

Estudio para el análisis y preparación
de un plan de trabajo en relación a las
distintas RCA sobre el Salar de
Atacama
Informe Final
Región Metropolitana

Diciembre, 2017

Elaborado por:

Gestión Ambiental Consultores S.A.
Padre Mariano 103 of. 307, Providencia
Fono: +56 2 2719 5600
www.gac.cl

ÍNDICE GENERAL

1	Introducción	1
1.1	Antecedentes del área de estudio	1
2	Objetivos y estructura del informe	3
3	Elaboración de la base consolidada y sistematizada de compromisos y obligaciones existentes	8
3.1	Introducción al capítulo.....	8
3.2	Objetivos del capítulo.....	9
3.3	Definición del área de estudio.....	9
3.3.1	Comunidades locales.....	11
3.3.2	Medio físico	11
3.3.3	Medio biótico	15
3.3.4	Explotación del recurso litio en el Salar de Atacama	17
3.3.5	Análisis territorial del Salar de atacama.....	17
3.4	Fuentes revisadas para el levantamiento de compromisos técnico ambientales en la cuenca del Salar de Atacama.....	20
3.4.1	Listado de proyectos sometidos al SEIA y aprobados, en la cuenca del Salar de Atacama	20
3.4.2	Derechos de agua y Planes de Alerta Temprana en la cuenca.....	34
3.4.3	Procesos de fiscalización y sancionatorios	39
3.4.4	Planes de Cierre de Faenas.....	44
3.5	Sistematización de los compromisos y obligaciones levantados	44
3.5.1	Albermarle (ex Rockwood Litio)	45
3.5.2	SQM Salar Ltda.	50
3.5.3	PAT MNT vigente.....	65
3.6	Sistema de Información Geográfico de los compromisos y obligaciones.....	67
3.7	Conclusiones del capítulo.....	69
4	Verificación del cumplimiento de los compromisos establecidos por RCA a la vista de los reportes presentados por los titulares	70
4.1	Introducción al capítulo.....	70
4.2	Objetivos del capítulo.....	71
4.3	Búsqueda, solicitud y análisis de reportes	71
4.4	Resultados	72
4.4.1	Rockwood/Albermarle	72
4.4.2	SQM Salar S.A.	89
4.4.3	Minera Escondida Limitada	108
4.4.4	Zaldívar	117
4.5	Conclusiones del capítulo.....	118
4.5.1	Sobre el estado de los compromisos de Albemarle	118
4.5.2	Sobre el estado de los compromisos de SQM.....	118
4.5.3	Sobre el estado de los compromisos de Escondida	119
4.5.4	Sobre la RCA del proyecto Zaldívar	120

5	Análisis de modificación de RCAs.....	121
5.1	Introducción al capítulo.....	121
5.2	Objetivo del capítulo	121
5.3	Recomendaciones	121
5.3.1	Sobre la modificación de las Resoluciones de Calificación Ambiental.....	121
5.3.2	Sobre la construcción de una red de monitoreo integrada en la cuenca	122
5.3.3	Recomendaciones generales para nuevas concesiones.....	125
5.3.4	Recomendaciones específicas para el seguimiento de variables ambientales en salares	126
5.4	Conclusiones del capítulo.....	130
6	Revisión de recomendaciones y experiencia para el seguimiento de los Objetos de Protección y manejo sostenible de sistemas similares.....	131
6.1	Introducción al capítulo.....	131
6.2	Objetivo del capítulo	131
6.3	Información Analizada.....	132
6.3.1	Reportes de compromisos de los titulares	132
6.3.2	Guías metodológicas para la evaluación y seguimiento de variables ambientales	134
6.3.3	Nueva Normativa (a partir del 2006)	135
6.4	Análisis del seguimiento de los objetos de protección	136
6.4.1	Flora y vegetación.....	136
6.4.2	Fauna.....	142
6.4.3	Recursos hídricos	146
6.5	Análisis de experiencia nacional e internacional en seguimiento ambiental en salares.....	151
6.5.1	Análisis nacional: Diagnóstico y gestión ambiental integrada de humedales altoandinos	151
6.5.2	Análisis Internacional: Revisión de experiencias de evaluación ambiental de producción de litio en salares.....	153
6.5.3	Revisión de experiencia en seguimiento de humedales	158
6.6	Conclusiones del capítulo.....	167
6.6.1	Para el seguimiento biótico.....	167
6.6.2	Para el seguimiento hídrico.....	168
7	Propuesta de metodología de síntesis y publicación de reportes a futuro	171
7.1	Introducción al capítulo.....	171
7.2	Objetivos del capítulo.....	171
7.3	Modelo simplificado de seguimiento de presiones e impactos en el salar	171
7.4	Documentos incluidos en esta revisión.....	173
7.5	Propuesta para la integración y publicación de los reportes.....	173
7.5.1	Extracciones.....	174
7.5.2	Niveles	177
7.5.3	Superficies lagunares.....	207
7.6	Publicación y actualización de resultados.....	213
7.7	Conclusiones del capítulo.....	214

8	Programa Relacionamiento Comunitario	216
8.1	Introducción al capítulo.....	216
8.2	Objetivos del capítulo.....	217
8.3	Caracterización de línea base social en la cuenca del Salar de Atacama	217
8.3.1	Dimensión Geográfica	217
8.3.2	Dimensión Antropológica.....	224
8.3.3	Dimensión Socioeconómica	235
8.4	Programa Relacionamiento Comunitario.....	239
8.4.1	Objetivos del programa de Relacionamiento Comunitario.....	239
8.4.2	Etapa I: Identificación y mapeo de actores clave y sus características	240
8.4.3	Etapa II: Entrega de información a stakeholders y comunidades locales	244
8.4.4	Etapa III: Recopilación y sistematización de observaciones de comunidades locales y definición de lineamientos estratégicos	249
8.5	Resultados Esperados.....	250
8.6	Conclusiones del capítulo.....	251
8.7	Bibliografía consultada para la elaboración de este capítulo	251
9	Conclusiones finales.....	253

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos específicos	3
Tabla 2. Proyectos aprobados ambientalmente <i>relevantes</i> en el Salar de Atacama.....	22
Tabla 3. Caudales otorgados en la cuenca, agregados por titular y por naturaleza	35
Tabla 4. Titulares de derechos de aprovechamiento de aguas con mayores caudales	37
Tabla 5. Resumen de expedientes y pozos PAT-MNT	38
Tabla 6. Revisión de procesos de fiscalización y/o sanción sobre RCAs de titularidad de Rockwood Litio.	39
Tabla 7. Revisión de procesos de fiscalización y/o sanción sobre RCAs de titularidad de SQM Salar S.A.	40
Tabla 8. Formulación de cargos. Procedimiento Sancionatorio F-041-2016	42
Tabla 9: Variables de monitoreo	45
Tabla 10. Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (PSAH)	52
Tabla 11. Monitoreo de la Cuña Salina asociado al PSAH	53
Tabla 12. Monitoreo del contenido de humedad del suelo, asociado al PSA Flora y vegetación	53
Tabla 13. Programa de ejecución del PSA Vegetación y Flora	54
Tabla 14. Monitoreo de medio Abiótico y Biótico, asociado al PSA Biota Acuática	55
Tabla 15. Niveles de activación en Sistema Soncor.....	57
Tabla 16. Puntos de monitoreo en Sistema de Aguas de Quelana	59
Tabla 17. Descenso máximo permitido en el nivel de los indicadores de estado, Sistema Aguas de Quelana	59
Tabla 18. Descenso máximo permitido para Zona de Vegetación Hidromorfa.....	62
Tabla 19. Descenso máximo permitido para Zona de Vegetación Hidromorfa.....	62
Tabla 20. Descenso máximo permitido para Zona de Alerta Temprana	63
Tabla 21. Red de seguimiento público en el Salar de Atacama	123
Tabla 22. Variables que deben ser incluidas en un plan de seguimiento	126
Tabla 23. Reportes analizados y años en que fueron reportados.....	132
Tabla 24: Compromisos ambientales de monitoreo del componente flora y vegetación según titular de proyectos que se desarrollan en el Salar de Atacama.	136
Tabla 25: Número de estaciones de monitoreo por Titular	146
Tabla 26. Variables que deben ser incluidas en un plan de seguimiento	152
Tabla 27. Resumen de disponibilidad de litio según país.....	153
Tabla 28. Caudales de salmuera bombeados, periodo agosto 2014-2015	174
Tabla 29. Caudal medio de agua bombeado, periodo enero 2015-junio 2016	176
Tabla 30. Pozos con umbrales de activación de Planes de Alerta Temprana definidos en RCAs y PATs en el Salar de Atacama	178
Tabla 31. Pozos comprometidos por RCA y pozos Reportados por SQM Salar	186
Tabla 32. Estimación de esfuerzos y plazos para la actualización de estos datos.....	214
Tabla 33. Población total año 1992, 2002 y proyección de población año 2015	221
Tabla 34. Población por grupos de edad 2002 y 2015.....	222

Tabla 35. Etnia declarada Censo 2002	222
Tabla 36. Etnia declarada Casen 2015.....	223
Tabla 37. Comunidades Indígenas San Pedro de Atacama	227
Tabla 38. Registro de Asociaciones Indígenas en San Pedro de Atacama	229
Tabla 39. Tipo de Organizaciones comuna San Pedro de Atacama	230
Tabla 40. Número de organizaciones sociales y comunitarias, 2014.....	230
Tabla 41. Sitios de Interés, comuna de San Pedro de Atacama	232
Tabla 42. Actores Sociales Cuenca del Salar de Atacama.....	233
Tabla 43. Número de trabajadores por Actividades económicas comuna de San Pedro de Atacama..	236
Tabla 44. Actividad económica de la población indígena de la comuna de San Pedro de Atacama.....	237

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cuenca del Salar de Atacama	10
Figura 2: Esquema del modelo conceptual hidrogeológico de la cuenca del salar	12
Figura 3: Cuenca del Salar de Atacama	13
Figura 4: Caudales Aprobados en la cuenca del Salar de Atacama	14
Figura 5: Red Lagunar	15
Figura 6: Umbrales para el pozo PN-05B en el tiempo	47
Figura 7. Ubicación de los puntos de monitoreo del PSAH	51
Figura 8. Esquema de las acciones a seguir en la Fase II del Plan de Contingencias del Sistema Soncor. Activación por indicadores L1-5 y/o L1-G4	58
Figura 9: Diagrama del “Camino Crítico”	160
Figura 10: Relación entre los diferentes niveles de gestión con respecto al recurso hídrico	161
Figura 11: Enfoque jerárquico del inventario de humedales.	163
Figura 12: Diagrama descriptivo para establecer un programa de monitoreo de humedal según Ramsar.	164
Figura 13 Esquema presión-estado-respuesta	172
Figura 14. Volúmenes de extracción de salmuera en el Salar de Atacama	174
Figura 15. Caudal medio de agua bombeado, periodo enero 2015-junio 2016	176
Figura 16. Pozos con umbrales de activación de Planes de Alerta Temprana definidos en RCAs y PATs en el Salar de Atacama	179
Figura 17. Pozos con umbrales de activación de Planes de Alerta Temprana, Albermarle	180
Figura 18. Evolución de niveles en Pozo PN-05B	181
Figura 19. Evolución de niveles en Pozo PN-08A	181
Figura 20. Evolución de niveles en Pozo PN-14B	182
Figura 21. Evolución de niveles en Pozo PN-16B	182
Figura 22. Evolución de niveles en Pozo BA-05	183
Figura 23. Evolución de niveles en Pozo BA-07	183
Figura 24. Evolución de niveles en Pozo BA-16	184
Figura 25. Evolución de niveles en Pozo BA-28	184
Figura 26. Evolución de niveles en Pozo BA-30	185
Figura 27. Pozos con umbrales de activación de Planes de Alerta Temprana, SQM	187
Figura 28. Evolución de niveles en Pozo L1-4	188
Figura 29. Evolución de niveles en Pozo L1-5	189
Figura 30. Evolución de niveles en Pozo L7-4	189
Figura 31. Evolución de niveles en Pozo Pozo L1-G4 Reglilla	190
Figura 32. Evolución de niveles en Pozo L3-5	191
Figura 33. Evolución de niveles en Pozo L3-9	191
Figura 34. Evolución de niveles en Pozo L4-8	192
Figura 35. Evolución de niveles en Pozo L4-12	192
Figura 36. Evolución de niveles en Pozo L5-8	193

Figura 37. Evolución de niveles en Pozo L5-10	193
Figura 38. Evolución de niveles en Pozo L7-3	194
Figura 39. Evolución de niveles en Pozo L2-4	194
Figura 40. Evolución de niveles en Pozo L3-5	195
Figura 41. Evolución de niveles en Pozo L1-17	195
Figura 42. Evolución de niveles en Pozo L3-3	196
Figura 43. Evolución de niveles en Pozo L7-14	197
Figura 44. Evolución de niveles en Pozo L1-3	197
Figura 45. Evolución de niveles en Pozo L2-25	198
Figura 46. Evolución de niveles en Pozo L4-17	198
Figura 47. Evolución de niveles en Pozo L9-2	199
Figura 48. Evolución de niveles en Pozo L7-13	200
Figura 49. Evolución de niveles en Pozo L4-3	200
Figura 50. Evolución de niveles en Pozo L2-26	201
Figura 51. Evolución de niveles en Pozo L3-15	201
Figura 52. Evolución de niveles en Pozo L9-1	202
Figura 53. Pozos con umbrales de activación de Planes de Alerta Temprana, PAT MNT	203
Figura 54. Hidrograma histórico del descenso modelado y medido para el pozo PC-1200 MEL	204
Figura 55. Evolución de niveles en Pozo PC-1200	205
Figura 56. Evolución de niveles en Pozo TP-2	205
Figura 57. Evolución de niveles en Pozo TP-1	206
Figura 58. Evolución de niveles en Pozo TP-3	206
Figura 59. Evolución de niveles en Pozo SAT-2/D6	207
Figura 60. Ubicación referencial de las lagunas La Punta y La Brava	208
Figura 61. Superficies del espejo de agua en el sector Tilopozo (MEL)	209
Figura 62. Ubicación referencial de los sistemas lagunares de Aguas de Quelana, la Punta y La Brava, Peine y Soncor	210
Figura 63. Superficie de los sistemas lagunares de Aguas de Quelana, la Punta y La Brava, Peine y Soncor	211
Figura 64. Ubicación referencial de los sistemas lagunares monitoreados por SQM	212
Figura 65. Sistemas lagunares monitoreados por SQM	213
Figura 66. Comuna San Pedro de Atacama	218
Figura 67. Asentamientos Comuna San Pedro de Atacama	219
Figura 68. Población total año 1992, 2002 y proyección año 2015, comuna de San Pedro de Atacama	221
Figura 69. Población por grupos de edad 2002 y 2015	222
Figura 70. Población indígena y no indígena, comuna de San Pedro de Atacama	223
Figura 71. Comunidades Indígenas comuna San Pedro de Atacama	228

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Figuras

- Plano Áreas Protegidas en La cuenca del Salar de Atacama
- Plano Bombeo de Agua, Salmuera y Pozos de Alerta Temprana
- Plano Caracterización General Cuenca Salar de Atacama
- Plano Monitoreo Biotico
- Plano Planes de Monitoreo Hidrico en el Salar de Atacama
- Plano de bombeo de Salmuera SQM
- Plano POZOS DE BOMBEO DE SALMUERA ALBEMARLE
- Plano POZOS DE PRODUCCIÓN DE AGUA EN MONTURAQUI-NEGRILLAR-TILOPOZO

Anexo 2 (digital): Biblioteca de información consultada. Este anexo se encuentra disponible para su descarga en el vínculo http://www.mediafire.com/folder/9ed7gqt2ii8yy/Anexo_2_Biblioteca

Anexo 3 (digital): Planillas ejecutables

- Planilla de sistematización de compromisos por RCA
- Planilla de seguimiento de reportes

Anexo 4: SIG

1 INTRODUCCIÓN

El Comité de Minería No Metálica encargó el presente estudio a Gestión Ambiental Consultores con miras a sentar las bases técnicas para el desarrollo de un plan de monitoreo coordinado público y privado en relación con el Salar de Atacama y su sustentabilidad, de tal manera de reducir las incertidumbres que los posibles efectos que la explotación de recursos hídricos y salmueras pudiera generar sobre los elementos del ecosistema, así como sugerir optimizaciones y mejoras al conjunto de mediciones y reportes hoy desagregados en varios instrumentos.

En este marco es que se ha definido como una primera etapa, (1) conocer de forma integral la totalidad de las mediciones con objetivos técnicos, económicos y ambientales instruidas a través de Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA) y condicionantes al ejercicio de los derechos de aprovechamiento de aguas (denominados Planes de Alerta Temprana, PAT), instrumentos que regulan las actividades productivas en la cuenca del Salar de Atacama;; (2) desarrollar un programa de trabajo que permita verificar que cada una de estas medidas se encuentren implementadas, operativas y permitan dar cumplimiento efectivo a las necesidades de información y/o de gestión de las distintas instituciones responsables de su monitoreo; y (3) sugerir optimizaciones y mejoras en el flujo de la información, tal que las mediciones efectuadas resulten efectivas para reducir la incertidumbre de los efectos que la extracción de salmuera y agua en la cuenca del Salar de Atacama pudiera generar sobre los elementos del ecosistema.

1.1 Antecedentes del área de estudio

El área de estudio corresponde a la Cuenca del Salar de Atacama. La mayor parte de la cuenca se localiza administrativamente dentro de la comuna de San Pedro de Atacama, y el extremo sur se ubica en la comuna de Antofagasta. Las poblaciones que viven en la Cuenca de Salar de Atacama en su mayoría pertenecen a la etnia lickanantay o atacameña, habitando los poblados de Río Grande, Machuca, Talabre, Toconao, Camar, Socaire, Peine y San Pedro de Atacama.

La cuenca del Salar de Atacama, de carácter endorreica pre-altiplánica, considera una superficie aproximada 17.000 km², cuya principal recarga hídrica proviene de aportes de aguas subterráneas, superficiales y en menor proporción de precipitaciones directas. El Salar, está constituido por dos grandes unidades: el núcleo de 1.100 km² de superficie y de 900 m de espesor, y la zona marginal de limos salinos de unos 2.000 km² de superficie.

En Chile, el Salar de Atacama es el único yacimiento en explotación de litio, siendo uno de los principales yacimientos a nivel mundial. Los compuestos son bombeados desde el salar como salmueras y dispuestos en piscinas de evaporación solar.

Existen dos operadores activos que producen y comercializan compuestos de potasio y de Litio:

- SQM Salar S.A: Operador que extrae salmuera de acuerdo a la RCA 226/2006 y dependiendo del período de explotación considerado y conforme a una regla de operación para el bombeo de la cantidad total de salmuera a extraer en función de la salmuera que reinyecta, podrá extraer un

máximo de 1500 l/s (años 2015-2020), 1600 l/s (años 2021-2027) y hasta 1700 l/s (años 2027-2030).

- Albermarle (ex Rockwood Litio Limitada): Operador que actualmente explota 142 l/s y, de acuerdo la RCA 21/2016, podrá sumar 300 l/s adicionales, los que se incorporarán escalonadamente (60 l/s cada 6 meses) una vez sean construidos los pozos del Plan de Alerta Temprana establecidos para este proyecto, pudiendo así alcanzar en un plazo de 4 años un total de 442 l/s de salmueras.

La explotación de estas salmueras está regulada tanto por los acuerdos contractuales entre CORFO y estas empresas y por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a través de sus respectivas RCA.

La minería no metálica no es la única actividad que ejerce una presión directa sobre los recursos de la cuenca, ya que los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas son un aspecto relevante, en particular las extracciones industriales que ejercen Minera Escondida Ltda (MEL) y Compañía Minera Zaldívar al sur de la cuenca, para sus operaciones mineras. Parte de estas extracciones, que son ejercidas desde el acuífero Monturaqui-Negrillar-Tilopozo, están condicionadas por un Plan de Alerta Temprana fijado por la DGA mediante la Resolución Ex. N°1972/2001.

El Plan de Alerta Temprana Monturaqui-Negrillar-Tilopozo (PAT MNT) se origina en la evaluación ambiental del proyecto “Lixiviación de Óxidos de Cobre y Aumento de la Capacidad de Tratamiento de Mineral Sulfurado”, de Minera Escondida Ltda., que evaluaba ambientalmente la ampliación de la capacidad de beneficio de cobre en instalaciones ubicadas fuera del área de estudio, para lo cual requería la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas provenientes de Monturaqui. En este proceso de evaluación la Dirección General de Aguas se hace partícipe y establece condicionantes al ejercicio de los derechos de aprovechamiento que puedan ser otorgados en el acuífero Monturaqui-Negrillar-Tilopozo.

2 OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DEL INFORME

El presente Estudio para el análisis y preparación de un plan de trabajo en relación a las distintas RCA sobre el Salar de Atacama tiene como objetivo general **Analizar y construir un programa de inspección que permita dar cuenta que los compromisos contenidos principalmente RCAs y PATs vigentes, de los proyectos que operan en el Salar de Atacama, de acuerdo a las exigencias y compromisos existentes en los mismos, incorporando de modo integral, como parte del análisis, aquellos aspectos que afecten o influyan la sustentabilidad de la cuenca del Salar Atacama.**

El informe se estructura sobre 6 capítulos, que fueron entregados al Comité como informes independientes, los que se plantean los objetivos específicos que se identifican en la Tabla 1.

Tabla 1. Objetivos específicos

Capítulo	Obj informe
3. Elaboración de la base consolidada y sistematizada de compromisos y obligaciones	<p>Conocer y analizar la totalidad de los compromisos establecidos en los proyectos presentados al organismo ambiental competente, en su respectivas RCA, PAT de cualquier operación o actividad que afecte o influya la sustentabilidad de la cuenca del Salar Atacama en orden de lograr una visión integral de los compromisos establecidos en esta.</p> <p>Hacer un levantamiento de los procesos de fiscalización ambientales realizados por las distintas instituciones competentes en relación con proyectos y sus cumplimientos respecto a la institucionalidad</p> <p>Identificar las componentes (flora, fauna, etc.,) o elementos del medio ambiente de interés (objetos de protección)</p> <p>Revisión, análisis e integración de información existente relacionada del Salar de Atacama y sus actividades asociadas, incluyendo los instrumentos de planificación del territorio que regulan sobre el Salar de Atacama</p> <p>Construir un Sistema de Información Geográfica que permita identificar territorialmente los instrumentos y compromisos identificados.</p>
4. Verificación del cumplimiento de los compromisos	<p>Analizar los reportes enviados por los titulares de manera de verificar que las medidas están implantadas y operativas de acuerdo a las exigencias y compromisos existentes en los mismos.</p>
5. Recomendaciones modificación RCA	<p>Realizar un análisis crítico de los informes entregados a las distintas instancias fiscalizadoras, en coherencia con los compromisos establecidos y la efectividad de estos, tanto de forma como de fondo, para satisfacer las necesidades de información.</p>
6. Revisión de recomendaciones y experiencia nacional e internacional	<p>Analizar los resultados del Capítulo 4 del presente estudio a la vista de las mejores prácticas existentes para monitorear los objetos de protección, incorporando en el análisis la revisión de otras iniciativas (nacionales e internacionales) de manejo sostenible relacionado con las actividades y condiciones naturales del salar”.</p>
7. Análisis y publicación de resultados	<p>Proponer una metodología de análisis y publicación de reportes a futuro, estimando esfuerzos/costos asociados.</p>
8 Programa de Relaciónamiento Comunitario	<p>Desarrollar un Programa de Relaciónamiento Comunitario dirigido a las comunidades locales del Salar de Atacama</p>

Así, este informe se estructura en capítulos orientados al desarrollo de cada uno de los objetivos propuestos. Cada capítulo presenta sus conclusiones parciales, en relación a sus alcances.

La primera etapa del trabajo, desarrollada en el **Capítulo 3**, busca conocer y analizar la totalidad de los compromisos establecidos en los proyectos presentados al organismo ambiental competente, en su respectivas RCA, PAT de cualquier operación o actividad que afecte o influya la sustentabilidad de la cuenca del Salar Atacama y los procesos de fiscalización ambientales realizados por las distintas instituciones competentes en relación con proyectos y sus cumplimientos respecto a la institucionalidad, dejando plasmada esta información en un sistema de información geográfica (SIG) integrado.

El Salar de Atacama se ubica administrativamente en las comunas de San Pedro de Atacama y Antofagasta. Constituye una importante reserva de la biodiversidad, que es reconocida y protegida en la Reserva los Flamencos y en el Sitio Ramsar Sistema Hidrológico de Soncor. Representa también una de las principales reservas de litio a nivel mundial, explotado por las empresas SQM Salar S.A. y Albermarle (ex Rockwood Litio). Las poblaciones que viven en el área de estudio en su mayoría pertenecen a la etnia lickanantay o atacameña, habitando los poblados de Río Grande, Machuca, Talabre, Toconao, Camar, Socaire, Peine y San Pedro de Atacama.

Para el cumplimiento de los objetivos, se revisaron todas las resoluciones de calificación ambiental (RCA) favorables, así como los expedientes de la evaluación ambiental a proyectos de inversión aprobados en la cuenca del Salar de Atacama, mediante consulta en la plataforma web Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Aquellas con mayores impactos se asocian a la minería no metálica de SQM y Albermarle. Se identificaron y sistematizaron todos los compromisos técnico ambientales que regulan las actividades realizadas en la cuenca, y que tienen participación en la sustentabilidad del sistema. En el Anexo 3 se entrega la planilla Excel con los compromisos.

También se revisaron los procesos de fiscalización cuyos resultados hayan derivaron en un procedimiento sancionatorio, publicados en el expediente ambiental de cada proyecto y aquellos a cargo de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), donde se destaca el procedimiento dirigido contra SQM Salar por incumplimiento a la RCA N° 226/2006.

Como fuentes adicionales de compromisos y condicionantes a las actividades productivas en el salar se revisaron los derechos de agua y sus expedientes, buscando condicionantes a su ejercicio. En efecto, el PAT Monturaqui Negrillar Tilopozo (DGA 2001) define una tasa máxima de bombeo desde el acuífero y establece un límite tanto para el descenso del nivel freático en el sector de Tilopozo como para la reducción de flujo pasante, los que de ser sobrepasados restringen la explotación de aguas. Estos alcances también fueron sistematizados en el Anexo 3.

Una vez concluida la fase anterior, identificándose las RCAs y PATs vigentes que tenían relación con la sustentabilidad del salar, se solicitó a los organismos fiscalizadores de los compromisos identificados, mediante la Ley de Transparencia, los reportes enviados por los titulares durante el periodo 2013-2017. Cuando fueron recibidos se dio pie a la segunda etapa del trabajo, desarrollada en el **Capítulo 4**, que plantea como objetivo analizar los reportes enviados por los titulares de manera de verificar que las medidas están implantadas y operativas de acuerdo a las exigencias y compromisos existentes en los mismos.

Los resultados, que se presentan por titular y componente en forma de tablas, hacen una comparación de la información reportada con lo comprometido en términos de la cantidad y ubicación de estaciones de seguimiento, la metodología e instrumentación, análisis conducidos y de reportabilidad en cuanto a contenidos y frecuencias.

De la revisión se concluye que en general las medidas comprometidas por los titulares están siendo reportadas a la autoridad en consistencia con lo comprometido, sin embargo, se identifican aspectos que difieren de lo comprometido. Como lo más relevante, se identificó que algunas de las estaciones reportadas por SQM como parte del plan de alerta temprana no corresponden a las comprometidas y, por el otro lado, el titular excluyó del plan algunas de las estaciones comprometidas.

No forma parte del estudio el análisis de los resultados de los monitoreos con respecto a la situación basal o el escenario comprometido, dado que escapa de las facultades del consultor el emitir tales juicios en el entendimiento de que esta tarea es de exclusiva responsabilidad de los organismos fiscalizadores. No obstante lo anterior, se identificó como factor común, que los titulares no aportan análisis estadísticos robustos que permitan comparar la variación medida con los valores basales.

El **Capítulo 5** tiene como objetivo realizar un análisis crítico de los informes entregados a las distintas instancias fiscalizadoras, en coherencia con los compromisos establecidos y la efectividad de estos, tanto de forma como de fondo, para satisfacer las necesidades de información. Se propone una serie de recomendaciones, a partir de la información remitida por los titulares a los organismos fiscalizadores, la revisión de la experiencia nacional e internacional en manejo y seguimiento de sistemas salares, las opiniones de los servicios revisores y la experiencia del consultor en la materia, asociadas a la posible modificación de las RCAs vigentes en el salar de Atacama, en pos de mejorar la reportabilidad, el seguimiento o las medidas de control asociadas a las actividades mineras en la cuenca.

El análisis plantea en primer lugar que abrir un proceso de revisión de las RCAs, en miras a la optimización e integración del seguimiento, es complejo y se puede llevar a cabo solo cuando existan cambios en el proyecto evaluado o cuando se compruebe que las variables no han evolucionado según lo proyectado. En este sentido, la conformación de una red de monitoreo única en el salar que integre las mediciones de los distintos titulares no es recomendable debido a la dificultad que implica la modificación de las RCAs que regulan la operación de los cuatro titulares considerados en el análisis: Albemarle, SQM, Escondida y Zaldívar.

Considerando lo anterior, se proponen lineamientos que podrían ser incluidos contractualmente para nuevas concesiones, las que implican: evaluación de impacto ambiental y social; elaboración de un plan de acción social y ambiental flexible que permita hacerse cargo de desviaciones no previstas; establecimiento de mecanismos de participación y quejas; auditorías independientes periódicas y; publicación de los resultados de estas acciones.

Se levanta la necesidad de fortalecer el rol del Estado en el seguimiento de las variables ambientales relevantes, dado que actualmente los programas de seguimiento permanente que conduce no dan cuenta de todas las variables ambientales relevantes ni tienen suficiente representación en la cuenca. Esto podrá realizarse a través de la implantación de infraestructura para el monitoreo y del aumento de personal de planta que pueda cubrir las funciones de seguimiento y fiscalización.

En el **Capítulo 6** se analizan los resultados del Capítulo 4 del presente estudio a la vista de las mejores prácticas existentes para monitorear los objetos de protección, incorporando en el análisis la revisión de otras iniciativas (nacionales e internacionales) de manejo sostenible relacionado con las actividades y condiciones naturales del salar”. Así complementa el capítulo anterior analizando por objeto de protección las mejores prácticas para el seguimiento de las variables en consideración.

El análisis se realizó en base a la revisión de los reportes de los titulares, contrastándolos con:

- Guías metodológicas oficiales para la evaluación y seguimiento de variables ambientales
- Experiencia nacional sobre uso y seguimiento de recursos hídricos y sistemas salinos
- Experiencia internacional uso y seguimiento de recursos hídricos y sistemas salinos

El análisis se condujo sobre cada uno de los objetos de protección identificados (flora y vegetación, fauna, recurso hídrico), respondiendo a las preguntas:

- Los compromisos implementados ¿son acordes a las recomendaciones metodológicas dadas en guías oficiales?
- ¿Existe nueva normativa que pudiese aplicar a las actividades que se realizan en el Salar y que no existían cuando los proyectos fueron evaluados ambientalmente?
- Los compromisos implementados ¿son suficientes para verificar el estado del objeto de protección?

El **Capítulo 7** propone una metodología de análisis, sistematización y publicación a futuro de los reportes entregados por los titulares, estimando esfuerzos/costos asociados, con el objeto de que Corfo y la comunidad interesada pueda acceder a la información que reportan Albemarle, SQM Salar, Minera Escondida y Zaldívar a la Superintendencia de Medio Ambiente, comprometidos por RCA en sus planes de seguimiento hídricos. Las variables incluidas, que se muestran en forma de gráficas, se agrupan en variables de presión y variables de estado.

El desarrollo de esta actividad consideró la revisión, tabulación y gráfica de las variables seleccionadas, y como anexo digital se entrega al Comité de Minería No Metálica la planilla que sistematiza los datos recogidos, con el objetivo de que la información pueda ser actualizada anualmente siguiendo la misma metodología.

Las variables de presión se identifican como el bombeo de agua realizado por todas las mineras, y el bombeo de salmuera por parte de Albemarle y SQM.

Las variables de estado corresponden a los niveles freáticos reportados en los puntos con umbrales definidos y las superficies lagunares, medidas a través de imágenes satelitales por de Albemarle, SQM y Escondida.

En la ejecución del trabajo saltó a la vista que los reportes de los titulares en general carecen de una comparación clara de los valores medidos con los umbrales definidos, así como un análisis histórico sólido de la evolución de la variable, por lo que se recomienda iniciar un diálogo con los organismos fiscalizadores (SMA y DGA) para disipar dudas y aclarar los valores umbrales vigentes.

El **Capítulo 8** propone un Programa de Relacionamiento Comunitario que se construye para la socialización de los resultados del *Estudio para el análisis y preparación de un plan de trabajo en relación a las distintas RCA sobre el Salar de Atacama*, proponiendo al Comité de Minería No Metálica una presentación de los

grupos humanos de la Cuenca del Salar de Atacama, realizada a través de recopilación y análisis de información secundaria, y una metodología para construir un relacionamiento con ellos, iniciando esta relación con un primer acercamiento que aúne a los actores clave del territorio en un hito concreto y que cimiente las bases para una relación de largo plazo.

La caracterización de línea base levanta los principales aspectos asociados al uso del territorio y demografía, dimensión antropológica con énfasis en los pueblos atacameños y la dimensión socioeconómica en la cuenca.

Se propone la implementación del Programa de Relacionamiento Comunitario en tres etapas:

- Etapa I: Identificación de actores y sus características.
- Etapa II: Entrega de información a los actores identificados.
- Etapa III: Recopilación y sistematización de observaciones realizadas por la comunidad y definición de lineamientos estratégicos de relacionamiento comunitario

Cada capítulo presenta sus conclusiones parciales, para cerrar finalmente con las conclusiones generales del estudio.

3 ELABORACIÓN DE LA BASE CONSOLIDADA Y SISTEMATIZADA DE COMPROMISOS Y OBLIGACIONES EXISTENTES

3.1 Introducción al capítulo

El presente capítulo da cuenta del Hito 1 del *Estudio para el análisis y preparación de un plan de trabajo en relación a las distintas RCA sobre el Salar de Atacama*, encargado por el Comité de Minería No Metálica, CORFO, a Gestión Ambiental Consultores. El objetivo es identificar y sistematizar la totalidad de los compromisos y obligaciones establecidas en los distintos instrumentos de evaluación ambiental y sectorial que condicionan el desarrollo de actividades de explotación del Salar de Atacama, de manera de proponer, en las etapas posteriores del estudio, un sistema de monitoreo integrado y participativo para verificar la sustentabilidad del sistema.

Se describen los aspectos físicos ambientales y sociales que caracterizan al Salar de Atacama, y que determinan su relevancia y fragilidad.

Se identifican las fuentes de compromisos y obligaciones revisadas, las cuales se asocian a los proyectos extractivos de litio y otras sales ejecutados por SMQ Salar S.A. y Albermarle (ex Rockwood Litio), además de las extracciones de agua que hacen Minera Escondida Ltda. y Minera Zaldívar en la zona sur de la cuenca. Las RCAs y otra información consultada se presentan en el Anexo 2 en formato digital y están disponibles en línea en http://www.mediafire.com/folder/9ed7ggt2ii8yy/Anexo_2_Biblioteca.

Luego se presenta y analiza los principales compromisos identificados, todos los cuales fueron sistematizados en una planilla Excel, que es entregada al Comité de Minería No Metálica en Anexo 3 como complemento a esta sección.

La última etapa consiste en el diseño de un sistema de información geográfico que compila toda la información recopilada, que se entrega en el Anexo 4 en un proyecto mpk y geodatabase, para ser visualizado en ArcGis.

3.2 Objetivos del capítulo

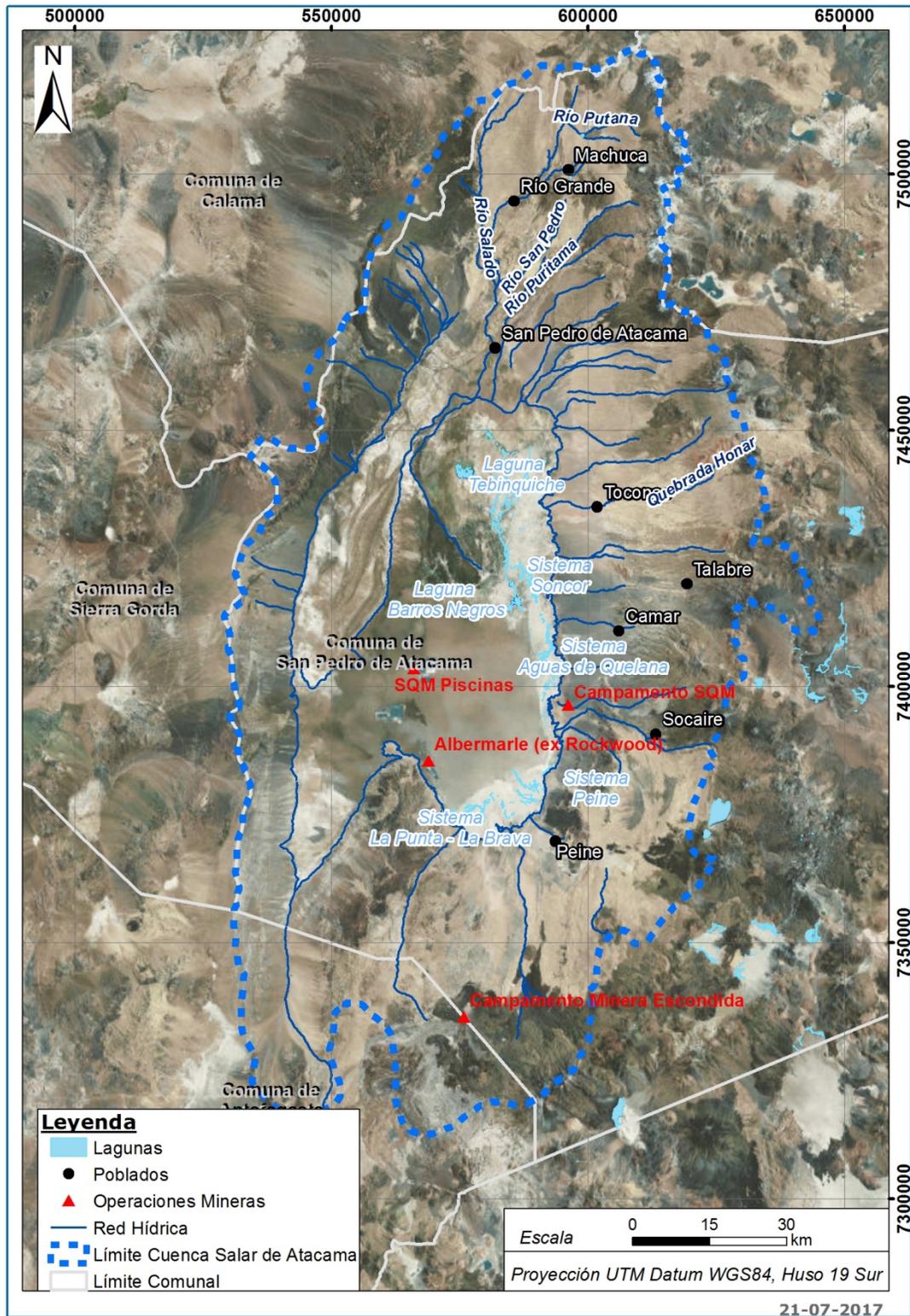
- Conocer y analizar la totalidad de los compromisos establecidos en los proyectos presentados al organismo ambiental competente, en su respectivas RCA, PAT de cualquier operación o actividad que afecte o influya la sustentabilidad de la cuenca del Salar Atacama en orden de lograr una visión integral de los compromisos establecidos en esta.
- Hacer un levantamiento de los procesos de fiscalización ambientales realizados por las distintas instituciones competentes en relación con proyectos y sus cumplimientos respecto a la institucionalidad
- Identificar las componentes (flora, fauna, etc.,) o elementos del medio ambiente de interés (objetos de protección)
- Revisión, análisis e integración de información existente relacionada del Salar de Atacama y sus actividades asociadas, incluyendo los instrumentos de planificación del territorio que regulan sobre el Salar de Atacama
- Construir un Sistema de Información Geográfica que permita identificar territorialmente los instrumentos y compromisos identificados.

3.3 Definición del área de estudio

La cuenca del Salar de Atacama, de carácter endorreica pre-altiplánica, considera una superficie aproximada 17.000 km², cuya principal recarga hídrica proviene de aportes de aguas subterráneas, superficiales y en menor proporción de precipitaciones directas.

La mayor parte de la cuenca del Salar de Atacama se localiza administrativamente dentro de la comuna de San Pedro de Atacama, el extremo sur se ubica en la comuna de Antofagasta.

Figura 1: Cuenca del Salar de Atacama



Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Comunidades locales

El Salar de Atacama se ubica en la comuna de San Pedro de Atacama, Provincia de El Loa, Región de Antofagasta. Las poblaciones que viven en la Cuenca de Salar de Atacama en su mayoría pertenecen a la etnia lickanantay o atacameña, habitando los poblados de Río Grande, Machuca, Talabre, Toconao, Camar, Socaire, Peine y San Pedro de Atacama.

Los atacameños han constituido diversas organizaciones, en su mayoría comunidades y asociaciones indígenas de acuerdo a la Ley Indígena 19.253. En la Cuenca del Salar de Atacama existen 18 comunidades indígenas que se encuentran agrupadas en el Consejo de Pueblos Atacameños del Salar de Atacama. Así también, las comunidades y los poblados señalados forman parte del Área de Desarrollo Indígena Atacama La Grande.

Las actividades socioeconómicas que realiza el pueblo atacameño en su territorio corresponden a actividades agrícolas y ganaderas, comprendiendo para ésta última diversos pisos ecológicos, ocupando como campos de pastoreo, quebradas, puna y altiplano aledaños a la Cuenca del Salar de Atacama. La actividad minera ha ingresado a la zona en las últimas cuatro décadas, lo que ha generado empleos asalariados ligados a dicha actividad.

Una actividad económica relevante de la cuenca es la minera no metálica asociada a la explotación de litio, sodio, bórax y potasio. Otra de las actividades económicas importantes de la zona, es la actividad agrícola desarrollada en los oasis precordilleranos o ayllus principalmente en la localidad de San Pedro de Atacama, donde los principales cultivos son las plantas forrajeras y praderas artificiales. Estos oasis configuran también un núcleo turístico relevante, desarrollo que ha sido conducido con la participación y administración territorial de las comunidades.

3.3.2 Medio físico¹

El Salar de Atacama es una cuenca endorreica, donde existen numerosas subcuencas o depresiones sin desagüe que actúan como centros de atracción de las aguas de los contornos. Los principales ríos con escurrimiento permanente son el Río Putana, Río San Pedro, Río Salado, Río Puritama, Quebrada Honar – Toconao, Río Tulán, el cual se infiltra antes de alcanzar el Salar.

El Salar, está constituido por dos grandes unidades: el núcleo de 1.100 km² de superficie y de 900 m de espesor, y la zona marginal de limos salinos de unos 2.000 km² de superficie. El núcleo está constituido por un 90% de halita porosa impregnada con una salmuera de cloruro de sodio muy rica en litio (Li), potasio (K), magnesio (Mg) y boro (B) que ocupa los intersticios de la halita. El balance salino en el núcleo revela un gran exceso de Na y Cl con respecto a Mg, K, Li, B, lo que se atribuye a un alto contenido de NaCl en las antiguas soluciones de aporte producido por lixiviación de la Cordillera de la Sal. Alrededor del núcleo, se extiende la zona marginal del salar constituida de sedimentos salinos finos, ricos en sulfatos, especialmente yeso.

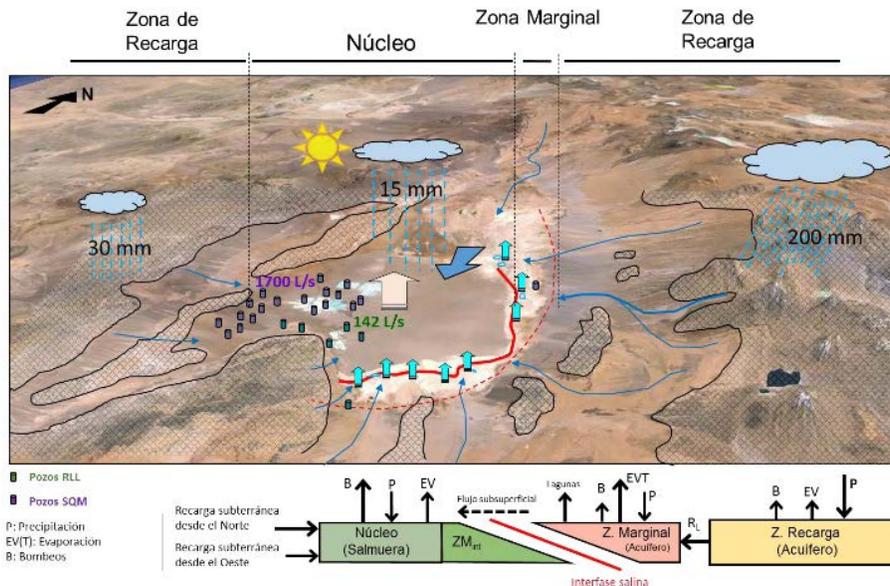
Se desarrolla en un ambiente desértico con nulas precipitaciones entre Abril y Noviembre son nulas, sin embargo, en el periodo estival las precipitaciones son mayores en la zona alta de la cordillera, donde parte

¹ Esta sección fue confeccionada utilizando como base la información compilada en el estudio “DIAGNÓSTICO Y GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRADA DE HUMEDALES ALTOANDINOS” Encargado por el MMA y GORE II al CEA, 2015.

de éstas se acumulan en forma de nieve, parte se evapora y parte escurre, ya sea superficial o sub-superficialmente.

La mayor parte de las precipitaciones ocurren en el extremo este del salar, en el oeste la precipitación es menor, y en el centro el núcleo del salar, es muy escasa. Un esquema del funcionamiento del salar puede verse en la **Figura 2**.

Figura 2: Esquema del modelo conceptual hidrogeológico de la cuenca del salar



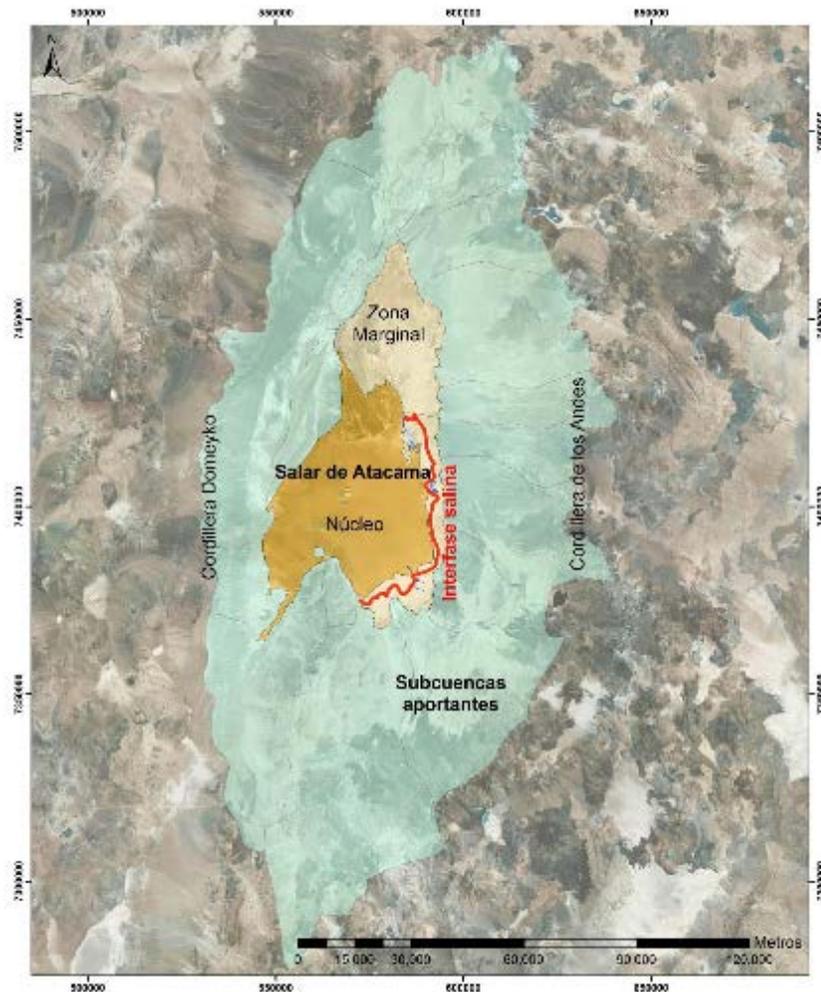
Fuente: Estudio “EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”, Adenda V, Anexo 1, Figura 9-1.

Hidrología e hidrogeología

No obstante en el núcleo del salar las precipitaciones son muy escasas, al núcleo llegan muchos aportes de agua desde otras partes de la cuenca, principalmente por medio de acuíferos (todo el salar es un gran acuífero libre), ya que los escurrimientos superficiales que logran llegar hasta el núcleo son muy pocos. Este efecto también puede apreciarse tanto en la **Figura 2** como en la **Figura 3**.

Los principales aportes hacia el núcleo del salar se producen desde los extremos, en especial desde el extremo oeste, pues es ahí donde se producen la mayor cantidad de precipitaciones. De hecho, para el periodo (1970-2008), el aporte de las cuencas del lado oriental es de 2,56 m³/s, las del sur es de 0,98 m³/s y las ubicadas al norte es de 2,02 m³/s, mientras que en la zona poniente del salar, los aportes a la recarga son mucho menores (0,045 m³/s), ya que gran parte de las precipitaciones se evapora y no alcanzan a llegar al núcleo, por lo que en esa zona del salar no se producen lagunas ni existe una zona marginal húmeda como en el caso de la zona oriente (DGA, 2010b).

Figura 3: Cuenca del Salar de Atacama

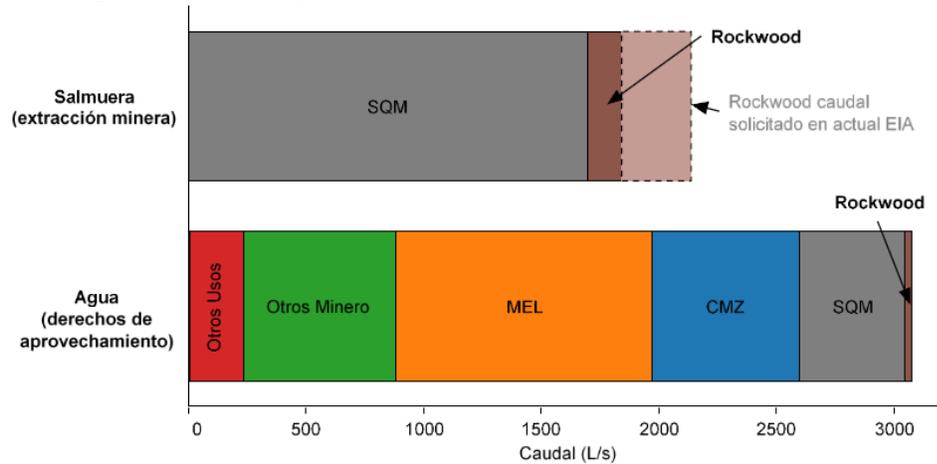


Fuente: Estudio “EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”, Adenda V, Anexo 3, Figura 2-1.

La composición química del agua en la cuenca presenta un gradiente de concentración de sales que aumenta a medida que desciende desde las cumbres y avanza hacia el núcleo del salar, diluyendo y transportando las sales del suelo hasta finalmente, al llegar al núcleo de la cuenca endorreica, evaporarse, aumentando su salinidad.

Es por esto que es bueno hacer una distinción entre la extracción de salmuera y la extracción de agua para procesos (de menor salinidad). La **Figura 4** muestra tanto los permisos para extraer salmuera como los derechos de agua de cada uno de los diferentes actores en este aspecto del salar.

Figura 4: Caudales Aprobados en la cuenca del Salar de Atacama



Fuente: Estudio “EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”, Adenda V, Anexo 3, Figura 2-4.

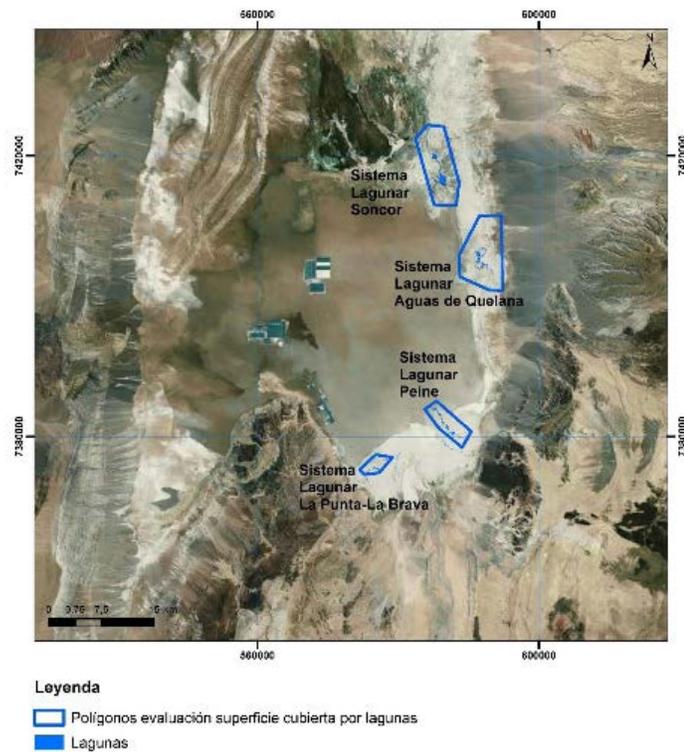
Por otro lado, existen dos tipos de salmuera en el salar, unas del tipo Na-Ca-(Mg)-Cl (salmueras “cálcicas”) y otras del tipo Na-(Mg)-SO₄-Cl (salmueras “sulfatadas”). Las salmueras cálcicas se encuentran al oeste del salar cerca de la Cordillera de Domeyko, donde predominan las rocas sedimentarias, mientras que las salmueras sulfatadas ocupan la parte oriental bordeada por terrenos volcánicos (Risacher et al., 1999b).

Objetos de Protección

Las lagunas que se encuentran a su alrededor, las cuales contienen ecosistemas singulares y relevantes debido a su diversidad y las inusuales condiciones en las que se desarrollan: salinidad del suelo y agua, clima desértico. Es por esto que es necesario controlar adecuadamente que variables como niveles y composición química del agua que conforma y alimenta acuíferos y lagunas, no se vean afectadas debido a las actividades económicas que se realizan en el salar.

Los principales sistemas lagunares del salar son el Soncor, el Aguas de Quelana, el Peine, el La Punta y el La Brava. Todos estos pueden verse en la Figura 5.

Figura 5: Red Lagunar



Fuente: Estudio “EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”, Adenda V, Anexo 3, Figura 3-4..

3.3.3 Medio biótico

En la cuenca se identifican cuatro formaciones vegetacionales²

Estepa Alto-Andina: Formación vegetacional heterogénea, que se encuentra ubicada inmediatamente al sur del Altiplano. Tiene una fisonomía vegetal de carácter más árido que la que se desarrolla en el altiplano, llegando a manifestar en ciertos lugares un aspecto de tipo desértico. Las asociaciones más características son: Lletilla-ojo de agua (*Pycnophyllum molle* – *Oxalis exigua*), Tola – Lampayo (*Baccharis incarum* – *Lampaya medicinalis*); Paja Iro-Pata de Pizaca (*Festuca chrysophylla* – *Fabiana bryoides*).

Estepa Arbustiva Pre-Puneña: Formación donde predominan los arbustos bajos de escasa cobertura. Comparte muchos elementos florísticos con el desierto y presenta una amplia distribución. En su avance hacia el sur, recibe gradualmente una menor cantidad de precipitación, lo que define en las plantas un conjunto de rasgos morfológicos propios de la adaptación a la aridez, lo cual es un carácter específico de las formaciones propiamente puneñas respecto de aquellas próximas al altiplano. Las asociaciones más características son: Checal-Lejía (*Fabiana densa* - *Baccharis boliviensis*)

Desierto de la cuenca superior del río Loa: Formación vegetal que muestra características de composición que la relacionan con el piso inferior de la estepa alto-andina de la Puna. Está constituida por arbustos

² Cade-Idepe 2004, DIAGNOSTICO Y CLASIFICACION DE LOS CURSOS Y CUERPOS DE AGUA SEGUN OBJETIVOS DE CALIDAD, Cuenca Salar de Atacama. http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Atacama.pdf

bajos xerófitos y en muchos lugares presenta extensas superficies sin vegetación alguna. Las asociaciones más características son: Rica Rica – Petaloxa (*Acantholippia punenis* – *Franseria meyeniana*).

Desierto del Salar de Atacama: Abarca la gran cuenca del Salar de Atacama y sus alrededores, que tienen una gran homogeneidad en cuanto a paisaje. Presenta grandes extensiones carentes completamente de vegetación, especialmente en el interior del salar. Pero en su borde este y hacia el sur se encuentran comunidades esteparias desarrolladas, asociadas a sistemas lacustres y a aguas subsuperficiales poco profundas. Las asociaciones más características son: Cachiyuyo – Brea (*Atriplex atacamensis* – *Tessaria absinthioides*)

En esta última, se puede establecer la existencia de dos ambientes claramente diferenciables. Uno presente en las zonas interiores del Salar de Atacama, de extraordinaria aridez muy pobre en flora y en fauna, -restringida a lagunas salinas- y otro de menor aridez en sus márgenes orientales, que posee una rica faja vegetacional y vertientes permanentes que constituyen hábitat de características muy particulares. Entre estas dos zonas existe un flujo permanente de fauna, especialmente de predadores que ocasionalmente incursionan a lagunas internas en el salar con el objeto de preñar sobre pollos y huevos de la avifauna.

En lo que se refiere a la fauna, el salar de Atacama constituye un sitio de reproducción e hibernación para los tres flamencos presentes en el altiplano Chileno.

Aquí el Flamenco Andino (*Phoenicoparrus andinus*) presenta sus mayores agregaciones en los periodos de verano e invierno. En este último periodo el salar se convierte en el principal sitio de hibernación de la zona para dicho flamenco, y de igual forma para las otras dos especies (flamenco de James y flamenco Chileno).

Esto ocurre principalmente debido a que la oferta trófica no disminuye durante esta estación, observándose por el contrario mayor abundancia y diversidad de microalgas en los inviernos, caso opuesto al ocurrido en humedales ubicados a mayor altitud. Esto hace del Salar de Atacama un sitio de importancia invernal, en especial para las tres especies de flamenco, pero en particular para el Andino y el Chileno, pues constituye un sitio importante de anidación y reproducción.

Se pueden distinguir tres tipos de hábitat en el humedal³:

Las lagunas someras de alta salinidad (que albergan microalgas bacilariofíceas y microinvertebrados tales como artemias, copépodos, ostrácodos, y larvas de quironómidos. Estos conforman la oferta alimentaria para las tres especies de flamencos que habitan en el salar (*Phoenicoparrus andinus*, *Phoenicoparrus las mesis*, *Phoenicopterus chilensis*), caitíes (*Recurvirostra andina*), chorlos (*Charadrius alticola*) y playeros de baird (*Calidris bairdii*). También son frecuentes en este hábitat los patos juarjuales (*Lophonetta specularoides*) y la gaviota andina (*Chroicocephalus serranus*).

Otro hábitat identificable corresponde a la zona costera o interlagunar, en la que se observan frecuentemente procesos de descomposición de materia orgánica disuelta en el fango. Esta zona es ocupada preferentemente por larvas de quironómidos, moscas efídridas y gastrópodos del género Littoridina. Estas especies sirven de alimento a dos especies de reptiles del género Liolaemus.

³ Sitio Ramsar Soncor <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/6954/RAMSAR-HUMED04.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Otro hábitat corresponde a zonas de agrietamiento poligonal que conforman las llamadas costras salinas de 30 a 50 cm de altura, que no sostienen vegetación y son ocasionalmente visitado por chorlos, que utilizan las grietas como refugio natural, y en los márgenes de esta formaciones, por reptiles para los mismos fines

3.3.4 Explotación del recurso litio⁴ en el Salar de Atacama

En Chile, el Salar de Atacama es el único yacimiento en explotación de litio, siendo uno de los principales yacimientos a nivel mundial. Los compuestos son bombeados desde el salar como salmueras y dispuestos en piscinas de evaporación solar.

Existen dos operadores activos que producen y comercializan compuestos de potasio y de Litio:

- SQM Salar S.A: Operador que extrae salmuera de acuerdo a la RCA 226/2006 y dependiendo del período de explotación considerado y conforme a una regla de operación para el bombeo de la cantidad total de salmuera a extraer en función de la salmuera que reinyecta, podrá extraer un máximo de 1500 l/s (años 2015-2020), 1600 l/s (años 2021-2027) y hasta 1700 l/s (años 2027-2030).
- Albermarle (ex Rockwood Litio Limitada): Operador que actualmente explota 142 l/s y, de acuerdo la RCA 21/2016, podrá sumar 300 l/s adicionales, los que se incorporarán escalonadamente (60 l/s cada 6 meses) una vez sean construidos los pozos del Plan de Alerta Temprana establecidos para este proyecto, pudiendo así alcanzar en un plazo de 4 años un total de 442 l/s de salmueras.

La explotación de estas salmueras está regulada tanto por los acuerdos contractuales entre CORFO y estas empresas y por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a través de sus respectivas RCA.

Es importante señalar que la minería no metálica no es la única actividad que ejerce una presión directa sobre los recursos de la cuenca, ya que los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas sobre la cuenca del Salar se consideran un aspecto relevante en este estudio, por lo que también han sido identificados y se desarrollan en mayor detalle en el punto 3.4.2 del informe.

3.3.5 Análisis territorial del Salar de atacama

Los usos aceptados y las restricciones definidas para el territorio que involucra la cuenca del Salar de Atacama están definidos por una serie de instrumentos, de distinto tenor, que establecen directrices y objetivos para una ocupación del territorio que armonice los intereses de todos los actores involucrados y que garantice la preservación de los elementos del medio ambiente relevantes.

La búsqueda de estos instrumentos se hizo a través de la plataforma del observatorio urbano⁵ del MINVU, del Sistema de Información de Evaluación Ambiental Estratégica del Ministerio del Medio Ambiente⁶, de la base de datos del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado administrada por el

⁴ Además de litio, las operaciones mineras extraen potasio, boro y otras sales.

⁵ En línea en <http://www.observatoriourbano.cl/lpt/index.asp>

⁶ En línea en <http://eae.mma.gob.cl/index.php/ficha>

Ministerio de Bienes Nacionales⁷ y de la base de datos de Áreas Protegidas de la DGA, que considera los acuíferos alimentadores de las vegas y bofedales de las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta y los Sitios Ramsar.

La revisión permitió identificar los siguientes instrumentos vigentes:

- Plan Regulador Comunal de la Comuna de San Pedro de Atacama.
- Áreas Protegidas:
 - Acuíferos Protegidos que alimentan vegas y bofedales
 - Sitio RAMSAR Sistema hidrológico de Soncor del Salar de Atacama
 - Reserva Nacional Los Flamencos

3.3.5.1 Plan Regulador Comunal de la Comuna de San Pedro de Atacama

El Plan Regulador Comunal de la Comuna de San Pedro de Atacama, vigente desde 1998, establece los límites urbanos, zonificación, usos de suelo y condiciones para la subdivisión, edificación, urbanización u vialidad para las áreas urbanas las localidades de San Pedro de Atacama, Toconao y Peine.

Dentro de sus lineamientos explicita la facultad de la Municipalidad para solicitar a los proyectos de inversión de cualquier tipo, su evaluación ambiental en el marco del SEIA, con el objeto de preservar el medio ambiente y prevenir la contaminación.

Si bien todas las actividades de explotación del Litio se desarrollan fuera de los límites definidos por el Plan Regulador, por lo que sus consideraciones no afectan al desarrollo minero, el campamento de SQM está en Toconao, estableciéndose que las nuevas instalaciones solo podrán construirse en los terrenos del sector sur del poblado. Plantea como objetivo del congelamiento del tamaño de los campamentos es el de liberar la Zona de preservación del medio ambiente natural y cultural Quebrada del Jerez.

3.3.5.2 Áreas Protegidas administradas por la DGA

Las áreas de protección son sectores protegidos por ley; están asociadas a ciertas áreas que son de importancia para la flora y fauna o bien, para el consumo humano o animal de localidades indígenas.

Dentro de estas áreas protegidas se pueden distinguir: Acuíferos de las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, y Sitios Ramsar.

i. Acuíferos Protegidos que alimentan vegas y bofedales

El año 1992, considerando la relevancia ambiental de los acuíferos alimentadores de las vegas y bofedales de las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, y dado que estos son el sustento de las actividades agroganaderas y de sobrevivencia de las comunidades andinas, se estableció la prohibición para la exploración y explotación de aguas subterráneas en los acuíferos alimentadores de las vegas y bofedales de las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta.

⁷ En línea en http://www.bienesnacionales.cl/?page_id=1823

En el año 2003 mediante la Resolución DGA No.529 se modificó por última vez la delimitación de estos acuíferos para la región de Antofagasta, quedando protegidos 228 humedales y una superficie de 5.149 km² equivalentes al 4.07% de la superficie total regional.

