17 | 2307,96 |
| 20-08-17 | 2307,98 |
| 20-09-17 | 2307,99 |
| 20-10-17 | 2307,97 |
| 20-11-17 | 2307,95 |
| 20-12-17 | 2307,92 |
| _ | _ |



Sistema Soncor - Zona Marginal-Perfil L7 2304,5 2304,0 2303,5 Nivel (msnm) 2303,0 2302,5 2302,0 2301,5 2301,0 2300,5 2300,0 2299,5 08-17 09-17 10-17 -L7-10 L7-11 ____L7-12 Sistema Soncor - Zona Marginal-Perfil L7 2320,0 2318,0 2316,0 Nivel (msnm) 2314,0 2312,0 2310,0 2308,0 2306,0 01-18 ▲ L7-3 Auditoría ——L11-1 ▲ L11-1 Auditoría ——1027

Figura 5-11: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal – Perfil L7 de Sistema Soncor

5.2.1.1.3 Pozos de Salmuera

En la Tabla 5-12 se presentan los resultados del monitoreo mensual efectuado durante el segundo semestre del año 2017 en los 5 pozos que se encuentran en el núcleo del Salar de Atacama que corresponden con el monitoreo del Sistema Soncor.

En la Figura 5-12 es posible observar que los cinco puntos de control mantienen una tendencia al descenso, de acuerdo a lo esperado, del orden de 10 cm durante el semestre julio-diciembre 2017.

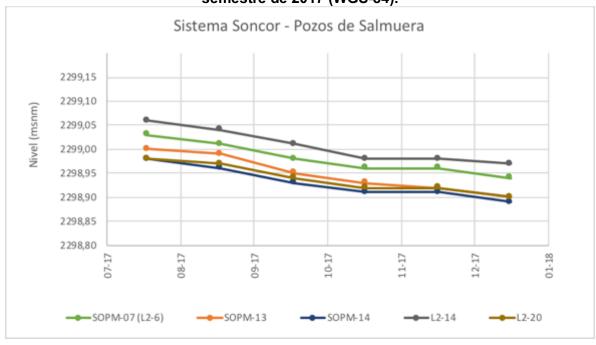


Tabla 5-12: Registro de Niveles para los pozos de Salmuera para el segundo semestre de 2017 (WGS-84).

| SOPM-0 | SOPM-07 (L2-6) | | SOPM-13 | | SOPM-14 | | -14 |
|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 18-07-17 | 2299,03 | 18-07-17 | 2299,00 | 18-07-17 | 2298,98 | 18-07-17 | 2299,06 |
| 18-08-17 | 2299,01 | 18-08-17 | 2298,99 | 18-08-17 | 2298,96 | 18-08-17 | 2299,04 |
| 18-09-17 | 2298,98 | 18-09-17 | 2298,95 | 18-09-17 | 2298,93 | 18-09-17 | 2299,01 |
| 18-10-17 | 2298,96 | 18-10-17 | 2298,93 | 18-10-17 | 2298,91 | 18-10-17 | 2298,98 |
| 18-11-17 | 2298,96 | 18-11-17 | 2298,92 | 18-11-17 | 2298,91 | 18-11-17 | 2298,98 |
| 18-12-17 | 2298,94 | 18-12-17 | 2298,90 | 18-12-17 | 2298,89 | 18-12-17 | 2298,97 |

| L2 | -20 |
|----------|-----------------|
| Fecha | Nivel (msnm) |
| 18-07-17 | 2298,98 |
| 18-08-17 | 2298,97 |
| 18-09-17 | 2298,94 |
| 18-10-17 | 2298,92 |
| 18-11-17 | 2298,92 |
| 18-12-17 | 2298,90 |

Figura 5-12: Nivel observado (m.s.n.m.) para los pozos de Salmuera para el segundo semestre de 2017 (WGS-84).





5.2.1.1.4 Pozos con medición continua de nivel

En la Figura 5-13 se presentan los niveles de los 17 pozos de medición continua pertenecientes al Sistema Soncor. Se muestran detalles de los pozos P1-1 al P1-7, y en forma agregada de los pozos P2-1 al P2-5, L2-9, L2-16, L2-23 y 2021. Finalmente se muestra el pozo L7-4. Considerando los resultados de las mediciones efectuadas mensualmente en forma manual (ver Tabla 5-13), los descensos observados en los niveles se encuentran en el rango comprendido entre los 8 cm (pozos P1-1, P1-2 y L2-23) y los 26 cm (pozo L2-9).

En la Tabla 5-13 se muestran los resultados del monitoreo manual de nivel en sistema de coordenadas WGS-84¹⁵. Por su parte, la visualización gráfica de los resultados obtenidos se presenta en la Figura 5-13, donde se adicionan las mediciones obtenidas de las auditorías externas efectuadas en el período (los resultados tabulados de las mediciones de auditoría se acompañan en ANEXO 2).

Cabe señalar que se realizó auditoría externa al pozo L7-4, el cual no presenta variaciones significativas en el nivel respecto de los valores del seguimiento semestral, permitiendo validar los resultados del monitoreo mensual efectuado.

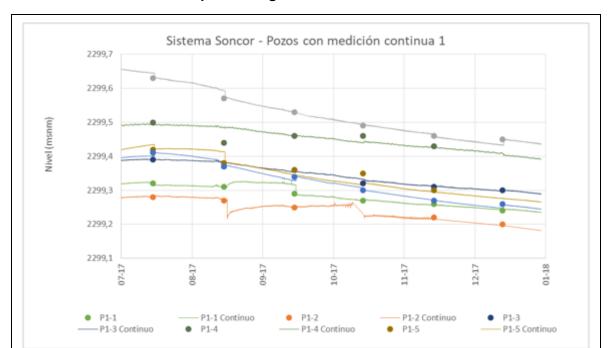


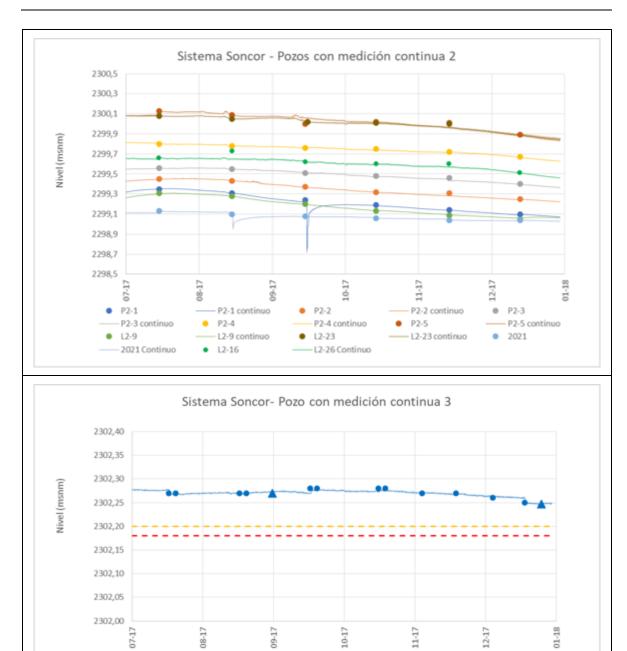
Figura 5-13: Nivel observado (m.s.n.m.) para los pozos con medición continua de nivel para el segundo semestre de 2017¹⁶

_

¹⁵ En tabla se presentan los resultados de las mediciones de nivel efectuadas manualmente mediante pozómetro.

¹⁶ El sensor continuo del Pozo P1-2 no se encontró operativo entre los días 10-10-2017 07:30:00 a 15-10-2017 12:55:00 y 15-11-2017 14:42:00 a 31-12-2017 23:30:00, situación que fue corrregida. En función de lo anterior, la gráfica incluye, para el período sin datos, una interpolación que permita dar continuidad visual a los datos.





Fuente: Elaboración propia.

L7-4 Auditoría

- - - Fase I

- L7-4 Continuo



Tabla 5-13: Registro de Niveles para los pozos con medición continua de nivel para el segundo semestre de 2017 (WGS-84).

| | el | segundo s | emestre de | 2017 (WC | 3S-84). | | |
|----------------------|--------------------|-----------|--------------------|----------------------|--------------------|----------|--------------------|
| P1- | 1 | P1 | l -2 | Р | 1-3 | P1 | -4 |
| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel |
| | (msnm) | | (msnm) | | (msnm) | | (msnm) |
| 15-07-17 | 2299,32 | 15-07-17 | 2299,28 | 15-07-17 | 2299,39 | 15-07-17 | 2299,50 |
| 15-08-17 | 2299,31 | 15-08-17 | 2299,27 | 15-08-17 | 2299,37 | 15-08-17 | 2299,44 |
| 15-09-17 | 2299,29 | 15-09-17 | 2299,25 | 15-09-17 | 2299,36 | 15-09-17 | 2299,46 |
| 15-10-17 | 2299,27 | 15-10-17 | 2299,32 | 15-10-17 | 2299,32 | 15-10-17 | 2299,46 |
| 15-11-17 | 2299,26 | 15-11-17 | 2299,22 | 15-11-17 | 2299,31 | 15-11-17 | 2299,43 |
| 15-12-17 | 2299,24 | 15-12-17 | 2299,2 | 15-12-17 | 2299,30 | 15-12-17 | 2299,40 |
| P1- | 5 | P1 | I - 6 | P | 1-7 | L2 | -9 |
| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel |
| | (msnm) | | (msnm) | | (msnm) | | (msnm) |
| 15-07-17 | 2299,42 | 15-07-17 | 2299,41 | 15-07-17 | 2299,63 | 15-07-17 | 2299,31 |
| 15-08-17 | 2299,38 | 15-08-17 | 2299,37 | 15-08-17 | 2299,57 | 15-08-17 | 2299,28 |
| 15-09-17 | 2299,36 | 15-09-17 | 2299,34 | 15-09-17 | 2299,53 | 15-09-17 | 2299,20 |
| 15-10-17 | 2299,35 | 15-10-17 | 2299,30 | 15-10-17 | 2299,49 | 15-10-17 | 2299,13 |
| 15-11-17 | 2299,30 | 15-11-17 | 2299,27 | 15-11-17 | 2299,46 | 15-11-17 | 2299,09 |
| 15-12-17 | 2299,29 | 15-12-17 | 2299,26 | 15-12-17 | 2299,45 | 15-12-17 | 2299,05 |
| P2- | 1 | P2 | 2-2 | P | 2-3 | L2- | 16 |
| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel |
| | (msnm) | | (msnm) | | (msnm) | | (msnm) |
| 15-07-17 | 2299,35 | 15-07-17 | 2299,45 | 15-07-17 | 2299,56 | 15-07-17 | 2299,66 |
| 15-08-17 | 2299,31 | 15-08-17 | 2299,43 | 15-08-17 | 2299,55 | 15-08-17 | 2299,73 |
| 15-09-17 | 2299,24 | 15-09-17 | 2299,37 | 15-09-17 | 2299,51 | 15-09-17 | 2299,62 |
| 15-10-17 | 2299,19 | 15-10-17 | 2299,32 | 15-10-17 | 2299,48 | 15-10-17 | 2299,60 |
| 15-11-17 | 2299,14 | 15-11-17 | 2299,31 | 15-11-17 | 2299,46 | 15-11-17 | 2299,60 |
| 15-12-17 | 2299,10 | 15-12-17 | 2299,25 | 15-12-17 | 2299,40 | 15-12-17 | 2299,51 |
| P2- | | | 2-5 | | 2-23 | 202 | |
| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel |
| 45.07.47 | (msnm) | 15-07-17 | (msnm) | 15-07-17 | (msnm) | 15-07-17 | (msnm) |
| 15-07-17 | 2299,80 | | 2300,13 | 15-07-17 | 2300,08 | 15-07-17 | 2299,13 2299,10 |
| 15-08-17 15-09-17 | 2299,78 2299,76 | 15-08-17 | 2300,09 | | 2300,05 | 15-06-17 | 2299,10 |
| | | 15-09-17 | 2300,00 | 16-09-17 | 2300,02 | | |
| 15-10-17 | 2299,75 | 15-10-17 | 2300,02 2300,01 | 15-10-17 | 2300,01 2300,00 | 15-10-17 | 2299,06 |
| 15-11-17 | 2299,72 2299,67 | 15-11-17 | | 15-11-17 15-12-17 | 2300,00 | 15-11-17 | 2299,04 |
| 15-12-17 | | 15-12-17 | 2299,89 | 15-12-17 | | 15-12-17 | 2299,04 |
| L7- | | | 7-4 | - | | | |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | | | | |
| 17-07-17 | 2302,27 | 17-10-17 | 2302,28 | 1 | | | |
| 20-07-17 | 2302,27 | 20-10-17 | 2302,28 | | | | |
| 17-08-17 | 2302,27 | 05-11-17 | 2302,20 | | | | |
| 20-08-17 | 2302,27 | 20-11-17 | 2302,27 | | | | |
| 17-09-17 | 2302,27 | 06-12-17 | 2302,27 | | | | |
| 17-03-17 | 2002,20 | 00-12-17 | 2002,20 | 1 | | | |

-17 2302,25 Fuente: Elaboración propia.

20-12-17

2302,28

20-09-17



5.2.1.1.5 Reglillas

En este apartado se presentan los niveles de agua superficial medidos en forma manual y continua en las reglillas L1-G4 (ubicada al sur de la laguna Barros Negros), L7-G1 (ubicada al oeste del canal Burro Muerto), L7-G2 (ubicada al este de la laguna Puilar), Puente de San Luis (ubicada aguas arriba del puente homónimo), Burro Muerto (ubicada aguas abajo del puente San Luis) y la L11-G1 (ubicada en el sector norte del salar).

A modo explicativo, en la Figura 5-14 se presentan las reglillas instaladas en torno al puente San Luis:

- a. Aguas arriba del puente San Luis, donde existen dos reglillas que han sido monitoreadas históricamente por SQM (reglilla Puente San Luis nueva y antigua); la reglilla nueva es usada actualmente para soportar el transductor de presión que registra niveles de manera continua (se realizan además mediciones manuales en este punto), desde septiembre de 2007 hasta la actualidad;
- Aforo puente San Luis, que corresponde a la medición que se realiza en la estación de aforo (estación de aforo Puente San Luis) y que presenta mediciones manuales y continuas (ver sección 5.2.1.5);
- c. Aguas abajo del puente San Luis, donde existen dos grupos de reglillas, unas medidas e instaladas por SQM (**reglilla Burro Muerto**), monitoreada desde septiembre de 2007, y otras que corresponden a reglillas instaladas por CONAF.

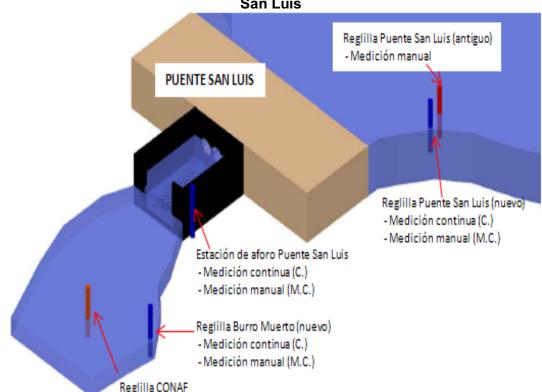


Figura 5-14:Representación gráfica de las reglillas instaladas cercanas al puente San Luis



La Tabla 5-14 muestra los resultados de las mediciones manuales efectuadas durante el segundo semestre del año 2017 en las 6 reglillas monitoreadas¹⁷. Cabe señalar que se dispone de registros de acuerdo a la frecuencia establecida en todos ellos, sin embargo no se cuenta con los registros manuales de los meses de octubre y diciembre en la reglilla L7-G2 los que no pudieron ser monitoreados debido a restricción de ingreso por períodos de nidificación y reproducción de flamencos respectivamente.

Tabla 5-14: Registro de Niveles en Reglillas para el segundo semestre de 2017 (WGS-84).

| | | | (110 | 5-0-1). | | | |
|----------|-----------------|----------|-----------------|---------------------|-----------------|----------|-----------------|
| L1 | -G4 | L7 | -G1 | L7-0 | G2 | PUENTE S | SAN LUIS |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 20-07-17 | 2299,51 | 18-07-17 | 2300,24 | 17-07-17 | 2301,20 | 17-07-17 | 2301,30 |
| 20-08-17 | 2299,50 | 18-08-17 | 2300,23 | 17-08-17 | 2301,19 | 17-08-17 | 2301,28 |
| 20-09-17 | 2299,47 | 18-09-17 | 2300,19 | 17-09-17 | 2301,19 | 17-09-17 | 2301,27 |
| 20-10-17 | 2299,45 | 18-10-17 | 2300,11 | 17-10-17 | - | 17-10-17 | 2301,25 |
| 05-11-17 | 2299,43 | 18-11-17 | 2300,14 | 24-11-17 | 2301,22 | 17-11-17 | 2301,24 |
| 20-11-17 | 2299,43 | 18-12-17 | 2300,13 | 17-12-17 | - | 17-12-17 | 2301,24 |
| 05-12-17 | 2299,41 | | | | | | |
| 20-12-17 | 2299,41 | | | | | | |
| BURRO | MUERTO | L11 | I-G1 | | | | |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | | | | |
| 17-07-17 | 2301,10 | 17-07-17 | 2315,18 | | | | |
| 17-08-17 | 2301,10 | 17-08-17 | 2315,18 | | | | |
| 17-09-17 | 2301,09 | 17-09-17 | 2315,17 | | | | |
| 17-10-17 | 2301,09 | 18-10-17 | 2315,17 | | | | |
| 17-11-17 | 2301,09 | 17-11-17 | 2315,13 | | | | |
| | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Figura 5-15 se presentan los resultados gráficos de los monitoreos efectuados tanto en forma manual, como continua, entre julio y diciembre de 2017, adicionando las mediciones obtenidas de las auditorías externas efectuadas en el período (los resultados tabulados de las mediciones de auditoría se acompañan en ANEXO 2).

Para una correcta apreciación, los resultados han sido diferenciados en 2 grupos, el primero de ellos contiene el registro de niveles de las reglillas L1-G4, L7-G1, L7-G2, Puente de San Luis y Burro Muerto, con niveles entre 2299,4 y 2301,3 msnm, y el segundo representativo de la reglilla L11-G1, la que presenta niveles cerca de 15 metros por sobre el resto de los puntos de control.

Cabe señalar que la agrupación de los niveles medidos (Figura 5-15) sólo responde a una expresión visual de los resultados y no al comportamiento hiodrogeológico de los sistemas que estos respresentan, por lo que los resultados deben ser analizados en forma independiente y no comparados entre si.

17-12-17

2301.09

17-12-17

¹⁷ En tabla se presentan los resultados de las mediciones de nivel efectuadas manualmente.



Sistema Soncor - Reglillas 1 2302,0 2301,5 Nivel (msnm) 2301.0 2300,5 2299.5 2299,0 09-17 10-17 07-17 L1-G4L7-G2 L7-G1 - L1-G4 Continuo L1-G4 Auditoría L7-G2 Continuo
BURRO MUERTO (M.C.) PUENTE SAN LUIS - BURRO MUERTO (M.C.) Continuo PUENTE SAN LUIS Continuo Sistema Soncor - Reglillas 2 2316,0 2315,6 2315,2 2314,8 2314,4 2314,0 • L11-G1

Figura 5-15: Nivel observado (m.s.n.m.) en Reglilla para el segundo semestre de 2017¹⁸

¹⁸ El sensor continuo del Pozo L7-G2 no se encontró operativo entre los días 17-08-2017 14:28:00 a 24-11-2017 22:00:00, situación que fue corrregida. En función de lo anterior, la gráfica incluye, para el período sin datos, una interpolación que permita dar continuidad visual a los datos.



5.2.1.1.6 Nivel lacustre

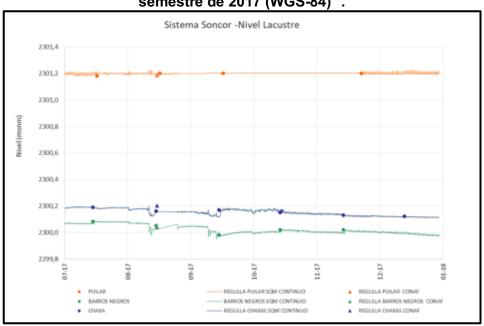
Respecto a la medición del nivel lacustre mediante reglillas, cabe señalar que cada una de las lagunas cuenta con tres mediciones de nivel:

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

En la Figura 5-16 se presentan los registros continuos y manuales efectuados por SQM durante el segundo semestre de 2017 en los tres sistemas lacustres monitoreados en el Sistema Soncor, a saber: Chaxa, Barros Negros y Puilar. Además, se presentan las mediciones trimestrales que realizó CONAF en el marco del convenio específico CONAF – SQM Salar S.A., vigente para el periodo 2014-2019, relativo al "Plan de Monitoreo Ambiental Hábitat y Avifauna del Salar de Atacama".

A modo ilustrativo, en la Tabla 5-15 se presentan los niveles medidos mensualmente por SQM en las lagunas del sistema Soncor: Barros Negros, Puilar y Chaxa. Cabe señalar que en el mes de diciembre no fue posible efectuar el monitoreo en las lagunas de Barros Negros y Puilar debido a procesos de nidificación de flamencos. La misma situación ocurrió en el mes de octubre en el sector de Puilar. Los registros históricos se acompañan en formato digital.





¹⁹ El sensor continuo de la Reglilla Puilar SQM no se encontró operativo entre los días 25-08-2017 16:30:00 a 24-11-2017 16:00:00, situación que fue corrregida. En función de lo anterior, la gráfica incluye, para el período sin datos, una interpolación que permita dar continuidad visual a los datos.



Tabla 5-15: Registro de Niveles para el nivel lacustre durante el segundo semestre de 2017 (WGS-84).

| BARROS | NEGROS | PUI | LAR | CHAXAS | |
|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 15-07-2017 | 2300,08 | 17-07-2017 | 2301,18 | 15-07-2017 | 2300,19 |
| 15-08-2017 | 2300,05 | 17-08-2017 | 2301,20 | 15-08-2017 | 2300,16 |
| 15-09-2017 | 2299,98 | 17-09-2017 | 2301,20 | 15-09-2017 | 2300,17 |
| 15-10-2017 | 2300,02 | 17-10-2017 | - | 15-10-2017 | 2300,15 |
| 15-11-2017 | 2300,02 | 17-11-2017 | - | 15-11-2017 | 2300,13 |
| 15-12-2017 | - | 24-11-2017 | 2301,20 | 15-12-2017 | 2300,12 |
| | | 17-12-2017 | - | | |

5.2.1.2 Meteorología

En la Tabla 5-16 se presentan las variables registradas en la estación meteorológica Chaxa que forman parte del PSAH, esto es: precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura, a nivel diario, para el período comprendido entre el 1 de julio y el 31 de diciembre de 2017.

En la Tabla 5-16 se presenta un resumen con los principales estadígrafos de las variables meteorológicas medidas en la estación Chaxa. Respecto a la precipitación, el mínimo del período correspondió a 0 mm/día, mientras que el máximo fue de 0,5 mm/día registrados el 04 de diciembre de 2017. La evaporación presentó una tasa potencial promedio de 8,16 mm/día con un máximo de 13,81 mm/día registrada el 17-12-2017. Por su parte, la velocidad del viento, presentó un promedio de 2,87 m/s, con máximos y mínimos entre 1,09 y 7,79 m/s. Finalmente, la temperatura presenta una alta oscilación en el período de control, con un rango que va desde los 2,27 °C registrados el día 13-08-2017 hasta los 21,39 °C ocurridos el día 18-12-2017.

Tabla 5-16: Estadígrafos series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura Estación Meteorológica de Chaxa para el segundo semestre de 2017.

| Variable | Unidades | Min | Max | Promedio | Des. Estándar |
|--------------------------|----------|------|-------|----------|------------------|
| Precipitación | mm/día | 0,0 | 0,5 | 0,003 | 0,037 |
| Evaporación | mm/día | 1,63 | 13,81 | 8,16 | 3,10 |
| Velocidad del viento | m/s | 1,09 | 7,79 | 2,87 | 1,14 |
| Temperatura media diaria | °C | 2,27 | 21,39 | 14,08 | 4,33 |

Fuente: Elaboración propia.

La estación de Chaxa presento fallas durante el 2017; es así como dejó de funcionar la batería. Esta falla produjo que en las noches no se almacenara la información en el dataloger. Se realizaron los arreglos de mantención y se solicito a la consultora WSP realizarar un relleno estadístico de la información faltante del 2017.

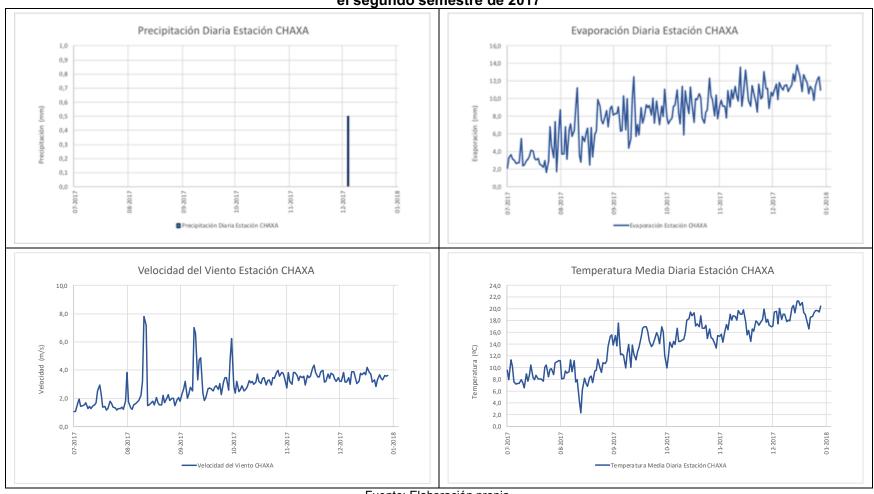


Para mayor información sobre las series de datos meteorológicos de la estación Chaxa, ver ANEXO 13²⁰, donde se presentan en forma tabulada los registros históricos de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura a nivel medio diario.

²⁰ Las Estación Chaxa presentó problemas durante el año 2017, por lo anterior se contrató a la Consultora WSP para que realizara un relleno estadístico de la información faltante. El informe completo se presenta en el ANEXO 13.



Figura 5-17: Series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura Estación Meteorológica de Chaxa para el segundo semestre de 2017





5.2.1.3 Caudal bombeado

Los pozos de extracción ubicados en el Sistema Soncor corresponden a los denominados Mullay-1 y Allana. A continuación, en la Tabla 5-17 se presentan los caudales de extracción registrados en cada uno de ellos, como flujo medio mensual durante el período julio a diciembre de 2017. Por su parte, en la Figura 5-18 se muestran los resultados en forma gráfica. Como se observa, los flujos de extracción se mantuvieron por debajo del máximo establecido en la autorización ambiental, el cual alcanza los 40 L/s.

Tabla 5-17: Caudal medio mensual bombeado Sistema Soncor para el segundo semestre de 2017.

| 0011100110 00 20111 | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------|---------|-------------------------------|--|--|--|--|--|
| | Mullay -1 | Allana | | | | | | |
| Mes | Mes Caudal medio mensual (L/s) | | Caudal medio mensual (L/s) | | | | | |
| jul-17 | 39,54 | jul-17 | 38,81 | | | | | |
| ago-17 | 38,13 | ago-17 | 34,24 | | | | | |
| sept-17 | 37,56 | sept-17 | 37,40 | | | | | |
| oct-17 | 39,11 | oct-17 | 38,90 | | | | | |
| nov-17 | 39,59 | nov-17 | 39,55 | | | | | |
| dic-17 | 39,77 | dic-17 | 39,57 | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-18: Caudal medio mensual bombeado desde Sistema Soncor ²¹.



 $^{^{21}}$ Los certificados de calibración de los flujómetros se encuentran en el ANEXO 6.



En ANEXO 14 se presenta el registro de caudales bombeados por mes en los pozos de agua industrial (l/seg) pertenecientes al Sistema Soncor. Los registros históricos se acompañan en formato digital.

5.2.1.4 Calidad química

Se presentan los resultados de las mediciones y análisis físico-químicos efectuados sobre todos los puntos de control que componen el monitoreo de calidad para el Sistema Soncor durante el segundo semestre del año 2017. Si bien los pozos L2-4 y L7-3 son parte del monitoreo de calidad del agua tanto para el sistema Soncor como para el sector Vegetación Borde Este, para efectos de orden, los resultados se presentan en esta sección.

En la Figura 4-6 y en la Tabla 4-1 de la Sección 4 del presente informe, se indican los puntos de monitoreo del sistema Soncor, clasificados de acuerdo a sus coordenadas, tipo de punto de control, variable ambiental y parámetros de monitoreo, además de la frecuencia establecida.

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

Respecto del análisis químico de cuerpos lacustres monitoreados, actualmente parte de los análisis requeridos son efectuados por SQM a través SGS Chile Ltda. (coliformes fecales, nitrógeno amoniacal, hidrocarburos totales y detergentes en las lagunas de Chaxa y Barros Negros), mientras que CONAF, como parte del convenio de monitoreo que posee actualmente con SQM, mide el resto de los parámetros comprometidos en los cuatro puntos de control de cuerpos de agua del Sistema Soncor.

En el ANEXO 15 se presentan los informes de los análisis químicos reportados para el último semestre²². En el ANEXO 12 se muestran el certificado de acreditación de SGS Chile Ltda. como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA).

5.2.1.4.1 Muestreo de aguas realizado por SQM

A continuación, en la Tabla 5-18 se presentan los resultados de análisis físico-químico de muestras de agua tomadas en terreno por SQM y analizadas por el laboratorio SGS Chile Ltda., a los pozos de monitoreo (los resultados obtenidos en los pozos de extracción se presentan en forma diferenciada) en el segundo semestre del año 2017. Por su parte, los resultados de los análisis efectuados en laboratorio se presentan en la Figura 5-19 para la campaña del mes de julio y en la Figura 5-20 para la campaña efectuada en octubre.

_

 $^{^{22}}$ Los valores históricos y sus respectivos informes de laboratorio fueron presentados en los respectivos informes semestrales del PSAH.



Tabla 5-18: Resultados calidad del agua Sistema Soncor segundo semestre de 2017.

| Parámetro | Unidad | o: Result | -4 | | I-5 | | -6 | | -G4 | | 2-3 | 1.3 | 2-4 |
|---|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------|-----------------|
| Parametro | Unidad | L | -4 | | 1-0 | | 1-0 | LI. | .04 | LZ | :-3 | L | . -4 |
| | | 27-07-17 | 24-10-17 | 27-07-17 | 24-10-17 | 27-07-17 | 24-10-17 | 27-07-17 | 24-10-17 | 27-07-17 | 24-10-17 | 27-07-17 | 24-10-17 |
| Conductividad | uS/cm | 200000 | 227000 | 194100 | 185400 | 199300 | 190900 | 200000 | 207000 | 3620 | 3450 | 10820 | 10400 |
| Conductividad Terreno | uS/cm | 206000 | 220000 | 184400 | 180100 | 189400 | 176950 | 195800 | 205000 | 3380 | 3340 | 10480 | 11320 |
| Densidad | g/ml | 1,11 | 1,00 | 1,12 | 1,16 | 1,13 | 1,13 | 1,05 | 1,15 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Densidad Terreno | g/ml | 1,23 | 1,23 | 1,14 | 1,15 | 1,14 | 1,15 | 1,17 | 1,17 | 1,00 | 1,00 | 1,01 | 1,01 |
| рН | - | 7,30 | 7,30 | 7,60 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,30 | 7,20 | 7,30 | 7,50 | 8,30 | 8,70 |
| pH Terreno | - | 7,37 | 7,37 | 7,49 | 7,58 | 7,35 | 7,58 | 7,26 | 7,37 | 7,20 | 7,71 | 8,23 | 8,70 |
| Solidos Disueltos Totales | mg/L | 326250 | 326590 | 189550 | 179830 | 190280 | 181350 | 237870 | 229870 | 2844 | 2751 | 5956 | 5725 |
| Solidos Suspendidos Totales | mg/L | 12 | 198 | 10 | 172 | 10 | 131 | 2248 | 2004 | <5 | 22 | 6756 | 6220 |
| Solidos Totales | mg/L | 352670 | 360585 | 204140 | 195440 | 217440 | 209055 | 286360 | 278355 | 2864 | 2870 | 13940 | 12005 |
| Temperatura Terreno | °C | 18,60 | 19,90 | 13,40 | 14,35 | 17,65 | 18,35 | 13,50 | 26,50 | 23,50 | 22,90 | 16,40 | 20,50 |
| Parámetro | Unidad | L2 | !-5 | L7 | 7-3 | L7- | -G1 | SOPM- | 7(L2-6) | SOP | M-14 | | |
| | | 27-07-17 | 24-10-17 | 27-07-17 | 24-10-17 | 27-07-17 | 23-10-17 | 27-07-17 | 24-10-17 | 27-07-17 | 24-10-17 | | |
| Conductividad | uS/cm | 200000 | 216000 | 1951 | 2180 | 116200 | 208500 | 200000 | 227000 | 200000 | 232000 | | |
| Conductividad Terreno | uS/cm | 201000 | 143500 | 1890 | 2100 | 112400 | 209000 | 213000 | 191600 | 208000 | 223000 | | |
| Densidad | | | | | | | | | | | | | |
| | g/ml | 1,07 | 1,11 | 1,00 | 1,00 | 1,05 | 1,11 | 1,03 | 1,13 | 1,11 | 1,16 | | |
| Densidad Terreno | g/ml g/ml | 1,07 1,20 | 1,11 1,20 | 1,00 1,01 | 1,00 1,00 | 1,05 1,07 | 1,11 1,08 | 1,03 1,22 | 1,13 1,23 | 1,11 1,22 | 1,16 1,22 | | |
| Densidad Terreno pH | ŭ | , | , | , | , | • | • | · · | , | , | , | | |
| | ŭ | 1,20 | 1,20 | 1,01 | 1,00 | 1,07 | 1,08 | 1,22 | 1,23 | 1,22 | 1,22 | | |
| pH | ŭ | 1,20 7,50 | 1,20 7,40 | 1,01 8,40 | 1,00 8,30 | 1,07 7,80 | 1,08 7,20 | 1,22 7,20 | 1,23 7,20 | 1,22 7,30 | 1,22 7,30 | | |
| pH pH Terreno | g/ml - - | 1,20 7,50 7,40 | 1,20 7,40 7,51 | 1,01 8,40 8,20 | 1,00 8,30 8,59 | 1,07 7,80 7,95 | 1,08 7,20 7,20 | 1,22 7,20 7,12 | 1,23 7,20 7,14 | 1,22 7,30 7,17 | 1,22 7,30 7,30 | | |
| pH pH Terreno Solidos Disueltos Totales Solidos Suspendidos | g/ml - - mg/L | 1,20 7,50 7,40 262440 | 1,20 7,40 7,51 255450 | 1,01 8,40 8,20 1230 | 1,00 8,30 8,59 1420 | 1,07 7,80 7,95 96240 | 1,08 7,20 7,20 183220 | 1,22 7,20 7,12 309720 | 1,23 7,20 7,14 301980 | 1,22 7,30 7,17 305600 | 1,22 7,30 7,30 297610 | | |



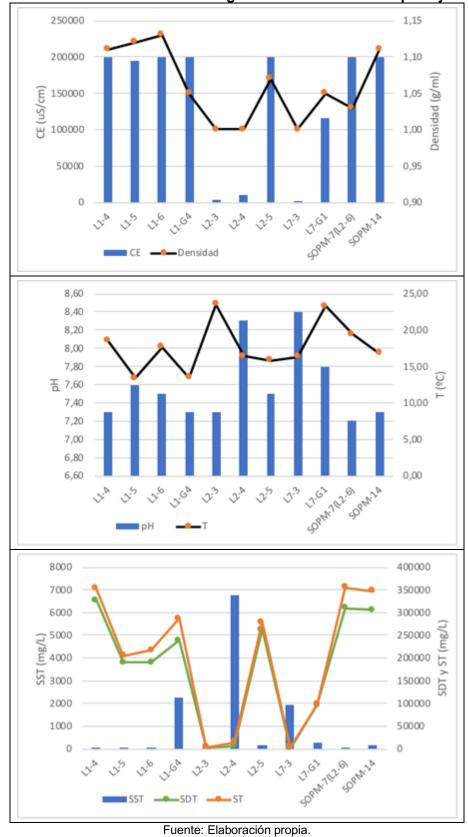


Figura 5-19: Resultados calidad del agua Sistema Soncor campaña julio 2017



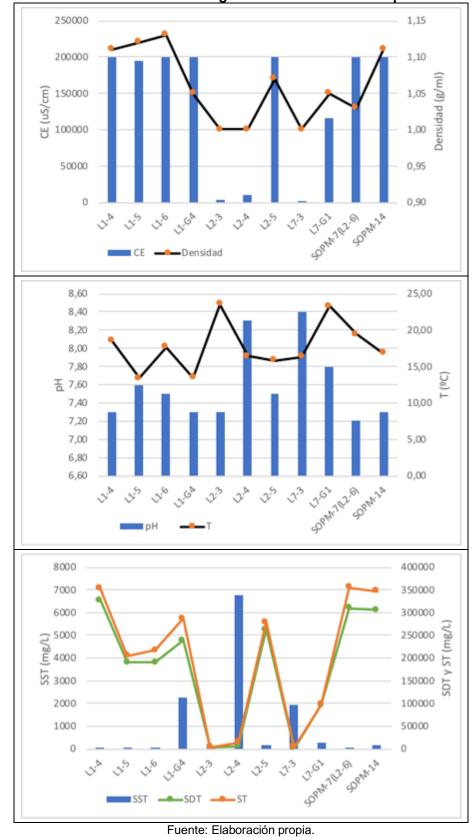


Figura 5-20: Resultados calidad del agua Sistema Soncor campaña octubre 2017



Como se observa, tanto la conductividad, como el contenido de sólidos puede diferenciarse en ambas campañas en 2 grupos; por una parte los pozos L1-4, L1-5, L1,6, L1-G4, L2-5, SOPM-7 y SOPM-14, presentan un mayor nivel de conductividad y contenido de sólidos totales y disueltos, mientras que los pozos L2-3, L2-4 y L7-3, presentan valores considerablemente menores. En una situación intermedia se encuentra el pozo L7-G1. El comportamiento evidenciado se condice con la ubicación de los puntos de control, siendo los de mayor concentración los ubicados en el núcleo del salar y en la zona marginal.

A continuación, en la Tabla 5-19 se presentan los resultados obtenidos del monitoreo de calidad efectuado por SQM a los pozos de bombeo Mullay y Allana durante el segundo semestre del 2017. En concordancia con su ubicación, esto es en el sector aluvial del Sistema Soncor, estos pozos presentan conductividades y sólidos disueltos considerablemente menores a aquellos observados en los pozos del sector marginal y del núcleo. Los resultados gráficos de cada pozo se muestran en la Figura 5-21.

Tabla 5-19: Resultados calidad pozos de extracción para el segundo Semestre de 2017.

| | | | llay | Allana | | |
|---------------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|--|
| Parámetro | Unidad | 27-07-17 | 25-10-17 | 27-07-17 | 25-10-17 | |
| Alcalinidad Total (CaCO3) | mgCaCO3/L | 295,40 | 325,10 | 177,20 | 187,40 | |
| Arsénico | mg/L | 4,86 | 3,68 | 0,06 | 0,06 | |
| Bicarbonatos | mg/L | 360,10 | 396,30 | 216,10 | 228,50 | |
| Calcio | mg/L | 108,52 | 109,18 | 261,55 | 235,60 | |
| Carbonatos | mg/L | <0,2 | <0,2 | <0,20 | <0,20 | |
| Cloruro | mg/L | 465,00 | 571,00 | 403,00 | 490,00 | |
| Conductividad | uS/cm | 2360,00 | 2169,00 | 4120 | 3790 | |
| Conductividad Terreno | uS/cm | 2380,00 | 1972,00 | 4010 | 3974 | |
| Densidad | g/ml | 1,00 | 1,11 | 1,00 | 1,00 | |
| Densidad Terreno | g/ml | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | |
| Hierro | mg/L | 0,07 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | |
| Magnesio | mg/L | 32,98 | 30,89 | 242,00 | 310,00 | |
| Manganeso | mg/L | <0,01 | <0,0025 | <0,01 | <0,0025 | |
| Nitrógeno Nitrato | mg/L | 0,26 | 1,00 | 0,39 | 0,39 | |
| Nitrógeno Nitritos | mg/L | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | |
| pH | - | 7,70 | 7,60 | 7,50 | 7,50 | |
| pH Terreno | - | 7,44 | 7,96 | 7,46 | 7,78 | |
| Potasio | mg/L | 30,24 | 34,21 | 24,02 | 24,62 | |
| Sodio | mg/L | 314,90 | 409,55 | 468,00 | 401,00 | |
| Solidos Disueltos Totales | mg/L | 1512,00 | 1519,00 | 3648 | 2649 | |
| Sulfato | mg/L | 217,00 | 222,00 | 1645 | 1422 | |
| Temperatura Terreno | °C | 16,80 | 17,00 | 23,50 | 24,30 | |
| Zinc | mg/L | <0,010 | 0,01 | <0,01 | 0,01 | |



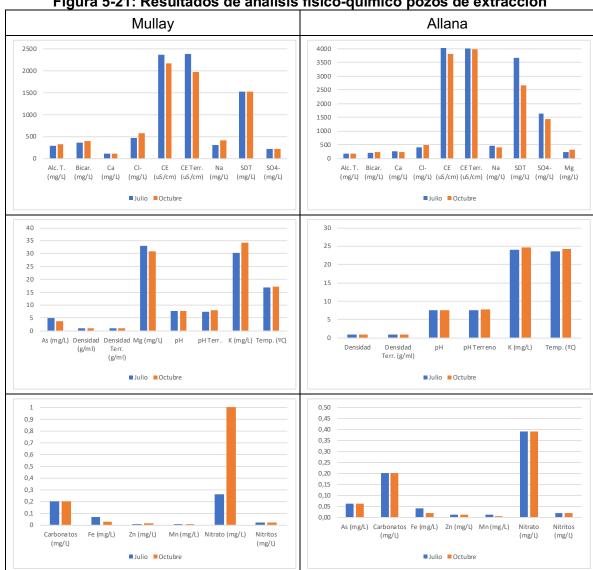


Figura 5-21: Resultados de análisis físico-químico pozos de extracción

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5-20 se presentan los resultados obtenidos del monitoreo de calidad efectuado por SQM en los sistemas lacustres de Chaxa y Barros Negros durante el segundo semestre del 2017. Los resultados gráficos para ambos puntos se muestran, en forma segregada por grupo de parámetros, en la Figura 5-22. Como se observa, ambos sistemas lacustres presentan un comportamiento similar, con valores de conductividad eléctrica levemente superiores en el sistema lacustre de Barros Negros.



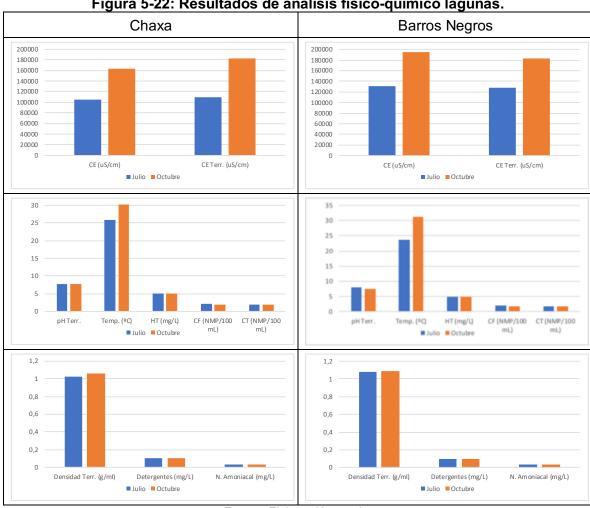


Figura 5-22: Resultados de análisis físico-químico lagunas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-20: Resultados calidad lagunas para el segundo Semestre de 2017.

| Destar to | | Ch | аха | Barros | Negros |
|-----------------------|------------|----------|----------|----------|----------|
| Parámetro | Unidad | 27-07-17 | 23-10-17 | 27-07-17 | 23-10-17 |
| Coliformes Fecales | NMP/100 mL | <2,00 | <1,80 | <2,00 | <1,80 |
| Coliformes Totales | NMP/100 mL | <1,80 | <1,80 | <1,80 | <1,80 |
| Conductividad | uS/cm | 105700 | 162600 | 130400 | 195300 |
| Conductividad Terreno | uS/cm | 109400 | 182900 | 128500 | 183600 |
| Densidad Terreno | g/ml | 1,02 | 1,06 | 1,08 | 1,09 |
| Detergentes | mg/L | <0,10 | <0,10 | <0,10 | <0,10 |
| Hidrocarburos Totales | mg/L | <5,00 | <5,00 | <5,00 | <5,00 |
| Nitrógeno Amoniacal | mg/L | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| pH Terreno | | 7,75 | 7,65 | 8,09 | 7,52 |
| Temperatura Terreno | °C | 25,9 | 34,3 | 23,7 | 31,2 |



5.2.1.4.2 Muestreo de agua realizado por CONAF

En la presente sección se entregan los resultados de los análisis físico-químico de muestras de agua tomadas en terreno por CONAF en los puntos de control lacuastre de Chaxa, Barros Negros, Burro Muerto y Puilar. Durante el segundo semestre de 2017 se analizaron duplicados en todos los muestreos efectuados. En la campaña de monitoreo de octubre de 2017 se encontraron flamencos realizando las marchas nupciales, que comúnmente inician en esta época del año, en las lagunas de Barros Negros y Puilar, por lo que CONAF no realizó mediciones.

En la Figura 5-23 se presentan las concentraciones de los distintos parámetros obtenidas en agosto y octubre para los sistemas lacustres de Chaxa y Burro Muerto. Lo propio se reporta en la Figura 5-24 para los sistemas de Barros Negros y Puilar. Por su parte, en la Tabla 5-21 se detallan los resultados númericos del seguimiento ambiental efectuado por CONAF en los cuatro sistemas. Cabe señalar que los resultados de los análisis realizados en comparación con sus respectivas muestras duplicadas fueron similares, dando coherencia a los resultados obtenidos.

Figura 5-23: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la lagunas Chaxa y Burro Muerto





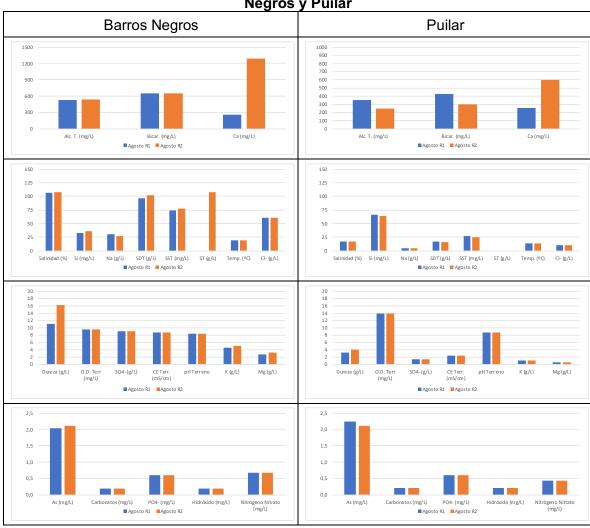


Figura 5-24: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la lagunas Barros Negros y Puilar

Los cuatro sistemas presentan aguas similares en cuanto a su acidez, mostrando condiciones levemente básicas, con valores de pH cercanos a las 8 unidades. Sin embargo en cuanto al contenido de sólidos disueltos, salinidad y conductividad eléctrica, se observan variaciones, correspondiendo el sistema Puilar al de menor concentración, en contraste con el resto de los sistemas que presentan concentraciones similares. Lo anterior sería concordante con la ubicación y conexión de los 4 sistemas monitoreados ya que los sistemas de Burro Muerto, Chaxa y Barros Negros se encuentran conectados entre sí en una misma dirección de escurrimiento en sentido norte sur, mientras que el sistema Puilar se ubica más al este y próximo al acuífero aluvial.



Tabla 5-21: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la laguna Chaxa para el segundo Semestre de 2017.

| Parámetro | Unidad | | Cha | | | ONAF de | Burro M | | | | Negros | | ilar |
|------------------------------|--------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 07-08-17 | 07-08-17 | 17-10-17 | 17-10-17 | 07-ago-17 | 07-ago-17 | 17-oct-17 | 17-oct-17 | 07-08-17 | 07-08-17 | 07-08-17 | 07-08-17 |
| | | R.1 | R.2 | R.1 | R.2 | R.1 | R.2 | R.3 | R.4 | R.1 | R.2 | R.1 | R.2 |
| Alcalinidad | mg/L | 519,80 | 515,00 | 650,30 | 633,00 | 393,50 | 384,70 | 512,20 | 512,40 | 533,40 | 539,20 | 533,40 | 539,20 |
| Arsénico | mg/L | 1,14 | 1,26 | 0,44 | 0,30 | 1,51 | 1,53 | 0,28 | 0,66 | 2,03 | 2,11 | 2,03 | 2,11 |
| Bicarbonatos | mg/L | 633,70 | 627,80 | 792,70 | 771,70 | 479,70 | 469,00 | 624,30 | 624,60 | 650,30 | 657,30 | 650,30 | 657,30 |
| Calcio | mg/L | 858,20 | 868,57 | 1058,60 | 1061,53 | 1007,51 | 987,78 | 1114,26 | 1054,69 | 259,75 | 1285,37 | 259,75 | 1285,37 |
| Carbonatos | mg/L | <0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,20 | < 0,20 | < 0,20 | <0,20 | <0,20 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| CE Terreno | mS/cm | 8,99 | 8,99 | 10,80 | 10,80 | 3,84 | 3,84 | 9,60 | 9,60 | 8,75 | 8,75 | 8,75 | 8,75 |
| Cloruro | g/L | 44,08 | 44,60 | 57,80 | 57,55 | 39,04 | 38,39 | 45,57 | 46,65 | 60,49 | 61,21 | 60,49 | 61,21 |
| Dureza | g/L | 10,98 | 12,28 | 16,94 | 18,22 | 11,88 | 11,73 | 15,78 | 15,83 | 11,03 | 16,24 | 11,03 | 16,24 |
| Fosfato | mg/L | < 0,6 | < 0,6 | <0,6 | <0,6 | < 0,6 | < 0,6 | <0,6 | <0,6 | < 0,6 | < 0,6 | < 0,6 | < 0,6 |
| Hidróxido | mg/L | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | < 0,20 | < 0,20 | <0,20 | <0,20 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2 |
| Magnesio | g/L | 2,14 | 2,45 | 3,47 | 3,78 | 2,27 | 2,25 | 3,15 | 3,20 | 2,67 | 3,16 | 2,67 | 3,16 |
| Nitrato | mg/L | - | - | - | - | 1,81 | 1,75 | - | - | 3,00 | - | 3,00 | - |
| Nitrógeno Nitrato | mg/L | 0,36 | 0,35 | 0,81 | 0,78 | 0,41 | 0,40 | 0,75 | 0,72 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,68 |
| Oxígeno disuelto Terreno | mg/L | 11,90 | 11,90 | 2,00 | 2,00 | 14,50 | 14,50 | 17,80 | 17,80 | 9,60 | 9,60 | 9,60 | 9,60 |
| pH Terreno | - | 8,28 | 8,28 | 8,29 | 8,29 | 8,28 | 8,28 | 8,34 | 8,34 | 8,36 | 8,36 | 8,36 | 8,36 |
| Potasio | g/L | 3,65 | 3,65 | 4,79 | 4,74 | 3,22 | 3,18 | 3,86 | 3,98 | 4,46 | 5,08 | 4,46 | 5,08 |
| Salinidad | % | 79,00 | 79,00 | 105,00 | 105,00 | 69,00 | 68,00 | 89,00 | 90,00 | 106,00 | 108,00 | 106,00 | 108,00 |
| Sílice | mg/L | 35,00 | 34,00 | 53,00 | 53,00 | 34,00 | 35,00 | 52,00 | 49,00 | 33,00 | 36,00 | 33,00 | 36,00 |
| Sodio | g/L | 21,22 | 22,03 | 32,92 | 34,04 | 19,80 | 19,58 | 30,49 | 30,96 | 30,99 | 26,73 | 30,99 | 26,73 |
| Sólidos disueltos totales | g/L | 63,37 | 59,46 | 150,58 | 132,86 | 63,24 | 61,40 | 89,92 | 99,79 | 96,14 | 102,46 | 96,14 | 102,46 |
| Sólidos suspendidos | mg/L | 29,00 | 61,00 | 80,00 | 80,00 | 94,00 | 30,00 | 160,00 | 160,00 | 74,00 | 78,00 | 74,00 | 78,00 |
| Sólidos totales | g/L | 75,00 | 65,08 | 174,68 | 139,02 | - | - | 107,44 | 107,58 | - | 107,42 | - | 107,42 |
| Sulfato | g/L | 6,32 | 5,66 | 7,33 | 7,47 | 6,19 | 6,34 | 7,16 | 6,82 | 8,97 | 9,03 | 8,97 | 9,03 |
| Temperatura Terreno | °C | 23,10 | 23,10 | 26,70 | 26,70 | 5,90 | 5,90 | 11,90 | 11,90 | 19,50 | 19,50 | 19,50 | 19,50 |



5.2.1.5 Aforos de caudal

En la presente sección se muestran los resultados de las mediciones del caudal pasante en las dos estaciones de aforo comprometidas en el Sistema Soncor durante el segundo semestre de 2017, esto es: laguna Barros Negros y Puente San Luis. Cabe señalar que en la evaluación ambiental del proyecto no se establecen límites para el flujo de dichos cuerpos de agua. Por lo anterior, su evaluación en relación a la evolución histórica registrada, se efectúa en la Sección 6 del presente informe.

Durante el período de registro se efectuaron todas las mediciones comprometidas, a excepción del monitoreo mensual de diciembre de 2017 en la laguna Barros Negros, debido a la presencia de flamencos en el sector, que imposibilitaron realizar el monitoreo.

En la Tabla 5-22 se presentan los caudales registrados mensualmente en la Laguna de Barros Negros, resultados que se pueden observar gráficamente en la Figura 5-25. El máximo caudal pasante por la sección de aforo se registró en el mes de agosto de 2017 con 302,1 L/s, mientras que el mínimo correspondió al monitoreo efectuado durante el mes de octubre (151,4 L7s).

Tabla 5-22: Resultados la laguna Barros Negros para el segundo Semestre de 2017.

| Mes | julio | agosto | septiembre | octubre | noviembre | diciembre |
|----------------|----------|----------|------------|----------|-----------|-----------|
| Fecha medición | 27-07-17 | 27-08-17 | 27-09-17 | 27-10-17 | 27-11-17 | - |
| Caudal (L/s) | 287,4 | 302,1 | 175,2 | 151,4 | 169,8 | - |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-25: Resultados Aforos mensuales Laguna Barros Negros.

Fuente: Elaboración propia.

septiembre

octubre

noviembre

diciembre

En la Figura 5-26 presenta el caudal monitoreado en forma continua y manual en el Puente San Luis entre el 1 de julio y el 31 de diciembre de 2017. Por su parte, los principales estadígrafos obtenidos del monitoreo continuo efectuado se presentan en la Tabla 5-23.

julio

ag os to



Como se observa, el caudal promedio del período corresponde a 142,9 L/s, con un máximo esporádico de 217 L/s.

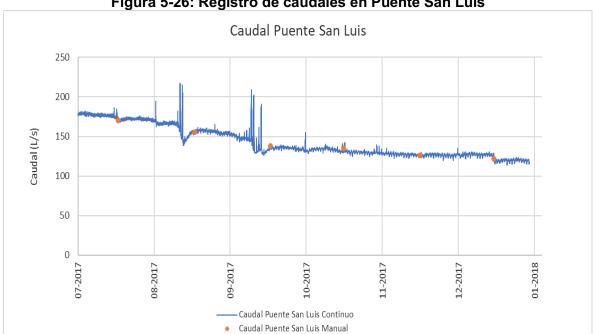


Figura 5-26: Registro de caudales en Puente San Luis

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-23: Estadígrafos caudal Puente San Luis segundo Semestre de 2017.

| Variable | Unidades | Max | Min | Promedio | Des. Estándar |
|----------|----------|--------|--------|----------|---------------|
| Caudal | L/s | 216,96 | 113,68 | 142,88 | 19,57 |

Fuente: Elaboración propia.

Los registros históricos de caudal para las dos estaciones de aforo pertenecientes al Sistema Soncor se adjuntan en formato digital. En dicho anexo se incluyen los resultados del monitoreo continuo efectuado en la estación Puente San Luis y las mediciones efectuadas mensualmente para obtener el caudal pasante por la estación Barros Negros.

5.2.1.6 Superficie Lacustre

En la Figura 5-27 se presenta, para el segundo semestre de 2017, la superficie lacustre de los tres cuerpos de agua del sistema Soncor medidos por CONAF en forma trimestral, los cuales se denominan Chaxa, Barros Negros y Puilar. Los monitoreos realizados por CONAF son el resultado de mediciones efectuadas a través de estacas perimetrales. Con respecto a las mediciones realizadas en el sector de la laguna Puilar, éstas sólo corresponden a la superficie del canal de aporte y no al de la laguna como tal, debido que fue incorporado inicialmente como un seguimiento experimental durante el año 2004. Los valores obtenidos de superficie lacustre se presentan en la Tabla 5-24. Cabe señalar que la medición de superficie lacustre en Barros Negros y Puilar no fue realizada por CONAF en el mes de



octubre de 2017, debido a que se encontraban ejemplares de flamencos realizando las marchas nupciales que comúnmente inician en esta época del año.

Chaxa Cuerpo Principal 280.900 Superficie (m2) 280.850 280.800 280.750 Barros Negros Cuerpo Principal 1.400.000 1.300.000 1.200.000 1.100.000 1.000.000 900.000 800.000 08-17 Puilar Cuerpo Principal 20.000 19.000 Superficie (m2) 18.000 17.000 16.000 15.000 01-18 07-17 08-17

Figura 5-27: Evolución de Superficie lacustre sistema Soncor medida por CONAF

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-24: Superficie lacustre medida por CONAF segundo Semestre de 2017²³.

| T 2 1 | English and Park | | Superficie (m²) | |
|--------------|------------------|------------|-----------------|-----------|
| Trimestre | Fecha medición | Chaxa | B. Negros | Puilar |
| jul-sep 2017 | 15-08-2017 | 280.849,39 | 103.2674,91 | 18.823,43 |
| oct-dic 2017 | 15-10-2017 | 280.760,57 | - | - |

Fuente: Elaboración propia

²³ En el monitoreo de Octubre se registra actividades reproductivas de flamencos en las lagunas de Barros Negros y Puilar por lo que no se realiza medición.

"INFORME DE MONITOREO SEMESTRAL ACTUALIZADO A DICIEMBRE 2017"



Cabe señalar que durante el período comprendido en el presente reporte no corresponde la medición anual de la superficie lagunar mediante topografía e imágenes satelitales. Las mediciones de topografía sólo se realizaron hasta el año 2010 con frecuencia anual, ya que a través de la Resolución Exenta 244/2010, se estableció que las mediciones de topografía se realizarán cada 5 años, siendo la última medición la que se realizó en abril 2015. Por su parte, la medición a través de imágenes satelitales se realiza anualmente durante el mes de abril.

En formato digital se acompaña la evolución histórica de superficie lacustre para las lagunas Chaxa, Barros Negros y Puilar, en base a las mediciones de estacas perimetrales efectuadas por CONAF en forma trimestral.

5.2.2 Sistema Aguas de Quelana

De acuerdo a lo indicado en la Sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico del Sistema Aguas de Quelana considera el monitoreo de las siguientes variables: nivel del agua (61 puntos), caudal bombeado (2 puntos) y calidad química (9 puntos). Los resultados obtenidos para el segundo semestre de 2017 se presentan a continuación.

5.2.2.1 Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presentan los niveles de todos los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Aguas de Quelana.

Los pozos L4-3, L3-3 y L3-5 junto a la reglilla L4-10 son parte del monitoreo de niveles de los sistemas Aguas de Quelana y Vegetación Borde Este, pero para efectos de orden sólo serán presentados en esta sección, sin perjuicio que son considerados en el marco del seguimiento del sistema Vegetación Borde Este. El pozo L3-4, también denominado SOPM-8, es parte del monitoreo de niveles de los sistemas Aguas de Quelana y Núcleo del Salar de Atacama y solo se presentará en la sección asociada al Sistema Aguas de Quelana.

En la Figura 4-7 y en la Tabla 4-2 de la Sección 4 del presente informe, se indican los puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana, clasificados de acuerdo a sus coordenadas, tipo de punto de control, variable ambiental y parámetros de monitoreo, además de la frecuencia establecida.

En la sección 5.1, se presentan los resultados de los puntos de monitoreo de nivel asociados a los Planes de Contingencia del Proyecto en comparación con los umbrales de activación de fases (Fase I y Fase II). Dichos puntos corresponden a los únicos que poseen límites o umbrales de control definidos. Por lo anterior, en esta sección se presentan los resultados gráficos y numéricos del monitoreo de nivel de agua agrupados por sistema y sector, sin contrastarse con límites de control.

Para cada punto se presenta tanto la fecha de monitoreo, como el nivel del agua subterránea o superficial, según corresponda, expresado en metros por sobre el nivel medio del mar (msnm). En el ANEXO 4 se presenta en forma tabulada la información de todos los



monitoreos efectuados para el período semestral objeto del presente informe, como en forma histórica, incluyendo la cota del punto de referencia de cada pozo (msnm) desde donde se efectúa la medición de la profundidad del nivel freático, de acuerdo a la metodología descrita en la Sección 4 y la profundidad medida en cada punto de control, expresada en metros bajo el punto de referencia (mbpr), ambos parámetros permiten determinar la cota del nivel del agua presentada a continuación. Los registros históricos se acompañan en forato digital.

Cabe señalar que dentro del periodo semestral correspondiente al presente informe, se disponde de medición de niveles efectuada tanto por auditores externos (Bioma y Golder), como por la Dirección General de Aguas. En su conjunto se cuenta con datos externos para los pozos L3-5, L3-9, L3-11, L3-12, L3-14, L4-7, L4-8, L4-11, L4-12, L4-14, L4-15, L5-6, L5-7, L5-8, L5-9, L5-10, L5-11, L5-12, L3-2, L3-3 y L4-10. Los resultados de las auditoria se adjuntan en ANEXO 1 y ANEXO 2. En el Presente informe de seguimiento, se incluyen de manera gráfica los resultados de las auditorías externas.

5.2.2.1.1 Pozos en zona aluvial

La zona aluvial cuenta con 7 puntos de control comprometidos para el Sistema Aguas de Quelana, correspondiendo a 5 pozos de monitoreo ubicados en un acuífero de agua dulce y dos pozos de extracción ubicados en el sector. Los puntos de control se monitorearon durante el segundo semestre del año 2017 de acuerdo a la frecuencia establecida. En la Tabla 5-25 se muestran los resultados del monitoreo efectuado. En términos generales los resultados no mostraron diferencias respecto de los valores esperados para el período en análisis, con niveles que ondularon entre los 2322 msnm (L3-2) y 2303 msnm, observados en el pozo Socaire 5B.

La visualización gráfica se presenta en la Figura 5-28, la que ha sido dividida en dos grupos de pozos, el primero de ellos contiene los puntos de control con niveles entre los 2303 y 2309 msnm, mientras que el segundo agrupa los pozos con niveles entre los 2310 y los 2322 msnm.

Asimismo, se puede observar que las mediciones realizadas por los auditores externos a los pozos L3-2 y L4-3 son coherentes con los valores del seguimiento semestral que desarrolla SQM, lo que permite validar los resultados del monitoreo desarrollado.



Figura 5-28: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona aluvial de Sistema de Aguas de Quelana

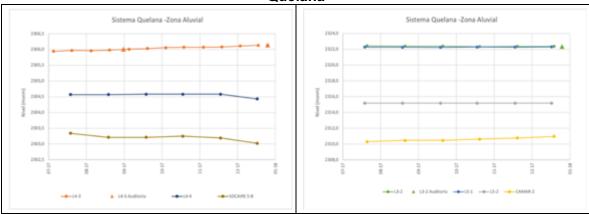


Tabla 5-25: Registro de Niveles para los pozos en la zona aluvial.

| L: | 3-2 | L4 | 4-3 | L4 | 1-4 | L | 5-2 |
|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 21-07-17 | 2322,43 | 05-07-17 | 2305,94 | 19-07-17 | 2304,57 | 19-07-17 | 2315,18 |
| 21-08-17 | 2322,40 | 20-07-17 | 2305,97 | 19-08-17 | 2304,57 | 19-08-17 | 2315,18 |
| 21-09-17 | 2322,39 | 05-08-17 | 2305,96 | 19-09-17 | 2304,58 | 19-09-17 | 2315,18 |
| 21-10-17 | 2322,33 | 20-08-17 | 2305,98 | 19-10-17 | 2304,58 | 19-10-17 | 2315,18 |
| 21-11-17 | 2322,37 | 05-09-17 | 2306,01 | 19-11-17 | 2304,58 | 19-11-17 | 2315,18 |
| 21-12-17 | 2322,36 | 20-09-17 | 2306,03 | 19-12-17 | 2304,43 | 19-12-17 | 2315,18 |
| | | 05-10-17 | 2306,06 | | | | |
| | | 20-10-17 | 2306,07 | | | | |
| | | 05-11-17 | 2306,07 | | | | |
| | | 20-11-17 | 2306,08 | | | | |
| | | 05-12-17 | 2306,11 | | | | |
| | | 20-12-17 | 2306,13 | | | | |
| L | 5-1 | CAM | IAR-2 | SOCA | IRE-5B | | |
| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | | |
| | (msnm) | | (msnm) | | (msnm) | | |
| 19-07-17 | 2322,27 | 21-07-17 | 2310,30 | 19-07-17 | 2303,34 | | |
| 19-08-17 | 2322,25 | 21-08-17 | 2310,46 | 19-08-17 | 2303,21 | | |
| 19-09-17 | 2322,24 | 21-09-17 | 2310,47 | 19-09-17 | 2303,21 | | |
| 19-10-17 | 2322,28 | 21-10-17 | 2310,63 | 19-10-17 | 2303,25 | | |
| 19-11-17 | 2322,27 | 21-11-17 | 2310,77 | 19-11-17 | 2303,19 | | |
| 19-12-17 | 2322,30 | 21-12-17 | 2310,96 | 19-12-17 | 2303,02 | | |



5.2.2.1.2 Pozos en zona marginal

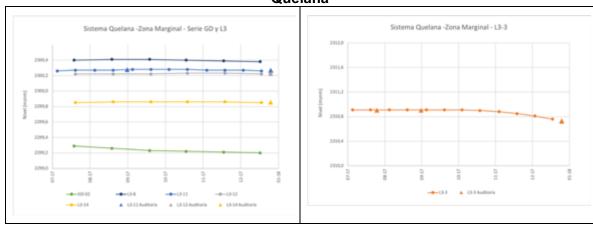
En esta sección se exponen los resultados del monitoreo efectuado durante el segundo semestre del año 2017 en 24 puntos de control de nivel ubicados en la zona marginal del Sistema de Aguas Quelana. Para facilitar el análisis, se sub-agruparon puntos de control de acuerdo a la serie y similitudes en la medición. Como resultado se obtuvieron tres subgrupos: a) Serie pozo GD-02 y perfil L3; b) Serie perfiles L4 y L5; y c) Serie perfiles L13 y L14.

En la Tabla 5-26 se muestran las mediciones del segundo semestre de 2017 de la Serie a) constituida por el pozo GD-02 y perfil L3. Esta serie contiene seis puntos de control, siendo el pozo (L3-3) el de mayor variación en el período (15 cm), el resto se mantuvo con poca ondulación entre cada medición.

En la Figura 5-29 se presenta el resultado gráfico de los niveles en el período. Dado que los niveles en el pozo L3-3 se encuentran cerca de 10 metros por sobre el resto de los puntos de control, los resultados se plasman en un gráfico independiente. Como se observa, en este punto el nivel se mantuvo estable hasta octubre y en los meses finales de monitoreo se evidenciaron oscilaciones en torno a los 10 cm. Por su parte, los pozos L3-11, L3-12 y L3-14 no presentaron variaciones en el análisis global del período.

Asimismo, se puede observar que las mediciones realizadas por los auditores externos son coherentes con los valores del seguimiento semestral que desarrolla SQM, validando el monitoreo efectuado en forma mensual.

Figura 5-29: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal de Sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-26: Registro de Niveles para pozos en la zona marginal del segundo semestre de 2017 Sistema de Aguas Quelana (Serie GD y L3).

| GD |)-02 | L3 | 3-3 | L: | 3-8 | L3 | -11 |
|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 19-07-17 | 2299,29 | 05-07-17 | 2310,91 | 19-07-17 | 2300,40 | 05-07-17 | 2300,26 |
| 19-08-17 | 2299,26 | 20-07-17 | 2310,91 | 19-08-17 | 2300,41 | 20-07-17 | 2300,27 |



| 19-09-17 | 2299,23 | 05-08-17 | 2310,91 | 19-09-17 | 2300,41 | 05-08-17 | 2300,27 |
|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| 19-10-17 | 2299,22 | 20-08-17 | 2310,91 | 19-10-17 | 2300,40 | 20-08-17 | 2300,27 |
| 19-11-17 | 2299,21 | 05-09-17 | 2310,91 | 19-11-17 | 2300,39 | 05-09-17 | 2300,28 |
| 19-12-17 | 2299,20 | 20-09-17 | 2310,91 | 19-12-17 | 2300,38 | 20-09-17 | 2300,28 |
| | | 05-10-17 | 2310,91 | | | 05-10-17 | 2300,28 |
| | | 20-10-17 | 2310,90 | | | 20-10-17 | 2300,28 |
| | | 05-11-17 | 2310,88 | | | 05-11-17 | 2300,27 |
| | | 20-11-17 | 2310,85 | | | 20-11-17 | 2300,27 |
| | | 05-12-17 | 2310,81 | | | 05-12-17 | 2300,27 |
| | | 20-12-17 | 2310,76 | | | 20-12-17 | 2300,26 |

| L3 | -12 | L3 | -14 |
|----------|-----------------|----------|-----------------|
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 20-07-17 | 2300,22 | 20-07-17 | 2299,85 |
| 20-08-17 | 2300,22 | 20-08-17 | 2299,86 |
| 20-09-17 | 2300,22 | 20-09-17 | 2299,86 |
| 20-10-17 | 2300,23 | 20-10-17 | 2299,86 |
| 20-11-17 | 2300,23 | 20-11-17 | 2299,86 |
| 20-12-17 | 2300,22 | 20-12-17 | 2299,85 |

Dentro del grupo de la serie compuesta por los perfiles L4 y L5 se establecen 9 pozos, cuyos resultados se muestran en la Tabla 5-27. Los puntos de control que mostraron una mayor variación durante el segundo semestre de 2017 son los pozos L4-11 y L4-14 con un promedio de variación de 20 cm. El resto de puntos no mostraron mayores diferencias durante el monitoreo, con oscilaciones menores a 10 cm (ver Figura 5-30).