Esto significa que la DGA no otorgará nuevos derechos de aprovechamiento en todos aquellos acuíferos delimitados.

ii. Sitio RAMSAR: Sistema hidrológico de Soncor del Salar de Atacama

Creado el 2 de diciembre de 1996, ubicado en el Salar de Atacama, está constituido por cuatro lagunas (no más de 1,5 m de profundidad) interconectadas superficial y subsuperficialmente, de gran dinamismo en sus superficies. Estas lagunas se emplazan sobre una capa costrosa formada por la acumulación constante de cristales de cloruro y sulfatos, que origina la excesiva evaporación en el salar. Las algunas albergan componentes microfaunísticos y microalgales, fuente alimentaria de importantes especies de avifauna migratoria como las tres especies de flamencos, chorlos y playeros, entre otras (CONAF). Existe además un sistema hidrológico conformado por una serie de canales superficiales y cuerpos lagunares que en conjunto constituyen hábitats preferente de aves acuáticas, varias de las cuales con problemas de conservación, como son las tres especies de flamenco altoandinos: *Phoenicopterus chilensis*, *Phoenicoparrus jamesi* y *Phoenicoparrus andinus*, siendo esta última especie la que encuentra en las lagunas Barros Negros y Puillar de este sitio, su centro reproductivo más importante a nivel mundial (CONAF).

3.3.5.3 Reserva Nacional Los Flamencos

Las reservas nacionales se definen en el artículo 7° de la Ley 18.362 como un área cuyos recursos naturales es necesario conservar y utilizar con especial cuidado, por la susceptibilidad de éstos a sufrir degradación o por su importancia relevante en el resguardo del bienestar de la comunidad.

Tienen como objetivo la conservación y protección del recurso suelo y de las especies amenazadas de fauna y flora silvestres, la mantención o mejoramiento de la producción hídrica, y el desarrollo y aplicación de tecnologías de aprovechamiento racional de la flora y la fauna.

La Reserva Nacional Los Flamencos Fue creada en 1990 con el objetivo de preservar y dar representación a la subregión ecológica del desierto andino, en la cual se encuentran lagunas, salares y ambientes desérticos que poseen variados recursos faunísticos, vegetacionales, arqueológicos y geológicos – geomorfológicos, únicos en Chile. Tiene una superficie de 73.986 ha, ubicada a 27 km al sur de San Pedro de Atacama. Además, de proteger sus ambientes expuestos a los efectos antrópicos negativos y manejarlos con criterio de desarrollo sostenido (CONAF, 2008). Esta Reserva además se maneja en forma participativa con comunidades indígenas atacameñas, con las cuales CONAF Antofagasta establece asociatividad hace más de una década para implementar proyectos de ecoturismo. Se trata de un modelo único en el país.

Los sectores de protección son el Salar de Tara y Aguas Calientes I, Salar de Pujsa, Lagunas Miscanti y Miñiques, Sistema Hidrológico de Soncor, Aguas de Quelana, Valle de la Luna y Bosques de Tambillo.

3.4 Fuentes revisadas para el levantamiento de compromisos técnico ambientales en la cuenca del Salar de Atacama

Para levantar los compromisos y obligaciones técnicos y ambientales en la cuenca se revisaron exhaustivamente las siguientes:

- SEIA
- Expedientes fiscalización SEIA y Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental – SNIFA
- Expedientes de Derechos de Agua asociados a PAT
- Planes de cierre de faenas

Toda la documentación revisada considerada como relevante para el análisis se presenta en el Anexo 2, digital⁸.

3.4.1 Listado de proyectos sometidos al SEIA y aprobados, en la cuenca del Salar de Atacama

Con la ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente se dio origen al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), que es instrumento de gestión ambiental de carácter preventivo que obliga a los titulares de determinados proyectos a someterse a un procedimiento estándar para evaluar sus efectos ambientales. El SEIA funciona como un sistema de ventanilla única que recoge los pronunciamientos de todos los órganos de la Administración del Estado con competencia ambiental. Todos los permisos o pronunciamientos de carácter ambiental, que deban o puedan emitir los organismos del Estado, respecto de proyectos o actividades sometidos al sistema de evaluación, son otorgados a través de dicho sistema. El proceso de evaluación concluye cuando todos los órganos partícipes se demuestran conformes con las medidas declaradas por el Titular del proyecto, emitiéndose una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) favorable⁹, que fija las condiciones -tanto operacionales como ambientales- en las cuales podrá ejecutarse el proyecto. Así, la RCA es un instrumento transversal que recoge no solo temas netamente ambientales sino que también condiciona al proyecto a ceñirse en todas sus fases a los términos

Con el objeto de identificar compromisos ambientales generados durante los procesos de evaluación en la cuenca del Salar de Atacama se desarrolló una búsqueda en la plataforma del SEA¹⁰ de los proyectos aprobados en el área de estudio definida.

Se filtraron todos los proyectos aprobados históricamente en la comuna de San Pedro y Antofagasta, circunscritos al área de estudio. De este listado se revisaron todos los proyectos para verificar sus alcances y se seleccionaron todos aquellos que presentasen al menos uno de las siguientes temas:

- Actividades extractivas de recursos naturales (renovables y no renovables)

⁸ Puede ser descargada desde la página web http://www.mediafire.com/folder/9ed7ggt2ii8yy/Anexo_2_Biblioteca

⁹ Cuando el proyecto no entrega garantías asociadas al cumplimiento de la normativa ambiental vigente, o no se hace cargo de sus impactos ambientales significativos la RCA es desfavorable y el proyecto no podrá ser ejecutado en los términos de la evaluación.

¹⁰ En <http://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyecto.php>

- Planes de monitoreo sistemáticos que permitan verificar el estado de la biota (o componentes específicos) en el salar o cuerpos de agua en la cuenca

Se incluyó también la revisión de la RCA N° 01/1997 del proyecto “Lixiviación de Óxidos de Cobre y Aumento de la Capacidad de Tratamiento de Mineral Sulfurado” que, si bien no se localiza dentro del área de estudio, extrae agua del sector sur de la cuenca.

Posteriormente se revisaron todos aquellos proyectos en su relación con el sistema socioambiental del Salar y se identificaron aquellos que sostenían compromisos relevantes en el mantenimiento de la sustentabilidad del sistema del salar, lo que se recoge en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Proyectos aprobados ambientalmente *relevantes* en el Salar de Atacama

Nombre	Análisis	Titular	Fecha calificación	Forma de ingreso	
EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama	Aplica	ROCKWOOD LITIO LIMITADA	Ene-2016	EIA	
Secador Planta Potasa Rockwood Litio Limitada	Aplica		Dic-2013	DIA	
Construcción de Pozas de Evaporación Solar	Aplica		May-2000	DIA	
Producción de Sulfato de Potasio Ácido Bórico con ampliación de la capacidad productiva de Cloruro de Potasio	Aplica	SQM Salar S.A.	Ago-1997	EIA	
Proyecto para Producción de 300 mil Toneladas Anuales de Cloruro de Potasio	Aplica		Sept-1995	EIA	
Ampliación Planta de Secado y Compactado de Cloruro de Potasio	Aplica		Jul-2013	DIA	
Aumento de Capacidad de Procesamiento de Carnalita de Potasio	Aplica		Ene-2011	DIA	
Ampliación Planta SOP	Aplica		Dic-2010	DIA	
Nueva Planta de Secado y Compactado de Cloruro de Potasio	Aplica		Sept-2010	DIA	
Aumento de Capacidad de Secado y Compactado de Cloruro de Potasio (e-seia)	Aplica		Sept-2009	DIA	
Modificación Planta SOP (e-seia)	Aplica		Ago-2009	DIA	
Ampliación Producción Cloruro de Potasio Salar (e-seia)	Aplica		Jul-2009	DIA	
Producción de Cloruro de Potasio a partir de Sales de Carnalita de Potasio	Aplica		Ago-2002	DIA	
Reemplazo Parcial de Pozas de Evaporación Solar del Proyecto de producción de Sulfato de Potasio y Acido Bórico	Aplica		Oct-1999	DIA	
Planta Secado y Compactado de Cloruro de Potasio	Aplica		Dic-1998	DIA	
Transporte de Aceites Residuales	N/C		Recicladora Ambiental Ltda.	Ago-2016	DIA

Nombre	Análisis	Titular	Fecha calificación	Forma de ingreso	
Extracción y Procesamiento de Áridos Sector Aguada de la Teca	Fuera de la cuenca	Áridos San Pedro SpA	May-2016	DIA	
Normalización y Ampliación Relleno Sanitario San Pedro de Atacama	N/C	Ilustre Municipalidad de San Pedro de Atacama	Ene-2015	DIA	
Actualización Plan Regulador San Pedro de Atacama	Dejada sin efecto por Poder Judicial		Sept-2010	DIA	
Tendido Eléctrico Planta SCL-Peine (e-seia)	El plan de seguimiento propuesto (avifauna) se propuso para el primer año de vida útil del proyecto y actualmente no está vigente		Ago-2007	DIA	
Planes Seccionales Area Entorno Pukara de Quito y Area Entorno Pozo Tres Comuna de San Pedro de Atacama.	Corresponde a un instrumento de planificación territorial, no se considera en el levantamiento de compromisos (se incluye en análisis territorial).		Nov-2000	DIA	
Construcción Alcantarillado de San Pedro de Atacama	N/C		Jun-2000	DIA	
Habilitación de un Vertedero Artesanal para la Disposición de Residuos Sólidos Domiciliarios de la Localidad de San Pedro de Atacama y Toconao	N/C		Oct-1999	DIA	
Habilitación de un Vertedero Artesanal para la Disposición de Residuos Sólidos Domiciliarios de la Localidad de Socaire	N/C		Ene-1999	DIA	
REPOSICIÓN DEL MUSEO ARQUEOLOGICO R.P. GUSTAVO LE PAIGE, COMUNA DE SAN PEDRO DE ATACAMA	N/C		Sept-2013	DIA	
Prospección Minera El Iaco	Fuera de la cuenca		Minera Santa Fé	May-2013	DIA
Villa Carolina (e-seia)	N/C		Jorge Tellería Sepúlveda	Feb-2012	DIA
Planta Generadora Multicombustible – Proyecto ALMA	N/C	European Southern Observatory, ESO	Oct-2011	DIA	
Gran Radiotelescopio de Atacama o The Atacama Large Millimeter Array ALMA	Se propone un plan de monitoreo que considera: Cada 15 días a lo largo del camino pero con énfasis en las zonas 1, 4 y 5 para verificar que no se	European Southern	Mar-2003	EIA	

Nombre	Análisis	Titular	Fecha calificación	Forma de ingreso
	<p>produzcan atropellos de especies ni extracción de flora. Levantar registro (en adenda N° 1 se incorpora zona área sensible N° 1).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo del desarrollo de la población de Echinopsis atacamensis. Se propone frecuencia trimestral para control poblacional y de crecimiento, floración, etc., con registro. • Monitoreo de la población de Vicuñas y Ñandúes en el área Chajnantor (Area sensible N° 4) y Laguna Amarga. 	Observatory, ESO		
AMPLIACION HOTEL IORANA TOLACHE	Si bien considera seguimiento, este se aplica a la medida de compensación de suelos asociadas al Cambio de Uso de Suelos, por lo que no se considera en el levantamiento	Turismo Sam Petero Ltda.	Ene-2011	DIA
Transporte de Residuos Sólidos y Líquidos Peligrosos	N/C	Sociedad Servifosa Ltda.	Ene-2011	DIA
Conservación y Mejoramiento conexión Vial San Pedro - El Tatio (Rutas B-245 - 235), Región de Antofagasta (e-seia)	El plan de seguimiento propuesto se asociaba a los impactos asociados a la construcción de las obras	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	Abr-2008	DIA
SONDAJE HIDROGEOLÓGICOS Y PROSPECCIÓN DE SALES. PEINE II REGION	El proyecto fue ejecutado y no está vigente	Sociedad Legal Minera NX Uno de Peine	Jul-2006	EIA
Hotel Yakana Relocalización y Cambio del Proyecto Hotel en Solcor aprobado con Resolución Exenta de COREMA II Región N°0088/2004	El titular se compromete a instalar un medidor de flujo a extraer desde el pozo “El Algarrobo” que permita conocer el caudal instantáneo y el volumen acumulado, debiendo informar anualmente el volumen mensual empleado, los resultados serán enviados a la autoridad competente con copia a la COREMA II Región. El titular se compromete a realizar la medición	Inversiones Solcor Limitada	May-2006	EIA

Nombre	Análisis	Titular	Fecha calificación	Forma de ingreso
	<p>mensual de pH y conductividad de las aguas frescas provenientes del pozo de las aguas de descarte de la planta de osmosis, y de las aguas correspondientes a los dos pozos antiguos existentes en el sitio descritos en el capítulo 1, página 1 del EIA y remitir en forma anual dicha información, a la Dirección Regional de la Dirección General de Aguas con copia a la COREMA II Región.</p>			
Hotel en Solcor	<p>Se emitirán mensualmente informes con los datos de extracción de agua desde el pozo. Adicionalmente, durante el mes de diciembre de cada año de operación, se hará entrega de un informe a Corema sobre los montos totales de agua extraída desde el pozo</p>		May-2004	
Hotel Rayo de Solor	<p>El proyecto fue construido y no se identifican compromisos vigentes</p>	<p>Servicios Gastronomicos de Entretencion y Turismo Ltda</p>	Mar-2006	
Hotel Kunza	<p>Se cumplirá con un plan de monitoreo con frecuencia mensual, llevándose un registro de todos los datos, el cual se remitirá en forma semestral a la Dirección Regional de la Dirección General de Agua con copia a la COREMA II Región. La metodología a utilizar será la indicada para los parámetros definidos en la Norma 1.333. Además, se incluirá en el plan de seguimiento un registro con las calidades físicas y químicas del agua de pozo y descarte, además se considerara un medidor de caudal con medición instantánea y</p>	<p>Constructora Inca Limitada</p>	Feb-2006	EIA

Nombre	Análisis	Titular	Fecha calificación	Forma de ingreso
	registro acumulado a la salida de agua del pozo. Dichos registros serán enviados en forma semestral a la Dirección Regional de la DGA, la Secretaria Regional Ministerial de Salud con copia a la COREMA II Región. El Titular se compromete a entregar informes semestrales del manejo de las áreas verdes y áreas de cultivo como parte del plan de seguimiento ambiental del proyecto al Servicio Agrícola y Ganadero Región de Antofagasta con copia a la COREMA II Región			
Transporte de Productos Industriales por la II Región de Antofagasta (e-seia)	N/C	Antonio Carracedo Rosende	Feb-2005	DIA
Construcción Replica de Petroglifo, Sector Cordillera de la Sal (e-seia)	N/C	Asociación Indígena,	Ene-2005	DIA
Construcción replica de petroglifo atacameño en sector Llano de la Paciencia, Comuna de San Pedro de Atacama (e-seia)	N/C	Consejo de Pueblos Atacameños	Ene-2005	DIA
Plan Regional de Desarrollo Urbano II Región (e-seia)	No se considera como un proyecto de inversión	SEREMI MINVU II REGION	Oct-2004	DIA
Hospedería en el Ayllu de Yaye	El proyecto fue construido y no se identifican compromisos vigentes	ZAPALERI S.A.	May-2004	
Turismo de Naturaleza en Beter	Si bien considera seguimiento, este se aplica al compromiso de forestación y manejo agrícola, por lo que no se considera en el levantamiento	Valles del Sur S.A.	Dic-2002	DIA
Transporte de Sustancias Peligrosas y Sistematización de la Información Relativa a su Almacenamiento	N/C	MINERA ESCONDIDA LIMITADA	Jul-2002	DIA

Nombre	Análisis	Titular	Fecha calificación	Forma de ingreso
Aprovechamiento de Agua del Río Puritama	El proyecto es el aprovechamiento consuntivo, permanente y discontinuo, entre las 8:00 y las 10:00 horas (AM) y entre las 18:00 y las 20:00 horas (PM), de cada día, por un caudal de 1,2 litros por segundo de las aguas superficiales del río Puritama. INCLUYE SEGUIMIENTO DE FLORA Y VEGETACIÓN CADA 5 AÑOS, FAUNA CADA 4 AÑOS, INSTALAR UN FLUJÓMETRO Y ENVÍO DE REPORTES DEL CONSUMO CON FRECUENCIA SEMESTRAL	Explora S.A.	Dic-2001	DIA
Hotel en Suchor Aylo de Quito San Pedro de Atacama	N/C	Humberto Urdangarin Beltrán	Jul-2001	DIA
Hotel en Conde Duque	N/C	Juan Francisco d'Etigny Lira	Jun-2001	DIA
Variante Cordón La Pacana	Fuera de la cuenca	Gasoducto Nor Andino S.A.	Dic-1998	DIA
Construcción de Instalaciones Hoteleras en el Ayllu de Catarpe	N/C	Inmobiliaria Darío Urzúa 1825 Ltda.	Abr-1998	DIA
Gasoducto del Norte Grande (Nor Andino)		Gasoducto Nor Andino S.A.	Mar-1998	EIA
S/E Laberinto. Sistema de Transmisión S/E Oeste - S/E Atacama - S/E Nueva Zaldivar	N/C	Norgener S.A.	Ene-1998	DIA
Gasoducto Atacama	El proyecto fue construido y no se identifican compromisos vigentes	Gasatacama Chile S.A.	Oct-1997	EIA
Sistema de Transmisión Eléctrica SICO-S/E Atacama	El proyecto fue construido y no se identifican compromisos vigentes	AES GENER S.A	Oct-1997	EIA
Lixiviación de Óxidos de Cobre y Aumento de la Capacidad de Tratamiento de Mineral Sulfurado	Aplica	Minera Escondida Limitada	May-97	EIA

A continuación se describen los alcances de los principales proyectos identificados en la tabla anterior, que corresponden a aquellos desarrollados por Albermarle Lito (ex Rockwood Lito) y a SQM Salar S.A.

3.4.1.1 Albermarle (ex Rockwood Lito, Sociedad Chilena del Lito)

La Planta El Salar fue fundada en el año 1981, por Sociedad Chilena del Lito Limitada, sociedad entre CORFO y Foote Mineral Corporation (creada el año 1980). En 1998 Chemetall compra Foote Minerals Company, naciendo Chemetall-Foote Corporation. El año 2004, Chemetall-Foote es adquirida por Rockwood Holding Inc., cambiando, entonces, la titularidad de ambas plantas a Rockwood Lito Limitada. En la Planta El Salar se bombean salmueras que contienen Lito hacia las pozas de evaporación solar, donde precipitan a través de evaporación solar las siguientes sales: halita, silvinita, bischofita y carnalitas. Posteriormente estas son transportadas a la Planta La Negra, ubicada en la comuna de Antofagasta, donde son procesadas para su comercialización.

La concesión de área de Salar que posee Rockwood Lito Ltda. en el Salar de Atacama considera la venta total de 200.000 toneladas métricas de Lito metálico desde los pozos de extracción de salmuera. Considerando el ritmo de producción actual, se estima que la operación culminará el año 2038.

Los valores medios de producción actuales de la Planta El Salar son de:

- 136.000 ton/año de Cloruro de Potasio (equivalente a 11.333 ton/mes)
- 80.000 m³/año de Salmuera 6% de Lito (equivalente a 6.666,7 m³/mes y a 8.800 ton/mes).

EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama, aprobado mediante la RCA 021/2016

Presentado al SEIA en mayo de 2009, aprobado en enero de 2016. Actualmente se encuentra operativo. El proyecto modifica la RCA 092/2000 y consiste en el aumento progresivo en la extracción de salmuera natural desde el Salar de Atacama, aumentando la extracción de bombeo de salmuera en 300 lts, adicional a los 142 lts actualmente autorizados.

Considera un monto de inversión de U\$ 17.000.000. Su vida útil era 30 años.

El proyecto “Construcción de Pozas de Evaporación Solar”, de Sociedad Chilena de Lito Ltda. contempla la construcción de 10 pozas adicionales a las 17 ya existentes, comprendiendo una superficie total de 680.000 m², las que estarán ubicadas al Oeste del sistema actual de pozas. El proyecto permitirá el aumento de producción de salmuera desde 60.000 ton/año a 80.000 ton/año, como consecuencia del aumento en la cantidad de salmueras tratadas, como resultado de la expansión del sistema de pozas, generando además un aumento en la cantidad de sales.

Secador Planta Potasa Rockwood Lito Limitada aprobado mediante la RCA 403/2013

Presentado al SEIA en julio de 2013, aprobado en diciembre de 2013. Actualmente se encuentra operativo. El proyecto modifica la RCA 092/2000 y consiste en Construcción y operación de una Planta de Granulación y la operación de una Planta de Secado introducidas para la producción de Cloruro de Potasio (KCl) seco. Considera un monto de inversión de U\$ 17.000.000. Su vida útil era 20 años

Construcción de Pozas de Evaporación Solar RCA 092/2000

Presentado al SEIA en enero de 2000, aprobado en mayo de 2000. Actualmente se encuentra operativo, modificado por las RCAs precedentes.

El proyecto contempla la construcción de 10 pozas adicionales a las 17 ya existentes, comprendiendo una superficie total de 680.000 m², las que estarán ubicadas al Oeste del sistema actual de pozas. El proyecto permitirá el aumento de producción de salmuera desde 60.000 ton/año a 80.000 ton/año, como consecuencia del aumento en la cantidad de salmueras tratadas, como resultado de la expansión del sistema de pozas, generando además un aumento en la cantidad de sales.

Considera un monto de inversión de U\$ 2.450.000. Su vida útil era 30 años

3.4.1.2 SQM Salar S.A.

Ampliación Planta de Secado y Compactado de Cloruro de Potasio (RCA N° 154/2013)

El proyecto consiste en la ampliación de la capacidad de producción de la actual planta de secado y compactado de cloruro de potasio (KCL) de 1.100.000 a 1.800.000 toneladas anuales a través del remplazo y repotenciamiento de algunos de sus equipos. Además se automatizará el manejo de productos mediante la instalación de un stacker y un reclamador. El Proyecto considera las mismas 4 etapas del Proyecto original, a saber, secado y calentado, compactado, molienda y clasificación, y acondicionamiento.

Aumento de Capacidad de Procesamiento de Carnalita de Potasio (RCA N° 1/2011)

El proyecto consiste en aumentar la capacidad de procesamiento de sales de carnalita de potasio de 612.000 a 2.790.000 toneladas anuales, en las instalaciones que actualmente opera SQM Salar S.A en el Salar de Atacama.

Para ello se contempla la construcción de una nueva planta de carnalita de potasio (PC-3) y la optimización de la Planta de Carnalita N°1 existente (PC-1), siendo necesario para su operación la construcción de una nueva línea de transmisión eléctrica de 110 KV, paralela al tendido eléctrico actual, a lo largo de una extensión de 34 km entre las actuales S/E “OESTE” a la S/E “MINSAL”. Adicionalmente, a través del presente proyecto, se realizará una ampliación de la actual S/E “MINSAL”. Este proyecto no modifica los volúmenes de extracción de salmuera y agua ya aprobados.

Ampliación Planta SOP (RCA N° 30/2010)

El proyecto tiene como propósito introducir modificaciones en la Planta SOP Húmeda (SOP-H), actualmente existente dentro de las operaciones de SQM Salar S.A. en el Salar de Atacama, de manera de adecuar la alimentación de sales a ser procesadas en dicha planta.

Para esto se contempla implementar en la planta húmeda (SOP-H) una segunda línea de alimentación de sales paralela a la actual, que permita alimentar sales de Silvinita para producción de Cloruro de Potasio (KCl). Esta modificación hará posible la operación en paralelo de las dos modalidades actuales de funcionamiento, lo que permitirá la producción simultánea de Sulfato de Potasio y Cloruro de Potasio, o de solamente Cloruro de Potasio en ambas líneas productivas. De esta forma, se incorpora una nueva forma de operación denominada “Modalidad Dual”.

Adicionalmente, a través del presente proyecto, se modifica la distribución y localización de las áreas de canchas de acopio de sales y de pozas de evaporación solar, que ya cuentan con aprobación ambiental, en los sectores MOP y SOP, manteniendo la superficie total de 62 Km².

La modificación de la Planta SOP-H requiere de personal adicional en la etapa de construcción y operación, por lo que además se contempla aumentar la capacidad del Campamento Andino (ex P2), para albergarlos.

Nueva Planta de Secado y Compactado de Cloruro de Potasio (RCA N° 273/2010)

Se contempla la construcción de una nueva Planta de Secado y Compactado de Cloruro de Potasio en el Sector SOP de las operaciones de SQM Salar S.A en el Salar de Atacama.

El proyecto tiene por objetivo el aumento de la capacidad de secado y compactado de cloruro de potasio (KCl) en el Sector SOP de las operaciones de SQM Salar S.A., para lo cual se contempla la construcción de una nueva Planta de Secado y Compactado con capacidad de producción máxima de 1.100.000 toneladas/año de Cloruro de Potasio Granular (compactado).

Aumento de Capacidad de Secado y Compactado de Cloruro de Potasio (RCA N° 294/2009)

El objetivo del proyecto consistirá en aumentar la producción de secado y compactado de KCl en el sector MOP (Muriato de Potasio), a través de:

- Aumento de la producción de KCl Granulado (seco y compactado), de la actual planta de secado y compactado de KCl, en 20.000 ton/año aprovechando la capacidad instalada que tiene la planta actual de 100.000 ton/año a 120.000 ton/año.
- Construcción de una nueva planta de secado con capacidad de producción de 920.000 ton/año de KCl Standard (seco).

Modificación Planta SOP (RCA N° 271/2009)

El proyecto “Modificación Planta SOP” tiene por objetivo introducir modificaciones en la Planta Húmeda (SOP-H) y Planta de Secado y Compactado (SOP-SC) 3 de las operaciones de SQM Salar S.A., en el Salar de Atacama, de manera de:

- Incorporar en la Planta Húmeda (SOP-H) una segunda forma de funcionamiento denominada “modalidad MOP” que permitirá la producción de Cloruro de Potasio mediante un cambio en las sales de alimentación y su procesamiento.
- Incrementar la capacidad de secado en la actual Planta de Secado y Compactado (SOP-SC), permitiendo además indistintamente el procesamiento de Sulfato de Potasio y/o Cloruro de Potasio.

Ampliación Producción Cloruro de Potasio Salar (RCA N° 252/2009)

El objetivo del proyecto consistirá en aumentar la producción de cloruro de potasio (KCl) de la planta de cloruro de potasio de 650.000 ton/año a 2.200.000 ton/año, en las instalaciones que actualmente opera SQM Salar S.A., en el Salar de Atacama.

Adicionalmente, a través del presente proyecto, se modificará la distribución y localización de las áreas de canchas de acopio de sales y de pozas de evaporación solar, que ya cuentan con aprobación ambiental, en

los sectores MOP (sector de producción de KCL) y SOP (sector de producción de sulfato de potasio), manteniendo la superficie total de 62 km².

EIA Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama (RCA N° 226/2006)

El objetivo del proyecto es sustentar la producción actual de cloruro de potasio, sulfato de potasio, ácido bórico y salmuera rica en litio, en las instalaciones que actualmente posee SQM en el Salar de Atacama. A fin de satisfacer este objetivo, el proyecto contempla efectuar los cambios operacionales que a continuación se indican:

- Aumentar la extracción de salmuera desde el núcleo del salar.
- Aumentar la extracción de agua dulce desde el borde este del salar.
- Aumentar la superficie de evaporación solar en el núcleo del salar.
- Aumentar la superficie de acopio de sales de descarte en el núcleo del salar.

Es importante señalar que es mediante este Proyecto que se establece el Plan de Seguimiento Ambiental (PSA) vigente a la fecha, el cual gatilla medidas de Contingencia y de Alerta Temprana. Dicho Plan de Seguimiento Ambiental está asociado a los componentes Hidrología, Vegetación, Flora y Biota Acuática. Así mismo, el PSA fue concebido como una herramienta instrumental para el Plan de Contingencias. Esto es, considera el monitoreo de las variables que permitirán establecer cuando es necesario activar o desactivar el Plan de Contingencias, en función de las variables **hidrogeológicas** (niveles) y de las componentes receptoras (**Biota**). Adicionalmente, permite evaluar el estado ambiental y funcionamiento hidrogeológico y biótico de los sistemas, información que, en caso de ser necesario, podría ser utilizada para determinar posibles causas de un deterioro

Producción de Cloruro de Potasio a partir de Sales de Carnalita de Potasio (RCA N° 180/2002)

El proyecto contempla una optimización del proceso de extracción de Cloruro de Potasio contenido en la sal de Carnalita de Potasio. El nuevo proceso involucra una nueva Planta de Lixiviación de Carnalita de Potasio.

Reemplazo Parcial de Pozas de Evaporación Solar del Proyecto de producción de Sulfato de Potasio y Ácido Bórico (RCA N° 115/1999)

El proyecto consiste en la construcción de 3,3 millones de m² de área nueva de evaporación, que sustituirán igual área actual de evaporación, y en la reparación de 1,1 millones de m² de área existente de evaporación. Los 3,3 millones de m² actuales han quedado fuera de servicio debido a la presencia de fugas en la impermeabilización de las pozas originales, por motivos que se están estudiando.

Planta de Secado y Compactado de Cloruro de Potasio (RCA N° 110/1998)

El proyecto consiste en la disminución de la humedad en piscinas de evaporación solar y en el aumento de la densidad de uno de los productos (cloruro de potasio o silvinita) de los proyectos anteriores, para lo cual la empresa planea la construcción y posterior operación de una planta de secado y compactado del mismo.

Producción de 17500 Ton/año de Carbonato de Litio (RCA N° 110/1998)

El proyecto corresponde a la segunda etapa del proyecto Minsal S.A. Consiste en el diseño, construcción y operación de una planta de carbonato de litio, con una capacidad de producción de 17.500 ton/año. El carbonato de litio tendrá una pureza de 99 %, bajo contenido de boro y sulfato, podrá ser producido en distintas formas físicas (polvo o granulado), dependiendo de los requerimientos del mercado. La inversión total considerada para el proyecto es de 54 millones de dólares y se estima que los costos de producción, aproximadamente, serán de 0,5 US\$ por Kg. de carbonato de litio. Este proyecto se emplazará en al II Región de Antofagasta, en un sitio ubicado al Norte de la Estación O'Higgins del F.C.A.B. y a 25 Km. de la ciudad de Antofagasta.

Producción de Sulfato de Potasio, Ácido Bórico, con ampliación de capacidad productiva de Cloruro de Potasio (RCA N° 15/1997)

Este proyecto consiste en la construcción y operación de una planta de Sulfato de Potasio y Ácido Bórico, cuyas producciones alcanzarán las 250.000 ton/año y 16.500 ton/año respectivamente; y una ampliación de la capacidad productiva de Cloruro de Potasio de 200.000 ton/año. Corresponde a la tercera etapa del proyecto gradual de desarrollo minero de Minsal en el Salar de Atacama. Este proyecto posee fases de producción similares a la Primera Etapa (producción de Cloruro de Potasio) y a la Segunda Etapa (producción de Carbonato de Litio). La ubicación del proyecto es al interior del Salar de Atacama en la II Región de Antofagasta, perteneciente a la Comuna de San Pedro de Atacama. Los Costos de inversión alcanzan los 124 millones de dólares.

Producción de 300.000 ton/año de Cloruro de Potasio (RCA N° 403/1995)

El proyecto consiste en la producción del orden de 300.000 ton/año de Cloruro de Potasio (KCl). El Cloruro de Potasio será consumido en Chile por SOQUIMICH, empresa que actualmente compra toda la producción de KCl producido por SCL (Sociedad Chilena del Litio) en sus instalaciones ubicadas en el Salar de Atacama, para producir Nitrato de Potasio (KNO₃) y requiere importar otras 170.000 ton/año, de diversas procedencias. El proceso productivo se basa fundamentalmente en la evaporación solar, debiéndose destacar que el sol aporta el 96 % de la energía requerida para los procesos. La Silvinita (KCl) será transportada hasta las instalaciones existentes en Coya Sur propiedad de SOQUIMICH para su transformación en Nitrato de Potasio, usado como fertilizante inorgánico. El producto del proyecto sustituirá la importación de Cloruro de Potasio (muriato) de diversas procedencias.

3.4.1.3 Lixiviación de Óxidos de Cobre y Aumento de la Capacidad de Tratamiento de Mineral Sulfurado de Minera Escondida Ltda.

El proyecto de Minera Escondida Limitada fue aprobado mediante la RCA 01/97, se localiza unos 40 kilómetros al este del límite sur de la cuenta del Salar de Atacama, fuera de sus límites. Considera la construcción de obras para un aumento de la producción de la planta concentradora de 115.000 a 175.000tpd y la instalación de plantas para el procesamiento de minerales oxidados, consistentes en pilas de lixiviación con ácido sulfúrico, planta de extracción por solventes y planta de electroobtención. La

producción de cátodos de cobre se estima en 125.000 tpa. Dada la distancia de las operaciones mineras propiamente tal, no se incluyen sus alcances dentro de este estudio. Sin embargo, el aumento de la producción implica un aumento de la demanda de agua, la que será bombeada desde pozos de la subcuenca de Monturaqui a una tasa de 1.300 l/s.

Los efectos de esta extracción sí se manifiestan en la cuenca de estudio, y para minimizar sus potenciales impactos sobre el sistema queda condicionada a la ejecución de un estudio hidrogeológico del área y a un plan de alerta temprana (PAT) que permita seguir la evolución de las variables sensibles (hidrogeología, flora y vegetación y fauna) en puntos específicos y con eso tomar medidas oportunas en caso que alguno de los umbrales definidos sea sobrepasado.

El proyecto se encuentra operativo y aun cuando Escondida cuenta con RCAs de proyectos de modificación puntuales de la RCA, estas no han modificado los aspectos asociados al PAT.

En junio del año en curso Minera Escondida presentó para su evaluación ambiental el Proyecto Monturaqui, con el objeto de extender en 11 años -a partir del 2020- la extracción de agua desde el campo de pozos en Monturaqui, bajo un caudal de extracción medio anual de 640 l/s. Con esto, se reformulan los planes de alerta temprana y de seguimiento de las variables ambientales relevantes aprobados mediante la RCA 01/97, sustituyendo dos variables de control en la zona de vegas (flujo pasante y nivel freático en el punto H de la zona de vegas) definidos en el PAT del 2001, por nueve nuevas variables de control (nivel freático en nueve puntos de la zona de vegas).

Los alcances de este proyecto no son recogidos en la sistematización de los compromisos asumidos, sin embargo, se recomienda que una vez concluya el proceso de evaluación ambiental sean verificados e incluidos en la ejecución del programa de monitoreo integrado propuesto en el Hito 2 de este estudio.

3.4.2 Derechos de agua y Planes de Alerta Temprana en la cuenca.

Dado que el agua es la clave para el funcionamiento del sistema salar, el seguimiento de los caudales extraídos por los distintos actores, es relevante para la verificación de la sustentabilidad.

Para el levantamiento de posibles fuentes de compromisos asumidos en la cuenca asociados al ejercicio del derecho, se consultó el informe “Diagnóstico y sistematización de información de Planes de Alerta Temprana vigentes con condicionamiento de derechos” (Hidromas Cef Limitada, 2014). Además, se revisaron los Derechos de Aprovechamiento de Agua otorgados en la cuenca¹¹ y se solicitó por transparencia información a la DGA relacionada con derechos de agua con condicionamientos de uso en la cuenca.

3.4.2.1 Derechos de agua en la cuenca del Salar de Atacama

De acuerdo a la información publicada por la Dirección General de Aguas, en la cuenca del Salar de Atacama se han otorgado 211 derechos de agua, a un total de 72 titulares. La tabla a continuación muestra los caudales otorgados, agregados por titular y por naturaleza.

¹¹ Disponible en <http://www.dga.cl/sitioDerechos/Paginas/default.aspx>

Tabla 3. Caudales otorgados en la cuenca, agregados por titular y por naturaleza

Etiquetas de fila	Subterránea	Superficial y Corriente	Superficial y Detenida	Total
AGRICULTORES DEL PUEBLO DE CASPANA		65		65
ALTO ATACAMA S.A.	5,5			5,5
ANTONIO MANUEL IVANOVIC PALMAROLA	0,21			0,21
ASOC. ATACAMEÑA DE REGANTES Y AGRICULTORES DE AGUAS BLANCAS		110		110
ASOC. ATACAMEÑA DE REGANTES Y AGRICULTORES DEL RIO VILAMA		221		221
ASOCIACION ATACAMEÑA DE REGANTES Y AGRICULTORES DE CELESTE		6,48		6,48
ASOCIACION ATACAMEÑA DE REGANTES Y AGRICULTORES DE SONCOR		12,3		12,3
ASOCIACION INDIGENA DE REGANTES Y AGRICULTORES PASO JAMA		2,1		2,1
BERNARDA MAMANI MAMANI Y OTROS		5,7		5,7
CHILE EXPLORATION CO.		575		575
CIMAP LIMITADA		3,78		3,78
COMERCIAL SUCCESO LIMITADA	2			2
COMITE DE A.P.R. Y ALCANTARILLADO DE SAN PEDRO DE ATACAMA	6,6667			6,6667
COMPAÑIA MINERA DOÑA INES DE COLLAHUASI S.A				
COMPAÑIA MINERA ZALDIVAR SPA	625,3			625,3
COMUNIDAD ATACAMEÑA DE CAMAR		26,6		26,6
COMUNIDAD ATACAMEÑA DE MACHUCA		13,8		13,8
COMUNIDAD ATACAMEÑA DE PEINE		63,3		63,3
COMUNIDAD ATACAMEÑA DE RIO GRANDE Y OTROS		1157		1157
COMUNIDAD ATACAMEÑA DE SOCAIRE		135		135
COMUNIDAD ATACAMEÑA DE SOLOR	1,5			1,5
COMUNIDAD ATACAMEÑA DE TALABRE		46,3		46,3
COMUNIDAD ATACAMEÑA DE TOCONAO	2,4	65	60	127,4
COMUNIDAD INDIGENA ATACAMEÑA DE CATARPE Y OTROS	45			45
COMUNIDAD INDIGENA ATACAMEÑA DE PEINE		15,4		15,4
DIRECCION DE RIEGO (RESERVA)		270		270
EXPLORACIONES SAN PEDRO S.A.	150			150
FERROCARRIL DE ANTOFAGASTA A BOLIVIA (F.C.A.B.)		206,41		206,41
FISCO EJERCITO DE CHILE.	60			60
FISCO, DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS M.O.P.	40			40
GUILLERMO CIRILO GONZALEZ CHINGA		20		20
HERNAN GABRIEL RAMIREZ CARRASCO		16		16

Etiquetas de fila	Subterránea	Superficial y Corriente	Superficial y Detenida	Total
HOTELERA Y TURISMO ATACAMA LIMITADA	1,8			1,8
HOTELERIA Y CENTROS DE RECREO TERRANTAI LTDA.	1,5			1,5
HOTELES DECAMERON COLOMBIA S.A.	2,2			2,2
HUMBERTO URDANGARIN BELTRAN	1,11			1,11
INMOBILIARIA CABO DE HORNOS LIMITADA	2			2
INMOBILIARIA ECOANDES LIMITADA		1		1
INVERSIONES D'ETIGNY S.A.	1			1
INVERSIONES ESLAVAS S.A.		19		19
INVERSIONES SAN PEDRO S.A.	3			3
INVERSIONES SOLCOR LTDA.	2,5			2,5
JORGE ENRIQUE POBLETE GRBIC Y OTROS	3,8			3,8
JOSE FRANCISCO RUIZ-TAGLE ORTUZAR		0,5		0,5
JUAN CARLOS RIQUELME PAILLAPAN Y OTROS	1,8			1,8
JUAN SAMUEL ERNESTO ACEVEDO JAMETT		3,1667		3,1667
JUNTA DE VECINOS DE TOCONAO		8		8
KIMAL S.A.	2			2
LEASING ANDINO S.A.	15			15
LUCILA DEL CARMEN MENANTEAU ESPINOZA		3,5		3,5
MANUEL ARTURO MUÑOZ HENRIQUEZ		0,77		0,77
MARCOS JULIO ROMERO MENANTEU		0,45		0,45
MINERA ESCONDIDA LIMITADA	2775,3			2775,3
MINERA SPENCE S.A.	450			450
MINERA UTAH DE CHILE INC.	304			304
ORLANDO DIEGO MONDACA ARAYA Y OTROS		10		10
PRELATURA DE CALAMA		20		20
RICARDO BLADIMIR QUIROZ NILO	2,5			2,5
RICARDO FRANCISCO VILCA SOLIS	1			1
ROBERTO ZUÑIGA ESPINOSA		3		3
ROCKWOOD LITIO LTDA	15			15
SENDOS II REGION		0,47		0,47
SOC. AZUFRERA POLAN		150		150
SOCIEDAD AZUFRERA POLAN		50		50
SOCIEDAD CHILENA DEL LITIO LTDA.		8,5		8,5
SOCIEDAD MINERA SALAR DE ATACAMA LIMITADA	205			205
SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A. SQM S.A.	4			4
SQM SALAR S.A.	344			344
STEFFEN WELSCH	2			2
TAKHA TAKHA S.A.	2			2

Etiquetas de fila	Subterránea	Superficial y Corriente	Superficial y Detenida	Total
VALLES DE SUR S.A.	2,5			2,5
WALTER ROMANG	4,8			4,8
Total general	5088,4	3314,5	60	8462,9

Fuente: elaboración propia a partir de datos DGA (fecha consulta: 20/07/17)

La siguiente tabla muestra los propietarios relevantes de los derechos de agua de la cuenca (suman el 90%), con el uso dado.

Tabla 4. Titulares de derechos de aprovechamiento de aguas con mayores caudales

Titular	Caudal medio anual (L/s)	Uso	% sobre el total de derechos asignados en la cuenca
MINERA ESCONDIDA LIMITADA	2775,3	Minero	32,7
COMUNIDAD ATACAMEÑA DE RIO GRANDE Y OTROS	1157	Riego	13,6
COMPAÑIA MINERA ZALDIVAR SPA	625,3	Minero*	7,4
CHILE EXPLORATION CO.	575	Minero y Otros usos	6,8
MINERA SPENCE S.A.	450	Minero	5,3
SQM SALAR S.A.	344	Minero	4,0
MINERA UTAH DE CHILE INC.	304	Industrial	3,6
DIRECCION DE RIEGO (RESERVA)	270	Riego	3,2
SOCIEDAD MINERA SALAR DE ATACAMA LIMITADA (SQM)	240	Minero	2,8
ASOC. ATACAMEÑA DE REGANTES Y AGRICULTORES DEL RIO VILAMA	221	Riego	2,6
FERROCARRIL DE ANTOFAGASTA A BOLIVIA (F.C.A.B.)	206,41	No indica	2,4
SOC. AZUFRERA POLAN	200	Industrial	2,4
EXPLORACIONES SAN PEDRO S.A.	150	Minero	1,8
COMUNIDAD ATACAMEÑA DE SOCAIRE	135	Riego	1,6

Fuente: elaboración propia a partir de datos DGA (fecha consulta: 20/07/17) *Si bien la consulta no arroja información sobre el uso, dado el giro del titular se asume que el uso dado es "Minero"

En Anexo 2 se presenta la documentación revisada relevante asociada a los Derechos de Aprovechamiento de Agua otorgados.

3.4.2.2 Planes de alerta temprana (PAT) en la cuenca del Salar de Atacama

El Plan de Alerta Temprana Monturaqui-Negrillar-Tilopozo (PAT MNT) se origina en la evaluación ambiental del proyecto Lixiviación de Óxidos de Cobre y Aumento de la Capacidad de Tratamiento de Mineral Sulfurado, de Minera Escondida Ltda., que evaluaba ambientalmente la ampliación de la capacidad de beneficio de cobre en instalaciones ubicadas fuera del área de estudio, para lo cual requería la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas provenientes de Monturaqui. En este

proceso de evaluación la Dirección General de Aguas se hace partícipe y establece condicionantes al ejercicio de los derechos de aprovechamiento que puedan ser otorgados en el acuífero Monturaqui-Negrillar-Tilopozo (estas condiciones se definen en el punto 3.5.1.3, más adelante).

Como continuación de este proceso, la DGA aprobó mediante Resolución DGA Ex. N°1972/2001 el “Plan de Alerta Temprana para el acuífero de Monturaqui-Negrillar-Tilopozo, II Región, Antofagasta” (PAT-MNT, ver Anexo 2), que regula las condiciones para el ejercicio de los derechos a una tasa máxima de bombeo desde el acuífero (por parte de todos los usuarios) y establece un límite tanto para el descenso del nivel freático en el sector de Tilopozo como para la reducción de flujo pasante hacia él. Los usuarios de agua en este acuífero son Minera Escondida Ltda. (MEL) y Compañía Minera Zaldívar (CMZ), y los números de expediente del derecho de agua asociados al PAT en cuestión se muestran en la siguiente tabla. En el Anexo 2 se incluyen los expedientes de los derechos condicionados por el PAT, digitalizados.

Tabla 5. Resumen de expedientes y pozos PAT-MNT

EXPEDIENTE DGA	Nombre pozo	UTM Norte	UTM Este	Caudal otorgado	Resolución DGA
ND-0203-1153	SAT-1	7.367.992	578.696	3,8	RES DGA N°604/2000 Titular: COMPAÑÍA MINERA ZALDIVAR
ND-0203-1455	MPW-8	7.323.132	571.870	94,2	RES DGA N°605/2000 Titular: COMPAÑÍA ESCONDIDA LTDA.
	MPW-10	7.322.383	571.126	47,5	
	MPW-11	7.322.417	572.110	52,9	
	MPW-13	7.321.322	572.175	40,3	
	MPW-14	7.320.915	571.284	37,8	
	MPW-15	7.320.274	570.973	31,8	
ND-0203-1456	MPW-3	7.326.112	572.898	57,6	RES DGA N°606/2000 Titular: COMPAÑÍA ESCONDIDA LTDA.
	MPW-4	7.325.068	571.606	36,4	
	MPW-5	7.325.117	573.418	49,7	
	MPW-7	7.324.195	572.902	48,8	

Fuente: Hidromas Cef Ltda, 2014

Actualmente el campo de pozos de extracción de MEL en Monturaqui suma 24. La extracción de agua subterránea se inició a fines de 1998 y las tasas de bombeo aumentaron gradualmente en el tiempo hasta 2004, alcanzando promedios anuales dentro del rango de 1.200 a 1.400 l/s hasta 2016, con la excepción del año 2011, donde el promedio fue inferior a este rango.

El abastecimiento de agua para CMZ proviene de un campo de 6 pozos de producción ubicados en el área de Negrillar, en el mismo acuífero de MNT, aguas abajo de Monturaqui y más próximo a la zona de vegas. La extracción de CMZ se inició a mediados de 1995, registrando en ese año un caudal medio de bombeo de 180 l/s; desde 1996 hasta 2005, la tasa promedio anual de bombeo fue del orden de 130 a 160 l/s. Luego, a partir del 2005, el caudal medio anual fue aumentando hasta alcanzar valores, en general, por

sobre los 170 l/s, e incluso del orden de 220 l/s para el período 2011 a 2013. Entre el 2014 y 2016, la extracción de CMZ resultó del orden de los 190 l/s¹².

3.4.3 Procesos de fiscalización y sancionatorios

De la revisión de los proyectos listados en numeral 3.1 del presente informe (proyectos aprobados ambientalmente, ubicados en la cuenca del Salar de Atacama, que por sus características son objeto de análisis) se efectuó la identificación de procesos de fiscalización cuyos resultados hayan derivado en un posterior procedimiento sancionatorio. Para tales efectos, las fuentes utilizadas corresponden tanto al expediente ambiental de cada proyecto, así como el “Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental” (SNIFA) a cargo de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

La distinción de las fuentes de información utilizadas no es trivial. Responde a la actual institucionalidad ambiental, toda vez que hasta antes del 28 de diciembre de 2012, la fiscalización de las normas, medidas y exigencias contenidas en una RCA se efectuaba por los órganos sectoriales con competencia ambiental partícipes de la evaluación del respectivo proyecto en el SEIA. Dichos órganos en caso de identificar incumplimiento, informaban a la Comisión Regional o Comisión Nacional del Medio Ambiente - dependiendo el carácter regional o interregional del proyecto- para que en base al mérito de los antecedentes, se cursara como sanción una amonestación por escrito, imposición de multas de hasta 500 U.T.M. o la revocación de la RCA. En cambio, creada la SMA, la fiscalización permanente del cumplimiento de las normas y condiciones bajo las cuales se aprueban o aceptan los Estudios y Declaraciones de Impacto Ambiental es materia de competencia de esta institución. En caso de identificar incumplimiento de la RCA producto de la fiscalización, la SMA inicia un procedimiento administrativo sancionatorio contra el titular, procedimiento que según el carácter de la infracción y su gravedad, puede concluir con multas de hasta 10.000 U.T.A., clausura parcial o total del establecimiento o la revocación total o parcial de la RCA.

Efectuada la precisión anterior, en la **Tabla 6** y **Tabla 7** se ilustra los proyectos analizados de Rockwood Litio y SQM Salar S.A. y la existencia de procesos de fiscalización y/o sanción.

Tabla 6. Revisión de procesos de fiscalización y/o sanción sobre RCAs de titularidad de Rockwood Litio.

Herramienta de presentación/ Nombre proyecto	RCA	Proceso de fiscalización/ sancionatorio
DIA “Construcción de Pozas de Evaporación Solar”	92/2000	Si, cursado por CONAMA. Absuelto.
EIA “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”	156/2011	No
DIA “Secador Planta Potasa Rockwood Litio Limitada”	403/2013	No.

Fuentes: SEIA y SNIFA. Fecha de consulta 07/07/17

¹² Estos datos fueron obtenidos del informe anual de monitoreo Informe “Plan de Alerta Temprana para el Acuífero Monturaqui- Negrillar-Tilopozo” 2016, elaborado en 2016 por Golder Associates S.A.

Tabla 7. Revisión de procesos de fiscalización y/o sanción sobre RCAs de titularidad de SQM Salar S.A.

Herramienta de presentación/ Nombre proyecto	RCA	Proceso de fiscalización/ sancionatorio
DIA “Reemplazo Parcial de Pozas de Evaporación Solar del Proyecto de producción de Sulfato de Potasio y Acido Bórico”	115/1999	No
DIA “Producción de Cloruro de Potasio a partir de Sales de Carnalita de Potasio”	180/2002	No
EIA “Cambios y mejoras de la operación minera en el Salar de Atacama”	226/2006	Si, en curso ante la SMA.
DIA “Ampliación Producción Cloruro de Potasio Salar”	252/2009	No
DIA “Modificación Planta SOP”	271/2009	No
DIA “Aumento de Capacidad de Secado y Compactado de Cloruro de Potasio”	294/2009	No
DIA “Nueva Planta de Secado y Compactado de Cloruro de Potasio”	273/2010	No
DIA “Ampliación Planta SOP”	30/2010	No
DIA “Aumento de Capacidad de Procesamiento de Carnalita de Potasio”	1/2011	No
DIA “Ampliación Planta de Secado y Compactado de Cloruro de Potasio”	154/2013	No

Fuentes: SEIA y SNIFA. Fecha de consulta 07/07/17

3.4.3.1 Antecedes de la RCA N°226/2006 COREMA Antofagasta “Cambios y mejoras de la operación minera en el Salar de Atacama”

Sin perjuicio de la descripción de los proyectos analizados en el apartado 5.1 de este informe; es necesario en este punto destacar ciertos aspectos de la RCA N°226/2006. En particular, el Plan de Seguimiento Ambiental y el Plan de Contingencia, por cuanto el procedimiento sancionatorio actualmente en curso se basa en el incumplimiento de tales instrumentos.

i. Importancia y relación entre Plan de Seguimiento Ambiental (PSA) y Plan de Contingencia (PC)

En primer lugar, dada la relevancia, la RCA N° 226/2006, **unificó y reemplazó los planes de seguimiento que estaban vigentes a la época**, en virtud de las previas resoluciones de calificación ambiental. En efecto, el Considerando 10.1 "Alcances del Plan de Seguimiento Ambiental" de la RCA N° 226/2006 establece:

"Tal como se señaló en el Capítulo 9 del EIA el presente Plan de Seguimiento unifica, y por ello reemplaza, los planes de seguimiento ambiental que actualmente implementa SQM en el Salar de Atacama.

La consideración de los antecedentes históricos acumulados en los últimos 10 años de operación, ha permitido revisar y mejorar los mecanismos de seguimiento de las variables ambientales sensibles de los sistemas hidrogeológicos y bióticos del Salar de Atacama.

Teniendo en consideración los resultados de la revisión de línea base del área de influencia del proyecto, así como los potenciales efectos ambientales del proyecto, se ha considerado pertinente diseñar un Plan de Seguimiento Ambiental (PSA) para las componentes Hidrogeología, Vegetación, Flora y Biota acuática. Asimismo, el Plan de Seguimiento Ambiental fue concebido como una herramienta instrumental para el Plan de Contingencias, esto es,

considera el monitoreo de las variables que permitirán establecer cuando es necesario activar o desactivar el Plan de Contingencias, en función de variables hidrogeológicas (niveles] y de los componentes receptores (Biota]. Adicionalmente, permitirá evaluar el estado ambiental y el funcionamiento hidrogeológico y biótico de los sistemas, información que, en caso de ser necesario, podría ser utilizada para determinar posibles causas de un deterioro ambiental de los sistemas que son objeto de protección” (destacado propio).

Res.Nº56/2008 Dirección Ejecutiva CONAMA

En forma complementaria a los indicadores asociados a variables hidrogeológicas, la Res. Ex. N°56/2008 modificó el Resuelvo 1.3 de la RCA N° 226/2006 en el sentido de incorporar indicadores de estado bióticos, de modo que “reflejen adecuadamente el comportamiento de la vegetación y flora del borde Este del Salar, y que tengan una sensibilidad tal que permitan detectar tempranamente modificaciones en la estructura y funcionamiento de este sistema, de manera de poder responder en forma oportuna” (Considerando 6.2).

Respecto a la no consideración del concepto “impacto no previsto”, cabe señalar “el compromiso de no afectación se refiere exclusivamente a los Sistemas Soncor, Aguas de Quelana y Vegetación del Borde Este, en relación a las actividades de extracción de salmuera y agua dulce, existiendo otras actividades contempladas por el proyecto que pueden generar impactos no previstos sobre componentes ambientales distintos a los tres sistemas señalados. (Considerando 6.4 de la Res. Ex. N° 56/2008).

Ello en ningún caso implica afirmar que otros componentes ambientales distintos a los tres sistemas señalados no pueden ser objeto de impactos no previstos, para lo cual la RCA contempla los instrumentos para detectar y hacerse cargo de los mismos: Plan de Monitoreo y Plan de Contingencias, los cuales tienen como objeto detectar y hacerse cargo de los impactos no previstos durante la evaluación de impacto ambiental.

3.4.3.2 Procedimiento Sancionatorio F-041-2016

El procedimiento dirigido contra SQM Salar por incumplimiento a la RCA N° 226/2006 se inició a partir de los resultados de las actividades de fiscalización ambiental realizadas por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) durante los años 2013, 2014, 2015 y 2016.

En particular, durante octubre de 2013 la SMA junto a CONAF, el SAG y SERNAGEOMIN realizaron actividades de fiscalización en terreno, cuyos resultados dieron cuenta de afectación de cursos de agua y afectación de flora y fauna. Respecto a 2014, el SAG y SERNAGEOMIN detectaron la modificación unilateral por parte de SQM Salar de los umbrales de pozos de bombeo, sin contar con autorización ambiental. Las fiscalizaciones llevadas a cabo en marzo de 2015 por la SMA, CONAF y el SAG, dan cuenta de un aumento en las parcelas sin vegetación ubicadas en el “Sistema Vegetación Borde Este” así como una disminución de las especies existentes en comparación al año 2014, situación no informada a la SMA por el titular. Por último, durante septiembre de 2016, SERNAGEOMIN junto a la DGA realizaron inspección ambiental al lugar de emplazamiento del proyecto, identificando como principal hallazgo una diferencia entre el factor de conversión utilizado por el titular para la extracción de salmuera fresca y lo aprobado en la RCA

(extracción y reinyección de 1 l/s=31.536 m³/año para una operación de 365 días, en tanto la RCA establece 1 l/s, equivalente a 31.103 m³/año).

Tabla 8. Formulación de cargos. Procedimiento Sancionatorio F-041-2016

	Cargo	Tipos de infracción*	Clasificación **
1	Extracción de salmuera por sobre lo autorizado, según se expone en Considerando N° 27, durante el período entre agosto de 2013 y agosto de 2015.	35 a)	Grave
2	Afectación progresiva del estado de vitalidad de algarrobos en el área del Pozo Camar 2, sin asumir las acciones para controlar y mitigar dicho efecto ambiental ni informar a la autoridad, desde 2013 a la fecha. La fiscalización de la SMA en conjunto con CONAF y SERNAGEOMIN, constató un aumento de algarrobos que presentan cobertura de copa verde cero y estado de vitalidad seco. Además, se constató un total de 23 individuos de algarrobos muertos, lo que corresponde al 32,4% del total de individuos comprometidos en el monitoreo asociado.	35 a)	Grave
3	Entrega de información incompleta respecto de la extracción de agua dulce, niveles de pozos y formaciones vegetales, lo que no permite cumplir con el objetivo de contar con información trazable que permita a la autoridad una verificación de las variables señaladas en el PSA, en el período desde 2013 a 2015.	35 a)	Leve
4	La propuesta a la actualización del PC al cabo del segundo año de monitoreo para el Sistema Peine , no reúne las mismas características de los demás sistemas ambientales, <u>por lo que no permite garantizar la mantención de las condiciones de funcionamiento natural del sistema</u> (el subrayado es la premisa considerada en la RCA).	35 a)	Grave
5	Falta de análisis de los registros históricos de meteorología local y regional, monitoreo de variables hidrogeológicas y demás antecedentes provenientes de otros estudios efectuados tanto a nivel local como regional, que permitan identificar la ocurrencia de variaciones por factores naturales en el área de estudio (parcelas de vegetación), en consideración a que se constató la afectación significativa de las variables de pH y salinidad del suelo, para el año 2013, advirtiéndose un aumento en el 90% de las muestras, <u>pasando de suelos moderadamente salinos a suelos fuertemente salinos y un aumento en la alcalinidad del pH.</u>	35 a)	Leve
6	Modificación de las variables consideradas en los planes de contingencia, sin contar con autorización ambiental, de acuerdo a lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Modificación de los pozos a monitorear, así como de las cotas de terreno de los pozos de monitoreo para cada uno de los sistemas de control utilizados en el Plan de Contingencia. • Alteración de los umbrales de activación de los niveles de fases I y II del Sistema Soncor 	35 b)	Gravísima

Notas ***Tipos de infracción**; 35 a) Incumplimiento de condiciones, normas y medidas establecidas en RCA; 35 b) Ejecución de proyectos y desarrollo de actividades para los que la ley exige RCA, sin contar con ella. ****Clasificación**: Leve; Grave: conforme el 36 numeral 2 letra e) según el cual son infracciones graves los hechos, actos u omisiones que contravengan las disposiciones pertinentes y que, alternativamente, incumplan gravemente las medidas para eliminar o minimizar los efectos adversos de un proyecto, de acuerdo a lo previsto en la respectiva RCA; Gravísima conforme lo prescrito en el 36 numeral 1 letra f), conforme el cual son infracciones gravísimas la ejecución de proyectos del artículo 10 al margen del SEIA, y se constata alguno de los efectos, características y circunstancias del artículo 11.

Medio de defensa adoptado por SQM Salar S.A.

Con fecha 17 de enero, el presunto infractor presenta un Programa de Cumplimiento (PdC) en virtud del cual se compromete a ejecutar acciones con el fin volver al estado anterior de la infracción, con los respectivos plazos y medios de verificación asociados. A mayor abundamiento, para los cargos 1, 3 y 5 comprometen estudios actualizados cuyos resultados permitan revertir la situación. En cuanto al cargo 2 propone el ingreso de un EIA de manera de modificar la RCA N°226/2008 introduciendo reposición de los algarrobos dañados, sistema de riego para estos y validar la modificación de frecuencia y período del año en que se realiza el monitoreo de algarrobos. Respecto al cargo 4 propone un PC provisorio para el Sistema Peine, hasta obtener RCA favorable respecto a la actualización de su PC (permanente). Por último, para el cargo 6 propone replicar en cada informe semestral del PSAH las cotas de los puntos de referencia, aplicar los umbrales de activación contenidos en la RCA N°226/2008, e ingresar un EIA para obtener RCA favorable que valide la actualización de este PC y las medidas de mitigación y compensación asociadas a los algarrobos ubicados en el sector del pozo Camar 2.

Interesados

Mediante escrito presentado con fecha 23 de febrero de 2017, CORFO solicita a la SMA hacerse parte del sancionatorio. Para acreditar su interés, sostiene ser propietaria de parte importante de los terrenos superficiales de la cuenta donde se encuentra ubicado el Salar de Atacama. Además es titular de **59.820 pertenencias mineras**, concesiones denominadas OMA y cuya explotación es efectuada precisamente por SQM Salar S.A.

En este punto resulta útil destacar la existencia de dos contratos que vinculan a CORFO con SQM. El primero se trata de un contrato de arrendamiento de pertenencias mineras suscrito entre CORFO y SQM Salar S.A. con fecha 12 de noviembre de 1993; cuya virtud ésta última lleva a cabo la explotación de las pertenencias. En tanto, en idéntica fecha CORFO y SQM Potasio S.A. celebran un contrato denominado “Contrato para Proyecto en el Salar de Atacama”.

En el mismo escrito, CORFO manifiesta el menoscabo que le generan las infracciones objeto de la formulación de cargos, afectando directamente sus derechos e intereses como dueño de predios que forman parte del Salar de Atacama, así como titular de las concesiones mineras explotadas al margen de la normativa ambiental.

En relación al Programa de Cumplimiento presentado por SQM Salar, CORFO lo califica de insatisfactorio, por cuanto “se trata de mitigaciones tendientes a producir efectos en el largo plazo, no permitiendo restablecer inmediatamente el equilibrio ambiental, ni reducir o eliminar en el corto plazo los efectos adversos provocados por el incumplimiento”.

Por último, destaca la argumentación de la Corporación, según el cual la modificación de las cotas de terreno autorizadas para efectos de monitoreo y de los umbrales que permiten la activación de los planes de contingencia, provocaron efectos adversos en la sustentabilidad de todo el Salar y no sólo del área donde se verificó la infracción. Lo anterior, en razón del efecto sinérgico que producen las operaciones y faenas que se realizan en un medio dinámico como es el acuífero.

La SMA tiene como suficientes los argumentos y antecedentes esgrimidos por CORFO, confiriéndole la calidad de parte en el sancionatorio.

Por otra parte, Rockwood manifiesta su calidad de interesado en virtud de escrito presentado a la SMA con fecha 24 de febrero de 2017. Argumenta que se encuentra ejecutando proyectos aprobados ambientalmente, emplazados en el área de influencia del proyecto objeto del sancionatorio. Agrega un potencial efecto sinérgico sobre el medio ambiente debido a la explotación de la salmuera y del agua del área del Salar de Atacama.

Sobre el particular, la SMA acoge la solicitud de Rockwood, en base a una interesante línea jurisprudencial del Segundo Tribunal Ambiental de Santiago. En este sentido, Rockwood posee un interés propio para ser considerados como "directamente afectados", por cuanto desarrolla sus actividades dentro del área de influencia del proyecto de SQM Salar. Vale decir, el interés que exige la ley se verifica en el caso concreto ya que existen actividades que se localizan dentro del área de influencia del proyecto, toda vez que mantiene actividades en zonas aledañas a los recursos hídricos afectados.

Estado del procedimiento

Con fecha 12 de junio de 2017, CORFO presenta escrito solicitando a la SMA tener presente sus observaciones al Programa de Cumplimiento presentado por SQM Salar, debido a la ineficiencia de las medidas propuestas.

3.4.4 Planes de Cierre de Faenas

La elaboración y presentación de planes de cierre de las faenas mineras se ampara en la Ley 20.551 que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras y su Reglamento, obligando desde el 2012 a los titulares a presentar a SERNAGEOMIN, para su aprobación, un documento que contenga las actividades y acciones necesarias para minimizar los riesgos que la faena cerrada pueda implicar, garantizar la estabilidad de las instalaciones remanentes y hacerse cargo de las externalidades, e incorporarlas como un elemento más dentro del negocio minero.

Considerando esto, se revisaron los documentos

- “PLAN DE CIERRE DE FAENAS E INSTALACIONES MINERAS PLANTA QUÍMICA LA NEGRA Y PLANTA EL SALAR” RÉGIMEN TRANSITORIO. 2015. Elaborado por Poch Ambiental para Rockwood Lithium.
- “PROPUESTA DE VALORIZACIÓN Y GARANTÍAS FINANCIERAS PARA PLAN DE CIERRE POR RÉGIMEN TRANSITORIO FAENA SALAR DE ATACAMA (LEY N° 20.551)”. 2014. Elaborado por la Gerencia de Sustentabilidad SQM Salar S.A.

De la revisión de ambas, se concluye que dentro de los alcances de los planes de cierre, no se establecen compromisos que tengan relación con la sustentabilidad del salar distintos de aquellos que fueron evaluados ambientalmente en el marco del SEIA, por lo que el levantamiento y sistematización de estos se realizó desde los expedientes de evaluación ambiental antes descritos.

3.5 Sistematización de los compromisos y obligaciones levantados

Todos los compromisos y obligaciones identificadas en las fuentes revisadas se sistematizaron en una planilla Excel, que se entrega en formato digital en Anexo 3.

La información contenida se agrupó en tres hojas compilando todos los compromisos en la pestaña “**compromisos**” donde los compromisos se agruparon según *fuerza del compromiso, objetivo del compromiso, seguimiento y reporte*, en la pestaña “**ubicación**” se muestra la localización de los puntos de cumplimiento de los compromisos en Datum WGS84 y en la pestaña “**proyectos**” se identifican las principales características de los proyectos que dan origen a la determinación de los compromisos.

3.5.1 Albermarle (ex Rockwood Litio)

La operación minera cuenta actualmente con un plan de seguimiento en el salar, el cual tiene asociado un plan de alerta temprana (PAT o plan de contingencia), todo esto relacionado al Estudio de Impacto Ambiental “EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”, aprobado con la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N°021 del año 2016. A continuación se revisaran los principales compromisos de dicha RCA.