Al igual que en los casos anteriores, los resultados de las auditorías efectuadas son coherentes con el seguimiento ambiental, lo que permite validar las mediciones realizadas por SQM.

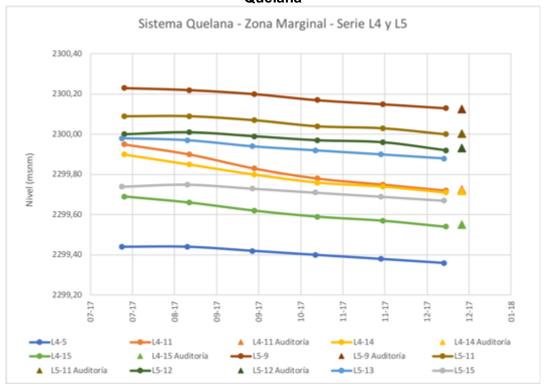
Tabla 5-27: Registro de Niveles para pozos en la zona marginal del segundo semestre de 2017 Sistema de Aguas Quelana (Serie perfiles L4 y L5).

| L4 | l-5 | L4 | -11 | L4 | -14 |
|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 19-07-17 | 2299,44 | 20-07-17 | 2299,95 | 20-07-17 | 2299,90 |
| 19-08-17 | 2299,44 | 20-08-17 | 2299,90 | 20-08-17 | 2299,85 |
| 19-09-17 | 2299,42 | 20-09-17 | 2299,83 | 20-09-17 | 2299,80 |
| 19-10-17 | 2299,40 | 20-10-17 | 2299,78 | 20-10-17 | 2299,76 |
| 19-11-17 | 2299,38 | 20-11-17 | 2299,75 | 20-11-17 | 2299,74 |
| 19-12-17 | 2299,36 | 20-12-17 | 2299,72 | 20-12-17 | 2299,71 |
| L4 | -15 | L. | 5-9 | L5 | -11 |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 20-07-17 | 2299,69 | 20-07-17 | 2300,23 | 20-07-17 | 2300,09 |
| 20-08-17 | 2299,66 | 20-08-17 | 2300,22 | 20-08-17 | 2300,09 |



| - | | | i i | | |
|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| 20-09-17 | 2299,62 | 20-09-17 | 2300,20 | 20-09-17 | 2300,07 |
| 20-10-17 | 2299,59 | 20-10-17 | 2300,17 | 20-10-17 | 2300,04 |
| 20-11-17 | 2299,57 | 20-11-17 | 2300,15 | 20-11-17 | 2300,03 |
| 20-12-17 | 2299,54 | 20-12-17 | 2300,13 | 20-12-17 | 2300,00 |
| L5 | -12 | L5 | -13 | L5 | -15 |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 20-07-17 | 2300,00 | 19-07-17 | 2299,98 | 19-07-17 | 2299,74 |
| | | | | | |
| 20-08-17 | 2300,01 | 19-08-17 | 2299,97 | 19-08-17 | 2299,75 |
| 20-08-17 20-09-17 | 2300,01 2299,99 | 19-08-17 19-09-17 | 2299,97 2299,94 | 19-08-17 19-09-17 | 2299,75 2299,73 |
| | · · | | , | | , |
| 20-09-17 | 2299,99 | 19-09-17 | 2299,94 | 19-09-17 | 2299,73 |
| 20-09-17 20-10-17 | 2299,99 2299,97 | 19-09-17 19-10-17 | 2299,94 2299,92 | 19-09-17 19-10-17 | 2299,73 2299,71 |

Figura 5-30: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal de Sistema Aguas de Quelana

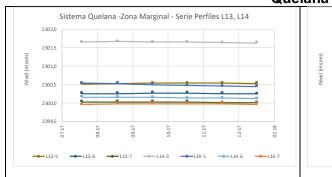


Fuente: Elaboración propia

Finalmente, dentro del grupo de la serie compuesta por los perfiles L13 y L14 se establecen 9 pozos, cuyos resultados se muestran en la Tabla 5-28. En términos generales no se observan mayores diferencias durante el período de monitoreo, con oscilaciones máximas que alcanzan los 9 cm (ver Figura 5-31). Dado que los niveles en los pozos L14-1 y L14-2 se encuentran entre 4 y 10 metros por sobre el resto de los puntos de control, los resultados se plasman en un gráfico independiente.



Figura 5-31: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal de Sistema Aguas de Quelana



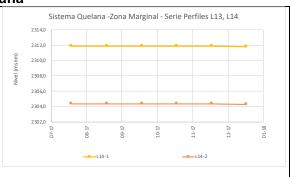


Tabla 5-28: Registro de Niveles para pozos en la zona marginal del segundo semestre de 2017 Sistema de Aguas Quelana (Serie perfiles L13 y L14).

| | 3-5 | | 3-6 | • | 3-7 | | |
|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|--|--|
| | | | 1 | | 1 | | |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | | |
| 19-07-17 | 2300,52 | 19-07-17 | 2300,26 | 19-07-17 | 2300,03 | | |
| 19-08-17 | 2300,53 | 19-08-17 | 2300,26 | 19-08-17 | 2300,03 | | |
| 19-09-17 | 2300,54 | 19-09-17 | 2300,27 | 19-09-17 | 2300,03 | | |
| 19-10-17 | 2300,54 | 19-10-17 | 2300,27 | 19-10-17 | 2300,03 | | |
| 19-11-17 | 2300,54 | 19-11-17 | 2300,26 | 19-11-17 | 2300,01 | | |
| 19-12-17 | 2300,53 | 19-12-17 | 2300,25 | 19-12-17 | 2300,01 | | |
| L1 | 4-1 | L1 | 4-2 | L1 | 4-3 | | |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | | |
| 19-07-17 | 2311,90 | 19-07-17 | 2304,35 | 19-07-17 | 2301,66 | | |
| 19-08-17 | 2311,90 | 19-08-17 | 2304,35 | 19-08-17 | 2301,67 | | |
| 19-09-17 | 2311,90 | 19-09-17 | 2304,36 | 19-09-17 | 2301,66 | | |
| 19-10-17 | 2311,90 | 19-10-17 | 2304,36 | 19-10-17 | 2301,66 | | |
| 19-11-17 | 2311,89 | 19-11-17 | 2304,36 | 19-11-17 | 2301,64 | | |
| 19-12-17 | 2311,86 | 19-12-17 | 2304,33 | 19-12-17 | 2301,63 | | |
| L1 | 4-5 | L1 | 4-6 | L1 | 4-7 | | |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | | |
| 19-07-17 | 2300,54 | 19-07-17 | 2300,16 | 19-07-17 | 2299,96 | | |
| 19-08-17 | 2300,53 | 19-08-17 | 2300,16 | 19-08-17 | 2299,98 | | |
| 19-09-17 | 2300,50 | 19-09-17 | 2300,15 | 19-09-17 | 2299,98 | | |
| 19-10-17 | 2300,48 | 19-10-17 | 2300,14 | 19-10-17 | 2299,98 | | |
| 19-11-17 | 2300,46 | 19-11-17 | 2300,14 | 19-11-17 | 2299,98 | | |
| 19-12-17 | 2300,45 | 19-12-17 | 2300,12 | 19-12-17 | 2299,97 | | |



5.2.2.1.3 Pozos de salmuera

En esta sección se exponen los niveles de los 6 pozos de salmuera pertenecientes al Sistema de Aguas Quelana que se ubican en el núcleo del Salar. Como puede observarse en la Tabla 5-29, en el semestre de monitoreo se realizaron las mediciones en todos los puntos de control comprometidos y de acuerdo con la frecuencia establecida en la aprobación ambiental.

En la Figura 5-32 es posible observar que en el periodo los 6 puntos de control no muestran variaciones del nivel mayores a 9 cm, la que se observa en los pozos de monitoreo D-2, L5-4 y SOPM-9.

Tabla 5-29: Registro de Niveles para pozos de Salmuera del Sistema Aguas de Quelena.

| Quelena. | | | | | | | |
|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|
| D | -2 | L3-4 | | L4-6 | | L4 | -16 |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 19-07-17 | 2299,20 | 19-07-17 | 2298,99 | 19-07-17 | 2299,11 | 19-07-17 | 2299,10 |
| 19-08-17 | 2299,17 | 19-08-17 | 2298,97 | 19-08-17 | 2299,09 | 19-08-17 | 2299,09 |
| 19-09-17 | 2299,14 | 19-09-17 | 2298,93 | 19-09-17 | 2299,05 | 19-09-17 | 2299,07 |
| 19-10-17 | 2299,13 | 19-10-17 | 2298,94 | 19-10-17 | 2299,05 | 19-10-17 | 2299,05 |
| 19-11-17 | 2299,12 | 19-11-17 | 2298,92 | 19-11-17 | 2299,04 | 19-11-17 | 2299,05 |
| 19-12-17 | 2299,11 | 19-12-17 | 2298,91 | 19-12-17 | 2299,03 | 19-12-17 | 2299,03 |
| L | 5-4 | SOF | PM-9 | | | | |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | | | | |

| L | 5-4 | SOI | PM-9 |
|----------|-----------------|----------|-----------------|
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 19-07-17 | 2299,18 | 19-07-17 | 2299,19 |
| 19-08-17 | 2299,16 | 19-08-17 | 2299,16 |
| 19-09-17 | 2299,12 | 19-09-17 | 2299,12 |
| 19-10-17 | 2299,12 | 19-10-17 | 2299,13 |
| 19-11-17 | 2299,10 | 19-11-17 | 2299,11 |
| 19-12-17 | 2299,09 | 19-12-17 | 2299,10 |



Figura 5-32: Nivel observado (m.s.n.m.) en pozos de Salmuera en Sistema Aguas de Quelana

5.2.2.1.4 Pozos con medición continua

En el sector de Aguas de Quelana se encuentran 19 pozos con medición continua de nivel. Cabe mencionar que los pozos ubicados en sectores con densidad de agua variable, permanentemente deben ser recalibrados. En esta sección se exponen los resultados del monitoreo efectuado durante el segundo semestre del año 2017 en los 19 puntos de control. Para facilitar el análisis, se sub-agruparon puntos de control de acuerdo a la serie y similitudes en la medición. Como resultado se obtuvieron dos subgrupos: a) Serie pozos perfiles L3 y L4 y pozo L14-4; y b) Serie pozos perfiles L5 y L13.

Para los dos subgrupos se presentan los resultados gráficos de los monitoreos efectuados tanto en forma manual, como continua, mientras que en forma tabulada se presentan los resultados de los monitoreos efectuados mensualmente en forma manual. Se acompaña en formato digital la información histórica de nivel de los pozos de control con monitoreo continuo pertenecientes al Sistema Aguas de Quelana, incluyendo tanto los registros manuales, como los continuos.

En la Figura 5-33 se presentan los niveles de los pozos de medición continua pertenecientes primer subgrupo definido para el sistema Aguas de Quelana. Considerando los resultados de las mediciones efectuadas mensualmente en forma manual, las variaciones observadas en los niveles se encuentran en el rango comprendido entre un incremento de 2 cm (pozo L3-13) y un descenso de 25 cm (pozos L4-12 y L4-13). A modo de resumen, en la Tabla 5-30 se presentan los resultados numéricos de los monitoreos efectuados manualmente en forma mensual.

Por su parte, en la Figura 5-34 se presentan los niveles registrados en el segundo semestre del 2017 en los pozos de medición continua pertenecientes a los perfiles L5 y L13. De la figura, es posible identificar la existencia de dos grupos de pozos, el primero de ellos con

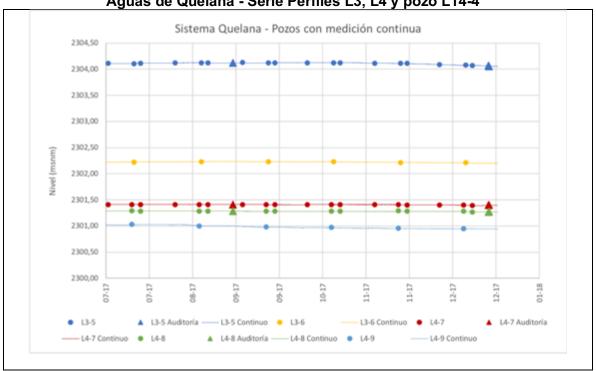


niveles observados entre los 2299,5 y los 2304 msnm, y el segundo con niveles que van desde los 2306,5 a los 2315,5 msnm.

Considerando los resultados de las mediciones efectuadas mensualmente en forma manual, las variaciones observadas en los niveles se encuentran en el rango comprendido entre los 2 cm (pozo L13-1) y los 13 cm (pozo L5-3). A modo de resumen, en la Tabla 5-31 se presentan los resultados numéricos de los monitoreos efectuados manualmente en forma mensual.

Asimismo, se puede observar que las mediciones realizadas por los auditores externos son coherentes con los valores del seguimiento semestral implementado por SQM, lo que permite validar los resultados del monitoreo desarrollado.





²⁴ El sensor continuo del Pozo L3-10 no se encontró operativo entre los días 16-09-2017 12:00:00 a 16-10-2017 08:21:00, y el sensor continuo del Pozo L3-13 no estaba operativo entre los días 6-11-2017 07:30:00 a 15-12-2017 16:20:00, situación que fue corrregida en ambos casos. En función de lo anterior, la gráfica incluye, para el período sin datos, una interpolación que permita dar continuidad visual a los datos.





Tabla 5-30: Registro de Niveles para pozos con medición continua del Sistema Aguas de Quelana - Serie Perfiles L3, L4 y pozo L14-4.

| L3 | 3-5 | L3 | 3-9 | L | 1- 7 | L4 | 1-8 |
|----------|---------|----------|---------|----------|-------------|----------|---------|
| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel |
| 05.07.47 | (msnm) | 45.07.47 | (msnm) | 05 07 47 | (msnm) | 40.07.47 | (msnm) |
| 05-07-17 | 2304,11 | 15-07-17 | 2300,37 | 05-07-17 | 2301,41 | 16-07-17 | 2301,29 |
| 17-07-17 | 2304,10 | 20-07-17 | 2300,38 | 16-07-17 | 2301,41 | 20-07-17 | 2301,28 |
| 20-07-17 | 2304,11 | 15-08-17 | 2300,38 | 20-07-17 | 2301,41 | 16-08-17 | 2301,28 |
| 05-08-17 | 2304,12 | 20-08-17 | 2300,39 | 05-08-17 | 2301,41 | 20-08-17 | 2301,28 |
| 17-08-17 | 2304,12 | 16-09-17 | 2300,39 | 16-08-17 | 2301,41 | 16-09-17 | 2301,28 |
| 20-08-17 | 2304,12 | 20-09-17 | 2300,39 | 20-08-17 | 2301,41 | 20-09-17 | 2301,28 |
| 05-09-17 | 2304,13 | 16-10-17 | 2300,38 | 05-09-17 | 2301,41 | 16-10-17 | 2301,28 |
| 17-09-17 | 2304,12 | 20-10-17 | 2300,38 | 16-09-17 | 2301,41 | 20-10-17 | 2301,28 |
| 20-09-17 | 2304,12 | 16-11-17 | 2300,38 | 20-09-17 | 2301,41 | 16-11-17 | 2301,29 |
| 05-10-17 | 2304,12 | 20-11-17 | 2300,38 | 05-10-17 | 2301,41 | 20-11-17 | 2301,28 |
| 17-10-17 | 2304,12 | 15-12-17 | 2300,37 | 16-10-17 | 2301,41 | 16-12-17 | 2301,28 |
| 20-10-17 | 2304,12 | 20-12-17 | 2300,37 | 20-10-17 | 2301,41 | 20-12-17 | 2301,27 |
| 05-11-17 | 2304,11 | | | 05-11-17 | 2301,41 | | |
| 17-11-17 | 2304,11 | | | 16-11-17 | 2301,41 | | |
| 20-11-17 | 2304,11 | | | 20-11-17 | 2301,40 | | |
| 05-12-17 | 2304,09 | | | 05-12-17 | 2301,40 | | |
| 17-12-17 | 2304,08 | | | 16-12-17 | 2301,40 | | |
| 20-12-17 | 2304,07 | | | 20-12-17 | 2301,39 | | |
| | 3-6 | | -13 | | -12 | L3 | -10 |
| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel |
| | (msnm) | | (msnm) | | (msnm) | | (msnm) |
| 17-07-17 | 2302,22 | 15-07-17 | 2300,18 | 15-07-17 | 2299,95 | 15-07-17 | 2300,31 |



| 16-07-17 | 2301.03 | 15-07-17 | 2299 94 | | | | |
|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|---------|----------|---------|
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | | | | |
| L | 4-9 | L4 | -13 | | | | |
| | | | | 20-12-17 | 2299,70 | | |
| | | | | 15-12-17 | 2299,71 | | |
| | | | | 20-11-17 | 2299,72 | | |
| | | | | 16-11-17 | 2299,72 | | |
| | | | | 20-10-17 | 2299,74 | | |
| | | | | 16-10-17 | 2299,75 | | |
| 17-12-17 | 2302,21 | 15-12-17 | 2300,20 | 20-09-17 | 2299,79 | 15-12-17 | 2300,32 |
| 17-11-17 | 2302,21 | 16-11-17 | 2300,19 | 16-09-17 | 2299,79 | 16-11-17 | 2300,32 |
| 17-10-17 | 2302,23 | 15-10-17 | 2300,19 | 20-08-17 | 2299,85 | 16-10-17 | 2300,32 |
| 17-09-17 | 2302,23 | 16-09-17 | 2300,18 | 15-08-17 | 2299,85 | 16-09-17 | 2300,33 |
| 17-08-17 | 2302,23 | 15-08-17 | 2300,18 | 20-07-17 | 2299,92 | 15-08-17 | 2300,32 |

2301,03 2299,94 16-08-17 2301,00 15-08-17 2299,81 15-09-17 16-09-17 2300,98 2299,76 16-10-17 2300,97 16-10-17 2299,73 16-11-17 2300,96 16-11-17 2299,70 16-12-17 2300,95 15-12-17 2299,69

Fuente: Elaboración propia.

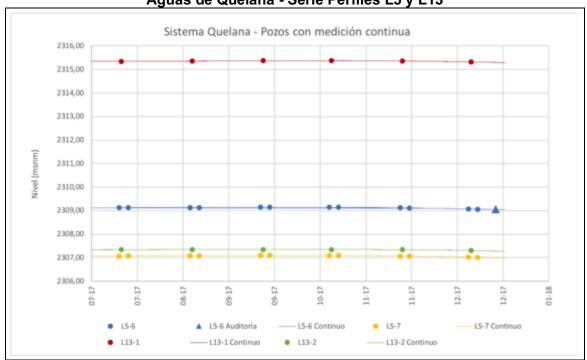
Tabla 5-31: Registro de Niveles para pozos con medición continua del Sistema Aguas de Quelana - Serie Perfiles L5, L13.

| L | 5-6 | L: | 5-7 | L | 5-8 | L5 | 5-10 |
|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|
| Fecha | Nivel (msnm) |
| 16-07-17 | 2309,12 | 16-07-17 | 2307,07 | 16-07-17 | 2303,76 | 16-07-17 | 2300,11 |
| 20-07-17 | 2309,13 | 20-07-17 | 2307,08 | 20-07-17 | 2303,76 | 20-07-17 | 2300,11 |
| 16-08-17 | 2309,13 | 16-08-17 | 2307,09 | 16-08-17 | 2303,76 | 16-08-17 | 2300,11 |
| 20-08-17 | 2309,13 | 20-08-17 | 2307,09 | 20-08-17 | 2303,76 | 20-08-17 | 2300,11 |
| 16-09-17 | 2309,14 | 16-09-17 | 2307,10 | 16-09-17 | 2303,76 | 16-09-17 | 2300,09 |
| 20-09-17 | 2309,14 | 20-09-17 | 2307,10 | 20-09-17 | 2303,76 | 20-09-17 | 2300,09 |
| 16-10-17 | 2309,14 | 16-10-17 | 2307,09 | 17-10-17 | 2303,76 | 16-10-17 | 2300,08 |
| 20-10-17 | 2309,14 | 20-10-17 | 2307,10 | 20-10-17 | 2303,76 | 20-10-17 | 2300,07 |
| 16-11-17 | 2309,12 | 16-11-17 | 2307,07 | 16-11-17 | 2303,75 | 16-11-17 | 2300,06 |
| 20-11-17 | 2309,11 | 20-11-17 | 2307,07 | 20-11-17 | 2303,74 | 20-11-17 | 2300,05 |
| 16-12-17 | 2309,08 | 16-12-17 | 2307,02 | 16-12-17 | 2303,74 | 16-12-17 | 2300,04 |
| 20-12-17 | 2309,05 | 20-12-17 | 2307,00 | 20-12-17 | 2303,73 | 20-12-17 | 2300,03 |
| L: | 5-3 | L5 | 5-14 | L13-1 | | L1 | 3-2 |
| Fecha | Nivel (msnm) |
| 16-07-17 | 2302,16 | 16-07-17 | 2299,81 | 17-07-17 | 2315,34 | 17-07-17 | 2307,34 |
| 16-08-17 | 2302,11 | 16-08-17 | 2299,85 | 17-08-17 | 2315,36 | 17-08-17 | 2307,35 |
| 16-09-17 | 2302,08 | 16-09-17 | 2299,84 | 17-09-17 | 2315,37 | 17-09-17 | 2307,35 |
| 16-10-17 | 2302,06 | 16-10-17 | 2299,82 | 17-10-17 | 2315,38 | 17-10-17 | 2307,35 |
| 16-11-17 | 2302,03 | 16-11-17 | 2299,79 | 17-11-17 | 2315,36 | 17-11-17 | 2307,34 |
| 16-12-17 | 2302,03 | 16-12-17 | 2299,78 | 17-12-17 | 2315,32 | 17-12-17 | 2307,30 |
| L1 | 3-3 | | | | | | |
| Fecha | Nivel (msnm) | | | | | | |



| 17-07-17 | 2302,88 |
|----------|---------|
| 17-08-17 | 2302,90 |
| 17-09-17 | 2302,91 |
| 17-10-17 | 2302,90 |
| 17-11-17 | 2302,88 |
| 17-12-17 | 2302,83 |

Figura 5-34: Nivel observado (m.s.n.m.) en pozos de medición continua en Sistema Aguas de Quelana - Serie Perfiles L5 y L13²⁵



-

²⁵ El sensor continuo del Pozo L5-8 no se encontró operativo entre los días 17-10-2017 11:04:00 a 16-11-2017 11:15:00, situación que fue corrregida. En función de lo anterior, la gráfica incluye, para el período sin datos, una interpolación que permita dar continuidad visual a los datos.





5.2.2.1.5 Reglillas

En la presente sección se exponen los niveles observados durante el período comprendido entre julio y diciembre del año 2017 en las 5 reglillas ubicadas en el sector de Aguas de Quelana.

En la Tabla 5-32 se muestra en forma referencial los resultados de las mediciones manuales efectuadas mensualmente durante el segundo semestre del año 2017²⁶. La mayor variación se evidencia en el punto de control L4-10, el cual a partir del mes de octubre tuvo una variación cercana a los 20 cm. Por su parte, en la Figura 5-35 se presentan los resultados gráficos de los monitoreos de reglillas efectuados tanto en forma manual, como continua, adicionando las mediciones obtenidas de las auditorías externas efectuadas en el período (los resultados tabulados de las mediciones de auditoría se acompañan en ANEXO 2).

Cabe señalar que se realizó auditoría externa a la reglilla L4-10, la cual no presenta variaciones significativas en el nivel respecto de los valores del seguimiento semestral, permitiendo validar los resultados del monitoreo mensual efectuado.

²⁶ En tabla se presentan los resultados de las mediciones de nivel efectuadas manualmente.



Tabla 5-32: Registro de Niveles para la reglilla del Sistema de Aguas Quelana (Serie L4, L5, L13 Y L14).

| L | 5-G3 | | -10 | L | 14-4 |
|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 16-07-17 | 2300,73 | 05-07-17 | 2300,69 | 16-07-17 | 2301,03 |
| 16-08-17 | 2300,70 | 20-07-17 | 2300,69 | 16-08-17 | 2301,01 |
| 16-09-17 | 2300,68 | 05-08-17 | 2300,68 | 16-09-17 | 2300,96 |
| 16-10-17 | 2300,69 | 20-08-17 | 2300,68 | 16-10-17 | 2300,87 |
| 16-11-17 | 2300,68 | 05-09-17 | 2300,68 | 16-11-17 | 2300,82 |
| 16-12-17 | 2300,67 | 20-09-17 | 2300,67 | 16-12-17 | 2300,78 |
| | | 05-10-17 | 2300,68 | | |
| | | 20-10-17 | 2300,63 | | |
| | | 05-11-17 | 2300,58 | | |
| | | 20-11-17 | 2300,55 | | |
| | | 05-12-17 | 2300,53 | | |
| | | 20-12-17 | 2300,51 | | |
| L13-4 | | L; | 3-7 | | |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | | |
| 17-07-17 | 2301,54 | 17-07-17 | 2301,24 | | |
| 17-08-17 | 2301,56 | 17-08-17 | 2301,25 | | |
| 17-09-17 | 2301,54 | 17-09-17 | 2301,19 | | |
| 17-10-17 | 2301,54 | 17-10-17 | 2301,18 | | |
| 17-11-17 | 2301,51 | 17-11-17 | 2301,17 | | |
| 17-12-17 | 2301,51 | 17-12-17 | 2301,17 | | |



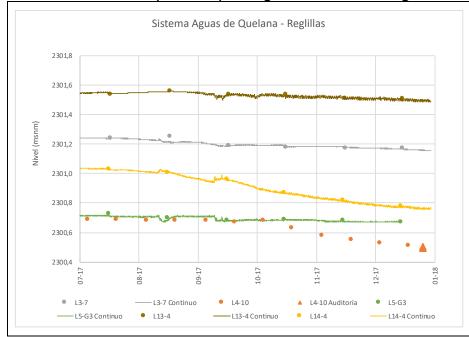


Figura 5-35: Nivel observado (m.s.n.m.) en reglillas de Sistema Aguas de Quelana²⁷

5.2.2.2 Caudal bombeado

En el sector aluvial del Sistema Aguas de Quelana se explota agua industrial desde los pozos Camar-2 y Socaire-5B, cuyos caudales medios mensuales extraídos durante el período julio a diciembre de 2017 se presentan en la Figura 5-36 y en la Tabla 5-33. Como se observa, los flujos de extracción se mantuvieron en el período reportado por debajo de los máximos establecidos en la autorización ambiental, esto es 60 y 65 L/s para los pozos Camar-2 y Socaire-5B, respectivamente²⁸.

Tabla 5-33: Caudal medio mensual bombeado desde Sistema Aguas de Quelana para el segundo semestre de 2017.

| | Camar-2 | Socaire-5B | | | |
|---------|----------------------------|------------|----------------------------|--|--|
| Mes | Caudal medio mensual (L/s) | Mes | Caudal medio mensual (L/s) | | |
| jul-17 | 58,63 | jul-17 | 64,35 | | |
| ago-17 | 59,24 | ago-17 | 64,59 | | |
| sept-17 | 55,21 | sept-17 | 64,62 | | |
| oct-17 | 59,05 | oct-17 | 60,12 | | |
| nov-17 | 59,04 | nov-17 | 64,46 | | |
| dic-17 | 59,19 | dic-17 | 64,50 | | |

²⁷ El sensor continuo de la Reglilla L13-4 no se encontró operativo entre los días 17-07-2017 10:50:00 a 26-08-2017 08:30:00, situación que fue corrregida. En función de lo anterior, la gráfica incluye, para el período sin datos, una interpolación que permita dar continuidad visual a los datos.

"INFORME DE MONITOREO SEMESTRAL ACTUALIZADO A DICIEMBRE 2017"

²⁸ Cabe mencionar que a la fecha de cierre del presente informe, el pozo Camar-2 se encuentra detenido, lo que se verificó a partir del 11/01/2018.



LOWINE.

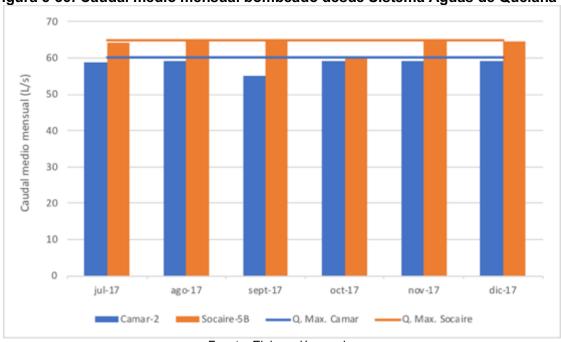


Figura 5-36: Caudal medio mensual bombeado desde Sistema Aguas de Quelana²⁹.

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.

En ANEXO 14 se presenta el registro histórico de caudales bombeados por mes en los pozos de agua industrial (l/seg) pertenecientes al Sistema Aguas de Quelana.

5.2.2.3 Calidad química

Se presentan los resultados de las mediciones y análisis físico-químicos efectuados sobre todos los puntos de control que componen el monitoreo de calidad para el Sistema Aguas de Quelana durante el segundo semestre del año 2017. Si bien el pozo L4-3 es parte del monitoreo de la calidad del agua de los sistemas Aguas de Quelana, Borde Este y Cuña Salina, para efectos de orden, los resultados se presentan en esta sección.

En la Figura 4-7 y en la Tabla 4-2 de la Sección 4 del presente informe, se indican los puntos de monitoreo del Sistema Aguas de Quelana, clasificados de acuerdo a sus coordenadas, tipo de punto de control, variable ambiental y parámetros de monitoreo, además de la frecuencia establecida.

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

_

²⁹ Los certificados de calibración de los flujómetros se encuentran en el ANEXO 6.



En el ANEXO 15 se presentan los informes de los análisis químicos reportados para el último semestre³⁰,. En el ANEXO 12 se muestran el certificado de acreditación de SGS Chile Ltda. como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA).

A continuación, en la Tabla 5-34 se presentan los resultados de los análisis físico-químico de las muestras de agua tomadas en terreno por SQM y analizadas por el laboratorio SGS Chile Ltda., a los pozos de monitoreo (los resultados obtenidos en los pozos de extracción y en reglilla L4-10 se presentan en forma diferenciada) en el segundo semestre del año 2017. Por su parte, los resultados de los análisis efectuados en laboratorio se presentan en la Figura 5-37 para la campaña del mes de julio y en la Figura 5-38 para la campaña efectuada en octubre.

Como se observa, tanto la conductividad, como el contenido de sólidos puede diferenciarse en ambas campañas en 2 grupos; por una parte los pozos L4-6, L4-8, L4-9 y L4-12, presentan un alto nivel de conductividad y contenido de sólidos totales y disueltos, mientras que los pozos L4-3 y L5-3, presentan valores considerablemente menores. El comportamiento evidenciado se condice con la ubicación de los puntos de control, siendo los de menor concentración los ubicados más próximos al sector aluvial del Sistema Aguas de Quelana.

Tabla 5-34: Resultados calidad del agua Sistema Aguas de Quelana segundo semestre de 2017

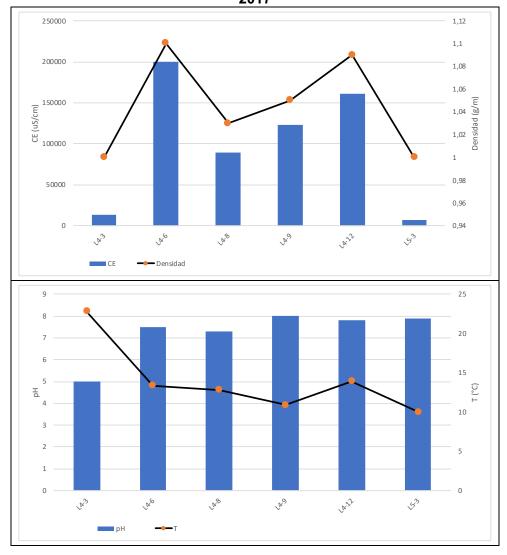
| Parámetro | Unidad | | nestre de | - | | | Parámetro Unidad L4-3 L4-6 L4-8 | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------|----------|-------------|----------|----------|----------|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Parametro | Ulliuau | L4 | -3 | L4 | I-6 | L4 | I-8 | | | | | | | | |
| | | 27-07-17 | 24-10-17 | 27-07-17 | 24-10-17 | 27-07-17 | 24-10-17 | | | | | | | | |
| Conductividad | uS/cm | 14100 | 13250 | 200000 | 240000 | 89400 | 91200 | | | | | | | | |
| Conductividad Terreno | uS/cm | 13800 | 22700 | 201000 | 223000 | 85910 | 97800 | | | | | | | | |
| Densidad | g/ml | 1,00 | 1,00 | 1,1 | 1,09 | 1,03 | 1,09 | | | | | | | | |
| Densidad Terreno | g/ml | 1,00 | 1,00 | 1,21 | 1,21 | 1,05 | 1,05 | | | | | | | | |
| рH | - | 5,00 | 4,70 | 7,50 | 7,50 | 7,30 | 7,30 | | | | | | | | |
| pH Terreno | - | 6,32 | 7,10 | 7,41 | 7,65 | 7,48 | 7,09 | | | | | | | | |
| Solidos Disueltos Totales | mg/L | 10080 | 9625 | 304690 | 326770 | 69565 | 71130 | | | | | | | | |
| Solidos Suspendidos Totales | mg/L | 257 | 113 | 109 | 162 | 28 | 101 | | | | | | | | |
| Solidos Totales | mg/L | 10340 | 10090 | 321340 | 333445 | 70490 | 72060 | | | | | | | | |
| Temperatura Terreno | °C | 22,8 | 26,8 | 13,4 | 20,4 | 12,8 | 19,9 | | | | | | | | |
| Parámetro | Unidad | L4 | l -9 | L4-12 | | L5-3 | | | | | | | | | |
| | | 27-07-17 | 24-10-17 | 27-07-17 | 24-10-17 | 27-07-17 | 24-10-17 | | | | | | | | |
| Conductividad | uS/cm | 122700 | 122000 | 161100 | 155500 | 7080 | 5290 | | | | | | | | |
| Conductividad Terreno | uS/cm | 114000 | 103200 | 159900 | 158200 | 8182 | 4510 | | | | | | | | |
| Densidad | g/ml | 1,05 | 1,09 | 1,09 | 1,06 | 1,00 | 1,00 | | | | | | | | |
| Densidad Terreno | g/ml | 1,07 | 1,07 | 1,11 | 1,09 | 1,00 | 1,01 | | | | | | | | |
| рH | - | 8,00 | 8,00 | 7,80 | 7,80 | 7,90 | 8,00 | | | | | | | | |
| pH Terreno | - | 8,08 | 7,96 | 7,84 | 7,99 | 8,25 | 8,28 | | | | | | | | |
| Solidos Disueltos Totales | mg/L | 90630 | 90290 | 136330 | 132190 | 4295 | 3176 | | | | | | | | |

³⁰ Los valores históricos y sus respectivos informes de laboratorio fueron presentados en los respectivos informes semestrales del PSAH.



| Solidos Suspendidos Totales | mg/L | 25 | 68 | 41 | 88 | 48 | 2778 |
|--------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|------|------|
| Solidos Totales | mg/L | 100500 | 100160 | 151050 | 150125 | 4345 | 5730 |
| Temperatura Terreno | °C | 10,9 | 18,8 | 13,9 | 17,4 | 10 | 16,2 |

Figura 5-37: Resultados calidad del agua Sistema Aguas de Quelana campaña julio 2017





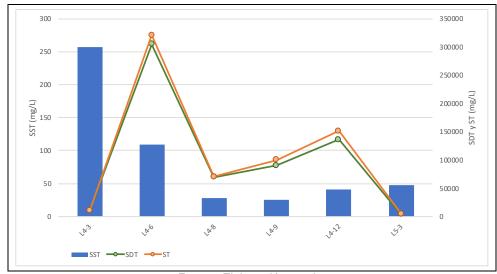
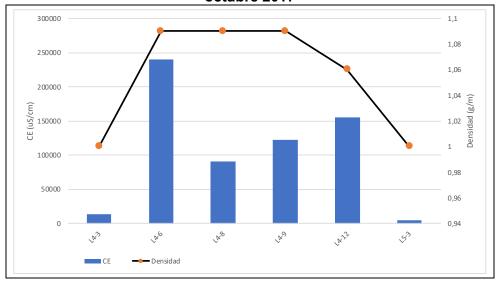
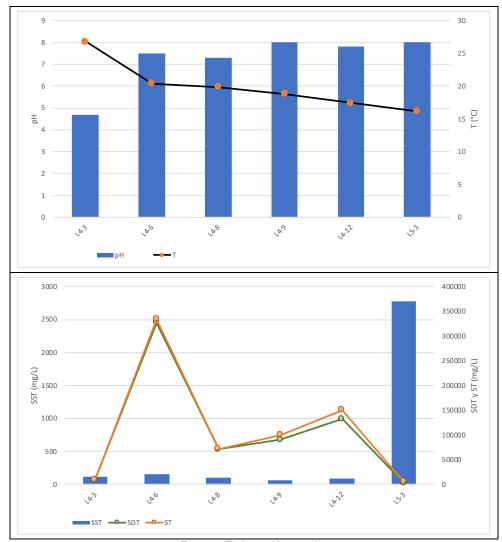


Figura 5-38: Resultados calidad del agua Sistema Aguas de Quelana campaña octubre 2017







Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla 5-35 se presentan los resultados obtenidos del monitoreo de calidad efectuado por SQM a los pozos de bombeo Camar-2, Socaire-5B y en la reglilla L4-10, durante el segundo semestre del 2017. En concordancia con su ubicación, esto es en el sector aluvial del Sistema Aguas de Quelana, los pozos de bombeo presentan conductividades y sólidos disueltos considerablemente menores a aquellos observados en la reglilla L4-10, ubicada en el sector marginal. Los resultados gráficos de cada pozo se muestran en la Figura 5-39.