3.5.1.1 Compromisos Operacionales

Los principales compromisos Operacionales encontrados en éste estudio de Rockwood son:

- Extracción de Salmuera: Rockwood se compromete, a extraer, como máximo, 442 l/s de salmuera del núcleo.
- Extracción de Agua Industrial: Rockwood se compromete a extraer, como máximo, 19,9 l/s desde sus pozos Tiloposo y Tucúcaro.
- Residuos líquidos: Rockwood estima que se producirán $4m^3/día$ de aguas servidas.
- Residuos sólidos: Se estima que se producirán 960.000 ton/año de Cloruro de Sodio (Halita). Los cuales se dispondrán en acopios internos.

3.5.1.2 Compromisos de Seguimiento

Seguimiento Ambiental de las variables Hídricas: Este seguimiento tiene como objetivo verificar el comportamiento de las variables hidrológicas en la zona del proyecto, monitorear el impacto en las zonas de protección, además de proporcionar información para las actualizaciones del modelo numérico del salar y facilitar la fiscalización del proyecto. Las variables medidas se encuentran en la **Tabla 9**.

Tabla 9: Variables de monitoreo

Variable	Número de mediciones	Frecuencia de medición
Niveles freáticos acuífero/salmuera	124	Mensual
Composición química del agua	40	Trimestral
Posición de la interfase salina	14	Trimestral
Nivel de las Lagunas	17	Mensual
Caudales superficiales	6	Trimestral
Superficie cubierta por las lagunas	4	Semestral
Variables meteorológicas	1	Continuo
Evapotranspiración	10	Continuo
Volúmenes bombeados de salmuera / agua industrial	>19 / 3	Mensual

Fuente: Estudio “EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”, Adenda V, Anexo 3, Tabla 3-1.

Las mediciones se dividieron en cuatro zonas principales, teniendo en cuenta los objetos de protección y el núcleo, estas zonas son: Núcleo, Peine, La Punta-La Brava y Sector Norte y Borde Este.

- Con respecto al seguimiento de la Biota: Se monitorearon, en el área de estudio del proyecto, los diferentes componentes que afectan la flora y fauna del lugar. De esta forma, se mide la composición, distribución y cobertura de diferentes especies de flora, y la calidad y componentes de suelo y agua. También se mide la biota acuática (macrófitas, plancton y bentos), tapetes microbianos y microbialitos. Finalmente, se estudia la Fauna, revisándose los flamencos, aves acuáticas, mamíferos, reptiles y anfibios.
- Modelo Numérico: Se cuenta con un modelo numérico del comportamiento del salar, con el cual se predijo el efecto que causará en el nivel del acuífero la extracción de salmuera, teniendo en cuenta todos los actores importantes en el salar. El modelo se actualizará cada dos años, según los datos que se obtengan de los diferentes pozos de observación.
- Verificador de efecto sinérgico: El objetivo de este verificador es determinar los porcentajes de responsabilidad sobre los descensos en el núcleo del Salar de Atacama, cuando existe superposición de efectos por más de una actividad extractiva de salmuera. Para esta verificación se cuenta con 11 pozos ubicados de manera estratégica en el salar, además, requiere la utilización del modelo numérico. Esta herramienta (el verificador) se utilizará cada vez que se active un PAT.

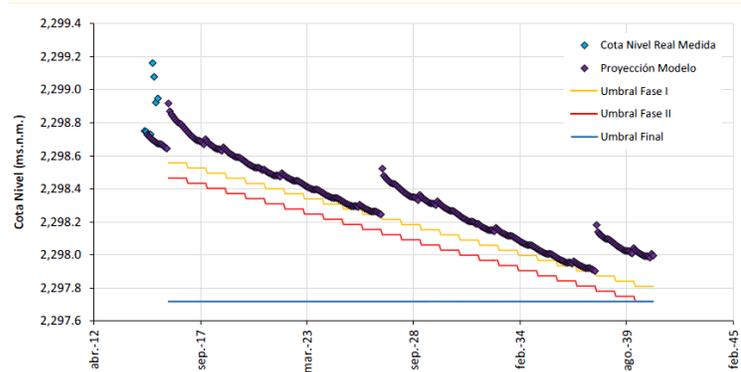
3.5.1.3 Compromisos del PAT.

La RCA 21/2016 involucra un plan de alerta temprana (PAT), la cual condiciona la extracción de salmuera a un cierto nivel del acuífero de salmuera en ciertas partes del salar. Esto lo hace en tres zonas diferentes: Núcleo, Acuífero dulce-salobre y Norte (SQM). Para cada una de estas zonas se monitorea el nivel freático en diferentes pozos (en la zona Norte el monitoreo lo hace SQM), y, cuando éste nivel sea menor al umbral, se activarán diferentes medidas de contingencia, teniendo algunas zonas más de un umbral, con lo cual se activarán diferentes fases, con diferentes medidas de contingencia. A continuación se puede ver una explicación del sistema para cada sector:

Sector de Alerta Núcleo:

Contiene 4 pozos, y para cada uno de estos pozos cuenta con 3 umbrales, los dos primeros umbrales van cambiando en el tiempo, en asociación al descenso modelado, como se puede ver (para un solo pozo) en la **Figura 6**. El tercero, por otro lado, se mantiene constante durante todo el proceso.

Figura 6: Umbrales para el pozo PN-05B en el tiempo



Fuente: Estudio “EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”, Adenda V, Anexo 3, Figura 4-2.

Cada uno de estos umbrales gatilla una fase diferente, que contiene diferentes medidas de contingencia, de esta forma, si se pasa el primer umbral se activará la *Fase I*, el segundo activará la *Fase II*, y por último el tercero lo hará con la *Fase Final*. Las fases son las siguientes

- **Fase I:** Se activa cuando uno de los pozos se encuentre bajo el primer umbral durante tres mediciones consecutivas. De igual manera, se desactivará cuando, durante tres meses consecutivos (que en este caso no corresponden a tres mediciones consecutivas), la medición en dicho punto se encuentre por sobre el nivel del umbral. También se puede desactivar demostrándose que la extracción de Rockwood es despreciable en el descenso. Las medidas que se adoptarán en esta fase son las siguientes:
 - a) Dar aviso a la autoridad ambiental
 - b) Aumentar frecuencia de monitoreo
 - c) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital
 - d) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico (para determinar el efecto de cada uno de los actores que extraen salmuera en el descenso del nivel de ésta)
- **Fase II:** Se activa cuando uno de los pozos se encuentre bajo el segundo umbral durante tres mediciones consecutivas. De igual manera, se desactivará cuando, durante tres meses consecutivos (que en este caso no corresponden a tres mediciones consecutivas), la medición en dicho punto se encuentre por sobre el nivel del umbral, también pudiéndose desactivar demostrándose que la extracción de Rockwood es despreciable en el descenso de la salmuera. Las medidas que se adoptarán en esta fase son las siguientes:
 - a) Dar aviso a la autoridad ambiental
 - b) Aumentar frecuencia de monitoreo
 - c) Reducción del caudal de explotación en 60 l/s como promedio anual. De no observarse una efectividad de la acción, se reducirá la extracción en otros 60 l/s hasta llegar incluso, al cese de la extracción del proyecto.
 - d) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital

- e) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico (para determinar el efecto de cada uno de los actores que extraen salmuera en el descenso del nivel de ésta)
- **Fase Final:** Se activa cuando uno de los pozos se encuentre bajo el primer umbral por una sola vez. Se desactivará cuando, durante tres meses consecutivos (que en este caso no corresponden a tres mediciones consecutivas), la medición, en todos los puntos, se encuentren por sobre el nivel del umbral, también pudiéndose desactivar demostrándose que la extracción de Rockwood es despreciable en el descenso de la salmuera. Las medidas que se adoptarán en esta fase son las siguientes:
 - a) Dar aviso a la autoridad ambiental
 - b) Aumentar frecuencia de monitoreo
 - c) Cese de la explotación de salmuera vinculada al proyecto.
 - d) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital
 - e) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico (para determinar el efecto de cada uno de los actores que extraen salmuera en el descenso del nivel de ésta)

Sector de Alerta Acuífero:

Contiene 5 pozos, y para cada uno de estos pozos cuenta con un único umbral, que puede activar una única fase. Se activará cuando uno de los pozos se encuentre bajo el primer umbral durante tres mediciones consecutivas. De igual manera, se desactivará cuando, durante tres meses consecutivos (que en este caso no corresponden a tres mediciones consecutivas), la medición en dicho punto se encuentre por sobre el nivel del umbral. Las medidas asociadas a esta **Fase Única** son:

- a) Dar aviso a la autoridad ambiental
- b) Aumentar frecuencia de monitoreo
- c) Reducir, precautoriamente la explotación adicional de agua industrial y la extracción de salmuera, se reducirá, en 6 l/s la extracción de agua industrial y en 60 l/s la de salmuera.
- d) Revisión extraordinaria de los resultados y seguimiento del Plan de manejo Biótico
- e) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital.
- f) Investigar las causas del desvío de los pronósticos y activación del PAT y entrega de informe.

Sector de Alerta Norte:

El monitoreo de este sector no lo hace Rockwood, considera 5 pozos, pero son pozos de SQM, para los cuales SOQUIMICH ya tiene un PAT asociado con su RCA 226/2006 (asociada al estudio “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama”). Rockwood se adhiere al PAT de SQM en éstos puntos.

Cada uno de estos pozos, cuenta con dos umbrales asociados, cada uno de los cuales activa una fase diferente, con sus medidas de contingencia correspondientes. Las fases y sus medidas se ven a continuación.

Fase I: Se activará cuando Rockwood sea notificada por parte de la autoridad ambiental, que SQM ha activado la *Fase I* de su PAT, y se desactivará de la misma forma, también pudiéndose desactivar demostrándose que la extracción de Rockwood es despreciable en el descenso. Las medidas que se adoptarán en esta fase son las siguientes:

- a) Aumentar frecuencia de monitoreo
- b) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital.
- c) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico (para determinar el efecto de cada uno de los actores que extraen salmuera en el descenso del nivel de ésta)

Fase II: Se activará cuando Rockwood sea notificada por parte de la autoridad ambiental, que SQM ha activado la *Fase II* de su PAT, y se desactivará de la misma forma, también pudiéndose desactivar demostrándose que la extracción de Rockwood es despreciable en el descenso. Las medidas que se adoptarán en esta fase son las siguientes:

- a) Aumentar frecuencia de monitoreo
- b) Reducir precautoriamente, la explotación de salmuera, en la misma medida (porcentaje del total de extracción) en que lo haga SQM
- c) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital.
- d) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico (para determinar el efecto de cada uno de los actores que extraen salmuera en el descenso del nivel de ésta)

3.5.2 SQM Salar Ltda.

Tal como se señaló, el Plan de Seguimiento del EIA “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” (RCA N°226/2006) unifica, y por ello reemplaza, los planes de seguimiento ambiental que SQM implementaba hasta antes su aprobación.

El Plan de Seguimiento Ambiental (PSA) fue diseñado para las componentes Hidrogeología, Vegetación y Flora, Fauna y Biota acuática.

Asimismo, el Plan de Seguimiento Ambiental fue concebido como una herramienta instrumental para el Plan de Contingencias, esto es, considera el monitoreo de las variables que permitirán establecer cuando es necesario activar o desactivar el Plan de Contingencias, en función de variables hidrogeológicas (niveles) y de los componentes receptores (Biota). Adicionalmente, permitirá evaluar el estado ambiental y el funcionamiento hidrogeológico y biótico de los sistemas, información que, en caso de ser necesario, podría ser utilizada para determinar posibles causas de un deterioro ambiental de los sistemas que son objeto de protección.

A pesar que SQM Salar Ltda. ha presentado 8 proyectos posteriores al EIA, dichos proyectos no modifican el Plan de Seguimiento Ambiental ni el Plan de Contingencias. Esto debido a que son proyectos que se enmarcan en la zona industrial del Salar y a que no aumentan la extracción de agua total ya aprobada en el EIA.

3.5.2.1 Plan de Seguimiento Ambiental

i. Monitoreo de variables del PSA Hidrogeológico

El PSA de las variables hidrogeológicas contempla mediciones en seis sistemas del salar de Atacama. Dichos sistemas son representativos de la dinámica del núcleo, de la dinámica de los sistemas lacustre emplazados en la periferia del salar y de la napa de agua dulce que alimenta la vegetación del borde este. Los sistemas objeto del PSA son los siguientes:

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

Las variables a monitorear en cada uno de estos sistemas han sido agrupadas según:

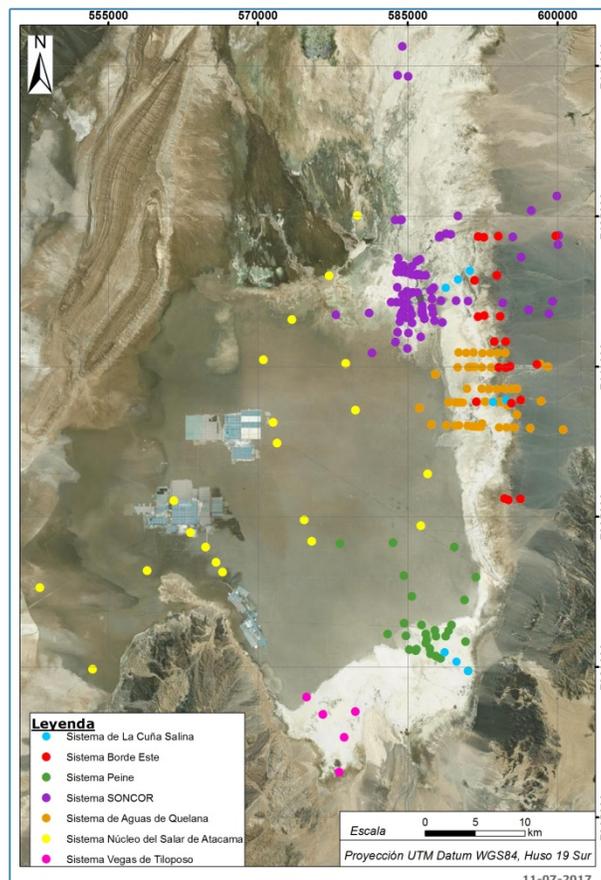
- Nivel de la napa de salmuera.
- Nivel de la napa de agua dulce.
- Meteorología.
- Volúmenes bombeados de salmuera y de agua dulce.
- Características Físico-químicas del agua dulce y la salmuera.
- Aforos de caudal.
- Nivel y superficies lacustres.

El PSAH se encuentra constituido por 225 puntos de monitoreo, de los cuales 74 corresponden a puntos de monitoreo antiguos y 151 a puntos de monitoreo constituidos como parte del PSAH del proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama”. Dichos puntos de monitoreo hidrogeológicos se encuentran distribuidos en el núcleo, en la zona marginal y en el borde este del salar de Atacama. La gran mayoría de los puntos de medición se ubican en la zona marginal y en el borde este, justamente donde se encuentran emplazados los sistemas ambientales que son objeto de protección y en zonas que requieren un adecuado seguimiento.

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

- 112 pozos someros;
- 84 pozos profundos;
- 5 pozos de bombeo de agua dulce;
- 18 reglillas para la medición del nivel de agua superficial;
- 4 estaciones de aforo superficiales;
- 2 estaciones meteorológicas.

Figura 7. Ubicación de los puntos de monitoreo del PSAH



Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 10** se indica un resumen de los parámetros y frecuencia de monitoreo que aplican a los sistemas lacustres objeto del PSAH.

Tabla 10. Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (PSAH)

Sistemas lacustres	Puntos de monitoreo	Parámetros	Frecuencia	Objetivo del monitoreo / Objeto de protección
Sistema Soncor	89 - 39 piezómetros someros -29 pozos profundos -9 reglillas (medición de agua superficial) -7 calicatas	Nivel	En 63 puntos mensual. En 23 puntos continuo.	El monitoreo en este sistema tiene como objetivo la protección del hábitat para la biota asociada a los sistemas lacustres: Laguna Chaxas; Laguna Barros Negros; Laguna Puilar.
		Calidad	Trimestral	
		Caudal	Continuo y mensual	
		Volumen bombeado	Mensual	
		Superficie lacustre	Anual	
Sistema Aguas de Quelana	59 - 40 piezómetros someros - 14 pozos profundos - 5 reglillas (medición de agua superficial) - 2 pozos de bombeo	Nivel	En 36 puntos mensual. En 23 puntos continuo.	La mayoría de los piezómetros someros se emplazarán en el costado oeste de los cuerpos lacustres, siendo su objetivo principal la determinación de los límites de la zona de baja conductividad hidráulica. El objeto de protección corresponde al hábitat para la biota asociada a los sistemas lacustre (cuerpos de agua superficiales dispersos).
		Calidad	Trimestral	
		Caudal	Continuo y mensual	
		Volumen bombeado	Mensual	
		Superficie lacustre	Anual	
Sistema Vegetación Borde Este	21 - 9 piezómetros someros. - 10 pozos profundos. - 1 reglilla (medición de agua superficial) - 1 pozo de bombeo	Nivel	Mensual y continuo	El monitoreo en este sistema lacustre tiene por objetivo la protección de la vegetación hidromorfa y la zona de vegetación Brea-Atripex conectada con el acuífero.
		Calidad	Trimestral	
		Volumen	Mensual	
Sistema Peine	31 - 17 piezómetros someros. - 7 pozos profundos. - 3 reglillas (medición de agua superficial) - 2 estaciones de aforo.	Nivel	Mensual	
		Calidad	Trimestral	
		Caudal	Mensual	
		Superficie lacustre	Trimestral y Anual	
Sector vegas de Tilopozo	5 - 4 pozos profundos - 1 reglilla (medición aguas superficiales)	Nivel	Mensual	El PSA del sector Vegas de Tilopozo permite verificar que el bombeo de salmuera asociados al Proyecto no afecten los sistemas sensibles ubicados al borde del Salar.
	24	Nivel	Mensual	

Sistemas lacustres	Puntos de monitoreo	Parámetros	Frecuencia	Objetivo del monitoreo / Objeto de protección
Núcleo del Salar de Atacama	- 21 pozos profundos - 1 Estación meteorológica	Calidad	Trimestral	El PSA del núcleo del Salar tiene por objetivo el monitoreo del: - Nivel del acuífero. - Volumen de bombeado. - Volumen de reinyectado.
		Precipitación	Continuo	
		Evaporación		
		Velocidad del viento		
		Temperatura		

Fuente: PSAH del EIA "Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama" (RCA N°226/2006)

Adicionalmente, el PSAH incluye el **monitoreo de la Cuña Salina**, el cual contempla la utilización de 9 pozos, 3 en cada sistema lacustre a monitorear (Soncor, Aguas de Quelana y Peine). Con esta distribución de pozos, y a partir del registro de conductividades eléctricas en el perfil del pozo, se pretende observar la posición del nivel freático (primera variación en la conductividad eléctrica), y de la cuña salina (segunda variación importante en la conductividad eléctrica).

Tabla 11. Monitoreo de la Cuña Salina asociado al PSAH

Sistemas lacustres	Puntos de monitoreo	Parámetros	Frecuencia	Objetivo del monitoreo
Monitoreo de la Cuña Salina	9 3 pozos profundos por cada sistema lacustre (Soncor, Quelana y Peine)	Conductividad eléctrica	Semestral	Mediante el monitoreo de estos pozos se podrá observar las posibles variaciones de la profundidad, pendiente y forma de la cuña salina.
		Nivel	Mensual	
		Calidad	Trimestral	

Fuente: PSAH del EIA "Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama" (RCA N°226/2006)

ii. Monitoreo de variables del PSA Flora y Vegetación

a) *Contenido de Humedad del Suelo en el Sector Borde Este*

La medición de esta variable tiene por objeto detectar cambios en el contenido de humedad del suelo, relacionados con un potencial descenso del nivel freático ocasionado por la extracción de agua dulce de los pozos **Mullay 1**, **Allana** y **Camar 2**, que pudieran alterar el desarrollo de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama.

Tabla 12. Monitoreo del contenido de humedad del suelo, asociado al PSA Flora y vegetación

Sistemas lacustres	Puntos de monitoreo	Parámetros	Frecuencia	Objetivo del monitoreo
Contenido humedad del suelo	18	Estado vital y sanitarios de ejemplares	Semestral	La medición de esta variable tiene por objeto detectar cambios en el contenido de humedad del suelo, relacionados con un potencial descenso del nivel freático ocasionado por la extracción de agua dulce de los pozos Mullay 1, Allana y Camar 2, que pudieran alterar el desarrollo de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama.
		Porcentaje de copa viva	Semestral	
		Humedad del suelo	Trimestral	

Fuente: PSA del EIA “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” (RCA N°226/2006)

b) PSA Vegetación y Flora

A objeto de detectar la ocurrencia de eventuales efectos no previstos sobre las formaciones vegetales emplazadas en el sector Borde Este, se procede a efectuar un monitoreo de la vegetación y flora. Para el caso de la vegetación se evalúa la cobertura de las formaciones vegetales, a partir del análisis de imágenes satelitales de alta resolución y sobre la base de registros de terreno. Para el caso de la Flora, se mide la riqueza y abundancia de especies de flora, en una red de puntos de muestreo, distribuidos en 7 transectos orientados en sentido Este-Oeste en el Borde Este del salar.

Tabla 13. Programa de ejecución del PSA Vegetación y Flora

Etapa	Actividades del Plan de Seguimiento	Frecuencia	Momento
Operación	Cobertura de formaciones vegetales Borde Este	Una campaña de medición al año, simultánea a la toma de imagen satelital, durante toda la etapa de operación.	Abril según los resultados obtenidos en las dos campañas de monitoreo previo a la operación del proyecto (Ver Anexo V, Sección V.3.1 de la Adenda III del EIA).
	Vitalidad de ejemplares de <i>Prosopis flexuosa</i> , sector de Camar 2	Una campaña de medición al año, durante toda la etapa de operación.	Al término de la época de mayor actividad vegetativa (Abril).
	Riqueza y abundancia de especies Borde Este	Una campaña de medición al año, durante toda la etapa de operación.	Al término de la época de mayor actividad vegetativa (Abril).
	Vegetación en la zona de interconexión vegetación – acuífero	2 mediciones al año con frecuencia trimestral.	Época de crecimiento de las plantas (noviembre – mayo)
Abandono	Cobertura de formaciones vegetales Borde Este	Una campaña de medición al año, simultánea a la toma de imagen satelital, durante cinco años con posterioridad al término del bombeo de agua dulce.	Abril según los resultados obtenidos en las dos campañas de monitoreo previo a la operación del proyecto
	Vitalidad de ejemplares de <i>Prosopis flexuosa</i> , sector de Camar 2	Una campaña de medición al año, durante cinco años con posterioridad al término del bombeo de agua dulce.	Al término de la época de mayor actividad vegetativa (Abril).
	Riqueza y abundancia de especies Borde Este	Una campaña de medición al año, durante cinco años con posterioridad al término del bombeo de agua dulce.	Al término de la época de mayor actividad vegetativa (Abril).

Fuente: Tabla 15 PSA del EIA “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” (RCA N°226/2006)

c) Monitoreo de variables del PSA Fauna

El monitoreo de la fauna se efectúa sobre la base del muestreo periódico de la presencia y abundancia de la fauna en los diferentes hábitat presentes en el área de estudio. El área de estudio está conformada por

el sector denominado Borde Este del Salar de Atacama para la fauna terrestre y los sistemas lacustres: Soncor, Aguas de Quelana y Peine para la fauna acuática (aves).

Para el muestreo estratificado de la fauna, se consideran los hábitats identificados y estudiados, a partir de campañas de terreno en las que se establece el listado de especies de fauna presentes y sus abundancias. Los grupos de fauna considerados corresponden a reptiles, aves y mamíferos.

La frecuencia de muestreo de la Fauna Terrestre es **anual** durante el mes de abril, al término del período estival.

d) Monitoreo de variables del PSA Biota Acuática

El plan de seguimiento del Proyecto constituye un complemento de las mediciones que actualmente se están efectuando en el salar de Atacama, a saber: superficie lacustre, profundidad de columna de agua, abundancia y ciclos reproductivos de aves lacustres, abundancia y ciclos reproductivos de la población chilena de flamencos altoandinos, abundancia de oferta alimentaria para flamencos, propiedades fisicoquímicas determinantes de la oferta alimentaria y actividades antrópicas; dichas mediciones hoy realiza CONAF a través del convenio que sostiene con SQM desde 1995.

Tabla 14. Monitoreo de medio Abiótico y Biótico, asociado al PSA Biota Acuática

Medio	Tipo de parámetro o Grupo de estudio	Parámetros
Medio Abiótico	Parámetros in situ	- Temperatura - Conductividad. - pH - Oxígeno disuelto.
Medio Biótico	Fitobentos	Composición y abundancia de la flora fitobentónica mediante el estudio de diatomeas.
	Fitoplancton	Riqueza y abundancia de microalgas presentes.
	Zoobentos	Composición y abundancia de fauna bentónica.
	Zooplacton	Composición y abundancia de fauna bentónica.
	Plantas acuáticas	Porcentaje de cobertura absoluta de la vegetación acuática.

Fuente: PSA del EIA “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” (RCA N°226/2006)

iii. Informes (Reporte a la Autoridad)

Se elaborara un informe anual de seguimiento ambiental del proyecto, el que contiene el registro de los resultados de los componentes ambientales monitoreados, así como su análisis en relación a los antecedentes históricos. Este informe es entregado a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) de la II Región, con las copias que la autoridad disponga, para ser remitido a los organismos técnicos competentes.

3.5.2.2 Plan de Contingencias (PC)

Respecto a la relación entre el Plan de Seguimiento Ambiental y el Plan de Contingencias, la RCA 226/2006 concibe al primero como un instrumento para el PC. El PSA incluye todas aquellas variables que son

requeridas para que el PC permita identificar anomalías ambientales y, sobre esta base, decidir la pertinencia de implementar medidas correctivas.

El Plan de Contingencias **está orientado a dar respuesta oportuna frente a impactos no previstos en el EIA y, en este sentido, es una herramienta de gestión ambiental que permite mantener los sistemas lacustres en el rango de su variación histórica en el caso de que se detecten anomalías durante la operación.** En este contexto, el PC representa una herramienta de manejo ambiental adicional al bombeo de salmuera ya acotado por su diseño. Su objetivo es disponer de una herramienta que permita hacerse cargo de eventuales anomalías fortuitas del sistema (contingencias) y de esta manera, garantizar que la operación de SQM en el salar sea sustentable. El PC incorpora los siguientes sistemas a proteger:

- Sistema Soncor;
- Sistema Aguas de Quelana;
- Sistema Vegetación Borde Este.

Diseño en fases

El PC está diseñado en dos fases.

- 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.
- Fase II: Da origen a la aplicación de medidas para abatir efectos potencialmente perjudiciales en los sistemas a proteger. Esta fase contempla medidas que implican la reducción del caudal de bombeo de salmuera y/o de agua dulce, según la localización de la fuente del potencial efecto (núcleo o pozos de agua dulce).

El PC está diseñado a modo de un Plan de Alerta Temprana (PAT), lo que permite que se activen las acciones de contingencia antes de que se verifiquen impactos en los sistemas que son objeto de protección. Vale decir, actúa preventivamente, asegurando impacto nulo del proyecto sobre los objetos de protección.

Revisión de Plan de Contingencias cada dos años

Se contempla la revisión del PC cada dos años a fin de incorporar la información nueva que se obtenga de los nuevos puntos de control que se han incluido en el Plan de Seguimiento Hidrogeológico.

i. PC Sistema Soncor

La activación del PC en el sistema lacustre Soncor se basa en el anillo externo conformado por pozos y reglillas de observación. El anillo externo representa una zona de alerta temprana que está compuesta por pozos de observación con información histórica que son utilizados para activar las Fases I y II del PC.

Los indicadores de estado de este sistema son los pozos L1-5, L1-4, L7-4 y la reglilla L1-G4. Los pozos L1-5, L1-4 y la reglilla L1-G4 alertarán frente a una potencial afección de la laguna Barros Negros, mientras que el pozo L7-4 alerta frente a un potencial riesgo en la laguna Puilar.

Tabla 15. Niveles de activación en Sistema Soncor

Sistema	Sector potencialmente afectado	Punto de monitoreo	Valor de activación (msnm)	
			Fase I	Fase II
Soncor	Núcleo del Salar	L1-5	2299,27	2299,16
		L1-G4	2299,40	2299,24
	Borde Este	L1-4	2299,69	2299,66
		L7-4	2302,46	2302,44

Fuente: PSA del EIA “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” (RCA N°226/2006)

Acciones a implementar en cada Fase del PC

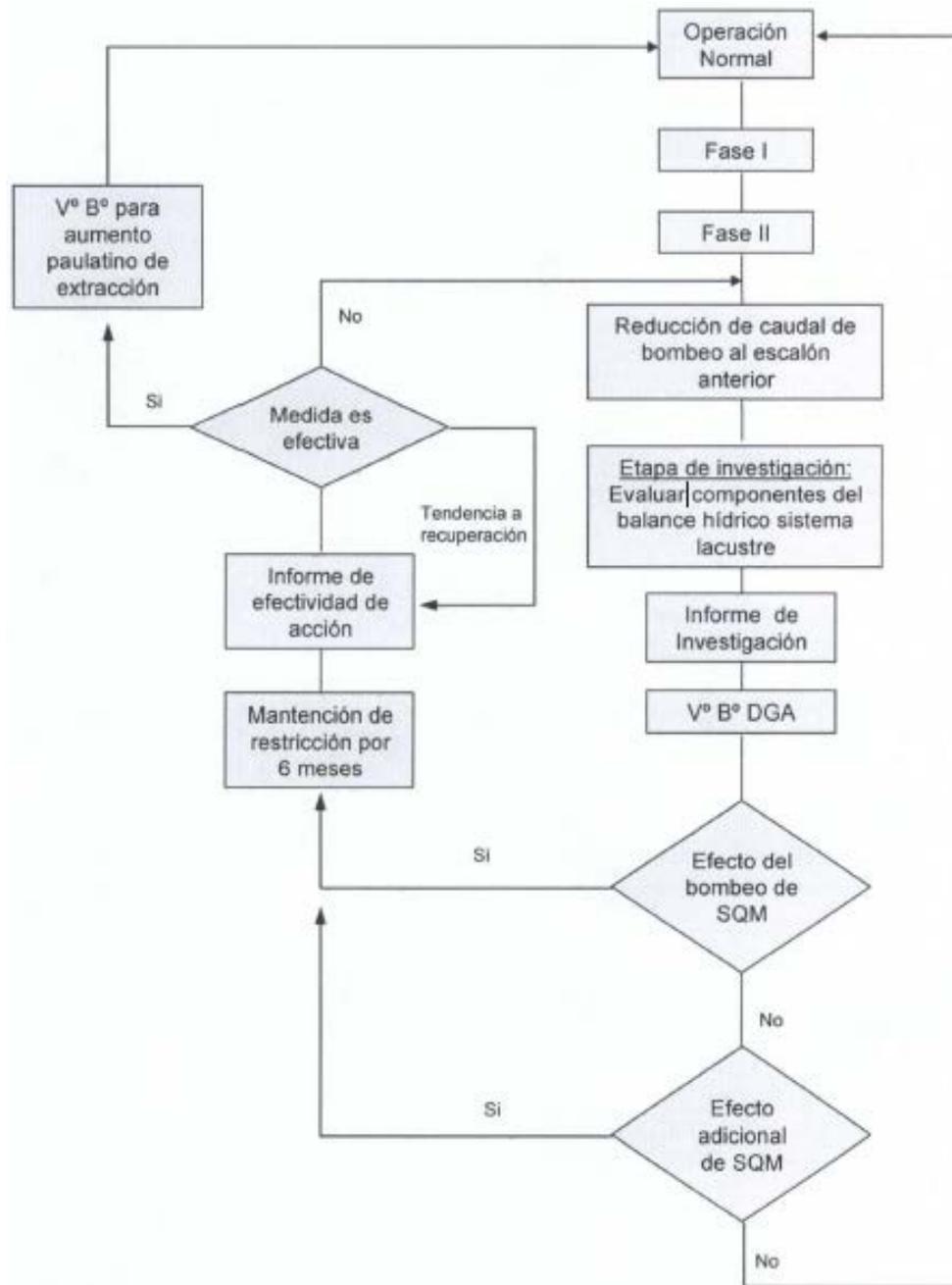
- **Fase I:** La activación de esta fase conlleva a dos acciones:
 - a. Aumento de la frecuencia de monitoreo de los indicadores, que no posean sistemas de medición continua, y
 - b. Aviso a la SMA de la II Región.

- **Fase II:** La Fase II del Plan de Contingencias considera:
 - a. Activación de las medidas de mitigación tendientes a asegurar el funcionamiento del sistema en condiciones naturales y
 - b. Aviso a la SMA de la II Región. Las acciones a implementar son diferenciales de acuerdo a los indicadores de estado que activen el PC:

1. Activación pozo L1-5 y/o reglilla L1-G4 (potencial efecto desde el núcleo):

La secuencia y las acciones a tomar en caso que se active el Plan de Contingencias, producto del bombeo de salmuera desde el núcleo, se presentan en el diagrama de flujo mostrado en la **Figura 8**.

Figura 8. Esquema de las acciones a seguir en la Fase II del Plan de Contingencias del Sistema Soncor. Activación por indicadores L1-5 y/o L1-G4



Fuente: Figura II.3.4. “Anexo II-Plan de Contingencias- Adenda 3 EIA “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama”

2. Activación pozo L7-5 y/o L1-4 (potencial efecto desde el Borde Este):

- a. Disminución de un 50 % del caudal de bombeo de los pozos Allana y Mullay 1.
- b. Etapa de investigación para determinar caudales de bombeo que soporta el sistema.

3. Acciones a implementar comunes:

- a. Revisión del modelo Modflow de manera de representar las anomalías detectadas;
- b. Monitoreo durante la recuperación de los niveles a valores naturales;
- c. Confección de informe que será entregado en un plazo no superior a los treinta días de activada la Fase II, a la Secretaría de la COREMA Región de Antofagasta y a la Dirección General de Aguas II Región. Dicho informe contendrá la siguiente información:
 - i. Tasas de extracción de salmuera y de agua dulce
 - ii. Niveles para los cuales se activó la Fase II en los puntos de control
 - iii. Fecha y hora del inicio de la ejecución de la medida de mitigación
 - iv. Descripción de todas las actividades realizadas
 - v. Análisis comparativo de la situación real con las simulaciones entregadas por el modelo
 - vi. Resultados del monitoreo durante la recuperación de los niveles
 - vii. Análisis de las causas de la activación del Plan de Contingencias.
- d. Una vez aplicada las acciones de contingencia, y luego de transcurrido un lapso de 6 meses, se emitirá un informe el cual dará cuenta de la efectividad de la acción implementada. En el caso de que los resultados indiquen recuperación de niveles se propondrá un plan de aumento de extracciones para su evaluación por la autoridad con competencia ambiental.

ii. PC Sistema Lacustre de Aguas de Quelana

Los piezómetros se emplazan aguas arriba (costado este) y aguas abajo (costado oeste) de los cuerpos lacustres. Los pozos ubicados al oeste alertaran frente a una potencial afección producto del bombeo de salmuera, mientras que los pozos ubicados al este lo harán frente a una potencial afección del bombeo de agua dulce.

Los umbrales de activación fueron definidos en función del comportamiento observado en tres pozos ubicados en este sector del acuífero del Borde Este (L5-3, L3-3 y L2-4). Los umbrales se definieron para asegurar que el nivel del acuífero, en este sector, oscile dentro de su variación estacional natural y se expresó en términos de los descensos máximos esperados de acuerdo al mes en que se inicie el monitoreo en cada uno de los pozos (Tabla 17).

Tabla 16. Puntos de monitoreo en Sistema de Aguas de Quelana

Sistema	Sector potencialmente afectado	Punto de monitoreo
Quelana	Núcleo del Salar	L3-9
		L4-12
		L5-10
	Borde Este	L3-5
		L4-8
		L5-8

Fuente: PC del EIA “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” (RCA N°226/2006)

Tabla 17. Descenso máximo permitido en el nivel de los indicadores de estado, Sistema Aguas de Quelana

Mes	Descenso máximo (cm)
-----	----------------------

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

Fuente: Tabla II.4.1 del Anexo II-Plan de Contingencias- Adenda 3 EIA “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama”

Acciones a implementar en cada Fase del PC

- **Fase I:** La activación de esta fase conlleva a dos acciones:
 - a. Aumento de la frecuencia de monitoreo de los indicadores, que no posean sistemas de medición continua, y
 - b. Aviso a la SMA de la II Región.

- **Fase II:** La Fase II del Plan de Contingencias considera:
 - a. Activación de las medidas de mitigación tendientes a asegurar el funcionamiento del sistema en condiciones naturales y
 - b. Aviso a la SMA de la II Región. Las acciones a implementar son diferenciales de acuerdo a los indicadores de estado que activen el PC:

1. Activación pozos L3-9; L4-12; L5-10 (potencial efecto desde el núcleo):

La secuencia y las acciones a tomar en caso que se active el Plan de Contingencias, producto del bombeo de salmuera desde el núcleo, se presentan en el diagrama de flujo mostrado en la **Figura 8**.

2. Activación pozos L3-5; L4-8; L5-8 (potencial efecto desde el núcleo):

- a. Disminución de un 50 % del caudal bombeado en el pozo Camar 2 si la activación se produce en alguno de los pozos del perfil L3,
- b. Disminución de un 50 % del caudal bombeado en el pozo Socaire-5B si la activación se produce en alguno de los pozos del perfil L4,
- c. Revisión del modelo Modflow de manera de representar las anomalías detectadas
- d. Uso del modelo Modflow revisado para calcular la modificación de la extracción de agua dulce que permita el funcionamiento del sistema bajos condiciones naturales (impacto nulo);
- e. Monitoreo durante la recuperación de los niveles

3. Acciones a implementar comunes:

- a. Aviso a SMA II Región.
- b. Confección de informe que será entregado en un plazo no superior a los treinta días de activada la Fase II, a la Secretaría de la COREMA Región de Antofagasta y a la Dirección General de Aguas II Región. Dicho informe contendrá la siguiente información:
 - i. Tasas de extracción de salmuera y de agua dulce.
 - ii. Niveles para los cuales se activó la fase en los puntos de control.
 - iii. Fecha y hora del inicio de la ejecución de la medida de mitigación.
 - iv. Descripción de todas las actividades realizadas.
 - v. Análisis comparativo de la situación real con las simulaciones entregadas por el modelo.
 - vi. Resultados del monitoreo durante la recuperación de los niveles.
 - vii. Análisis de las causas de la activación del Plan de Contingencias.

iii. PC Sistema Vegetación del Borde Este

El PC se basa en pozos de observación alineados a lo largo de cinco perfiles de pozos que bajan desde el límite oriental de la vegetación hasta la zona con especies hidromorfas. Dichos perfiles se alinean con cada uno de los pozos de bombeo, permitiendo monitorear el comportamiento de sus conos de depresión.

Los pozos que forman parte de los perfiles de monitoreo se encuentran divididos en tres zonas:

- **Zona de vegetación hidromorfa.** Corresponde a los pozos más occidentales de cada perfil y se emplazan justo aguas arriba de las zonas con vegetación hidromorfa. Las mediciones en estos pozos verificarán que el descenso del acuífero no sea mayor al valor aceptado para estas especies. Los pozos emplazados en esta zona son: L7-3, L2-4 y L3-5.
- **Zona de vegetación Brea-Atriplex conectada con el acuífero.** Corresponden a los pozos intermedios del perfil que medirán el comportamiento del acuífero justo en el límite oriental de la vegetación que potencialmente está conectada con el acuífero del Borde Este. Los pozos emplazados en esta zona son: L7-6, L2-7, L3-3, L4-7 y L9-1.
- **Zona de alerta temprana.** Corresponde a los pozos emplazados en el límite oriental del sistema vegetación Borde Este. Si bien se ubican en una zona donde la vegetación se encuentra totalmente desconectada del acuífero, estos pozos actuarán como pozos de alerta temprana, anticipando un potencial efecto en las formaciones vegetales que son objetos de protección. Los pozos emplazados en esta zona son: L7-13, L2-25, L3-11 y L4-3.

Para cada una de las zonas definidas anteriormente se definieron los siguientes valores umbrales de activación:

a) *Zona de Vegetación Hidromorfa*

Para este tipo de vegetación se acepta un descenso máximo de 25 cm, con un descenso máximo de 20 cm para la Fase I y de 25 para la Fase II. Sin embargo, en esta zona el acuífero presenta una fluctuación

estacional de 19 cm, por lo que al descenso máximo se debe sumar la fluctuación natural. La **Tabla 18** presenta los descensos máximos permitidos para esta zona según el mes que se inicie el monitoreo. Los pozos emplazados en esta zona son: L7-3, L2-4 y L3-5.

Tabla 18. Descenso máximo permitido para Zona de Vegetación Hidromorfa

Mes	Descenso máximo (cm)	
	Fase I	Fase II
Enero	23	28
Febrero	23	28
Marzo	24	29
Abril	28	33
Mayo	33	38
Junio	37	42
Julio	39	44
Agosto	39	44
Septiembre	36	41
Octubre	33	38
Noviembre	30	35
Diciembre	27	32

Fuente: Tabla II.5.1 del Anexo II-Plan de Contingencias- Adenda 3 EIA “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama”

b) Zona de Vegetación Hidromorfa

- El descenso máximo permitido en esta zona es de 1 m. Dado que el plan de contingencia se divide en dos fases, se considera un descenso máximo para estos pozos de 50 cm en la Fase I y de 100 cm para la Fase II. En el sector, la variación estacional del nivel es despreciable por lo que no es necesario corregir estos valores por dicha estacionalidad.

Tabla 19. Descenso máximo permitido para Zona de Vegetación Hidromorfa

Pozo	Descenso máximo (cm)	
	Fase I	Fase II
L7-6	50	100
L2-7		
L3-3		
L4-7		
L9-1		

Fuente: Fuente: PC del EIA “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” (RCA N°226/2006)

c) Zona de Alerta Temprana

En esta zona se ubican los pozos que actúan como alerta temprana. Los valores de descenso máximo fueron calculados de modo de asegurar que no se producirán descensos superiores a 1 m, en la zona de conexión vegetación-acuífero.

La Tabla 24 presenta los descensos máximos permitidos para cada uno de los pozos de alerta temprana.

Tabla 20. Descenso máximo permitido para Zona de Alerta Temprana

Pozo	Descenso máximo (cm)	
	Fase I	Fase II
L7-13	-	1,25 m
L2-25	-	0,88 m
L3-11	-	0,86 m
L4-3	-	0,82 m
L9-1	-	0,86 m

Fuente: Fuente: PC del EIA “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” (RCA N°226/2006)

Acciones a implementar en cada Fase del PC

- **Fase I:** La activación de esta fase conlleva a dos acciones: i) el aumento de la frecuencia de monitoreo de los indicadores, ii) aviso a la COREMA de la II Región. El monitoreo de todos los puntos de control incluidos en el Plan de Seguimiento Hidrogeológico aumentará de mensual a quincenal.

- **Fase II:** La Fase II del Plan de Contingencias considera las siguientes acciones:
 - a. Aviso a SMA II Región
 - b. Disminución de un 50 % del caudal bombeado en el pozo Mullay 1 si la activación se produce en alguno de los pozos del perfil L7 (pozos L7-3, L7-6 y L713),
 - c. Disminución de un 50 % del caudal bombeado en el pozo Allana si la activación se produce en alguno de los pozos del perfil L2 (pozos L2-4, L2-7 y L2-25),
 - d. Disminución de un 50 % del caudal bombeado en el pozo Camar 2 si la activación se produce en alguno de los pozos del perfil L3 (pozos L3-5, L3-3 y L3-11),
 - e. Disminución de un 50 % del caudal bombeado en el pozo Socaire 5B si la activación se produce en alguno de los pozos del perfil L4 (pozos (L4-10, L4-7 y L4-3),
 - f. Disminución de un 50 % del caudal bombeado en el pozo P2 si la activación se produce en alguno de los pozos del perfil L9 (pozos I9-1 y L9-2),
 - g. Revisión del modelo Modflow de manera de representar las anomalías detectadas
 - h. Uso del modelo Modflow revisado para calcular la modificación de la extracción de agua dulce que permita el funcionamiento del sistema bajos condiciones naturales (impacto nulo);
 - i. Monitoreo durante la recuperación de los niveles.
 - j. Confección de informe que será entregado en un plazo no superior a los treinta días de activada la Fase II, a la Secretaría de la COREMA Región de Antofagasta y a la Dirección General de Aguas II Región. Dicho informe contendrá la siguiente información:
 - i. Tasas de extracción de salmuera y de agua dulce
 - ii. Niveles para los cuales se activó la fase en los puntos de control
 - iii. Fecha y hora del inicio de la ejecución de la medida de mitigación

- iv. Descripción de todas las actividades realizadas
- v. Análisis comparativo de la situación real con las simulaciones entregadas por el modelo
- vi. Resultados del monitoreo durante la recuperación de los niveles
- vii. Análisis de las causas de la activación del Plan de Contingencias.

3.5.3 PAT MNT vigente

Tanto el PAT MNT -definido por la DGA - como el Plan de Alerta Temprana -definido en la RCA 01/97 de Minera Escondida tiene relación con el ejercicio de los derechos de aprovechamiento de aguas de MEL y Compañía Zaldívar en los campos de extracción de Monturaqui, zona de restricción definida en el PAT. Así, el ejercicio de estos derechos, de acuerdo a lo establecido en el PAT se verá restringido en caso de que ocurra una de estas tres condiciones:

- i. Los impactos generados durante la fase de bombeo y post bombeo producto de la explotación, no deben
- ii. Generar una disminución más allá de 25 cm del nivel freático en el sector de Tilopozo.
- iii. No se debe generar una disminución más allá de un 6% del flujo pasante a través del acuífero MNT, que descarga en el sector de Tilopozo.
- iv. La extracción total asociada al ejercicio de los derechos constituidos en el acuífero MNT no debe ser superior a un caudal medio mensual de 1.800 l/s.

Adicional a estas variables, el instrumento obliga a los titulares de los derechos a mantener una red de monitoreo de:

- niveles de aguas subterráneas
- Flujo pasante: el volumen del cono de depresión generado por el bombeo. A partir de esta información junto con los volúmenes extraídos, se determina, es decir se calcula, el coeficiente de almacenamiento real.
- calidad de aguas sólo para los pozos de producción: Calcio (Ca), Bicarbonato (HCO_3), Sílice (SiO_2), Sólidos Totales Disueltos (STD), Magnesio (Mg), Carbonato (CO_3), Flúor (F), Sodio (Na), Potasio (K), Cloruros (Cl), Sulfatos (SO_4), Nitratos (NO_3), Boro (B), Alcalinidad, pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Dureza e Índice de Langelier. Con la información que corresponda se debe calcular el balance iónico y el diagrama de Stiff
- control de extracciones
- interface salina: se verifica la ubicación de la interface entre la salmuera, característica del núcleo del Salar de Atacama, y el agua subterránea, proveniente de los sectores acuíferos Monturaqui y Negrillar.
- sistema vegetacional: el sistema sensible está compuesto por las lagunas La Punta y Brava, así como por la vertiente de Tilopozo, donde se han establecido un total de 7 puntos de monitoreo, donde se mide la altura limnimétrica además de llevar un registro fotográfico de las condiciones de la lagunas.
- Procesamiento de imágenes satelitales.

Toda la información compilada debía ser remitida a la DGA semestralmente, mas la frecuencia de reporte fue revisada a la luz de los resultados y actualmente el reporte es anual.

La información extraída de los informes de monitoreos recientes para el periodo 2014-2016, establece que actualmente la red de monitoreo del PAT-MNT cubre el acuífero de MNT, la zona de vegas de Tilopozo, la zona de las lagunas y el inicio de la costra de halita, en el sector sur del salar de Atacama. En relación a la red original del PAT-MNT, esta se ha expandido de 91 puntos a 130 puntos activos a fines del año 2016.

Para el acuífero de MNT se consideran 94 puntos de monitoreo, donde se miden las variables nivel de agua subterránea, caudal en los pozos de producción de MEL y CMZ, química en los pozos de producción de MEL, e interfase salina en 3 pozos ubicados inmediatamente al sur del sector de vegas.

En la zona de vegas de Tilopozo, se consideran 25 puntos de monitoreo, de los cuales 24 son subterráneos y 1 es superficial; en todos ellos se mide nivel y en el punto superficial, se mide también química.

En la zona de las lagunas La Punta y La Brava, se consideran 6 puntos de monitoreo, todos ellos superficiales, donde se mide nivel limnimétrico y química, además de fotografía de las condiciones de la laguna.

En la zona de inicio de la costra de halita, se consideran 5 puntos de monitoreo, todos subterráneos, donde se mide nivel freático de la salmuera.

Adicionalmente, el PAT insta a la medición areal de las lagunas La Brava, La Punta y la vega de Tilopozo a través del análisis semestral de imágenes satelitales (Landsat), dando cuenta de la tendencia de la evolución de las lagunas en cuanto a superficie y cobertura vegetal y de las variaciones estacionales propias del sistema.

3.6 Sistema de Información Geográfico de los compromisos y obligaciones

En el Anexo 4 se presenta el Sistema de Información Geográfico (digital) construido con la información compilada. El área de estudio corresponde a la cuenca del Salar de Atacama, donde se muestran los atributos levantados.

3.6.1.1 Requisitos del sistema

El Sistema de Información Geográfico (SIG) se presenta en el Anexo 2 como proyecto mpk y geodatabase. Para la visualización y operación del primero, se requiere un computador con software Arcmap versión 10.0 en adelante.

3.6.1.2 Capas de información del SIG

Las coberturas que fueron consideradas para la conformación del Sistema de Información Geográfico integrado son:

i. Cartografía base

- Subcuencas
- Subsubcuencas
- Comunidades
- Topónimos
- Poblados
- Instalaciones mineras
- Drenaje
- Drenaje
- Curvas de nivel
- Red Vial

ii. Coberturas complementarias

Fauna

- Fauna terrestre

Vegetación

- Vega y bofedal
- Cobertura suelo
- Cobertura de suelo

Hidrología

- Plan de alerta temprana
- Acuíferos
- Derechos de agua
- Pozos

- Cuerpos de agua
- Calidad de agua
- Estaciones meteorológicas
- Estaciones fluviométricas

Áreas protegidas

- Santuarios de la naturaleza
- Reserva nacional
- Sitios prioritarios
- Catastro de humedales
- Sitios de prohibición y restricción DGA
- Sitios Ramsar

iii. Coberturas de compromisos levantados

SQM

- Pozos de medición

Flora

- Plan de seguimiento ambiental
- Área de estudio
- Puntos de muestreo

Fauna

- Transectos de fauna

Albermarle (ex Rockwood Litio)

- Pozos medición

Fauna

- Puntos muestreo

Hidrogeología

- Estaciones calidad del agua
- Limnología
- Red evaporación
- Lagunas

Flora

- Suelo flora

PAT MNT

- Red Monitoreo

3.7 Conclusiones del capítulo

- La revisión de los compromisos levantados permite concluir en relación a los objeto de protección, que el recurso hídrico es el componente de mayor relevancia, lo que es consistente con las características ambientales del sitio donde se desarrolla la actividad extractiva del litio.
- Así, dentro de los planes de seguimiento definidos en los distintos instrumentos revisados se identifican, como elementos de protección, los siguientes:
 - Núcleo del salar
 - Sistema Peine
 - Borde Este (sistema hídrico y de Vegetación)
 - Sistema Soncor;
 - Sistema Aguas de Quelana;
 - Sistema Monturaqui-Negrillar-Tilopozo (sector vegas de Tilopozo; Lagunas La Punta-La Brava y Sector Norte)
- Los monitoreos vigentes en la cuenca consideran una nutrida red de pozos que miden periódicamente principalmente Nivel freático y Calidad química del Agua, definiéndose una se medidas de contingencia se activan cuando se verifica un descenso por sobre los umbrales establecidos. De manera complementaria en los sistemas bióticos asociados a los cuerpos de agua se monitorea abundancia y estado de flora y vegetación y fauna, además de la calidad de los suelos.
- Los planes de alerta temprana analizados consideran la revisión o verificación de los impactos acumulados o sinérgicos derivados de la actividad realizada por terceros en la cuenca, a través del establecimiento de herramientas que permiten identificar responsabilidades en caso de que ocurra un descenso de los niveles umbrales definidos. En el caso del PAR MNT, el control de los impactos acumulados se hace a través del establecimiento de una cuota máxima de bombeo desde el acuífero. Esto es relevante para las etapas posteriores del *Estudio para el análisis y preparación de un plan de trabajo en relación a las distintas RCA sobre el Salar de Atacama*, en curso, al constituir una primera aproximación al manejo integrado de la cuenca.
- Dada la relevancia del recurso hídrico, para la conceptualización y diseño de una herramienta de monitoreo consolidada de carácter preventivo, es necesario identificar el estado del conocimiento hidrogeológico de la cuenca.

4 VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS ESTABLECIDOS POR RCA A LA VISTA DE LOS REPORTES PRESENTADOS POR LOS TITULARES

4.1 Introducción al capítulo

El presente capítulo de Verificación del cumplimiento de los compromisos establecidos por RCA a la vista de los reportes presentados por los titulares encargado por el Comité de Minería No Metálica de CORFO a Gestión Ambiental Consultores (GAC) forma parte del Hito 2 del Estudio para el análisis y preparación de un plan de trabajo en relación a las distintas RCA sobre el Salar de Atacama, y tiene por objeto la verificación del estado de los compromisos técnico ambientales suscritos por los distintos titulares de RCAs y PATs en la cuenca del Salar de Atacama, a partir de la revisión de los reportes entregados por los mismos. La primera parte del estudio¹³ consistió en la búsqueda y compilación de todos los compromisos y obligaciones técnico ambientales indicados en las Resoluciones de Calificación Ambiental y Planes de Alerta Temprana (DGA) establecidos en la cuenca del Salar de Atacama, que fueron sistematizados en una planilla y georreferenciados en un sistema de información geográfica (SIG). Dentro de los compromisos levantados, se identificó la obligación asumida por todos los titulares¹⁴ de reportar a los organismos fiscalizadores ciertos temas operacionales (informar tasas de explotación) y aquellos levantados en la ejecución de los planes de manejo y seguimiento ambiental.

En el presente documento se revisan los reportes por los titulares a los servicios públicos fiscalizadores de los compromisos de manera de verificar que las medidas están implantadas y operativas de acuerdo a las exigencias existentes en los mismos. Para esto, se toma como punto de partida la *planilla de compromisos y obligaciones* desarrollada durante la primera parte de este estudio (entregada en Anexo 3 al CMNM) y los documentos recibidos de la SMA, la DGA y Sernageomin, información pública solicitada mediante los mecanismos que establece la ley de transparencia, que se presentan en una biblioteca digital, en Anexo 2¹⁵.

Los resultados, que se presentan por titular y componente en forma de tablas, hacen una comparación de la información reportada con lo comprometido en términos de la cantidad y ubicación de estaciones de seguimiento, la metodología e instrumentación, análisis conducidos y de reportabilidad en cuanto a contenidos y frecuencias, concluyendo si son acordes a lo comprometido. La última fila de cada tabla identifica la variación y propone una explicación de este cambio a la luz de los reportes tenidos a la vista, cuando es posible. Si lo revisado es acorde a lo comprometido en los términos antes indicados, la celda se completa con un “OK”.

No forma parte del estudio el análisis de los resultados de los monitoreos con respecto a la situación basal o el escenario comprometido, dado que escapa de las facultades del consultor el emitir tales juicios en el entendimiento de que esta tarea es de exclusiva responsabilidad de los organismos fiscalizadores.

¹³ Los resultados del Hito 1 del estudio fueron entregados al CMNM en julio del año en curso.

¹⁴ Los titulares identificados corresponden a SQM Salar S.A., Rockwood Lito Ltda (actualmente Albermarle Lito) por sus proyectos de extracción y beneficio de salmuera dentro del salar, y Minera Escondida Limitada (MEL) y Compañía Minera Zaldívar SpA.

¹⁵ Puede ser descargada desde la página web http://www.mediafire.com/folder/9ed7gqt2ii8yy/Anexo_2_Biblioteca

Por último se hace hincapié en que la verificación de que los compromisos mediante RCA y PAT estén implantados, se hace bajo las premisas de que los reportes entregados por los titulares son un reflejo de la realidad y de que las solicitudes de información fueron totalmente atendidas por los servicios públicos.

4.2 Objetivos del capítulo

- Analizar los reportes enviados por los titulares de manera de verificar que las medidas están implantadas y operativas de acuerdo a las exigencias y compromisos existentes en los mismos.

4.3 Búsqueda, solicitud y análisis de reportes

En Chile el marco medioambiental está regulado por la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, donde se define al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) como un instrumento de gestión ambiental de carácter preventivo para la evaluación de proyectos. El SEIA es administrado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), que actúa como coordinador de los organismos sectoriales con competencias ambientales en una *ventanilla única*.

Una vez resuelta la evaluación, la coordinación y ejecución de procesos de fiscalización de los compromisos y obligaciones establecidos en este proceso y fijados en la respectiva resolución de calificación ambiental (RCA) es de responsabilidad de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), organismo ante el cual los titulares deben reportar todos los temas derivados de las RCAs.

Así, para verificar que las medidas comprometidas por los titulares relevantes en la cuenca estén implantadas y operativas, se levantó una solicitud de acceso a la información pública ante la SMA, requiriendo todos los reportes recibidos entre los años 2013 y 2017 remitidos por los titulares SQM Salar S.A., Rockwood Lito Limitada, y Minera Escondida Ltda, asociados a todas aquellas RCAs identificadas en la ejecución del Hito 1 del estudio que establecían la obligación de reportar.

Para verificar que los compromisos establecidos en el Plan de Alerta Temprana Monturaqui-Negrillar-Tilopozo (PAT MNT), que condiciona el ejercicio de los derechos de agua otorgados en esa zona específica, se solicitaron a la Dirección General de Aguas todos los reportes recibidos entre los años 2013 y 2017, remitidos por las mineras Zaldivar y Escondida, asociadas al bombeo de agua desde el acuífero.

Con los documentos recibidos se compara la información levantada en la planilla de compromisos y obligaciones en lo que respecta a puntos de muestreo o red de monitoreo, variables a medir y metodología, frecuencia, periodo y duración del seguimiento y reporte, completando una tabla que compara los alcances de lo comprometido con lo reportado.

Esta comparación se hace bajo los principios de que

- Los reportes de los titulares son reflejo de la realidad y dan cuenta de la totalidad de acciones y obras implementadas.
- La respuesta de los servicios públicos a la solicitud de información es completa y por lo tanto se han tenido a la vista la totalidad de la documentación reportada por los titulares.

4.4 Resultados

4.4.1 Rockwood/Albermarle

Si bien el comienzo de la extracción de salmuera en la planta Salar de Atacama -operada en la actualidad por Albermarle- se remonta a 1984, es el proyecto *Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama* el que determina el esquema general de los compromisos técnico ambientales, que fue aprobado mediante la RCA RCA 021 en enero de 2016.

Dado que ha transcurrido solo un ciclo anual desde su aprobación, para verificar que las medidas comprometidas se encuentran operativas, se revisaron las primeras versiones de los informes anuales del Plan de Manejo biótico y del Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH), y los informes de estado de implementación de la Red de Monitoreo del Plan de Seguimiento Ambiental, además de otros documentos.

A continuación se tabula, para cada componente ambiental, los alcances de lo comprometido mediante RCAs¹⁶ y su comparación con lo reportado por el titular.

Existen compromisos levantados que no consideran un reporte a la autoridad, asociados a la detección de filtraciones asociadas a la operación de las pozas de evaporación y al manejo de residuos domésticos, industriales peligrosos y no peligrosos y residuos líquidos (aguas servidas), por lo que no forman parte de este documento.

Tampoco se verifica la activación de planes de alerta temprana.

4.4.1.1 Control operacional

Tema	EXTRACCIÓN DE SALMUERA		
Descripción general del compromiso	El proyecto extraerá 442 L/s (150.000 m ³ /año salmuera concentrada), considerando una base aprobada de 142 L/s (80.000 m ³ /año salmuera concentrada). Rockwood entregará las coordenadas exactas de los pozos de extracción de salmuera del presente proyecto y que se ubicarán dentro del área A1 como un anexo de cada informe de seguimiento ambiental. Se incluirán en el reporte los caudales promedio mensuales y volúmenes mensuales extraídos de salmuera, junto con los caudales y volúmenes de extracción de agua industrial y salmuera que actualmente se reportan como compromiso anteriores del titular. Los caudales de extracción de salmuera estarán disponibles online en tiempo real tras seis meses desde la aprobación del proyecto.		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	- 3.2 (Extracción) [RCA] p.7 - 3.1.4 (Vida útil) [RCA] p.7 - 3.2.9 (Frecuencia) [Ad. V, Anexo 3] p.24	Carta GG 546/2016 Informa sistema en línea de medición de volúmenes de salmuera bombeados INSTRUCTIVO DE FUNCIONAMIENTO PLATAFORMA EN LINEA SISTEMA "DEZEM"	N/A

¹⁶ Albermarle no tiene derechos de agua que formen parte de aquellos regulados por Plan de Alerta Temprana Monturaqui-Negrillar-Tilopozo (DGA; 2001) por lo que sus compromisos ambientales están recogidos en su totalidad por resoluciones de calificación ambiental. Por lo mismo, la información consultada fue solicitada en su totalidad a la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA).

		Anexo I. Volúmenes y Caudales Bombeados en Salmuera y Agua Industrial, Primer informe anual PSAH.	
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Se definen 19 pozos de extracción de salmuera CL-1, CL-15, CL-19, CL-20, CL-21, CL-22, CL-23, CL-24, CL-25, CL-27, CL-4, CL-45, CL-58, CL-35, CL-36, CL-37, CL-45, CL-60, CL-9. En cada reporte se entregarán las coordenadas específicas de los pozos de bombeo de salmuera	Se reportan las coordenadas de los pozos de bombeo actuales CL-1, CL-15, CL-19, CL-20, CL-21, CL-22, CL-23, CL-24, CL-25, CL-37, CL-59, CL-60, CL-69, CL-9.	Si bien los pozos no son exactos a los definidos en el momento de la RCA, el compromiso es flexible en el número y ubicación de los pozos, acotados al área definida A1.
Variables a medir y metodología	Control de extracciones: medición a tiempo real y tasas mensuales	Se informa caudal promedio y volumen mensual histórico para los puntos antes identificados, se incluye en el Anexo I del PSAH reporte histórico de otros puntos no identificados en RCA. La plataforma en línea del monitoreo está habilitada y operativa ¹⁷ .	OK
Frecuencia, periodo y duración	Continua durante la operación	La plataforma online da cuenta del control continuo	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Online, Caudal Mensual, Reporte Digital Trimestral e Informe Anual a DGA y SMA	Online, Caudal Mensual, Reporte Digital Trimestral e Informe Anual a DGA y SMA	OK

Tema	EXTRACCIÓN DE AGUA INDUSTRIAL		
Descripción general del compromiso	El proyecto extraerá 18,9 l/s de agua, considerando una base aprobada de 12,9 l/s. Se incluirán en el reporte los caudales promedio mensuales y volúmenes mensuales extraídos de salmuera, junto con los caudales y volúmenes de extracción de agua industrial y salmuera que actualmente se reportan como compromisos anteriores del titular. Los caudales de extracción estarán disponibles online en tiempo real tras seis meses desde la aprobación del proyecto. En este reporte también se incluirá el caudal de extracción que se realiza desde el Pozo Peine que tiene derechos de aprovechamiento de aguas por 5 l/s. También se reportará el caudal extraído promedio mensual y el volumen total mensual.		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	<ul style="list-style-type: none"> - 3.3.2, pág. 10 [RCA] - Tabla 3-10 (Coord.) [Ad. V, Anexo 3] p.44 - 3.2.9 (Frecuencia) [Ad. V] p.24 	Carta GG 546/2016 Informa sistema en línea de medición de volúmenes de salmuera bombeados INSTRUCTIVO DE FUNCIONAMIENTO PLATAFORMA EN LINEA SISTEMA "DEZEM"	N/A

¹⁷ Para ingresar a la plataforma, se debe entrar al sitio web: <https://www.dezem.de/>. En esta hacer click en "Login". En user colocar "M.ambienteRockwood" y en password Rockwood2016

		Anexo I. Volúmenes y Caudales Bombeados en Salmuera y Agua Industrial, Primer informe anual PSAH.	
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	El agua se extraerá de los pozos pozos “Tilopozo”, “Tucúcaro” y “Peine”.	Se reportan pozos “Tilopozo”, “Tucúcaro” y “Peine”.	OK
Variables a medir y metodología	El caudal extraído se mide con un flujómetro y los datos son publicados online en tiempo real. Los reportes consideran el informe de caudal promedio mensual y el volumen total mensual.	Se informa caudal promedio y volumen mensual histórico para los puntos identificados, se incluye en el Anexo I del PSAH reporte histórico de otros puntos no identificados en RCA. La plataforma en línea del monitoreo está habilitada y operativa .	OK
Frecuencia, periodo y duración	Continuo	Continuo	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Online, Caudal Mensual, Reporte Digital Trimestral e Informe Anual a DGA y SMA	Online, Caudal Mensual, Reporte Digital Trimestral e Informe Anual a DGA y SMA	OK

4.4.1.2 Flora y vegetación

Tema	SEGUIMIENTO DE FLORA Y VEGETACIÓN		
Descripción general del compromiso	Seguimiento de flora y vegetación, que forma parte del Plan de Manejo Biótico (PMB)		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	Considerando 7, RCA 021/2016, pág. 56 y 61	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Manejo Biótico, Informe Anual N°1 Informe de Monitoreo de Vegetación, Ubicación de Transectas. Actividad de Instalación y seguimiento de transectas de vegetación azonal en el salar de Atacama en etapa preoperacional del Proyecto 	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Cuatro puntos en Peine: VTM1; VB01; VB02; VB03 Diez puntos en La Punta, La Brava y Tilopozo: VLP1; VLP2; VLP3; VLB2; VT1; VT2; VT3; VT4; VT5; VT6.	Para el seguimiento de la COT, el PMB no contaba con puntos de muestreo establecidos, por lo que hubo que definirlos, quedando 24 puntos en Peine, 5 puntos en La Punta, 3 en La Brava, 1 en Soncor, 11 en Quelana y 55 en Tilopozo. Los puntos definidos en el PMB se mantienen y detallan indicando los transectos a monitorear.	La información reportada abarca y supera la comprometida, definiendo puntos adicionales y agregando más detalle.

		<p>En Peine se definen 4 transectas para el punto VB01; 3 transectas para el punto VB02; y 2 transectas en el punto VB03.</p> <p>En La Brava se define una transecta para el punto VLB2. También en La Punta se define un transecto para cada uno de los puntos VLP1; VLP2; VLP3.</p> <p>El Punto VTM1 ahora se asocia al sector Tilopozo (no Peine) por mayor cercanía y define una transecta, al igual que para los puntos VT3, VT5, VT6. Para los puntos VT2, VT4, VT1, se definen 3, 4 y 3 transectas de observación respectivamente.</p> <p>Adicionalmente se incorporan dos puntos de control de vegetación en Quelana y Soncor</p>	
Variables a medir y metodología	<p>Distribución y cobertura de la vegetación azonal mediante el método de imágenes satelitales y el método de carta de ocupación de tierras.</p> <p>Composición y cobertura de especies con el método point quadrat.</p>	<p>Se mide la distribución y cobertura según las metodologías indicadas en la RCA.</p> <p>El parámetro de seguimiento utilizado en el análisis de vegetación en cumplimiento a lo dispuesto por la RCA, corresponde a la distribución y cobertura de vegetación azonal, a través del método de carta de ocupación de tierras (en adelante COT).</p> <p>En cuanto a la caracterización de la flora, el método utilizado fue el de “Intercepto de Puntos”, según lo establecido en el informe de Monitoreo de Vegetación, Ubicación de Transectas (Informe Ejecutivo RWL/CEA mayo 2016), el cual fue aprobado a través de Ord. SAG N°315/2016.</p> <p>Para el seguimiento de la distribución y cobertura de la vegetación azonal también se utilizan imágenes satelitales de alta resolución espacial, según lo establecido en la Adenda 5 del EIA.</p>	OK
Frecuencia, periodo y duración	<p>Medición según método de carta de ocupación de tierras y método point quadrat semestral.</p> <p>Análisis de imágenes satelitales anual, durante fases de construcción y operación</p>	<p>Se realizan campañas de invierno y verano, en los meses de agosto y abril respectivamente.</p> <p>El análisis de imágenes satelitales se realiza con una imagen de abril (verano).</p>	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	<p>Reporte anual a SMA, SAG y CONAF Región de Antofagasta.</p>	<p>A menos de dos años de la aprobación ambiental, se cuenta con un reporte anual, que fue remitido a la SMA.</p>	OK

Tema		SUELO O SUSTRATO		
Descripción general del compromiso	Monitoreo de parámetros físico químicos del suelo para verificar que se mantienen dentro de su variación histórica.			
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión	
Fuente	- 7, [RCA] pág. 57 - Anexo II, Tabla 4.2-5 [Ad. V]	Plan de Manejo Biótico, Informe Anual N°1	N/A	
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Cuatro puntos en Peine: VTM1; VB01; VB02; VB03 Diez puntos en La Punta, La Brava y Tilopozo: VLP1; VLP2; VLP3; VLB2; VT1; VT2; VT3; VT4; VT5; VT6.	Para el seguimiento se modificaron los 14 puntos de muestreo de suelo - sustrato, definidos, con el objetivo de que hubiera coherencia entre el muestreo de suelo y vegetación. El criterio de reubicación considera a) La presencia de vegetación y flora monitoreada en el Plan de Manejo Biótico y el tipo de suelo, y b) seleccionar un sitio en el cual el suelo presente características similares a aquel en el cual se encuentra la vegetación evaluada. Se presentan las nuevas coordenadas y cambia la nomenclatura de los puntos (S1 al S14)	Hay modificación de la ubicación y nomenclatura de los puntos para mejorar su representatividad, está correctamente justificado y reportado.	
Variables a medir y metodología	Medición de pH, textura, permeabilidad, materia orgánica, humedad, CE, nutrientes. Se considera mediciones <i>in situ</i> y análisis en laboratorio	Se reportan valores para pH, textura, permeabilidad, materia orgánica, humedad, CE, nutrientes, salinidad, N, P, K. Se describe metodologías <i>in situ</i> y análisis en laboratorio. Se modificaron las profundidades de las calicatas de muestreo (30 y 60 cm) para según juicio experto, ajustarse a las características del sitio.	Las variables están OK, se modifican las profundidades de toma de muestras, lo que está correctamente justificado y reportado.	
Frecuencia, periodo y duración	Semestral durante las fases de construcción y operación.	Se realizan campañas de invierno y verano, en los meses de agosto y abril respectivamente.	OK	
Reporte (organismo, forma, periodo)	Reporte anual a SMA, SAG y CONAF Región de Antofagasta.	A menos de dos años de la aprobación ambiental, se cuenta con un reporte anual, que fue remitido a la SMA.	OK	

4.4.1.3 Biota acuática

Tema		SEGUIMIENTO DE LA BIOTA ACUÁTICA
Descripción general del compromiso	Seguimiento de biota acuática, que forma parte del Plan de Manejo Biótico (PMB). Incluye como componentes especiales tapetes microbianos, microbialitos y evaporitas (componentes especiales)	

	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	RCA 021/2016 Considerando 7, pág. 59 y 60 - Anexo II, Tabla 2.4-1 [Ad. V] - Anexo II, Tabla 2.4-29 [Ad. V] - Anexo II, Tabla 4.2-5 [Ad. V]	Plan de Manejo Biótico, Informe Anual N°1	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	La biota acuática se mide en: Peine: S-5; S-9; I-11; I-17; S-10; SA-25 La Punta, La Brava; Tilopozo LB-1; LB-2; LP-23; LP-24; TB-1; TB-2 Tapetes microbianos, microbialitos y evaporitas se verifican en los mismos puntos (excluyendo TB-1 y TB-2)	La biota acuática se mide en las 12 estaciones indicadas y se incluye una nueva estación en el sector La Brava (LB-3) y una en Tilopozo (TB-3). La estación S-9 fue desplazada a la orilla opuesta del curso de agua, con el fin de facilitar la toma de muestra. Para Tapetes Microbianos se utilizan los mismos puntos indicados, incluyendo 5 estaciones adicionales (voluntarias) y variando la localización de I-17 y LB-2 para mejorar la accesibilidad.	Se incluyen nuevas estaciones (voluntarias) y modifican ubicaciones de 3 puntos para facilitar acceso, lo que está correctamente justificado y reportado.
Variables a medir y metodología	<ul style="list-style-type: none"> Cobertura total de plantas acuáticas Composición, Riqueza y Abundancia de especies planctónicas (Fitoplancton y zooplancton) Composición, Riqueza y Abundancia de especies bentónicas (Fitobentos y Zoobentos). Caracterización de tapetes microbianos Presencia de microbialitos y evaporitas 	<p>Macrófitas (plantas acuáticas): En cada punto se estimó la abundancia relativa o cobertura de cada especie o grupo de especies.</p> <p>Fitobentos: La estimación de la riqueza y abundancia se realizó mediante el recuento bajo microscopio óptico.</p> <p>Fitoplancton: las muestras de agua fueron analizadas al microscopio, determinando la riqueza y abundancia de microalgas.</p> <p>Zoobentos: La estimación de la composición y abundancia de la fauna bentónica se realizó mediante el recuento directo por grupo de organismos.</p> <p>Zooplancton: La estimación de la composición y abundancia de la comunidad zooplanctónica se realizó obteniendo muestras representativas del plancton, utilizando una red rectangular (15x10 cm) dotada con una malla N 10 (110 µm). Dentro del reporte se caracteriza el perfil pigmentario laminar de los tapetes microbianos y se determina</p>	OK

		la presencia de Microbialitos y Evaporitas	
Frecuencia, periodo y duración	Monitoreo semestral, durante fases de construcción y operación	Se realizan campañas de invierno y verano, en los meses de agosto y abril respectivamente.	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Reporte anual a SMA, SAG y CONAF Región de Antofagasta.	A menos de dos años de la aprobación ambiental, se cuenta con el primer reporte anual, que fue remitido a la SMA.	OK

4.4.1.4 Vertebrados Terrestres

SEGUIMIENTO DE VERTEBRADOS TERRESTRES			
Tema	SEGUIMIENTO DE VERTEBRADOS TERRESTRES		
Descripción general del compromiso	Seguimiento de vertebrados terrestres, incluyendo flamencos, aves terrestres y acuáticas, mamíferos, reptiles y anfibios, que forma parte del Plan de Manejo Biótico (PMB).		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	- 7, [RCA] pág. 57 y 58 - Anexo II, Tabla 4.2-5 [Ad. V]	Plan de Manejo Biótico, Informe Anual N°1.	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	16 Estaciones: FSd1; FS1; F44; F45, FP1: FP2: FT1 : FT2, FT3; FT4; FT6; FT7, FT8: FT9; FT10; FT11. Aves acuáticas se verifica en puntos censales asociados a las estaciones. Aves terrestres, mamíferos, reptiles y anfibios se verifican en transectos asociados a las estaciones. Para mamíferos se considera también trampas cámara y trampas Sherman.	Se revisaron 25 puntos de muestreo, de los cuales 16 son los establecidos en RCA correspondientes a los considerados en campañas previas (PMB 2015, aunque algunos fueron reubicados levemente, de modo de seguir siendo representativo del ambiente, pero en condiciones más apropiadas de muestreo (más accesible, con mejor ubicación para censar, no tan cerca de la presencia y actividad humana), a los que se agregaron otros nueve puntos (nuevos, de carácter voluntario), de modo de representar todos los ambientes presentes en el área de estudio	Se incluyen nuevas estaciones (voluntarias) y modifican ubicaciones de 3 puntos para facilitar acceso, lo que está correctamente justificado y reportado.
Variables a medir y metodología	Composición, riqueza y abundancia, para cada grupo de vertebrados. Aves acuáticas a través de puntos censales, aves terrestres, reptiles y anfibios mediante transectos, mamíferos mediante transectos, trampas cámara y trampas Sherman.	Se efectuaron 25 transectos (uno en cada punto de muestreo), nueve estaciones de trapeo de micromamíferos, 12 estaciones con trampas cámara, cinco muestreos de rapaces nocturnas y dos muestreos nocturnos de anfibios. Para las variables riqueza, composición y abundancia, los parámetros utilizados son a) número e identidad de especies, para la riqueza y composición, y b) número de ejemplares, para la abundancia (absoluta	OK

		y relativa) y frecuencia (absoluta y relativa).	
Frecuencia, periodo y duración	Semestral (construcción)	Semestral	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Reporte anual a SMA, SAG y CONAF Región de Antofagasta.	A menos de dos años de la aprobación ambiental, se cuenta con el primer reporte anual, que fue remitido a la SMA.	OK

4.4.1.5 Hidrología, Hidrogeología y Calidad de las aguas

Tema		PLAN DE ALERTA TEMPRANA	
Descripción general del compromiso	Establecer un Plan de Alerta Temprana (PAT) para detectar anticipadamente (en el tiempo y en el espacio) desviaciones respecto de los pronósticos del comportamiento del componente hídrico que pudieren llegar a afectar los sistemas objeto de protección y, activar las medidas preventivas necesarias para evitar efectos no previstos. Estas medidas pueden ser preventivas intermedias, para entender el origen del desvío de los pronósticos, o finales pero anticipadas, para revertir un comportamiento no esperado del sistema y antes de que pudiera generarse un efecto adverso, como por ejemplo la disminución o cese de la extracción.		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	- 7, [RCA] - Capítulo 4 [Ad. V, Anexo 3] - Tabla 4-2 (Coord. Sector Núcleo) [Ad. V, Anexo 3] p. 57 - Tabla 4-9 (Coord. Sector Acuífero) [Ad. V, Anexo 3] p. 74 - Tabla 4-11 (Coord. Sector Alerta Núcleo, de SQM) [Ad. V, Anexo 3] p. 81	“Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) Proyecto: Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama (RCA RE N°21/2016)”. Informe Anual N°1 INFORME DE CIERRE DE ETAPA 3 DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE MONITOREO PSA SEGÚN RCA 21/2016 Primer reporte trimestral PSAH	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	El Sector de Alerta Núcleo considera 4 puntos de monitoreo de niveles de salmuera: pozos PN-05B, PN-08A, PN-14B y PN-16B. El Sector de Alerta Acuífero considera 5 puntos: BA-05, BA-07 y BA-16, BA-28 y BA-30. Dado que no se prevén efectos del proyecto en el sector norte del Núcleo, el Sector de Alerta Norte considera 5 de los puntos de activación del PAT de SQM: L1-5, L1-G4 Pozo, L3-9, L4-12 y L5-10.	Se reporta en el Sector de Alerta Núcleo 4 puntos de monitoreo de niveles de salmuera: pozos PN-05B, PN-08A, PN-14B y PN-16B. El Sector de Alerta Acuífero reporta 5 puntos: BA-05, BA-07 y BA-16, BA-28 y BA-30. No se reporta alerta temprana de SQM en los pozos considerados por Albemarle en su plan de alerta temprana.	OK
Variables a medir y metodología	Niveles freáticos (profundidad de Nivel en msnm).	Niveles freáticos (profundidad de Nivel en msnm).	OK
Frecuencia, periodo y duración	Medición mensual, hasta 5 años postcierre.	Se verifica medición mensual, reporte digital trimestral y reporte anual	OK

Reporte (organismo, forma, periodo)	Reporte digital trimestral y reporte anual a SMA y DGA Antofagasta	A menos de dos años de la aprobación ambiental, se revisa el primer reporte anual, que fue remitido a la SMA. Se verifica también un reporte trimestral, posterior al primer reporte anual.	OK
-------------------------------------	--	---	----

Tema		SEGUIMIENTO DE NIVELES FREÁTICOS EN SALMUERA Y AGUA DULCE-SALOBRE	
Descripción general del compromiso		Medición del Nivel Freático en 124 puntos del Salar	
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	- 7, [RCA] pág. 53 - Tabla 3-5 (Coord. Sector La Punta-La Brava) [Ad. V, Anexo 3] p. 33 - Tabla 3-6 (Coord. Sector Peine) [Ad. V, Anexo 3] p. 36 - Tabla 3-7 (Coord. Sector Norte y Borde Este) [Ad. V, Anexo 3] p. 39 - Tabla 3-8 (Coord. Sector Núcleo) [Ad. V, Anexo 3] p. 41 - Tabla 3-9 (Coord. Sector Núcleo) [Ad. V, Anexo 3] p. 42	“Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) Proyecto: Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama (RCA RE N°21/2016)”. Informe Anual N°1 INFORME DE CIERRE DE ETAPA 3 DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE MONITOREO PSA SEGÚN RCA 21/2016 Primer reporte trimestral PSAH	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	En el momento de la aprobación del proyecto, de éstos 124 puntos de monitoreo, 97 se encontraban construidos y en operación, mientras que los demás debían ser construidos o instalados para formar parte del PSA en un plazo máximo de 24 meses a contar de la fecha de aprobación del proyecto. En la sección 3.4 del Anexo 3 de la Adenda 5 del EIA se definió el plan de implementación de estos nuevos puntos de monitoreo, los que deben construirse o instalarse en cuatro etapas	De acuerdo al reporte revisado (julio 2017) se encuentra implementada la tercera fase del plan, en conformidad a los alcances y plazos estipulados. El reporte incorpora medición de datos en los puntos instalados.	OK
Variables a medir y metodología	Niveles freáticos (profundidad de Nivel en msnm).	El análisis de los resultados de la variable niveles, tanto para el acuífero como para el núcleo, se realiza en base a la frecuencia mensual de monitoreo comprometido para esta variable, abordando los resultados y su análisis por Sector: La Punta-La Brava, Peine, Norte y Borde Este y en el Núcleo.	OK
Frecuencia, periodo y duración	Medición mensual, hasta 5 años postcierre.	Se verifica medición mensual, reporte digital trimestral y reporte anual	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Reporte digital trimestral y reporte anual a SMA y DGA Antofagasta	A menos de dos años de la aprobación ambiental, se revisa el primer reporte anual, que fue remitido a la SMA. Se	OK

		verifica también un reporte trimestral, posterior al primer reporte anual.	
--	--	--	--

Tema		CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA	
Descripción general del compromiso	Medición de la calidad química del acuífero en agua superficial y subterránea.		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	<ul style="list-style-type: none"> - 7, [RCA] pág. 53 - Tabla 3-5 (Coord. Sector La Punta-La Brava) [Ad. V, Anexo 3] p. 33 - Tabla 3-6 (Coord. Sector Peine) [Ad. V, Anexo 3] p. 36 - Tabla 3-7 (Coord. Sector Norte y Borde Este) [Ad. V, Anexo 3] p. 39 - Tabla 3-8 (Coord. Sector Núcleo) [Ad. V, Anexo 3] p. 41 - Tabla 3-9 (Coord. Sector Núcleo) [Ad. V, Anexo 3] p. 42 	<p>“Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) Proyecto: Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama (RCA RE N°21/2016)”. Informe Anual N°1</p> <p>INFORME DE CIERRE DE ETAPA 3 DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE MONITOREO PSA SEGÚN RCA 21/2016</p> <p>Primer reporte trimestral PSAH</p>	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Se consideran 40 puntos de medición de calidad química de las aguas, en los sectores de La Punta-La Brava (16), Sector Peine (16), Sector Norte y Borde Este (8).	<p>El total de puntos que se consideran como parte de esta subcomponente, son 40, incluyendo puntos en aguas superficiales (vertientes y lagunas) y pozos. Como se ha comentado a lo largo del informe, la implementación de la red de monitoreo ha sido por etapas, por lo cual en un comienzo no se encuentran la totalidad de los puntos construidos, sino que, se tienen los resultados a medida que se encontraban operativos.</p> <p>El reporte de cierre de la 3a etapa del plan de implementación de la red de monitoreo (julio-17) informa que todos los pozos de seguimiento de calidad están implementados.</p>	OK
Variables a medir y metodología	<p>Parámetros físico químicos <i>in situ</i>: pH CE, Ta, TDS y Oxígeno Disuelto.</p> <p>Parámetros físico químicos en laboratorio: pH CE, TDS y densidad.</p> <p>Elementos mayoritarios: Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^-, NO_3^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+</p> <p>Elementos minoritarios y traza: B, Li, Sr, Al, As, Fe Si</p>	La calidad de las aguas superficiales y subterráneas medidas y analizadas se realiza a través de la medición de parámetros <i>in situ</i> y del muestreo de aguas para su análisis en laboratorio. Los parámetros son los comprometidos.	OK

Frecuencia, periodo y duración	Trimestral hasta 5 años postcierre.	El reporte anual da cuenta de las mediciones trimestrales.	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Reporte digital trimestral y reporte anual a SMA y DGA Antofagasta	A menos de dos años de la aprobación ambiental, se revisa el primer reporte anual, que fue remitido a la SMA. Se verifica también un reporte trimestral, posterior al primer reporte anual.	OK

Tema		POSICIÓN DE LA INTERFASE SALINA	
Descripción general del compromiso		Monitoreo de la interfase salina, para verificar que se mantiene posición de la interfase	
		Revisión Compromiso	Revisión Reportes
		Conclusión	
Fuente	<ul style="list-style-type: none"> - 7, [RCA] pág. 53 - Tabla 3-5 (Coord. Sector La Punta-La Brava) [Ad. V, Anexo 3] p. 33 - Tabla 3-6 (Coord. Sector Peine) [Ad. V, Anexo 3] p. 36 - Tabla 3-7 (Coord. Sector Norte y Borde Este) [Ad. V, Anexo 3] p. 39 - Tabla 3-8 (Coord. Sector Núcleo) [Ad. V, Anexo 3] p. 41 - Tabla 3-9 (Coord. Sector Núcleo) [Ad. V, Anexo 3] p. 42 	<p>“Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) Proyecto: Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama (RCA RE N°21/2016)”. Informe Anual N°1</p> <p>INFORME DE CIERRE DE ETAPA 3 DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE MONITOREO PSA SEGÚN RCA 21/2016</p> <p>Primer reporte trimestral PSAH</p>	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	6 puntos en sector La Punta - La Brava, 7 en el sector Peine, 1 en Sector Norte y Borde Este	En los informes revisados se reportan 6 puntos en La Punta - La Brava, 7 en el sector Peine, 1 en Sector Norte y Borde Este, que concuerdan con los comprometidos	OK
Variables a medir y metodología	Conductividad eléctrica vs profundidad, medida manual con pozómetros.	El monitoreo de la posición de la interfase salina se realiza a través de la medición manual de perfiles de conductividad eléctrica en piezómetros habilitados con tubería ranurada en toda su extensión. Los resultados se reportan como datos y gráficos de profundidad versus conductividad eléctrica.	OK
Frecuencia, periodo y duración	Medición trimestral	Se reportan mayores frecuencias, con mediciones mensuales y bimestrales.	Excede lo comprometido
Reporte (organismo, forma, periodo)	Reporte digital trimestral y reporte anual a SMA y DGA Antofagasta	A menos de dos años de la aprobación ambiental, se revisa el primer reporte anual, que fue remitido a la SMA. Se verifica también un reporte trimestral, posterior al primer reporte anual.	OK

Tema		CAUDALES SUPERFICIALES		
Descripción general del compromiso	Aforo manual de caudales superficiales en diversos puntos del salar(6)			
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión	
Fuente	<ul style="list-style-type: none"> - 7, [RCA] pág. 55 - Tabla 3-6 (Coord. Sector Peine) [Ad. V, Anexo 3] p. 36 - Tabla 3-7 (Coord. Sector Norte y Borde Este) [Ad. V, Anexo 3] p. 39 - Tabla 3-8 (Coord. Sector Núcleo) [Ad. V, Anexo 3] p. 41 - Tabla 3-9 (Coord. Sector Núcleo) [Ad. V, Anexo 3] p. 42 	<p>“Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) Proyecto: Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama (RCA RE N°21/2016)”. Informe Anual N°1 Primer reporte trimestral PSAH</p>	N/A	
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	5 puntos de monitoreo en Sector Peine, 1 en Sector Norte y Borde Este.	El sistema de lagunas de Peine es monitoreado mediante aforos de caudales superficiales en cuatro puntos, desde AFP-01 hasta AFP-04. Además se monitorean los caudales en dos puntos ubicados en vertientes provenientes de la cordillera. Son consistentes con lo comprometido.	OK, con un cambio de nomenclatura, en el EIA el punto “Vertiente Peine” fue llamado “AFP-00”, aun cuando corresponden al mismo punto	
Variables a medir y metodología	Caudal por aforo manual	Algunas de las secciones de aforo o puntos de aforo se encuentran provistos de estacas fijas para delimitar los cauces y tramos de medición, excepto el punto AFP-02, ya que por su complejidad de acceso y características del cauce no ha sido posible fijarlas.	OK	
Frecuencia, periodo y duración	Medición trimestral	Se reportan mediciones con frecuencia trimestral.	OK	
Reporte (organismo, forma, periodo)	Reporte digital trimestral y reporte anual a SMA y DGA Antofagasta	A menos de dos años de la aprobación ambiental, se revisa el primer reporte anual, que fue remitido a la SMA. Se verifica también un reporte trimestral, posterior al primer reporte anual.	OK	

Tema		MODELO HIDROGEOLÓGICO	
Descripción general del compromiso	Actualizar el modelo numérico que predice el comportamiento del salar con los datos obtenidos desde la última actualización.		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	- Anexo I [Ad. V]	No se verifica	N/A
Reporte (organismo, forma, periodo)	Se debe actualizar el modelo cada dos años	Con la información tenida a la vista no es posible verificar que esta actualización se haya llevado a cabo. A la fecha no han transcurrido dos años desde la aprobación del proyecto.	No aplica, a la fecha no han transcurrido dos años desde la aprobación del proyecto.

4.4.1.6 Lagunas

Tema		NIVEL DE LAS LAGUNAS	
Descripción general del compromiso	Medir el nivel del agua en 17 puntos de las lagunas , con el objeto de verificar que los rangos se mantengan dentro de su oscilación natural		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	- 7, [RCA] pág. 55 - Tabla 3-5 (Coord. Sector La Punta-La Brava) [Ad. V, Anexo 3] p. 33 - Tabla 3-6 (Coord. Sector Peine) [Ad. V, Anexo 3] p. 36 - Tabla 3-7 (Coord. Sector Norte y Borde Este) [Ad. V, Anexo 3] p. 39	“Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) Proyecto: Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama (RCA RE N°21/2016)”. Informe Anual N°1 Primer reporte trimestral PSAH	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	5 limnímetros en Sector La Punta-La Brava, 7 en Sector Peine, 5 en Sector Norte y Borde Este	Estos puntos de monitoreos corresponden a 17 limnímetros, de ahí su código y a 4 estacas instaladas en junio 2016. Los puntos coinciden con los comprometidos.	OK
Variables a medir y metodología	Niveles medidos en campo, mediante observación de limnímetros.	El nivel de las lagunas se mide como cota topográfica del espejo de agua en [m s.n.m.] a partir de una cota topográfica de referencia, o cota collar, para cada punto de monitoreo.	OK

Frecuencia, periodo y duración	Medición mensual, hasta 5 años postcierre.	Se verifican mediciones mensuales	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Reporte digital trimestral y reporte anual a SMA y DGA Antofagasta	A menos de dos años de la aprobación ambiental, se revisa el primer reporte anual, que fue remitido a la SMA. Se verifica también un reporte trimestral, posterior al primer reporte anual.	OK

Tema		SUPERFICIE CUBIERTA POR LAGUNAS	
Descripción general del compromiso	Monitoreo de la superficie cubierta por lagunas, para verificar que la superficie se mantenga sobre el mínimo histórico.		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	- 7, [RCA] pág. 55 - Tabla 3-4 [Ad. V, Anexo 3] p. 30	“Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) Proyecto: Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama (RCA RE N°21/2016)”. Informe Anual N°1 Primer reporte semestral seguimiento lagunas (carta MA 007 e información anexa)	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Se definen cuatro polígonos asociados a La punta La brava, Peine, Soncor y Aguas de Quelana	Los reportes se refieren a los cuatro polígonos referidos en la tabla 3-4 del Anexo 3 de la Adenda V, asociados a La punta La brava, Peine, Soncor y Aguas de Quelana	OK
VARIABLES A MEDIR Y METODOLOGÍA	El área inundada por la superficie lagunar que se medirá a través de imágenes satelitales de alta resolución considerando 4 polígonos de evaluación, uno para cada sistema lagunar objeto de protección. Se utilizarán imágenes de satelitales multiespectrales con un tamaño de pixel de máximo 4 metros que incluirán los sistemas lagunares de La Punta-La Brava, Peine, Aguas de Quelana y Soncor. Las imágenes de alta resolución se focalizarán en aquellas áreas de mayor interés. Para la determinación de la superficie cubierta por lagunas, en la imagen de alta resolución se utilizará metodología Modificación del Índice Normalizado de diferencias de agua (MNDWI), que determina la presencia de agua mediante la respuesta espectral del infrarrojo medio	Esta variable se mide a partir del análisis de imágenes satelitales con validación en terreno, por resultar la opción menos invasiva. En cuanto a las imágenes satelitales, se utilizan imágenes de satélites multiespectrales de alta y mediana resolución. Las imágenes de alta resolución se focalizan en aquellas áreas de mayor interés y se adquieren en julio y diciembre, tal como quedase establecido en la RCA 21/2016. Además, con el objetivo de generar una correlación de estas imágenes de alta resolución con la serie histórica disponible de imágenes satelitales Landsat, de menor resolución, se realiza en forma simultánea un análisis y correlación con una imagen de baja resolución disponible del sensor Landsat 8, de la fecha más próxima a las de las imágenes de alta definición.	OK

Frecuencia, periodo y duración	Semestral, hasta el cierre, se realizará la toma de dos imágenes al año, en julio y diciembre,	Se verifican mediciones semestrales	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Reporte Digital Semestral e Informe Anual SMA y DGA Región de Antofagasta	A menos de dos años de la aprobación ambiental, se revisa el primer reporte anual, que fue remitido a la SMA. Se verifica también un reporte semestral, previo al primer reporte anual.	OK

4.4.1.7 Meteorología

Tema		METEOROLOGÍA		
Descripción general del compromiso		Medición de variables meteorológicas		
		Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente		- 7, [RCA] pág. 55 - Tabla 3-2 [Ad. V, Anexo 3] p. 25	“Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) Proyecto: Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama (RCA RE N°21/2016)”. Informe Anual N°1 Primer reporte trimestral PSAH	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)		Estación meteorológica SCL	Las variables son medidas en la estación “EM Rockwood” ubicada en el núcleo del salar. Esta estación fue construida con la RCA aprobada, y reemplaza la antigua estación EM-SCL. Las razones para construir una nueva estación atienden a incluir la medición de presión atmosférica comprometida en la RCA y a la incorporación de mejoras tecnológicas.	Se implementó una nueva estación meteorológica en reemplazo de la establecida en RCA, se justifica y reporta correctamente.
Variables a medir y metodología		Precipitación Diaria, Evaporación de Lámina Libre, Temperatura Atmosférica, Presión Atmosférica se medirán en Estación Planta Rockwood, y se recopilarán datos de las estaciones disponibles en la cuenca	Se miden datos diarios de precipitación (mm), evaporación en lámina libre (mm), temperatura atmosférica extremas (°C), máximas y mínimas; y presión atmosférica (mbar), todos registradas por la estación meteorológica “EM – Rockwood”	OK
Frecuencia, periodo y duración		Datos continuos (diarios)	Se reportan datos continuos (diarios)	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)		Reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA.	A menos de dos años de la aprobación ambiental, se revisa el primer reporte anual, que fue remitido a la SMA. Se	OK

		verifica también un reporte semestral, previo al primer reporte anual.	
--	--	--	--

Tema		EVAPOTRANSPIRACIÓN	
Descripción general del compromiso	Medición continua de evapotranspiración mediante lisímetros u otros equipos acordados con DGA		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	- 7, [RCA] pág. 54 - Tabla 3-2 [Ad. V, Anexo 3] p. 25	“Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) Proyecto: Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama (RCA RE N°21/2016)”. Informe Anual N°1 Primer reporte trimestral PSAH	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	4 lisímetros en sector norte, 2 en sector Núcleo, 2 en sector Peine, 2 en sector La Punta La Brava. La ubicación definitiva será acordada con la DGA en función de los resultados del proyecto en licitación “Análisis de los mecanismos de evaporación y determinación de la descarga en el Salar de Atacama” que cuenta finalizar en Marzo 2016, y de otras recomendaciones de este servicio.	La medición de la evapotranspiración requiere de la construcción y habilitación de infraestructura necesaria para poder generar los datos: la RCA establece que la evaporación-evapotranspiración se medirá con lisímetros, sin embargo la ubicación de ellos aún no ha sido acordada con la DGA, como era requerido. No obstante, para dar cumplimiento a lo establecido en la RCA y dar continuidad a las mediciones se han realizado campañas trimestrales de mediciones con domos, los que permitirán calibrar las mediciones con los lisímetros.	NO, la ubicación de lisímetros no había sido acordada con la DGA a la fecha del reporte. La información revisada no entrega datos adicionales.
VARIABLES a medir y metodología	Flujo de evaporación en mm/día, mediante lisímetros.	Estas mediciones se realizaron mediante la metodología del Domo, mientras se define con la autoridad la ubicación y construcción de los lisímetros	NO
Frecuencia, periodo y duración	Continua (diaria) durante la operación	Continua (diaria)	N/A
Reporte (organismo,	Reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA.	A menos de dos años de la aprobación ambiental, se revisa el	N/A

forma, periodo)		primer reporte anual, que fue remitido a la SMA. Se verifica también un reporte semestral, previo al primer reporte anual.	
--------------------	--	--	--

4.4.2 SQM Salar S.A.

El proyecto Cambios y mejoras de la operación minera en el Salar de Atacama fue aprobado mediante la RCA 226 el año 2006. Dentro de sus compromisos se encuentran los de reportar semestralmente los resultados obtenidos del seguimiento ambiental hidrogeológico. Dentro de los documentos tenidos a la vista, el más reciente es el INFORME DE MONITOREO SEMESTRAL ACTUALIZADO A JUNIO 2016 N°19 (PSAH 19). El reporte del plan de seguimiento ambiental biótico tiene comprometida una frecuencia anual, revisándose como última versión el Plan de Seguimiento Ambiental Campaña de Monitoreo N°9 – abril de 2015.

Dentro de la respuesta a la solicitud de información por transparencia, se recibió el OCTAVO INFORME DE EXTRACCIÓN ANUAL DE SALMUERA DE LAS OPERACIONES EN EL SALAR DE ATACAMA (marzo 2016) que reclama confidencialidad sobre la información respecto a las extracciones particulares para cada pozo, así como reinyecciones particulares de los sistemas SOP y MOP.

Adicionalmente se tuvo a la vista la octava auditoría ambiental independiente al proyecto, preparada por Golder Associates (comprometida mediante el Resuelvo 1.1 de la RCA 226). Ahí se concluye, entre otros, lo siguiente:

- *El Plan de Seguimiento Ambiental del año 2015 fue enviado a la autoridad (Superintendencia del Medio Ambiente), en cumplimiento con lo establecido en el compromiso N° 64 de esta Auditoría;*
- *Adicionalmente, de acuerdo a lo acordado en el compromiso N° 98 de esta Auditoría, el informe de AAI del año 2015 fue enviado tanto a los Órganos de la Administración del Estado con competencia ambiental, así como a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y a las comunidades Atacameña de Peine, Toconao y Socaire;*
- *La empresa en sus diferentes estructuras cuenta con profesionales que se relacionan de forma óptima con la Gerencia Sustentabilidad. Ellos están en conocimiento de la Auditoría Ambiental Independiente (AAI) y cooperan con el equipo auditor entregando información y respondiendo a consultas;*
- *Las operaciones se han desarrollado conforme al cronograma, incluyendo las comunicaciones que se deben enviar a la Autoridad.*

Por otra parte, en la RCA se identificaron compromisos ambientales que no pudieron ser verificados dado que los reportes tenidos a la vista no los consideraron. Estos se asocian a:

- Mano de obra
- Superficie del proyecto
- Manejo de residuos
- Estado de implementación de las obras del proyecto
- Transporte de equipos, materiales, maquinaria, insumos y personal
- Suministro y almacenamiento de materiales e insumos (distintos de agua y salmuera)
- Operación de maquinaria y equipos motorizados
- Operación de las pozas de evaporación

Con relación al plan de contingencia definido en la RCA 226/2006, no se ha informado su activación, por lo que no se incluye en las tablas. Sin embargo, parece importante señalar que en los reportes del PSAH

revisados los pozos informados como parte del plan de contingencia no coinciden con los definidos en la RCA (ver datos reportados en Capítulo 7).

El sistema de coordenadas de referencia reportado cambió en el PSAH 17, transformándose el antiguo PSAD 56 en WGS 84, lo que implicó un cambio en x, y y z. Este ajuste, que se adecúa a los estándares cartográficos actuales, dificulta el seguimiento de la implementación de los compromisos por RCA y debe ser validado por los servicios públicos competentes.

El reporte PSAH 17, del 2015, indica, en la página 75:

De acuerdo a nuevos requerimiento de la Superintendencia de Medio Ambiente, mediante la Resolución N° 223/2015 “Instrucciones Generales sobre elaboración del plan de seguimiento de variables ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental”, de acuerdo al artículo décimo noveno, los informes de seguimiento ambiental deben indicar la ubicación de los puntos o sitios de muestreo, medición, análisis y/o control expresado en sistema de coordenadas UTM datum WGS 84, por lo que se calcularon los umbrales de PC utilizando la misma metodología del EIA con el nivel de la napa en coordenadas UTM WGS 84.

El mismo informe indica en la página 74, asociado a las incertidumbres del monitoreo, lo siguiente:

La implicancia de cambiar de un sistema de referencia a otro no aumenta o disminuye la incertidumbre, ya que son sistemas de referencia que dibuja o proyecta la superficie de la tierra en un plano, el Sistema PSAD-56 hacer referencia a un Datum Cartográfico y depende de una zona geográfica específica, mientras que el Sistema WGS-84 es un sistema Geodésico y que representa a toda la tierra.

No obstante, el consultor coincide en el manejo de las incertidumbres, la transformación de los umbrales debiese ser validada por los organismos fiscalizadores, dado que son relevantes para el seguimiento adecuado del sistema.

4.4.2.1 Control operacional

Tema		EXTRACCIÓN DE SALMUERA	
Descripción general del compromiso	Bombeo de 400, 800, 900, 950 y 1000 L/s de salmuera desde el sector MOP como promedio anual, para los años del proyecto 1-2; 3-6; 7-12; 13-19, y 20-25, respectivamente. 350, 450, 600, 650 y 700 L/s de salmuera desde el sector SOP como promedio anual, para los años del proyecto 1-2; 3-6; 7-12; 13-19, y 20-25-, respectivamente. Permite reinyección directa (bitterns) variable hasta 270 L/s para el total MOP y SOP. Incluye una regla operacional que permite el aumento de la tasa de bombeo en 0,13 l/s por cada unidad reinyectada en bitterns y un aumento de 1 l/s por cada unidad reinyectada de manera indirecta.		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	RCA 226. 8.Tabla 1)	Octavo informe de extracción anual de salmuera de las operaciones en el salar de atacama (marzo 2016)	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Pozos de salmuera en sectores MOP y SOP, definidos como polígonos	44 pozos de extracción de salmuera, 2 puntos de reinyección bitterns, 2 áreas de reinyección indirecta (acopios).	OK

<p>VARIABLES A MEDIR Y METODOLOGÍA</p>	<p>Medición de caudalímetros totalizadores, que entregan el volumen traspasado desde las canaletas hacia las pozas de evaporación. Adicionalmente se monitoreará con caudalímetros totalizados individuales cada uno de los pozos que tengan como destino directo una poza (no pasan por canaletas). El informe contendría además un listado con los pozos que operaron durante el mes y el destino de la salmuera extraída. Adicionalmente, se incluirá la hoja de vida de pozos en la que se indica la lectura del totalizador de cada uno de los pozos, a lo que se agregarían los totalizadores de las canillitas u otros dispositivos de recolección</p>	<p>Para el sistema SOP se reporta la sumatoria de cada pozo que alimenta a las pozas. Para el sistema MOP, el seguimiento del volumen de salmuera bombeada se realiza a través de la medición de caudalímetros totalizadores, que entregan el volumen traspasado desde las canaletas y/o PDA hacia las pozas de evaporación, adicionalmente se monitorea con caudalímetros totalizadores individuales cada uno de los pozos que tengan como destino directo una poza. El volumen mensual de salmuera reinyectada en bitterns se calcula como la suma de los totalizadores menos la evaporación que se produce en la zona de infiltración. Las ecuaciones utilizadas fueron acordadas junto a la autoridad ambiental y se encuentran en el documento MA 029/03 “Metodología de cálculo de la reinyección de salmuera a través de la torta de sales de descarte de KCl¹⁸”.</p>	<p>OK</p>
<p>FRECUENCIA, PERIODO Y DURACIÓN</p>	<p>Medición continua durante la operación</p>	<p>Se reportan los valores mensuales, medidos de manera continua.</p>	<p>OK</p>
<p>REPORTE (ORGANISMO, FORMA, PERIODO)</p>	<p>La información del control de extracción y reinyección de salmuera se realizará mediante un informe anual (enero a diciembre), el cual contendrá los volúmenes mensuales de extracción, reinyección y los caudales promedio mensuales</p>	<p>El informe revisado entrega información de periodo agosto 2014 y agosto 2015</p>	<p>El periodo anual de agosto de 2014 a agosto 2015 (y no enero-diciembre) se asocia al momento en que empezó la operación del proyecto, reportándose correctamente.</p>

¹⁸ Este documento no se tuvo a la vista al elaborar este informe, solo se refiere la cita de la referencia.

Tema		EXTRACCIÓN DE AGUA INDUSTRIAL		
Descripción general del compromiso	El suministro total de agua industrial se efectuará desde los pozos Mullay 1, Allana y Camar 2, ubicados en el borde este del salar, considerando además los 2 pozos (Socaire 58 y P2) ya utilizados actualmente, alcanzaría como máximo los 240 L/s, de los cuales sólo 140 L/s forman parte del proyecto..			
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión	
Fuente	RCA 226. 8.Tabla 1) 8.3.1	PSAH 19 Anexo 9	N/A	
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Pozos Mullay 1, Allana y Camar 2, Socaire 58 y P2.	Pozos Mullay 1, Allana y Camar 2, Socaire 58 y P2.	OK	
Variables a medir y metodología	Caudal bombeado	Se reportan los caudales bombeados	OK	
Frecuencia, periodo y duración	Continuo	Continuo	OK	
Reporte (organismo, forma, periodo)	SMA y DGA, semestral	SMA y DGA, semestral	OK	

4.4.2.2 Flora y vegetación

Tema		SEGUIMIENTO DE FLORA Y VEGETACIÓN		
Descripción general del compromiso	El monitoreo de la vegetación y flora se efectuará sobre la base del muestreo periódico del área de estudio (ver Figura I.5.1 del Anexo I de la Adenda III del EIA). Para el caso de la vegetación se evaluará la cobertura de las formaciones vegetales, a partir del análisis de imágenes satelitales de alta resolución y sobre la base de registros de terreno. Para el caso de la Flora, se medirá la riqueza y abundancia de especies de flora, en una red de puntos de muestreo, distribuidos en 7 transectos orientados en sentido Este-Oeste en el Borde Este del salar. En cada punto de muestreo se medirá la también frecuencia de especies presentes y se efectuará una caracterización del sustrato, a través de una descripción del suelo y mediciones de salinidad y pH.			
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión	
Fuente	RCA cons. 10.3.2	Plan de Seguimiento Ambiental Campaña de monitoreo N°9 – abril de 2015	N/A	
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	El plan de seguimiento se aplicará en el Borde Este del Salar de Atacama. Para el seguimiento de la flora del Borde Este se utilizará la red de puntos de muestreo establecida en las campañas de monitoreo previas a la operación del proyecto. Esta red consiste en un conjunto de siete transectos orientados en sentido Este-Oeste, en los que se dispuso un total de 75 puntos de muestreo, ubicados sistemáticamente cada 300	El diseño del muestreo consiste en un conjunto de siete transectos orientados en sentido Este-Oeste, en los que se dispone un total de 75 puntos de muestreo, ubicados sistemáticamente cada 300 m. Cada uno de los puntos de muestreo está compuesto por cinco parcelas de 4 m ² , determinando un total de 375 parcelas. Las parcelas se encuentran separadas entre sí por una distancia de 10 m, y dispuestas en forma de	OK	

	<p>m. Cada punto de muestreo está compuesto por cinco parcelas de 4 m², lo que hace un total de 375 parcelas.</p> <p>La localización tuvo en consideración la posición de los pozos de extracción de agua dulce y la existencia de sitios singulares en el sector Borde Este, tales como Vega de Quelana, Vega de Carvajal y Aguas de Quelana. También considera la zona localizada frente al sistema hidrológico de Peine, donde se incluyeron dos transectos adicionales.</p>	<p>“X”. La disposición de las parcelas permite capturar la variación de la composición, estructura y cobertura de la vegetación que puede producirse de una temporada a otra, principalmente en el caso de las especies herbáceas.</p>	
<p>Variables a medir y metodología</p>	<p>El seguimiento de la vegetación se efectuará a partir de la detección de posibles variaciones en la cobertura de las formaciones vegetales identificadas en el área de estudio durante la descripción de Línea Base y las campañas de monitoreo previas a la operación. Para ello se contará con imágenes satelitales captadas en abril de cada año.</p> <p>Para el seguimiento de la flora, en cada punto de muestreo se medirá la frecuencia de especies presentes y caracterizará el sustrato con una descripción del suelo y mediciones de salinidad y pH. Se registrarán las especies observadas en el área de estudio fuera de los puntos de muestreo, a objeto de establecer la riqueza florística para toda el área de interés. Para la identificación de especies se tomarán muestras de ramillas, flores y frutos, que serán identificadas en el Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile.</p> <p>En los Pozos L7-14; L2-25; L3-3; L4-17; L9-1, la red de puntos de medición de vegetación en terreno considerará mediciones directas (especies dominantes presentes, cobertura por especie, porcentaje de copa verde y estado vital) en los polígonos de vegetación que presumiblemente se encuentran en la zona de contacto entre la napa subterránea y el sistema radicular de</p>	<p>En una primera etapa, se tomó una imagen WorldView II modalidad Bundle del área de interés en el mes de abril de 2015. Esta modalidad (Bundle) consiste en la toma simultánea de una imagen multiespectral de 4 bandas con una resolución espacial de 2 m y una imagen pancromática (1 banda) de resolución espacial 0,6 m.</p> <p>En cada punto de muestreo se registran las especies vegetales presentes y la cobertura que presenten en la parcela. Además, en estos mismos puntos se extraen las muestras de suelo para la realización de mediciones de salinidad y pH en el sustrato en el cual se desarrollan las plantas. De forma complementaria se registran también las especies vegetales observadas entre los puntos de muestreo, para así poder completar el catálogo florístico para el área de estudio en su conjunto.</p> <p>Las especies cuya identificación no fue posible en terreno, fueron colectadas y posteriormente prensadas y herborizadas. El material colectado fue determinado taxonómicamente utilizando bibliografía especializada.</p>	<p>OK</p>

	la formación arbustiva de <i>Tessaria absinthioides</i> – <i>Atriplex atacamensis</i> .		
Frecuencia, periodo y duración	Anual, durante abril	Anual, durante abril. Adicionalmente entre los días 26 y 28 en el mes de enero del 2015 se realizó la evaluación de la cobertura, composición y vitalidad de la vegetación ubicada en la zona en donde se presume ocurre la conexión entre las raíces de la vegetación y la napa de agua subterránea.	OK, excede el compromiso, reportándose una medición adicional.
Reporte (organismo, forma, periodo)	Se elaborará un informe anual de seguimiento ambiental del proyecto	Anual a SMA	OK

Tema		MONITOREO DE EJEMPLARES DE ALGARROBO (<i>Prosopis flexuosa</i>), UBICADOS EN EL ÁREA DEL POZO CAMAR		
Descripción general del compromiso	El seguimiento de los ejemplares de Algarrobo ubicados en el área del pozo Camar 2 se efectuará a través de la evaluación de la vitalidad de cada individuo. Para tales efectos, se instalará una marcación permanente en cada individuo, consistente en una placa de aluminio numerada.			
		Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	RCA cons. 10.3.2.2.b		Plan de Seguimiento Ambiental Campaña de monitoreo N°9 – abril de 2015	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	71 individuos de la especie <i>Prosopis flexuosa</i> en la quebrada Camar		71 individuos de la especie <i>Prosopis flexuosa</i> en la quebrada Camar	OK
Variables a medir y metodología	El seguimiento de los ejemplares de Algarrobo ubicados en el área del pozo Camar 2 se efectuará a través de la evaluación de la vitalidad de cada individuo. Para tales efectos, se instalará una marcación permanente en cada individuo, consistente en una placa de aluminio numerada. Para cada ejemplar se medirá estado vital y sanitario, a partir de la evaluación de vitalidad y porcentaje de copa viva.		Se evalúa la vitalidad para cada individuo.	OK
Frecuencia, periodo y duración	Anual, durante abril		Anual, durante abril.	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Se elaborará un informe anual de seguimiento ambiental del proyecto		Anual a SMA	OK

Tema		MONITOREO DE SUELOS		
Descripción general del compromiso	Medición del contenido de humedad del suelo para detectar efectos relacionados con un potencial descenso del nivel freático ocasionados por la extracción de agua dulce de los pozos Mullay 1, Allana y Camar 2, que pudieran alterar el desarrollo de la vegetación del Borde Este del Salar de Atacama. realizar un monitoreo de la evolución de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a fin de evaluar la condición del suelo y su relación con la extracción de agua.			
		Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	RCA cons. 10.3.1 19.4 Resuelvo 1.3		Plan de Seguimiento Ambiental Campaña de monitoreo N°9 – abril de 2015 Informe Anual Monitoreo Contenido de Humedad del Suelo 2013	N/A
Puntos de muestreo	Los 18 puntos seleccionados se ubican en forma contigua a	Se mide en 18 parcelas permanentes de un radio de 5		Los puntos son los indicados en la RCA, a excepción del

<p>(cantidad, tipo, ubicación)</p>	<p>puntos de control del plan de seguimiento ambiental hidrogeológico del sistema Borde Este y los sistemas lacustres Soncor y Aguas de Quelana. Esta ubicación permite conformar un diseño muestral que considera mediciones del nivel de la napa subterránea, el contenido de humedad en el perfil del suelo y el estado vital de la vegetación presente para cada punto de medición.</p>	<p>m, adyacentes a los pozos de nivel freático. Los puntos son los indicados en la RCA, a excepción del pozo L5-6 que reemplaza al L4-7, que se encontraba fuera de la formación Brea-cachiyuyo</p>	<p>pozo L5-6 que reemplaza al L4-7, que se encontraba fuera de la formación Brea-cachiyuyo</p>
<p>Variables a medir y metodología</p>	<p>Se medirá el contenido de humedad del suelo a distintas profundidades en una muestra En cada punto de muestreo, y en forma contigua al pozo de muestreo de nivel de la napa, se instalará una parcela circular de radio 5 metros en un sector representativo de la formación vegetal presente. En el centro de cada parcela se medirá el contenido de humedad del suelo. Al interior de cada parcela se identificarán y marcarán los ejemplares de las especies presentes, los que serán objeto de evaluaciones periódicas de su estado vital y sanitario. En el caso de las especies herbáceas se considerará toda la biomasa vegetal ubicada al interior de la parcela Se debe hacer mediante el método gravimétrico Para todas estas propiedades se debe establecer una condición inicial por horizonte a fin de identificar la variación de las mismas a través del tiempo y Los parámetros son: Propiedades Físicas: Densidad aparente del suelo, Espacio Poroso, Contenido de</p>	<p>Se mide el contenido de humedad mediante el método gravimétrico en laboratorios de SQM, a profundidades variables asociadas al desarrollo radicular de la vegetación, definida en campaña preoperacional. Se mide la profundidad de la napa con un pozómetro. El estado vital de la vegetación se monitorea de manera trimestral con el fin de mejorar las observaciones.</p>	<p>Se tiene a la vista el informe Monitoreo Contenido de Humedad del Suelo 2013. Sobre este, la SMA se pronunció señalando la <i>falta de análisis de los registros históricos de meteorología local y regional, monitoreo de variables hidrogeológicas y demás antecedentes provenientes de otros estudios efectuados tanto a nivel local como regional, que permitan identificar la ocurrencia de variaciones por factores naturales en el área de estudio (parcelas de vegetación), en consideración a que se constató la afectación significativa de las variables de pH y salinidad del suelo, para el año 2013, advirtiéndose un aumento en el 90% de las muestras, pasando de suelos moderadamente salinos a <u>suelos fuertemente salinos y un aumento en la alcalinidad del pH.</u></i></p>

	<p>humedad, Capacidad de retención de humedad por horizontes</p> <p>Propiedades Químicas: Conductividad eléctrica, Capacidad de Intercambio Catiónico, % de Saturación de Bases, % de sodio intercambiable, RAS, pH</p> <p>Propiedades Biológicas: Contenido de Materia Orgánica, Relación Carbono-Nitrógeno, Biomasa microbiana</p>		
Frecuencia, periodo y duración	<p>Se efectuarán mediciones trimestrales de humedad del suelo. Asimismo, se efectuarán 2 mediciones al año de vitalidad y sanidad de la vegetación en la época de crecimiento de las plantas (Noviembre – Mayo). De acuerdo con los resultados obtenidos los dos primeros años, se podrá revisar el periodo de medición y la frecuencia de medición propuestos.</p>	Se realiza de forma trimestral	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	<p>Se elaborará un informe anual de seguimiento ambiental del proyecto</p>	<p>Se señala que <i>Conforme a lo establecido en la RCA N° 226/2006 y según lo modificado en el acuerdo N° 9 de la Resolución N° 056/2008, es materia del presente informe reportar los resultados de la campaña anual de los componentes Vegetación, Flora vascular y Fauna, efectuada durante el mes de abril de 2015. Conforme a la modificación mencionada en el acuerdo N°9, las mediciones y resultados de contenido de humedad de suelo se reportan a la autoridad ambiental mediante un informe complementario.</i></p>	<p>El reporte del monitoreo de suelos es complementario al monitoreo biótico, lo que correctamente justificado y reportado.</p>

4.4.2.3 Biota acuática

Tema		SEGUIMIENTO DE BIOTA ACUÁTICA		
Descripción general del compromiso		se mantendrá el seguimiento de los aspectos físico-químicas del agua, y componentes biológicos (fitobentos, fitoplancton, zoobentos, zooplacton, plantas acuáticas).		
		Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente		RCA cons. 10.5	Plan de Seguimiento Ambiental Campaña de monitoreo N°9 – abril de 2015	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)		Se contempla la medición periódica de los sistemas lacustres del área de estudio, es decir: el sistema Soncor, el que incluye las lagunas Barros Negros, Chaxa, Burro Muerto (contempla el canal del mismo nombre) y Puilar; el sistema de Aguas de Quelana, compuesto por un gran número de cuerpos lacustres muy dispersos y de dimensiones extremadamente variables en el tiempo y otros cuerpos de agua menores y de condición variable, como el sector denominado Vega de Carvajal; y finalmente el Sistema Peine con las lagunas Salada, Saladita e Interna. Los puntos se definen como los mismos de las campañas preoperacionales.	Se implementaron 25 estaciones de muestreo distribuidas en los sistemas lacustres indicados.	OK
Variables a medir y metodología		<p>a) Medio Abiótico</p> <p>a.1) Parámetros físicos y químicos</p> <p>a.1.1) Toma de muestras de aguas</p> <p>a.1.2.) Parámetros in situ temperatura, conductividad, pH, oxígeno disuelto), mediante el uso de una sonda multiparamétrica WTW. se medirá temperatura y conductividad de los sedimentos.</p> <p>b) Medio Biótico</p> <p>b.1) Fitobentos</p> <p>Se estimará la composición y abundancia de la flora fitobentónica mediante el estudio de diatomeas. Para ello se extraerán muestras en cada estación mediante un saca testigos de Plexiglas. Se medirá biomasa en términos de contenido de clorofila.</p> <p>b.2) Fitoplancton</p> <p>se obtendrán muestras mediante el uso de una red Nannsen, dotada con una malla de 60 µm. En cada caso se estimará el volumen filtrado.</p> <p>b.3) Zoobentos</p>	<p>El monitoreo de biota acuática se efectuó a partir de la evaluación de la composición y abundancia de especies de fitobentos, fitoplancton, zoobentos, zooplancton y plantas acuáticas presentes en los sistemas lacustres Soncor, Aguas de Quelana y Peine. Se evaluaron además parámetros físico – químicos del agua de los sistemas lacustres con presencia de componentes biológicos acuáticos.</p> <p>a) La estimación de la composición y abundancia de la flora fitobentónica (epipelica y epilítica) se realizó mediante el estudio de diatomeas.</p> <p>b) El análisis de fitoplancton consistió en extracción de alícuotas de las muestras para obtener preparaciones microscópicas, las que fueron evaluadas respecto de su riqueza y abundancia de las microalgas presentes.</p> <p>c). La estimación de la composición y abundancia de la fauna bentónica se</p>	OK

	<p>La estimación de la composición y abundancia de la fauna bentónica, se realizará mediante el recuento directo por grupo de organismos.</p> <p>b.4) Zooplacton En cada estación de muestreo se estimará la composición y abundancia de la comunidad zooplanctónica. Para ello se obtendrán muestras representativas, mediante la colecta de organismos con una red Nansen dotada con una malla N 10 (110 µm). en laboratorio se contarán e identificarán los taxa.</p> <p>b.5) Plantas acuáticas En cada estación de muestreo se estimará visualmente el porcentaje de cobertura absoluta de la vegetación acuática. La cobertura de las distintas especies se estimará visualmente</p>	<p>realizó mediante el recuento directo por grupo de organismos.</p> <p>d) La estimación de la composición y abundancia de la comunidad zooplanctónica se realizó obteniendo muestras representativas del zooplancton de acuerdo a la metodología comprometida.</p> <p>e) Plantas acuáticas solo se encontraron en el sector de Aguas de Quelana, midiéndose de acuerdo a lo indicado en la RCA.</p>	
Frecuencia, periodo y duración	Periodicidad anual, durante el mes de abril	Anual, en abril	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Se elaborará un informe anual de seguimiento ambiental del proyecto	Anual	OK

4.4.2.4 Vertebrados Terrestres

Tema	MONITOREO DE FAUNA		
Descripción general del compromiso	El monitoreo de la fauna se efectuará sobre la base del muestreo periódico de la presencia y abundancia de la fauna en los diferentes hábitats presentes en el área de estudio.		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	RCA cons. 10.4	Plan de Seguimiento Ambiental Campaña de monitoreo N°9 – abril de 2015	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	<p>El área de estudio para la fauna terrestre es el sector Borde Este del Salar de Atacama y los sistemas lacustres: Soncor, Aguas de Quelana y Peine para la fauna acuática (aves).</p> <p>Los hábitats considerados son: Hábitat de Rica rica – Pingo pingo Hábitat de Brea – Cachiyuyo Hábitat de Pajonal Hábitat marginal de salar Hábitat de lagunas Reptiles: 16 transectos</p>	<p>Se verifica el seguimiento en los hábitats considerados, indicándose en el reporte las coordenadas de cada transecto y punto en contraste con el señalado en la RCA.</p> <p>Se identifican 25 puntos censales para las aves acuáticas, con sus respectivas coordenadas.</p>	OK

	Aves: mismos 16 transectos y puntos censales para acuáticas Mamíferos: trampas y parcelas olfativas en el sector de Aguas de Quelana y vega de Carvajal		
Variables a medir y metodología	<p>Se efectuará un muestreo estratificado de la fauna, considerando los hábitat identificados y estudiados, a partir de campañas de terreno en las que se establecerá el listado de especies de fauna presentes y sus abundancias.</p> <p>Reptiles: la metodología considera prospecciones terrestres efectuadas sobre un total de 16 transectos lineales</p> <p>Aves: para las aves terrestres, prospecciones pedestres sobre un total de 16 transectos lineales distribuidos en los distintos hábitats, y para las aves acuáticas, censos en el hábitat de lagunas.</p> <p>Mamíferos: considera captura de micromamíferos, instalación de parcelas olfativas, observación directa y métodos indirectos para los carnívoros</p>	<p>Reptiles: la metodología considera prospecciones terrestres efectuadas sobre un total de 17 transectos lineales</p> <p>Aves: para las aves terrestres, prospecciones pedestres sobre un total de 17 transectos lineales distribuidos en los distintos hábitats, y para las aves acuáticas, censos en el hábitat de lagunas, en 25 puntos.</p> <p>Mamíferos: considera captura de micromamíferos en trampas Sherman durante tres noches consecutivas, obteniendo un esfuerzo de captura de 270 trampas/noche por cada sector, y un esfuerzo de captura total de 540 trampas/noche para el área de estudio., instalación de 4 parcelas olfativas, observación directa y métodos indirectos para los carnívoros</p>	OK
Frecuencia, periodo y duración	Anual, en abril	Anual, en abril	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Se compromete un reporte anual	Anual	OK

4.4.2.5 Hidrología, Hidrogeología y Calidad de las aguas

Tema	PLAN DE ALERTA TEMPRANA (Plan de Contingencia)		
Descripción general del compromiso	<p>Implementar un Plan de Contingencias orientado a dar respuesta oportuna frente a impactos no previstos en el EIA y, en este sentido, es una herramienta de gestión ambiental que permite mantener los sistemas lacustres en el rango de su variación histórica en el caso de que se detecten anomalías durante la operación. El PC incorpora los siguientes sistemas a proteger:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema Soncor; • Sistema Aguas de Quelana; • Sistema Vegetación Borde Este. <p>Se contempla que el plan de contingencias sea revisado cada dos años a fin de incorporar la información nueva que se obtenga de los nuevos puntos de control que se han incluido en el Plan de Seguimiento Hidrogeológico.</p>		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	- 11.2 (RCA)	“INFORME Nº 19 DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA Anexo 6 del PSAH	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	<p>El Sector Soncor considera los pozos L1-5, L1-4, L7-4 y la reglilla L1-G4. Los pozos L1-5, L1-4 y la reglilla L1-G4 alertarán frente a una potencial afección de la laguna Barros Negros, mientras que el pozo L7-4 alertará frente a un potencial riesgo en la laguna Puilar.</p> <p>En el Sistema Lacustre Aguas de Quelana considera los pozos L3-9; L4-12; L5-10 (potencial efecto desde el núcleo) L3-5; L4-8; L5-8 (potencial efecto desde el Borde Este)</p> <p>En el Sistema de Vegetación Borde Este se identifica la zona de vegetación hidromorfa, representada por los pozos: L7-3, L2-4 y L3-5; la Zona de vegetación Brea-Atriplex conectada con el acuífero: L7-6, L2-7, L3-3, L4-7 y L9-1; y la Zona</p>	<p>En Sistema Soncor reporta los pozos L1-5, L1-4, L7-4 y la reglilla L1-G4.</p> <p>En sistema Aguas de Quelana reporta (conforme)</p> <p>En sistema Aguas de Quelana reporta L3-5; L3-9; L4-8; L4-12; L5-8; L5-10.</p> <p>En sistema de Vegetación Borde Este, Vegetación Hidromorfa: L7-3; L1-17; L2-4; L3-5; Zona de vegetación Brea-Atriplex: L7-14; L1-3; L2-25; L3-3; L4-17; L9-2</p> <p>Sistema Alerta Temprana reporta L7-13; L2-26; L3-15; L4-3; L9-1</p>	<p>Sistema Soncor: OK</p> <p>Sistema Aguas de Quelana: OK</p> <p>En sistema de Vegetación Borde Este, vegetación Hidromorfa aumenta punto L1-17</p> <p>Zona de vegetación Brea-Atriplex, OMITE: L7-6; L2-7; L4-7; L9-1, REEMPLAZÁNDOLOS SIN JUSTIFICACIÓN TENIDA A LA VISTA POR L7-14; L1-3; L2-25; L4-17; L9-2</p> <p>Sistema Alerta Temprana OMITE L2-25, L3-11 y L3-11, REEMPLAZÁNDOLOS SIN JUSTIFICACIÓN APARENTE POR L2-26; L3-15. El punto L9-1 se reporta en la zona de alerta temprana, originalmente se consideró en zona de vegetación de Brea atriplex.</p>

	de alerta temprana, con los pozos: L7-13, L2-25, L3-11 y L4-3.		
Variables a medir y metodología	Niveles freáticos (profundidad de Nivel en msnm).	Niveles freáticos (profundidad de Nivel en msnm).	OK
Frecuencia, periodo y duración	Semestral, desde la operación hasta 5 años postcierre	Niveles mensuales, calidad trimestral	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Semestral	Semestral	OK

Tema			
SEGUIMIENTO DE NIVELES FREÁTICOS EN SALMUERA Y AGUA DULCE-SALOBRE			
Descripción general del compromiso			
Verificar niveles en Sistemas Soncor, Aguas de Quelana, Peine, Vegetación Borde Este, Vegas de Tilopozo, Núcleo			
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	RCA considerandos 10.2.2 10.2.3 10.2.4 10.2.5 10.2.6 10.2.7	INFORME N° 19 DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA SIG DGA 2015 I y II semestres	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	<p>Sistema Soncor</p> <ul style="list-style-type: none"> -39 piezómetros someros -29 pozos profundos -9 reglillas -7 calicatas <p>Sistema Aguas de Quelana</p> <ul style="list-style-type: none"> - 40 piezómetros someros - 14 pozos profundos - 5 reglillas (medición de agua superficial) - 2 pozos de bombeo <p>Sistema Vegetación Borde Este</p> <ul style="list-style-type: none"> - 9 piezómetros someros. - 10 pozos profundos. - 1 reglilla (medición de agua superficial) - 1 pozo de bombeo <p>Sistema Peine</p> <ul style="list-style-type: none"> 17 piezómetros someros. - 7 pozos profundos. - 3 reglillas - 2 estaciones de aforo. 	<p>El PSAH del proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama se encuentra constituido por 225 puntos de monitoreo, de los cuales 74 corresponden a puntos de monitoreo antiguos y 151 corresponden a puntos de monitoreo construidos como parte del PSAH, los cuales se habilitaron en su totalidad el 31 de octubre de 2007.</p> <p>Los 225 puntos de monitoreo que conforman el PSAH se pueden desglosar de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 112 pozos someros; - 84 pozos profundos; - 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. <p>Del total de los puntos, 47 corresponden a puntos de medición continua exigidos en la RCA 226/2006 que aprueba el proyecto. Adicionalmente, se implementó una medición continua en la reglilla L7-G2</p>	OK, excede el compromiso, reportándose una medición continua en la reglilla L7-G2 (Laguna Puilar) (voluntario).