Tabla 5-35: Resultados del pozo CAMAR-2 para el segundo semestre de 2017.

| Parámetro | Unidad | | AR-2 | | IRE-5B | L4-10 | |
|-----------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 27-07-17 | 25-10-17 | 27-07-17 | 25-10-17 | 27-07-17 | 25-10-17 |
| Alcalinidad Total | mgCaCO₃/L | 515,40 | 549,70 | 464,00 | 484,20 | 390,50 | 335,80 |
| Arsénico | mg/L | 0,43 | 0,33 | 2,82 | 1,73 | 0,77 | 4,04 |
| Bicarbonatos | mg/L | 628,30 | 670,10 | 565,60 | 590,30 | 476,00 | 409,40 |
| Calcio | mg/L | 172,85 | 140,43 | 120,73 | 118,90 | 242,68 | 476,20 |
| Carbonatos | mg/L | <0,20 | <0,20 | <0,2 | <0,2 | <0,20 | <0,20 |
| Cloruro | mg/L | 410 | 507 | 405 | 513 | 1771 | 5544 |
| Conductividad | uS/cm | 2780 | 2540 | 2820 | 2570 | 48000 | 118500 |
| Conductividad Terreno | uS/cm | 2810 | 2765 | 2910 | 2736 | 45210 | 131200 |
| Densidad Terreno | g/ml | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,02 | 1,07 |
| Hierro | mg/L | 0,07 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | <0,20 | <0,20 |
| Magnesio | mg/L | 110,26 | 147,50 | 51,84 | 63,38 | 768,55 | 3464,00 |
| Nitrógeno Nitrato | mg/L | 1,37 | 0,63 | 0,52 | 0,51 | 1,09 | 6,80 |
| рH | - | 7,60 | 7,20 | 7,20 | 7,50 | 8,40 | 8,00 |
| pH Terreno | - | 7,11 | 7,50 | 7,04 | 7,67 | 8,55 | 8,08 |
| Potasio | mg/L | 15,91 | 15,43 | 30,97 | 35,01 | 1058,09 | 7647,75 |
| Sodio | mg/L | 315,80 | 321,05 | 437,75 | 432,62 | 9668,00 | 28381,00 |
| Solidos Disueltos T. | mg/L | 1882 | 1779 | 1928 | 1798 | 34100 | 93340 |
| Sulfato | mg/L | 378 | 366 | 378 | 385 | 1944 | 8100 |
| Temperatura Terreno | °C | 22,70 | 24,90 | 23,10 | 25,60 | 14,60 | 28,70 |
| Densidad | g/ml | 1,00 | 1,03 | 1,00 | 1,00 | - | - |
| Nitrógeno Nitritos | mg/L | <0,02 | <0,02 | <0,02 | <0,02 | - | - |
| Manganeso | mg/L | <0,01 | <0,0025 | <0,01 | <0,0025 | - | - |
| Zinc | mg/L | <0,010 | 0,01 | <0,01 | 0,01 | - | - |
| Dureza Total | mg/L | - | - | - | - | 3773 | 15462 |
| Fósforo | mg/L | - | - | - | - | <0.20 | <0.20 |
| Oxígeno Disuelto | mg/L | - | - | - | | 8,00 | 3,00 |
| Salinidad | % | - | - | - | - | 30 | 99 |



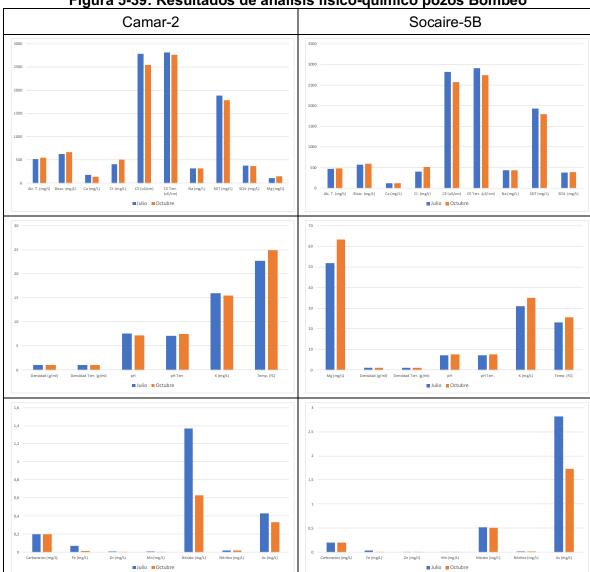


Figura 5-39: Resultados de análisis físico-químico pozos Bombeo



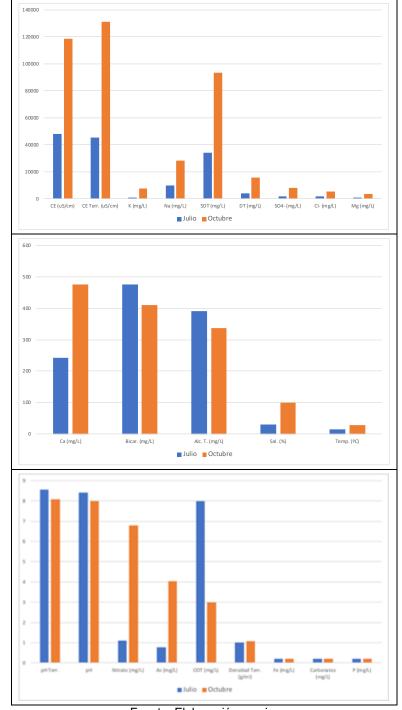


Figura 5-40: Resultados de análisis físico-químico reglilla L4-10



5.2.3 Sistema Vegetación Borde Este

De acuerdo a lo indicado en la Sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico del Sistema Vegetación Borde Este considera el monitoreo de las siguientes variables: nivel del agua (21 puntos), caudal bombeado (1 punto) y calidad química (4 puntos). Los resultados obtenidos para el segundo semestre de 2017 se presentan a continuación.

5.2.3.1 Nivel del agua subterránea

En esta sección se presentan los niveles de los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Vegetación Borde Este.

Como se señaló en la sección 5.2.1.1, los pozos L1-3, L2-4 y L7-3 pertenecen a la red de monitoreo del Sistema Soncor y en forma conjunta al sistema Vegetación Borde Este. Por lo anterior, y dado que los resultados del monitoreo efectuado en dichos puntos fueron presentados en relación al Sistema Soncor, no se incluyen en el presente acápite.

De la misma forma, y como fuera señalado en la sección 5.2.2.1, los pozos L4-3, L3-3 y L3-5 junto a la reglilla L4-10 son parte del monitoreo de los sistemas Aguas de Quelana y en forma conjunta del Sistema Vegetación Borde Este. Por lo anterior, y dado que los resultados del monitoreo efectuado en dichos puntos fueron presentados en relación al Sistema Aguas de Quelana, no se incluyen en el presente acápite.

En la Figura 4-8 y en la Tabla 4-3 de la Sección 4 del presente informe, se indican los puntos de monitoreo del sistema Vegetación Borde Este, clasificados de acuerdo a sus coordenadas, tipo de punto de control, variable ambiental y parámetros de monitoreo, además de la frecuencia establecida.

En la sección 5.1, se presentan los resultados de los puntos de monitoreo de nivel asociados a los Planes de Contingencia del Proyecto en comparación con los umbrales de activación de fases (Fase I y Fase II). Dichos puntos corresponden a los únicos que poseen límites o umbrales de control definidos. Por lo anterior, en esta sección se presentan los resultados gráficos y numéricos del monitoreo de nivel de agua agrupados por sistema y sector, sin contrastarse con límites de control.

Para cada punto se presenta tanto la fecha de monitoreo, como el nivel del agua subterránea o superficial, según corresponda, expresado en metros por sobre el nivel medio del mar (msnm). En el ANEXO 4 se presenta en forma tabulada la información de todos los monitoreos efectuados para el período semestral objeto del presente informe, incluyendo la cota del punto de referencia de cada pozo (msnm) desde donde se efectúa la medición de la profundidad del nivel freático, de acuerdo a la metodología descrita en la Sección 4 y la profundidad medida en cada punto de control, expresada en metros bajo el punto de referencia (mbpr), ambos parámetros permiten determinar la cota del nivel del agua presentada a continuación. Los registros históricos se adjuntan en formato digital.

Cabe señalar que dentro del periodo semestral correspondiente al presente informe, se disponde de medición de niveles efectuada tanto por auditores externos (Bioma y Golder), como por la Dirección General de Aguas. En su conjunto se cuenta con datos externos para los pozos L2-25, L7-14, L9-1, L9-2, L7-13, L2-26, L3-15, L1-17, L2-27, L2-28 y L4-17. Los resultados de las auditoria se adjuntan en ANEXO 1 y ANEXO 2. En el Presente informe de seguimiento, se incluyen de manera gráfica los resultados de las auditorías externas.



5.2.3.1.1 Pozos en zona aluvial

La zona aluvial cuenta con 3 puntos de control de nivel comprometidos para el Sistema de Vegetación Borde Este, correspondiendo a 2 pozos de monitoreo y 1 pozo de extracción ubicado en el sector. Los puntos de control se monitorearon durante el segundo semestre del año 2017 de acuerdo a la frecuencia establecida.

Cabe señalar que el pozo de bombeo de agua industrial (pozo P2) fue reemplazado por el pozo CA-2015, a partir de febrero de 2017, según Res. 296/2016 de la DGA. Por lo anterior, se incluye el monitoreo de niveles en ambos puntos de control.

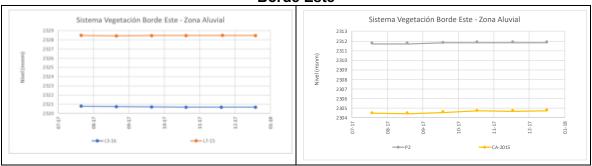
En la Tabla 5-36 se exponen los niveles de agua subterránea en los pozos pertenecientes a la zona aluvial del sistema Vegetación Borde Este. A manera de representación, se muestran los resultados gráficos en la Figura 5-41, diferenciando los pozos de monitoreo de los de extracción. En términos generales los resultados no mostraron diferencias significativas en la medición del nivel respecto de los valores esperados para el período en análisis. La mayor variacion se registró en el pozo CA-2015, con un incremento de nivel de 26 cm.

Tabla 5-36: Registro de Niveles para los pozos en zona aluvial del Sistema de Vegetación Borde Este.

| L3-16 | | L7 | -15 | P2 | | CA-2015 | |
|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 21-07-17 | 2320,79 | 21-07-17 | 2328,49 | 19-07-17 | 2311,72 | 19-07-17 | 2304,49 |
| 21-08-17 | 2320,75 | 21-08-17 | 2328,45 | 19-08-17 | 2311,72 | 19-08-17 | 2304,45 |
| 21-09-17 | 2320,72 | 21-09-17 | 2328,48 | 19-09-17 | 2311,80 | 19-09-17 | 2304,57 |
| 21-10-17 | 2320,68 | 21-10-17 | 2328,48 | 19-10-17 | 2311,82 | 19-10-17 | 2304,73 |
| 21-11-17 | 2320,69 | 22-11-17 | 2328,49 | 19-11-17 | 2311,83 | 19-11-17 | 2304,71 |
| 21-12-17 | 2320,68 | 21-12-17 | 2328,47 | 19-12-17 | 2311,83 | 19-12-17 | 2304,75 |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-41: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona aluvial del Sistema de Vegetación Borde Este





5.2.3.1.2 Pozos en zona marginal

Se presentan los resultados del monitoreo realizado en 11 pozos ubicados en la zona marginal del Sistema Vegetación Borde Este durante el período julio a diciembre de 2017. Los monitoreos se efectuaron de acuerdo a la frecuencia mensual establecida. Para facilitar la representación gráfica se optó por sub-agrupar de acuerdo a series. Como resultado se obtuvieron dos subgrupos: Serie perfiles L1, L2 y L3; y, Serie perfiles L4, L7, L9 (Ver Figura 5-42). Se puede observar que las mediciones realizadas por los auditores externos son coherentes con los niveles de cada pozo medidos por SQM, lo que permite validar los resultados del monitoreo desarrollado.

En la Tabla 5-37 se presentan los resultados de todos los pozos ubicados dentro de la zona marginal del Sistema Vegetación Borde Este. En términos generales no se observan variaciones significativas en los niveles de cada pozo. A nivel general, los niveles en el sector oscilaron entre los 2306 y los 2323 msnm.

Sistema Vegetación Borde Este - Zona Marginal - Serie L1, L2 y L3 2320 2318 2316 2314 2312 2310 2308 01-18 10-17 L1-17 Auditoría -L1-17 -L2-25 L2-25 Auditoría L2-26 Auditoría L2-27 Auditoría - L2-28 L2-28 Auditoría -L3-15 ▲ L3-15 Sistema Vegetación Borde Este - Zona Marginal - Serie L4, L7 y L9 2326 2324 2322 2320 Vivel (msnm) 2318 2316 2314 2312

Figura 5-42: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal del Sistema de Vegetación **Borde Este**

L9-1 Auditoría Fuente: Elaboración propia.

10-17

▲ L7-13 Auditoría

-L9-2

08-17

- L9-1

L4-17 Auditoría

L4-17

L7-14 Auditoría

18

--- L7-14

▲ L9-2 Auditoría



Tabla 5-37: Registro de Niveles para los pozos en zona marginal del Sistema de Vegetación Borde Este

| (msnm) | 7 ivel (msnm) |
|--|------------------|
| (msnm) | ivei (msnm) |
| | |
| | 2310,97 |
| 20-07-17 2306,78 20-07-17 2308, 82 20-07-17 2318,38 20-07-17 2 | 2310,98 |
| 05-08-17 2306,79 05-08-17 2308,82 05-08-17 2318,40 05-08-17 2 | 2310,99 |
| 20-08-17 2306,79 20-08-17 2308,82 20-08-17 2318,37 20-08-17 2 | 2310,99 |
| 05-09-17 2306,79 05-09-17 2308,83 05-09-17 2318,40 05-09-17 2 | 2311,00 |
| 20-09-17 2306,79 20-09-17 2308,82 20-09-17 2318,40 20-09-17 2 | 2311,01 |
| 05-10-17 2306,78 05-10-17 2308,83 05-10-17 2318,40 05-10-17 2 | 2311,00 |
| 20-10-17 2306,77 20-10-17 2308,82 20-10-17 2318,40 20-10-17 2 | 2311,00 |
| 05-11-17 2306,76 05-11-17 2308,82 05-11-17 2318,40 05-11-17 2 | 2310,99 |
| 20-11-17 2306,74 20-11-17 2308,83 20-11-17 2318,40 20-11-17 2 | 2310,99 |
| 05-12-17 2306,72 05-12-17 2308,82 05-12-17 2318,39 05-12-17 2 | 2310,98 |
| 20-12-17 2306,67 20-12-17 2308,81 20-12-17 2318,36 20-12-17 2 | 2310,95 |
| L2-28 L3-15 L4-17 L7-13 | |
| Fecha Nivel (msnm) Fecha Nivel (msnm) Fecha Nivel (msnm) | ivel (msnm) |
| | 2323,23 |
| 20-07-17 2316,40 20-07-17 2315,45 20-07-17 2306,24 20-07-17 2 | 2323,23 |
| 05-08-17 2316,41 05-08-17 2315,45 05-08-17 2306,24 05-08-17 2 | 2323,23 |
| 20-08-17 2316,41 20-08-17 2315,45 20-08-17 2306,25 20-08-17 2 | 2323,23 |
| 05-09-17 2316,42 05-09-17 2315,45 05-09-17 2306,25 05-09-17 2 | 2323,22 |
| 20-09-17 2316,42 20-09-17 2315,45 20-09-17 2306,26 20-09-17 2 | 2323,23 |
| 05-10-17 2316,43 05-10-17 2315,45 05-10-17 2306,26 05-10-17 2 | 2323,22 |
| 20-10-17 2316,43 20-10-17 2315,44 20-10-17 2306,26 20-10-17 2 | 2323,22 |
| 05-11-17 2316,43 05-11-17 2315,45 05-11-17 2306,26 05-11-17 2 | 2323,23 |
| 20-11-17 2316,43 20-11-17 2315,44 20-11-17 2306,25 20-11-17 2 | 2323,22 |
| 05-12-17 2316,41 05-12-17 2315,43 05-12-17 2306,25 05-12-17 2 | 2323,21 |
| 20-12-17 2316,38 20-12-17 2315,42 20-12-17 2306,23 20-12-17 2 | 2323,21 |
| L7-14 L9-1 L9-2 | |
| Fecha Nivel Fecha Nivel (msnm) Fecha Nivel (msnm) (msnm) | |
| 05-07-17 2315,68 05-07-17 2309,70 05-07-17 2308,91 | |
| 20-07-17 2315,69 20-07-17 2309,70 20-07-17 2308,92 | |
| 05-08-17 2315,69 05-08-17 2309,72 05-08-17 2308,93 | |
| 20-08-17 2315,69 20-08-17 2309,72 20-08-17 2308,93 | |
| 05-09-17 2315,70 05-09-17 2309,72 05-09-17 2308,94 | |
| 20-09-17 2315,70 20-09-17 2309,72 20-09-17 2308,95 | |
| 05-10-17 2315,70 05-10-17 2309,73 05-10-17 2308,95 | |
| 20-10-17 2315,70 20-10-17 2309,73 20-10-17 2308,95 | |
| 05-11-17 2315,69 05-11-17 2309,74 05-11-17 2308,95 | |
| 20-11-17 2315,69 20-11-17 2309,74 20-11-17 2308,95 | |
| 05-12-17 2315,68 05-12-17 2309,74 05-12-17 2308,95 | |
| 20-12-17 2315,66 20-12-17 2309,73 20-12-17 2308,95 | |



5.2.3.2 Caudal bombeado

Para el sistema Vegetación Borde Este del PSAH, el único pozo existente operativo en el sector es el CA-2015, cuyo caudal medio mensual extraído durante el período julio a diciembre de 2017 se presenta en la Tabla 5-38 y gráficamente en la Figura 5-43. El pozo CA-2015 reemplazó al pozo P2 a partir de febrero de 2017, según Resolución DGA N° 296-2016, que autoriza el cambio de punto de captación del derecho de aprovechamiento consuntivo de aguas subterráneas, de ejercicio permanente y continuo por un caudal de 35,0 l/s, equivalentes a 1.103.760 m³ anuales. Durante el periodo que se reporta, los caudales extraídos se ajustan correctamente a lo autorizado.

En ANEXO 14 se presenta el registro histórico de caudales bombeados por mes en el pozo de agua industrial (l/seg) pertenecientes al Sistema Vegetación Borde Este.

Tabla 5-38: Caudal medio mensual bombeado desde Sistema Vegetación Borde Este para el segundo semestre de 2017.

| CA-2015 | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|--|--|--|--|--|--|
| Mes Caudal medio mensual (L/s) | | | | | | | |
| jul-17 | 34,36 | | | | | | |
| ago-17 | 30,80 | | | | | | |
| sept-17 | 34,18 | | | | | | |
| oct-17 | 32,17 | | | | | | |
| nov-17 | 34,00 | | | | | | |
| dic-17 | 33,92 | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-43: Caudal medio mensual bombeado desde Sistema Vegetación Borde Este³¹.



³¹ Los certificados de calibración de los flujómetros se encuentran en el ANEXO 6.



5.2.3.3 Calidad química

Se presentan los resultados de las mediciones y análisis físico-quimicos efectuados sobre los puntos de control que componen el monitoreo de calidad para el Sistema Vegetación Borde Este durante el segundo semestre del año 2017.

Como se señaló en la sección 5.2.1.4, los pozos L2-4 y L7-3 pertenecen a la red de monitoreo del sistema Soncor y en forma conjunta al sistema Vegetación Borde Este. Por lo anterior, y dado que los resultados del monitoreo efectuado en dichos puntos fueron presentados en relación al Sistrema Soncor, no se incluyen en el presente acápite.

De la misma forma, y como fuera señalado en la sección 5.2.2.3, el pozo L4-3 es parte del monitoreo de los sistemas Aguas de Quelana y en forma conjunta del Sistema Vegetación Borde Este. Por lo anterior, y dado que los resultados del monitoreo efectuado en dicho punto fueron presentados en relación al Sistrema Aguas de Quelana, no se incluyen en el presente acápite.

En la Figura 4-8 y en la Tabla 4-3 de la Sección 4 del presente informe, se indican los puntos de monitoreo del Sistema Vegetación Borde Este, clasificados de acuerdo a sus coordenadas, tipo de punto de control, variable ambiental y parámetros de monitoreo, además de la frecuencia establecida.

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

En el ANEXO 15 se presentan los informes de los análisis químicos reportados para el último semestre³²,. En el ANEXO 12 se muestran el certificado de acreditación de SGS Chile Ltda. como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA).

A continuación, en la Tabla 5-39 se presentan los resultados de análisis físico-químico de muestras de agua tomadas en terreno por SQM y analizadas por el laboratorio SGS Chile Ltda., al pozo de bombeo CA-2015 en el segundo semestre del año 2017. Por su parte, los resultados de los análisis efectuados en laboratorio se presentan en la Figura 5-44.

Como se observa, los resultados en ambas campañas efectuadas durante el terreno presentan resultados similares, con una leve disminución, al menos en términos de conductividad, sólidos disueltos totales y sulfatos, en la campaña de octubre.

³² Los valores históricos y sus respectivos informes de laboratorio fueron presentados en los respectivos informes semestrales del PSAH.



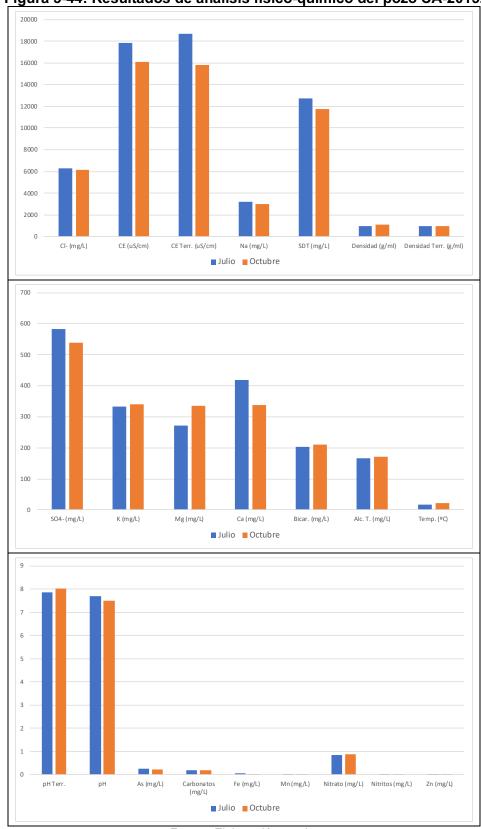




Tabla 5-39: Resultados de análisis físico-químico para el pozo CA-2015 para el segundo semestre de 2017.

| Parámetro | Parámetro Unidad | | | |
|---------------------------|------------------|----------|----------|--|
| | | 27-07-17 | 25-12-17 | |
| Alcalinidad Total (CaCO3) | mgCaCO3/L | 166,20 | 171,90 | |
| Arsénico | mg/L | 0,27 | 0,24 | |
| Bicarbonatos | mg/L | 202,60 | 209,60 | |
| Calcio | mg/L | 417,97 | 337,16 | |
| Carbonatos | mg/L | <0,2 | <0,2 | |
| Cloruro | mg/L | 6269 | 6164 | |
| Conductividad | uS/cm | 17840 | 16080 | |
| Conductividad Terreno | uS/cm | 18700 | 15780 | |
| Densidad | g/ml | 1000 | 1080 | |
| Densidad Terreno | g/ml | 1006 | 1005 | |
| Hierro | mg/L | 0,05 | 0,01 | |
| Magnesio | mg/L | 271,48 | 335,05 | |
| Manganeso | mg/L | 0,02 | <0,003 | |
| Nitrógeno Nitrato | mg/L | 0,86 | 0,88 | |
| Nitrógeno Nitritos | mg/L | <0,02 | <0,02 | |
| рH | - | 7,70 | 7,50 | |
| pH Terreno | - | 7,85 | 8,02 | |
| Potasio | mg/L | 332,00 | 338,93 | |
| Sodio | mg/L | 3226,68 | 3005,37 | |
| Solidos Disueltos Totales | mg/L | 12730 | 11760 | |
| Sulfato | mg/L | 582 | 538 | |
| Temperatura Terreno | °C | 17,90 | 21,60 | |
| Zinc | mg/L | <0,01 | 0,03 | |

Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 Sistema Vegas de Tilopozo

De acuerdo a lo indicado en la sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico del Sistema Vegas de Tilopozo sólo considera el monitoreo del nivel del agua en 5 puntos; 4 pozos y una reglilla. Los resultados obtenidos para el segundo semestre de 2017 se presentan a continuación.

5.2.4.1 Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presentan los niveles de los pozos y reglillas que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Vegas de Tilopozo.

En la Figura 4-9 y en la Tabla 4-4 de la sección 4 del presente informe, se indican los puntos de monitoreo del sistema vegas de Tilopozo, clasificados de acuerdo a sus coordenadas, tipo de punto de control, variable ambiental y parámetros de monitoreo, además de la frecuencia establecida.



En la sección 5.1, se presentan los resultados de los puntos de monitoreo de nivel asociados a los Planes de Contingencia del Proyecto en comparación con los umbrales de activación de fases (Fase I y Fase II). Dichos punto corresponden a los únicos que poseen límites o umbrales de control definidos. Por lo anterior, en esta sección se presentan los resultados gráficos y numéricos del monitoreo de nivel de agua agrupados por sistema y sector, sin contrastarse con límites de control.

Para cada punto se presenta tanto la fecha de monitoreo, como el nivel del agua subterránea o superficial, según corresponda, expresado en metros por sobre el nivel medio del mar (msnm). En el ANEXO 4 se presenta en forma tabulada la información de todos los monitoreos efectuados para el período semestral objeto del presente informe, incluyendo la cota del punto de referencia de cada pozo (msnm) desde donde se efectúa la medición de la profundidad del nivel freatico, de acuerdo a la metodología descrita en la sección 4 y la profundidad medida en cada punto de control, expresada en metros bajo el punto de referencia (mbpr), ambos parámetros permiten determinar la cota del nivel del agua presentada a continuación. Los registros históricos se acompañan en formato digital.

En la Tabla 5-40 se exponen los resultados de los cinco pozos que se ubican en este sector, los cuales fueron monitoreados manualmente de acuerdo a la frecuencia establecida. Los puntos de control no mostraron diferencia significativas en el período, con máximos en los pozos L12-4 y L12-1 con descensos de 13 cm y 10 cm respectivamente.

En la Figura 5-45 se presenta en forma gráfica la evolución de los niveles durante el segundo semestre del año 2017, adicionando las mediciones obtenidas de las auditorías externas efectuadas en el período (los resultados tabulados de las mediciones de auditoría se acompañan en ANEXO 2). Los niveles en el período se encuentran entre los 2299,5 y los 2309,5 msnm.

Tabla 5-40: Registro de Niveles del agua subterránea y superficial del Sistema Vegas de Tilopozo

| REGLILLA | TILOPOZO | L1 | 2-1 | L12-2 | | |
|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|--|
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | |
| 22-07-17 | 2309,29 | 22-07-17 | 2300,09 | 22-07-17 | 2302,57 | |
| 22-08-17 | 2309,29 | 22-08-17 | 2300,06 | 22-08-17 | 2302,56 | |
| 22-09-17 | 2309,29 | 22-09-17 | 2300,04 | 22-09-17 | 2302,54 | |
| 22-10-17 | 2309,29 | 22-10-17 | 2300,04 | 22-10-17 | 2302,53 | |
| 22-11-17 | 2309,28 | 22-11-17 | 2300,01 | 22-11-17 | 2302,53 | |
| 22-12-17 | 2309,27 | 22-12-17 | 2299,99 | 22-12-17 | 2302,50 | |
| L1 | 2-3 | L1 | 2-4 | | | |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | | | |
| 22-07-17 | 2301,73 | 22-07-17 | 2303,88 | | | |
| 22-08-17 | 2301,72 | 22-08-17 | 2303,87 | | | |
| 22-09-17 | 2301,71 | 22-09-17 | 2303,84 | | | |
| 22-10-17 | 2301,69 | 22-10-17 | 2303,82 | | | |
| 22-11-17 | 2301,68 | 22-11-17 | 2303,81 | | | |
| 22-12-17 | 2301,67 | 22-12-17 | 2303,75 | | | |



Sistema Vegas de Tilopozo-Subterránea y superficial 2310 2308 Nivel (msnm) 2306 2304 2302 2300 2298 07-17 REGLILLA TILOPOZO ▲— REGLILLA TILOPOZO Auditoría L12-1 Auditoría -L12-2 -L12-3 L12-3 Auditoría L12-4 L12-4 Auditoría

Figura 5-45: Nivel observado (m.s.n.m.) en el agua subterránea y superficial del Sistema Vegas de Tilopozo

De la Figura 5-45 es posible concluir que las mediciones realizadas por los auditores externos son coherentes con los niveles de cada pozo medidos por SQM, lo que permite validar los resultados del monitoreo desarrollado.

5.2.5 Sistema Núcleo del Salar de Atacama

De acuerdo a lo indicado en la sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico del Sistema Núcleo del Salar de Atacama considera el monitoreo de las siguientes variables; nivel del agua (21 puntos), meteorología (1 estación) y calidad química (2 puntos). Los resultados obtenidos para el segundo semestre de 2017 se presentan a continuación.

5.2.5.1 Nivel de salmuera

En esta sección se presentan los niveles de los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Núcleo del Salar de Atacama, para el segundo semestre de 2017.El pozo SOPM-8 (L3-4) forma parte conjunta de los Sistemas de A. de Quelana y Núcleo del Salar de Atacama, por lo tanto, no se incluye en esta sección.

En la Figura 4-10 y en la Tabla 4-5 de la sección 4 del presente informe, se indican los puntos de monitoreo del sistema Núcleo del Salar de Atacama, clasificados de acuerdo a sus coordenadas, tipo de punto de control, variable ambiental y parámetros de monitoreo, además de la frecuencia establecida.

En la sección 5.1, se presentan los resultados de los puntos de monitoreo de nivel asociados a los Planes de Contingencia del Proyecto en comparación con los umbrales de activación de fases (Fase I y Fase II). Dichos punto corresponden a los únicos que poseen límites o umbrales de control definidos. Por lo anterior, en esta sección se presentan los resultados gráficos y numéricos del monitoreo de nivel de agua agrupados por sistema y sector, sin contrastarse con límites de control.



En la Tabla 5-41 se muestran los niveles observados en los pozos de este sistema. Para cada punto se presenta tanto la fecha de monitoreo, como el nivel del agua subterránea expresado en metros por sobre el nivel del mar (msnm).