	<p>Sector vegas de Tilopozo - 4 pozos profundos - 1 reglilla</p> <p>Sector núcleo 21 pozos profundos.</p>	(Laguna Puilar), ya que se ubica en una zona con alto potencial de nidificación de flamencos, lo que imposibilita realizar un monitoreo adecuado durante el período reproductivo de los flamencos.	
Variables a medir y metodología	Niveles de aguas profundas y someras	Se verifican niveles en aguas profundas y someras	OK
Frecuencia, periodo y duración	<p>Sistema Soncor 63 puntos con frecuencia mensual, 23 puntos continuo.</p> <p>Sistema Aguas de Quelana En 36 puntos mensual. En 23 puntos continuo.</p> <p>Sistema Vegetación Borde Este En 20 puntos mensual. En 1 punto continuo.</p> <p>Sistema Peine En 20 puntos mensual.</p> <p>Sector vegas de Tilopozo En 5 puntos mensual</p> <p>Sector núcleo 21 puntos, con frecuencia mensual.</p>	Las frecuencias de monitoreo, aun cuando sean continuas, se reportan a nivel mensual.	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Reportes serán entregados semestralmente a través de una base de datos y de un sistema de información geográfico (SIG), cuyas características serán definidas en forma conjunta con la DGA.	Se verifican reportes semestrales, se tuvo a la vista el sistema de información geográfico (SIG).	OK

Tema	MONITOREO DE LA CUÑA SALINA		
Descripción general del compromiso	El plan de monitoreo propuesto contempla la utilización de 9 pozos, 3 en cada sistema lacustre a monitorear (Soncor, Aguas de Quelana y Peine), formando una línea en el sentido del gradiente de concentraciones, a una distancia aproximada de 1500 m entre uno y otro, tal. Con esta distribución de pozos se podrá observar las posibles variaciones de la profundidad, pendiente y forma de la cuña salina.		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	RCA considerando 10.2.8	INFORME Nº 19 DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA	N/A

Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	El plan de monitoreo propuesto contempla la utilización de 9 pozos, 3 en cada sistema lacustre a monitorear (Soncor, Aguas de Quelana y Peine), formando una línea en el sentido del gradiente de concentraciones, a una distancia aproximada de 1500 m entre uno y otro	Se identifica la medición en los mismos pozos comprometidos en la RCA, aun cuando no se definen sus coordenadas. No fue posible medir el pozo Cuña 7 en febrero de 2015 por restricción de acceso a sector por presencia de flamencos en etapa de reproducción	OK, no se pudo acceder a un punto y se justifica y reporta correctamente.
Variables a medir y metodología	La posición de la cuña salina será determinada por medio de un sensor de conductividad eléctrica, que realizará mediciones continuas mientras desciende a través del pozo analizado. A partir del registro de conductividades eléctricas en el perfil del pozo, se obtendrá la posición del nivel freático (primera variación en la conductividad eléctrica), y de la cuña salina (segunda variación importante en la conductividad eléctrica).	Para definir los límites del agua dulce y salina, se ha utilizado el criterio presentado por Fetter (2001) para clasificar aguas de acuerdo a su salinidad. Para la primera categoría (agua dulce), se modificó la clasificación propuesta por Fetter, de modo de adoptar la recomendación propuesta para zonas áridas, que considera como límite superior 3.000 mg/L de sólidos disueltos totales (SDT) para dicha categoría. Adicionalmente, para efectos de mejorar la presentación de los resultados en los gráficos, se unieron las categorías intermedias entre agua fresca y salmuera, de manera de generar una zona de transición. Los valores utilizados se presentan además expresados en unidades de conductividad eléctrica	OK, complementa el compromiso con metodologías más actualizadas y acordes al sitio
Frecuencia, periodo y duración	Semestral, desde la operación hasta 5 años postcierre	Niveles mensual, calidad trimestral	OK, excede el compromiso aumentando frecuencias
Reporte (organismo, forma, periodo)	Semestral	Semestral	OK

Tema	CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL AGUA		
Descripción general del compromiso	Seguimiento de la calidad de las aguas		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	RCA considerandos 10.2.2 10.2.3 10.2.4 10.2.5 10.2.6 10.2.7	INFORME Nº 19 DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLOGICO PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA	N/A

Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	<p>Sistema Soncor: 14 puntos</p> <p>Sistema Aguas de Quelana: 9 puntos</p> <p>Sistema Vegetación Borde Este: 4 puntos</p> <p>Sistema Peine: 6 puntos</p> <p>Sector núcleo: 2 puntos</p>	<p>Sistema Soncor: 14 puntos</p> <p>Sistema Aguas de Quelana: 9 puntos</p> <p>Sistema Vegetación Borde Este: 4 puntos</p> <p>Sistema Peine: 6 puntos</p> <p>Sector núcleo: 2 puntos</p>	OK
Variables a medir y metodología	Niveles de aguas profundas y someras	<p>Los parámetros físicos-químicos de la calidad del agua que se miden en terreno son Temperatura (°C), Densidad en g/L, el pH en unidades de pH, y Conductividad Eléctrica en mS/cm.</p> <p>Los parámetros químicos son las concentraciones mg/L (o múltiples como pueden ser los µg/L o g/L en función de su grado de concentración) de arsénico, sodio, potasio, calcio, magnesio, dureza total, alcalinidad en mg/L de CaCO₃, sólidos suspendidos, sólidos totales, carbonato, bicarbonato, sulfato, cloruro, nitratos, fosfatos, hidrocarburos totales, detergentes aniónicos, nitrógeno amoniacal, hierro, manganeso y zinc.</p> <p>Otro parámetro es la concentración de coliformes fecales que se expresan en número más probable por 100 mL,</p>	OK
Frecuencia, periodo y duración	<p>Sistema Soncor 63 puntos con frecuencia mensual, 23 puntos continuo.</p> <p>Sistema Aguas de Quelana En 36 puntos mensual. En 23 puntos continuo.</p> <p>Sistema Vegetación Borde Este En 20 puntos mensual. En 1 punto continuo.</p> <p>Sistema Peine En 20 puntos mensual.</p> <p>Sector vegas de Tilopozo En 5 puntos mensual</p> <p>Sector núcleo 21 puntos, con frecuencia mensual.</p>	Los pozos donde se verifica son consistentes con lo comprometido, por sector.	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Semestral	Semestral	OK

4.4.2.6 Lagunas

Tema			
SUPERFICIES LACUSTRES			
Descripción general del compromiso	Medición de superficie lacustre a través de imagen satelital de alta resolución y estacas perimetrales.		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	RCA 226 considerando 10.2.2	ANEXO 13: MEDICIÓN DE SUPERFICIE LACUSTRE – CAMPAÑA ABRIL 2016 PSAH 19. “	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Sistema Soncor Sistema Peine	Se presenta la variación temporal de los sistemas lacustres Soncor y Peine. En el caso del Sistema Soncor (Figura 5-27), las lagunas que lo componen corresponden a: Chaxa, Barros Negros y Puilar. Es importante destacar, que la Laguna Puilar no cuenta con un sistema de medición de aforos. Las lagunas que componen el sistema Peine son: Salada, Saladita e Interna. Es importante destacar, que la Laguna Interna es formada por los desbordes de la Laguna Saladita.	OK
Variables a medir y metodología	Superficie de Barros Negros, Puilar y Chaxas, en base a estacas perimetrales ¹⁹ (trimestral), levantamiento topográfico (anual) y análisis de imágenes satelitales (anual). Reglillas CONAF medición de superficie en Salada, Saladita e Interna (trimestral), levantamiento topográfico (anual) y análisis de imágenes satelitales (anual).	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. La metodología es la siguiente: - Obtener imágenes satelitales de alta resolución en el mes de abril - Georreferenciación de las imágenes satelitales - Fusión de imágenes multiespectral y pancromática - Transformaciones digitales (Índices MNDWI, TSAVI e IHS) - Digitalización de contornos - Control de terreno (cuando corresponda) - Delimitación de la superficie lacustre - Definición de límites de cada laguna según criterios CONAF	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.

¹⁹ Las mediciones de superficie lacustre por estacas perimetrales y por levantamiento topográfico, nivel con frecuencia trimestral y de la calidad físico-química de las lagunas Barros Negros, Chaxas, Puilar y Burro Muerto, serán realizadas por CONAF, ya que se enmarcan dentro del convenio suscrito entre dicha institución y el titular.

		- Identificación de áreas de inundación - Calculo de superficie lacustre	
Frecuencia, periodo y duración	Anual y trimestral	Anual	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Anual	Anual	OK

4.4.2.7 Meteorología

Tema		METEOROLOGÍA	
Descripción general del compromiso	Seguimiento de las variables meteorológicas relevantes		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	Tablas 5 y 10 RCA	INFORME N° 19 DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Estación meteorológica Chaxas (S. Soncor) Estación meteorológica Salar	Estación meteorológica Chaxas (S. Soncor) Estación meteorológica Salar	OK
VARIABLES a medir y metodología	Precipitación, evaporación, velocidad del viento, Temperatura	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 KCL y Chaxa. 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	OK
Frecuencia, periodo y duración	Continuo	Continuo	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Semestral	Semestral	OK

4.4.3 Minera Escondida Limitada

La extracción de aguas que realiza Minera Escondida en el acuífero de Monturaqui-Negrillar-Tilopozo está restringida por el PAT Monturaqui-Negrillar-Tilopozo, que condiciona el ejercicio de los derechos de agua del titular a:

- Los impactos generados durante la fase de bombeo y post bombeo producto de la explotación, no deben generar una disminución más allá de 25 cm del nivel freático en el sector de Tilopozo.
- No se debe generar una disminución más allá de un 6% del flujo pasante a través del acuífero MNT, que descarga en el sector de Tilopozo.
- La extracción total asociada al ejercicio de los derechos constituidos en el acuífero MNT no debe ser superior a un caudal medio mensual de 1.800 l/s.

La Resolución DGA Ex. N°1972 del 23 de julio de 2001 que fija el “Plan de alerta temprana para el acuífero de Monturaqui-Negrillar-Tilopozo, II Región, Antofagasta” establece además una serie de condiciones asociadas al seguimiento de variables ambientales. Para dar cumplimiento a lo comprometido, MEL reporta anualmente los resultados de sus monitoreos. Para el desarrollo de esta sección se revisó el documento *PLAN DE ALERTA TEMPRANA PARA EL ACUÍFERO MONTURAQUI-NEGRILLAR-TILOPOZO, Revisión de los datos de monitoreo, Informe N° 16: Revisión hasta fines de 2016*. También se observó el *Decimosexto Informe Anual Monitoreo Ambiental EIA Lixiviación Óxidos de Cobre y Aumento de la Capacidad de Tratamiento de Mineral Sulfurado* elaborado en conformidad al plan de seguimiento propuesto en el estudio de impacto ambiental.

En relación al control operacional, este se realiza en conformidad a los derechos otorgados, informándose dentro del documento.

4.4.3.1 Control de extracciones

Tema	CONTROL DE EXTRACCIONES		
Descripción general del compromiso	Se controlarán las extracciones, manteniéndose un “registro de Producción de los Pozos de Bombeo”		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	PAT MNT pto 4.1.1.2	PLAN DE ALERTA TEMPRANA PARA EL ACUÍFERO MONTURAQUI-NEGRILLAR-TILOPOZO, Revisión de los datos de monitoreo, Informe N° 16: Revisión hasta fines de 2016	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Pozos de explotación (asociados a los derechos de agua otorgados por la DGA)	Pozos de explotación (asociados a los derechos de agua otorgados por la DGA)	OK
Variables a medir y metodología	Caudal, a través de medidores instantáneos de caudal, totalizadores de flujo y control de tiempo de bombeo	Se reporta para cada pozo la extracción, a través de medidores instantáneos de caudal, totalizadores de flujo y control de tiempo de bombeo	OK
Frecuencia, periodo y duración	Continuo	Continuo	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Trimestral	Trimestral	OK

4.4.3.2 Control de niveles

Tema		CONTROL DE NIVELES		
Descripción general del compromiso	Se llevará un registro del control de niveles en la red de pozos establecida			
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión	
Fuente	PAT MNT pto 4.1.1.1	PLAN DE ALERTA TEMPRANA PARA EL ACUÍFERO MONTURAQUI-NEGRILLAR-TILOPOZO, Revisión de los datos de monitoreo, Informe N° 16: Revisión hasta fines de 2016	N/A	
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Monitoreo de niveles en los 27 pozos de producción, 65 pozos de observación, 14 puntos limnimétricos y 22 punteras.	<p>La red original del PAT-MNT se ha expandido de 91 puntos a 130 puntos activos a fines del año 2016.</p> <p>Para el acuífero de MNT se consideran 94 puntos de monitoreo, donde se miden las variables nivel de agua subterránea, caudal en los pozos de producción de MEL y CMZ, química en los pozos de producción de MEL, e interfase salina en 3 pozos ubicados inmediatamente al sur del sector de vegas.</p> <p>En la zona de vegas de Tilopozo, se consideran 25 puntos de monitoreo, de los cuales 24 son subterráneos y 1 es superficial; en todos ellos se mide nivel y en el punto superficial, se mide también química.</p> <p>En la zona de las lagunas La Punta y La Brava, se consideran 6 puntos de monitoreo, todos ellos superficiales, donde se mide nivel limnimétrico y química.</p>	OK, excede el compromiso en número de estaciones	
Variables a medir y metodología	Nivel de aguas	Se verifica el monitoreo de niveles	OK	
Frecuencia, periodo y duración	Mensual en observación, continuo en explotación	Mensual en observación, continuo en explotación	OK	
Reporte (organismo, forma, periodo)	Semestral	Semestral	OK	

4.4.3.3 Calidad química

Tema		CALIDAD QUÍMICA	
Descripción general del compromiso	Se tomarán muestras de la calidad de las aguas trimestralmente desde la red de pozos de calidad de las aguas		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	PAT MNT pto 4.1.1.3	PLAN DE ALERTA TEMPRANA PARA EL ACUÍFERO MONTURAQUI-NEGRILLAR-TILOPOZO, Revisión de los datos de monitoreo, Informe N° 16: Revisión hasta fines de 2016	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Durante los primeros tres años se tomarán muestras desde todos los pozos de bombeo, posteriormente se establecerá una red de calidad. Adicionalmente se compromete monitoreo de calidad en los 14 puntos limnimétricos.	<p>La red original del PAT-MNT se ha expandido de 91 puntos a 130 puntos activos a fines del año 2016.</p> <p>Para el acuífero de MNT se consideran 94 puntos de monitoreo, donde se miden las variables nivel de agua subterránea, caudal en los pozos de producción de MEL y CMZ, química en los pozos de producción de MEL, e interfase salina en 3 pozos ubicados inmediatamente al sur del sector de vegas.</p> <p>En la zona de vegas de Tilopozo, se consideran 25 puntos de monitoreo, de los cuales 24 son subterráneos y 1 es superficial; en todos ellos se mide nivel y en el punto superficial, se mide también química.</p> <p>En la zona de las lagunas La Punta y La Brava, se consideran 6 puntos de monitoreo, todos ellos superficiales, donde se mide nivel limnimétrico y química</p>	OK, excede el compromiso en número de estaciones
Variables a medir y metodología	Calcio (Ca), Bicarbonato (HCO ₃), Sílice (SiO ₂), Sólidos Totales Disueltos (STD), Magnesio (Mg), Carbonato (CO ₃), Flúor (F), Sodio (Na), Potasio (K), Cloruros (Cl), Sulfatos (SO ₄), Nitratos (NO ₃), Boro (B), Alcalinidad, pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Dureza e Índice de Langelier. Con la información que corresponda se debe calcular el balance iónico y el diagrama de Stiff.	<p>Se verifican los parámetros: Calcio (Ca), Bicarbonato (HCO₃), Sílice (SiO₂), Sólidos Totales Disueltos (STD), Magnesio (Mg), Carbonato (CO₃), Flúor (F), Sodio (Na), Potasio (K), Cloruros (Cl), Sulfatos (SO₄), Nitratos (NO₃), Boro (B), Alcalinidad, pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Dureza e Índice de Langelier.</p> <p>Se reporta el balance iónico para cada pozo y gráficos Stiff.</p>	OK

	Se recomienda que las muestras de agua subterráneas sean tomadas vía bombeo		
Frecuencia, periodo y duración	Trimestral	Trimestral	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Anual	Anual	OK

4.4.3.4 ***Control de la cuña salina***

Tema			
CONTROL DE LA CUÑA SALINA			
Descripción general del compromiso	Seguimiento de la cuña salina		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	PAT MNT pto 4.1.1.3	PLAN DE ALERTA TEMPRANA PARA EL ACUÍFERO MONTURAQUI-NEGRILLAR-TILOPOZO, Revisión de los datos de monitoreo, Informe N° 16: Revisión hasta fines de 2016	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Se han establecido tres pozos TP-1, TP-2 Y TP-3 en el callejón de Tilopozo, distanciados a 1,5 km entre sí.	Los pozos de observación TP-1, TP-2 y TP-3 se instalaron para monitorear la interfase salina y formar un perfil paralelo a la dirección principal del flujo saliente del acuífero. Estos tres pozos son los únicos que atraviesan la interfase y la cuña salina.	OK
VARIABLES A MEDIR Y METODOLOGÍA	Nivel estático e interfase salina	Para contar con mayores antecedentes en el análisis de la interfase salina, MEL realiza, desde el año 1996, registros de conductividad eléctrica de fluido (CE) y conductividad electromagnética de la formación (EM) en los pozos TP-1, TP-2 y TP-3 midiendo también, el nivel estático en cada pozo.	OK
Frecuencia, periodo y duración	Mensual	Mensual	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Anual	Anual	OK

4.4.3.5 Control de los conos de depresión

Tema			
CONTROL DE LOS CONOS DE DEPRESIÓN			
Descripción general del compromiso	Control de los conos de depresión		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	PAT MNT pto 4.1.1.3	PLAN DE ALERTA TEMPRANA PARA EL ACUÍFERO MONTURAQUI-NEGRILLAR-TILOPOZO, Revisión de los datos de monitoreo, Informe N° 16: Revisión hasta fines de 2016	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Todos los pozos de producción	Se verifica el control de conos de depresión en todos los pozos de producción	OK
Variables a medir y metodología	Conos de depresión (coeficiente de almacenamiento y volumen extraído)	El método utilizado para la estimación del volumen del cono de depresión y del almacenamiento drenable del acuífero considera lo siguiente: 1) Calcular el volumen total de agua extraída mediante bombeo 2) Convertir los datos de niveles freáticos medidos en los pozos de observación a valor de descenso 3) Determinar el error entre lo observado y lo simulado por el modelo 4) Obtener a partir del modelo numérico, el cono de depresión simulado para diciembre del año en análisis. 5) Corregir la superficie simulada utilizando la superficie de distribución del error. 6) Calcular el coeficiente de almacenamiento como el cociente entre el volumen de agua desaguado y el volumen de acuífero drenado (Vdesaguado/Vextraído).	OK
Frecuencia, periodo y duración	No indica	Anual	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Anual	Anual	OK

4.4.3.6 Control de lagunas y humedales

Tema		MEDICIÓN DE NIVELES		
Descripción general del compromiso	Se tomará control del nivel superficial de lagunas Brava, La Punta y Vertiente Tilopozo			
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión	
Fuente	PAT MNT pto 4.1.2.1	PLAN DE ALERTA TEMPRANA PARA EL ACUÍFERO MONTURAQUI-NEGRILLAR-TILOPOZO, Revisión de los datos de monitoreo, Informe N° 16: Revisión hasta fines de 2016	N/A	
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Limnímetros fijos A, B y C en lagunas Brava, D y F en La Punta y H en Vertiente Tilopozo	Se reportan Limnímetros fijos A, B y C en lagunas Brava, D, E y F en La Punta y H en Tilopozo	OK	
Variables a medir y metodología	Los niveles serán registrados al centímetro y documentará fotográficamente las condiciones de las lagunas durante el monitoreo. Se investigará la existencia de otras lagunas en el callejón de Tilopozo, mensualmente.	Históricamente, el monitoreo limnimétrico correspondía directamente a la medición de la columna de agua, la cual, es la medida de la altura entre la capa superficial de sedimento junto a la estaca y la superficie de agua. Desde enero de 2006, MEL comenzó el monitoreo de la “estaca libre” que corresponde a la distancia entre la superficie de agua y el límite superior de la estaca. Adicionalmente, en el año 2008, se efectuó el levantamiento topográfico de las estacas de forma de poder calcular el nivel del espejo de agua en msnm	MEL comenzó el monitoreo de la “estaca libre” que corresponde a la distancia entre la superficie de agua y el límite superior de la estaca. Adicionalmente, en el año 2008, se efectuó el levantamiento topográfico de las estacas de forma de poder calcular el nivel del espejo de agua en msnm.	
Frecuencia, periodo y duración	Mensual	Mensual	OK	
Reporte (organismo, forma, periodo)	Anual	Anual	OK	

Tema			
CONTROL AREAL DE LAGUNAS			
Descripción general del compromiso	Se medirán las áreas de las lagunas Brava y La Punta y de la vega de Tilopozo y de otros humedales mediante imágenes satelitales		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	PAT MNT pto 4.1.2.1	PLAN DE ALERTA TEMPRANA PARA EL ACUÍFERO MONTURAQUI-NEGRILLAR-TILOPOZO, Revisión de los datos de monitoreo, Informe N° 16: Revisión hasta fines de 2016	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Control de lagunas Brava y La Punta y de la vega de Tilopozo y de otros humedales	Control de lagunas Brava y La Punta y de la vega de Tilopozo y de otros humedales	OK
Variables a medir y metodología	Análisis de imágenes satelitales (Landsat) para observar posibles variaciones en áreas sensibles y evaluar potenciales impactos producidos por el bombeo de agua.	La imagen multiespectral utilizada para los análisis de la campaña de verano del año 2016, corresponde a una imagen capturada por el sensor satelital WoldView3, la cual fue adquirida el día 2 de enero del año 2016. La resolución espacial de la imagen fue de 1.24 metros (tamaño del pixel). En la estimación de los espejos de agua en el sector de estudio, se distinguieron en base a los datos de terreno, 2 clases de agua: correspondientes a Aguas Someras y Aguas Profundas. Como mecanismo de control en la estimación de agua mediante imágenes satelitales, se obtuvieron puntos de control en terreno, los cuales corresponden a una serie de puntos georreferenciados GPS, caracterizados según el tipo de agua presente en el sector.	OK, el compromiso ha evolucionado con la teledetección.
Frecuencia, periodo y duración	Dos veces al año: enero y julio	Semestral	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Anual	Anual	OK

4.4.3.7 Seguimiento biótico

Tema		SEGUIMIENTO BIÓTICO DE LAGUNAS	
Descripción general del compromiso	Estudiar las variables físico- químicas del agua monitoreada en la vega de Tilopozo y en las lagunas La Punta y La Brava, y la Flora y Fauna, incluyendo también el sector de Monturaqui.		
	Revisión Compromiso	Revisión Reportes	Conclusión
Fuente	PAT MNT pto 4.1.1.3	<p>PLAN DE ALERTA TEMPRANA PARA EL ACUÍFERO MONTURAQUI-NEGRILLAR-TILOPOZO, Revisión de los datos de monitoreo, Informe N° 16: Revisión hasta fines de 2016</p> <p>INFORME Anual Monitoreo Ambiental EIA “Lixiviación Óxidos de Cobre y Aumento de la Capacidad de Tratamiento de Mineral Sulfurado</p>	N/A
Puntos de muestreo (cantidad, tipo, ubicación)	Tilopozo y lagunas	<p>En el Salar se ha monitoreados las vegas de Tilopozo, laguna La Brava, laguna La Punta, las lagunas de Barros Negros y las lagunas del Peine (lagunas Interna y Saladita). El monitoreo ha modificado la frecuencia de las campañas y el número de puntos de monitoreo a lo largo de los años: el año 2002 se excluyó el sector de Barros Negros y en 2003 el de Peine. Además entre 2003 y 2004 se redujo el número de puntos de monitoreo en las lagunas La Brava y La Punta. En el 2007 se agregaron nuevos transectos para el monitoreo de flora</p> <p>El monitoreo de fauna se realizó abarcando toda el área de influencia del proyecto.</p>	<p>El monitoreo ha modificado la frecuencia de las campañas y el número de puntos de monitoreo a lo largo de los años: el año 2002 se excluyó el sector de Barros Negros y en 2003 el de Peine. Además entre 2003 y 2004 se redujo el número de puntos de monitoreo en las lagunas La Brava y La Punta. En el 2007 se agregaron nuevos transectos para el monitoreo de flora.</p>
Variables a medir y metodología	Estimación de la biota	<p>Para el registro hidrológico se incluyó, nivel de la columna de agua y fluctuación en la altura de la estaca de medición</p> <p>El monitoreo limnimétrico mide nivel de agua en 7 estacas utilizando el metro de madera.</p> <p>Se analiza las características físico químicas de la columna de agua.</p> <p>Se estima la riqueza y abundancia de la flora bentónica (epipélica) del sedimento.</p> <p>Se estima composición y densidad de la comunidad zooplanctónica con muestras representativas del plancton</p> <p>Se identifica y clasifica los grupos taxonómicos del zoobentos..</p> <p>Se evalúa la cobertura vegetacional en el sector de Tilopozo.</p> <p>La fauna se analizó mediante observación directa de los individuos. Los animales fueron identificados y fotografiados. Se</p>	OK

		estimó la abundancia relativa para cada clase, así como la proporción entre los individuos contabilizados de la especie y el total de individuos contabilizados de cada clase	
Frecuencia, periodo y duración	No indica	La frecuencia de las campañas de flora se comenzó a monitorear de forma semestral (verano e invierno) a partir de 2003, y nuevamente trimestral (estacional) desde 2011 para fauna, y desde 2013 para sedimentos, fitobentos y zoobentos.	OK
Reporte (organismo, forma, periodo)	Anual	Anual	OK

4.4.4 Zaldívar

Dentro de la información solicitada mediante la Ley de Transparencia, se recibieron reportes emitidos por este titular asociados a la evaluación ambiental del proyecto Zaldívar, sin embargo fue imposible conseguir la RCA que aprueba el proyecto original, lo que fue corroborado por el SEA en su respuesta, que informa:

“En relación a la N°RCA 574/93 del Estudio de Impacto Ambiental “Zaldívar”, efectivamente este documento no se encuentra en los registros físicos ni electrónicos del Servicio.

En el expediente del proyecto consta Certificado de autenticidad con fecha 6 de octubre 2011, en el que se indica que el expediente presentado, es copia fiel al tenido a la vista por el director regional de la época y que consta de 0467 fojas. A su vez, se certifica que el expediente no contenía las fojas signadas con los números 0464 y 4065 y los tomos II y IV del proyecto, por razones que se desconoce y no es posible comprobar dado el tiempo transcurrido desde la confección del expediente. “

Si bien no fue posible compararla con el reporte, a continuación se explican los alcances de lo observado:

Frecuencia: Semestral

Áreas de monitoreo: Negrillar Sur (NS), al sur de la zona de pozos de producción de CMZ

Negrillar Central (NC), en las zonas de pozos de producción

Tilopozo (TL): Extremo sur del Salar de Atacama

Parámetros medidos y metodología: La determinación de los parámetros ecológicos: cobertura, dominancia y riqueza, para la vegetación herbácea se llevaron a cabo en 3 sub-áreas de muestreos en cada una de las áreas de monitoreo determinadas. Estas sub-áreas corresponden a parcelas de 50 x 50 metros, las cuales se georreferenciaron y cuyos vértices fueron marcados con estacas de madera. Al interior de estas parcelas se evaluó la vegetación a través de cuadrantes de 1 x 1 metro, distribuido al azar.

Para el inventario de especies animales de macrofauna, se registró la presencia de cada una de las especies observadas y se detalló aspectos relativos a la zona de observación y comportamiento. Se puso especial énfasis en la detección de indicios que permitieran establecer el uso diferenciado de hábitat (apostaderos, reposo, bebederos, etc.) por parte de la fauna nativa.

Reporte: semestral a SMA.

4.5 Conclusiones del capítulo

4.5.1 Sobre el estado de los compromisos de Albemarle

Se tuvo a la vista, como documentos principales para el análisis, los primeros reportes de seguimiento anual del medio biótico y seguimiento hídrico, asociados a la RCA 021/2016.

Las desviaciones detectadas se asocian a:

- Flora y vegetación: Aumento (voluntario) de puntos de monitoreo.
- Suelos: Se modifica ubicación y nomenclatura de los puntos de muestreo de para mejorar su representatividad en asociación a los puntos de flora y vegetación, además se modifican las profundidades de toma de muestras, lo que es correctamente justificado y reportado.
- Biota acuática: Se incluyen nuevas estaciones (voluntarias) y modifican ubicaciones de 3 puntos para facilitar acceso, lo que está correctamente justificado y reportado.
- Fauna terrestre: Se incluyen nuevas estaciones (voluntarias) y modifican ubicaciones de 3 puntos para facilitar acceso, lo que está correctamente justificado y reportado.
- Interfase salina: las frecuencias de medición reportadas exceden lo comprometido.
- Caudal superficial: hay un cambio de nomenclatura, en el EIA el punto “Vertiente Peine” fue llamado “AFP-00”, aun cuando corresponden al mismo punto.
- Modelo hidrogeológico: aún no aplica la ejecución del compromiso dado que no han transcurrido dos años desde la aprobación del proyecto (momento en que se debe actualizar el modelo).
- Meteorología: Se implementó una nueva estación meteorológica en reemplazo de la establecida en RCA, se justifica y reporta correctamente.
- Medición de la evapotranspiración: aún no se ha podido implementar pues la ubicación de los lisímetros no había sido acordada con la DGA.

4.5.2 Sobre el estado de los compromisos de SQM

Se tuvo a la vista, como documentos principales para el análisis, el INFORME DE MONITOREO SEMESTRAL ACTUALIZADO A JUNIO 2016 N°19 (PSAH 19). El reporte del plan de seguimiento ambiental biótico tiene comprometida una frecuencia anual, revisándose como última versión el Plan de Seguimiento Ambiental Campaña de Monitoreo N°9 – abril de 2015, y el OCTAVO INFORME DE EXTRACCIÓN ANUAL DE SALMUERA DE LAS OPERACIONES EN EL SALAR DE ATACAMA (marzo 2016).

Las desviaciones detectadas se asocian a:

- Control operacional: el reporte de las extracciones de salmuera se hace para el periodo agosto-agosto y no enero-diciembre, lo que se asocia al momento en que empezó la operación del proyecto.
- Flora y vegetación: la frecuencia excede el compromiso, reportándose una medición adicional.
- Suelos: Los puntos son los indicados en la RCA, a excepción del pozo L5-6 que reemplaza al L4-7, que se encontraba fuera de la formación Brea-cachiyuyo. Se tiene a la vista el informe Monitoreo Contenido de Humedad del Suelo 2013. Sobre este, la SMA se pronunció señalando la *falta de análisis de los registros históricos de meteorología local y regional, monitoreo de variables*

hidrogeológicas y demás antecedentes provenientes de otros estudios efectuados tanto a nivel local como regional, que permitan identificar la ocurrencia de variaciones por factores naturales en el área de estudio (parcelas de vegetación), en consideración a que se constató la afectación significativa de las variables de pH y salinidad del suelo, para el año 2013, advirtiéndose un aumento en el 90% de las muestras, pasando de suelos moderadamente salinos a suelos fuertemente salinos y un aumento en la alcalinidad del pH.

- Plan de Contingencia (Alerta temprana): En sistema de Vegetación Borde Este hay variaciones respecto a lo comprometido, en vegetación Hidromorfa aumenta punto L1-17; en Zona de vegetación Brea-Atriplex, el reporte omite los puntos: L7-6; L2-7; L4-7; L9-1, comprometidos por RCA, reemplazándolos sin justificación explícita por los puntos L7-14; L1-3; L2-25; L4-17; L9-2. En el Sistema Alerta Temprana el reporte omite los pozos L2-25, L3-11 y L3-11, reemplazándolos sin justificación aparente por L2-26; L3-15. El punto L9-1 se reporta en la zona de Alerta Temprana, originalmente se consideró en zona de vegetación de Brea atriplex.
- Seguimiento de niveles: se excede el compromiso en cuanto a frecuencias en la reglilla L7-G2 (Laguna Puilar), reportándose una medición continua (voluntario).
- Cuña salina: para evitar afectación de sitio de nidificación de flamencos, no se pudo acceder a un punto y se justifica y reporta correctamente. El titular complementa el compromiso con metodologías más actualizadas y acordes al sitio.
- Seguimiento de superficies de lagunas: 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.

Otro tema relevante es el hecho de que, en conformidad con los estándares cartográficos actuales, SQM modificó el sistema de coordenadas de sus reportes, pasando de PSAD 56 a WGS 84. Este cambio implica un corrimiento de las coordenadas no solo en x e y, sino que también en z. Esto hace que no solo se hayan modificado las coordenadas de los puntos de monitoreo, sino que también los niveles freáticos, medidos en m.s.n.m. Si bien es cierto que el ajuste se hizo de forma correcta, la modificación implicó un cambio, entre otras cosas, en los umbrales de activación del plan de contingencia, que al ser modificados sin justificación explícita levantó las alertas en los organismos fiscalizadores.

4.5.3 Sobre el estado de los compromisos de Escondida

Se revisó el documento *PLAN DE ALERTA TEMPRANA PARA EL ACUÍFERO MONTURAQUI-NEGRILLAR-TILOPOZO, Revisión de los datos de monitoreo, Informe N° 16: Revisión hasta fines de 2016*. También se observó el *Decimosexto Informe Anual Monitoreo Ambiental EIA Lixiviación Óxidos de Cobre y Aumento de la Capacidad de Tratamiento de Mineral Sulfurado* elaborado en conformidad al plan de seguimiento propuesto en el estudio de impacto ambiental.

Las desviaciones detectadas se asocian a:

- Niveles: el titular excede el compromiso en número de estaciones, la red original del PAT-MNT se ha expandido de 91 puntos a 130 puntos activos a fines del año 2016, lo que también se refleja en el número de pozos donde se muestrea la calidad.
- Niveles en lagunas: MEL comenzó el monitoreo de la “estaca libre” que corresponde a la distancia entre la superficie de agua y el límite superior de la estaca. Adicionalmente, en el año 2008, se efectuó el levantamiento topográfico de las estacas de forma de poder calcular el nivel del espejo de agua en msnm
- Seguimiento biótico de lagunas: El monitoreo ha modificado la frecuencia de las campañas y el número de puntos de monitoreo a lo largo de los años: el año 2002 se excluyó el sector de Barros

Negros y en 2003 el de Peine. Además entre 2003 y 2004 se redujo el número de puntos de monitoreo en las lagunas La Brava y La Punta. En el 2007 se agregaron nuevos transectos para el monitoreo de flora.

4.5.4 Sobre la RCA del proyecto Zaldívar

La búsqueda de información asociada a los compromisos ambientales asumidos por Minera Zaldívar en la evaluación de su proyecto original concluyó con la respuesta²⁰ del Servicio de Evaluación Ambiental, que dice que la RCA 574/93 del Estudio de Impacto Ambiental “Zaldívar”, efectivamente no se encuentra en los registros físicos ni electrónicos del Servicio. Esto hace que, aun cuando se tenga a la vista reportes de seguimiento ambiental, resulta imposible analizar si los compromisos se encuentran establecidos.

²⁰ Carta N°356/2017 del 27 de septiembre de 2017 (Contenida en Anexo 2 BIBLIOTECA – 5. Reportes – 5.4 Zaldívar “Carta_356_respuesta_requerimiento_AW004T0001867”)

5 ANÁLISIS DE MODIFICACIÓN DE RCAS

5.1 Introducción al capítulo

Este capítulo forma parte del Hito 3 del Estudio para el análisis y preparación de un plan de trabajo en relación con las distintas RCA sobre el Salar de Atacama.

Propone una serie de recomendaciones, a partir de la información remitida por los titulares a los organismos fiscalizadores y la revisión de la experiencia en manejo y seguimiento de sistemas salares, las opiniones de los servicios revisores y la experiencia del consultor en la materia, asociadas a la posible modificación de las RCAs vigentes en el salar de Atacama, que sea requerida para mejorar la reportabilidad, el seguimiento o las medidas de control asociadas a las actividades mineras en la cuenca.

5.2 Objetivo del capítulo

- Realizar un análisis crítico de los informes entregados a las distintas instancias fiscalizadoras, en coherencia con los compromisos establecidos y la efectividad de estos, tanto de forma como de fondo, para satisfacer las necesidades de información y proponer recomendaciones para mejorar la reportabilidad, seguimiento o las medidas de control asociadas a las actividades mineras en la cuenca del Salar de Atacama.

5.3 Recomendaciones

5.3.1 Sobre la modificación de las Resoluciones de Calificación Ambiental

Los procesos de evaluación ambiental, que están regulados por la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, concluyen en una resolución de calificación ambiental (RCA) que *establecerá, cuando corresponda, las condiciones o exigencias ambientales que deberán cumplirse para ejecutar el proyecto o actividad y aquellas bajo las cuales se otorgarán los permisos que de acuerdo con la legislación deben emitir los organismos del Estado, debiendo el titular someterse estrictamente al contenido de la resolución de calificación ambiental respectiva*²¹.

La ley establece en el artículo 25 quinquies que la RCA *podrá ser revisada, excepcionalmente, de oficio o a petición del titular o del directamente afectado, cuando ejecutándose el proyecto, las variables evaluadas y contempladas en el plan de seguimiento sobre las cuales fueron establecidas las condiciones o medidas, hayan variado sustantivamente en relación a lo proyectado o no se hayan verificado, todo ello con el objeto de adoptar las medidas necesarias para corregir dichas situaciones.*

Este artículo abre la posibilidad de revisión de RCAs ante de la aparición de impactos no previstos, los que deben ser comprobados para dar pie al proceso de modificación de la resolución.

Previo a la inclusión de este artículo en la ley de medio ambiente, el dictamen N° 20.477 de la Contraloría General de la República, que en el 2003 se pronunciara sobre las atribuciones para modificar una

²¹ Artículo 25 de la Ley 19.300 que “Aprueba Ley sobre bases generales del Medio Ambiente”.

resolución de calificación ambiental sin someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, describe los casos en que es posible modificar una resolución de calificación ambiental:

- a) Cuando se den vicios de legalidad o supuestos erróneos para la evaluación ambiental, la autoridad administrativa debe proceder a la invalidación, total o parcial del acto administrativo, retro trayéndose a la situación al estado que corresponda
- b) Las modificaciones de proyecto -que implican cambios de consideración en el proyecto o actividad respectivos-, sólo pueden materializarse previa evaluación de su impacto ambiental, y esta última evaluación, que debe traducirse en una resolución de calificación ambiental favorable a su respecto para la ejecución de las modificaciones, puede implicar una modificación de la resolución de calificación ambiental del proyecto original.
- c) Cuando las variables que forman parte del plan de seguimiento no evolucionen de acuerdo a lo esperado.

Con esto, los escenarios posibles en que pueda conducirse una modificación de RCA se configuran cuando:

- Alguno de los titulares decida ejecutar una modificación de sus proyectos que definen el plan de seguimiento, en cuyo caso debería abrirse un nuevo proceso de evaluación ambiental, con todas las condiciones que se requiere. La activación de este escenario es de responsabilidad exclusiva de los titulares.
- Se pruebe que las variables que son objeto de seguimiento han variado sustantivamente respecto a lo proyectado, no obstante los titulares hayan implementado todas las medidas pertinentes indicadas en la RCA. El inicio de esta revisión puede originarse de oficio o a petición del titular o del directamente afectado.
- Las variables consideradas en el plan de seguimiento no hayan sido observadas. El inicio de esta revisión puede originarse de oficio o a petición del titular o del directamente afectado.
- Existan vicios de legalidad o supuestos erróneos para la evaluación ambiental, invalidándose las resoluciones, debiendo el titular afectado cesar sus actividades aprobadas hasta contar con una nueva licencia ambiental (RCA).

5.3.2 Sobre la construcción de una red de monitoreo integrada en la cuenca

Una de las líneas de análisis solicitadas por el Comité de Minería No Metálica en el marco de este estudio es la factibilidad de implementar una red de monitoreo integrada público-privada que dé cuenta del estado ambiental de la cuenca.

Los escenarios que permitirían abrir procesos de revisión de las RCAs de todos los proyectos que operan en el Salar de Atacama son muy reducidos, y requieren de la voluntad de los titulares para realizar las modificaciones necesarias, o bien, de la demostración de que las variables de seguimiento han variado sustancialmente respecto de lo proyectado.

En la bahía de Mejillones, Región de Antofagasta, se condujo una experiencia semejante. La calidad del aire es monitoreada por diversos titulares de acuerdo a lo comprometido en sus respectivas RCAs. Con el objetivo de optimizar los esfuerzos, estandarizar las metodologías de monitoreo e integrar el seguimiento en la bahía, el Servicio de Evaluación Ambiental propuso reemplazar dichas medidas de monitoreo

mediante la modificación de las RCAs (aplicando el artículo 25 quinquies del RSEIA). Finalmente la iniciativa fue desestimada por la dificultad que implicaba coordinar a todos los titulares y alinear sus operaciones en un esquema de seguimiento común.

En conversaciones con DGA, Seremi MMA y Conaf, en el marco del desarrollo de este estudio, la recomendación común es la de aumentar la participación del Estado en el seguimiento de las variables ambientales relevantes, a través de la inyección de recursos que permitan aumentar la infraestructura de seguimiento (pozos, por ejemplo) y el personal de planta para la ejecución de este seguimiento, así como para la revisión de los reportes entregados por los titulares.

Este monitoreo sería complementario al seguimiento efectuado por los titulares, en el entendimiento de que la multiplicidad de fuentes de información podrá servir como control de las otras y permitiría identificar variaciones puntuales y potenciales impactos. Actualmente en la cuenca del Salar de Atacama, además de los monitoreos comprometidos por RCA, se cuenta con una red de seguimiento ejecutada por servicios públicos (ver **Tabla 21**). La tabla solo considera monitoreos vigentes y permanentes en el tiempo, descartando aquellas experiencias de corto alcance en el tiempo.

Tabla 21. Red de seguimiento público en el Salar de Atacama

Medio	Variable	Monitoreo	Servicio Administrador
Físico	Meteorología	6 estaciones meteorológicas de monitoreo continuo ²² operadas por DGA y 3 estaciones de monitoreo operadas por INIA	DGA e INIA
	Hidrología	10 estaciones fluviométricas que monitorean las variables Caudal medio diario (Qmd), Caudal medio mensual (Qmm) y Altura y caudal instantáneo (ACi).	DGA
		Superficie lacustre en base a estacas perimetrales (Barros Negros, Puilar, Chaxas, Salada, Saladita e Interna.	CONAF y SQM ²³

²² Los parámetro monitoreados por la DGA corresponden a Precipitación diaria, , Temperaturas diarias Extremas, Temperaturas diarias en horas Sinópticas, Humedad Relativa diaria Extrema, Humedad Relativa diaria en horas Sinópticas, Evaporación y recorrido del Viento diario, Velocidad y Dirección del Viento diarias en horas Sinópticas, Velocidad media diaria del Viento, Horas de Sol diaria, Nubosidad diaria en horas Sinópticas, Evaporación diaria; los monitoreados por INIA son de Dirección del Viento, Moda Humedad Relativa, Precipitación Acumulada, Radiación Solar, Temperatura del Aire, Temperatura del Superficial, Temperatura del Suelo a 10 cm y Velocidad del Viento Horario

²³ CONAF, 2008. “Actualización Plan de Manejo Participativo Reserva Los Flamencos”.

	Calidad del agua	6 puntos donde se monitorean los parámetros químicos del agua	DGA
Biótico	Vegetación	Caracterización y seguimiento de formaciones vegetales (Borde Este).	CONAF y SQM ³
	Fauna	Monitoreo del Hábitat y Poblaciones de Avifauna del Salar de Atacama	CONAF y SQM ³

En las conversaciones sostenidas con los servicios indicados, las recomendaciones para establecer nuevas líneas de seguimiento, indicados como las brechas de información que existen en el monitoreo del estado del salar se asocian a:

- Aumentar cantidad de pozos de monitoreo de niveles freáticos.
- Aumentar la capacidad (infraestructura y humana) para el desarrollo de modelo hidrogeológico actualizado.
- Mejorar la representatividad del seguimiento meteorológico, instalando estaciones en lugares no monitoreados (por ejemplo límite oeste de la cuenca).
- Implementar un monitoreo biótico básico en el borde este y sur del salar.
- Seguimiento de invertebrados acuáticos y calidad.

5.3.3 Recomendaciones generales para nuevas concesiones

Reconociendo la importancia de mantener el funcionamiento de los sistemas ambientales y sociales que se desarrollan en los salares, y entendiendo los lineamientos de CMNM en la materia, se recomienda para nuevas concesiones y explotaciones de sales de litio y otros minerales no metálicos, incorporar mediante cláusulas contractuales a los nuevos titulares, algunos requisitos²⁴ orientados a disminuir los riesgos socioambientales que revisten los proyectos de explotación minera en sistemas de alta fragilidad y gran singularidad:

- Evaluar los riesgos e impactos ambientales y sociales, proponiendo medidas para minimizar, mitigar y compensar los impactos adversos. En caso de que el salar en cuestión se encuentre al interior de territorios indígenas, será recomendable conducir estudios de derechos de pueblos indígenas.
- Identificar y evaluar el cumplimiento de la normativa nacional aplicable, en los temas ambientales y sociales
- Condicionar la concesión a la elaboración un plan de gestión ambiental y social para abordar los aspectos planteados en el proceso de evaluación e incorporar las medidas necesarias para cumplir con las normas aplicables. El plan de acción tiene por objeto indicar las deficiencias en los compromisos y establecer un plan de trabajo para volver al cumplimiento de los requisitos.

Demostrar la participación de los grupos de interés de manera continuada, estructurada y culturalmente adecuada. En el caso de proyectos con potenciales impactos significativos adversos en las comunidades afectadas, el titular debe realizar un proceso de consulta y participación informada.

- Implementar un mecanismo de quejas para recibir y facilitar la resolución de las preocupaciones y las quejas relacionadas con el desempeño ambiental y social del Proyecto.
- Un Consultor Ambiental y Social Independiente, que no mantenga una relación directa con el titular, debe llevar a cabo una Revisión independiente de la Documentación de la Evaluación, lo que debe de aplicarse desde la evaluación hasta el fin del proyecto, de manera sistematizada y periódica.
- Presentación de informes de monitoreo ambiental y social. En general, los reportes son semestrales para proyectos en construcción y anuales para proyectos en operación. Estos informes de monitoreo debiesen estar ligados a Planes de Alerta Temprana o acciones concretas en caso que el medio ambiente se viera afectado. En el fondo, se trata de realizar una vigilancia activa del comportamiento de los componentes ambientales.

²⁴ Las recomendaciones son adaptadas de los Principios del Ecuador, disponibles en línea en www.equator-principles.com

5.3.4 Recomendaciones específicas para el seguimiento de variables ambientales en salares

En esta sección se recogen recomendaciones para el seguimiento de las variables ambientales en las cuencas de salares intervenidos identificándose las variables a monitorear, seguidas de recomendaciones metodológicas, por tema específico. En la **Tabla 21** se indica el seguimiento que se hace a la fecha por organismos públicos en la cuenca, mientras que el seguimiento efectuado por los titulares se presenta en detalle en el Capítulo 3.

La tabla a continuación, adaptada del trabajo del Centro de Ecología Aplicada en su *Diagnóstico y gestión ambiental integrada de humedales altoandinos*²⁵, propone los componentes que deben ser verificados, y sus frecuencias, para humedales altoandinos intervenidos. Vale mencionar que las frecuencias propuestas deben ser analizadas caso a caso en función de las presiones a las que el sistema se vería expuesto.

Tabla 22. Variables que deben ser incluidas en un plan de seguimiento

Sistema	Contenedores	VARIABLES	Frecuencia
Cuerpos de agua	Físico	Nivel freático	Continuo - Mensual
		Nivel de laguna o cuerpo de agua	Continuo - Mensual
		Medición de terreno del espejo de agua	Mensual - Semestral
		Estimación indirecta del espejo del agua (Imágenes satelitales y/o vuelos dedicados)	Mensual - Anual
	Químico	Precipitación diaria; Temperaturas diarias Extremas; Temperaturas diarias en horas Sinópticas; Humedad Relativa diaria Extrema; Humedad Relativa diaria en horas Sinópticas; Evaporación y recorrido del Viento diario; Velocidad y Dirección del Viento diarias en horas Sinópticas; Velocidad media diaria del Viento; Horas de Sol diaria; Nubosidad diaria en horas Sinópticas	Continuo
		Temp., conductividad eléctrica.	Continuo
		Temp., pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, Potencial Redox (In-situ)	Continuo - trimestral

²⁵ Proyecto 'Diagnóstico y Gestión Ambiental Integrada de Humedales Altoandinos', solicitado por la Subsecretaría del Medio Ambiente, Seremi Antofagasta del Gobierno de Chile, al Centro de Ecología Aplicada Ltda. 2015.

Sistema	Contenedores	VARIABLES	Frecuencia
	Biológico	Fitobentos, Fitoplancton, Zoobentos, Zooplancton, Macrófitas, Peces	Semestral – Anual
		Fotografía microscópica, pigmentos, mineralogía	Semestral – Anual
Sistema vegetacional	Físico	Medición de nivel freático	
		Precipitación diaria; Temperaturas diarias Extremas; Temperaturas diarias en horas Sinópticas; Humedad Relativa diaria Extrema; Humedad Relativa diaria en horas Sinópticas; Evaporación y recorrido del Viento diario; Velocidad y Dirección del Viento diarias en horas Sinópticas; Velocidad media diaria del Viento; Horas de Sol diaria; Nubosidad diaria en horas Sinópticas	Continuo
		Suelos: Densidad aparente, profundidad, color (In-situ y laboratorio)	Semestral
		Monitoreo continuo de humedad y conductividad eléctrica.	Continuo
	Químico	Materia orgánica, nutrientes, conductividad eléctrica, pH	Semestral
	Biológico	Aves, Anfibios, Reptiles, Micro mamíferos, Mamíferos	Trimestral – Anual
		Estimación indirecta la cobertura de vegetación (Imágenes satelitales y/o vuelos dedicados)	Semestral – anual
		Determinación de área de cobertura en terreno (levantamiento)	Trimestral
		Transectos con riqueza y abundancia	Trimestral

Fuente: adaptación de CEA 2015

Por último se menciona que el seguimiento ambiental debiese incluir líneas participativas en las etapas de diseño, ejecución y/o publicación de los datos, incorporando a los actores locales en el levantamiento de la información ambiental de sus territorios.

5.3.4.1 Para el seguimiento de hidrogeología

En relación a los planes de seguimiento hídricos, a continuación se presentan las principales conclusiones y recomendaciones:

- 1) Desde el punto de vista de la fiscalización por parte de la Autoridad Ambiental y los Servicios con competencia ambiental, los informes presentados corresponden a un ejercicio de densa lectura producto del grueso volumen de información exhibido y de la limitada capacidad de síntesis de los mismos. Se recomiendan reportes abreviados que expliquen la evolución de la variable y anexas los datos medidos.
- 2) Resulta necesario disponer de una herramienta computacional única, sintetizada, integradora, gráfica y concluyente respecto de la evolución de las principales variables de estado del Salar (principalmente caudales de explotación, caudales superficiales, niveles de aguas subterráneas, superficie y niveles de lagunas), para los efectos de identificar de manera oportuna y simplificada la evolución de la disponibilidad en el corto y mediano plazo de los recursos hídricos de la correspondiente hoyada hidrográfica de la cual dependen los sistemas ambientales presentes en la Cuenca.
- 3) Para el caso de la posición de la intrusión salina, se recomienda contemplar una frecuencia de monitoreo mensual (no trimestral), considerando que corresponde a una variable crítica de la resulta necesario conocer su evolución con un nivel más fino.
- 4) Se recomienda re-evaluar la variabilidad natural de aquellas variables que definen el comportamiento de la disponibilidad de recursos del sistema hídrico, esto en su conjunto, y no de modo aislado por cada uno de los proyectos que realizan explotación intensiva de recursos hídricos. Lo anterior, podría contribuir a contar con una mayor capacidad de discriminar cuándo el sistema estaría experimentando una evolución natural y cuando estaría respondiendo a un efecto antrópico.
- 5) Igualmente, se recomienda disponer de una única herramienta de modelación numérica del sistema hídrico, a través de la cual pueda analizarse una readecuación de puntos de monitoreo, así como también, puedan evaluarse escenarios de ritmos de explotación que permitan definir umbrales o límites máximos permisibles que no generen efectos irreversibles sobre el sistema.
- 6) Dadas las características propias de un salar, es posible que su topografía varíe, haciendo necesario un programa de homologación de los puntos de referencia para dar un seguimiento apropiado a los niveles freáticos. Para operativizar esto, es recomendable utilizar tecnología drone. El Ministerio de Bienes Nacionales cuenta con el equipo apropiado y ha realizado levantamientos de este tipo, por lo que es recomendable diseñar e implementar un programa de coordinación que permita contar con la mejor información actualizada.
- 7) Son recomendables las actualizaciones periódicas y sistemáticas de los modelos de predicción del sistema y de los umbrales que gatillan los planes de alerta temprana, lo que debe ser visado por la DGA y SMA. En el caso de los modelos hidrogeológicos numéricos, esta actualización debiese entre dos y cuatro años.
- 8) El análisis de imágenes satelitales, tal como se viene llevando a cabo en la actualidad, es apropiado. Para que la interpretación no tenga inconvenientes en zonas someras, se requiere contrastar la información remota con datos medidos en campo.

5.3.4.2 Para el seguimiento biótico

En términos del seguimiento de flora y vegetación se recomienda:

- Definir áreas de referencia o testigo para comparar el comportamiento de la flora y vegetación en el tiempo. Estas áreas deben tener similares condiciones de vegetación, sustrato y aporte hídrico. De no existir áreas de referencia adecuadas, se sugiere comparar el comportamiento de la vegetación con variaciones en períodos de tiempo previo a las intervenciones.
- Incorporar al monitoreo en terreno el registro de cubrimiento de sustrato salino, materia orgánica, rastrojo o mantillo y agua superficial.
- Utilizar siempre unidades de muestreo con una ubicación fija permanente. Mantener las estacas que indican su ubicación en buen estado para la identificación de las unidades de muestreo en terreno.

En cuanto a fauna, de acuerdo a los informes revisados se indican los siguientes puntos para considerar ante un eventual plan de trabajo para los próximos proyectos que se realicen en el Salar de Atacama. Cabe mencionar que ninguna de estas observaciones son indicadas en las RCAs de los proyectos revisados.

- Evolución histórica de las variables de riqueza y abundancia: se necesita ocupar estadísticos que permitan responder y cuantificar las variaciones que ocurren en los sistemas estudiados. Ningún documento revisado utiliza algún tipo de estadística paramétrica o no paramétrica que permitan indicar tendencias. Tampoco se establecen análisis claros de acuerdo a los rangos mínimos ni máximos a lo largo de campañas realizadas.
- Áreas de referencia o control: al igual que para el resto de los componentes bióticos, es necesaria la comparación con sistemas que tengan características similares. De esta forma se establecen parámetros de referencia que podrían ayudar a comparar las dinámicas de desarrollo entre sistemas “intervenidos” y “no intervenidos”.
- Correlación con eventos climáticos: No existe correlación alguna con las condiciones o eventos climáticos ocurridos en los sistemas estudiados. Si bien se hace alusión a estos eventos, no hay análisis de datos para contrastar si existe alguna variación producto de las fluctuaciones climáticas. Por ejemplo comparar las precipitaciones, las superficies de lagunas o la temperatura, con los valores de abundancia y riqueza observados en el Salar de Atacama. También podría tomarse en cuenta una comparación con las superficies vegetacionales u otro factor biótico presente en el Salar.
- Extensión de las áreas de monitoreo y aumento de estaciones muestrales: La mayoría de la fauna presente en el Salar tienen un uso de rango amplio de su hábitat en términos espaciales. Por esta razón, la evaluación de la fauna solo en los sectores de las áreas de influencia de los proyectos no es suficiente para indicar el estado de las poblaciones que residen en el Salar.
- Homogenización de las campañas: existe una alta variación en la temporalidad de muestreo realizadas por los titulares que hacen uso del Salar de Atacama. Es necesario homologar, estacionalmente los monitoreos durante 2 o 4 estaciones del año.

Finalmente, es importante dejar cabida a nuevos conocimientos que permitan retratar los sistemas salinos y sus interdependencias, por lo que los planes de monitoreo deben ser flexibles y ser periódicamente revisados y mejorados.

5.4 Conclusiones del capítulo

Se propone como alternativa de una integración de un único sistema de monitoreo público-privado, asociado a los compromisos asumidos por los titulares mediante sus RCAs, el fortalecimiento del rol del Estado en el seguimiento de las variables ambientales de la cuenca y la definición de los umbrales para el uso sustentable de los recursos. Estas acciones, en conformidad a los lineamientos de participación y gobernanza recomendados por organismos internacionales, deben propiciar la participación de la comunidad en todos sus aspectos. Por otro lado se concluye que el seguimiento conducido por los titulares es apropiado para verificar que no aparezcan impactos ambientales no previstos asociados a su operación en su área de influencia, sin perjuicio de lo cual esta información no es suficiente para hacer un seguimiento que plantee otros objetivos, como por ejemplo el estudio y conservación de la biodiversidad. Las recomendaciones para establecer nuevas líneas de seguimiento, ejecutadas y/o administradas por el Estado, se asocian a:

- Aumentar cantidad de pozos de monitoreo de niveles freáticos.
- Aumentar la capacidad (infraestructura y humana) para el desarrollo de modelo hidrogeológico actualizado.
- Mejorar la representatividad del seguimiento meteorológico, instalando estaciones en lugares no monitoreados (por ejemplo límite oeste de la cuenca).
- Implementar un monitoreo biótico básico en el borde este y sur del salar.
- Seguimiento de invertebrados acuáticos y calidad.

6 REVISIÓN DE RECOMENDACIONES Y EXPERIENCIA PARA EL SEGUIMIENTO DE LOS OBJETOS DE PROTECCIÓN Y MANEJO SOSTENIBLE DE SISTEMAS SIMILARES

6.1 Introducción al capítulo

Esta sección forma parte del Hito 3 del Estudio para el análisis y preparación de un plan de trabajo en relación a las distintas RCA sobre el Salar de Atacama.

El presente capítulo analiza, a partir de la información remitida por los titulares a los organismos fiscalizadores y la revisión de la experiencia en manejo y seguimiento de sistemas salinos, la capacidad de la red de monitoreo instalada en el salar para verificar que las presiones que se ejercen sobre el sistema – extracciones de salmuera y agua- no comprometen la sustentabilidad del Salar de Atacama.

El análisis se realizó en base a la revisión de los reportes de los titulares, que fueron solicitados a los servicios públicos pertinentes a través de sus portales de transparencia, información que fue contrastada con:

- Guías metodológicas oficiales para la evaluación y seguimiento de variables ambientales
- Experiencia nacional sobre uso y seguimiento de recursos hídricos y sistemas salinos
- Experiencia internacional uso y seguimiento de recursos hídricos y sistemas salinos

El análisis se condujo sobre cada uno de los objetos de protección identificados (flora y vegetación, fauna, sistemas límnicos, recurso hídrico), respondiendo a las preguntas:

- Los compromisos implementados ¿son acordes a las recomendaciones metodológicas dadas en guías oficiales?
- ¿Existe nueva normativa que pudiese aplicar a las actividades que se realizan en el Salar y que no existían cuando los proyectos fueron evaluados ambientalmente?
- Los compromisos implementados ¿son suficientes para verificar el estado del objeto de protección?

Finalmente, la revisión de experiencia nacional e internacional propone una mirada sistémica para la verificación de la sustentabilidad de los procesos extractivos en la cuenca.

6.2 Objetivo del capítulo

- Analizar los resultados del Capítulo 4 del presente estudio a la vista de las mejores prácticas existentes para monitorear los objetos de protección, incorporando en el análisis la revisión de otras iniciativas (nacionales e internacionales) de manejo sostenible relacionado con las actividades y condiciones naturales del salar”.

6.3 Información Analizada

La información analizada corresponde a la que se encuentra en la biblioteca digital (ver Anexo 2 “Biblioteca” del Informe Consolidado). A continuación se hace un breve resumen de los documentos:

6.3.1 Reportes de compromisos de los titulares

Toda la información recibida por ley de transparencia se incorpora en el Anexo 2 “Biblioteca” del Informe Consolidado²⁶, incluyendo su índice.

De toda la información recibida, se analizaron los reportes señalados en la Tabla 23, debido a su capacidad de describir las variables en cuestión.

Tabla 23. Reportes analizados y años en que fueron reportados

Titular	Nombre del Informe	Año de Reporte				
		2013	2014	2015	2016	2017
Rockwood	Informe de monitoreo inicial transectas vegetación				X	
	Informe semestral Plan de manejo biológico				X	
	Reporte semestral N°2 PSA Biótico					X
	Informe anual biótico					X
	Informe Anual N°1 del Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH)					X
SQM	Informes de Auditoría Ambiental Independiente	X	X		X	
	Informes de Seguimiento Ambiental	X	X	X		
	Informes de monitoreo de Suelo	X	X			
	Informe anual Bioindicadores	X				
	Informe N° 19 del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico Proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar De Atacama.				X	
MEL	Reportes PAT-MNT	X		X	X	
	EIA Óxidos Informe Óxidos	X	X	X	X	
	Informe “Plan de Alerta Temprana para el Acuífero Monturaqui- Negrillar-Tilopozo”	X		X	X	

6.3.1.1 Reportes de Rockwood

Informe de monitoreo inicial transectas vegetación (2016): informa sobre la instalación de las transectas para el monitoreo de vegetación azonal.

²⁶ Anexo 2 “Biblioteca” (5. Reportes: 5.1 Albermarle; 5.2 SQM; 5.3 Minera Escondida; y 5.4 Zaldívar) del Informe Consolidado. Disponible en línea en http://www.mediafire.com/folder/9ed7ggt2ii8yy/Anexo_2_Biblioteca

Informe semestral Plan de manejo biológico (invierno 2016): corresponde al primer informe de seguimiento, de carácter semestral, asociado a la RCA 21/2016. Incluye información de la campaña de invierno 2016 de los componentes flora y vegetación, fauna de vertebrados terrestres, tapetes microbianos, suelo o sustrato, limnología, áreas de lagunas y nivel freático en lagunas.

Reporte semestral N°2 PSA Biótico (verano 2016-2017): informa sobre la segunda campaña de monitoreo del proyecto, realizada entre diciembre de 2016 y abril 2017 (verano), sobre los componentes flora y vegetación, fauna de vertebrados terrestres, flora y fauna acuática, tapetes microbianos, nivel de agua, sustrato - sedimento, calidad de agua y lagunas (nivel freático y área).

Informe anual biótico (2016-2017): primer informe compilado de seguimiento de variables bióticas comprometidos en la RCA 21/2016. Incluye campañas de invierno 2016 y verano 2017. Incluye información de flora y vegetación, fauna de vertebrados terrestres, tapetes microbianos, suelo o sustrato, limnología, áreas de lagunas y nivel freático en lagunas.

Informe Anual N°1 del Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH)(2016-2017). Proyecto: Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama: corresponde al primer informe anual de seguimiento con el proyecto aprobado.

6.3.1.2 Reportes de SQM

Informes de Auditoría Ambiental Independiente: respecto a Flora y vegetación, la información es muy pobre y poco específica, pero se indica que “se verifica aplicación de compromisos conforme a la RCA”. Hay informes de los años 2013, 2014 y 2016.

Informes de Seguimiento Ambiental 2015: resultados de la campañas de monitoreo de componentes bióticos y físicos, según lo comprometido en la RCA 226/2006 y en el acuerdo N°9 de la Resolución N° 056/2008. Hay informes de los años 2013, 2014 y 2015.

Informes de monitoreo de Suelo: aunque son de suelo, se evalúa el contenido de humedad en el suelo y las condiciones de la vegetación. Sólo hay informes de 2013 y 2014, no se tiene información sobre el informe 2015.

Informe anual 2013 - Bioindicadores: se refiere a indicadores bióticos que se agregaron al Plan de Contingencia (PC) del Borde Este del Salar, que en el numeral 11 de la Resolución N° 056/2008 incorpora la cobertura de vegetación en el PC. No se tiene información de los informes 2014 y 2015.

Informe N° 19 del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico Proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar De Atacama.

6.3.1.3 Reportes de MEL

Reportes PAT-MNT: incluyen un seguimiento de la vegetación en el “área sensible” (sector sur del Salar de Atacama, Vegas de Tilopozo y Lagunas La Punta y La Brava) mediante imágenes satelitales. Hay informes de los años 2013, 2015 y 2016. No se tiene información del año 2014.

EIA Óxidos Informe Óxidos 2014: presenta el informe anual de monitoreo ambiental, en el que se incluye el monitoreo de Flora en el Sector de Monturaqui y Vegas de Tilopozo. Hay informes de los años 2013, 2014, 2015 y 2016.

Informe “Plan de Alerta Temprana para el Acuífero Monturaqui- Negrillar-Tilopozo”. Hay informes de los años 2013, 2015 y 2016.

6.3.2 Guías metodológicas para la evaluación y seguimiento de variables ambientales²⁷

1. Guía para la Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos (Ahumada et al. 2011)

De acuerdo a esta guía, las líneas de base de vegetación en humedales andinos deben incluir los parámetros; **formaciones vegetales, superficie de las formaciones vegetales, cobertura específica, y características de sustrato**. Los Planes de Seguimiento Ambiental de los humedales, de acuerdo al tipo de proyectos que se localizan o afectan el Salar de Atacama, deberían considerar una **escala** de “sistema”, es decir, *escala mayor a 1:10.000, la cual es suficiente para englobar y evaluar la presencia de vegetación hidrófila (halófitas) y sistemas hídricos asociados (se incluyen los subsistemas)*. La **duración** de monitoreo de los componentes terrestres debe ser permanente durante el desarrollo de los proyectos o actividades, y con evaluación de datos cada dos temporadas (años). Para el seguimiento de los componentes terrestres (vegetación, suelo, fauna), se debe establecer **un punto de monitoreo en cada tipo de formación de vegetación** hidrófila-halófitas clasificada. De ser necesario, priorizar las formaciones más sensibles a la alteración del suministro hídrico y que no formen parte del ecotono. Respecto al seguimiento de los componentes terrestres, en particular de las formaciones de vegetación, se hace hincapié en que el monitoreo debe tener continuidad durante la ejecución de los proyectos; además se recomienda contar con un **área de referencia** (testigo o control), de similares condiciones de vegetación, sustrato y aporte hídrico, pero no sometida a modificaciones del suministro de agua. Las **variables a medir** en un Plan de Seguimiento del componente vegetación son:

- Porcentaje de participación específica en cada tipo de formación vegetal
- Porcentaje de sustrato salino y/o materia orgánica
- Porcentaje de cubrimiento de rastrojo o mantillo
- Porcentaje de cubrimiento de agua superficial (sectores inundados)

²⁷ Las guías metodológicas se encuentran en el Anexo 2 “Biblioteca” (6. Referencias bibliográficas) del Informe Consolidado. Disponible en línea en http://www.mediafire.com/folder/9ed7gqt2ii8yy/Anexo_2_Biblioteca

2. Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental (MMA-CEA 2011)

Tiene una metodología para la detección de humedales mediante sensores remotos y una definición de las condiciones de los humedales, en base a identificación de amenazas, pero es muy general y presenta una metodología usando imágenes LANDSAT para una escala nacional. Este tipo de imágenes tiene una baja resolución espacial, existiendo hoy en día mejores opciones de imágenes para el monitoreo a escala de sistema o local. Se presenta también una metodología para el uso de índices a partir de imágenes hiperespectrales AISA para un estudio piloto en la cuenca del río Aconcagua.

3. Guías para la descripción del área de influencia: Ecosistemas terrestres (Servicio de Evaluación Ambiental 2015)

Estas guías tienen lineamientos y metodologías para la descripción del área de influencia, en el contexto de estudios y declaraciones de impacto ambiental, pero los parámetros (riqueza, composición, abundancia), deberían ser los mismos o similares en los Planes de Seguimiento. Además, en la descripción de metodologías se hacen algunos comentarios respecto de su utilización en Planes de Seguimiento.

4. Guía para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas (SEA, 2012)

Establece solo lineamiento para el desarrollo de modelos conceptuales y numéricos referidos a aguas subterráneas, no estableciéndose lineamientos específicos respecto de sistemas que incluyen salares.

5. Diagnóstico y gestión ambiental integrada de humedales altoandinos (CEA, 2015)

El informe, solicitado por parte de la Subsecretaría del Medio Ambiente, Seremi Antofagasta del Gobierno de Chile, al Centro de Ecología Aplicada Ltda. plantea como objetivos principales la elaboración de un diagnóstico de la condición actual de los humedales altoandinos de la Región de Antofagasta, y la elaboración de un programa de gestión ambiental integrado de estos sistemas. El objetivo último que persigue el estudio corresponde a la definición de una estrategia para abordar la gestión ambiental público-privada de los humedales altoandinos, que implique el fortalecimiento de capacidades al interior de los servicios públicos, la formulación de un sistema integrador de monitoreo ambiental, la creación de una única estructura institucional público-privada para la Conservación y Uso Sustentable de Humedales Altoandinos y la definición de una cartera de proyectos que permita abordar las eventuales problemáticas ambientales que el estudio detecte.

6.3.3 Nueva Normativa (a partir del 2006)

Nuevo reglamento del SEIA (2012):

De acuerdo al actual Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (Decreto 40 del año 2012, del Ministerio del Medio Ambiente), los planes de seguimiento tienen por finalidad asegurar que las variables ambientales relevantes que fueron objeto de evaluación ambiental, evolucionan según lo proyectado. Deben contener: *el componente del medio ambiente que será objeto de medición y control; el impacto ambiental y la medida asociada; la ubicación de los puntos de control; los parámetros que serán utilizados para caracterizar el estado y evolución de dicho componente; los límites permitidos o comprometidos; la duración y frecuencia del plan de seguimiento para cada parámetro; el método o*

procedimiento de medición de cada parámetro; el plazo y frecuencia de entrega de los informes con la evaluación de los resultados y cualquier otro aspecto relevante (Artículo 105).

6.4 Análisis del seguimiento de los objetos de protección

6.4.1 Flora y vegetación

La **Tabla 24** muestra un resumen de los compromisos ambientales asociados al componente de flora y vegetación adquiridos por titulares de proyectos que se desarrollan en el Salar de Atacama. Estos compromisos se analizan a continuación en relación a las guías metodológicas y normativa consultadas, y resumiendo brevemente las principales tendencias detectadas.

Tabla 24: Compromisos ambientales de monitoreo del componente flora y vegetación según titular de proyectos que se desarrollan en el Salar de Atacama.

Titular	Monitoreo
Albermarle (Rockwood)	Monitoreo de la composición y cobertura de especies de flora mediante transectos
	Monitoreo de distribución y cobertura de vegetación azonal mediante procesamiento de imágenes satelitales (NDVI) y COT
	Compromiso voluntario de hacer un estudio de la historia de vida de especies vegetales azonales
SQM Salar S.A.	Monitoreo de vegetación y contenido de humedad en el suelo en el Sector Borde Este
	Monitoreo de la vegetación mediante imágenes satelitales de alta resolución
	Monitoreo de flora
	Monitoreo de Algarrobos (<i>Prosopis flexuosa</i>) en el área del pozo Camar
	Monitoreo de la vegetación en zona de conexión vegetación – acuífero
Minera Escondida Limitada	Monitoreo de flora y vegetación en sectores de Tilopozo y Monturaqui
	Seguimiento de vegetación en “área sensible” con imágenes satelitales

Fuente: elaboración propia.

6.4.1.1 Albermarle (Rockwood)

Los compromisos respecto del componente flora y vegetación adquiridos por Albermarle (Rockwood) en la **RCA 021/2016** son:

- Monitoreo de la composición y cobertura de especies de flora mediante transectos de 50 m de largo. Seguimiento semestral durante la construcción y operación; reporte anual.
- Monitoreo de distribución y cobertura de vegetación azonal mediante procesamiento de imágenes satelitales (NDVI) y COT. Seguimiento anual (imágenes satelitales) y semestral (COT); reportes anuales.
- Compromiso voluntario de hacer un estudio de la historia de vida de especies vegetales azonales. Metodología, detalle de las actividades y plazos se entregan al cabo de 4 meses de aprobado el proyecto. No se especifica lugar exacto de las actividades.

En el Anexo 2 “Plan de Manejo Biótico” de la Adenda V²⁸ del EIA se presenta un resumen de los estudios de línea de base y los “valores históricos” con qué comparar el seguimiento.

Hasta la fecha, existen 4 informes de monitoreo: uno de establecimiento de transectos para el monitoreo de vegetación (tiempo 0), dos reportes semestrales de las temporadas invierno y verano 2016, y un informe compilado de ambos. En base a los lineamientos de las guías metodológicas consideradas, se realizó el siguiente análisis:

Monitoreo mediante transectos: La ubicación de los transectos se distribuye en todas las formaciones vegetacionales y se priorizan las más sensibles. Se monitorea a nivel de sistema. Se incluyen transectos en áreas de referencia. Cumple con las variables a medir. La duración del monitoreo cumple, ya que se realizó durante el primer año del proyecto. Se han realizado 3 mediciones: una inicial, previa al inicio del proyecto, una campaña de invierno 2016 y una campaña de verano 2017.

Monitoreo mediante COT: No hay lineamientos específicos sobre el uso de esta metodología en planes de seguimiento. De acuerdo a la Guía para la descripción del área de influencia del MMA (Servicio de Evaluación Ambiental 2015), esta metodología no es adecuada para un Plan de Seguimiento, por ser muy genérica, lo que dificulta la comparación del componente en el tiempo y evaluar su evolución. Sin embargo, es lo que está comprometido en la RCA y se cumple con lo estipulado en ella. La campaña de monitoreo fue realizada en verano.

Monitoreo mediante imágenes satelitales: Se realizó en la campaña de verano, existiendo sólo una campaña. Se calcula el índice NDVI para identificación y estimación de superficie de vegetación activa, de acuerdo con lo comprometido en la RCA. Se usó imágenes capturadas con el sensor Pleiades-1A (Pancromática, 50 cm; Multiespectral, 2 m). No hay lineamientos en las guías metodológicas dentro de la institucionalidad ambiental. Se ha argumentado (MMA-CEA 201129) que las metodologías de imágenes satelitales son apropiadas para hacer seguimiento a ecosistemas, y la resolución de la imagen utilizada es adecuada para la escala de trabajo.

En resumen, el plan de seguimiento del componente flora y vegetación sigue los lineamientos de las guías metodológicas revisadas e incorpora más elementos y técnicas de monitoreo como la utilización de imágenes satelitales. No se tiene información a la vista que permita comprobar si el compromiso voluntario de realizar un estudio de la historia de vida de especies vegetales azonales se ha implementado.

²⁸ Anexo 2 “Plan de Manejo Biótico” del “EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama” (Anexado en Anexo 2 “Biblioteca”: 2 RCA; 2.1 Albermarle_Rockwood; 2.1.1 RCA 021.2016; Adenda V; Anexo 2; Plan de Manejo Biótico). Disponible en línea en http://www.mediafire.com/folder/9ed7gqt2ii8yy/Anexo_2_Biblioteca

²⁹ Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental (MMA-CEA 2011)

El proyecto fue evaluado hace menos de dos años, por lo se encuentra actualizado en cuanto a la normativa ambiental. Los compromisos son suficientes para verificar el estado de los objetos de protección de flora y fauna.

6.4.1.2 SQM Salar S.A.

En resumen, los compromisos relativos a la flora y la vegetación adquiridos por SQM a través de la RCA 226/2006 son:

- **Monitoreo de vegetación y contenido de humedad en el suelo en el Sector Borde Este.** Se evalúa el estado vital y sanitario de los individuos vegetales en parcelas circulares de 5 m de radio, en 18 puntos asociados a los pozos de extracción de agua dulce Mullay 1, Allana y Camar 2. Dos mediciones al año (noviembre y mayo), durante los dos primeros años; luego se podría revisar y cambiar la frecuencia y período de medición.
- **Monitoreo de la vegetación mediante imágenes satelitales de alta resolución.** Se monitorean las variaciones de la vegetación usando imágenes satelitales Quickbird (multiespectral 2,4 m de resolución, y pancromática con 0,6 m de resolución). Una imagen al año, en abril, por toda la vida útil del proyecto y hasta 5 años luego del cese de las operaciones. Validación de la clasificación de la vegetación mediante la imagen es corroborada en terreno en 99 puntos (coordenadas levantadas en abril de 2006). La información se encuentra en la Adenda 3 “Anexo V.II, página V.II-21 (599 del pdf)” del EIA “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama”³⁰.
- **Monitoreo de flora.** Se mide la frecuencia de especies y caracterización del sustrato, en 375 parcelas de 4 m² distribuidas en 75 puntos de muestreo dispuestas en 7 transectos orientados Este-Oeste. Una campaña al año en abril durante toda la vida útil del proyecto y hasta 5 años luego del cese de las operaciones. No se indica explícitamente la formación de vegetación en que se ubica cada punto de muestreo. La información se encuentra en Adenda 3 “Anexo I, página I-36 (80 del pdf)” del EIA “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama”⁵.
- **Monitoreo de ejemplares de Algarrobo (*Prosopis flexuosa*), ubicados en el área del pozo Camar 2.** Se evalúa la vitalidad y porcentaje de copa viva de 71 árboles marcados. Una campaña al año, en abril, por toda la vida útil del proyecto y hasta 5 años luego del cese de las operaciones.
- **Monitoreo de la vegetación en zona de conexión vegetación – acuífero.** mediciones directas de las especies dominantes presentes, cobertura por especie, porcentaje de copa verde y estado vital, en los polígonos de vegetación que presumiblemente se encuentran en la zona de contacto entre la napa subterránea y el sistema radicular de la formación arbustiva de *Tessaria absinthioides* – *Atriplex atacamensis*; Pozos L7-14; L2-25; L3-3; L4-17; L9-1. Una vez al año en abril por toda la vida útil del proyecto.

Además, existe otro compromiso asociado a la incorporación de indicadores de estado biótico, específicamente la cobertura de vegetación, al Plan de Contingencia del Borde Este del Salar de Atacama (Numeral 11 de la Resolución Exenta N° 056/2008 de la CONAMA, modificada en sus plazos por la

³⁰ Anexado en Anexo 2 “Biblioteca” (2. RCAs; 2.2. SQM Salar S.A; 2.2.7 RCA 226-2006; Adenda 3). Disponible en línea en http://www.mediafire.com/folder/9ed7gqt2ii8yy/Anexo_2_Biblioteca

Resolución Exenta N° 170/2008 de la COREMA de la Región de Antofagasta. Este compromiso implica el seguimiento y monitoreo anual de la cobertura de las formaciones de matorral de Brea-Cachiyuyo y de Pajonal, a través de mapas de vegetación del Borde Este del Salar de Atacama y de transectos en terreno. Se monitorean dos formaciones de vegetación (Matorral de Brea-Cachiyuyo y Pajonal), y los umbrales de cobertura están definidos en base a una campaña realizada el año 2010. Las mediciones se realizan en base a 54 transectos indicadores y 12 transectos testigo, todos de 100 m de largo.

Al revisar los informes de seguimiento en general se observa un receso vegetativo en el invierno, es decir, especies que se secan durante el invierno y vuelven a rebrotar en verano, lo que se detecta tanto en terreno como a través del análisis de imágenes satelitales. También se observa un aumento de la superficie cubierta con vegetación, lo que se atribuye a una mejor identificación de zonas con baja cobertura (<10%), probablemente por el uso de imágenes de mayor resolución.

El monitoreo de la vitalidad de la vegetación, muestra variaciones a lo largo del período de seguimiento (2006 a 2015³¹), pero no se identifica una tendencia de cambio, manteniéndose en general un estado normal de vigorosidad. Lo mismo pasa con la proporción de follaje verde; tampoco se ha detectado variaciones anómalas de los comportamientos fenológicos. Esta situación se observa tanto para los puntos de monitoreo ubicados en el borde este, como en la zona de conexión. La vitalidad y copa verde en algarrobos, también se mantiene dentro de los rangos iniciales.

El monitoreo de flora tiene puntos georreferenciados que son referenciales para realizar el muestreo en subparcelas, las que se ubican en forma de X separadas por 10 m entre sí en cada punto de monitoreo. Esto influye en la disposición de cada subparcela, pudiendo no ser exactamente igual en cada campaña de monitoreo, lo que se reconoce en los informes que influye en las variaciones de la flora registrada. Por otro lado, no se indica explícitamente en qué tipo de vegetación o formación se ubican cada punto de monitoreo. Se ha detectado corta de cachiyuyos (*Atriplex atacamensis*) y brea (*Tessaria absinthioides*), que son utilizados como combustible, material de construcción de techos y otros usos artesanales.

El monitoreo de vegetación asociado a contenido de humedad en el suelo no muestra tendencias de cambio respecto a la cobertura de vegetación hasta el año 2014³², año de monitoreo del que se tiene información. Se observan alteraciones en la fenología de las especies: algunas no presentan su floración o formación de frutos en los últimos años de monitoreo.

En relación con los lineamientos de las guías metodológicas consideradas, la escala del monitoreo es adecuada a nivel de sistema. El análisis de imágenes satelitales se realiza con imágenes que tiene una resolución que permite el trabajo a la escala local (Worldview II de resolución de 2 m multiespectral y 0,6 m pancromática, en 2011, 2013, 2014, 2015). Respecto a la duración del seguimiento, se verifica la

³¹ Último informe de monitoreo que se tuvo a la vista corresponde al 2015.

³² Dentro de la información compilada no se cuenta con informes posteriores a ese año

continuidad durante la operación del proyecto. La ubicación de los puntos de muestreo es apropiada al ubicarse en cada tipo de formación vegetal. Sin embargo, no se especifica esta situación para el muestreo de flora en el sector Borde Este del salar. Además, se reconoce que al no estar fijadas las parcelas de muestreo de flora, se dificulta la detección de cambios. Por otro lado, no se hace seguimiento al porcentaje de sustrato salino, materia orgánica, cubrimiento de rastrojo o mantillo ni de agua superficial. No se compara con sitios de referencia, sino que solo se intenta detectar variaciones o tendencias en el tiempo. Tampoco se especifica los valores iniciales.

El Monitoreo de indicadores de estado biótico en el Borde Este del Salar de Atacama está diseñado para detectar modificaciones en la estructura y funcionamiento del sistema de vegetación, para verificar el cumplimiento de Umbrales de Cobertura Vegetacional (UCV) considerados para activar/desactivar el Plan de Contingencia del Borde Este del Salar de Atacama. En el tiempo que lleva este seguimiento no se ha detectado coberturas de vegetación menores a los umbrales definidos. Se ha observado que existe extracción de plantas que son usadas como combustible y material de construcción en el matorral de Brea-Cachiyuyo, en los alrededores de los transectos, lo que podría alterar los resultados del monitoreo.

Por último, de acuerdo a las auditorías ambientales independientes, se verifica aplicación de compromisos conforme a la RCA.

Los compromisos fueron adquiridos en los años 2006 y 2011, por lo que sí existe normativa ambiental posterior a esas fechas. De los reportes revisados se concluye que han existido mejoras, como la incorporación de umbrales de cobertura de vegetación en el Plan de Contingencia. Los compromisos permiten identificar el estado de los la flora y vegetación, pero no permiten desacoplar efectos de las actividades del proyecto de las condiciones ambientales generales, al no compararse con valores de referencial.

6.4.1.3 Minera Escondida Limitada

De acuerdo a la revisión de antecedentes, existen dos compromisos de seguimiento de flora y vegetación realizados por MEL: un monitoreo de la flora en los sectores de Monturaqui y Vegas de Tilopozo, el que se realiza desde el año 1999, asociado a la RCA 01/1997; y un monitoreo de la superficie de lagunas y de vegetación de vegas en Tilopozo (“área sensible”) utilizando imágenes satelitales (LANDSAT), asociado a la Resolución Exenta de la DGA 1972/2001 que corresponde al PAT-MNT. La frecuencia del monitoreo con imágenes sería semestral (Enero y Julio), con un reporte anual, y se compararía con los rangos de variación entre 1985 y 2001.

Revisando los informes de seguimiento a la luz de las guías metodológicas consideradas, se identifica lo siguiente:

Monitoreo de flora en el Plan del Seguimiento Ambiental: se realiza un monitoreo de flora y vegetación en los sectores de Tilopozo y Monturaqui. En el sector de Tilopozo, la frecuencia y número de puntos de

monitoreo ha cambiado en el tiempo, disminuyendo la frecuencia a dos veces al año (invierno y verano), y agregando transectos de monitoreo entre los 5 puntos originales. Se utiliza el método de transectas, de 15 m de largo y con mediciones cada 0,25 m. Se incorporó también el monitoreo del estado fenológico de las especies. Se ha visto una disminución de la riqueza de especies y homogenización de la composición de éstas; en el transecto 5 apareció vegetación a partir del año 2005 (antes era sólo suelo desnudo). La cobertura de vegetación, sin embargo, no muestra una tendencia a la disminución. Todas las especies que se han registrado en este sector dentro de este monitoreo son nativas de Chile.

En el sector de Monturaqui el monitoreo se lleva a cabo mediante parcelas permanentes de 15x15 m (225 m²), y se evalúa la regeneración de vegetación luego de la intervención. En general se ha visto un aumento en la riqueza y abundancia de especies vegetales, y un cambio en la composición de especies, existiendo una mayor diversidad entre los años 2005 y 2012. Todas las especies que se han registrado en este sector dentro de este monitoreo son nativas de Chile, no se verifica en el informe un análisis de diversidad de especies nativas versus introducidas.

De acuerdo a lineamientos de la Guía, la escala de trabajo a nivel de sistema es adecuada; la continuidad del monitoreo cumple hasta la fecha con realizarse durante toda la vida del proyecto, incorporándose mejoras en el tiempo. El número de puntos de muestreo se ha incrementado en el último tiempo en el sector de Tilopozo, y es suficiente en el sector de Monturaqui. El monitoreo no se compara con valores de un área control o de referencia y sólo se evalúan los cambios en el tiempo y se comparan con los rangos y promedios históricos dentro del período de tiempo que lleva el monitoreo. Este seguimiento reporta la participación de cada especie vegetal, pero no los porcentajes de sustrato salino o materia orgánica, rastrojo o mantillo, ni recubrimiento de agua.

Seguimiento de la vegetación en “área sensible” con imágenes satelitales: se realiza en el sector sur del Salar de Atacama, incluyendo las Vegas de Tilopozo, Lagunas La Punta y La Brava desde el año 2002, pero se tuvo acceso a reportes de este seguimiento de los años 2013, 2015 y 2016. A lo largo del monitoreo se han utilizado distintos satélites para la obtención de imágenes multiespectrales: imágenes Quickbird II (verano 2002 a verano 2008, 2009, verano 2011 y 2012), Kompsat (invierno 2008), Geoeye I (invierno 2014), Worldview II (2010, invierno 2011, 2013 y verano 2014) y Worldview III (2015). Todas estas imágenes tienen mejor resolución espacial que las imágenes LANDSAT, comprometida en la Resolución Exenta de la DGA 1972/2001, lo que permite un análisis de mejor detalle, adecuada a la escala local del sector.

El análisis que se presenta en el informe compilado solo compara entre invierno y verano y/o con los resultados del monitoreo del año anterior, pero en Anexo se hace un análisis de los datos históricos. De manera general, se identifica que la cobertura de vegetación es mayor en invierno que en verano, así como también la cobertura de agua. Se identifica también una tendencia a la disminución tanto de la vegetación como del espejo de agua en el tiempo, siendo más marcada la baja de vegetación. Esta disminución, sin embargo, no es contrastada con lo que ocurre en un área control o de referencia, por lo que no se puede

saber si el efecto es local o a mayor escala. La cobertura de *Scirpus americanus* muestra variaciones en el tiempo, pero no una tendencia definida.

El seguimiento ha cumplido con la continuidad durante el período de operación del proyecto, pero no tiene área de control o de referencia. Los datos se comparan sólo con los registros iniciales y se analiza la variación desde el año 2002, sin embargo, no se realizan comparaciones con los rangos de variación entre 1985 y 2001, lo que serviría como referencia, como se había comprometido en la Resolución Exenta de la DGA 1972/2001. La escala, a nivel local, cumple con lo indicado en las guías metodológicas.

Los compromisos fueron adquiridos en 1997 y en 2001, por lo que sí existe normativa ambiental posterior a esas fechas. De los reportes revisados se concluye que han existido mejoras en las metodologías de monitoreo. Sin embargo, no se cumple con comparar el comportamiento de lagunas y vegetación de vegas, detectado con las imágenes satelitales, con las variaciones entre los años 1985 y 2001. Los compromisos permiten identificar el estado de los la flora y vegetación, pero no permiten desacoplar efectos de las actividades del proyecto de las condiciones ambientales generales, al no compararse con valores de referencial.

6.4.2 Fauna

6.4.2.1 Albermarle (Rockwood)

En el presente documento se indican las actividades y resultados obtenidos en el monitoreo semestral de invierno 2016 y verano 2017 para el subcomponente Fauna de vertebrados, de acuerdo con lo establecido en el Plan de Seguimiento Ambiental y Plan de Manejo Biótico comprometido en la RCA N°21/2016.

Los compromisos adquiridos para el componente Fauna, en la RCA 021/2016, son:

- Monitoreo de la abundancia y riqueza de aves (acuáticas y terrestres) mediante puntos censales y Transectos respectivamente. Se contempla un seguimiento semestral durante la etapa de construcción y operación.
- Monitoreo de la abundancia y riqueza de mamíferos mediante transectos, trampas Sherman y trampas cámara. Se contempla un seguimiento semestral durante la etapa de construcción y operación.
- Monitoreo de la abundancia y riqueza de reptiles y anfibios mediante transectos. Se contempla un seguimiento semestral durante la etapa de construcción y operación.

Cabe mencionar que en el Anexo 2 “Plan de Manejo Biótico” de la Adenda V del EIA³³ se presentan los “valores históricos”, los cuales son los niveles o límites comprometidos para los respectivos monitoreos.

³³ Anexo 2 “Plan de Manejo Biótico” del “EIA Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama” (Anexado en Anexo 2 “Biblioteca”: 2 RCA; 2.1 Albermarle_Rockwood; 2.1.1 RCA 021.2016; Adenda V; Anexo 2; Plan de Manejo Biótico)

Estos comprenden 8 campañas realizadas durante estaciones de otoño (2 campañas), invierno (4 campañas) y verano (2 campañas).

Hasta la fecha, existen 2 informes de monitoreo: dos reportes semestrales de las temporadas invierno y verano 2016-2017, y un informe compilado de ambos. En base a los lineamientos de las guías metodológicas consideradas, se realizaron las siguientes observaciones:

Monitoreo de fauna acuática y terrestre:

En relación al esfuerzo de muestreo, se efectuaron 25 transectos (uno en cada punto de muestreo), nueve estaciones de trapeo de micromamíferos, 12 estaciones con trampas cámara, cinco muestreos de rapaces nocturnas y dos muestreos nocturnos de anfibios. Los muestreos siguen los lineamientos de las guías metodológicas revisadas. La disposición de estos puntos de muestreos representa 3 sectores del Salar de Atacama (La Punta – La Brava, Peine y Tilopozo). Se realizan cálculos de diversidad y densidad entre las campañas de invierno y verano de 2016-2017. Se realizaron comparaciones entre los valores de riqueza para los límites históricos para las ocho campañas realizadas en el Salar de Atacama, mostrando la variación de este parámetro dentro del rango histórico.

Como observación general, para el plan de seguimiento del componente fauna, se puede indicar que en términos metodológicos los muestreos siguen los lineamientos de las guías metodológicas revisadas (MMA, SAG). Existe una representatividad adecuada en términos de esfuerzos, sin embargo no están incluidos los sectores de Soncor y Quelana, a diferencia de lo que ocurre con Flora y vegetación. Por otro lado, si bien se evaluaron todos los grupos de fauna (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), no hay muestreos orientados a la evaluación de quirópteros en las campañas realizadas (ya sea con metodología indirecta o directa). Finalmente cabe mencionar que la comparación histórica se realiza solo con los valores de riqueza, sin tomar en cuenta los valores de abundancia. El componente fauna, tanto en el Servicio de Evaluación Ambiental, como a nivel sectorial – SAG, considera la evaluación de todos los grupos que lo componen (Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos). Con respecto a este último grupo, cabe mencionar que los quirópteros o murciélagos, son frecuentes en este tipo de hábitat y es posible encontrar a lo menos 3 especies con categoría de conservación según el Reglamentos de Clasificación de Especies. Por lo tanto, su omisión en la evaluación de fauna silvestre es un vacío de importancia en cualquier estudio de fauna. Por otra parte, Para evaluar impactos en los grupos bióticos es necesario no solo detectar el número de especies que podrían verse afectados (riqueza) si no también informar cual del impacto términos de abundancia (número de individuos por ha, por m², entre otros). Lo anterior es porque la riqueza por sí sola no es suficiente para indicar la disminución en los grupos de fauna evaluados, necesitándose un indicador en términos numéricos la cantidad de individuos que son afectados para determinar si una población o comunidad están siendo afectados por presiones ambientales o antrópicas.

El proyecto fue evaluado hace menos de dos años, por lo se encuentra actualizado en cuanto a la normativa ambiental. Los compromisos son suficientes para verificar el estado de los objetos de protección de fauna.

6.4.2.2 SQM Salar S.A.

Se analizaron las actividades y resultados obtenidos de una Auditoría Ambiental Independiente (AAI) realizada por Golder Associates y el Plan de seguimiento ambiental elaborado por Geobiota, los cuales están basados en los compromisos adquiridos según lo pronunciado en la Resolución Exenta N° 0226/06 del 19 de octubre de 2006 (en adelante RCA N° 0226/06), la cual a su vez fue complementada por la Resolución Exenta N° 0056/08.

Los compromisos adquiridos para el componente Fauna, en las RCAs revisadas son:

Monitoreo de fauna:

Se realizan monitoreos en los sistemas lacustres: Soncor, Aguas de Quelana y Peine para aves acuáticas y de fauna general en los sectores de “Vegas de Carvajal, Cruce Camar, Aguas de Quelana, Cruce SQM y Laguna interna”. La frecuencia de estas mediciones, según el considerando 10.4 de la RCA es de forma anual. Se definieron cinco hábitats para fauna, los que se distribuyen espacialmente de acuerdo al gradiente de humedad y salinidad existente, asociadas a las diferentes formaciones vegetaciones del Borde Este del Salar de Atacama.

Para reptiles se realizaron 17 transectos lineales en cada hábitat con recorridos pedestres de 300 metros en donde se registraron los individuos observados a una distancia de hasta 30 m a cada lado del transecto y se estandarizó el tiempo de muestreo a 20 minutos para cada uno de estos. Para aves terrestres se realizaron las mismas transectas que para reptiles, mientras que para las aves acuáticas se definieron censos en 25 puntos de observación. Para mamíferos se realizaron observaciones directas, registros indirectos, trampeo con trampas Sherman y estaciones olfativas.

Según el registro de 9 años de monitoreos realizados entre 2006 y 2016, para las estaciones de aves terrestres no hay comparaciones históricas, ni tendencias claras de variación. Con respecto a las aves acuáticas se encontró, en las campañas actuales, un aumento en la abundancia de este grupo en comparación con los últimos 5 años en los cuales se ha realizado el monitoreo. Para este mismo grupo, en términos de riqueza para los distintos sistemas lacustres, el que presenta el mayor número de taxa fue Aguas de Quelana, con 13 especies, seguido de Soncor con 11 especies, y finalmente Peine con 8 especies. Con respecto a los flamencos en el único lugar que se encontró un aumento en abundancia fue en el sector Borde Este del Salar de Atacama, en donde se observó un aumento en el número de pollos en los últimos años como también de adultos, tendencia que no fue encontrada para la especie *P. Jamesi*. Al evaluar los micromamíferos no es posible definir tendencias de variación claras para las 5 especies registradas a lo largo de los años de monitoreo realizados. Para el caso de los macromamíferos se utilizaron solo estaciones olfativas y registros por huellas. No hay tendencias claras de variación, en donde la especie dominante fue *P. lycopaeus*.

Si bien el seguimiento ambiental para este componente sigue lo estipulado en las RCAs correspondientes, no existen análisis estadísticos robustos para comparar las tendencias históricas. A diferencia de los otros proyectos en el Salar de Atacama, acá no hay estaciones adicionales propuestas por el titular para

robustecer los análisis ni tampoco actualización ni mejoras en las técnicas de muestreos (por ejemplo utilización de trampas cámaras, sistemas de evaluación para quirópteros). Lo anterior no sigue lo indicado en las Guías de evaluación de fauna realizado por el SAG.

6.4.2.3 Minera Escondida Limitada

Se analizaron las actividades y resultados obtenidos en los monitoreos anuales realizados entre 2013 y 2016 para Fauna de vertebrados, de acuerdo con lo establecido en el Plan de Seguimiento Ambiental y Plan de Manejo Biótico comprometido en la RCA N°01/1997.

Los compromisos adquiridos para el componente Fauna, en la RCA 021/2016, son:

Monitoreo, seguimiento evaluación y predicción por medio de la estimación de la biota en Tilopozo, Monturaqui y Lagunas.

Los monitoreos y seguimientos realizados son de carácter estacional (verano, otoño, invierno y primavera). De las 49 especies registradas durante todo el periodo de seguimiento, 9 se consideran en estados que señalan grados de riesgo: En Peligro y Vulnerables. Estas especies corresponden a la lagartija de Fabián, el aguilucho de la puna, tuco-tuco de Atacama, halcón peregrino, gaviota andina, parina grande, parina chica, flamenco chileno y lagartija de Paulina

Los monitoreos de fauna en Monturaqui se hacen en base 11 parcelas de 15m². No se realizan Transectos para todos los grupos de fauna, ni se realizan puntos de observación fijos. La metodología sigue a CONAMA (1996), y no han sido actualizadas las técnicas de muestreos de acuerdo a las guías metodológicas emitidas por SAG y el MMA. Se realizan regresiones para evaluar la riqueza y la abundancia de las especies encontradas. Se ha encontrado que la riqueza es baja, comparada con las especies potencialmente presentes en el sitio de estudio según los antecedentes bibliográficos y el estudio de línea de base. Solo se han detectado especies de aves y mamíferos, sin la detección de reptiles en el área. No se evalúa el cambio en la composición de especies a lo largo de los años estudiados (2002 a 2016).

En el sector de Tilopozo la zona de estudio se localiza en el extremo sur del Salar de Atacama, denominado vegas de “Tilopozo” y en las lagunas La Punta y La Brava. La abundancia de las especies de reptiles en las Vegas de Tilopozo se determinó a través de transectos lineales de 50 m de largo por 10 m de ancho cubriendo un área aproximada de 500 m² realizándose un total de ocho transectos. En las lagunas, se cuantificaron todos los individuos observados en los márgenes. Para el caso de las aves se realizaron recorridos con el fin de caracterizar la abundancia y riqueza de especies en las mismas dos áreas de estudio mencionadas anteriormente. Para los tres grupos de vertebrados terrestres estudiados (reptiles, aves y mamíferos), tanto los valores de riqueza de especies como los valores de abundancia en reptiles y mamíferos, aparecen dentro del rango analizado para el sitio de estudio, de acuerdo con la información histórica disponible desde julio de 1995. Se ha detectado hasta el momento una disminución significativa en la abundancia de *Liolaemus fabiani*, una tendencia a la disminución en la riqueza de especies de aves

en el sector de Tilopozo, una disminución significativa en la abundancia de aves en los sectores de La Punta y La Brava y una disminución significativa en la abundancia de aves en el sector de Tilopozo.

El seguimiento ha cumplido con la continuidad durante el período de operación del proyecto, como también con lo exigido en la RCA correspondiente. A pesar de lo anterior estos monitoreos no se han actualizados de acuerdo a los cambios en las metodologías utilizadas, como tampoco adición a estaciones de monitoreo. Con respecto a Monturaqui, la evaluación de la fauna terrestre en parcelas de 15m² es insuficiente de acuerdo a las guías metodológicas revisadas y utilizadas actualmente. No hay evaluación de quirópteros ni trampeos de micromamíferos.

6.4.3 Recursos hídricos

Tabla 25: Número de estaciones de monitoreo por Titular

Parámetro	Número de estaciones		
	Albermarle ³⁴	SQM ³⁵	Minera Escondida Limitada
Niveles freáticos acuífero/salmuera	124	112 pozos someros 84 pozos profundos	142
Plan de Alerta Temprana	14 (5 de SQM)	22	-
Composición Química del Agua	40	-	-
Posición de la Interfaz Salina (Conductividad Eléctrica vs Profundidad)	14	9	-
Nivel de las lagunas	17	-	-
Caudales Superficiales	6	4	-
Superficie Cubierta por lagunas	4	18	-
Variables meteorológicas	1	2	-
Evapotranspiración	10	-	-
Volúmenes bombeados de salmuera / agua industrial	19 salmuera 3 agua industrial	3 agua industrial	30

6.4.3.1 Albermarle (Rockwood):

Se revisa el Informe Anual N°1 del Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH), Proyecto: Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama, que responde al compromiso establecido en la RCA 021/ 2016 de implementar un Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico en los sectores de La Punta-La Brava; Peine; Norte, Borde Este y Núcleo. Para cada sector se monitorean las variables: Meteorología; Caudales superficiales (aforos); Superficies cubierta por

³⁴ De acuerdo a información del Anexo 3 de la Adenda V de la RCA 21.2016.

³⁵ De acuerdo al Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (PSAH) del EIA

lagunas; Nivel de agua en lagunas; Niveles de agua subterránea (en Salmuera y agua dulce); Evaporación y Evapotranspiración; Posición de la Interface salina; Composición Físico – Química de aguas y Caudal bombeado.

- Para Nivel de Lagunas, se establecen 17 limnímetros y 4 estacas.
- Para Niveles Freáticos del acuífero, en Salmuera y/o en agua Salobre, se cuenta con una red de 124 pozos.
 - El PAT establece cotas umbrales para 14 puntos de observación distribuidos entre la zona marginal y el núcleo en 3 sectores (Núcleo: entre la explotación del titular y los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava; Acuífero de agua dulce-salobre alrededor de los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava más cercanos al proyecto de Rockwood; Núcleo del Salar frente los sistemas lagunares de Soncor y Aguas de Quelana).
- Para Evaporación y Evapotranspiración se miden en 10 puntos instalados en el área del Salar.
- Para la Posición de la Cuña Salina, se contempla la medición de 14 puntos con Perfilajes de conductividad eléctrica versus profundidad: 6 puntos en Sistema La Punta-La Brava, 7 puntos en sistema Peine y 1 punto en Sector Norte y Borde Este.
- Para la Calidad Físico-Química de las aguas, se tienen 40 puntos. Para esta variable se distingue entre aguas superficiales, aguas someras y aguas profundas.
- En relación con los Caudales Bombeados, esta variable se compone de una red de 18 pozos de extracción de Salmuera y 3 pozos de explotación de agua dulce-salobre, correspondiente a Tilopozo, Tucúcaro y Peine. En cuanto a la extracción de salmuera, en relación a la operación del año 2016, es posible indicar que el inicio del bombeo, correspondiente a la RCA 0021/2016 partió el 28 de Septiembre de 2016, considerando un promedio semestral desde esta fecha de 202 L/s (142 L/s + 60 L/s).

Frecuencia de Reportabilidad: Anual (durante los primeros 3 meses de año en cuestión)

Valores Umbrales:

- Para flujos superficiales, se establece como umbrales su variación histórica.
- Para superficie de lagunas, se establece mantener superficie sobre mínimo histórico.
- Para Nivel de Lagunas, se establece mantener dentro de la variación natural.
- Para Niveles de Aguas en el núcleo (salmueras), se establecen los descensos del modelo. El PAT asociado al ejercicio de derechos de aprovechamiento se asocia solo a algunos puntos de medición de niveles.

- Para Niveles de Aguas dulce salobre (exceptuando los barrenos del PAT), no se establecen umbrales, estableciéndose que estos deberán estar dentro de los rangos de oscilación natural. El PAT establece umbrales con valores numéricos de cotas freáticas.
- Caudal de explotación de salmuera: Caudales medios anuales (enero-septiembre de 142 l/s y octubre-diciembre de 202 l/s).
- Caudal de explotación de agua dulce-salobre: 16,9 l/s
- Química de los Pozos de Producción: en los pozos de extracción de salmuera, en términos de unidades de reportabilidad corresponden a % (porcentajes) y en los pozos de extracción de agua dulce-salobre corresponde a ppm (partes por millón).

De la revisión del Informe, puede señalarse lo siguiente:

- El Informe es un documento de gran extensión (489 paginas).
- El Informe es un documento de denso contenido técnico especializado.
- El Informe es un documento que adolece de una integración sencilla de las distintas materias técnicas asociadas a las variables objeto de seguimiento, sin perjuicio de la complejidad que reviste evaluar un sistema de estas características.
- No se establecen umbrales para todas las variables, y en un número importante de estas el umbral corresponde a la variabilidad natural, lo cual otorga un espacio importante para una interpretación discrecional de los resultados del PSA.
- Dado el volumen y el tenor del contenido técnico presentado, resultaría esperable que un Informe de estas características signifique un esfuerzo de revisión no despreciable por parte de la Autoridad Ambiental al momento de verificar el grado de cumplimiento de la batería de compromisos ambientales.
- Atendida la existencia en el Salar de otros proyectos que también explotan recursos hídricos, el Informe y su contenido no permitiría establecer concluyentemente respecto de los eventuales efectos sinérgicos sobre el sistema hídrico en su conjunto, toda vez que el PAT de Rockwood depende de la activación del PAT de SQM. Además, si bien el Informe en cuestión hace referencia al monitoreo de SQM, Rockwood no se adentra a analizar en mayor detalle al respecto de los resultados asociados al PSA de SQM.
- En el Informe se hace referencia en reiteradas ocasiones al Modelo Conceptual del sistema hídrico del Salar, sin embargo, en el documento no se describe ni se explica, solo se insiste en que los resultados del PSA ratifican la conceptualización realizada.
- Considerando que la medición de niveles piezométricos corresponde a uno de los aspectos clave del PSA, su monitoreo se realiza solo a nivel mensual, cuando dicho seguimiento debiera contemplarse con una frecuencia continua, la que debiera estar marcada en función de la variabilidad temporal que experimenten los niveles de aguas subterráneas.
- Considerando que la posición de la intrusión salina corresponde también a una variable crítica, su monitoreo se realiza solo a nivel trimestral, cuando dicho seguimiento debiera contemplarse al menos con una frecuencia mensual.

6.4.3.2 SQM Salar S.A.

Se revisó el Informe N° 19 del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico Proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar De Atacama, asociado a la RCA N° 226/2006. Considera los sectores Sistema Soncor; Sistema Aguas de Quelana; Sistema Vegetación Borde Este; Sistema Peine; Sector vegas de Tilopozo; Núcleo del Salar de Atacama, monitoreando: (1) Nivel de agua subterránea y superficial; (2) Superficie lacustre; (3) Parámetros meteorológicos; (4) Calidad físico-química; (5) Caudal bombeado y caudal superficial.

- Para Nivel de Aguas Subterráneas se contemplan 112 pozos someros y 84 pozos profundos.
- Para Caudales Bombeados se contemplan 5 pozos
- Para Superficie Lacustre se contemplan 18 limnímetros
- Para flujos superficiales se contemplan 4 estaciones de aforo
- Para Parámetros Meteorológicos se contemplan 2 estaciones meteorológicas

Frecuencia de Reportabilidad: Semestral

Valores Umbrales:

- Se establecen en la Tabla 5-1 del Informe, referido a “Puntos de monitoreo del PC con su posición y cota piezométrica de activación² (WGS 1984)”.

Al respecto, puede señalarse lo siguiente:

- El Informe es un documento de gran extensión (357 paginas).
- El Informe es un documento de denso contenido técnico especializado.
- El Informe es un documento que adolece de una integración sencilla de las distintas materias técnicas asociadas a las variables objeto de seguimiento, sin perjuicio de la complejidad que reviste evaluar un sistema de estas características.
- No se establecen umbrales para todas las variables, y en un número importante de estas el umbral corresponde a la variabilidad natural, lo cual otorga un espacio importante para una interpretación discrecional de los resultados del PSA.
- Dado el volumen y el tenor del contenido técnico presentado, resultaría esperable que un Informe de estas características signifique un esfuerzo de revisión no despreciable por parte de la Autoridad Ambiental al momento de verificar el grado de cumplimiento de la batería de compromisos ambientales.
- Atendida la existencia en el Salar de otros proyectos que también explotan salmuera y aguas salobres, el Informe y su contenido no permitiría establecer concluyentemente respecto de los eventuales efectos sinérgicos sobre el sistema hídrico en su conjunto, esto a pesar que en el Informe en cuestión se cita en variados parajes el efecto que estaría provocando la extracción de otros actores dentro de la Cuenca; necesariamente para arribar a ese nivel de conclusiones se requiere de una mirada panorámica e imparcial venida desde la Autoridad. Se observa en general,

cierto proceso iterativo de endosamiento de responsabilidad entre los actores respecto de los descensos que estarían experimentándose.

- En el Informe no se hace referencia al Modelo Conceptual del sistema hídrico, lo cual debiera estar incluido como parte de la base del análisis.
- Considerando que la medición de niveles piezométricos corresponde a una de los aspectos clave del PSA, su monitoreo se realiza solo a nivel mensual, cuando dicho seguimiento debiera contemplarse con una frecuencia continua, la que debiera estar marcada en función de la variabilidad temporal que experimenten los niveles de aguas subterráneas.

6.4.3.3 Minera Escondida Limitada

Se revisa el Informe “Plan de Alerta Temprana para el Acuífero Monturaqui- Negrillar-Tilopozo” asociado a la Resolución DGA Ex. N°1972 del 23 de julio de 2001, mediante la cual se aprobó el “Plan de alerta temprana para el acuífero de Monturaqui-Negrillar-Tilopozo, II Región, Antofagasta” (PAT-MNT), que monitorea en el sector del acuífero Monturaqui-Negrillar-Tilopozo, que verifica Tasa máxima de bombeo desde el acuífero; Reducción de flujo pasante.

- Para la evaluación de extracción de aguas subterráneas en el acuífero de MNT, se han considerado las extracciones de Compañía Minera Zaldívar (CMZ) desde el campo de pozos de Negrillar (6 pozos de explotación) y de Minera Escondida Limitada (MEL) desde el campo de pozos de Monturaqui (24 pozos de explotación), cuyos valores se han tabulado mensualmente. No considera las extracciones de Rockwood desde el sector de Tilopozo.
- Para la reducción del flujo pasante se estima de manera indirecta según metodología descrita en el en la Sección 4.2 del PAT-MNT
- Para los niveles de aguas subterráneas, se contemplan 142 puntos de monitoreo según se detalla en la Tabla N°6 del Informe.

Frecuencia de Reportabilidad: Anual

Valores Umbrales:

- Para la explotación de MEL se establece un máximo de 1.800 l/s
- Para la reducción del flujo pasante en Tilopozo se establece una reducción máxima de 6%
- Para los humedales se establece una disminución de 25 cm.
- Para niveles de aguas subterráneas no se establecen umbrales de descenso.

A partir de la revisión, puede señalarse lo siguiente:

- El Informe es un documento de gran extensión (784 paginas).
- El Informe es un documento de denso contenido técnico especializado.
- El Informe es un documento que adolece de una integración sencilla de las distintas materias técnicas asociadas a las variables objeto de seguimiento, sin perjuicio de la complejidad que reviste evaluar un sistema de estas características.

- El Informe adolece de un capítulo Conclusiones y Recomendaciones, solo desarrolla aisladamente las materias. Sin perjuicio de ello, de igual modo se exponen conclusiones respecto del comportamiento de niveles de aguas subterráneas, estableciendo con claridad una tendencia de descenso sostenida, pero dejando en claro que aquello no sería completamente correlacionable con las extracciones efectuadas por MEL o CMZ, con un dejo de relativismo en cuanto a la interpretación de los resultados. Misma situación ocurre con la determinación de la posición de la intrusión salina.
- No se establecen umbrales para los niveles de aguas subterráneas.
- Dado el volumen y el tenor del contenido técnico presentado, resultaría esperable que un Informe de estas características signifique un esfuerzo de revisión no despreciable por parte de la Autoridad Ambiental al momento de verificar el grado de cumplimiento de la batería de compromisos ambientales.
- En el Informe no se hace referencia al Modelo Conceptual del sistema hídrico, lo cual debiera estar incluido como parte de la base del análisis.
- Considerando que la medición de niveles piezométricos corresponde a uno de los aspectos clave del PSA, su monitoreo se realiza solo a nivel mensual, cuando dicho seguimiento debiera contemplarse con una frecuencia continua, la que debiera estar marcada en función de la variabilidad temporal que experimenten los niveles de aguas subterráneas.

6.5 Análisis de experiencia nacional e internacional en seguimiento ambiental en salares

6.5.1 Análisis nacional: Diagnóstico y gestión ambiental integrada de humedales altoandinos

La Subsecretaría del Medio Ambiente, Seremi Antofagasta del Gobierno de Chile, encargó al CEA realizar un diagnóstico y análisis global del sistema de seguimiento ambiental de los Humedales Altoandinos de la Región de Antofagasta, con miras a diseñar un nuevo modelo de gestión ambiental integrado, como estrategia de fortalecimiento de capacidades en el sector público y en el privado, que permita contribuir a la conservación y uso sustentable de estos ecosistemas prioritarios, el mejoramiento de la competitividad regional en materias de gestión ambiental, todo ello, en el marco de compromisos vigentes en cuanto al cumplimiento de normas nacionales y frente a convenios internacionales sobre cuidado del medio ambiente y desarrollo sustentable que Chile ha suscrito.

En este trabajo se realizó una exhaustiva revisión de los informes técnicos y científicos relacionados con el área de estudio, lo que permitió caracterizar los humedales y construir un modelo conceptual funcional ecosistémico de los humedales altoandinos.

También propone un programa de monitoreo, especificando los parámetros a monitorear, su frecuencia de muestreo, las metodologías y técnicas de medición para tres niveles de complejidad: básico, medio y alto, que dependen de los niveles de presión o alteración a los que se ven expuestos los sistemas. La **Tabla 26** sintetiza las variables que deben ser incluidas en un plan de seguimiento para sistemas humedales

altoandinos, y las frecuencias de seguimiento propuestas para humedales intervenidos, como es el caso del Salar de Atacama.

Tabla 26. Variables que deben ser incluidas en un plan de seguimiento

Sistema	Contenedor	Variables	Frecuencia
Cuerpos de agua	Físico	Nivel freático	Continuo - Mensual
		Nivel de laguna o cuerpo de agua	Continuo - Mensual
		Medición de terreno del espejo de agua	Mensual - Semestral
		Estimación indirecta del espejo del agua (Imágenes satelitales y/o vuelos dedicados)	Mensual - Anual
	Químico	Precipitación diaria; Temperaturas diarias Extremas; Temperaturas diarias en horas Sinópticas; Humedad Relativa diaria Extrema; Humedad Relativa diaria en horas Sinópticas; Evaporación y recorrido del Viento diario; Velocidad y Dirección del Viento diarias en horas Sinópticas; Velocidad media diaria del Viento; Horas de Sol diaria; Nubosidad diaria en horas Sinópticas	Continuo
		Temp., conductividad eléctrica.	Continuo
		Temp., pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, Potencial Redox (In-situ)	Continuo - trimestral
	Biológico	Fitobentos, Fitoplancton, Zoobentos, Zooplancton, Macrófitas, Peces	Semestral – Anual
		Fotografía microscópica, pigmentos, mineralogía	Semestral – Anual
	Sistema vegetacional	Físico	Medición de nivel freático
Precipitación diaria; Temperaturas diarias Extremas; Temperaturas diarias en horas Sinópticas; Humedad Relativa diaria Extrema; Humedad Relativa diaria en horas Sinópticas; Evaporación y recorrido del Viento diario; Velocidad y Dirección del Viento diarias en horas Sinópticas; Velocidad media diaria del Viento; Horas de Sol diaria; Nubosidad diaria en horas Sinópticas			Continuo
Suelos: Densidad aparente, profundidad, color (In-situ y laboratorio)			Semestral
Monitoreo continuo de humedad y conductividad eléctrica.			Continuo
Químico		Materia orgánica, nutrientes, conductividad eléctrica, pH	Semestral
Biológico		Aves, Anfibios, Reptiles, Micro mamíferos, Mamíferos	Trimestral – Anual
		Estimación indirecta la cobertura de vegetación (Imágenes satelitales y/o vuelos dedicados)	Semestral - anual
		Determinación de área de cobertura en terreno (levantamiento)	Trimestral
		Transectos con riqueza y abundancia	Trimestral

Fuente: elaboración propia a partir de CEA 2015

6.5.2 Análisis Internacional: Revisión de experiencias de evaluación ambiental de producción de litio en salares

El litio es un elemento crítico y tecnológicamente importante que tiene un uso generalizado, particularmente en baterías para autos híbridos y dispositivos electrónicos portables. La demanda y producción mundial de litio ha ido en aumento desde mediados de 1900 y se prevé que continúe aumentando.

El litio se encuentra en tres tipos principales de depósitos: (1) pegmatitas (rocas), (2) salmueras continentales y (3) arcillas alteradas hidrotérmicamente. Las salmueras continentales proporcionan aproximadamente tres cuartos la producción mundial de litio debido a su costo de producción relativamente bajo. Las salmueras de litio se encuentran principalmente en Argentina, Bolivia, Chile, China y Estados Unidos. Los depósitos de salmuera de litio tienen varias características geológicas y/o geográficas clave, tales como litio, la relación magnesio-litio, y la tasa de evaporación. Grados más altos de litio y las tasas de evaporación disminuyen la cantidad de tiempo que las salmueras tienen que estar en los estanques de evaporación. Por último, las relaciones de magnesio a litio reducen el costo de producción, ya que la relación más baja hace más fácil separar el magnesio del litio. La **Tabla 27** muestra un resumen de la disponibilidad de litio en salares continentales por país.

Tabla 27. Resumen de disponibilidad de litio según país³⁶

País	Cuenca	Concentración Li promedio (mg/L)	Total Li estimado (Mt)		Temperatura a anual (°C)	Precipitación (mm/año)
			Sector (Mt)	Total País (Mt)		
Estados Unidos (Nevada)	Clayton Valley	160	0.3	1.146	13	122
Estados Unidos (California y Nuevo México)	Salton Sea	200	0.316		22.7	65
Estados Unidos (Utah)	Great Salt Lake	52	0.53		10.5	186
Chile	Salar de Atacama	1,400	6.3	6.52	13.9	39
Chile	Salar de Maricunga	920	0.22		6.6	52
Chile	Salar de Surire	340	NA		3.8	247
Argentina	Salar del Hombre Muerto	521	0.8	1.7-1.8	6.7	91
Argentina	Salar de Olaroz y Salar de Cauchari	650	0.9-1.0		7.2	90
Bolivia	Salar de Uyuni	321	10.2	10.2	9.3	62

³⁶ Munk L.A., Bradley D., Boutt D., 2016. Lithium Brines: A Global Perspective.

China (Qaidam)	Lago Tajjanier (Tajjner)	290	2.02	3.731	4.2	167
China (Tíbet)	Lago Zhabuye	680	1.53		0.2	287
China (Tíbet)	Dangxiongcuo (DXC)	430	0.181		0.5	184

Fuente: Lithium Brines: A Global Perspective (Table 1. Summary of Lithium)

6.5.2.1 Clayton Valley (Estados Unidos)

Clayton Valley es la ubicación de la única mina de litio operativa en América del Norte. Albemarle Corporation es el actual propietario de las lagunas de evaporación y complejo de plantas para el procesamiento de salmuera de litio, conocido como Silver Peak Operations, la cual ha estado funcionando desde 1967.

La producción de litio de Silver Peak Operations es de alrededor de 870 toneladas de litio (2013), según el informe anual de Rockwood Holdings Inc. del 2014.

Clayton Valley es una cuenca cerrada con una superficie de 1.342 km². La cuenca es árida con una precipitación media anual de aproximadamente 12 cm, la tasa de evaporación promedio es de 142 cm/año, una temperatura media de 13°C y la elevación promedio del valle es de 1.298 msnm.

Antes de la explotación de salmuera, existió una superficie lacustre en la parte norte de la cuenca, pero el bombeo excesivo de agua subterránea la eliminó.

En la actualidad, la cuenca hidrográfica de Clayton Valley está perdiendo almacenamiento permanentemente debido a la extracción de aguas subterráneas. La preocupación por el estado de Clayton Valley es abordado en el Plan de Recursos Hídricos del condado de Esmeralda³⁷, donde se señala que tomará décadas para que el impacto de la explotación de agua subterránea, por su concentración de minerales, se recupere. Se señala que el beneficio económico de estas pérdidas debiese ser contrastado frente a futuras pérdidas económicas derivadas de la falta de disponibilidad de agua dentro de la cuenca y el impacto de la pérdida de almacenamiento. Las recomendaciones del Plan de Recursos Hídricos del Condado de Esmeralda consideran:

- Brindar orientación para modificar o recopilar datos adicionales por parte de las operaciones mineras.
- Investigar la recarga, almacenamiento y recuperación de los flujos de agua superficial no utilizados.
- Recomendar al Ingeniero del Estado que reduzca el rendimiento perenne en la cuenca.
- Documentar el aumento del costo de bombeo asociado con la disminución de los niveles de agua de las extracciones de aguas subterráneas que exceden la tasa de recarga anual.
- Realizar análisis de costo-beneficio para el uso del agua.
- Solicitar estado designado a la cuenca.<
- Solicitar contadores de agua para que todos los usuarios del agua midan con precisión el uso del agua y hagan cumplir los derechos de extracción.

³⁷ Esmeralda County Water Resource Plan 2012 (P. 43).

- Colaborar con la agencia pública para revisar los datos de teledetección que pueden indicar hundimiento y cambios en la vegetación a partir de la extracción de aguas subterráneas.

i. Gestión Ambiental

En Estados Unidos, los proyectos mineros deben tener permisos estatales, federales y en algunos casos del condado.

Permisos ambientales estatales:

- Planes de monitoreo.
- Planes de respuesta de emergencias.
- Planes de cierres temporales y estacionales.
- Planes provisionales para el cierre permanente.
- Plan de recuperación (ambiental).

Permisos federales de manejo ambiental:

- Planes de gestión de agua.
- Planos de caracterización y manejo de rocas.
- Planes de garantía de calidad.
- Planes de contingencia para derrames.
- Planes de recuperación (ambiental).
- Planes de monitoreo.
- Planes de gestión provisional.

Además, la agencia federal de manejo de tierras (Federal Land Management Agency) puede solicitar planes adicionales de gestión ambiental como parte de la evaluación de impacto ambiental.

Las informaciones específicas de los proyectos en cuestión se adjuntan en Anexo 2 “Biblioteca” del Informe Consolidado. Los permisos no fueron encontrados.

ii. Medidas de mitigación y monitoreo

Los componentes evaluados en Estudios de Impacto Ambiental desarrollados en Clayton Valley son:

- Calidad del Aire.
- Recursos culturales.
- Preocupaciones religiosas de los nativos americanos.
- Sustancias y residuos peligrosos.
- Calidad del agua (superficial y subterránea) y cantidad de agua.
- Minerales.
- Aves migratorias
- Especies amenazadas o en peligro de extinción.
- Recursos de la vida silvestre.
- Recreación.
- Paisaje o recursos visuales.
- Valores socioeconómicos.
- Autorizaciones de uso de suelo.

Las siguientes medidas de mitigación y monitoreo fueron desarrolladas para la Evaluación Ambiental (Environmental Assessment) de un proyecto de exploración geotérmica desarrollado por Albermarle en Clayton Valley³⁸ el año 2012:

1. El pozo de reserva debe mantener un mínimo de 0,6 metros de profundidad en todo momento.
2. Las primeras actividades perturbadoras del suelo no se realizarán durante la temporada de anidación (del 30 de marzo al 15 de agosto), a menos que sea necesario, y sólo después de que un biólogo calificado realice un inventario de aves migratorias y nidos. Este estudio se realizará para identificar aves adultas reproductoras o los lugares de nidificación a menos de 100 metros de las áreas específicas a ser perturbadas. Si los nidos activos están presentes dentro de estas áreas a ser perturbadas, Rockwood se coordinará con el BLM o los funcionarios estatales que apliquen, según corresponda, y desarrollarán medidas de protección apropiadas, las que pueden incluir la evitación, restricciones de construcción y/o el establecimiento de buffers.
3. Los equipos de los pozos que queden a la vista en el sitio de perforación, después de que finalice la actividad de perforación serán pintados con un color que se camufle con el paisaje, según *BLM Instructional Memorandum (IM) 2007-021 and the Gold Book (USDI and USDA 2007)*. Antes la selección de la pintura, Rockwood se pondrá en contacto con el encargado del Proyecto en la Oficina de Campo de Tonopah (Tonopah Field Office Project) para su consentimiento.
4. Dada la importancia de mantener las condiciones del cielo oscuro, se harán esfuerzos conscientes para proteger los cielos oscuros actuales de la contaminación lumínica. Todas las luces de perforación e instalaciones se limitarán a las necesarias para llevar a cabo las operaciones con seguridad, y estarán protegidos y/o dirigidos de una manera que la luz enfoque directamente al área de trabajo inmediato.
5. Para minimizar el potencial de propagación de malas hierbas nocivas e invasoras en el área del proyecto, todos los vehículos y equipos de construcción y operación se limpiarían de todo suelo y material vegetal utilizando equipos de alta presión (aire comprimido o agua) antes de su llegada al sitio de trabajo.
6. El sitio del Proyecto será monitoreado durante toda su vida útil para determinar la presencia de cualquier especie invasiva, nociva y no nativa. Las especies invasivas, nocivas y no nativas que hayan sido identificadas durante el monitoreo serán tratadas y controladas con prontitud. Se presentará una Propuesta de Uso de Plaguicidas (PUP) a la autoridad para su aprobación antes del uso de herbicidas.

El año 2010, Chemetall Foote Corporation presentó una evaluación ambiental³⁹ para un proyecto de fabricación de baterías y componentes para vehículos eléctricos. Este proyecto consistía en renovar y expandir las instalaciones de la planta de producción de salmuera de litio y aumentar la producción de

³⁸ Environmental Assessment #DOI-BLM-NV-B020-2012-0214-EADOE/EA-1921. Geothermal Exploration Project Environmental Assessment, Silver Peak Area (December 2012).

³⁹ Environmental Assessment (EA) #DOE/EA-1715. Chemetall Foote Corporation, Electric Drive Vehicle Battery and Component Manufacturing Initiative, Kings Mountain, NC and Silver Peak, NV (September 2010)

carbonato de litio en Silver Peak, Nevada. Para ello, el proyecto consideraba la construcción de pozos de producción adicionales para la extracción de salmuera, requiriendo un consumo adicional de 4.933.920 m³/año de salmuera y de 197.357 m³/año de agua fresca.

Debido a este incremento en el consumo de agua, Chemetall propuso las siguientes medidas de mitigación, las cuales sólo se relacionan con los componentes de hidrología, hidrogeología y fauna (aves migratorias):

Hidrología e Hidrogeología:

1. Además del cumplimiento de los requisitos reglamentarios y de permisos aplicables, Chemetall seguirá controlando la calidad del agua (incluidos los sólidos totales disueltos, el uranio y el fluoruro) en todos los pozos de agua potable de Chemetall y deberá informar a la Comisión del Condado de Esmeralda (Esmeralda County Commission) sobre los resultados del monitoreo en un informe trimestral, para que la Comisión del Condado pueda evaluar la extensión del agua salina de los acuíferos que abastecen de agua potable.
2. Chemetall continuará monitoreando los niveles de agua en todos los pozos de suministro de agua potable existentes y nuevos, además del monitoreo del volumen de extracción a agua fresca como de salmuera. Enviará informes trimestrales con los resultados de los monitores a la Comisión del Condado de Esmeralda.
3. Si, como resultado del proyecto propuesto, la salinidad (total de sólidos disueltos) comienza a aumentar significativamente, es decir, amenaza con alcanzar o exceder los 900 miligramos por litro en el agua potable producida por los pozos municipales, la tasa adicional de bombeo de los pozos de abastecimiento de agua potable existentes de Chemetall debe reducirse a menos de 31 L/s instantáneamente, 11.356.235 m³/semana. El titular deberá complementar el suministro de agua potable de otras fuentes o reducir su demanda durante todo el tiempo en que la salinidad exceda o amenace con exceder 900 miligramos por litro en el agua potable producida por los pozos municipales.

Fauna (Aves):

4. Durante cada migración estacional de aves, Chemetall empleará a un observador de aves a tiempo completo, cuyas responsabilidades incluirían actividades de rescate y monitoreo. Chemetall continuará trabajando con el Departamento de Vida Silvestre de Nevada para identificar e implementar medidas efectivas para prevenir la mortalidad de aves debido al aumento de la producción de salmuera de litio.
5. Para evitar impactos a las especies protegidas bajo la Ley del Tratado de Aves Migratorias, las actividades molestas en lugares cercanos a áreas de hábitat potencial de reproducción serán evitadas durante la temporada de reproducción y anidación (1 de marzo al 31 de julio). Si esta evitación estacional no es practicable, un biólogo calificado inspeccionará la zona potencialmente afectada antes de cualquier actividad que altere la nidificación; y se establecerán zonas de amortiguación según sea necesario para proteger los huevos y las aves jóvenes hasta que vuelen.

6.5.3 Revisión de experiencia en seguimiento de humedales

En el marco de la conservación del ecosistema que existe en los salares, se debe tomar en cuenta el equilibrio ecológico de los humedales que existen en ellos. Un ejemplo de estos humedales es la Reserva Nacional Los Flamencos SONCOR, ubicada en el salar de Atacama y perteneciente a los sitios Ramsar.

Ramsar es una convención relativa a los humedales (que recibe su nombre debido a la ciudad Iraní donde se firmó). La misión de la convención es "la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo". Los sitios Ramsar son una lista de humedales de importancia internacional.

En los diferentes congresos de la convención se han definido lineamientos Ramsar con respecto a todos los temas pertinentes a los humedales y su conservación. Con respecto a estos lineamientos se han creado manuales, que abordan diferentes temas relacionados con los humedales, y recogen los lineamientos y conclusiones a los que se han llegado en los congresos Ramsar y sus resoluciones.

En el contexto del presente informe, se estudiaron los manuales Ramsar que tratan el tema de la conservación de humedales y de la relación de su ecosistema con el recurso hídrico. Los manuales estudiados fueron⁴⁰:

- Manual 08: Lineamientos Ramsar en relación con el Agua.
- Manual 09: Manejo de Cuencas Hidrográficas
- Manual 10: Asignación y Manejo de Recursos Hídricos
- Manual 11: Manejo de Aguas Subterráneas.
- Manual 13: Inventario, Evaluación y Monitoreo.
- Manual 18: Manejo de humedales.

Las recomendaciones encontradas en cada uno de estos se estudian a continuación.

6.5.3.1 ***Manual 08: Lineamientos Ramsar en relación con el Agua***

En este documento expone la forma en que Ramsar enfrenta el manejo del recurso hídrico. De esta forma, con respecto a la construcción de un marco conceptual sólido, se hacen tres recomendaciones:

- i. Que el recurso hídrico debe tratarse como de ecosistemas, es decir, no sólo estudiar el ciclo hídrico, sino que también cómo éste afecta a todo el ecosistema.
- ii. No deben ponerse fronteras (o las mínimas posibles), desde el punto de vista de gobierno, entre el sector ambiental y el hídrico.
- iii. Los objetivos comunes deben definirlos las personas y sociedades que dependen de estos recursos.

⁴⁰ Manuales Sitios RAMSAR fueron anexados en Anexo 2 "Biblioteca" del Informe Consolidado (6. Referencias bibliográficas; Manuales Sitios RAMSAR). Disponible en línea en http://www.mediafire.com/folder/9ed7ggt2ii8yy/Anexo_2_Biblioteca

Además se enfatiza que el valor del recurso hídrico no se restringe tan solo a su extracción del cauce natural, sino que también existen otros beneficios que dependen de la presencia de esta en el cauce natural del río para la mantención de un ecosistema sano.