Tabla 5-41: Registro de Niveles del Sistema Núcleo del Salar de Atacama

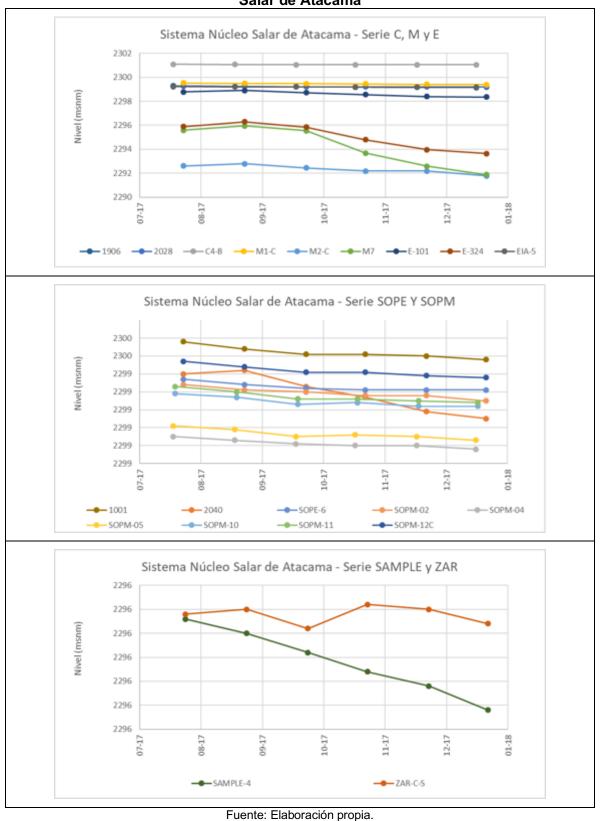
| Tabla 5-41: Registro de Niveles del Sistema Núcleo del Salar de Atacama | | | | | | | |
|---|-----------------|----------------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|
| 10 | 001 | 19 | 06 | 20 | 28 | 20 | 40 |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 23-07-17 | 2299,58 | 18-07-17 | 2299,28 | 23-07-17 | 2299,27 | 23-07-17 | 2299,40 |
| 23-08-17 | 2299,54 | 18-08-17 | 2299,23 | 23-08-17 | 2299,24 | 23-08-17 | 2299,42 |
| 23-09-17 | 2299,51 | 18-09-17 | 2299,20 | 23-09-17 | 2299,21 | 23-09-17 | 2299,33 |
| 23-10-17 | 2299,51 | 18-10-17 | 2299,19 | 23-10-17 | 2299,20 | 23-10-17 | 2299,27 |
| 23-11-17 | 2299,50 | 18-11-17 | 2299,17 | 23-11-17 | 2299,21 | 23-11-17 | 2299,19 |
| 23-12-17 | 2299,48 | 18-12-17 | 2299,14 | 23-12-17 | 2299,18 | 23-12-17 | 2299,15 |
| C | 4-B | M [.] | 1-C | M | 2-C | N | 17 |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 18-07-17 | 2301,08 | 23-07-17 | 2299,52 | 23-07-17 | 2292,62 | 23-07-17 | 2295,59 |
| 18-08-17 | 2301,07 | 23-08-17 | 2299,48 | 23-08-17 | 2292,79 | 23-08-17 | 2295,94 |
| 18-09-17 | 2301,05 | 23-09-17 | 2299,46 | 23-09-17 | 2292,46 | 23-09-17 | 2295,55 |
| 18-10-17 | 2301,04 | 23-10-17 | 2299,44 | 23-10-17 | 2292,19 | 23-10-17 | 2293,69 |
| 18-11-17 | 2301,04 | 23-11-17 | 2299,41 | 23-11-17 | 2292,19 | 23-11-17 | 2292,59 |
| 18-12-17 | 2301,04 | 23-12-17 | 2299,38 | 23-12-17 | 2291,79 | 23-12-17 | 2291,88 |
| E- | 101 | E-3 | 324 | EIA-5 | | SAMPLE-4 | |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 23-07-17 | 2298,79 | 23-07-17 | 2295,88 | 18-07-17 | 2299,23 | 24-07-17 | 2295,98 |
| 23-08-17 | 2298,91 | 23-08-17 | 2296,29 | 18-08-17 | 2299,21 | 24-08-17 | 2295,95 |
| 23-09-17 | 2298,73 | 23-09-17 | 2295,84 | 18-09-17 | 2299,20 | 24-09-17 | 2295,91 |
| 23-10-17 | 2298,55 | 23-10-17 | 2294,79 | 18-10-17 | 2299,18 | 24-10-17 | 2295,87 |
| 23-11-17 | 2298,40 | 23-11-17 | 2293,97 | 18-11-17 | 2299,16 | 24-11-17 | 2295,84 |
| 23-12-17 | 2298,35 | 23-12-17 | 2293,64 | 18-12-17 | 2299,16 | 24-12-17 | 2295,79 |
| SO | PE-6 | SOP | M-02 | SOP | M-04 | SOP | M-05 |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 23-07-17 | 2299,37 | 23-07-17 | 2299,34 | 18-07-17 | 2299,05 | 18-07-17 | 2299,11 |
| 23-08-17 | 2299,34 | 23-08-17 | 2299,31 | 18-08-17 | 2299,03 | 18-08-17 | 2299,09 |
| 23-09-17 | 2299,32 | 23-09-17 | 2299,30 | 18-09-17 | 2299,01 | 18-09-17 | 2299,05 |
| 23-10-17 | 2299,31 | 23-10-17 | 2299,28 | 18-10-17 | 2299,00 | 18-10-17 | 2299,06 |
| 23-11-17 | 2299,31 | 23-11-17 | 2299,28 | 18-11-17 | 2299,00 | 18-11-17 | 2299,05 |
| 23-12-17 | 2299,31 | 23-12-17 | 2299,25 | 18-12-17 | 2298,98 | 18-12-17 | 2299,03 |
| SOP | PM-10 | SOP | M-11 | SOPI | M-12C | ZAR | R-C-S |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 19-07-17 | 2299,29 | 19-07-17 | 2299,33 | 23-07-17 | 2299,47 | 24-07-17 | 2295,99 |
| 19-08-17 | 2299,27 | 19-08-17 | 2299,30 | 23-08-17 | 2299,44 | 24-08-17 | 2296,00 |
| 19-09-17 | 2299,23 | 19-09-17 | 2299,26 | 23-09-17 | 2299,41 | 24-09-17 | 2295,96 |
| 19-10-17 | 2299,24 | 19-10-17 | 2299,26 | 23-10-17 | 2299,41 | 24-10-17 | 2296,01 |
| 19-11-17 | 2299,22 | 19-11-17 | 2299,25 | 23-11-17 | 2299,39 | 24-11-17 | 2296,00 |
| 19-12-17 | 2299,22 | 19-12-17 | 2299,24 | 23-12-17 | 2299,38 | 24-12-17 | 2295,97 |

Fuente: Elaboración propia.

Como en secciones previas, se determinó agrupar pozos para su representación gráfica (Ver Figura 5-46). Los grupos son: Serie C,M y E; Serie SOPE y SOPM; y, Serie SAMPLE y ZAR. Como puede observarse, se efectuaron mediciones y monitoreos en todos los puntos de control comprometidos de acuerdo a la frecuencia establecida. En términos globales, los niveles en el sector oscilan entre 2302 msnm y 2295,5 msnm, sin diferencias en la medición del nivel más allá de los valores esperados para el período en análisis.



Figura 5-46: Nivel observado (m.s.n.m.) de la salmuera en el Sistema Núcleo del Salar de Atacama





En el ANEXO 4 se presenta en forma tabulada la información de todos los monitoreos efectuados para el presente período semestral, incluyendo la cota del punto de referencia de cada pozo (msnm) desde donde se efectúa la medición de la profundidad del nivel freatico, de acuerdo a la metodología descrita en la Sección 4 y la profundidad medida en cada punto de control, expresada en metros bajo el punto de referencia (mbpr), ambos parámetros permiten determinar la cota del nivel del agua presentada a continuación. Los registros históricos se acompañan en formato digital.

5.2.5.2 Meteorología

En la Figura 5-47 se presenta las variables registradas por la estación meteorológica KCL que forman parte del PSAH, esto es: precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura a nivel diario, para el período comprendido entre el 1 de julio y el 31 de diciembre de 2017.

En la Tabla 5-42 se presenta un resumen con los principales estadígrafos de las variables meteorológicas medidas en la estación KCL. Respecto a la precipitación, el mínimo del período correspondío a 0 mm/día, mientras que el máximo fue de 0,5 mm/día registrados el 14 de septiembre de 2017. La evaporación presentó una tasa potencial promedio de 9,38 mm/día con un máximo potencial de 14,65 mm/día registrada el 16-12-2017. Por su parte, la velocidad del viento, presentó un promedio de 3,43 m/s, con máximos y mínimos entre 1,28 e 9,44 m/s. Finalmente, la temperatura presenta una alta oscilación en el período de control, con un rango que va desde los 5,43 °C registrados el día 13-08-2017 hasta los 21,69 °C ocurridos el día 18-12-2017.

Tabla 5-42: Estadígrafos series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura Estación Meteorológica de KCL para el segundo semestre de 2017.

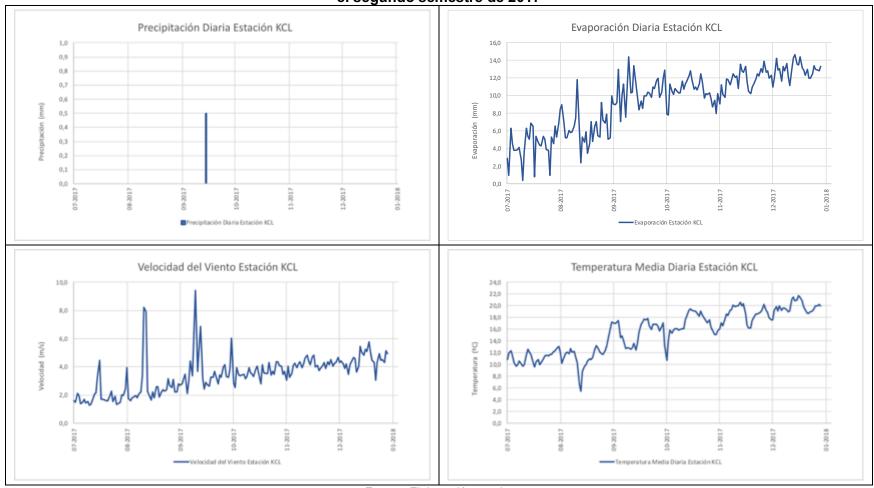
| Variable | Unidades | Min | Max | Promedio | Des. Estándar |
|--------------------------|----------|------|-------|----------|------------------|
| Precipitación | mm/día | 0,0 | 0,5 | 0,003 | 0,037 |
| Evaporación | mm/día | 0,40 | 14,65 | 9,38 | 3,40 |
| Velocidad del viento | m/s | 1,28 | 9,44 | 3,43 | 1,33 |
| Temperatura media diaria | °C | 5,43 | 21,69 | 15,55 | 3,63 |

Fuente: Elaboración propia.

Para mayor información sobre las series de datos meteorológicos de la estación KCL, ver el ANEXO 13, donde se presentan en forma tabulada los registros históricos de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura a nivel medio diario.



Figura 5-47: Series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura Estación Meteorológica de KCL para el segundo semestre de 2017





5.2.5.3 Calidad química

Se presentan los resultados de las mediciones y análisis físico-quimicos efectuados sobre los puntos de control que componen el monitoreo de calidad para el Sistema Núcleo del Salar de Atacama durante el segundo semestre del año 2017.

En la Figura 4-10 y en la Tabla 4-5 de la sección 4 del presente informe, se indican los puntos de monitoreo del sistema Núcleo del Salar de Atacama, clasificados de acuerdo a sus coordenadas, tipo de punto de control, variable ambiental y parámetros de monitoreo, además de la frecuencia establecida.

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

En el ANEXO 15 se presentan los informes de los análisis químicos reportados para el último semestre³³,. En el ANEXO 12 se muestran el certificado de acreditación de SGS Chile Ltda. como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA).

A continuación, en la Tabla 5-43 se presentan los resultados de análisis físico-químico de muestras de agua tomadas en terreno por SQM y analizadas por el laboratorio SGS Chile Ltda, a los pozos de monitoreo en el segundo semestre del año 2017. Por su parte, los resultados de los análisis efectuados en laboratorio se presentan gráficamente en la Figura 5-48.

Como se observa, el pozo 1001 presenta concentraciones consistentemente mayores de solidos disueltos y densidad, que el pozo SOPM-12C, al igual que los valores de conductividad. Los valores registrados presentan similares características a los obtenidos en pozos de salmuera de los Sistemas de Soncor y Aguas de Quelana.

Tabla 5-43: Resultados calidad del agua Sistema Núcleo segundo semestre de 2017

| Parámetro Unidad | | SOPI | M-12C | 10 | 1001 | |
|---------------------------|-------|----------|----------|----------|----------|--|
| | | 27-07-17 | 24-10-17 | 27-07-17 | 24-10-17 | |
| Conductividad | uS/cm | 14100 | 13250 | 200000 | 240000 | |
| Conductividad Terreno | uS/cm | 13800 | 22700 | 201000 | 223000 | |
| Densidad | g/ml | 1,00 | 1,00 | 1,10 | 1,09 | |
| Densidad Terreno | g/ml | 1,00 | 1,00 | 1,21 | 1,21 | |
| рH | - | 5,00 | 4,70 | 7,50 | 7,50 | |
| pH Terreno | - | 6,32 | 7,10 | 7,41 | 7,65 | |
| Solidos Disueltos Totales | mg/L | 10080 | 9625 | 304690 | 326770 | |
| Solidos Suspendidos T. | mg/L | 257 | 113 | 109 | 162 | |
| Solidos Totales | mg/L | 10340 | 10090 | 321340 | 333445 | |
| Temperatura Terreno | °C | 23 | 27 | 13 | 20 | |

Fuente: Elaboración propia.

_

³³ Los valores históricos y sus respectivos informes de laboratorio fueron presentados en los respectivos informes semestrales del PSAH.



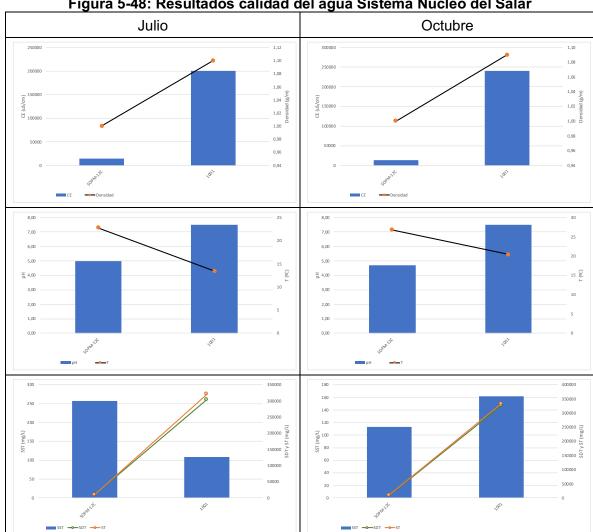


Figura 5-48: Resultados calidad del agua Sistema Núcleo del Salar

Fuente: Elaboración propia.

5.2.6 Sistema Peine

De acuerdo a lo indicado en la sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico del Sistema Peine considera el monitoreo de las siguientes variables; nivel del agua (26 puntos), calidad química (6 puntos), aforos de caudal (2 puntos) y superficie lacustre (3 sectores). Los resultados obtenidos para el segundo semestre de 2017 se presentan a continuación.

5.2.6.1 Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presentan los niveles de los puntos de control que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Peine.

El pozo L10-1 es parte del monitoreo de los sistemas Peine y Cuña Salina, pero para efectos de orden sólo serán presentados en esta sección.



En la Figura 4-11 y en la Tabla 4-6 de la sección 4 del presente informe, se indican los puntos de monitoreo del sistema Peine, clasificados de acuerdo a sus coordenadas, tipo de punto de control, variable ambiental y parámetros de monitoreo, además de la frecuencia establecida.

En la sección 5.1, se presentan los resultados de los puntos de monitoreo de nivel asociados a los Planes de Contingencia del Proyecto en comparación con los umbrales de activación de fases (Fase I y Fase II). Dichos puntos corresponden a los únicos que poseen límites o umbrales de control definidos. Por lo anterior, en esta sección se presentan los resultados gráficos y numéricos del monitoreo de nivel de agua agrupados por sistema y sector, sin contrastarse con límites de control.

Para cada punto se presenta tanto la fecha de monitoreo, como el nivel del agua subterránea o superficial, según corresponda, expresado en metros por sobre el nivel medio del mar (msnm). En el ANEXO 4 se presenta en forma tabulada la información de todos los monitoreos efectuados para el período semestral objeto del presente informe, incluyendo la cota del punto de referencia de cada pozo (msnm) desde donde se efectúa la medición de la profundidad del nivel freático, de acuerdo a la metodología descrita en la Sección 4 y la profundidad medida en cada punto de control, expresada en metros bajo el punto de referencia (mbpr), ambos parámetros permiten determinar la cota del nivel del agua presentada a continuación. Los registros históricos se acompañan en formato digital.

Cabe señalar que dentro del periodo semestral correspondiente al presente informe, se disponde de medición de niveles efectuada tanto por auditores externos (Bioma y Golder), como por la Dirección General de Aguas. En su conjunto se cuenta con datos externos para los pozos 1028, L10-14 y L10-5. Los resultados de las auditoria se adjuntan en ANEXO 1 y ANEXO 2. En el Presente informe de seguimiento, se incluyen de manera gráfica los resultados de las auditorías externas.

5.2.6.1.1 Pozos en zona marginal

Se presentan los niveles en los pozos de la zona marginal pertenecientes al Sistema Peine. Dentro de esta zona se cuenta con doce puntos de control. Es importante aclarar que, si bien se efectuaron todas las campañas de monitoreo de acuerdo a la frecuencia establecida, algunos de los pozos no cuentan con la información de niveles en meses específicos, lo que se debe a que existieron problemas de acceso a sectores que cuentan con barrera para su ingreso.

En la Tabla 5-44 se exponen los resultados de todos los pozos de monitoreo ubicados en el sector. La visualización gráfica se presenta en la Figura 5-49, la que ha sido dividida en dos grupos, con el objeto de separar el pozo L10-1, por presentar niveles cerca de 5 metros por sobre el resto de los puntos de control.Como puede observarse no existen variaciones considerables en los niveles de los pozos, con un descenso máximo observado en el Pozo L10-5 cercanano a los 15 cm. Se puede observar que las mediciones realizadas por los auditores externos son coherentes con los niveles de cada pozo medidos por SQM, lo que permite validar los resultados del monitoreo desarrollado.



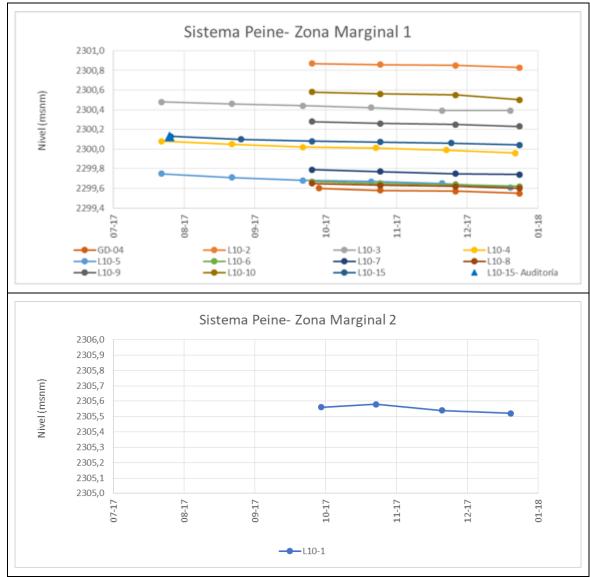


Figura 5-49: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal del Sistema Peine

Tabla 5-44: Registro de Niveles para los pozos en zona marginal del Sistema Peine

| GD-04 | | L1 | L10-1 L10-2 L | | L10-2 | | 0-3 |
|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 26-07-17 | - | 22-07-17 | - | 26-07-17 | - | 22-07-17 | 2300,48 |
| 26-08-17 | - | 22-08-17 | - | 26-08-17 | - | 22-08-17 | 2300,46 |
| 29-09-17 | 2299,60 | 22-09-17 | - | 26-09-17 | 2300,87 | 22-09-17 | 2300,44 |
| 26-10-17 | 2299,58 | 30-09-17 | 2305,56 | 26-10-17 | 2300,86 | 22-10-17 | 2300,42 |
| 28-11-17 | 2299,57 | 24-10-17 | 2305,58 | 28-11-17 | 2300,85 | 22-11-17 | 2300,39 |
| 26-12-17 | 2299,55 | 22-11-17 | 2305,54 | 26-12-17 | 2300,83 | 22-12-17 | 2300,39 |
| | | 22-12-17 | 2305,52 | | | | |



| L1 | 0-4 | L1 | 0-5 | L1 | 0-6 | L1 | 0-7 |
|----------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------------------------------|---|--|
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 22-07-17 | 2300,08 | 22-07-17 | 2299,75 | 26-07-17 | - | 26-07-17 | - |
| 22-08-17 | 2300,05 | 22-08-17 | 2299,71 | 26-08-17 | - | 26-08-17 | - |
| 22-09-17 | 2300,02 | 22-09-17 | 2299,68 | 26-09-17 | 2299,67 | 26-09-17 | 2299,79 |
| 24-10-17 | 2300,01 | 22-10-17 | 2299,67 | 26-10-17 | 2299,65 | 26-10-17 | 2299,77 |
| 24-11-17 | 2299,99 | 22-11-17 | 2299,65 | 28-11-17 | 2299,64 | 28-11-17 | 2299,75 |
| 24-12-17 | 2299,96 | 22-12-17 | 2299,61 | 26-12-17 | 2299,62 | 26-12-17 | 2299,74 |
| L10-8 | | | | | | | |
| L1 | 0-8 | L1 | 0-9 | L10 | 0-10 | L10 |)-15 |
| Fecha | 0-8 Nivel (msnm) | L1 Fecha | 0-9 Nivel (msnm) | Fecha | 0-10 Nivel (msnm) | Fecha | 0-15 Nivel (msnm) |
| | Nivel | | Nivel | | Nivel | | Nivel |
| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel (msnm) |
| Fecha 26-07-17 | Nivel | Fecha 26-07-17 | Nivel | Fecha 26-07-17 | Nivel | Fecha 26-07-17 | Nivel (msnm) 2300,13 |
| Fecha 26-07-17 26-08-17 | Nivel (msnm) - - | Fecha 26-07-17 26-08-17 | Nivel (msnm) - - | Fecha 26-07-17 26-08-17 | Nivel (msnm) - - | Fecha 26-07-17 26-08-17 | Nivel (msnm) 2300,13 2300,10 |
| Fecha 26-07-17 26-08-17 26-09-17 | Nivel (msnm) - - 2299,65 | Fecha 26-07-17 26-08-17 26-09-17 | Nivel (msnm) - - 2300,28 | Fecha 26-07-17 26-08-17 26-09-17 | Nivel (msnm) - - 2300,58 | Fecha 26-07-17 26-08-17 26-09-17 | Nivel (msnm) 2300,13 2300,10 2300,08 |

5.2.6.1.2 Pozos de salmuera

En esta sección se exponen los resultados del monitoreo efectuado durante el segundo semestre del año 2017 en los pozos que se encuentran en el núcleo del Salar en el sector del Sistema Peine. Como puede observarse, se efectuaron mediciones en todos los puntos de control comprometidos y de acuerdo a la frecuencia establecida, a excepción de las mediciones de julio y agosto en el punto GD-03, ya que existieron problemas de acceso a sectores que cuentan con barrera para su ingreso.

En la Tabla 5-45 es posible observar que en los once puntos de control las mayores variaciones fueron de 13 cm, específicamente en los pozos L10-13 y L10-14. En todos los pozos del sector, los niveles oscilaron entre los 2299 y los 2300 msnm, situación que puede ser observada en la Figura 5-50.

De la Figura 5-50 puede observarse que las mediciones realizadas por los auditores externos son coherentes con los niveles de cada pozo medidos por SQM, lo que permite validar los resultados del monitoreo desarrollado.

Tabla 5-45: Registro de Niveles para los pozos de salmuera del Sistema Peine.

| 10 | 24 | 10 | 28 | 20 | 18 | 20 | 37 |
|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 23-07-17 | 2299,42 | 22-07-17 | 2299,69 | 23-07-17 | 2299,52 | 23-07-17 | 2299,51 |
| 23-08-17 | 2299,40 | 22-08-17 | 2299,65 | 23-08-17 | 2299,49 | 23-08-17 | 2299,47 |
| 23-09-17 | 2299,40 | 22-09-17 | 2299,62 | 23-09-17 | 2299,46 | 23-09-17 | 2299,45 |
| 23-10-17 | 2299,38 | 24-10-17 | 2299,61 | 23-10-17 | 2299,46 | 23-10-17 | 2299,43 |
| 23-11-17 | 2299,36 | 24-11-17 | 2299,59 | 23-11-17 | 2299,45 | 23-11-17 | 2299,43 |



| 23-12-17 | 2299,35 | 24-12-17 | 2299,58 | 23-12-17 | 2299,43 | 23-12-17 | 2299,41 |
|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|
| GD | -03 | L10 |)-11 | L10-12 | | L10 | -13 |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 26-07-17 | - | 23-07-17 | 2299,59 | 23-07-17 | 2299,54 | 22-07-17 | 2299,75 |
| 26-08-17 | - | 23-08-17 | 2299,56 | 23-08-17 | 2299,51 | 22-08-17 | 2299,71 |
| 26-09-17 | 2299,81 | 23-09-17 | 2299,53 | 23-09-17 | 2299,48 | 22-09-17 | 2299,67 |
| 26-10-17 | 2299,79 | 24-10-17 | 2299,52 | 23-10-17 | 2299,47 | 22-10-17 | 2299,67 |
| 28-11-17 | 2299,78 | 24-11-17 | 2299,51 | 23-11-17 | 2299,47 | 22-11-17 | 2299,65 |
| 26-12-17 | 2299,75 | 24-12-17 | 2299,49 | 23-12-17 | 2299,44 | 22-12-17 | 2299,62 |
| L10 |)-14 | L10 |)-16 | L10 |)-17 | | |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | | |
| 22-07-17 | 2299,81 | 23-07-17 | 2299,66 | 23-07-17 | 2299,63 | | |
| 22-08-17 | 2299,78 | 23-08-17 | 2299,64 | 23-08-17 | 2299,60 | | |
| 22-09-17 | 2299,74 | 23-09-17 | 2299,62 | 23-09-17 | 2299,58 | | |
| 22-10-17 | 2299,74 | 23-10-17 | 2299,60 | 23-10-17 | 2299,56 | | |
| 22-11-17 | 2299,73 | 23-11-17 | 2299,59 | 23-11-17 | 2299,55 | | |
| 22-12-17 | 2299,68 | 23-12-17 | 2299,57 | 23-12-17 | 2299,53 | | |

Figura 5-50: Nivel observado (m.s.n.m.) en pozos de salmuera del Sistema Peine Sistema Peine-Pozos de Salmuera 2299,9 2299,8 Nivel (msnm) 2299,7 2299,6 2299,5 2299,4 2299,3 08-17 11-17 10-17 -1024 **-**1028 1028 Auditoría 2037 -GD-03 L10-12 -L10-13 -L10-14 -L10-14 Auditoría -L10-16 -L10-17

Fuente: Elaboración propia.

5.2.6.1.3 Nivel lacustre

Las mediciones del nivel lacustre para el sistema Peine son realizadas directamente por CONAF y se incluyen en esta sección en virtud del convenio entre CONAF y SQM.



Por parte de CONAF no se informan registros de nivel de Laguna Interna durante las visitas efectuadas el año 2017, atendido que en el lugar donde está ubicada la reglilla no hay agua. La laguna Interna es muy variable en su morfología de un año a otro, por encontrarse en la zona terminal o de descarga de las lagunas Salada y Saladita; por lo que pueden aparecer y desaparecer nuevas zonas inundadas de un año a otro, dependiendo de las precipitaciones en la zona³⁴.

Si bien se han efectuado todas las campañas de monitoreo de acuerdo a la frecuencia establecida, en las lagunas Salada y Saladita no se realizaron mediciones durante el mes de octubre ya que se encontraban ejemplares de Flamenco realizando marchas nupciales. La altura del perfil medido en la laguna Saladita correspendió a limnímetro perteneciente a la empresa Albemaerle. Finalmente la reglilla Laguna Interna se ha encontrado sin agua durante las mediciones desde noviembre 2016 hasta la el segundo semestre 2017. Debido al nivel de información disponible para el período, no se presenta una interpretación gráfica de los resultados obtenidos.

Tabla 5-46: Registro de Niveles lacustres para los pozos de salmuera del Sistema Peine.

| Sal | ada | Sala | Saladita Interna | | |
|--------------------------|---------|------------|------------------|------------|--------------|
| Fecha Nivel (msnm) Fecha | | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 01-08-2017 | 2301,08 | 01-08-2017 | 2301,76 | 01-08-2017 | - |
| 01-10-2017 | - | 01-10-2017 | - | 01-10-2017 | - |

Fuente: Elaboración propia.

5.2.6.2 Calidad química

Se presentan los resultados de las mediciones y análisis físico-quimicos efectuados sobre todos los puntos de control que componen el monitoreo de calidad para el Sistema Peine durante el segundo semestre del año 2017.

El pozo L10-1 es parte del monitoreo de los sistemas Peine y Cuña Salina, pero para efectos de orden sólo serán presentados en esta sección.

En la Figura 4-11 y en la Tabla 4-6 de la Sección 4 del presente informe, se indican los puntos de monitoreo del sistema Peine, clasificados de acuerdo a sus coordenadas, tipo de punto de control, variable ambiental y parámetros de monitoreo, además de la frecuencia establecida..

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

Respecto a los parámetros de calidad del agua de las lagunas del sistema Peine, CONAF realiza el muestreo en el marco del convenio que actualmente posee con SQM. Los parámetros que se miden son sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, sodio,

³⁴ EIA del Proyecto "Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama", Capítulo 5, punto 5.6.8.



potasio, calcio, magnesio, dureza total, carbonato, bicarbonato, sulfato, cloruro, arsénico, nitrato, fosfato, pH, temperatura y oxígeno disuelto.

En el ANEXO 15 se presentan los informes de los análisis químicos reportados para el último semestre³⁵,. En el ANEXO 12 se muestran el certificado de acreditación de SGS como Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA).

5.2.6.2.1 Muestreo realizado por SQM

A continuación, en la Tabla 5-47 se presentan los resultados de análisis físico-químico de muestras de agua tomadas en terreno por SQM y analizadas por el laboratorio SGS Chile Ltda, a los pozos de monitoreo en el segundo semestre del año 2017. Por su parte, los resultados de los análisis efectuados en laboratorio se presentan en la Figura 5-51. En la campaña de monitoreo de octubre de 2017 no se pudo acceder al pozo L10-1, debido a que existe una barrera que prohíbe el ingreso al sector.

Como se observa, tanto la conductividad, como el contenido de sólidos disueltos y totales se manifiestan menores en el pozo L10-1, punto de control representativo del sector de cuña salina.

Tabla 5-47: Resultados calidad del agua Sistema Peine segundo semestre de 2017.

| Parámetro | Unidad | 1028 | | L10-1 | | L10-4 | |
|------------------------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 27-07-17 | 24-10-17 | 27-07-17 | 24-10-17 | 27-07-17 | 24-10-17 |
| Conductividad | uS/cm | 200000 | 234000 | - | 10240 | 176100 | 168700 |
| Conductividad Terreno | uS/cm | 207000 | 223000 | - | 8740 | 169200 | 168600 |
| Densidad | g/ml | 1,20 | 1,18 | - | 1,00 | 1,10 | 1,09 |
| Densidad Terreno | g/ml | 1,21 | 1,21 | - | 1,01 | 1,12 | 1,11 |
| pН | | 7,10 | 7,00 | - | 8,30 | 7,10 | 7,20 |
| pH Terreno | | 7,03 | 7,11 | - | 8,58 | 7,41 | 7,46 |
| Solidos Disueltos T. | mg/L | 324300 | 311910 | - | 8195 | 161820 | 153510 |
| Solidos Suspendidos T. | mg/L | 17,0 | 10,7 | - | 11,0 | 10,0 | 56,0 |
| Solidos Totales | mg/L | 345720 | 336620 | - | 8820 | 164140 | 157870 |
| Temperatura Terreno | °C | 18,6 | 22,9 | - | 24,8 | 16,0 | 28,2 |

Fuente: Elaboración propia.

_

³⁵ Los valores históricos y sus respectivos informes de laboratorio fueron presentados en los respectivos informes semestrales del PSAH.



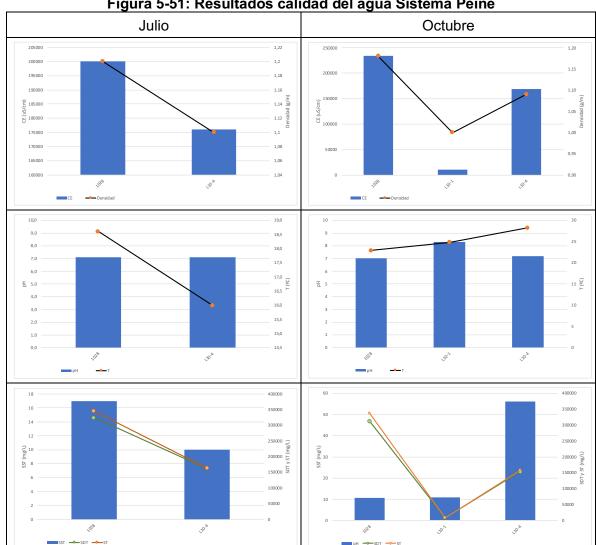


Figura 5-51: Resultados calidad del agua Sistema Peine

Fuente: Elaboración propia.

5.2.6.2.2 Muestreo realizado por CONAF

En la presente sección se entregan los resultados de los análisis físico-químico de muestras de agua tomadas en terreno por CONAF en los puntos de control lacuastre deniminados Interna, Salada y Saladita. Durante el segundo semestre de 2017 se analizaron duplicados en todos los muestreos efectuados. En la campaña de monitoreo de octubre de 2017 no se registran mediciones de CONAF en el punto de monitoreo Laguna Salada.

En la Figura 5-52 se presentan las concentraciones de los distintos parámetros obtenidas en agosto y octubre para el sistemas Saladita. Lo propio se reporta en la Figura 5-53 para los sistemas Laguna Interna y Salada. Por su parte, en la Tabla 5-48 se detallan los resultados númericos del seguimiento ambiental efectuado por CONAF en los tres sistemas.



Los cuatro sistemas presentan aguas similares en cuanto a su acidez, mostrando condiciones levemente básicas, con valores de pH cercanos a las 8 unidades. La misma situación se evidencia en forma general para el resto de los parámetros, con concentraciones del mismo orden de magnitud en los tres puntos de control. La comparación entre campañas permite observar un aumento en las concentraciones de sales durante el monitoreo de octubre y, en forma contraria, una disminución en las concentraciones de oxigeno disuelto, situación que reflejaría la variación estacional propia del sistema.

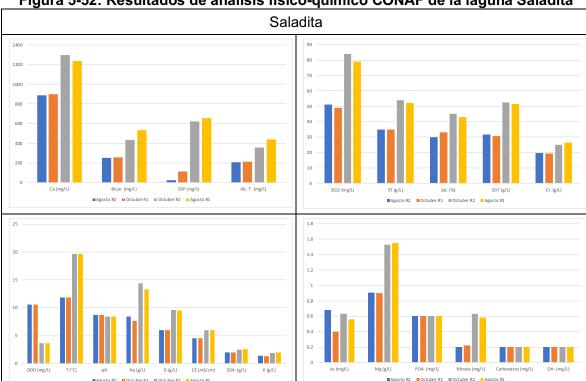


Figura 5-52: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la laguna Saladita



Figura 5-53: Resultados de análisis físico-químico CONAF de la laguna Interna y Salada.

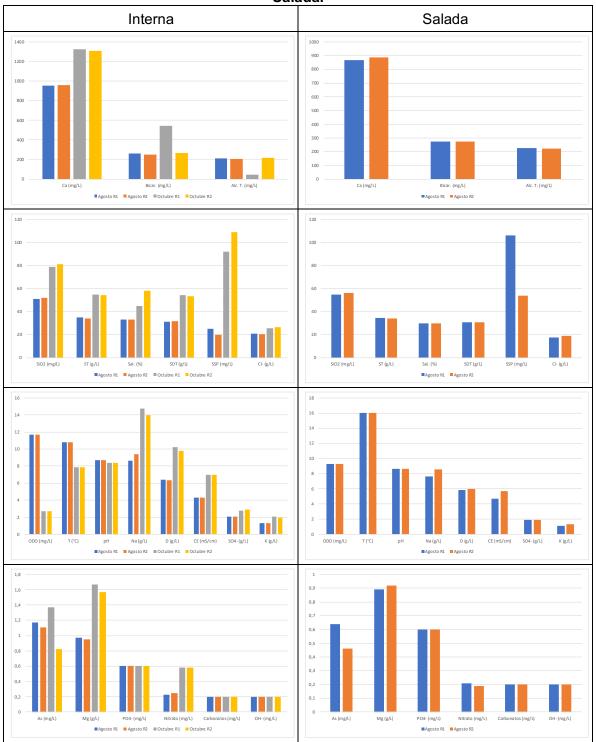




Tabla 5-48: Resultados de los análisis físico químicos de Lagunas Sistema Peine segundo Semestre de 2017 realizados por CONAF.

| | | | Inte | erna | | Sal | ada | | Sala | ıdita | |
|---------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Parámetro | Unidad | 07-08-17 | 07-08-17 | 17-10-17 | 17-10-17 | 07-08-17 | 07-08-17 | 07-08-17 | 07-08-17 | 17-10-17 | 17-10-17 |
| | | R1 | R2 | R1 | R2 | R.1 | R.2 | R.1 | R.2 | R.1 | R.2 |
| Oxígeno disuelto | mg/L | 11,70 | 11,70 | 2,70 | 2,70 | 9,30 | 9,30 | 10,60 | 10,60 | 3,60 | 3,60 |
| рН | - | 8,70 | 8,70 | 8,40 | 8,40 | 8,65 | 8,65 | 8,67 | 8,67 | 8,45 | 8,45 |
| Temperatura | (°C) | 10,80 | 10,80 | 7,90 | 7,90 | 16,00 | 16,00 | 11,80 | 11,80 | 19,60 | 19,60 |
| CE | (mS/cm) | 4,33 | 4,33 | 7,00 | 7,00 | 4,69 | 5,69 | 4,54 | 4,54 | 6,02 | 6,02 |
| Sólidos totales | (g/L) | 34,97 | 34,05 | 54,58 | 54,46 | 34,37 | 34,18 | 34,79 | 34,69 | 53,97 | 52,31 |
| Sólidos disueltos totales | (g/L) | 31,07 | 31,61 | 54,33 | 53,49 | 30,75 | 30,63 | 31,74 | 30,71 | 52,56 | 51,29 |
| Sólidos suspendidos | (mg/L) | 25,00 | 20,00 | 92,00 | 109,00 | 106,00 | 54,00 | 26,00 | 110,00 | 620,00 | 657,00 |
| Dureza | (g/L) | 6,39 | 6,34 | 10,20 | 9,77 | 5,87 | 6,02 | 5,99 | 5,99 | 9,55 | 9,48 |
| Sodio | (g/L) | 8,64 | 9,38 | 14,71 | 13,95 | 7,66 | 8,57 | 8,40 | 7,62 | 14,37 | 13,34 |
| Arsénico | (mg/L) | 1,17 | 1,11 | 1,37 | 0,82 | 0,64 | 0,46 | 0,68 | 0,40 | 0,63 | 0,56 |
| Potasio | (g/L) | 1,30 | 1,34 | 2,05 | 1,97 | 1,10 | 1,33 | 1,35 | 1,29 | 1,91 | 1,94 |
| Calcio | (mg/L) | 954,36 | 960,77 | 1323,73 | 1305,67 | 868,17 | 887,29 | 886,87 | 901,15 | 1294,92 | 1233,89 |
| Magnesio | (g/L) | 0,97 | 0,95 | 1,67 | 1,57 | 0,89 | 0,92 | 0,91 | 0,90 | 1,53 | 1,55 |
| Cloruro | (g/L) | 20,80 | 20,33 | 25,48 | 26,58 | 17,73 | 18,79 | 19,71 | 19,18 | 24,99 | 26,35 |
| Sulfato | (g/L) | 2,06 | 2,09 | 2,75 | 2,88 | 1,94 | 1,92 | 1,93 | 1,99 | 2,48 | 2,53 |
| Bicarbonatos | (mg/L) | 259,60 | 252,30 | 541,60 | 267,10 | 276,00 | 272,50 | 253,30 | 256,00 | 432,70 | 533,10 |
| Carbonatos | (mg/L) | < 0,2 | < 0,2 | <0,2 | <0,2 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Fosfato | (mg/L) | < 0,6 | < 0,6 | <0,6 | <0,6 | < 0,6 | < 0,6 | < 0,6 | < 0,6 | <0,6 | <0,6 |
| Sílice | (mg/L) | 51,00 | 52,00 | 79,00 | 81,00 | 55,00 | 56,00 | 51,00 | 49,00 | 84,00 | 79,00 |
| Alcalinidad | (mg/L) | 213,00 | 207,00 | 44,30 | 219,10 | 226,40 | 223,60 | 207,80 | 210,00 | 354,90 | 437,30 |
| Hidróxido | (mg/L) | < 0,2 | < 0,2 | <0,2 | <0,2 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2 | < 0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Salinidad | (%) | 33,00 | 33,00 | 45,00 | 58,00 | 30,00 | 30,00 | 30,00 | 33,00 | 45,00 | 43,00 |
| Nitrógeno de Nitrato | (mg/L) | 0,23 | 0,25 | 0,58 | 0,58 | 0,21 | 0,19 | 0,20 | 0,22 | 0,63 | 0,58 |



5.2.6.3 Aforos de caudal

En la presente sección se muestran los resultados de las mediciones del caudal pasante en las dos estaciones de aforo comprometidas en el Sistema Peine durante el segundo semestre de 2017, esto es: Lagunas Salada y Saladita. Cabe señalar que en la evaluación ambiental del proyecto no se establecen límites para el flujo de dichos cuerpos de agua. Por lo anterior, su evaluación en relación a la evolución histórica registrada, se efectúa en la sección 6 del presente informe.

Durante el período de registro no fue posible realizar las mediciones mensuales correspondientes a los meses de julio y agosto debido a no contar con el permiso de la comunidad para ingresar al sector.

En la Tabla 5-49 se presentan los caudales registrados mensualmente en ambas lagunas, resultados que se pueden observar gráficamente en la Figura 5-54. El máximo caudal pasante en el período se registró en la sección de aforo de laguna Salada, con 176,7 L/s en noviembre de 2017. Por su parte, el mínimo correspondió al monitoreo efectuado durante el mes de diciembre en la estación Saladita (76,9 L/s).

Los registros históricos de caudal para las dos estaciones de aforo pertenecientes al Sistema Peine se acompañan en formato digital. En dicho anexo se incluyen los resultados de las mediciones efectuadas mensulamente para obtener el caudal pasante por cada estación.

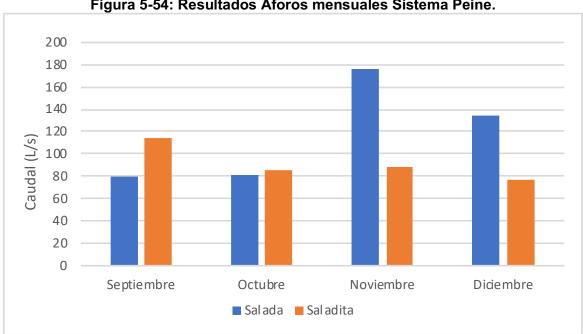


Figura 5-54: Resultados Aforos mensuales Sistema Peine.



Tabla 5-49: Resultados aforos Sistema Peine para el segundo Semestre de 2017.

| Mes | Fecha | Salada (L/s) | Saladita (L/s) |
|------------|----------|--------------|----------------|
| Septiembre | 26-09-17 | 79,5 | 114,0 |
| Octubre | 26-10-17 | 81,4 | 85,0 |
| Noviembre | 26-11-17 | 176,7 | 88,8 |
| Diciembre | 26-12-17 | 134,5 | 76,9 |

5.2.6.4 Superficie lacustre

En la Figura 5-55 se presenta, para el segundo semestre de 2017, la superficie lacustre de los dos cuerpos de agua del sistema Peine medidos por CONAF en forma trimestral, los cuales se denominan Laguna Salada y Saladita. Los monitoreos realizados por CONAF son el resultado de mediciones efectuadas a través de estacas perimetrales. Los valores obtenidos de superficie lacustre se presentan a continuación, en la Tabla 5-50.

Figura 5-55: Evolución de Superficie lacustre sistema Peine medida por CONAF

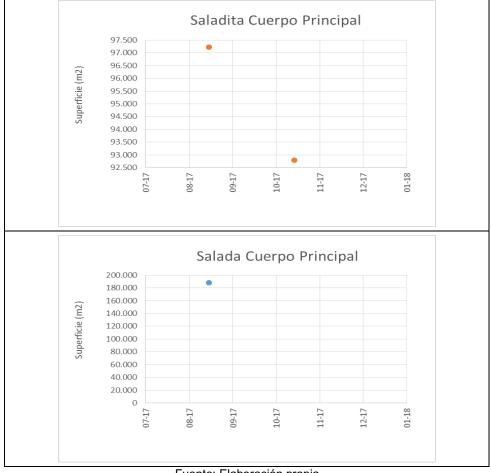




Tabla 5-50: Superficie lacustre medida por CONAF segundo Semestre de 2017.

| Trimostro | Fecha medición | Superfi | cie (m²) |
|--------------|----------------|-----------|----------|
| Trimestre | recha medicion | Salada | Saladita |
| jul-sep 2017 | 15-08-2017 | 188190,52 | 97222,41 |
| oct-dic 2017 | 15-10-2017 | | 92801,57 |

Cabe señalar que la medición de superficie lacustre en laguna Salada no fue realizada por CONAF en el mes de octubre de 2017, debido a se encontraban ejemplares de flamencos realizando las marchas nupciales que comúnmente inician en esta época del año

Durante el período comprendido en el presente reporte no corresponde la medición anual de la superficie lagunar mediante topografía e imágenes satelitales. Las mediciones de topografía sólo se realizaron hasta el año 2010 con frecuencia anual, ya que a través de la Resolución Exenta 244/2010, se estableció que las mediciones de topografía se realizarán cada 5 años, siendo la última medición la que se realizó en abril 2015. Por su parte, la medición a través de imágenes satelitales se realiza anualmente durante el mes de abril.

En formato digital se acompaña la evolución histórica de superficie lacustre para las lagunas Salada y Saladita, en base a las mediciones de estacas perimetrales efectuadas por CONAF en forma trimestral.

5.2.7 Sistema Cuña Salina

De acuerdo a lo indicado en la Sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico del Sistema Cuña Salina considera el monitoreo de las siguientes variables; nivel del agua (1 punto), Conductividad eléctrica (8 puntos) y calidad (1 punto). Los resultados obtenidos para el segundo semestre de 2017 se presentan a continuación.

Cabe señalar que el pozo L10-1, único punto donde se encuentra comprometido el monitoreo de nivel y calidad, es parte del monitoreo de nivel del sistema Peine, razón por la cual sus niveles no se presentan en esta sección, y su gráfico puede ser consultado en la sección 5.2.6. Los pozos clasificados como cuña están emplazados íntegramente en la zona marginal.

A pesar que en los 8 puntos de monitoreo de conductividad eléctrica no se establece la necesidad de cuantificación del nivel freático, a modo de complemento SQM realiza el monitoreo mensual del mismo. En la Tabla 5-51 se expone el detalle los niveles de los ocho puntos de control establecidos. Es importante aclarar que algunos de los pozos no cuentan con información de los niveles en algunos meses, lo que se debe a que existieron problemas de ingreso a sectores específicos o por la prohibición del ingreso a barrera Peine. En términos generales los pozos se mantuvieron equlibrados, con la excepción del pozo Cuña 4 que tuvo una variación (incremento de nivel) mayor a 2 mts. En los distintos pozos del sector, los niveles variaron entre los 2319 msnm y los 2300 msnm (Figura 5-56). En la representación gráfica se ha separado el pozo cuña 1, por presentar niveles 10 metros por sobre el resto de los puntos de control.



En el ANEXO 4 se presenta en forma tabulada la información de todos los monitoreos de nivel efectuados para el período semestral objeto del presente informe, incluyendo la cota del punto de referencia de cada pozo (msnm) desde donde se efectúa la medición de la profundidad del nivel freatico, de acuerdo a la metodología descrita en la sección 4 y la profundidad medida en cada punto de control, expresada en metros bajo el punto de referencia (mbpr), ambos parámetros permiten determinar la cota del nivel del agua presentada a continuación. Los registros históricos se adjuntan en formato digital.

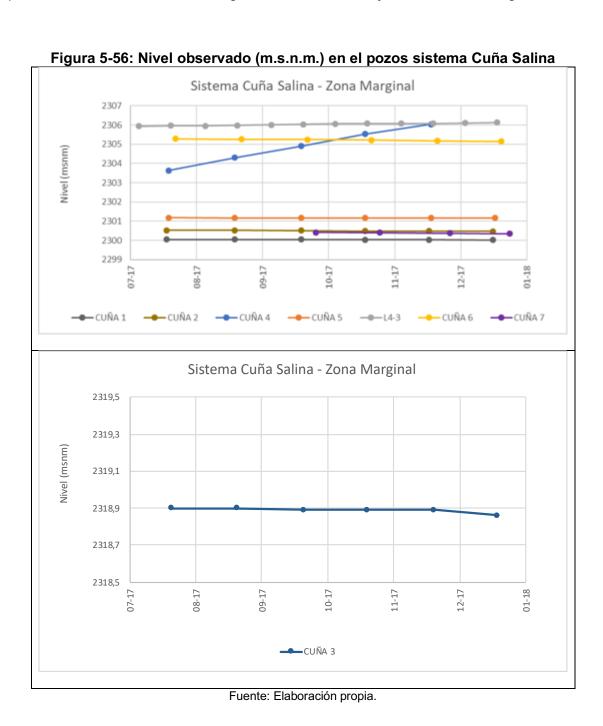




Tabla 5-51: Registro de Niveles para los pozos en zona marginal del Sistema Cuña Salina

| CUÍ | ŇA 1 | CUÍ | ŇA 2 | CUÍ | ÑA 3 | CUÍ | ŇA 4 |
|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 18-07-17 | 2300,05 | 18-07-17 | 2300,53 | 21-07-17 | 2318,90 | 19-07-17 | 2303,64 |
| 19-08-17 | 2300,05 | 19-08-17 | 2300,53 | 21-08-17 | 2318,90 | 19-08-17 | 2304,30 |
| 19-09-17 | 2300,05 | 19-09-17 | 2300,51 | 21-09-17 | 2318,89 | 19-09-17 | 2304,90 |
| 19-10-17 | 2300,04 | 19-10-17 | 2300,49 | 21-10-17 | 2318,89 | 19-10-17 | 2305,53 |
| 18-11-17 | 2300,04 | 18-11-17 | 2300,48 | 21-11-17 | 2318,89 | 19-11-17 | 2306,03 |
| 18-12-17 | 2300,02 | 18-12-17 | 2300,47 | 21-12-17 | 2318,86 | 19-12-17 | - |
| CUÍ | ŇA 5 | L4 | 1-3 | CUI | ÑA 6 | CUÍ | ŇA 7 |
| Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) | Fecha | Nivel (msnm) |
| 19-07-17 | 2301,18 | 05-07-17 | 2305,94 | 22-07-17 | 2305,28 | 26-07-17 | - |
| 19-08-17 | 2301,17 | 20-07-17 | 2305,97 | 22-08-17 | 2305,26 | 26-08-17 | - |
| 19-09-17 | 2301,17 | 05-08-17 | 2305,96 | 22-09-17 | 2305,24 | 26-09-17 | 2300,42 |
| 19-10-17 | 2301,17 | 20-08-17 | 2305,98 | 22-10-17 | 2305,22 | 26-10-17 | 2300,40 |
| 19-11-17 | 2301,17 | 05-09-17 | 2306,01 | 22-11-17 | 2305,18 | 28-11-17 | 2300,38 |
| 19-12-17 | 2301,16 | 20-09-17 | 2306,03 | 22-12-17 | 2305,15 | 26-12-17 | 2300,35 |
| | | 05-10-17 | 2306,06 | | | | |
| | | 20-10-17 | 2306,07 | | | | |
| | | 05-11-17 | 2306,07 | | | | |
| | | 20-11-17 | 2306,08 | | | | |
| | | 05-12-17 | 2306,11 | | | | |
| | | 20-12-17 | 2306,13 | | | | |

SQM Salar realizó mediciones del perfil de conductividad en siete de los 8 pozos listados en la Tabla 5-26. Para el pozo Cuña 7 no existe perfil de conductividad para el período reportado debido a que no se permitió el ingreso al interior de la barrera Peine. Estos perfiles se presentan en la Figura 5-337, Figura 5-341 y Figura 5-344. Los resultados son ordenados de norte a sur para cada perfil cuña.

La Figura 5-337 presenta los perfiles de conductividad eléctrica para los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3. La Figura 5-341 presenta los perfiles de conductividad eléctrica para los pozos Cuña 4, Cuña 5 y L4-3. La Figura 5-344 presenta los perfiles de conductividad eléctrica de el pozo Cuña 6. Por su parte, la **Tabla** 5-52, **Tabla** 5-53, **Tabla** 5-54, **Tabla** 5-55, **Tabla** 5-57, presentan la información tabulada.

En la figura se puede observar un descenso brusco de los niveles del pozo Cuña 4 y a pesar de las investigaciones realizadas no se logró concluir a que se debió este descenso brusco.



Al cierre de este informe el nivel se ha recuperado y mediciones del año 2018 ya muestran un nivel surgente como ha sido su comportamiento habitual.

Figura 5-57: Perfil de conductividad eléctrica en los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 a diciembre 2017

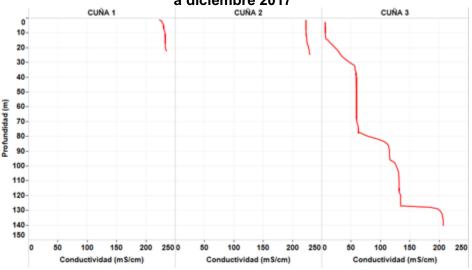


Tabla 5-52: Registro de conductividad para para el pozo Cuña 1 y Cuña 2 para diciembre de 2017 (WGS-84).

| CUÍ | ŇA 1 | CUÑ | ÍA 2 |
|-----------|------------------|-----------|------------------|
| Prof. (m) | Conduct. (ms/cm) | Prof. (m) | Conduct. (ms/cm) |
| 1 | 223 | 1,5 | 222,8 |
| 2 | 226,8 | 2 | 223 |
| 3 | 227,3 | 3 | 223 |
| 4 | 229,5 | 4 | 223 |
| 5 | 230,3 | 5 | 228,8 |
| 6 | 230,6 | 8 | 222,8 |
| 7 | 229,9 | 9 | 223 |
| 8 | 230,8 | 10 | 223,1 |
| 9 | 232,3 | 11 | 223 |
| 10 | 232,5 | 12 | 223 |
| 11 | 233,1 | 13 | 224 |
| 12 | 233,1 | 14 | 224,1 |
| 13 | 232,9 | 15 | 224,3 |
| 14 | 233 | 16 | 224,3 |
| 15 | 233 | 17 | 225,1 |
| 16 | 233 | 18 | 225,2 |
| 17 | 233 | 19 | 227,2 |
| 18 | 233,1 | 20 | 227,2 |
| 19 | 233,1 | 21 | 227,8 |



| CU | ÑA 1 | CUÑA 2 | | | |
|-----------|----------------------------|--------|------------------|--|--|
| Prof. (m) | Prof. (m) Conduct. (ms/cm) | | Conduct. (ms/cm) | | |
| 20 | 233,1 | 22 | 228,5 | | |
| 21 | 233,7 | 23 | 228,5 | | |
| 22 | 234,8 | 24 | 228,8 | | |

Tabla 5-53: Registro de conductividad para para el pozo Cuña 3 para diciembre de 2017 (WGS-84).

| Prof. (m) | Cond. |
|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| | (ms/cm) | | (ms/cm) | | (ms/cm) | | (ms/cm) |
| 3 | 5,8 | 38 | 58,26 | 73 | 61,74 | 108 | 131,4 |
| 4 | 5,77 | 39 | 58,24 | 74 | 62,25 | 109 | 131,5 |
| 5 | 5,77 | 40 | 59,26 | 75 | 62,22 | 110 | 131,7 |
| 6 | 5,76 | 41 | 59,41 | 76 | 62,26 | 111 | 131,7 |
| 7 | 5,76 | 42 | 59,4 | 77 | 62,26 | 112 | 131,7 |
| 8 | 5,76 | 43 | 59,34 | 78 | 62,23 | 113 | 131,7 |
| 9 | 5,76 | 44 | 59,37 | 79 | 72,76 | 114 | 131,7 |
| 10 | 5,76 | 45 | 59,37 | 80 | 79,24 | 115 | 131,8 |
| 11 | 6,06 | 46 | 59,37 | 81 | 88,35 | 116 | 131,8 |
| 12 | 6,3 | 47 | 59,32 | 82 | 96,29 | 117 | 131,7 |
| 13 | 6,41 | 48 | 59,34 | 83 | 103,6 | 118 | 132 |
| 14 | 6,41 | 49 | 59,35 | 84 | 107,8 | 119 | 133,5 |
| 15 | 10,56 | 50 | 59,34 | 85 | 111,3 | 120 | 134,2 |
| 16 | 12,38 | 51 | 59,31 | 86 | 113 | 121 | 134,2 |
| 17 | 14,97 | 52 | 59,29 | 87 | 114 | 122 | 134,2 |
| 18 | 17,47 | 53 | 59,29 | 88 | 114,6 | 123 | 134,2 |
| 19 | 20,16 | 54 | 59,28 | 89 | 115 | 124 | 134,2 |
| 20 | 22,43 | 55 | 59,31 | 90 | 115,2 | 125 | 134,2 |
| 21 | 24,93 | 56 | 59,32 | 91 | 115,2 | 127 | 134,2 |
| 22 | 27,28 | 57 | 59,28 | 92 | 115,3 | 128 | 185,1 |
| 23 | 29,14 | 58 | 59,28 | 93 | 115,4 | 129 | 197,5 |
| 24 | 30,48 | 59 | 59,25 | 94 | 115,5 | 130 | 200,6 |
| 25 | 32,51 | 60 | 59,28 | 95 | 115,8 | 131 | 202,7 |
| 26 | 34,67 | 61 | 59,25 | 96 | 116,4 | 132 | 204,3 |
| 27 | 37,36 | 62 | 59,23 | 97 | 121,3 | 133 | 205,5 |
| 28 | 40,61 | 63 | 59,24 | 98 | 124,5 | 134 | 205,6 |
| 29 | 43,93 | 64 | 59,24 | 99 | 125,7 | 135 | 206 |
| 30 | 47,56 | 65 | 59,25 | 100 | 126,8 | 136 | 206,8 |
| 31 | 51,11 | 66 | 59,23 | 101 | 127,7 | 137 | 206,9 |
| 32 | 55,39 | 67 | 59,23 | 102 | 128,8 | 138 | 207 |
| 33 | 56,45 | 68 | 59,23 | 103 | 129,8 | 139 | 207 |
| 34 | 56,54 | 69 | 59,21 | 104 | 130,6 | 140 | 207 |
| 35 | 56,55 | 70 | 59,43 | 105 | 130,9 | | |



| Prof. (m) | Cond. (ms/cm) |
|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|
| 36 | 57,86 | 71 | 60,04 | 106 | 131,1 | | (1110) (111) |
| 37 | 58,26 | 72 | 61,13 | 107 | 131,2 | | |

Figura 5-58: Perfil de conductividad eléctrica en los pozos Cuña 5, Cuña 4 y L4-3 a diciembre de 2017

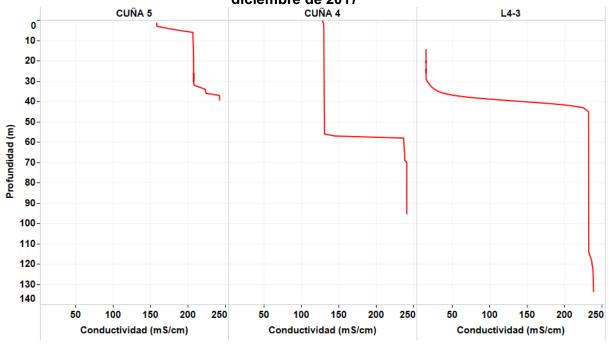


Tabla 5-54: Registro de conductividad para para el pozo Cuña 4 para diciembre de 2017 (WGS-84).

| Prof. (m) | Cond. |
|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| | (ms/cm) | | (ms/cm) | | (ms/cm) | | (ms/cm) |
| 1 | 128,5 | 26 | 128,1 | 51 | 130,6 | 76 | 241,4 |
| 2 | 129,4 | 27 | 128,1 | 52 | 130,6 | 77 | 241,4 |
| 3 | 129,7 | 28 | 128,0 | 53 | 130,6 | 78 | 241,3 |
| 4 | 129,7 | 29 | 128,0 | 54 | 130,6 | 79 | 241,4 |
| 5 | 129,7 | 30 | 127,9 | 55 | 130,6 | 80 | 241,5 |
| 6 | 129,6 | 31 | 127,8 | 56 | 130,6 | 81 | 241,5 |
| 7 | 129,5 | 32 | 127,8 | 57 | 145,1 | 82 | 241,4 |
| 8 | 129,5 | 33 | 127,8 | 58 | 236,5 | 83 | 241,4 |
| 9 | 129,5 | 34 | 127,7 | 59 | 236,7 | 84 | 241,4 |
| 10 | 129,5 | 35 | 127,6 | 60 | 236,7 | 85 | 241,4 |
| 11 | 129,4 | 36 | 127,6 | 61 | 236,8 | 86 | 241,3 |



| Prof. (m) | Cond. (ms/cm) |
|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|
| 12 | 129,4 | 37 | 127,5 | 62 | 236,9 | 87 | 241,2 |
| 13 | 129,3 | 38 | 127,5 | 63 | 237,3 | 88 | 241,2 |
| 14 | 129,3 | 39 | 127,5 | 64 | 237,3 | 89 | 241,2 |
| 15 | 129,2 | 40 | 127,5 | 65 | 237,8 | 90 | 241,2 |
| 16 | 129,1 | 41 | 127,5 | 66 | 237,8 | 91 | 241,2 |
| 17 | 129,1 | 42 | 127,5 | 67 | 237,8 | 92 | 241,0 |
| 18 | 129,0 | 43 | 127,5 | 68 | 237,9 | 93 | 241,1 |
| 19 | 128,9 | 44 | 129,1 | 69 | 237,9 | 94 | 240,6 |
| 20 | 128,8 | 45 | 129,2 | 70 | 240,6 | 95 | 240,6 |
| 21 | 128,8 | 46 | 130,3 | 71 | 241,0 | | |
| 22 | 128,6 | 47 | 130,6 | 72 | 241,2 | | |
| 23 | 128,4 | 48 | 130,6 | 73 | 241,2 | | |
| 24 | 128,4 | 49 | 130,6 | 74 | 241,3 | | |
| 25 | 128,2 | 50 | 130,6 | 75 | 241,3 | | |

Tabla 5-55: Registro de conductividad para para el pozo Cuña 5 para diciembre de 2017 (WGS-84).

| Prof. (m) | Cond. (ms/cm) |
|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|
| 2 | 158,0 | 11 | 206,8 | 20 | 207,4 | 30 | 207,4 |
| 3 | 158,3 | 12 | 206,8 | 21 | 207,4 | 31 | 207,5 |
| 4 | 172,4 | 13 | 206,9 | 22 | 207,4 | 32 | 208,1 |
| 5 | 188,2 | 14 | 207,1 | 23 | 207,4 | 34 | 222,9 |
| 6 | 206,4 | 15 | 207,1 | 24 | 207,4 | 35 | 223,5 |
| 7 | 206,5 | 16 | 207,1 | 25 | 207,4 | 36 | 223,9 |
| 8 | 206,5 | 17 | 207,2 | 26 | 207,5 | 37 | 241,9 |
| 9 | 206,5 | 18 | 207,4 | 28 | 207,5 | 38 | 242,0 |
| 10 | 206,7 | 19 | 207,4 | 29 | 207,5 | 39 | 242,0 |

Tabla 5-56: Registro de conductividad para para el pozo L4-3 para diciembre de 2017 (WGS-84).

| Prof. (m) | Cond. | Prof. (m) | Cond (mac/ons) |
|-----------|--|--|---|
| | (ms/cm) | 1101. (111) | Cond. (ms/cm) |
| 75 | 229,3 | 105 | 227,6 |
| 76 | 229,2 | 106 | 227,5 |
| 77 | 229,3 | 107 | 227,4 |
| 78 | 229,3 | 108 | 227,4 |
| 79 | 229,1 | 109 | 227,8 |
| 80 | 229,0 | 110 | 227,7 |
| 81 | 228,9 | 111 | 229,5 |
| 82 | 228,9 | 112 | 230,5 |
| 83 | 228,9 | 113 | 231,4 |
| | 76 77 78 79 80 81 82 | 75 229,3 76 229,2 77 229,3 78 229,3 79 229,1 80 229,0 81 228,9 82 228,9 | 75 229,3 105 76 229,2 106 77 229,3 107 78 229,3 108 79 229,1 109 80 229,0 110 81 228,9 111 82 228,9 112 |



| Prof. (m) | Cond. | Prof. (m) | Cond. | Prof. (m) | Cond. | Prof. (m) | Cond. (ms/cm) |
|-----------|-----------------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|---------------|
| 24 | (ms/cm) 14,5 | 54 | (ms/cm) 230,5 | 84 | (ms/cm) 228,9 | 114 | 232,2 |
| 24 | 14,5 | 55 | 230,4 | 85 | 228,7 | 115 | 233,1 |
| 26 | 14,5 | 56 | 230,4 | 86 | 228,6 | 116 | 234,0 |
| 27 | 14,5 | 57 | 230,3 | 87 | 228,6 | 117 | 235,0 |
| 28 | 14,5 | 58 | 230,2 | 88 | 228,5 | 118 | 235,7 |
| 29 | 14,5 | 59 | 230,2 | 89 | 228,5 | 119 | 236,5 |
| 30 | 16,0 | 60 | 230,1 | 90 | 228,5 | 120 | 236,5 |
| 31 | 18,1 | 61 | 230,3 | 91 | 228,4 | 121 | 237,1 |
| 32 | 20,0 | 62 | 230,0 | 92 | 228,3 | 122 | 237,7 |
| 33 | 22,4 | 63 | 230,0 | 93 | 228,3 | 123 | 238,7 |
| 34 | 25,9 | 64 | 229,9 | 94 | 228,2 | 124 | 238,9 |
| 35 | 30,4 | 65 | 229,8 | 95 | 228,2 | 125 | 238,9 |
| 36 | 38,4 | 66 | 229,9 | 96 | 228,0 | 126 | 238,8 |
| 37 | 51,6 | 67 | 229,8 | 97 | 228,0 | 127 | 238,8 |
| 38 | 73,2 | 68 | 229,6 | 98 | 227,9 | 128 | 238,8 |
| 39 | 105,1 | 69 | 229,6 | 99 | 227,8 | 129 | 238,8 |
| 40 | 142,3 | 70 | 229,5 | 100 | 227,8 | 130 | 239,2 |
| 41 | 179,8 | 71 | 229,5 | 101 | 227,7 | 131 | 238,7 |
| 42 | 207,3 | 72 | 229,5 | 102 | 227,7 | 132 | 238,6 |
| 43 | 224,6 | 73 | 229,3 | 103 | 227,6 | 133 | 238,6 |
| 44 | 231,1 | 74 | 229,3 | 104 | 227,6 | | |



Figura 5-59: Perfil de conductividad eléctrica en los pozos Cuña 7, L10-1 y Cuña 6 a diciembre 2017³⁶

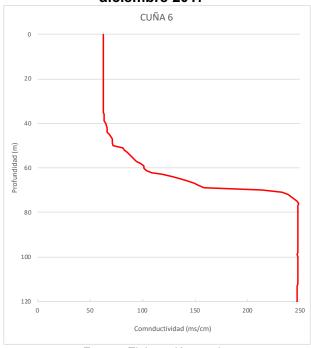


Tabla 5-57: Registro de conductividad para para el pozo Cuña 6 para diciembre de 2017 (WGS-84).

| | 2017 (₩33-04). | | | | | | | | | |
|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|---------------|--|--|--|
| Prof. (m) | Cond. (ms/cm) | Prof. (m) | Cond. (ms/cm) | Prof. (m) | Cond. (ms/cm) | Prof. (m) | Cond. (ms/cm) | | | |
| 0 | 62,9 | 34 | 62,8 | 65 | 135,5 | 95 | 248,0 | | | |
| 3 | 63,0 | 35 | 62,9 | 66 | 143,0 | 96 | 248,0 | | | |
| 6 | 62,9 | 36 | 63,3 | 67 | 149,3 | 97 | 247,9 | | | |
| 7 | 62,9 | 37 | 63,3 | 68 | 153,8 | 98 | 247,9 | | | |
| 8 | 62,9 | 38 | 63,3 | 69 | 158,8 | 99 | 247,0 | | | |
| 9 | 62,9 | 39 | 63,3 | 70 | 213,9 | 100 | 248,0 | | | |
| 10 | 62,9 | 40 | 64,9 | 71 | 232,9 | 101 | 247,8 | | | |
| 11 | 62,9 | 41 | 65,6 | 72 | 239,0 | 102 | 247,9 | | | |
| 12 | 62,8 | 42 | 66,4 | 73 | 241,4 | 103 | 247,9 | | | |
| 13 | 62,8 | 43 | 66,5 | 74 | 244,6 | 104 | 247,9 | | | |
| 14 | 62,8 | 44 | 66,7 | 75 | 247,2 | 105 | 248,0 | | | |
| 15 | 62,8 | 45 | 68,1 | 76 | 248,4 | 106 | 248,0 | | | |
| 16 | 62,8 | 46 | 69,9 | 77 | 248,2 | 107 | 247,9 | | | |
| 17 | 62,8 | 47 | 71,1 | 78 | 248,2 | 108 | 247,9 | | | |
| 18 | 62,8 | 48 | 71,5 | 79 | 248,2 | 109 | 248,0 | | | |
| 19 | 62,8 | 49 | 71,5 | 80 | 248,2 | 110 | 247,9 | | | |
| 20 | 62,8 | 50 | 72,0 | 81 | 248,2 | 111 | 247,9 | | | |

³⁶En diciembre de 2017, no hubo autorización para ingresar al interior de la Barrera Peine por lo tanto no se pudieron realizar las mediciones para los perfiles de conductividad de los pozos cuña 7 y L10-1.

"INFORME DE MONITOREO SEMESTRAL ACTUALIZADO A DICIEMBRE 2017"



| Prof. (m) | Cond. (ms/cm) | Prof. (m) | Cond. (ms/cm) | Prof. (m) | Cond. (ms/cm) | Prof. (m) | Cond. (ms/cm) |
|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|---------------|
| 21 | 62,8 | 51 | 81,7 | 82 | 248,3 | 112 | 248,0 |
| 22 | 62,8 | 52 | 83,0 | 83 | 248,2 | 113 | 247,5 |
| 23 | 62,8 | 53 | 85,8 | 84 | 248,2 | 114 | 247,2 |
| 24 | 62,8 | 54 | 88,0 | 85 | 248,1 | 115 | 247,2 |
| 25 | 62,9 | 56 | 91,8 | 86 | 248,2 | 116 | 247,2 |
| 26 | 62,8 | 57 | 94,6 | 87 | 248,2 | 117 | 247,4 |
| 27 | 62,8 | 58 | 98,4 | 88 | 248,1 | 118 | 247,2 |
| 28 | 62,8 | 59 | 101,3 | 89 | 248,0 | 119 | 247,2 |
| 29 | 62,8 | 60 | 101,5 | 90 | 248,1 | 120 | 247,1 |
| 30 | 62,8 | 61 | 103,6 | 91 | 248,0 | 121 | 247,0 |
| 31 | 62,8 | 62 | 108,7 | 92 | 248,0 | 122 | 247,0 |
| 32 | 62,8 | 63 | 118,3 | 93 | 248,0 | | |
| 33 | 62,8 | 64 | 127,7 | 94 | 248,0 | | |



6 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presenta el análisis y discusión de los resultados obtenidos durante el último semestre, en conjunto con su tendencia histórica y regional, de las mediciones del PSAH para cada uno de los sistemas ambientales.

Primero se analizará el estado del Plan de Contingencia y posteriormente se analizarán todas las variables del PSAH.

6.1 ESTADO DEL PLAN DE CONTINGENCIAS

Los únicos pozos que presentan activación del Plan de Contingencia a diciembre del 2017 son los indicados a continuación. En el ANEXO 9 se muestran los respaldos de los reportes de activación de Fase I para el segundo semestre de 2017.

- En el Sistema Soncor para la Reglilla L1-G4 se informó la activación de la Fase I durante octubre de 2017³⁷.
- En el Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Brea-Atriplex, el pozo L7-6 continúa en Fase I durante todo el segundo semestre de 2017.