En la misma línea de integración del recurso hídrico en todas sus etapas, se habla del MIRH (Manejo Integrado de recursos hídricos) y el GIRH (Gestión Integrada de recursos hídricos). Destacando 7 principios para el desarrollo y la aplicación de los lineamientos de Ramsar en relación con el agua:

- 1- La sustentabilidad como Meta
- 2- Claridad de los procesos, en relación a la toma de decisiones
- 3- Equidad en la participación y toma de decisiones, de todos las partes interesadas
- 4- Credibilidad Científica
- 5- Transparencia en la Aplicación, de la extracción y asignación
- 6- Flexibilidad en el manejo, con respecto a la afectación del ecosistema, es decir, buena capacidad para cambiar el manejo en caso de que aparezcan efectos no deseados.
- 7- Responsabilidad por las decisiones, es decir, quienes toman las decisiones deben rendir cuentas por ello.

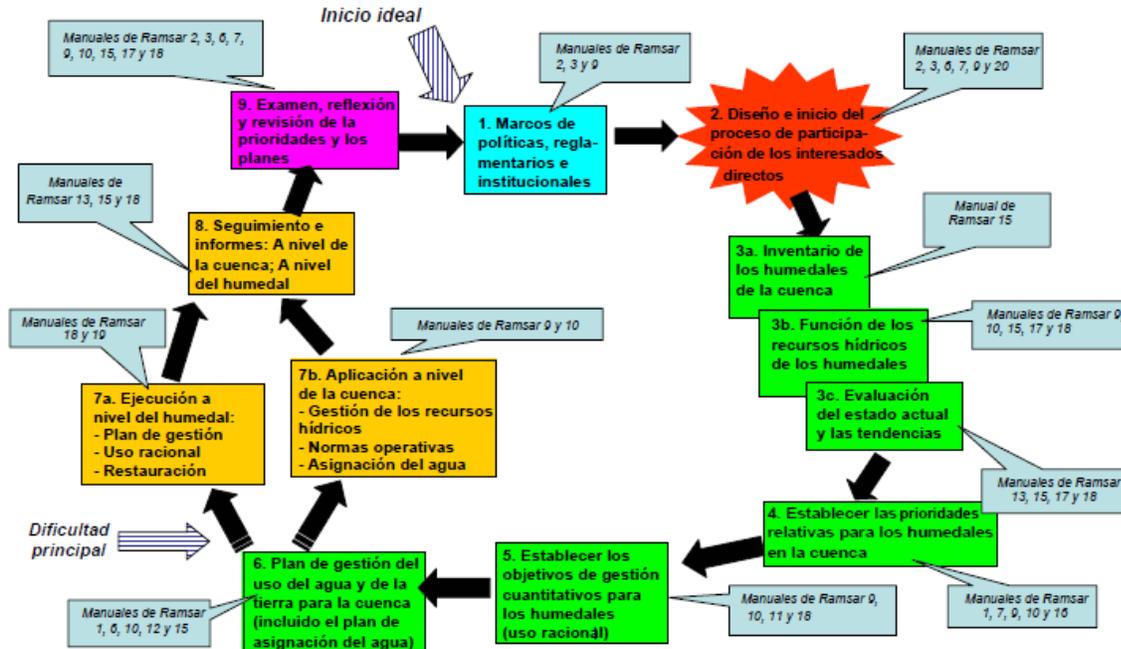
Finalmente, se habla de los lineamientos Ramsar, los cuales abordan tres temas principales.

- a) Herramientas Científicas y Técnicas.
- b) Aspectos de política, buen gobierno y aspectos institucionales.
- c) Marcos de Integración, de planificación y manejo.

6.5.3.2 Manual 09: Manejo de Cuencas Hidrográficas

En este documento se habla nuevamente de la importancia del MIRH (Manejo integrado de recursos hídricos) y el MICH (Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas). Indicando nuevamente que es fundamental hacer un manejo integrado de éste, viendo el efecto sobre todo el ecosistema e integrando a todas las partes relevantes. Además, se enfatiza en la ruta crítica que se debe seguir para lograr este manejo integrado. Esta ruta crítica puede verse en la **Figura 9**, Indicando también los manuales Ramsar pertinentes a consultar en cada etapa de ésta.

Figura 9: Diagrama del “Camino Crítico”



Fuente: figura 1 del Manual 09 Ramsar, 4ª. Edición, 2010.

Finalmente, el manual se adentra en el tema de las políticas nacionales, nombrando varios casos de estudio en diferentes países. Además, se enfatiza en la importancia de incluir en las políticas la comunicación, educación, concienciación y participación (CECoP)

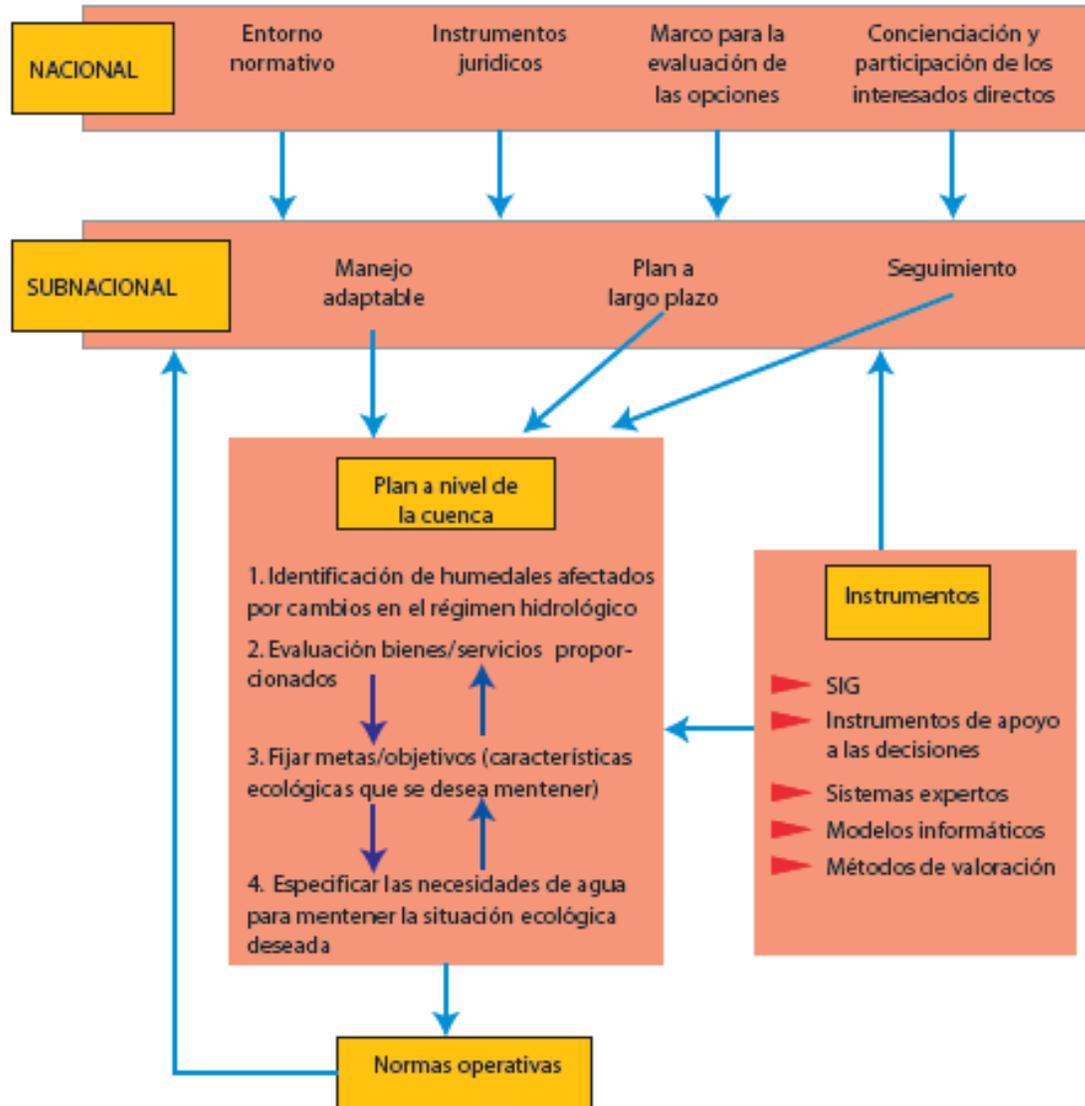
6.5.3.3 Manual 10: Asignación y Manejo de Recursos Hídricos

El manual parte mencionando los 7 principios antes vistos en el manual 08, pero esta vez en mayor profundidad, además, se recomienda, que para ponerlos en marcha se debe tener:

- i. Marco adecuado para la toma de Decisiones: Tanto normativo, como jurídico, económico y social.
- ii. Buen proceso de determinación de las asignaciones de recursos hídricos: Se deben tener los objetivos claros, se deben poder medir e identificar resultados concretos, establecer un equipo interdisciplinario, realizar estudios y planificaciones y por último se debe hacer un seguimiento al proceso.
- iii. Instrumentos y métodos: Se refiere a tres tipos, instrumentos para conseguir participación, científicos y para evaluar los beneficios obtenidos por los diferentes interesados.
- iv. Aplicación: Se debe formular una estrategia para el manejo de la demanda a largo plazo, mecanismos de comunicación efectivos entre los interesados y controlar el cumplimiento de la asignación de los recursos.

Además, en la **Figura 10** se puede ver un diagrama que explica en forma gráfica como se debiese hacer la gestión del recurso hídrico, relacionando el nivel nacional con el regional y finalmente con el de cada cuenca.

Figura 10: Relación entre los diferentes niveles de gestión con respecto al recurso hídrico



Fuente: Pág. 21 del Manual 10 Ramsar, 4ª. Edición, 2010.

Para la asignación de recursos, el manual propone tres posibles enfoques, pudiendo hacerse desde el punto de vista político, de derecho u valorativo. Teniendo en cuenta siempre las dimensiones Ecológica, Socioeconómico y Patrimonio Cultural para realizar la asignación. ().

Finalmente, como métodos de asignación de recursos, el manual los divide entre métodos rápidos y métodos integrales, de los cuales menciona (sin explicar el funcionamiento de ninguno) el método modular, el incremental de flujo de entrada y el holístico.

6.5.3.4 Manual 11: Manejo de Aguas Subterráneas.

Este manual presenta lineamientos generales para el manejo de las aguas subterráneas a fin de mantener las funciones de los ecosistemas de humedales. Además se explican los tipos de aguas subterráneas, la calidad de éstas, la relación físicas con los humedales (infiltración, afloramiento de aguas subterráneas, permeabilidad del suelo, etc.), los parámetros y estudios necesarios para realizar los modelos hidrogeológicos para la predicción de los impactos en los humedales y los principales programas que se utilizan para hacerlo.

El manual recomienda que para predecir impactos hidrológicos es necesaria la elaboración de modelos detallados. La mera recogida de más datos y la utilización de modelos más complejos no garantizan por sí mismas que mejore la comprensión de los fenómenos hidrogeológicos. Incluso cuando se sabe de antemano que hará falta un modelo complejo, el análisis debe siempre empezar con una simple imagen conceptual del humedal, que se hará más compleja a medida que avance el conocimiento del mismo. Es esencial que se dé una primera comprensión conceptual correcta de los mecanismos de transferencia de agua. A partir de ahí puede recurrirse a la modelización:

- Para generar información cuantitativa acerca de los procesos que impulsan los mecanismos de transferencia de agua;
- Para entender la variabilidad temporal y espacial de los procesos; y
- Para predecir lo que sucederá en distintas posibles situaciones climáticas o de manejo del agua más allá de los datos disponibles para el humedal.

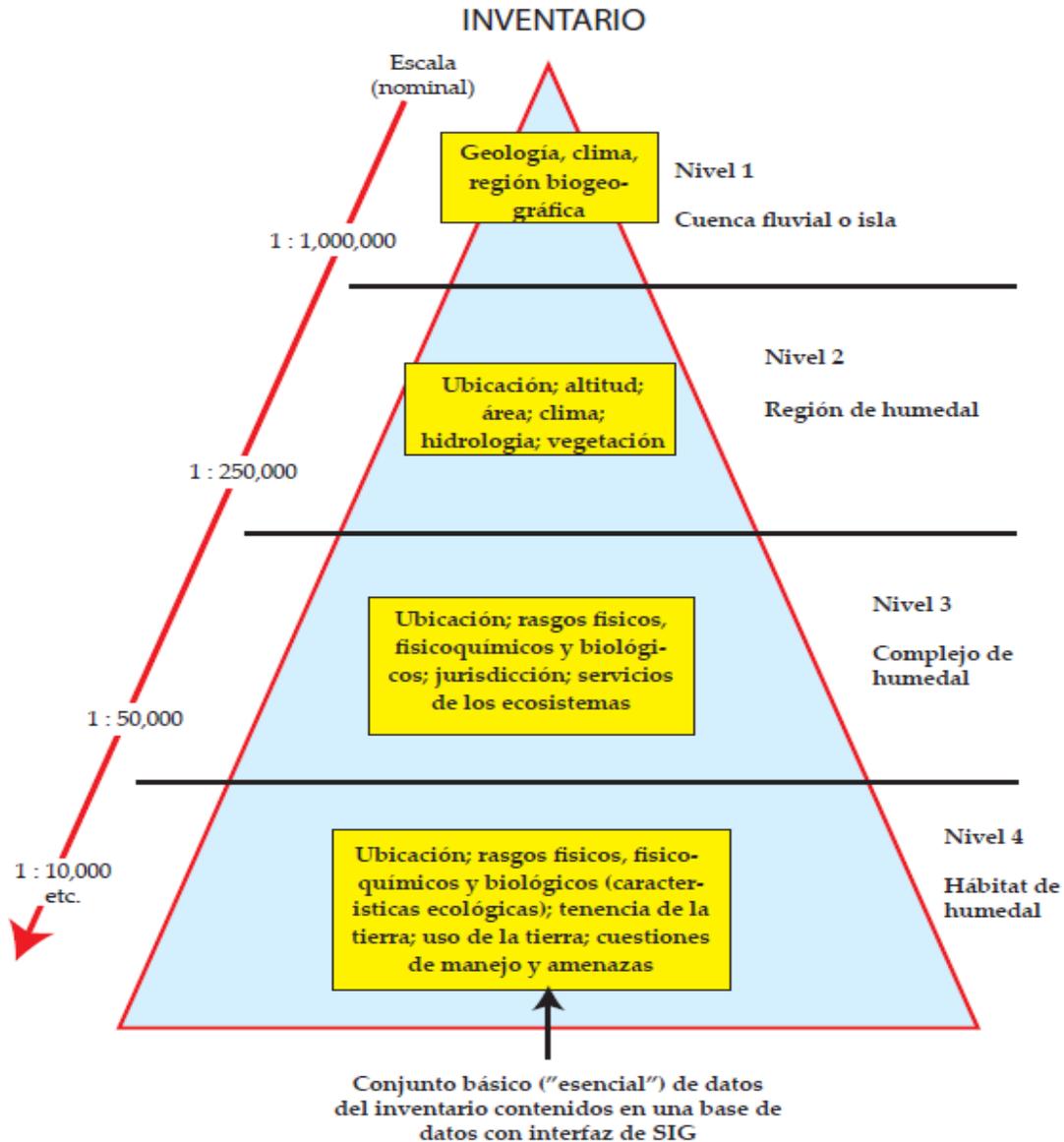
Respecto al “Monitoreo y evaluación de las aguas subterráneas”, el manual señala la importancia de mantener una vigilancia a largo plazo de las tendencias observadas en los niveles de las aguas subterráneas en sitios donde tiene lugar la explotación intensiva del recurso. Además del monitoreo del nivel freático mediante piezómetros, se recomienda el monitoreo de la vegetación de los humedales como un indicador de alerta temprana frente a extracciones excesivas a corto plazo (ej. mediante el llamado “estrés” del agua).

6.5.3.5 Manual 13: Inventario, Evaluación y Monitoreo

Este manual trata acerca de la metodología y objetivos que tiene Ramsar para realizar el inventario de humedales, su evaluación y monitoreo.

Cuando en el manual se habla de inventario se refiere a la recolección de información básica para la gestión de los humedales, incluyendo el establecimiento de una base de información para actividades de evaluación y monitoreo específicas. Se definen diferentes niveles de importancia de esta información, los cuales se pueden ver en la **Figura 11**.

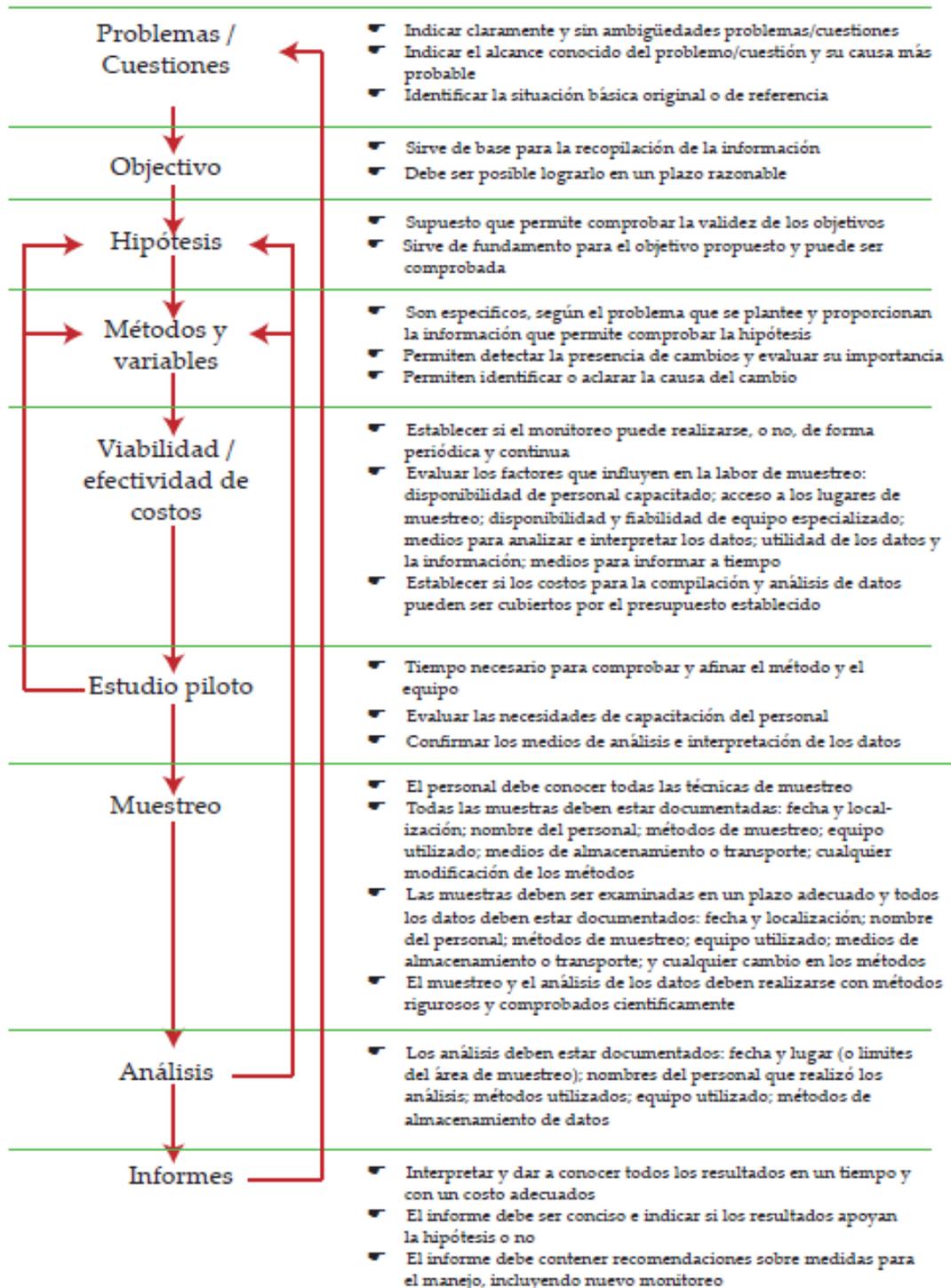
Figura 11: Enfoque jerárquico del inventario de humedales.



Fuente: Figura 2 del Manual 13 Ramsar, 4ª. Edición, 2010

Además, en el manual se propone un diagrama descriptivo para establecer un programa de monitoreo de un humedal, indicando sus etapas, lo que se debe hacer en cada una, y la relación entre ellas. El diagrama mencionado puede verse en la **Figura 12**.

Figura 12: Diagrama descriptivo para establecer un programa de monitoreo de humedal según Ramsar.



Fuente: Figura 4 del Manual 13 Ramsar, 4ª. Edición, 2010.

6.5.3.6 Manual 18: Manejo de humedales

Este manual fue elaborado a partir de varias Resoluciones y sus Anexos que reflejan las decisiones oficiales adoptadas por la Conferencia de las Partes Contractantes, y su objetivo es brindar asistencia en la aplicación de los temas acordados en la Convención Ramsar. Esto, considerando que las Partes deberán “elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio”.

En este contexto, la Convención Ramsar recomienda la evaluación de riesgo en humedales a modo de predecir y evaluar el cambio en las características ecológicas, con especial hincapié en la aplicación de técnicas de alerta temprana.

Indicadores de alerta temprana

El concepto básico de indicadores de alerta temprana es que los efectos se pueden detectar y que, de hecho, estos son precursores de impactos ambientales reales o señalan su aparición. Los indicadores de alerta temprana se pueden definir como *“las respuestas biológicas, físicas o químicas a un factor de tensión determinado, que preceden a la aparición de efectos que potencialmente pueden ser significativamente desfavorables en el sistema objeto de interés”*⁴¹.

Para que una respuesta determinada tenga potencial como indicado de alerta temprana debe:

- a) **Anticipar:** debe manifestarse a niveles de organización biológica o física tal que sirva de indicio de degradación o de alguna variedad de efecto desfavorable antes de que se registren daños ambientales de consideración;
- b) **Ser sensible:** para que pueda detectar posibles impactos importantes antes de que se registren, un indicador de alerta temprana debe ser sensible al problema en niveles bajos o en sus etapas iniciales;
- c) **Diagnosticar:** debe ser lo bastante característica de un problema como para incrementar la confianza en que es posible determinar la causa de un efecto;
- d) **Ser ampliamente aplicable:** debe predecir los posibles impactos de un amplio espectro de problemas;
- e) **Correlacionarse con efectos ambientales/pertinencia ecológica reales:** debe redundar en la conclusión de que la exposición continua al problema y por ende la manifestación continua de la respuesta dará lugar generalmente o a menudo a efectos ambientales adversos (a nivel de ecosistema) importantes;
- f) **Ser oportuna y eficaz en función de los costos:** debe aportar información con la rapidez necesaria para poner en marcha actividades de gestión antes de que se registren impactos ambientales importantes y su medición ha de ser poco onerosa y aportar al mismo tiempo el máximo de información por unidad de esfuerzo;
- g) **Ser pertinente a escala regional o nacional:** debe ser pertinente para el ecosistema objeto de evaluación;

⁴¹ Párrafo 207 del Manual 18: Manejo de humedales. Manuales Ramsar.

- h) **Ser socialmente pertinente:** debe ser a todas luces útil para los interesados y observable por ellos o prefigurar una medida socialmente pertinente;
- i) **Ser fácil de medir:** debe ser posible medirla aplicando un procedimiento estándar de probada fiabilidad con pocos errores de medición;
- j) **Ser constante en el espacio y el tiempo:** debe servir para detectar cambios pequeños y apreciar claramente que su causa estriba en alguna fuente antropogénica y no en factores naturales que forman parte del entorno natural (estos es, una relación señal/ruido baja);
- k) **Ser no destructiva:** la medición del indicador no debe ser destructiva para al ecosistema objeto de evaluación.

Para evaluar ecosistemas de humedales se han elaborado diversos indicadores de alerta temprana. Estos se dividen en tres grandes categorías:

1) Ensayos de toxicidad de respuesta rápida.

Corresponde a ensayos de biotoxicidad en laboratorio basada en las en las respuestas de la totalidad del organismo (por ejemplo, crecimiento, reproducción) con resultados rápidos. Se trata de ensayos con capacidad de predicción que pueden hacer posible adoptar medidas de gestión oportunas y flexibles (por ejemplo determinar una dilución exenta de riesgos para descargar efluentes de composición variable).

2) Ensayos de alerta temprana sobre el terreno.

Este grupo comprende una serie de técnicas que se agrupan porque se emplean para medir respuestas o patrones sobre el terreno y por ende aportan una indicación más realista de los efectos en el medio ambiente. Por contraste con los ensayos de toxicidad en laboratorio, los ensayos de alerta temprana sobre el terreno predicen y/o evalúan los efectos de los productos químicos existentes. Algunas de estas técnicas se pueden aplicar también a problemas biológicos y físicos.

Para la evaluación directa de la toxicidad se emplean ensayos para evaluar y monitorear las consecuencias de productos químicos en los ecosistemas acuáticos.

Dadas las necesidades nutricionales, su posición en la base de las redes alimentarias acuáticas y su capacidad de responder de forma rápida y previsible a un amplio espectro de agentes contaminantes, el **fitoplancton** es tal vez el más promisorio de todos los indicadores de alerta temprana de cambios en las características ecológicas de los humedales causados por productos químicos. Estos métodos son rápidos, poco onerosos y sensibles y se pueden aplicar en el laboratorio o sobre el terreno empleando algas cultivadas en el laboratorio o agrupaciones de fitoplancton naturales. Por ejemplo, los bioensayos de fraccionamiento de algas (BFA) evalúan los efectos de los agentes contaminantes en relación a parámetros funcionales (por ejemplo absorción de C14, biomasa) dentro de fracciones de distinto tamaño de una agrupación de algas naturales.

Los **marcadores biológicos** pueden definirse como indicadores bioquímicos, fisiológicos o histológicos

3) Evaluaciones rápidas.

Diversas modalidades de monitoreo uniforme, rápido y eficaz en función de los costos pueden aportar una evaluación inicial de las condiciones ecológicas de los sitios de áreas extensas. Su amplio alcance supone una capacidad potencial para identificar los lugares donde la situación es crítica y por ende para prevenir y evitar que esto ocurra en otros.

6.6 Conclusiones del capítulo

Sobre la red de monitoreo:

Los proyectos que se desarrollan en el Salar de Atacama han implementado una sólida red de monitoreo y seguimiento ambiental, con una densidad de pozos y puntos que permite levantar información de todos los sectores con impacto (potencial o efectivo).

Las variables consideradas en los planes de seguimiento comprometidas e informadas por los titulares son acordes a los estándares nacionales e internacionales en términos de parámetros y frecuencias medidas. Para responder la pregunta de si los compromisos implementados ¿son suficientes para verificar el estado del objeto de protección?, es necesario aclarar los objetivos que definen al monitoreo. El objetivo de los planes de seguimiento revisados en este documento es descartar los impactos ambientales de los proyectos que los definen. Por lo mismo, aun cuando el monitoreo que se lleva a cabo en la cuenca es acorde a las metodologías revisadas, estas medidas no necesariamente dan cuenta del estado general de los objetos de protección en la cuenca del Salar de Atacama.

En este sentido, y reiterando que los planes de seguimiento ambiental e hídricos son apropiados para evaluar los potenciales impactos de los proyectos, es recomendable establecer, o más bien fortalecer una red de monitoreo pública y participativa, que por una parte sirva de referente o punto de comparación con el monitoreo privado, y por otra defina los límites de lo que es sustentable para la cuenca.

6.6.1 Para el seguimiento biótico

A la luz de los antecedentes e informes de monitoreo revisados, se identifican algunos cambios leves en los sistemas de flora y vegetación (cambios en la riqueza de especies, homogenización de la composición, disminución de superficies de lagunas y vegetación azonal), pero es difícil identificar si corresponden a variaciones naturales, o si corresponden a un detrimento de la condición del ecosistema. Asimismo, no es posible atribuir estos cambios directamente al efecto del desarrollo de los proyectos mineros en el salar de manera exclusiva, pudiendo ser afectados también por un conjunto de otros factores externos a los proyectos mineros. En consecuencia, el conjunto de compromisos y monitoreo implementados, son suficientes para identificar algunos cambios en el ecosistema, pero no para verificar el estado del objeto de protección.

En términos del seguimiento de flora y vegetación se recomienda:

- Definir áreas de referencia o testigo para comparar el comportamiento de la flora y vegetación en el tiempo. Estas áreas deben tener similares condiciones de vegetación, sustrato y aporte hídrico. De no existir áreas de referencia adecuadas, se sugiere comparar el comportamiento de la vegetación con variaciones en períodos de tiempo previo a las intervenciones.
- Incorporar al monitoreo en terreno el registro de cubrimiento de sustrato salino, materia orgánica, rastrojo o mantillo y agua superficial, dado que estas variables asociadas al suelo tienen estrecha participación en el desarrollo de la vegetación, de acuerdo a los lineamientos de la Guía para la Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos (Ahumada et al. 2011).

- Utilizar siempre unidades de muestreo con una ubicación fija permanente. Mantener las estacas que indican su ubicación en buen estado para la identificación de las unidades de muestreo en terreno.

En cuanto a fauna, de acuerdo a los informes revisados se indican los siguientes puntos para considerar ante un eventual plan de trabajo para los próximos proyectos que se realicen en el Salar de Atacama. Cabe mencionar que ninguna de estas observaciones son indicadas en las RCAs de los proyectos revisados.

- *Evolución histórica de las variables de riqueza y abundancia:* se necesita ocupar estadísticos que permitan responder y cuantificar las variaciones que ocurren en los sistemas estudiados. Ningún documento revisado utiliza algún tipo de estadística paramétrica o no paramétrica que permitan indicar tendencias. Tampoco se establecen análisis claros de acuerdo a los rangos mínimos ni máximos a lo largo de campañas realizadas.
- *Áreas de referencia o control:* al igual que para el resto de los componentes bióticos, es necesaria la comparación con sistemas que tengan características similares. De esta forma se establecen parámetros de referencia que podrían ayudar a comparar las dinámicas de desarrollo entre sistemas “intervenidos” y “no intervenidos”.
- *Correlación con eventos climáticos:* No existe correlación alguna con las condiciones o eventos climáticos ocurridos en los sistemas estudiados. Si bien se hace alusión a estos eventos, no hay análisis de datos para contrastar si existe alguna variación producto de las fluctuaciones climáticas. Por ejemplo comparar las precipitaciones, las superficies de lagunas o la temperatura, con los valores de abundancia y riqueza observados en el Salar de Atacama. También podría tomarse en cuenta una comparación con las superficies vegetacionales u otro factor biótico presente en el Salar.
- *Extensión de las áreas de monitoreo y aumento de estaciones muestrales:* La mayoría de la fauna presente en el Salar tienen un uso de rango amplio de su hábitat en términos espaciales. Por esta razón, la evaluación de la fauna solo en los sectores de las áreas de influencia de los proyectos no es suficiente para indicar el estado de las poblaciones que residen en el Salar.
- *Homogenización de las campañas:* existe una alta variación en la temporalidad de muestreo realizadas por los titulares que hacen uso del Salar de Atacama. Es necesario homologar, estacionalmente los monitoreos durante 2 o 4 estaciones del año.

6.6.2 Para el seguimiento hídrico

En relación a los planes de seguimiento hídricos, a continuación se presentan las principales conclusiones y recomendaciones:

- 1) Desde el punto de vista de la fiscalización por parte de la Autoridad Ambiental y los Servicios con competencia ambiental, los informes presentados corresponden a un ejercicio de densa lectura producto del grueso volumen de información exhibido y de la limitada capacidad de síntesis de los mismos.
- 2) Si bien es cierto que el monitoreo ambiental sobre los recursos hídricos asociados al Salar significa el seguimiento permanente de un número no despreciable de variables, resulta necesario disponer de una herramienta computacional única, sintetizada, integradora, gráfica y concluyente respecto de la

evolución de las principales variables de estado del Salar (principalmente caudales de explotación, caudales superficiales, niveles de aguas subterráneas, superficie y niveles de lagunas), para los efectos de identificar de manera oportuna y simplificada la evolución de la disponibilidad en el corto y mediano plazo de los recursos hídricos de la correspondiente hoyra hidrográfica de la cual dependen los sistemas ambientales presentes en la Cuenca.

- 3) Sin perjuicio de lo anterior, y solo como respaldo, se recomienda de igual modo disponer de un Informe de detalle del seguimiento ambiental asociado a cada uno de los proyectos que realizan explotación intensiva de recursos hídricos desde el Salar. A este respecto, resultaría útil a este Informe describir e ilustrar suficientemente, pero de manera sintética el Modelo Conceptual que define el funcionamiento del sistema hídrico.
- 4) Sobre la frecuencia de monitoreo de algunas variables contempladas en el seguimiento ambiental, se recomienda establecer una medición continua para los niveles de aguas subterráneas (no mensual), considerando que esta variable es una de las variables claves para representar el estado del sistema hídrico. Por su parte, considerando que la fuente de perturbación del sistema hídrico corresponde a la explotación intensiva de recursos hídricos, su monitoreo debiera establecerse al menos a nivel diario (no mensual), de manera de poder establecer cuál es el régimen de explotación. Igualmente, para el caso de la posición de la cuña salina, se recomienda contemplar una frecuencia de monitoreo mensual (no trimestral), considerando que corresponde a una variable crítica de la resulta necesario conocer su evolución con un nivel más fino.
- 5) Sobre el seguimiento de niveles de aguas subterráneas, se recomienda que el monitoreo asociado a esta variable, y para cada sector, se establezca como grupos o zonas de observación asociado a las zonas de explotación, y no como puntos de monitoreo dispersos dentro de un determinado sector. Lo anterior, podría contribuir a evitar una interpretación difusa o desenfocada respecto si el comportamiento de niveles de un sector en particular está respondiendo a la variación natural del sistema hídrico o bien está respondiendo al efecto de la perturbación, contemplando por cierto el funcionamiento y operación sinérgico de todas las explotaciones existentes en el Salar. Más aún, resulta necesario realizar un proceso de filtrado de puntos de observación, en el sentido de establecer una batería precisa y representativa de puntos de monitoreo de niveles de aguas subterráneas, optimizando así el análisis de información estadística reportada por los distintos PSA respecto de aquellos puntos que estén efectivamente representado la dinámica del sistema hídrico.
- 6) Por su parte, se recomienda reevaluar la variabilidad natural de aquellas variables que definen el comportamiento de la disponibilidad de recursos del sistema hídrico, esto en su conjunto, y no de modo aislado por cada uno de los proyectos que realizan explotación intensiva de recursos hídricos. Lo anterior, podría contribuir a contar con una mayor capacidad de discriminar cuándo el sistema estaría experimentando una evolución natural y cuando estaría respondiendo a un efecto antrópico.
- 7) Igualmente, se recomienda disponer de una única herramienta de modelación numérica del sistema hídrico, a través de la cual pueda analizarse una readecuación de puntos de monitoreo, así como también, puedan evaluarse escenarios de ritmos de explotación que permitan definir umbrales o límites máximos permisibles que no generen efectos irreversibles sobre el sistema.

Cabe precisar que, la herramienta a que se refiere el numeral 2) anterior deberá ser diseñada sobre la base del diseño y los resultados emanados de la ejecución de todos los planes de seguimiento ambiental de recursos hídricos asociados a los proyectos que contemplan explotación intensiva de recursos hídricos desde el Salar, así como también nueva información que pueda generarse del diseño e implementación de la modelación numérica del sistema hídrico a que se refiere el numeral 7) anterior.

7 PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE SÍNTESIS Y PUBLICACIÓN DE REPORTES A FUTURO

7.1 Introducción al capítulo

Este capítulo forma parte del tercer hito del *Estudio para el análisis y preparación de un plan de trabajo en relación a las distintas RCA sobre el Salar de Atacama*, y tiene por objeto proponer un análisis y reporte simplificado de datos relevantes que permitan dar cuenta del estado del salar y tomar decisiones oportunas y apropiadas para salvaguardar la sustentabilidad del sistema en un escenario de explotación de salmuera y agua.

En este documento se propone un reporte simplificado de las variables más relevantes reportadas por SQM Salar, Albemarle, Escondida y Zaldívar en sus operaciones mineras que intervienen el Salar de Atacama, que podría ser publicado y presentado a las comunidades a través de una gráfica de fácil interpretación que muestra el estado de las variables en cuestión: extracción de agua y salmuera, niveles freáticos en los pozos con umbrales de activación de alerta temprana y la variación de las superficies lagunares con respecto a las superficies históricas.

7.2 Objetivos del capítulo

- Proponer una metodología de análisis y publicación de reportes a futuro, estimando esfuerzos/costos asociados.

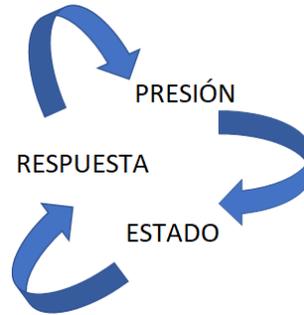
7.3 Modelo simplificado de seguimiento de presiones e impactos en el salar

Con el objeto de construir un sistema de publicación de los datos ambientales reportados por SQM Salar, Albemarle, Escondida y Zaldívar, asociados a sus actividades mineras en la cuenca del Salar de Atacama, que pueda ser mostrada a la comunidad y que entregue información relevante sobre el estado del salar, a través de gráficas de fácil interpretación, se revisaron los informes presentados por los titulares a la SMA durante el 2016.

Esta revisión consistió en la búsqueda y sistematización de las mayores **presiones** que se ejercen sobre los recursos del salar y también de las variables que dan cuenta del **estado** del salar, para las cuales se hayan establecido valores umbrales que activan acciones de **respuesta** ante la contingencia.

Con esa información se puede armar un modelo simplificado de causa-efecto que podría mostrar los impactos ambientales de la actividad minera en la cuenca.

Figura 13 Esquema presión-estado-respuesta



En el trabajo conducido en los hitos anteriores de este estudio, se identificaron todos aquellos proyectos que fueron evaluados que se encuentren vigentes y que continúen ejecutando las actividades generadoras de impacto, se puede concluir que las principales presiones sobre el sistema son:

- El bombeo de agua: como indicador de presión se considera el volumen mensual bombeado en cada pozo, expresado en metros cúbicos mensuales (m³/mes).
- La extracción de salmuera: como indicador de presión se considera el volumen mensual bombeado por cada titular, expresado en metros cúbicos mensuales.

Todos los titulares relevantes identificados⁴² tienen la obligación de reportar sus extracciones a la DGA y la SMA, en término de caudal y volumen mensual.

Dentro de estas presiones identificadas también se encuentra el bombeo de agua asociado exclusivamente al ejercicio de los derechos de agua otorgados por la DGA pero que no han formado parte de una evaluación ambiental. Este elemento, si bien no forma parte de las gráficas que se presentan más adelante, debe ser considerado al analizar el sistema hídrico de la cuenca.

Las variables de estado se refieren a la condición del medio ambiente que resulta de las presiones identificadas, y el deterioro que en ellos generan las diferentes actividades humanas (Pandía, 2016). En el caso particular de la cuenca en estudio, se recogen indicadores de estado del medio ambiente que hayan sido considerados en las evaluaciones ambientales.

Los criterios para seleccionar las variables de estado más relevantes son:

- Su seguimiento se realice por todos los titulares bajo metodologías homologables: este criterio permite contrastar entre los resultados reportados por los distintos titulares, lo que es relevante para minimizar sesgos e incertidumbres asociadas a las mediciones realizadas
- Al menos uno de los titulares haya definido umbrales o límites de no afectación sobre la variable: esta condición se define dado que los umbrales, que se establecen como un límite aceptable, implican o gatillan la necesidad de respuestas que deben ser conducidas bien por los titulares o bien por los servicios públicos encargados de la fiscalización de los compromisos técnico ambientales.

Así, los indicadores de estado que son levantados en este documento corresponden a:

- Niveles freáticos en los puntos con umbrales definidos
- Superficies lagunares

⁴² Dentro de los titulares relevantes están Albemarle Lithium (Rockwood) y SQM Salar SA, que explotan salmuera y agua, mientras que Minera Escondida Limitada y Minera Zaldívar extraen agua.

Se descartó incorporar el seguimiento biótico como variables de estado en este análisis, debido a que la complejidad propia de los componentes requiere de la integración de todas las variables monitoreadas para explicar el estado del objeto de protección.

7.4 Documentos incluidos en esta revisión

SQM Salar SA:

- OCTAVO INFORME DE EXTRACCION ANUAL DE SALMUERA DE LAS OPERACIONES EN EL SALAR DE ATACAMA. EIA “CAMBIOS Y MEJORAS DE LA OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA”. Marzo 2016.
- INFORME Nº 19 DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA. “INFORME DE MONITOREO SEMESTRAL ACTUALIZADO A JUNIO 2016”
- INFORME Nº 18 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 2015”

Albemarle

- “Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) Proyecto: Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama (RCA RE N°21/2016)” Informe Anual N°1
- Plan de Manejo Biótico Proyecto: “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama (RCA RE N°21/2016)” Rockwood Lithium. Monitoreo Invierno 2016 – Verano 2017 Informe Anual N°1

Minera Escondida

- Informe “Plan de Alerta Temprana para el Acuífero Monturaqui-Negrillar-Tilopozo” Minera Escondida Ltda. Periodo 01 enero al 31 de diciembre de 2016

7.5 Propuesta para la integración y publicación de los reportes

Se tabularon y graficaron los datos reportados revisados por el consultor. Es importante destacar que debido a las distintas fuentes recibidas, que dan cuenta de distintas periodos de ejecución y aprobación ambiental, no fue factible la reconstrucción del panorama completo para un año, por lo que las fechas representadas varían en función de la temática y el titular. La continuación de este ejercicio en el futuro permitirá completar los vacíos y aportará al seguimiento integrado de la cuenca.

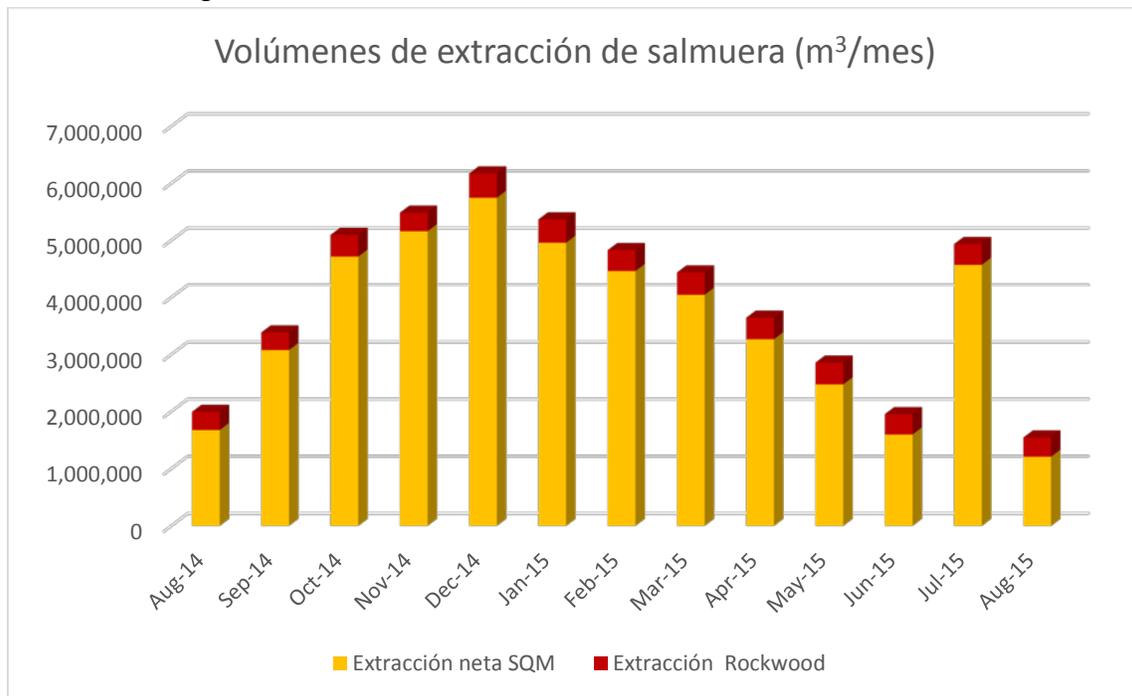
Adjunto en el Anexo 3 “Planillas ejecutables”, se entregan al Comité de Minería No Metálica las planillas de cálculo ejecutables que contienen los datos, para que anualmente puedan ser actualizados, en la medida en que los titulares entreguen sus reportes.

7.5.1 Extracciones

7.5.1.1 Salmuera

La siguiente gráfica presenta los volúmenes mensuales de salmuera bombeados en el salar de Atacama, por SQM y Albemarle.

Figura 14. Volúmenes de extracción de salmuera en el Salar de Atacama



La **Tabla 28** muestra los volúmenes de salmuera neta bombeados por los titulares, para el periodo comprendido entre agosto del 2014 y agosto del 2015. El bombeo de SQM aplica la fórmula operacional declarada en su RCA, que considera la reinyección directa y bitterns.

Tabla 28. Caudales de salmuera bombeados, periodo agosto 2014-2015

Mes	Caudal de salmuera bombeado (m³)	
	SQM	Albemarle
Ago-14 ⁴³	1.676.835	-
Sep-14	3.078.017	308.517
Oct-14	4.717.173	381.185
Nov-14	5.160.752	325.338
Dic-14	5.747.884	426.431

⁴³ El Reporte de SQM fracciona el reporte en la quincena de agosto, mientras que Albemarle reporta mensual completo, por lo que para dar cuenta del año total sin sobrestimar, se excluye el mes de agosto de 2014 para Albemarle.

Ene-15	4.960.025	407.889
Feb-15	4.463.071	367.071
Mar-15	4.046.895	391.468
Abr-15	3.267.920	377.127
May-15	2.475.964	382.743
Jun-15	1.596.906	357.740
Jul-15	4.572.759	363.436
Ago-15	1.210.442	335.113
Total	46.974.643	4.424.058

Para el periodo comprendido, la suma de la salmuera bombeada alcanza un total de 51.398.701 m³. A modo de referencia, se indica que el embalse Conchi (en la provincia del Loa) tiene una capacidad de almacenamiento de 22.000.000 m³, y el mayor de la zona norte, el embalse la Paloma, tiene una capacidad de 750.000.000 m³.

7.5.1.2 Agua

La siguiente gráfica presenta los caudales medios mensuales de agua bombeados en el salar de Atacama, por Minera Escondida, Zaldívar, SQM y Albemarle. Para complementar la gráfica, se muestra en la **Tabla 29** los valores reportados por titular.

La tabla incluye una comparación porcentual de la participación de cada uno sobre el total de los derechos asignados en la cuenca. Como se mostró en el primer informe de este trabajo, los derechos totales asignados en la cuenca son del orden de 8.492 l/s, de los cuales 5088,4 l/s son de régimen subterráneo y 3314,5 l/s de régimen superficial.

Figura 15. Caudal medio de agua bombeado, periodo enero 2015-junio 2016

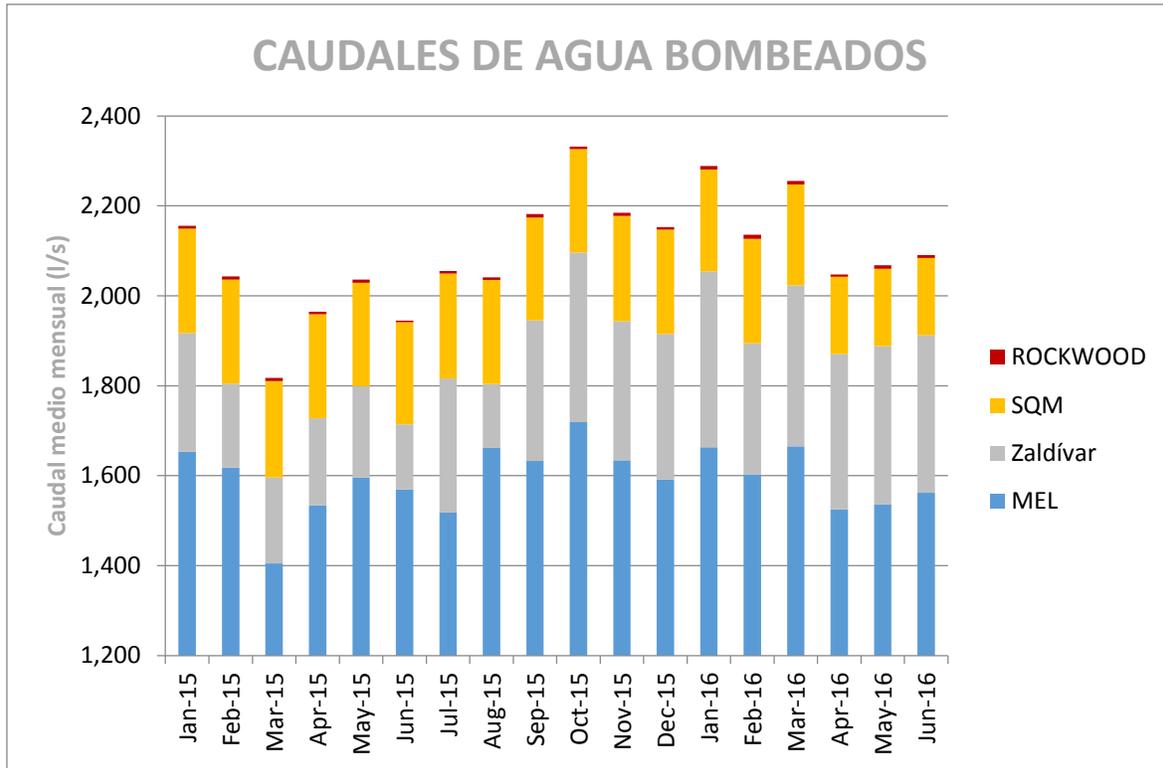


Tabla 29. Caudal medio de agua bombeado, periodo enero 2015-junio 2016

Fecha	Escondida		Zaldívar		SQM		Albemarle		Caudal agregado de los 4 titulares
	l/s	%	l/s	%	l/s	%	l/s	%	l/s
ene-15	1.653	19,5	264,4	3,12	231,53	2,74	6,7	0,09	2155,65
feb-15	1.618	19,1	186,9	2,21	231,14	2,73	7,4	0,06	2043,45
mar-15	1.405	16,6	191,1	2,26	214,03	2,53	7,3	0,08	1817,43
abr-15	1.534	18,13	193,5	2,29	231,41	2,73	5,5	0,05	1964,42
may-15	1.596	18,86	202,8	2,40	230,52	2,72	6,7	0,07	2036,03
jun-15	1.569	18,54	144,8	1,71	227,28	2,69	3,9	0,07	1945,00
jul-15	1.518	17,94	297,9	3,52	233,56	2,76	5,9	0,10	2055,33
ago-15	1.662	19,64	141,9	1,68	231,81	2,74	5,6	0,07	2041,32
sept-15	1.633	19,30	312,7	3,70	228,10	2,70	8,1	0,09	2181,92
oct-15	1.719	20,31	377,2	4,46	229,94	2,72	5,8	0,06	2331,99
nov-15	1.634	19,31	309,5	3,66	233,85	2,76	7,5	0,10	2184,82
dic-15	1.592	18,81	322,8	3,81	232,48	2,75	5,3	0,11	2152,62
ene-16	1.663	19,65	391,8	4,63	226,02	2,67	8,1	0,10	2288,92
feb-16	1.603	18,94	291,6	3,45	232,01	2,74	9,1	0,06	2135,76
mar-16	1.665	19,67	358,1	4,23	224,33	2,65	8,2	0,09	2255,62

Fecha	Escondida		Zaldívar		SQM		Albemarle		Caudal agregado de los 4 titulares
	l/s	%	l/s	%	l/s	%	l/s	%	l/s
abr-16	1.525	18,02	345,8	4,09	171,46	2,03	4,9	0,07	2047,19
may-16	1.536	18,15	352,5	4,17	171,83	2,03	7,6	0,09	2067,92
jun-16	1.562	18,46	350,0	4,14	172,07	2,03	6,3	0,09	2090,36

El volumen total de agua bombeada por los cuatro titulares durante el periodo julio 2015-junio2016 se calculó multiplicando el caudal medio por los segundos que tiene un año. El resultado es de 67.904.772 m³. Volviendo al ejemplo del Embalse Conchi, este podría ser llenado tres veces en un año con el agua utilizada por las mineras en cuestión en la cuenca.

7.5.2 Niveles

Las siguientes gráficas presentan los niveles freáticos medidos en el salar de Atacama, Minera Escondida, Zaldívar, SQM y Albemarle, en todos aquellos pozos en los que se han definido umbrales de activación de los planes de alerta temprana definidos en las RCAs y PATs.

Los gráficos elaborados en base a los valores reportados no incorporan niveles umbrales, dado que en las RCAs y PAT que condicionan sus actividades no quedan definidos de manera explícita (ver mayor detalle en la sección 3.5 de este informe) . Además, es posible que estos valores puedan haber sido objeto de revisiones por parte de la autoridad, particularmente aquellas autorizaciones más antiguas, por lo que es necesario aclarar su definición con la Superintendencia del Medio Ambiente y la Dirección General de Aguas.

En el caso específico de SQM, actualmente está en curso un proceso sancionatorio liderado por la SMA (ver Reporte del Hito 1) que destaca como falta gravísima la modificación unilateral de los valores reportados. Adicionalmente, el sistema de referencia de coordenadas en las cuales reporta cambió de PSAD 56 a WGS 84, de manera que los nuevos datos deben ser validados por los organismos fiscalizadores (DGA, SMA) para poder ser analizados correctamente.

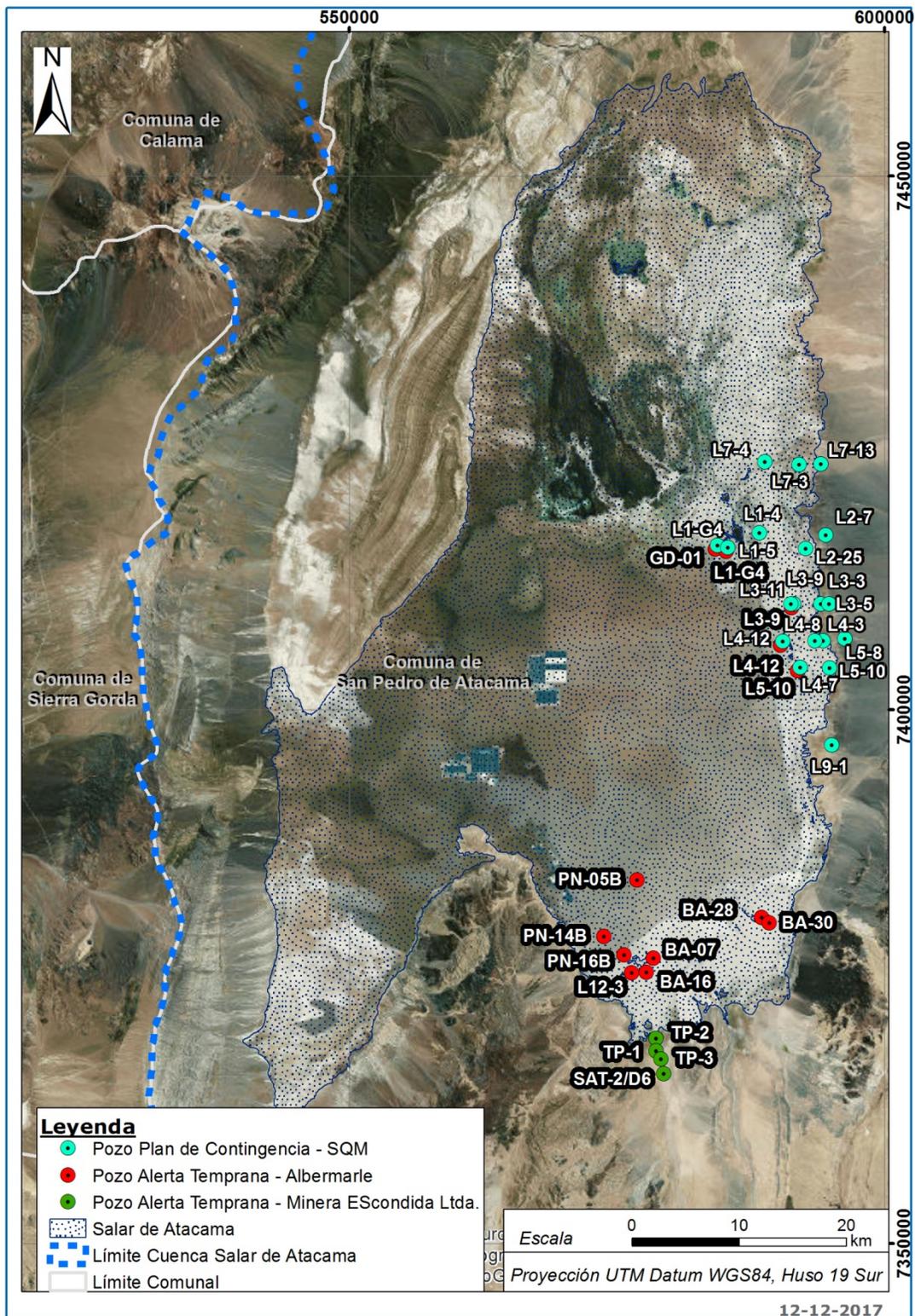
Albemarle cuenta con una RCA aprobada en enero 2016 y que en su reporte establece claramente los valores umbrales aplicables a cada punto para el periodo informado. En este caso, las gráficas sí incluyen la línea umbral que se inicia al momento de la publicación de la RCA 021/16.

Los pozos graficados se sintetizan en la siguiente tabla. En Anexo 1 “Figuras” del Informe Consolidado se presenta el plano de Planes de Monitoreo Hídrico en el Salar de Atacama, donde se señalan los pozos de alerta temprana comprometidos por RCA. Adicionalmente, las gráficas serán incluidas por el consultor en el geodatabase que está desarrollando como actividad complementaria a esta licitación.

Tabla 30. Pozos con umbrales de activación de Planes de Alerta Temprana definidos en RCAs y PATs en el Salar de Atacama

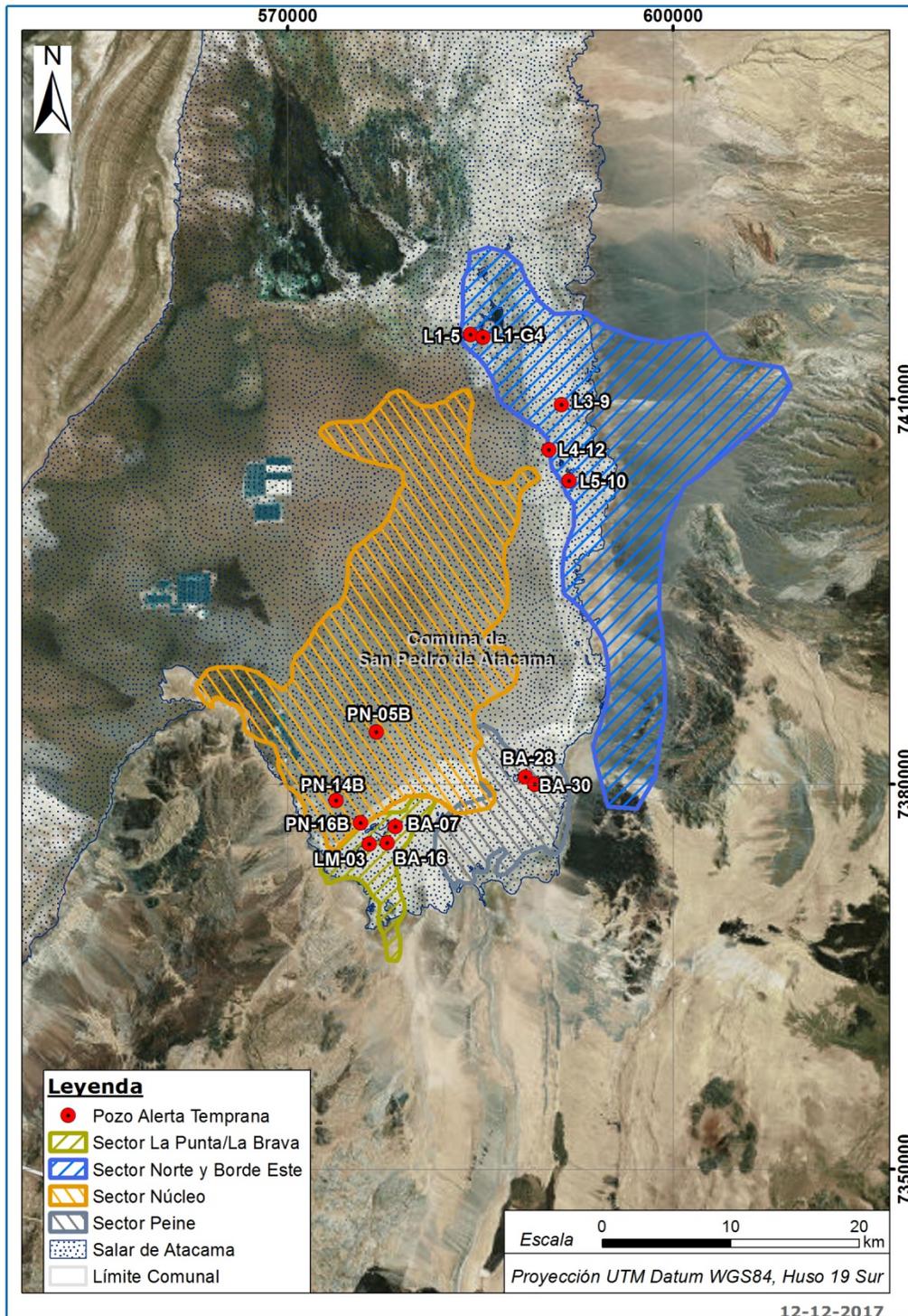
Titular	Sector	Pozos	Comentario
Albermarle	Alerta núcleo	PN-05B PN-08A PN-14B PN-16-B	En la RCA los umbrales están definidos para año de explotación. Los umbrales graficados corresponden a los reportados por el titular para el periodo.
	Alerta acuífero	BA-05, BA-07, BA-16, BA-28 y BA-30.	El proyecto no prevé efectos sobre este sistema. Los umbrales son valores fijos.
	Alerta norte	L1-G4 Pozo L1-5 L3-9 L4-12 L5-10	Los pozos definidos como de alerta temprana para este sector no son gestionados por Albermarle, sino que conforman la red de SQM, lo que fue establecido en la RCA 21/2016. Por ello, si bien se hace referencia a los pozos como indicadores de alerta en el sector Alerta Norte, no se grafican en esta sección.
SQM Salar	Soncor	L1-4, L1-5, L7-4 y Reglilla L1-G4.	
	Lacustre de aguas de Quelana	L3-5, L3-9, L4-12 L5-8 L5-10	
	Vegetación borde este	Zona de vegetación hidromorfa L7-3, L2-4 y L3-5 L1-17 Zona de vegetación Brea-Atriplex	Se reportan pozos no comprometidos por RCA y, por otra parte, se omiten pozos comprometidos. Mayores detalles en Tabla 31 de este documento y en Capítulo 4.
Escondida y Zaldívar	Tilopozo		Los titulares se incluyen en la misma sección dado que los valores medidos se reportan en el mismo informe.

Figura 16. Pozos con umbrales de activación de Planes de Alerta Temprana definidos en RCAs y PATs en el Salar de Atacama



7.5.2.1 Albemarle

Figura 17. Pozos con umbrales de activación de Planes de Alerta Temprana, Albemarle



i. Sector Alerta Núcleo

Corresponde al área ubicada entre la explotación del titular y los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava. En este sector se prevén descensos del nivel freático en la salmuera, los que han sido identificados por el modelo numérico MODFLOW pero que no alcanzan a causar efectos al otro lado de la interfase. Por lo tanto, los indicadores de estado en este sector son los niveles freáticos en la salmuera. Se contemplan 4 puntos de activación, con diferentes umbrales para cada año según los descensos previstos, y con distintas medidas de acción, entre ellas, el cierre progresivo de la extracción de salmuera.