6.1.1 Sistema Soncor

El Plan de Contingencia de Soncor tiene por objeto advertir, anticipar y evitar posibles afecciones sobre los objetos de protección del sistema, producto de las actividades que desarrolla SQM en la cuenca. En particular la Reglilla L1-G4 y el pozo L1-5 son los indicadores de estado para la Laguna Barros Negros por el bombeo de salmuera desde el núcleo del salar, mientras que el pozo L1-4 es el indicador de estado para la misma laguna, pero por el posible efecto generado por los pozos de agua industrial Mullay y Allana. El pozo L7-4 es el indicador de estado para la Laguna Puilar producto del Bombeo del pozo Mullay y Allana.

Los niveles observados en la Reglilla L1-G4 y el pozo L1-5, muestran un cambio de comportamiento a partir del año 2012. En la Figura 6-1 se puede apreciar este cambio no solo en los indicadores de estado, sino también en los pozos aledaños a la descarga de la laguna denominada Cola de Pez. Se observa que en este sector los niveles han perdido la marcada oscilación estacional y presentan una rápida respuesta a los eventos de lluvia en la zona. Del registro pluviométrico que se muestra de la estación de la estación de Chaxa (ver Figura 6-1), se puede ver que en este período (desde febrero 2012 hasta la actualidad) se han registrado eventos de precipitación más intensos que en los períodos anteriores. Por otro lado, se observa que estos cambios de tendencia no afectan a los niveles de la Laguna Barros Negros, los que mantienen la oscilación estacional natural del orden de 10 cm de amplitud.

۰.

³⁷ El 28 de septiembre de 2016, se reportó a la SMA la activación de la Fase I para el pozo L1-5, aumentando la frecuencia de monitoreo de mensual a quincenal para todos los pozos del sistema Soncor. El código del comprobante de Aviso es el RIA1485.



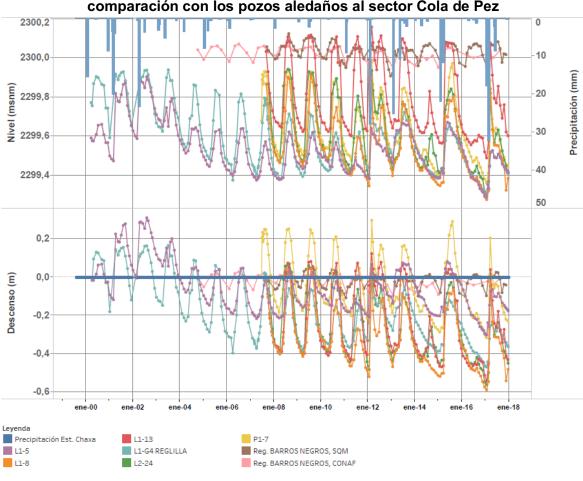


Figura 6-1: Variación histórica de niveles en la Reglilla L1-G4 y Pozo L1-5 en comparación con los pozos aledaños al sector Cola de Pez

Como se observa en la Figura 6-2, el Pozo L1-4 (junto con el L1-7), presenta los niveles más profundos en este sector. Se observa que el comportamiento del L1-4 también ha cambiado a partir de 2012; no muestra oscilación temporal y presenta una respuesta directa a los eventos de lluvia. Por otro lado, no se observa tendencia al descenso, por lo que se descarta efecto del bombeo de los pozos Mullay y Allana sobre el L1-4.



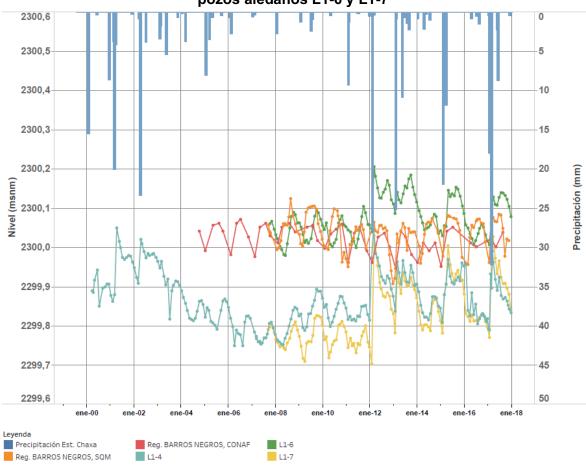


Figura 6-2: Variación histórica de niveles del Pozo L1-4 en comparación con los pozos aledaños L1-6 y L1-7

En la Figura 6-3 se puede observar que el pozo L7-4 se mantiene estable y con oscilación estacional alrededor de la cota 2.302,2 m.s.n.m. En este sector, no se observa el efecto directo de los eventos de lluvia sobre los niveles acuíferos.

Cabe señalar que, la reglilla L1-G4 se encuentran con la Fase I activada, desde el 20/10/2017.



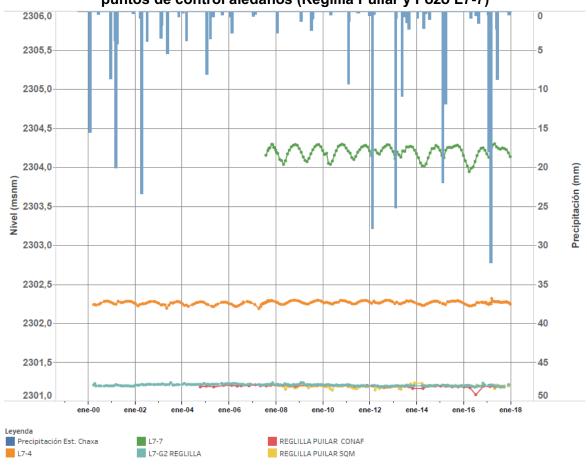


Figura 6-3: Variación histórica de niveles del Pozo L7-4 en comparación con los puntos de control aledaños (Reglilla Pullar y Pozo L7-7)

6.1.2 Sistema Aguas de Quelana

El Plan de Contingencia del Sistema Aguas de Quelana tiene por objeto advertir, anticipar y evitar posibles afecciones sobre los objetos de protección del sistema, producto de las actividades que desarrolla SQM en la cuenca, estos son, el conjunto de lagunas difusas que se encuentran en el margen Este del Salar de Atacama en el interior de la Reserva Nacional Los Flamencos, para lo cual se definieron 3 pozos de control al Oeste de estas lagunas. Los pozos: L3-9, L4-12 y L5-10 son los indicadores de estado para posibles afecciones desde el núcleo del Salar producto de la extracción de salmuera y los pozos L3-5, L4-8 y L5-8 son los indicadores de estado producto del bombeo de los pozos de agua industrial Camar-2 y Socaire-5.

En general el Sistema Aguas de Quela presenta un comportamiento estable y las oscilaciones naturales que se observan son de carácter estacional. En la Figura 6-4 se puede apreciar que los máximos niveles ocurren entre julio y octubre de cada año (período con menores tasas de evaporación). Este sistema reacciona rápidamente a las



precipitaciones mayores a 5 mm/día. No se observan una tendencia a la disminución de niveles en estos pozos.

Hasta el momento de cierre del periodo objeto de reporte de este informe, ninguno de los niveles observados en los indicadores de estado ha sobrepasado los umbrales del plan de contingencia definidos para este sistema.

-0.40 -0,30 -15 -0,20 Precipitación (mm/día) Descenso (m) -0,10 0.00 Límite Fase I: 0,10 50 Límite Fase II: 0,13 -55 0,20 60 ene-2008 ene-2009 ene-2010 ene-2011 ene-2012 ene-2013 ene-2014 ene-2015 ene-2016 ene-2017 Leyenda Precipitación - Est. Chaxa L5-10 L4-8 L3-5 L4-12 L3-9 L5-8

Figura 6-4: Variación histórica de niveles de los Pozos del Plan de Contingencia del Sistema Aguas de Quelana

Fuente: Elaboración propia.

6.1.3 Sistema Borde Este - Vegetación Hidromorfa

El sistema Vegetación Borde Este tiene 3 subsistemas. El Plan de Contingencia del Subsistema Vegetación Hidromorfa, tiene por objeto advertir, anticipar y evitar posibles afecciones que pudiera producir la explotación de los pozos de agua industrial. Los indicadores de estado de este subsistema son los pozos: L1-17, L2-4, L2-27, L3-5, L7-3 y la Reglilla L4-10.



En la Figura 6-5 se puede apreciar que los niveles en estos pozos varían estacionalmente, (máximos entre julio y noviembre y mínimos entre febrero y abril). Se observa también, que reaccionan rápidamente a las precipitaciones que ocurren en la zona.

En general los niveles se manifiestan estables. Los únicos pozos que presentan algún grado de tendencia son los pozos L2-4 y L7-3 (véase Figura 6-6). El pozo L2-4 mantiene una tasa de descenso de sus valores máximos desde el año 2007 de 6,5 milímetros/año, mientras que el pozo L7-3 para sus valores máximos mantenía esta misma tasa hasta el año 2012, posterior a esta fecha se observa un incremento en la tasa de descenso a 2 cm/año. No obstante lo anterior, no se han superdado los umbrales de fase I y II en ningún pozo del presente subsistema.

-0.50 -0,40--0,30 -0,20 Precipitación (mm/día -0,10Descenso (m) 0,00 0,10 0,20 0,30 Limite Fase I: 0,33 0.40-Limite Fase II: 0,38 50 0,50 ene-2008 ene-2009 ene-2010 ene-2011 ene-2012 ene-2013 ene-2014 ene-2015 ene-2016 ene-2017 Pozos del Plan de Contingencia (Sistema Hidromorfa) Precipitación - Est. Chaxa L2-27 ■ L7-3 L1-17 L3-5 L2-4 L4-10

Figura 6-5: Variación histórica de niveles de los Pozos del Plan de Contingencia del Sistema Borde Este – Vegetación Hidromorfa



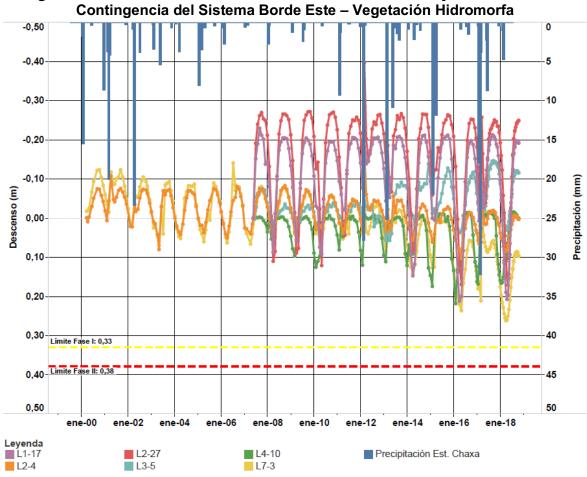


Figura 6-6: Variación histórica de niveles de los Pozos L2-4 y L7-3 del Plan de Contingencia del Sistema Borde Este – Vegetación Hidromorfa

6.1.4 Sistema Borde Este - Vegetación Brea-Atriplex

Los pozos del plan de contingencia de la Vegetación Brea-Atriplex son el L7-6, L1-3, L2-7, L2-28, L3-3, L4-17, L4-7, L9-1, L9-2, L2-25 y L7-14. El primero de ellos (L7-6), si bien no se encuentra en una zona de vegetación Brea-Atriplex, se sigue monitoreando ya que así lo definió en la RCA 226. No obstante lo anterior, con el fin de mantener el compromiso de la RCA y asegurar la verificación del estado de la variable, SQM definió el pozo L7-14 como un punto adicional, donde existe este tipo de vegetación, y lo clasificó como un nuevo pozo del PC. Lo mismo sucede con los pozos L2-7 y L4-17, que llevaron a ser complementados por los pozos L2-25 y L4-7(véase **Figura 6-7**).



Figura 6-7: Ubicación de pozos adicionales (círculos rojos) del Plan de Contingencia del subsistema Brea-Atriplex

Para poder evaluar el comportamiento de los pozos de este subsistema, se propone analizarlos separados en 2 grupos en función de las tendencias de los niveles. En el primero se agrupan todos aquellos que presentan un nivel estable en el tiempo, estos son, L2-25, L4-7, L7-14, L9-1 y L9-2, los que se muestran en la Figura 6-8. Estos pozos se encuentran más próximos a la zona marginal y de afloramiento de lagunas.

El segundo grupo contempla aquellos pozos que presentan un comportamiento de tendencia. Estos, se ubican más cercanos a la zona aluvial o directamente sobre ésta (pozo L7-6). Los pozos de este grupo son el L1-3, L2-7, L2-28, L3-3, L4-17 y L7-6.

En la Figura 6-9 se puede apreciar que, conforme a lo esperado, los niveles de los pozos L1-3, L2-7 y L7-6 tienen una tendencia lineal al descenso, con tasas de 5,7 cm/año, 4,6 cm/año y 6,8 cm/año respectivamente. Los niveles en este sector no son afectados por la



evaporación y de acuerdo a lo previsto en la evaluación ambiental, se considera que el descenso es producto de la explotación de los pozos de agua industrial.

Adicionalmente, en la misma Figura 6-9, se puede observar la tendencia de los niveles de los pozos L2-28, L3-3 y L4-17. Se observa que estos pozos estarían afectados por el bombeo de los pozos de agua industrial y por la evaporación. Considerando los valores mínimos anuales se obtienen tasas de descenso de 7,9 cm/año, 6,2 cm/año y 2,3 cm/año respectivamente.

2 del Plan de Contingencia del Sistema Borde Este – Vegetación Brea-Atriplex -0,80 -0,60-5 -0,40-10 -0,20-15 Precipitación (mm/día) 0,00 Descenso (m) 0,20 0.40 -30 Fase I: 0,50 0,60-35 0,80-40 45 Fase II 1,00 50 1,20 ene-10 ene-12 Leyenda Precipitación - Est. Chaxa L7-14 L2-25 ■ L9-1 L4-7 L9-2

Figura 6-8: Variación histórica de niveles de los Pozos L2-25, L4-7, L7-14, L9-1 y L9-2 del Plan de Contingencia del Sistema Borde Este – Vegetación Brea-Atriplex



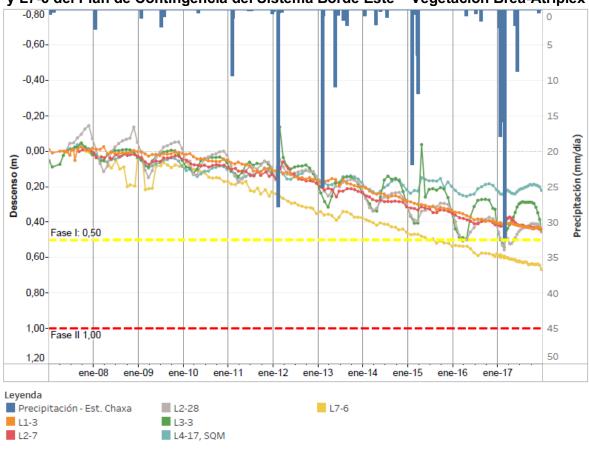


Figura 6-9: Variación histórica de niveles de los Pozos L1-3, L2-7, L2-28, L3-3, L4-17 y L7-6 del Plan de Contingencia del Sistema Borde Este – Vegetación Brea-Atriplex

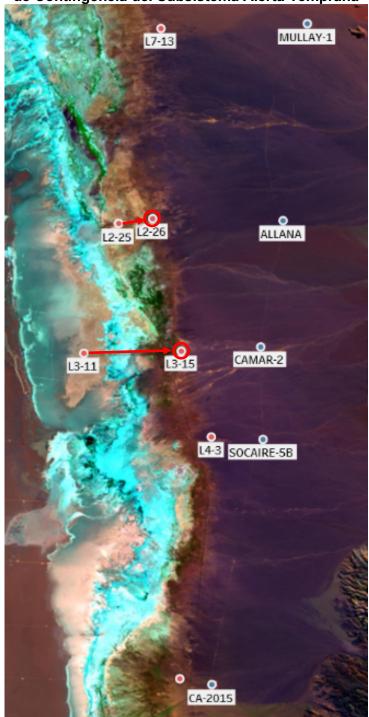
6.1.5 Sistema Borde Este - Alerta Temprana

Los pozos de este Subsistema son el L2-25, L3-11, L4-3, L7-13 y L9-1. Adicionalmente SQM añadió en forma voluntaria al PC los pozos L2-26 y L3-15, ya que se encuentran más cerca de los pozos de bombeo Allana y Camar respectivamente (véase **Figura 6-10**), a diferencia, por ejemplo, del pozo L3-11, que en caso de detectar afecciones por el bombeo del pozo Camar estos ya habrían impactado en la zona de afloramientos y lagunas.

En la Figura 6-11 se pueden observar los niveles de los pozos PC para el subsistema Alerta Temprana, en donde los niveles, y de acuerdo a lo esperado, muestran el descenso producto del bombeo de los pozos de agua industrial, a excepción del L4-3, que muestra una tendencia de ascenso de los mismos. Este comportamiento debe analizarse con más detalle, aunque no supone ningún riesgo para el buen seguimiento del PC. A la fecha de cierre de este informe (diciembre 2017) ningún pozo ha activado la Fase II del PC.



Figura 6-10: Ubicación geográfica de pozos de adicionales (círculos rojos) al Plan de Contingencia del Subsistema Alerta Temprana





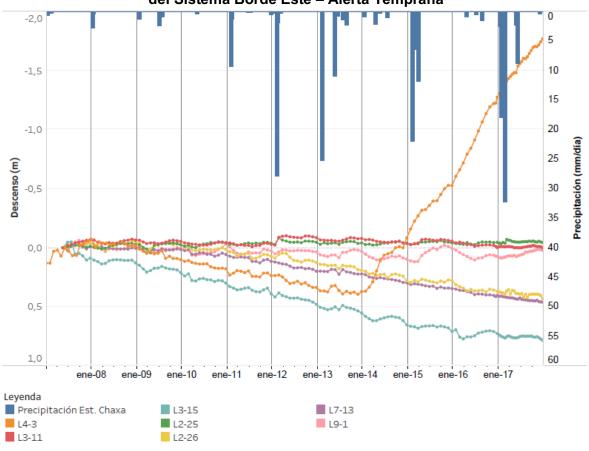


Figura 6-11: Variación histórica de niveles de los pozos del Plan de Contingencia del Sistema Borde Este – Alerta Temprana

6.2 MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO

6.2.1 Sistema Soncor

6.2.1.1 Niveles de agua subterránea

6.2.1.1.1 Pozos en zona aluvial

En la **Figura 6-12** se muestra la ubicación de los pozos del Sistema Soncor de la zona aluvial, y además los pozos del sistema Borde Este L7-13, L7-15 y L2-26.

En septiembre de 2008, los pozos Mullay-1 y Allana iniciaron el bombeo de agua, lo que produjo un cambio en la tendencia (de acuerdo a lo esperado), sobre los niveles observados en algunos pozos de la zona aluvial (véase Figura 6-13).

El nivel dinámico observado en el pozo de bombeo de agua industrial Allana refleja que llegó a un nivel de estabilización, mientras que el pozo Mullay-1 presenta aun un descenso sin estabilización (4,5 cm/año). La estabilización del pozo Allana aún no se ve reflejada en los pozos aledaños.



En la **Figura 6-14** se muestra el descenso de los pozos ubicados en el sector (ver ubicación **Figura 6-12**). Todos muestran un descenso de los niveles a partir del inicio del bombeo de los pozos de agua industrial. Se puede observar el descenso acumulado desde mayo del 2007 a la fecha, del orden de 40 cm para los pozos L1-3, L2-7, L2-26 y L7-13, hasta los 160 cm (apróx.) para el pozo L7-15 y 140 cm (apróx.) para el pozo L1-1, dependiendo de la cercanía al pozo de bombeo.

74288 7427K 121 7426K 17.2 7425K 7424K 7423K 17.13 17.5 7422K 7421K 7420K 0 7419K n e os Sis 7418K 7417K 7416K 7415K ALLANA 7414K 7413K 7412K

Figura 6-12: Ubicación geográfica de pozos del Sistema Soncor (Zona Aluvial)

Fuente: Elaboración propia.

591K 592K 593K 594K 595K 596K 597K 598K 599K 600K 601K 602K 603K 604K 605K 606K



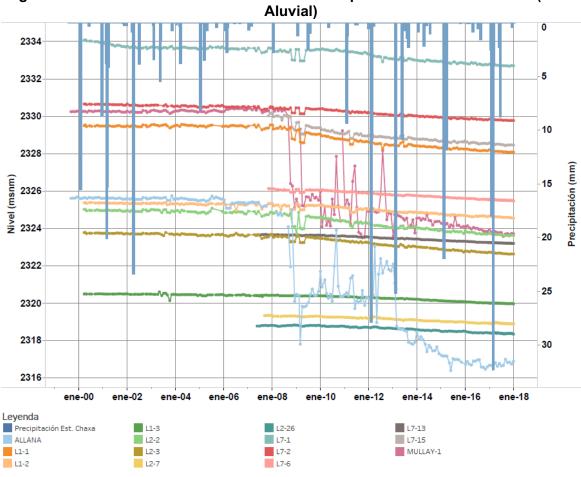


Figura 6-13: Variación histórica de niveles de los pozos del Sistema Soncor (Zona Aluvial)



Zona Aluvial - Soncor 0.2 0,0 -0.2 -0.4-0.6 -1,0 -1.2 -1,4-1.6 ene-2008 ene-2009 ene-2010 ene-2011 ene-2012 ene-2013 ene-2014 ene-2015 ene-2016 ene-2017 ene-2018 Fecha Medición Leyenda L7-13 L2-3 12-26 L7-2 I 1-1 L1-3 L7-15 11-2 12-2 12-7 17-1 L7-6 Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-14: Descenso histórico de niveles de los pozos del Sistema Soncor (Zona Aluvial)

6.2.1.1.2 Pozos en zona marginal

La ubicación geográfica de los pozos de la zona marginal se muestra en la **Figura 6-15**. Para analizar este sector, dada la extensión del Sistema Soncor y de sus diversos comportamientos, es necesario subdividirlo en subsectores.

En el subsector Puilar, los niveles se han mantenido estables desde el inicio del monitoreo (Figura 6-16), salvo el pozo L7-3, donde se observa un descenso (acumulado) de 17 cm aproximadamente, esto principalmente porque este pozo se encuentra próximo a la zona aluvial, por efecto del bombeo de agua industrial. Los pozos 1027, L7-3, L2-4 presentan un comportamiento oscilatorio producto de la estacionalidad de la evaporación inviernoverano, sin tendencia.

En el subsector Este de las lagunas Chaxa y Barros Negros, se puede observar que los niveles tienen fuerte influencia producto de las precipitaciones y sin tendencia al descenso (véase Figura 6-17), a partir de esto, es posible asumir que el bombeo de los pozos de agua industrial no genera efectos sobre este subsector.



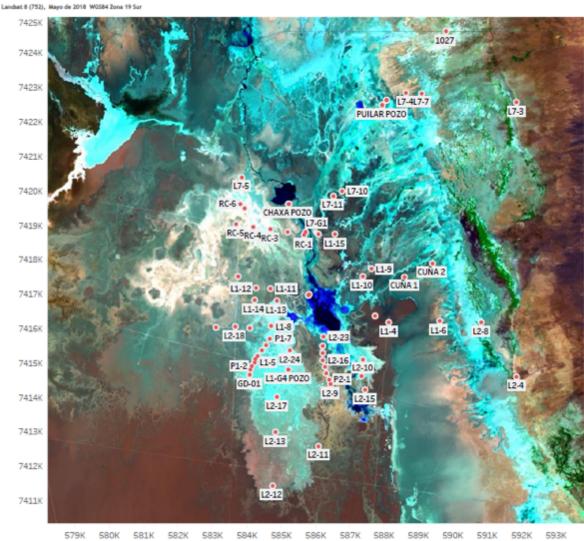


Figura 6-15: Ubicación geográfica de pozos del Sistema Soncor (Zona Marginal)



Figura 6-16: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del sector de Puilar (Zona Aluvial)

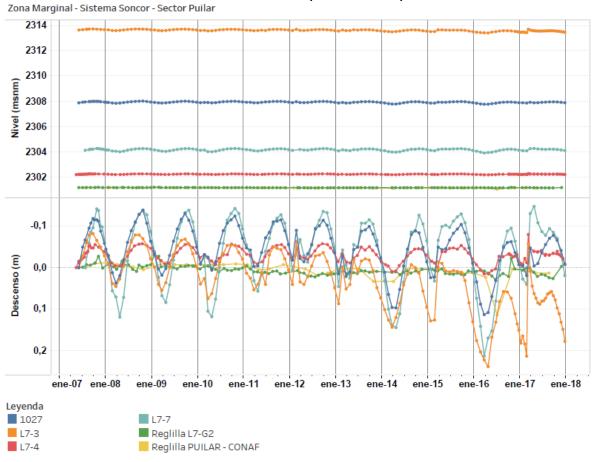
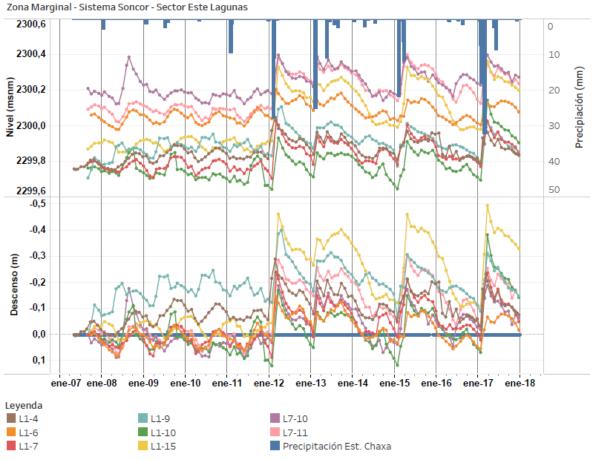




Figura 6-17: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del sector Este de las Lagunas Chaxa y Barros Negros (Zona Marginal)



Un tercer subsector a analizar es el Oeste y Sur de la laguna Chaxa. En la **Figura 6-18** se muestran los niveles medidos y los descensos observados en este subsector. En términos generales se observa que los niveles se han mantenido estables, sin tendencia, con una oscilación estacional típica producto de la evaporación.



Zona Marginal - Sistema Soncor - Sector Oeste y Sur de Laguna Chaxa 2300,4 5 2300,2 10 Precipiación (mm) 2300,0 15 2299.8 20 2299.6 25 2299.4 2299,2 -0,4 -0,3 -0,2 Jescenso (m) -0,1 0,0 0,1 0,2 0.3 ene-07 ene-08 ene-10 ene-12 ene-13 ene-14 ene-15 ene-09 ene-11 ene-16 Leyenda Precipitación Est. Chaxa L7-12 RC-3 RC-6 Reglilla L7-G1 RC-1 RC-4 RC-7 RC-2 RC-5 L7-5

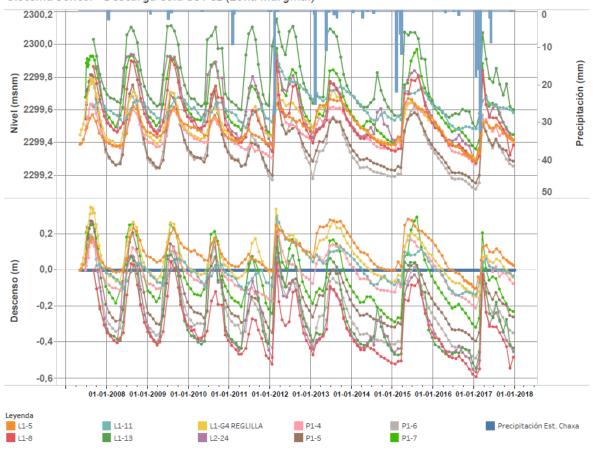
Figura 6-18: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del sector Oeste y Sur de la Laguna Chaxa (Zona Marginal)

Otro subsector es el denominado Descarga Cola de Pez, al Oeste de la Laguna Barros Negros. Se trata de un subsector regido por los eventos de desbordes desde el cuerpo principal de la laguna sobre esta área. En la **Figura 6-19** se muestran los niveles medidos y los descensos calculados para los pozos presentes en este sector. Tal como se mencionó en el análisis efectuado con motivo de los pozos representativos del Plan de Contiengencias, se observa como todo este grupo de pozos presenta un cambio en el patrón a partir de febrero de 2012. Previa a esta fecha, todos los pozos se mostraban con una variación estacional (anual) muy regular y sin tendencia de descenso, sin embargo, a partir de febrero 2012 se observa una pérdida de la oscilación estacional regular y se muestra más influenciado por los eventos de precipitación. Se observa que los pozos, en la medida que se alejan de la zona de desborde de Cola de Pez, reproducen de forma más débil ascensos de nivel producto de la descarga de la laguna hacia este sector. Se muestra también, que los desbordes han ido disminuyendo con el tiempo, en estrecha relación con el descenso en los niveles de este sector.



Figura 6-19: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del sector Descarga Cola de Pez (Zona Marginal)

Sistema Soncor - Descarga Cola de Pez (Zona Marginal)



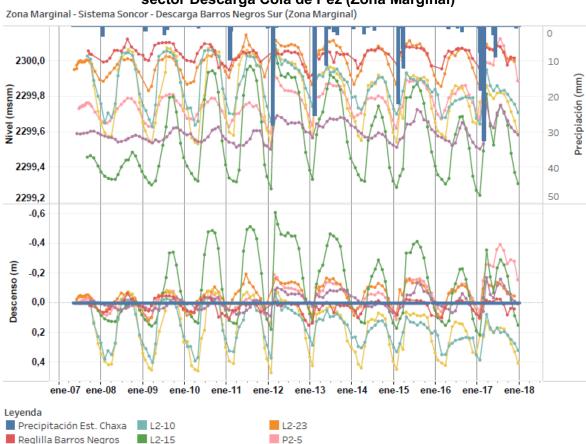
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en el subsector correspondiente al Desborde Sur de la Laguna Barros Negros, se observan cambios geomorfológicos naturales importantes en los últimos años. Los desbordes desde la laguna de Barros Negros hacia este sector presentan una tendencia al aumento, a partir de lo cual es posible señalar que existe un cambio en la dinámica de los desbordes de la Laguna Barros Negros que han generado consecuentemente modificaciones en los niveles en el sector.



L2-5

Figura 6-20: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del sector Descarga Cola de Pez (Zona Marginal)



Fuente: Elaboración propia.

El resto de los pozos de la zona marginal, tienen un comportamiento mixto entre pozos de salmuera (pozos del núcleo salino) y zona marginal, con ascensos y descenso producto de la evaporación, con una tendencia al descenso leve sostenido a lo largo del tiempo, de acuerdo a lo esperado, producto del bombeo de salmuera y ascensos bruscos producto de las precipitaciones.

6.2.1.1.3 Pozos en zona núcleo

L2-21

El comportamiento observado en los pozos núcleo, reflejan el efecto de extracción de salmuera. En la **Figura 6-21** se puede ver la ubicación de estos pozos mientras que en la **Figura 6-22** se puede ver la variación de niveles histórica desde el año 2007.

Se puede apreciar el efecto de la disminución de la explotación desde el sector SOP el año 2009, que produjo un ascenso de los niveles de salmuera, así como la influencia de las precipitaciones los años 2012, 2013, 2015 y 2017 en donde se aprecian bruscos ascensos de nivel.



Se observa que, conforme a lo esperado, la tendencia general de los niveles en el sector es al descenso.

7417K 7416K 7415K L2-20 7414K SOPM-14 7413K 7412K SOPM-7 (L2-6) 7411K 12-14 7410K 579K 580K 581K 582K 583K 584K 585K 586K 587K

Figura 6-21: Ubicación geográfica de pozos del Sistema Soncor (Zona Núcleo)

Fuente: Elaboración propia.



Zona Salmuera - Sistema Soncor (Núcleo Salino) 2299,3 2299,2 10 Precipiación (mm) 2299,1 2299,0 2298,9 2298.9 40 2298,8 50 0,0 Descenso (m) 0,1 0,2 0,3 0,4 ene-07 ene-08 ene-09 ene-10 ene-11 ene-12 ene-13 ene-14 ene-15 ene-16 ene-17 Leyenda Precipitación Est. Chaxa SOPM-14 SOPM-7 (L2-6) L2-20 SOPM-13 L2-14

Figura 6-22: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Soncor del sector Descarga Cola de Pez (Zona Marginal)

6.2.1.2 Niveles de agua superficial

Como se observa en la **Figura 6-23**, los niveles de las aguas superficiales registrados en las reglillas presentan oscilaciones estacionales, ligadas a la evaporación y al flujo de ingreso de aguas a las lagunas a través del canal Burro Muerto ya sea aguas arriba de la Laguna Chaxa (Reglilla Burro Muerto) o entre la Laguna Chaxa y Barros Negros (Reglilla L7-G1). Esto también se observa en las reglillas aguas arriba de la Laguna Puilar (L7-G2).

En la reglilla L7-G1 se observa un marcado comportamiento oscilatorio estacional desde el invierno del año 2009, el cual se mantiene hasta el año 2017 con una tendencia ascendente. Como se indicó anteriormente, los niveles de la reglilla muestran niveles máximos similares a los registrados en la Reglilla de Chaxa.



Aguas Superficiales - Sistema Soncor (Zona Marginal) 2302,0 2301,5 10 2301,0 E 2300,5 2300,5 2300,0 Precipiación (mm) 20 30 40 2299,5 2299,0 50 -0,2 -0,1 Descenso (m) 0,0 0,1 0,2 ene-07 ene-08 ene-10 ene-09 ene-11 ene-12 ene-13 ene-14 ene-15 ene-16 ene-17 Leyenda Precipitación Est. Chaxa Reglilla Burro Muerto - CONAF Reglilla L7-G1 Reglilla Burro Muerto - SQM L11-G1 Reglilla L7-G2

Figura 6-23: Niveles y descensos histórico de las aguas superficiales del Sistema Sonco (Zona Marginal)

6.2.1.3 Evolución del nivel lacustre

Los niveles de las lagunas (véase Figura 6-24) se mantienen dentro de su registro histórico, sin tendencia. También se puede observar que las precipitaciones no generan efecto sobre el nivel de las lagunas.



Zona Marginal - Sistema Soncor (Niveles Superficiales) 2302,5 2302,0 10 2301,5 2301,0 2300,5 Precipiación (mm) 30 2300,0 2299,5 50 -0,10-0,05 Descenso (m) 0,00 0,05 0,10 0,15 ene-05 ene-06 ene-07 ene-08 ene-09 ene-10 ene-11 ene-12 ene-13 ene-14 ene-15 ene-16 ene-17 Leyenda Precipitación Est. Chaxa Reglilla Puilar - SQM Reglilla Chaxa - SQM Reglilla Barros Negros - SQM Reglilla Puilar - CONAF Reglilla Chaxa - CONAF Reglilla Barros Negros - CONAF Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-24: Niveles y descensos histórico de las lagunas del Sistema Soncor (Zona Marginal)

6.2.1.4 Meteorología

La estación meteorológica Chaxa refleja en su registro de precipitación un cambio en las tendencias regionales de la cuenca; entre los años 2000-2003 se considera un período húmedo ya que se registró un promedio de 3,6 mm mensual. El siguiente período, entre 2003 y 2012 se registraron pocos eventos de lluvia, dando lugar a un promedio de 0,66 mm mensuales, por lo que se considera una época seca. A partir de febrero 2012 se observa un incremento en la precipitación registrada, alcanzando un máximo histórico de 32,3 mm el día 25 de febrero de 2017. Durante este periodo se han registrado varios eventos de lluvia intensos, obteniendo un promedio de 3,7 mm mensuales, por lo que se puede considerar que actualmente se encuentra en una época húmeda.

Para la evaporación, velocidad del viento y temperatura se observa un comportamiento oscilatorio característico, dado por la estacionalidad, sin tendencia.

6.2.1.5 Nivel en pozos de bombeo de agua industrial y caudal bombeado

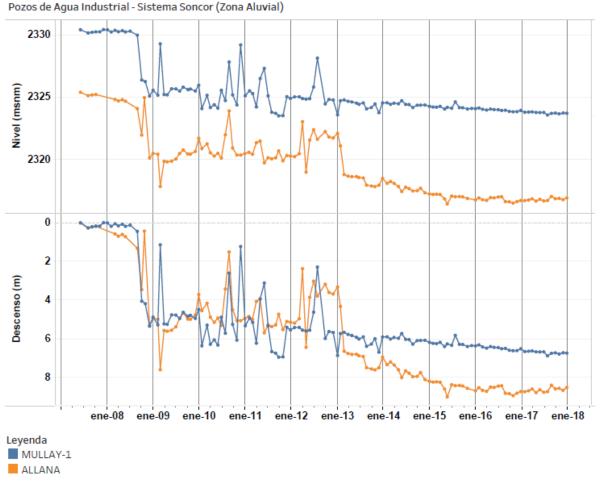
Los pozos de bombeo de agua industrial ubicados frente al sistema Soncor (Mullay 1 y Allana) iniciaron sus operaciones el día 15 de septiembre de 2008. Ambos pozos han bombeado caudales menores a los derechos otorgados y autorizados ambientalmente (40



L/s en cada uno) desde su puesta en operación y sus niveles se han comportado de acuerdo a lo esperado.

Como se observa en **Figura 6-25**, el pozo Mullay mantiene una tasa de descenso del orden de 20 cm al año, mientras que el pozo Allana muestra un nivel dinámico estabilizado. El descenso acumulado desde el inicio de la operación es de 6,7 m y 8,5 m para los pozos Mullay y Allana respectivamente

Figura 6-25: Niveles y descensos histórico de los pozos de Agua Industrial del Sistema Sonco (Zona Aluvial)



Fuente: Elaboración propia.

6.2.1.6 Calidad Química

Respecto de la calidad química del agua, tanto en pozos de monitoreo como en las lagunas, no se observa cambios respecto la tendencia histórica. A modo de ejemplo, en la **Figura 6-26** se muestra correlación de la densidad medida en laboratorio versus la medida en terreno.



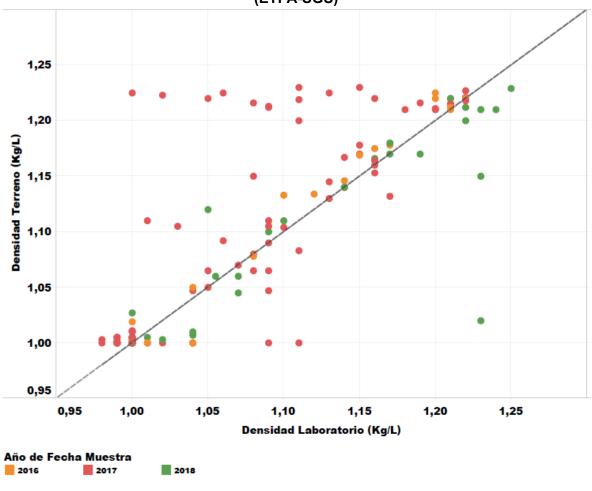


Figura 6-26: Correlación entre densidad de campo (SQM) y densidad de laboratorio (ETFA-SGS)

6.2.1.7 Aforos

Los caudales medidos en Barros Negros y Puente San Luis son consistentes con los valores históricos. Sin embargo, en el verano de 2017 se observa un aumento de los caudales, probablemente asociado a las precipitaciones que ocurrieron en este periodo.

De manera particular se puede apreciar nuevamente el comportamiento oscilatorio del Puente San Luis, después de la reparación del desborde (2013), lo que reflejaría que efectivamente la estación está midiendo correctamente, incluso alcanzando a registrar las aportaciones del primer semestre del 2015. Adicionalmente se puede apreciar un ligero descenso en los caudales de esta estación de aforo durante el 2016, esto podría ser por la disminución de precipitaciones durante este año. En 2017 se observa un aumento debido a las precipitaciones ocurridas durante el verano.



6.2.2 Sistema Aguas de Quelana

6.2.2.1 Niveles de agua subterráneas

En la **Figura 6-27** se muestra la ubicación geográfica de los pozos del Sistema Aguas de Quelana. El principal objetivo de estos pozos es observar el eventual efecto de las operaciones de los pozos de agua industrial Camar-2 y Socaire, así como el efecto de la explotación de salmuera en el nucleo sobre las lagunas difusas y dispersas del sistema Aguas de Quelana.

El análisis contempla subdividir los pozos en aquellos que se encuentran en la zona aluvial, los más próximos y aguas abajo de los pozos de bombeo de agua industrial, la zona marginal al Este y Oeste de las lagunas dispersas y la zona núcleo.

Adicionalmente se consideran los pozos del Sistema Borde Este cercanos a este sistema, con el fin de desarrollar un análisis global.

7412K Aguas de Quel 7411X L13-7 L13-6 L13-5 de Quel 74108 74098 SOPM-8 (L3-4) Aguas de Quel UTM NORTE 74079 Borde Este – A 7406K L4-16 46 7405) 7404K 15-1415-1215-9 G 7403X

Figura 6-27: Ubicación geográfica de pozos de agua subterránea del Sistema Aguas de Quelana

Fuente: Elaboración propia.

UTM ESTE

594K

595K

596K

597K

592K

6.2.2.1.1 Pozos en zona aluvial

587K

SRRK

589K

590K

591K

7402K

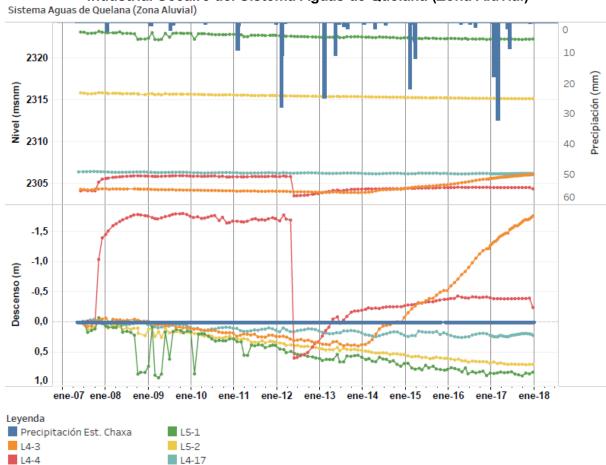
SREK

Los niveles en esta zona reaccionan al bombeo de los pozos de agua industrial de acuerdo a lo esperado. En la **Figura 6-28** se pueden observar los niveles de los pozos ubicados en torno al pozo Socaire. Estos niveles no presentan variaciones producto de las precipitaciones,



además de que los pozos L5-1 y L5-2 tienen tendencias al descenso con tasas de 4,5 cm/año aproximadamente, durante los 2 últimos años. El pozo L4-4 no muestra una tendencia al ascenso después de que este sufriera un golpe por terceros, lo que se reportó en el Informe 11 del PSAH, mostrando un nuevo nivel estático.

Figura 6-28: Niveles y descensos histórico de los pozos aledaños al Pozos de Agua Industrial Socaire del Sistema Aguas de Quelana (Zona Aluvial)



Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 6-29** se pueden observar los niveles de los pozos ubicados en torno al pozo Camar-2. Conforme a lo esperado, estos niveles muestras descensos producto del bombeo del pozo de agua industrial y ascenso cuando este deja de operar.



Sistema Aguas de Quelana (Zona Aluvial) 2324 10 2322 Nivel (msnm) 2320 30 2318 40 50 2316 60 0.0 0,5 Descenso (m) 1,0 1,5 2,0 ene-11 ene-12 ene-13 ene-14 ene-15 ene-16 ene-07 ene-08 ene-09 ene-10 ene-17 Levenda Precipitación Est. Chaxa L3-16 L3-2

Figura 6-29: Niveles y descensos histórico de los pozos aledaños al Pozos de Agua Industrial Camar-2 del Sistema Aguas de Quelana (Zona Aluvial)

6.2.2.1.2 Pozos en zona marginal

L3-15

Los pozos al Este de las lagunas dispersas de Aguas de Quelana, en la zona marginal, presentan, en términos generales, un comportamiento de nivel oscilatorio estacional. Como se puede observar en la **Figura 6-30** y la **Figura 6-31** aquellos pozos más cercanos a la zona aluvial, como son el L3-3, L13-1, L14-1 y L5-6 tienen tendencia al descenso, posiblemente debido a la influencia de los pozos de bombeo de agua industrial. El resto de los pozos del margen Este no presentan una tendencia, esto último es un indicador que las lagunas dispersas no están siendo afectadas por el bombeo de los Pozos de Agua Industrial.

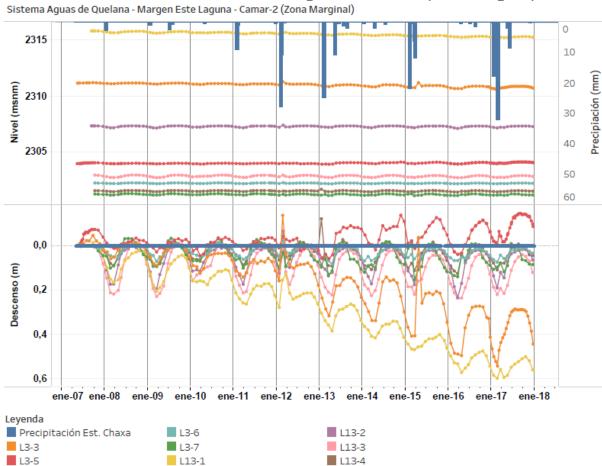
Los pozos que se encuentran al margen Oeste de las lagunas tienen un comportamiento mixto, entre zona marginal y zona núcleo (véase **Figura 6-32**). Aquellos que se encuentran más alejados a las lagunas, como son los pozos GD-02, L4-5, L3-14 y L13-7, muestran el efecto de las precipitaciones, característico de los pozos de la zona Núcleo. La zona lagunar difusa se mantiene estable en el tiempo.

En general, los pozos emplazados en este sector presentan un claro comportamiento estacional y sin grandes variaciones en sus niveles. No se observan tendencias o descensos



importantes, salvo en los pozos cercanos a los pozos de bombeo de agua industrial, todo esto de acuerdo a lo esperado.

Figura 6-30: Niveles y descensos histórico de los pozos aledaños al Pozos de Agua Industrial Camar-2 del Sistema Aguas de Quelana (Zona Marginal)



Fuente: Elaboración propia.



Figura 6-31: Niveles y descensos histórico de los pozos aledaños al Pozos de Agua Industrial Socaire del Sistema Aguas de Quelana (Zona Marginal) Sistema Aguas de Quelana - Margen Este Laguna - Socaire 5 (Zona Marginal)

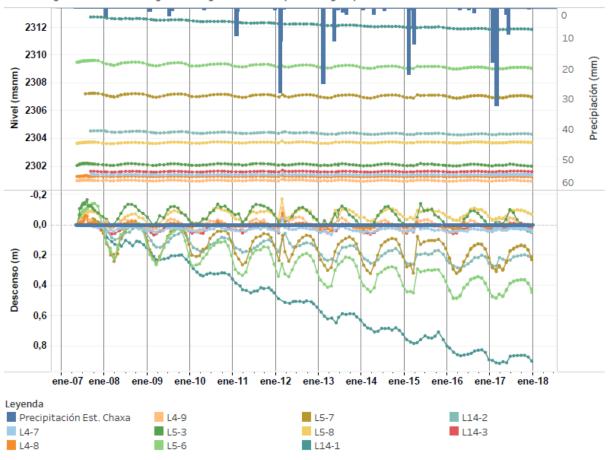
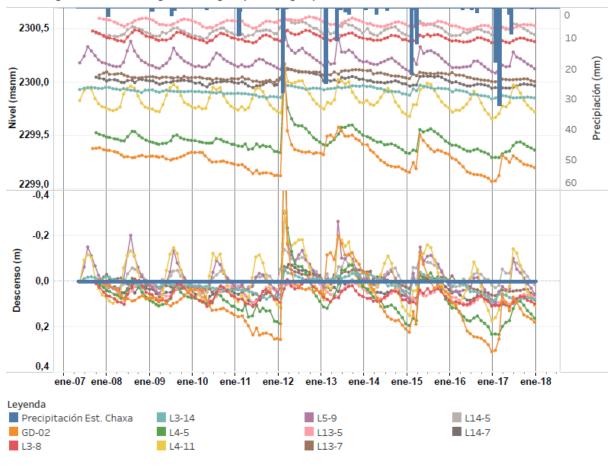




Figura 6-32: Niveles y descensos histórico del Sistema Aguas de Quelana, margen Oeste de lagunas difusas (Zona Marginal)

Sistema Aguas de Quelana - Margen Oeste Laguna (Zona Marginal)



Fuente: Elaboración propia.

6.2.2.1.3 Pozos en el sector del núcleo

En general, los niveles en los pozos de este sector muestran una tendencia al descenso leve, de acuerdo a lo esperado y responden claramente a los eventos intensos de precipitación (de 20 mm, o más) con ascensos bruscos. Producto de las lluvias de febrero 2012, se observan ascensos superiores a los 20 cm, incluso cercanos a los 100 cm (pozo L5-4). Las precipitaciones del verano de 2017 provocaron un aumento aproximado de 20 centímetros en los niveles de esta zona (véase **Figura 6-33**).



Sistema Aguas de Quelana - Sector núcleo 2300,0 10 2299,8 2299,6 E 2299,4 2299,2 20 30 40 2299,0 50 2298,8 60 -0,6 -0,4 Descenso (m) -0,2 0,0 0,2 0,4 ene-07 ene-08 ene-09 ene-10 ene-11 ene-12 ene-13 ene-14 ene-15 ene-16 Leyenda Precipitación Est. Chaxa L5-4 D-2 SOPM-8 (L3-4) SOPM-9 L4-6

Figura 6-33: Niveles y descensos histórico de los pozos núcleo Sistema Aguas de Quelana

6.2.2.2 Niveles de agua superficial

En las reglillas de medición de nivel de agua superficial de este sector, se aprecia en general un comportamiento estacional estable, sin tendencia (ver **Figura 6-34**).



Sistema Aguas de Quelana - Agua Superficial 2300,8 2300,7 (msu) 2300,6 2300,5 2300,4 0,00 0,05 Descenso (m) 0,10 0,15 0,20 ene-01 ene-03 ene-05 ene-09 ene-13 ene-15 ene-17 Leyenda L4-10 Reglilla L5-G3

Figura 6-34: Niveles y descensos histórico de las aguas superficiales del Sistema Aguas de Quelana

6.2.2.3 Nivel en pozos de bombeo de agua industrial y caudal bombeado

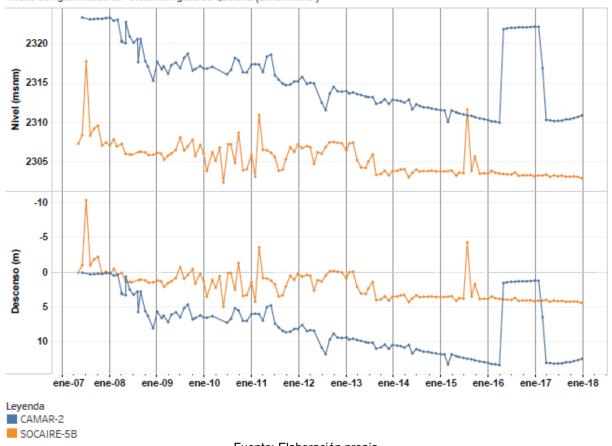
En la **Figura 6-35** se observa una tendencia a la estabilización del nivel dinámico del pozo Socaire-5, con una tasa de descenso de 1,6 cm/mes. Además, se observa la recuperación de los niveles del pozo Camar-2 durante la detención de las operaciones de este pozo entre abril del 2016 y enero del 2017, llegando a niveles similares a los observados al inicio de la operación durante el año 2008.

Los caudales de agua industrial que se extraen desde los pozos Camar-2 y Socaire-5 no han sobrepasado los derechos de aprovechamiento otorgados y autorizados ambientalmente, por un caudal de 60 y 65 L/s respectivamente.



Figura 6-35: Niveles y descensos histórico de los pozos de agua industrial del Sistema Aguas de Quelana

Pozos de Agua Industrial - Sistema Aguas de Quelana (Zona Aluvial)



Fuente: Elaboración propia.

6.2.2.4 Calidad química

Se observan valores relativamente estables en los parámetros analizados, tanto en los pozos monitoreados como en los cuerpos superficiales (Reglilla L4-10).

Al observar los resultados del pozo Camar-2, se puede apreciar que algunos parámetros salen de la tendencia, esto se debe al aumento de las concentraciones de algunos parámetros debido a que este pozo no se encontraba operando.

6.2.3 Sistema Peine

A continuación se analiza el comportamiento de los niveles observados en los pozos aledaños a las lagunas Salada, Saladita e Interna. Cabe recordar que esta última unidad corresponde al desborde terminal de este sistema de lagunas y por lo tanto, presenta un comportamiento errático distinto de un cuerpo lagunar estable..

En la **Figura 6-36** se puede observar la clasificación de los pozos según su ubicación geográfica y el comportamiento de los niveles. La primera zona es el aluvial, en donde se encuentran los pozos L10-1 y Cuña 6, ubicados en la zona distal del abanico aluvial de Peine. La segunda zona es la marginal y muestra un comportamiento de niveles mixto, con recargas de la zona aluvial y efectos de descenso producto del bombeo de salmuera del núcleo. Finalmente, la tercera zona en la zona núcleo, en donde los niveles presentan descensos y



rápidos ascensos producto de las precipitaciones, además no se observa ascenso de niveles por recarga de flujos sub-superficiales.

7392K 2018 73908 7389K L10-17 7387K Sistema Peine – Aluvial UTM NORTE Sistema 7383K 73829 Sistema Peine 7381K 73808 7379 576K 577K 578K 579K 580K 581K 582K 583K 584K 587K 589K 590K 591K 592K 593K 594K 595K 596K 597K UTM ESTE

Figura 6-36: Ubicación geográfica de pozos de agua subterránea del Sistema Peine

Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.1 Niveles de agua subterráneos

6.2.3.1.1 Pozos en zona aluvial

En la Figura 6-37 se puede observar niveles con ascensos y descenso estacionales. El pozo Cuña 6 tuvo un ascenso de sus niveles hasta mediados del año 2009, debido a que este pozo estaría midiendo un acuífero semi confinado, posterior a esto se ha mantenido estable con oscilaciones regulares de 20 cm aproximadamente por la variación de la evaporación interanual. El pozo L10-1 también estaría presentando niveles con semi-confinamiento, ya que además de los ciclos invierno-verano se puede observar un ascenso continuo en el tiempo.



Sistema Peine - Aluvial 2305,6 10 2305,4 Mixel (msna 2305,2 20 30 2305,0 50 2304,8 60 -0,4 -0,2 Descenso (m) 0,0 0,2 0,4 0,6 ene-07 ene-08 ene-10 ene-11 ene-12 ene-13 ene-14 ene-15 ene-16 ene-17 Leyenda Precipitación Est. Chaxa CUÑA 6 L10-1

Figura 6-37: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Peine (Zona Aluvial)

6.2.3.1.2 Pozos en zona marginal

En la Figura 6-38 se muestran los niveles medidos y descensos calculado para los pozos en este sector. Los pozos en este sector presentan un comportamiento mixto entre zona aluvial y zona núcleo.



Sistema Peine - Zona Margina/ (Influencia Bombeo) 2301,0 2300,8 10 2300,6 Precipiación (mm) 2300,6 E 2300,4 2300,2 40 2300,0 50 2299,8 60 -0,2 -0,1 Descenso (m) 0,0 0,1 0,2 0,3 ene-07 ene-08 ene-09 ene-10 ene-11 ene-12 ene-13 ene-14 ene-15 ene-16 Leyenda Precipitación Est. Chaxa L10-2 L10-4 L10-10 CUÑA 7 L10-3 L10-9 Fuente: Elaboración propia.

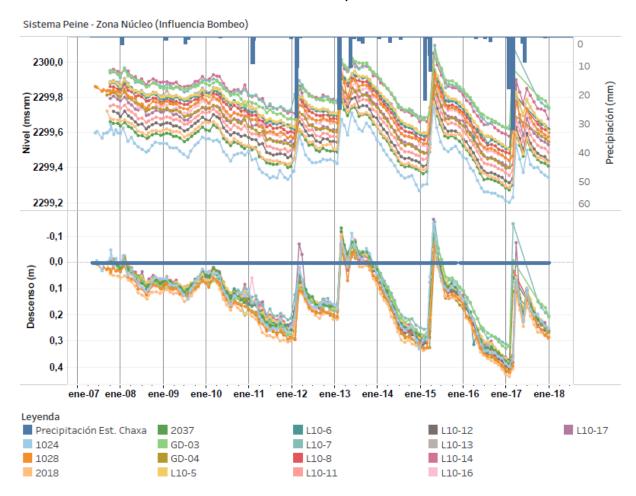
Figura 6-38: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Peine (Zona Marginal)

6.2.3.1.3 Pozos en el sector del núcleo

Los pozos de este sistema presentan un comportamiento típico de descenso por el efecto de la extracción de salmuera, con respuesta rápida y brusca a los eventos de precipitación intensos (véase Figura 6-39).



Figura 6-39: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Peine (Zona Núcleo)



6.2.3.2 Nivel de agua superficial en las lagunas

Los niveles registrados en las lagunas son, en general, estables, sin tendencia.

6.2.3.3 Calidad química

Respecto de la calidad química, en términos generales se observan valores estables en los parámetros analizados. En algunos puntos se observa un comportamiento estacional, con aumentos en la concentración en verano y disminución en invierno, ratificando el efecto que tiene la evaporación sobre los cuerpos de agua de este sistema (lagunas Salada, Saladita e Interna).

6.2.3.4 Aforos

Las mediciones en general que se realizan en este sistema se han mantenido estables históricamente, lo que permite suponer que no existen cambios en el comportamiento de la escorrentía superficial que se registra. Cabe recordar que, a partir de febrero de 2017 no ha sido posible medir en estos puntos debido a la prohibición de acceso al sector por parte de la Comunidad de Peine.



6.2.3.5 Evolución de la superficie de los sistemas lacustres

En este informe no corresponde reportar información relacionada a las superficies lacustres.

6.2.4 Sistema Vegetación Borde Este

En este Sistema se observa el comportamiento de los niveles orientado a la protección de la vegetación, considerando que ésta, en el Borde Este de la cuenca, alcanza la zona subsaturada del acuífero.

6.2.4.1 Niveles de agua subterráneos

En el análisis realizado en los capítulos anteriores, tanto para el Sistema Soncor como el Sistema Aguas de Quelana, se ha considerado el análisis de parte de los pozos del Borde Este dado que se encuentran emplazados en el mismo sector, los cuales son representativos del comportamiento general del sistema.

Estos pozos también se dividen según se encuentren en la zona aluvial y marginal y se ha observado que mantienen los comportamientos descrito para estas zonas.

6.2.4.2 Calidad química

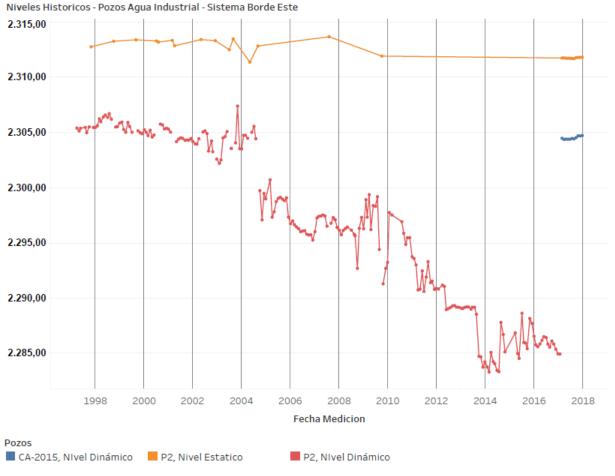
Respecto de la calidad química del pozo P-2 y CA-2015, en términos generales, se observan valores estables en los parámetros analizados.

6.2.4.3 Nivel en pozo de bombeo de agua industrial y caudal bombeado

A partir de febrero de 2017, el pozo de Agua Industrial P-2 fue reemplazado por el CA-2015, el cual ha bombeado caudales bajo los 35 l/s. En la Figura 6-40 se puede observar una rápida estabilización del nivel dinámico del pozo CA-2015. Además, se puede ver como la recuperación de los niveles del pozo P-2 son similares a los observados durante su puesta en marcha.



Figura 6-40: Niveles histórico de los pozos de Agua Industrial - Sistema Borde Este (Zona Marginal)



6.2.5 Sistema Vegas de Tilopozo

6.2.5.1 Niveles de agua subterráneos

Las observaciones que se realizan en este sistema tienen por objeto observar el comportamiento de las vegas y bofedales del sector de Tilopozo. En la Figura 6-41 se puede observar que el pozo L12-1 presenta un comportamiento tipo núcleo, con una respuesta rápida a las precipitaciones intensas. En cambio, los pozos L12-2, L12-3 y L12-4 presentan un comportamiento de tipo oscilatorio estacional, tipico de la zona marginal.



Niveles Historicos - Sistema Tilopozo 2.308,00 Cota Nivel (msnm) 2.306,00 2.304,00 2.302,00 2.300,00 -0,10Descenso (m) 0,00 0,10 0,20 0.30 2005 2013 2015 2017 Fecha Medicion Puntos de Monitoreo L12-1 L12-3 ■ REGLILLA TILOPOZO L12-2 L12-4

Figura 6-41: Niveles y descensos histórico de los pozos del Sistema Tilopozo

6.2.6 Sistema Núcleo del Salar de Atacama

6.2.6.1 Niveles de agua subterráneos

En términos generales, en este sector se observa una tendencia al descenso debida al bombeo de salmuera.

Se puede clasificar en dos grupos estos pozos según su proximidad al campo de pozos productivos. En el primero grupo, aquellos que se encuentran más alejados de la zona de extracción de salmuera, se puede observar el descenso de los niveles con repuntes producto de la precipitación (véase Figura 6-42).

Para el segundo grupo, aquellos pozos más próximos a la zona productiva, los niveles están influenciados por la operación del pozo operativo cercano (Ejem: M-7) por lo que los niveles medidos son un reflejo de los niveles dinámico locales y no son representativos del comportamiento del núcleo (Véase Figura 6-43).



Figura 6-42: Niveles histórico de los pozos del Sistema Núcleo (Grupo 1 : Lejano a la zona productiva)

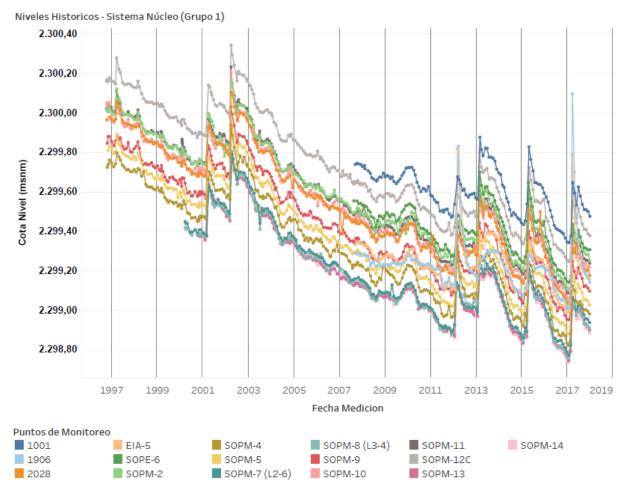
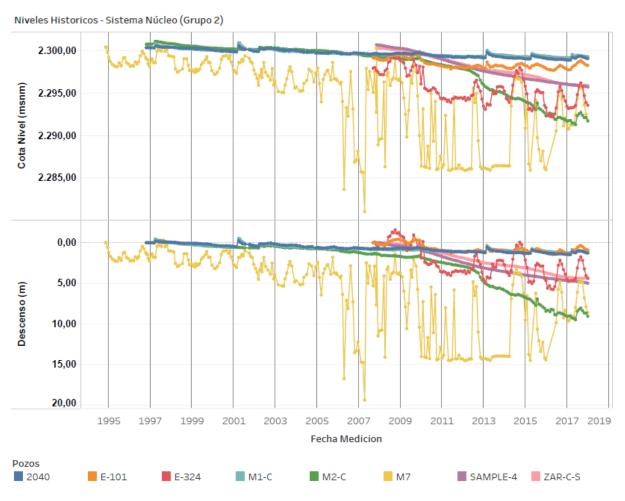




Figura 6-43: Niveles histórico de los pozos del Sistema Núcleo (Grupo 2 : Cercano a la zona productiva)



6.2.6.2 Meteorología

Durante el 2017, se han registrado precipitaciones por sobre los 5 mm en la estación meteorológica KCL.

6.2.6.3 Calidad Química

Respecto de la calidad química de los pozos, en términos generales se observa que los parámetros medidos se mantienen dentro de los rangos observados en los registros históricos.

6.2.7 Sistema Cuña Salina

En general, los niveles registrados en estos pozos son estables, con variaciones estacionales. En la Figura 6-44 se muestran los descensos calculados para este tipo de pozos. Aquellos pozos menos profundos como el Cuña 1, Cuña 2, Cuña 5 y Cuña 7 muestran una rápida respuesta a los eventos de precipitación.



En el pozo L4-3, los niveles han aumentado de forma sostenida, con un comportamiento que se diferencia claramente de los otros pozos. El pozo Cuña 6 mantenía un ascenso oscilatorio hasta el año 2010, a partir de entonces se mantiene estable con variaciones oscilatorias estacionales. El pozo Cuña 3, después de mostrar un ascenso con niveles ascendentes hasta inicios del 2009, ha mantenido una tendencia al descenso constante con pequeñas fluctuaciones.

Niveles Historicos - Pozos Cuña Salina -0,60 -0,40 -0,20 Descenso (m) 0,00 0,20 0,40 0,60 0,80 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 Fecha Medicion Pozos CUÑA 1 CUÑA 2 CUÑA 3 CUÑA 5 CUÑA 6 CUÑA 7 L10-1

Figura 6-44: Descenso histórico de los pozos del Sistema Cuña Salina

Fuente: Elaboración propia.



7 CONCLUSIONES

El Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico abarca una gran extensión espacial, con 225 puntos de monitoreo en los que se registran 35 parámetros, con diferente frecuencia de medición en función del punto y del parámetro monitoreado (desde medición continua a frecuencia trimestral). El PSAH permite monitorear el comportamiento hidrogeológico del Salar de Atacama y entrega información clave para el resguardo de los sistemas lacustres y vegetativos.

De acuerdo con la información recopilada, se observa que los efectos del bombeo de salmuera desde el sector Núcleo, decrecen considerablemente a medida que nos alejamos de los campos de bombeo, llegando al orden milimétrico o inapreciable en la zona marginal.

Los efectos del bombeo de agua industrial se observan únicamente en el entorno del acuífero aluvial del borde este, con descensos de orden métrico en ese sector, los que disminuyen considerablemente a medida que se acerca a la zona marginal, con descensos centimétricos a milimétricos en este sector.

Para el período analizado en este informe (julio 2017 a diciembre 2017), no se registró la activación de la Fase II en ningún pozo de la red del Plan de Contingencia. Por su parte para este mismo período, se registró la activación de Fase I en la reglilla L1-G4, mientras que el pozo L7-6 mantuvo su condición de activación de Fase I registrada en agosto 2015, motivo por el cual se mantuvo una frecuencia de monitoreo quincenal para el sistema Borde Este y Soncor.

Como indica el Considerando 11.1 de la RCA N° 226/2006, la Fase I corresponde a una alerta temprana que gatilla una mayor frecuencia de monitoreo a fin de anticipar un potencial efecto sobre el sistema a proteger, sin que existan efectos potencialmente detrimentales.

A partir del análisis de los registros del PSAH, destaca la influencia de las precipitaciones directas sobre el Salar, con un ascenso brusco y rápido de los niveles en respuesta a los eventos más intensos de lluvia. El registro histórico de la calidad química del agua no presenta alteraciones ni tendencias a cambio de acuerdo a su registro histórico.

El nivel y la superficie de los sistemas lagunares objeto de protección registran un comportamiento estable sin tendencia, dentro de la variabilidad histórica registrada.

Tal como se indicó en el informe de seguimiento N°22, se verificó un cambio en el comportamiento del desborde de la Laguna Barros Negros, desde un desborde principal ubicado en el sector conocido como "Cola de Pez" (Zona de Inundación I) entre, al menos, el año 1964 y hasta el año 2011, para dar paso, desde el año 2012, a un desborde principal ubicado en el sector sur de la laguna (Zona de Desborde Sur). Este cambio de dinámica lagunar se ha mantenido hasta la actualidad. La disminución de la descarga de agua superficial desde la Laguna Barros Negros hacia la zona de desborde de Cola de Pez, desde el año 2012 a la fecha, ha inducido a su vez un cambio en el comportamiento de los niveles observados en los puntos de del PSA ubicados en este sector; en particular, se destaca el cambio de comportamiento evidenciado en los puntos L1-5 y L1-G4 (puntos del plan de contingencia del Sistema Soncor). A raíz de esta disminución en la recarga, el 20 de mayo de 2018 (fuera del período considerado en el registro de este informe de seguimiento) se produjo la activación del plan de contingencia en los puntos L1-5 y L1-G4. Este cambio de dinámica en la descarga de la Laguna Barros Negros se interpreta como un evento natural propio de



este tipo de sistemas lacustres, tal como quedó establecido en el informe de investigación entregado por SQM con fecha 20 de Junio de 2018.



8 REFERENCIAS

Chuvieco, E., 2002. Teledetección Ambiental. La observación de la tierra desde el espacio. Ediciones Ariel. 578p.

Siddiqui, Y. 2003. The modified IHS method for fusing satellite imagery. ASPRS 2003 Annual Conference Proceedings, May 5-9, 2003.

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



9 GLOSARIO Y ABREVIACIONES

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

Cota piezométrica: Altura del agua/salmuera respecto al nivel medio del mar.

Cota de punto de referencia: Altura del punto de referencia respecto al nivel medio del mar, desde donde se mide el nivel del agua y/o salmuera.

Cota punto: Definición equivalente a Cota de punto de referencia indicada en los Informes N°1 y N°2 de Integrant, 2007.

DGA: Dirección General de Aguas.

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

Limnímetro: Reglilla graduada para medición de nivel.

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

Zona de transición: Agua superficial o subterránea con concentraciones de sólidos totales disueltos entre 3.000 y 100.000 mg/L. o análogamente, aguas con conductividades entre 2,2 y 142,9 mS/cm.

C.: Registros Continuos de nivel.

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

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

PC: Plan de Contingencia.

PSA: Plan de Seguimiento Ambiental.

PSAH: Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico.

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

WGS84: sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio de tres unidades dadas. WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984.



ANEXOS



ANEXO 1: REPORTE BIOMA DE VISITA A TERRENO DICIEMBRE 2017

ANEXO 2: REGSTRO AUDITORES EXTERNOS Y AUTORIDADES

ANEXO 3: LISTADO DE PERSONAL INVOLUCRADO

ANEXO 4: NIVELES DE LOS POZOS PSAH.

ANEXO 5: METODOLOGÍAS DE MUESTREO MEDICIÓN Y ANÁLISIS

ANEXO 6: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

ANEXO 7: REGISTRO DE PUNTOS NO VISITADOS

ANEXO 8: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LOS PUNTOS DEL PSAH

ANEXO 9: CARTAS DE AVISO A LA SMA

ANEXO 10: NIVELES DE LOS POZOS PC SONCOR

ANEXO 11: DESCENSOS POZOS DEL PC

ANEXO 12: CERTIFICADO ETFA SGS

ANEXO 13: REGISTROS METEOROLÓGICOS

ANEXO 14: REGISTRO DE CAUDALES DE BOMBEO POZOS DE AGUA INDUSTRIAL Y CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

ANEXO 15: REPORTES MUESTREO FÍSICO QUÍMICO PSAH