Figura 18. Evolución de niveles en Pozo PN-05B

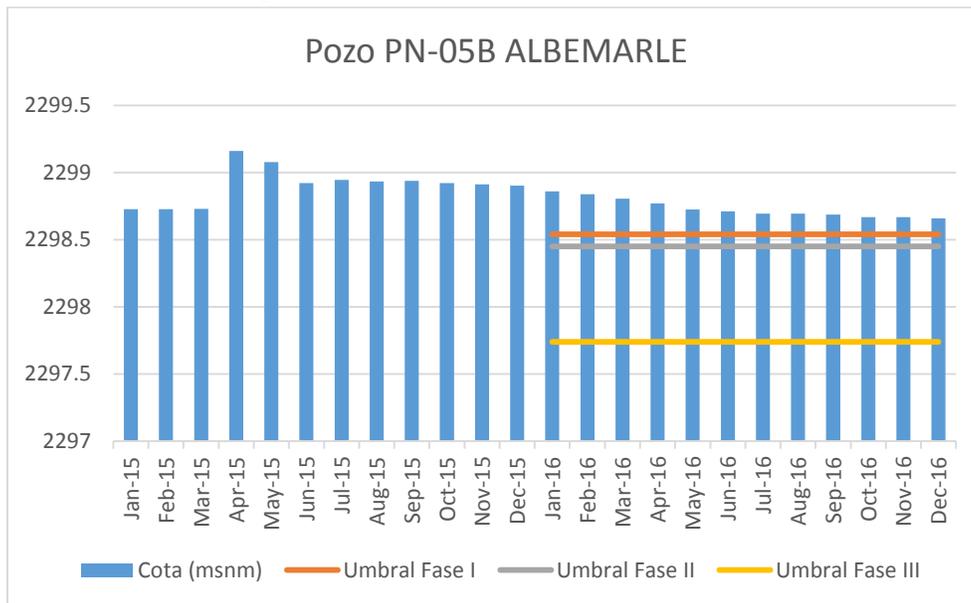


Figura 19. Evolución de niveles en Pozo PN-08A

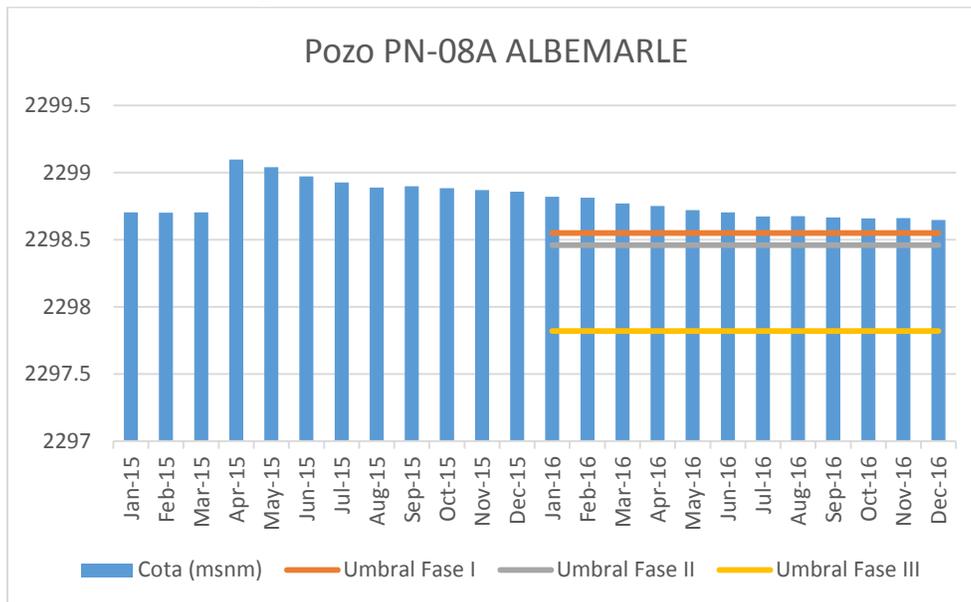


Figura 20. Evolución de niveles en Pozo PN-14B

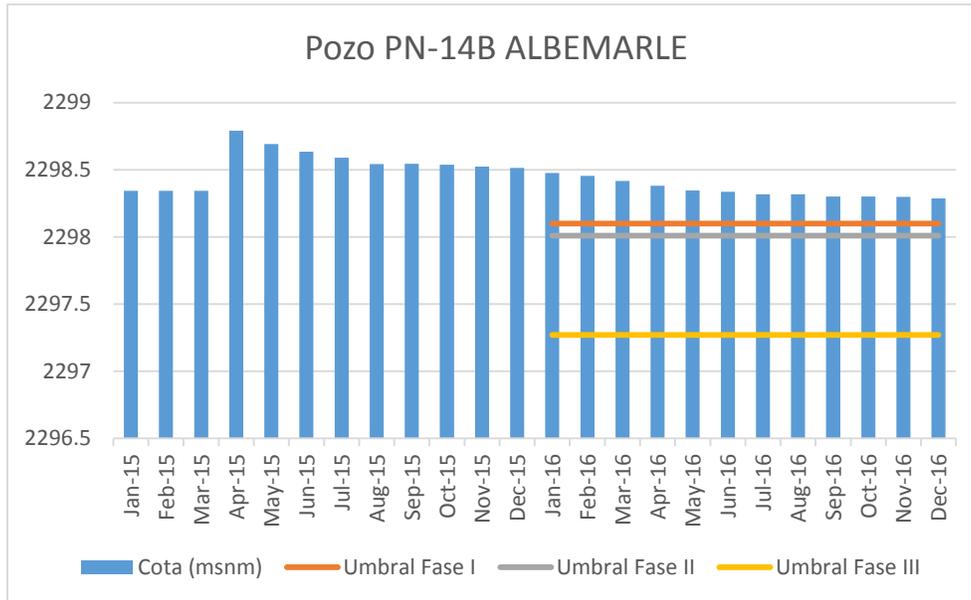
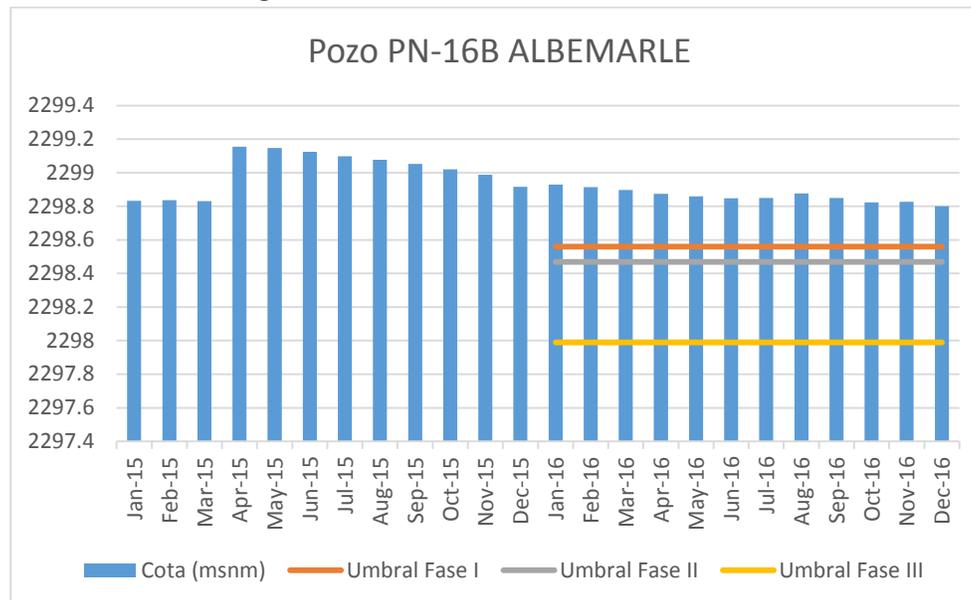


Figura 21. Evolución de niveles en Pozo PN-16B



ii. **Sector Alerta acuífero**

Corresponde al acuífero de agua dulce-salobre alrededor de los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava, más cercanos al proyecto de Rockwood. Los indicadores de estado son los niveles piezométricos del acuífero y, dado que no se contemplan descensos de nivel en esta área, los 5 puntos de activación definidos consideran un umbral fijo para cada punto a lo largo de todo el proyecto. Las medidas propuestas

apuntan a generar mayor cantidad de información y a entender el origen de las desviaciones y poner en alerta al Plan de Manejo Biótico.

Figura 22. Evolución de niveles en Pozo BA-05

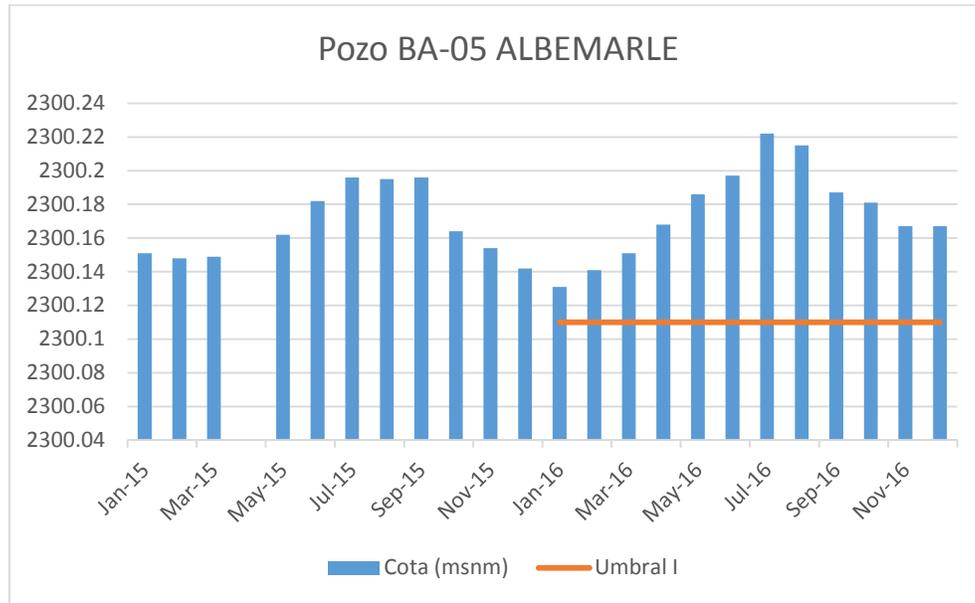


Figura 23. Evolución de niveles en Pozo BA-07

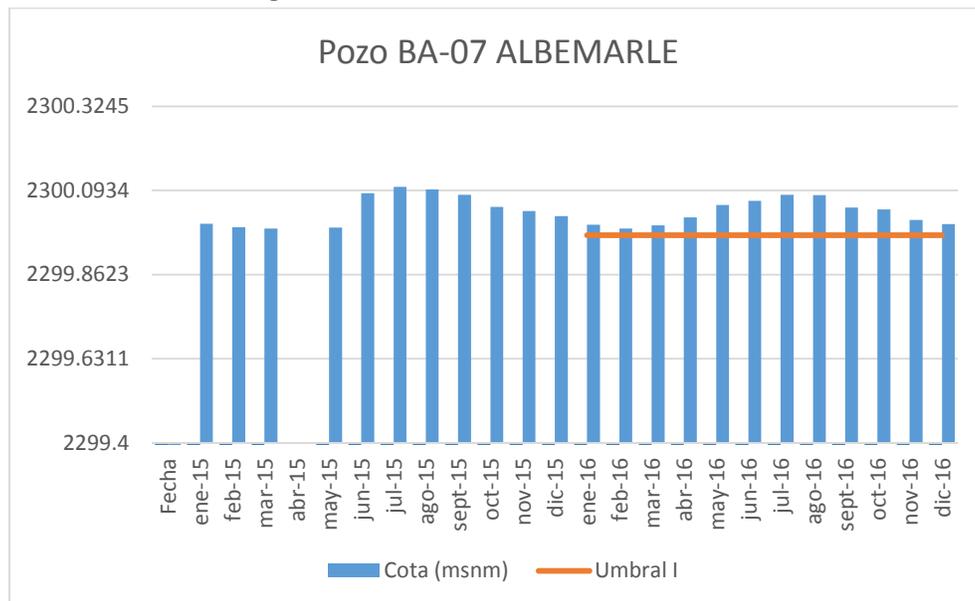


Figura 24. Evolución de niveles en Pozo BA-16

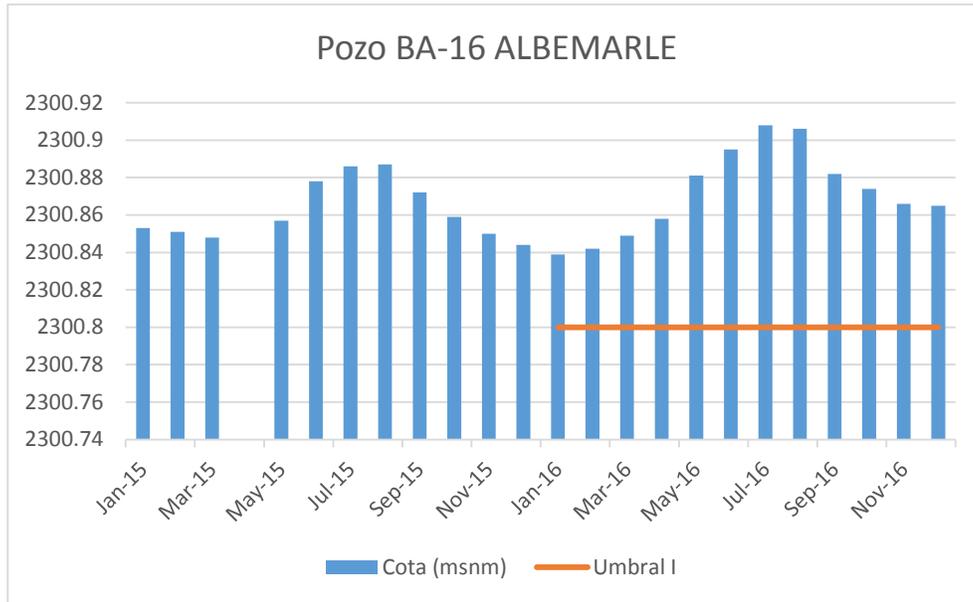


Figura 25. Evolución de niveles en Pozo BA-28

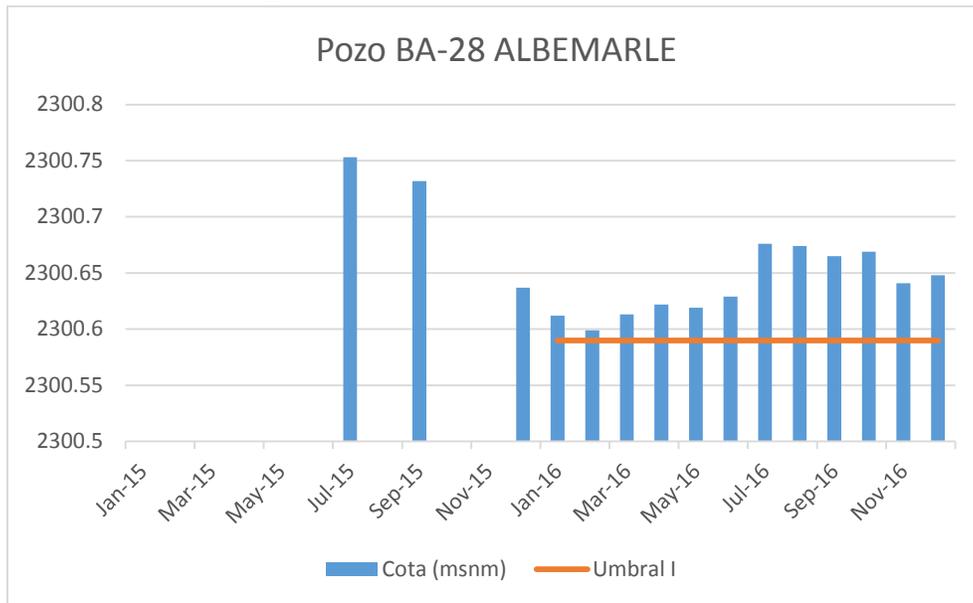
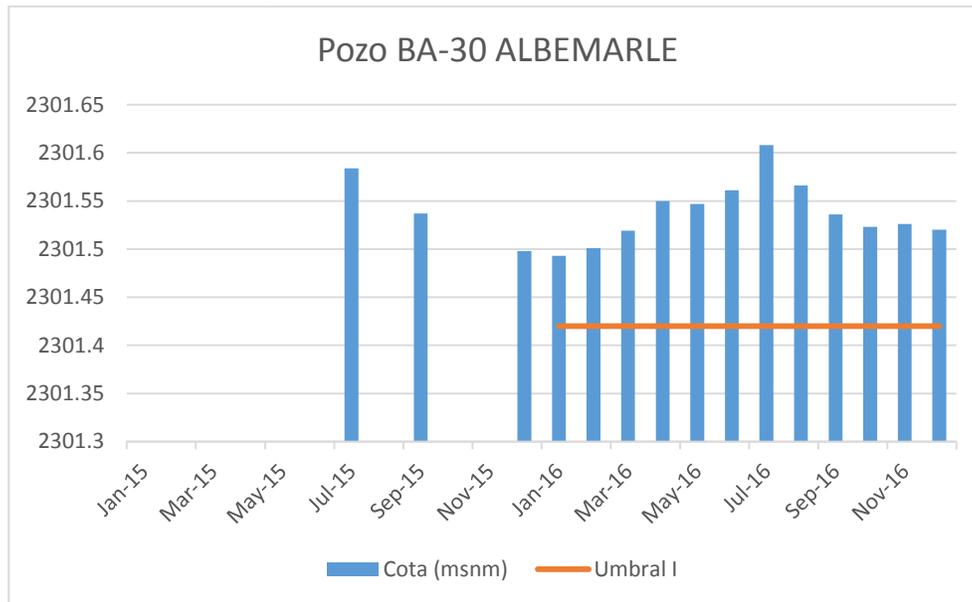


Figura 26. Evolución de niveles en Pozo BA-30



iii. Sector de Alerta Norte:

Corresponde al sector del núcleo del Salar frente los sistemas lagunares de Soncor y Aguas de Quelana, y dónde SQM tiene 5 puntos de activación en su Plan de Alerta Temprana, que consideran los niveles de salmuera como indicadores de estado. Dado que el proyecto Rockwood no prevé descensos adicionales en este sector, el titular tomará en cuenta los umbrales y puntos de activación de SQM, para implementar medidas que contemplan una reducción precautoria del caudal de extracción del proyecto, y la evaluación del origen de los mayores descensos para posteriormente reducir el caudal del proyecto en el porcentaje de responsabilidad que se determine en una evaluación del efecto sinérgico en la cuenca. Estos pozos, que se informan en la siguiente sección, son:

- L1-5
- L1-G4 Pozo
- L3-9
- L4-12
- L5-10

iv. Análisis general de los pozos reportados por Albermarle

Aun cuando los pozos reportados cuentan con datos anteriores, la RCA 021/16 es la que establece los umbrales de activación del plan de alerta temprana desde su vigencia, es decir desde enero de 2016. En el periodo ninguno de los pozos reportados ha sobrepasado los umbrales definidos, por lo que se concluye que el proyecto está conforme con lo establecido en la RCA y no ha generado impactos sobre los objetos de protección.

7.5.2.2 SQM Salar

Como se ha indicado, SQM Salar modificó su datum de referencia, trasladando el sistema de coordenadas desde el PSAD 56 al WGS84. Así, y dado que esta transformación implica un cambio en las coordenadas en todas sus expresiones (x, y, z), puede haber repercutido en la variación de los umbrales reportados.

Se reconoce que existe un proceso sancionatorio conducido por la SMA en relación a este tema, por lo que se asume que los umbrales reportados podrían estar alterados, tal que en esta sección se prescinde de incluir los umbrales en las gráficas. Para subsanar esta brecha, se recomienda conversar con la Superintendencia de Medio Ambiente y solicitarle las definiciones últimas, que podrán ser incorporadas en las actualizaciones de este reporte.

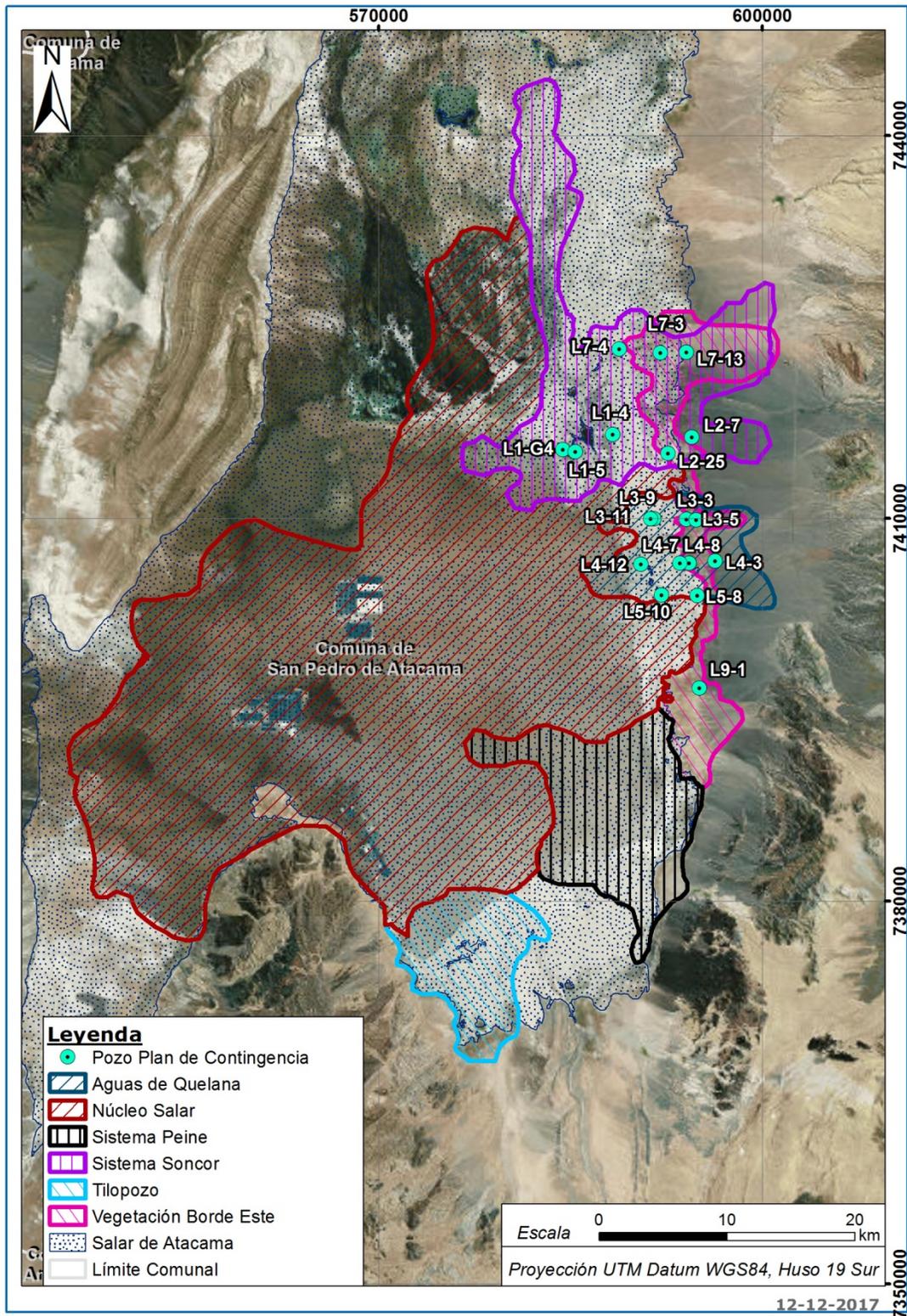
La **Tabla 31** compara los pozos incluidos en los reportes con los comprometidos por RCA, indicando si en la zona se incluyen pozos adicionales a los comprometidos y si es que existen otros que hayan sido omitidos.

La **Figura 27** muestra los pozos asociados a umbrales de activación de Planes de Alerta Temprana.

Tabla 31. Pozos comprometidos por RCA y pozos Reportados por SQM Salar

Sector	Pozos comprometidos en RCA 226	Pozos adicionales	Pozos omitidos
Soncor	Pozos L1-5, L1-4, L7-4 y la reglilla L1-G4.	-	-
Sistema Lacustre Aguas de Quelana	Pozos L3-9, L4-12, L5-10, L3-5; L4-8; LS-8 (potencial efecto desde el Borde Este)	-	-
Vegetación Borde Este, Vegetación Hidromorfa	L7-3, L2-4 y L3-5	L1-17	-
Vegetación Borde Este, vegetación Brea-Atriplex conectada con el acuífero	L7-6, L2-7, L3-3, L4-7 y L9-1	L7-14; L1-3; L2-25; L4-17; L9-2	L7-6; L2-7; L4-7; L9-1
Vegetación Borde Este, Alerta Temprana	L7-13, L2-25, L3-11 y L4-3.	L2-26; L3-15. El punto L9-1 se reporta en la zona de alerta temprana, originalmente se consideró en zona de vegetación de Brea Atriplex	L2-25, L3-11 y L3-11

Figura 27. Pozos con umbrales de activación de Planes de Alerta Temprana, SQM



i. Sistema Soncor

La activación del PC en el sistema lacustre Soncor se basa en el anillo externo conformado por pozos y reglillas de observación. El anillo externo representa una zona de alerta temprana que está compuesta por pozos de observación con información histórica que son utilizados para activar las Fases I y II del PC.

Los indicadores de estado de este sistema son los pozos L1-5, L1-4, L7-4 y la reglilla L1-G4. Los pozos L1-5, L1-4 y la reglilla L1-G4 alertarán frente a una potencial afección de la laguna Barros Negros, mientras que el pozo L7-4 alerta frente a un potencial riesgo en la laguna Puilar.

Figura 28. Evolución de niveles en Pozo L1-4

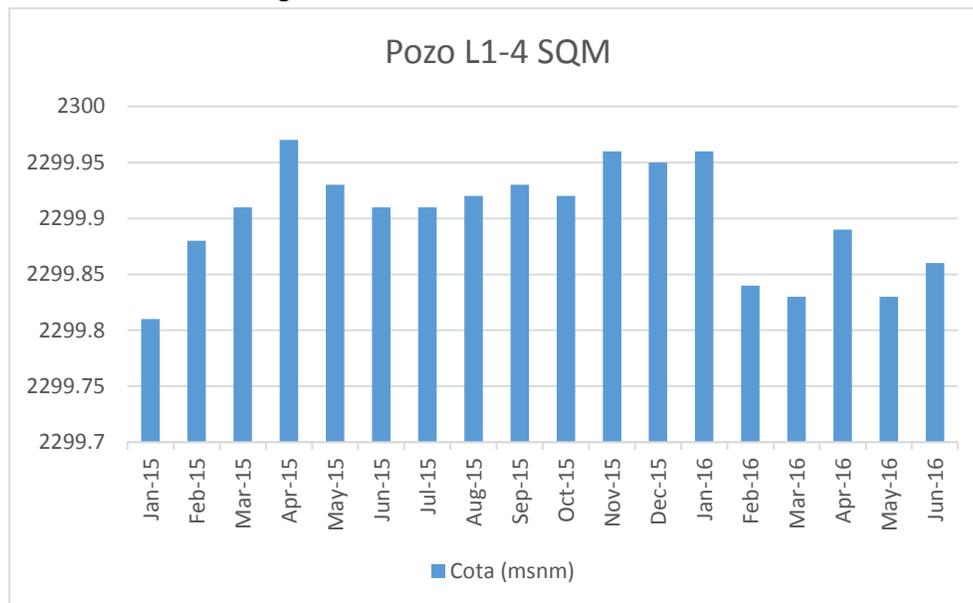


Figura 29. Evolución de niveles en Pozo L1-5

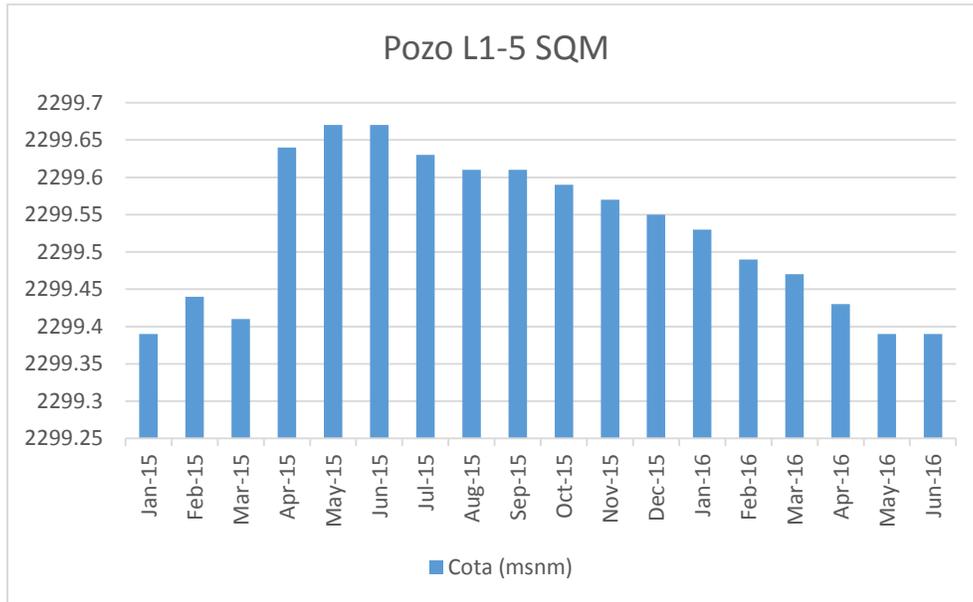


Figura 30. Evolución de niveles en Pozo L7-4

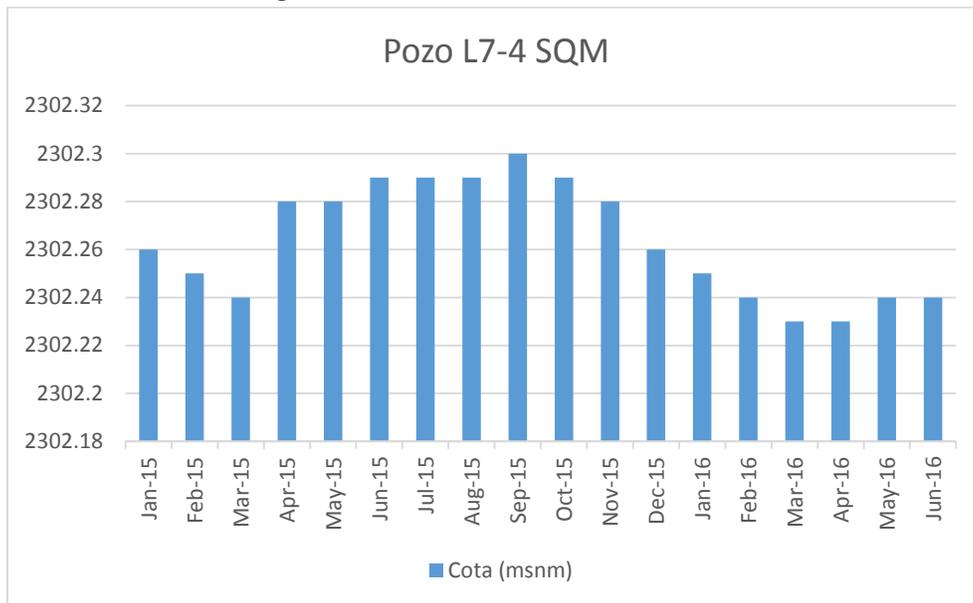
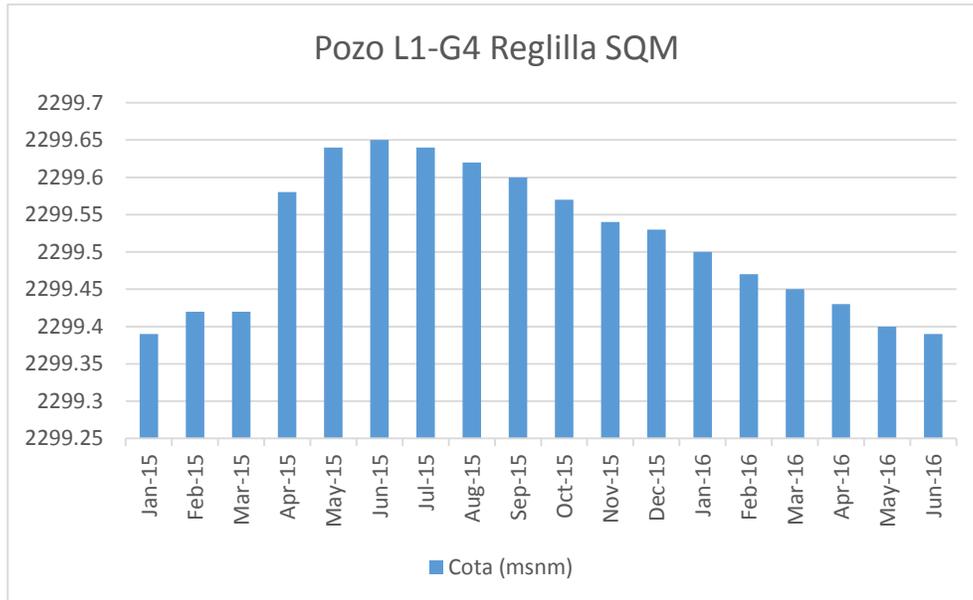


Figura 31. Evolución de niveles en Pozo Pozo L1-G4 Reglilla



ii. Sistema Lacustre de Aguas de Quelana

Los piezómetros se emplazan aguas arriba (costado este) y aguas abajo (costado oeste) de los cuerpos lacustres. Los pozos ubicados al oeste alertarán frente a una potencial afección producto del bombeo de salmuera, mientras que los pozos ubicados al este lo harán frente a una potencial afección del bombeo de agua dulce.

Los umbrales de activación fueron definidos en función del comportamiento observado en tres pozos ubicados en este sector del acuífero del Borde Este (L5-3, L3-3 y L2-4). Los umbrales se definieron para asegurar que el nivel del acuífero, en este sector, oscile dentro de su variación estacional natural y se expresó en términos de los descensos máximos esperados de acuerdo al mes en que se inicie el monitoreo en cada uno de los pozos, sin embargo, por las razones ya esgrimidas, no se grafican.

Figura 32. Evolución de niveles en Pozo L3-5

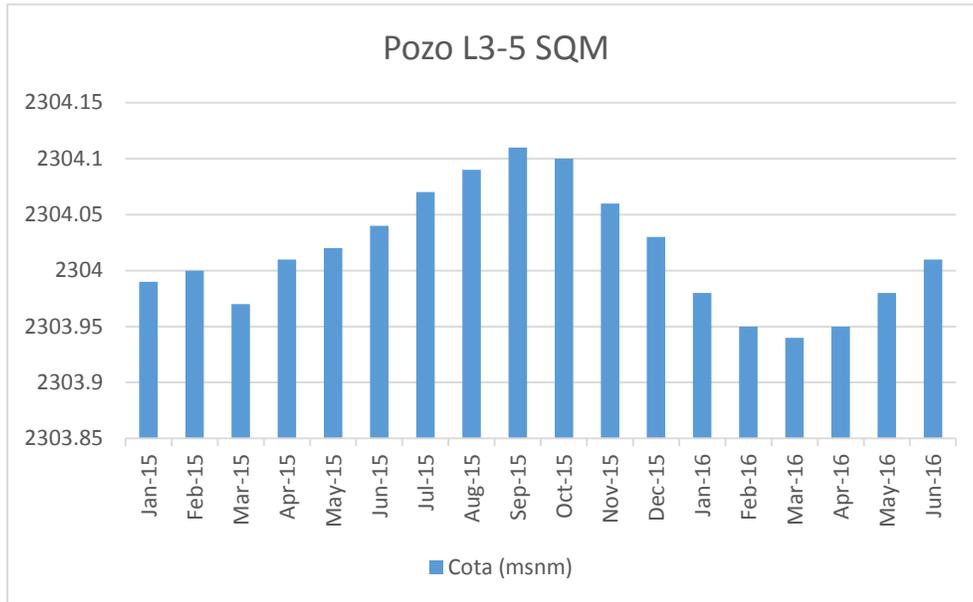


Figura 33. Evolución de niveles en Pozo L3-9

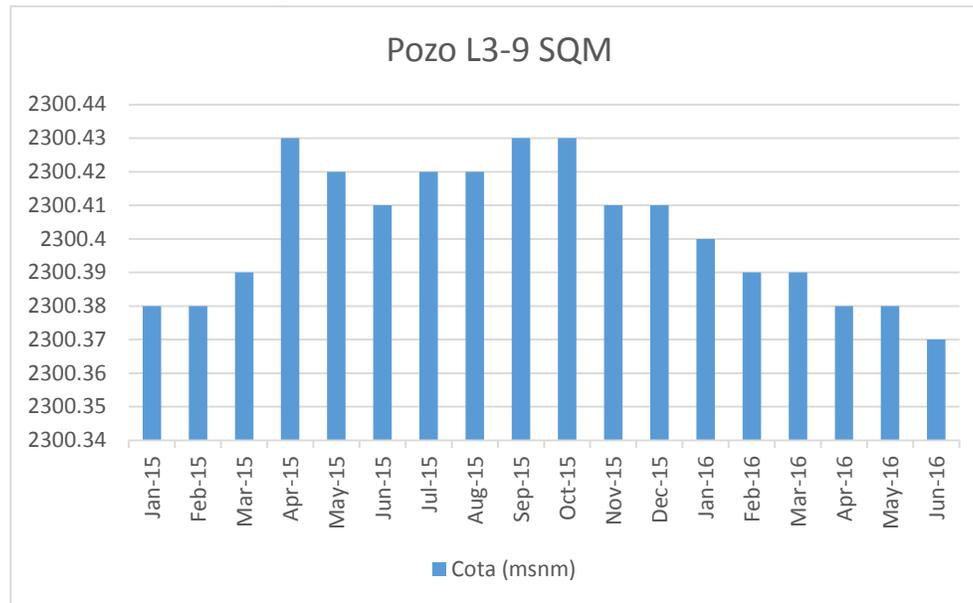


Figura 34. Evolución de niveles en Pozo L4-8

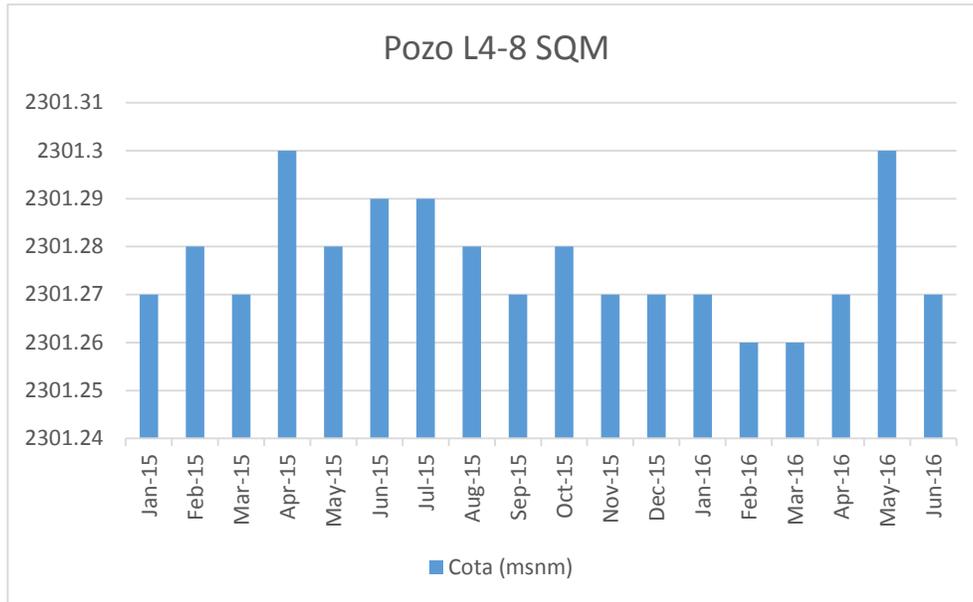


Figura 35. Evolución de niveles en Pozo L4-12

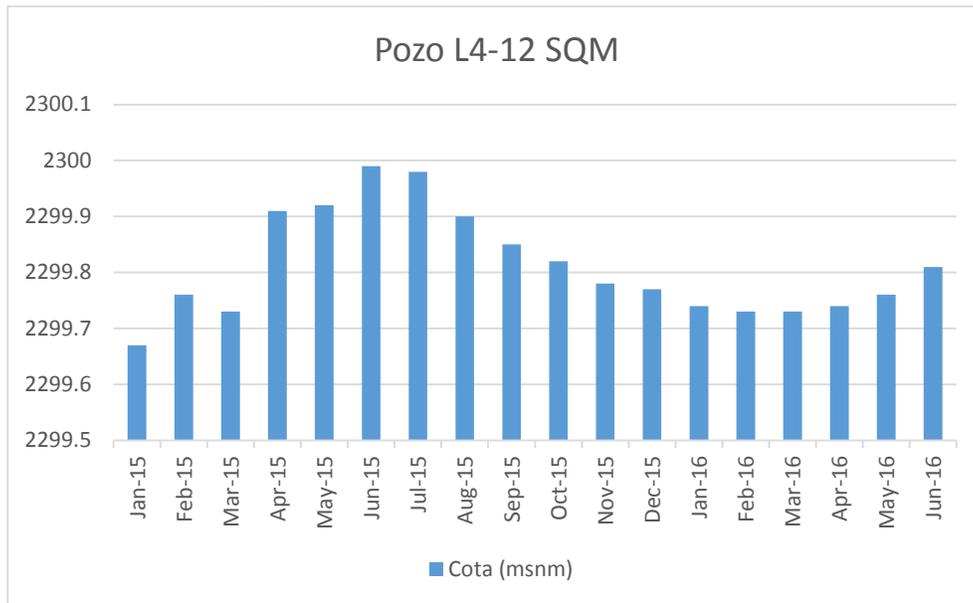


Figura 36. Evolución de niveles en Pozo L5-8

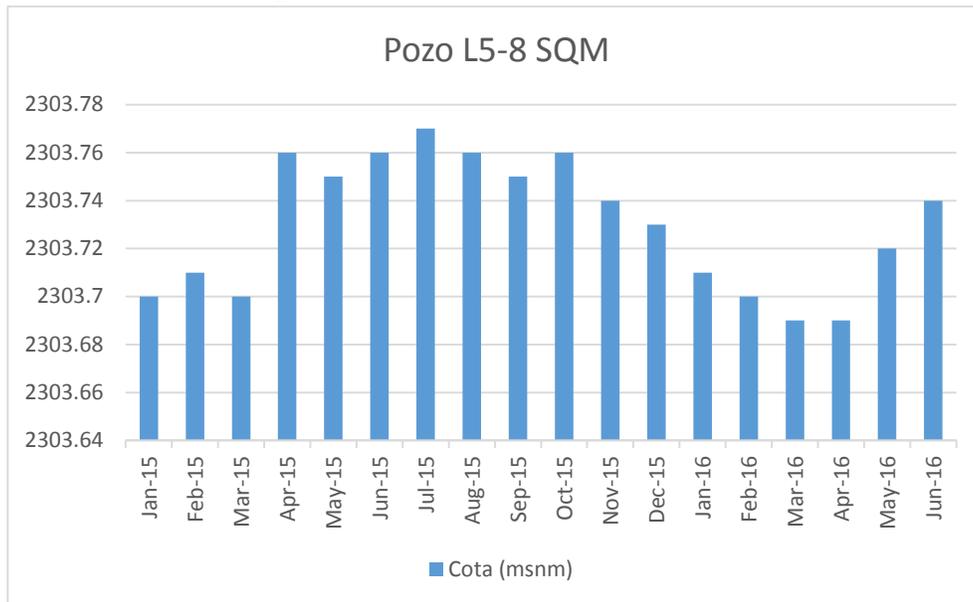
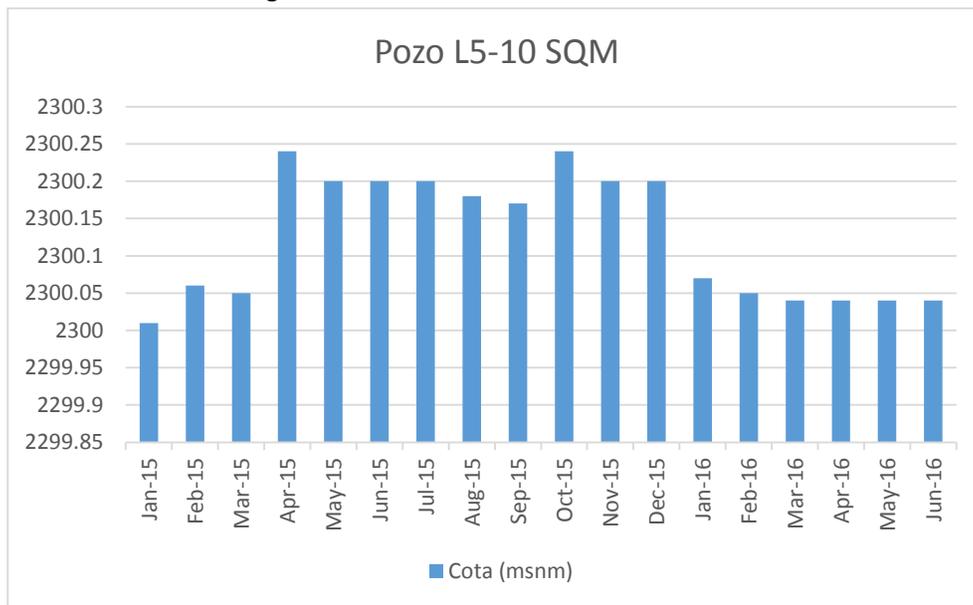


Figura 37. Evolución de niveles en Pozo L5-10



iii. Sistema Vegetación del Borde Este

El estado del acuífero en el sector se verifica en pozos de observación alineados a lo largo de cinco perfiles de pozos que bajan desde el límite oriental de la vegetación hasta la zona con especies hidromorfas.

Los pozos que forman parte de los perfiles de monitoreo se encuentran divididos en tres zonas:

- Zona de vegetación hidromorfa
- Zona de vegetación Brea-Atriplex

- Zona de alerta temprana

Zona de vegetación hidromorfa. Corresponde a los pozos más occidentales de cada perfil y se emplazan justo aguas arriba de las zonas con vegetación hidromorfa. Las mediciones en estos pozos verificarán que el descenso del acuífero no sea mayor al valor aceptado para estas especies. Los pozos emplazados en esta zona son, de acuerdo a la RCA, L7-3, L2-4 y L3-5.

Figura 38. Evolución de niveles en Pozo L7-3

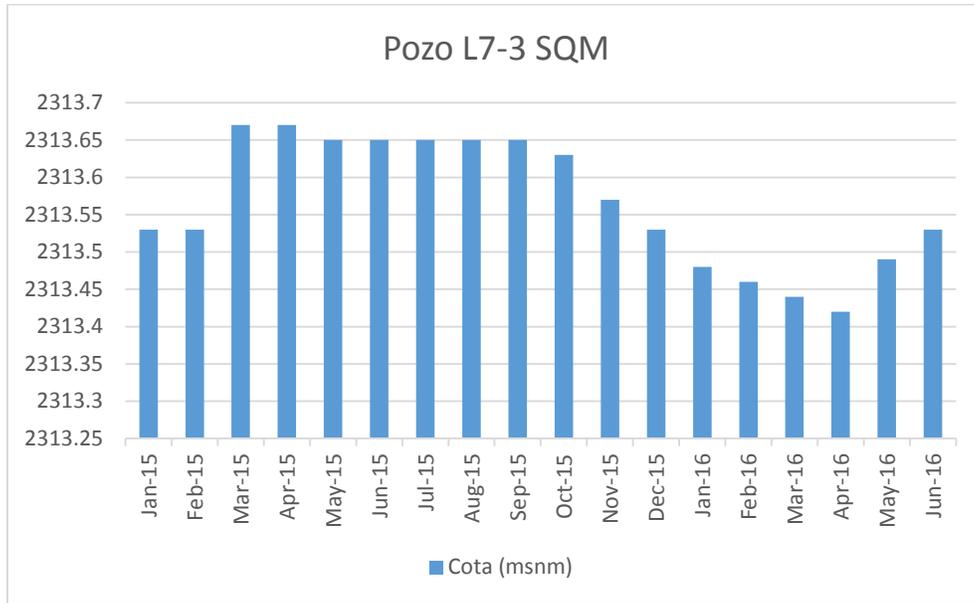


Figura 39. Evolución de niveles en Pozo L2-4

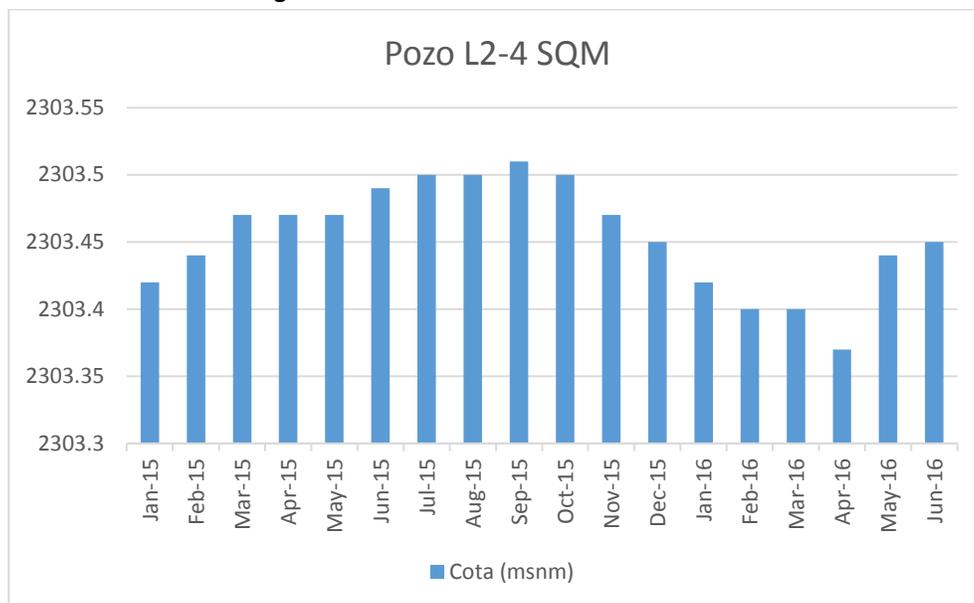


Figura 40. Evolución de niveles en Pozo L3-5

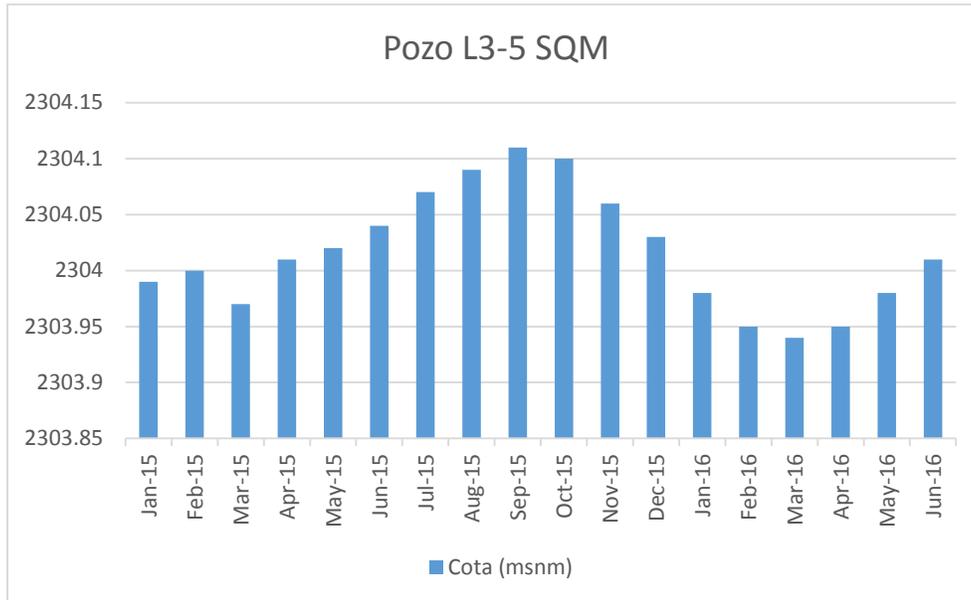
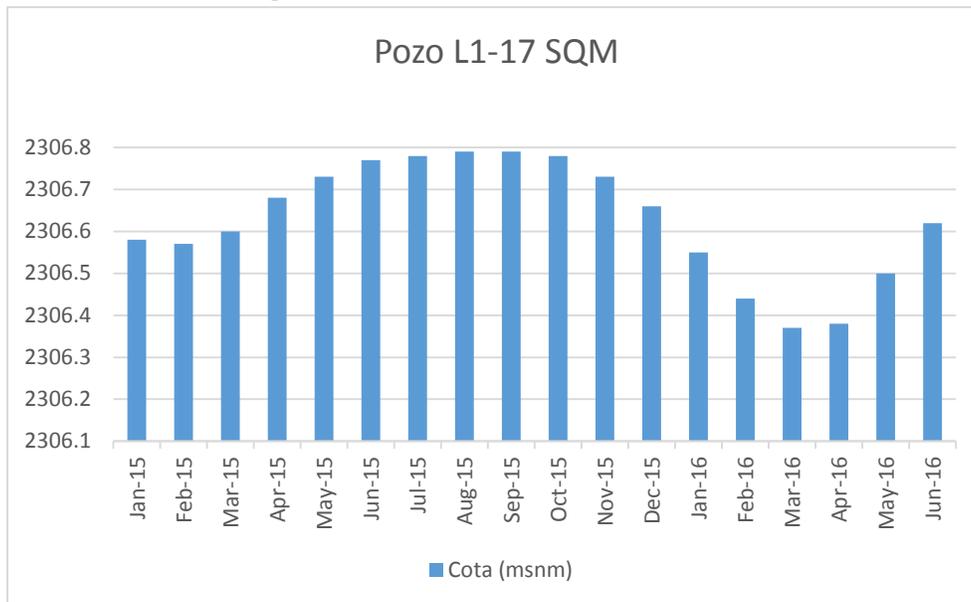


Figura 41. Evolución de niveles en Pozo L1-17

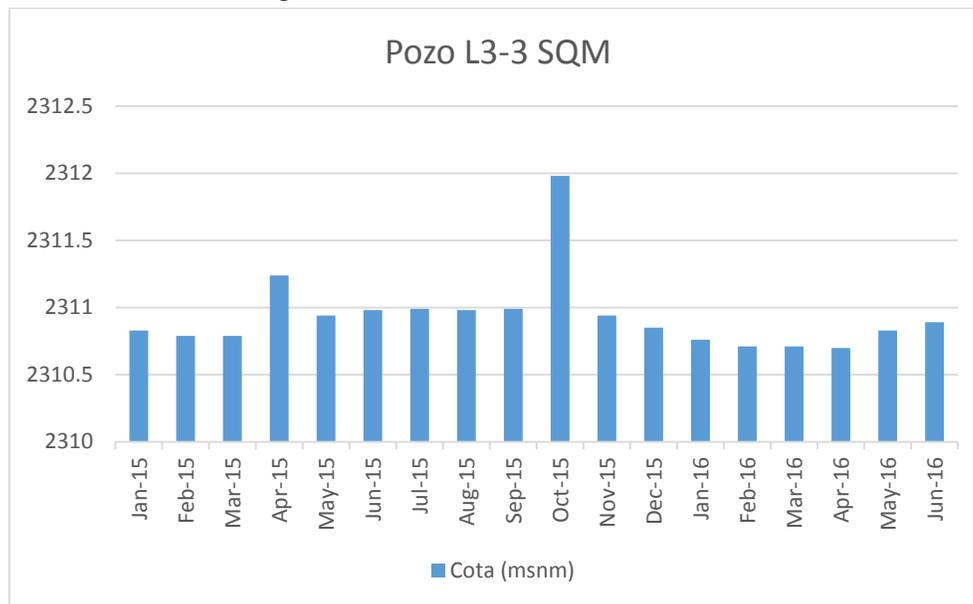


Zona de vegetación Brea-Atriplex conectada con el acuífero. Corresponden a los pozos intermedios del perfil que medirán el comportamiento del acuífero justo en el límite oriental de la vegetación que potencialmente está conectada con el acuífero del Borde Este. Los pozos emplazados en esta zona, establecidos en la RCA son: L7-6, L2-7, L3-3, L4-7 y L9-1.

En relación a la información reportada por SQM se tiene que si bien dentro sus informes semestrales del PSAH entrega información (bastante confusa y desagregada) de los niveles medidos en todos los pozos de seguimiento, los pozos L7-6, L2-7, L4-7 y L9-1 no forman parte del PLAN DE CONTINGENCIA, es decir, no son considerados por el titular como activadores de su plan, por lo cual no se elaboró una gráfica para ellos.

Dentro de los reportes tenidos a la vista no se justifica el cambio, por lo que se recomienda que este tema se consulte con la SMA, y una vez resuelto, los resultados puedan ser incorporados en esta síntesis.

Figura 42. Evolución de niveles en Pozo L3-3



En lugar de los pozos L7-6, L2-7, L4-7 y L9-1, el titular reporta en el anexo antes referido, como pozos de seguimiento de la zona los que se muestran a continuación (L7-14, L1-3, L2-25, L3-3, L4-17, L9-2). La información tenida a la vista no permite justificar el cambio.

Figura 43. Evolución de niveles en Pozo L7-14

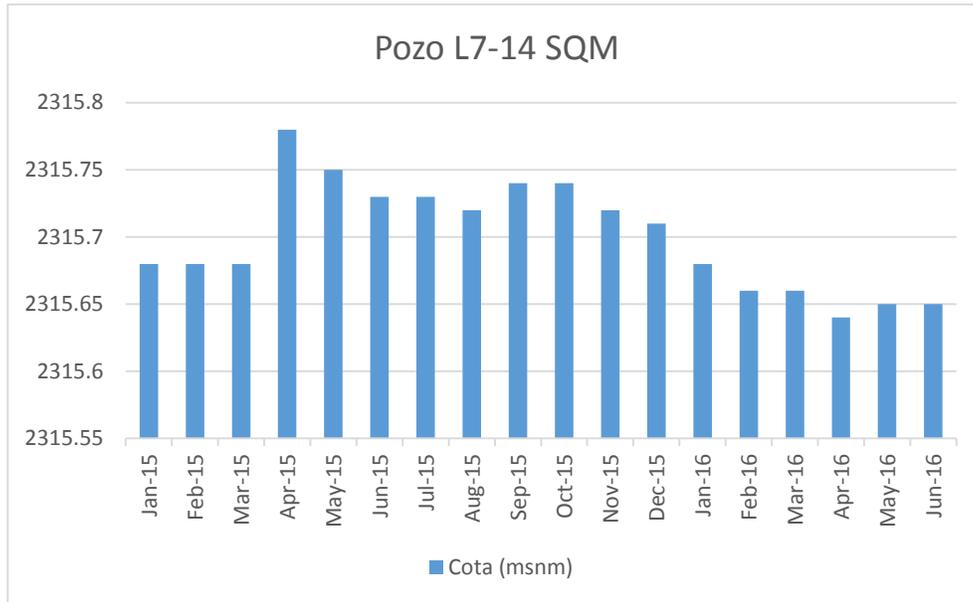


Figura 44. Evolución de niveles en Pozo L1-3

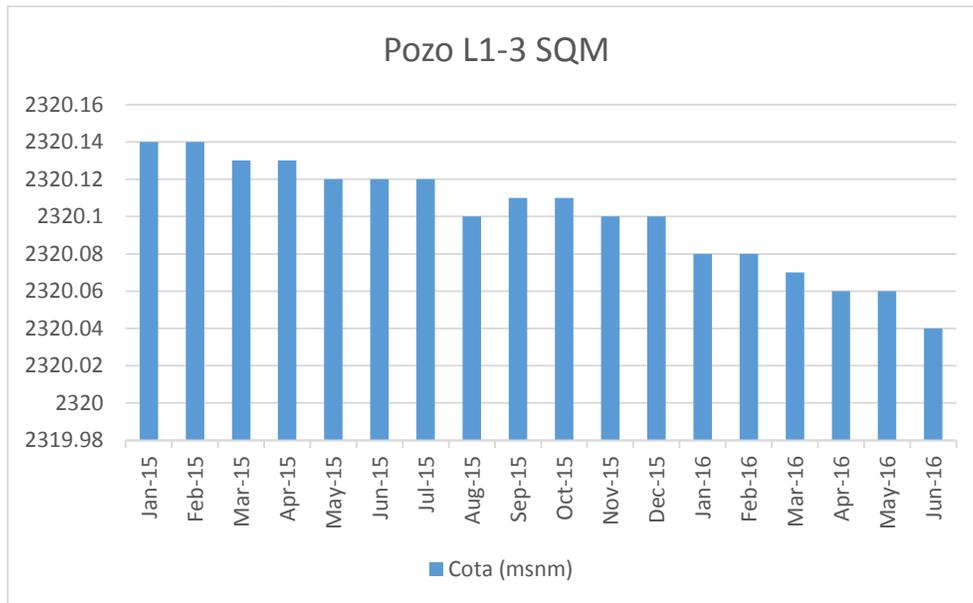


Figura 45. Evolución de niveles en Pozo L2-25

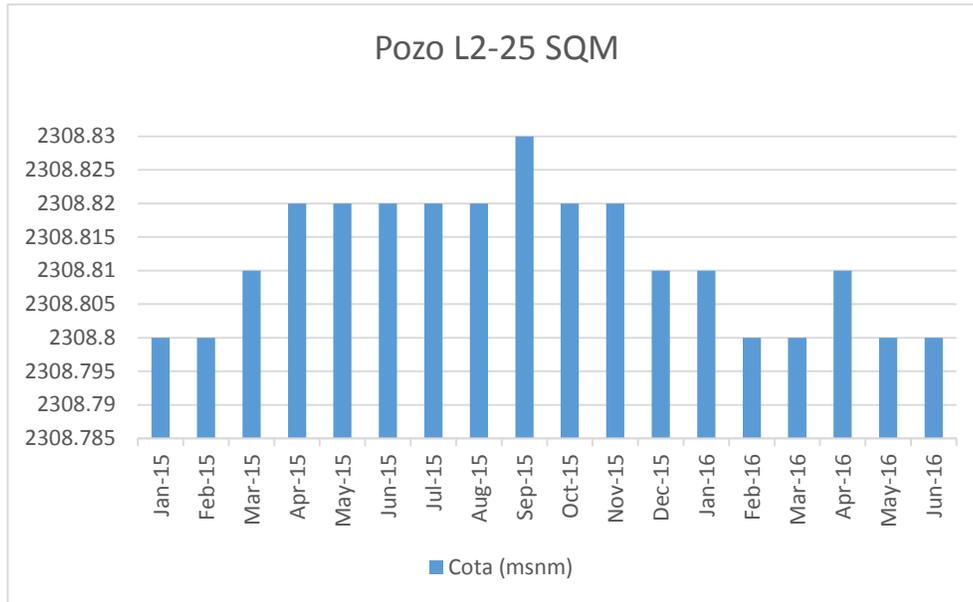


Figura 46. Evolución de niveles en Pozo L4-17

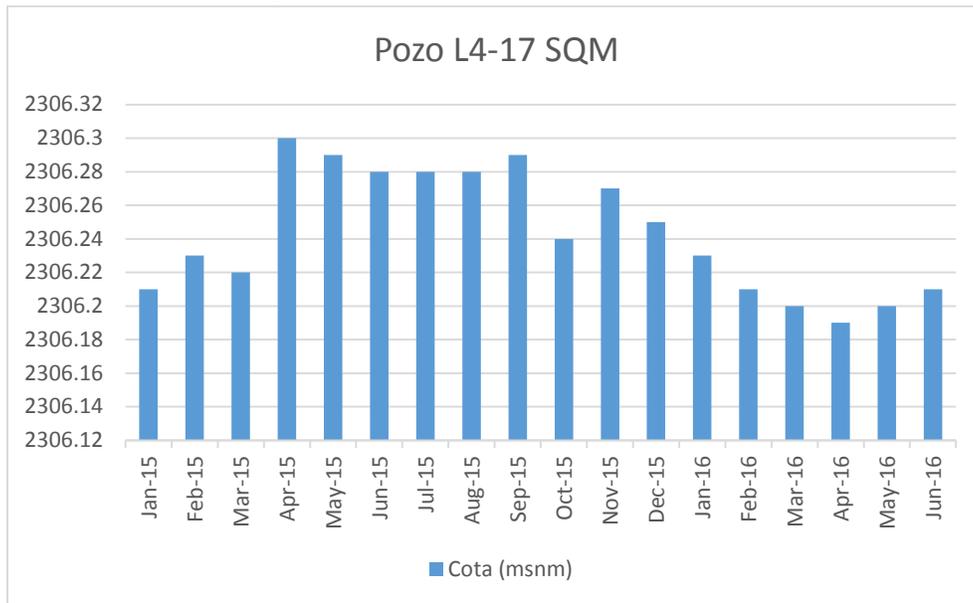
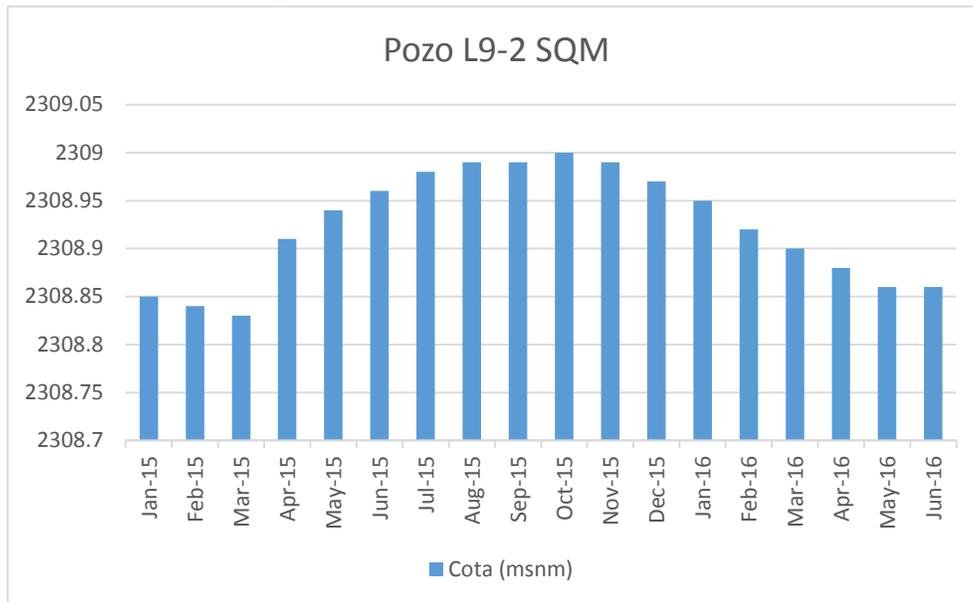


Figura 47. Evolución de niveles en Pozo L9-2



Zona de alerta temprana. Corresponde a los pozos emplazados en el límite oriental del sistema vegetación Borde Este. Si bien se ubican en una zona donde la vegetación se encuentra totalmente desconectada del acuífero, estos pozos actúan como pozos de alerta temprana, anticipando un potencial efecto en las formaciones vegetales que son objetos de protección. Los pozos emplazados en esta zona son: L7-13, L2-25, L3-11 y L4-3.

Al igual que para la zona anterior, se verifica una modificación de los pozos con umbrales de activación de las alertas tempranas definidas, al no reportarse en el Anexo “NIVELES DE LOS POZOS DEL PLAN DE CONTINGENCIA” datos para L2-25, L3-11 (ver **Tabla 31**). En su lugar el titular reporta, como pozos de alerta temprana de la zona los denominados L2-26, L3-15 y L9-1, que se grafican a continuación. La información tenida a la vista no permite justificar el cambio.

Figura 48. Evolución de niveles en Pozo L7-13

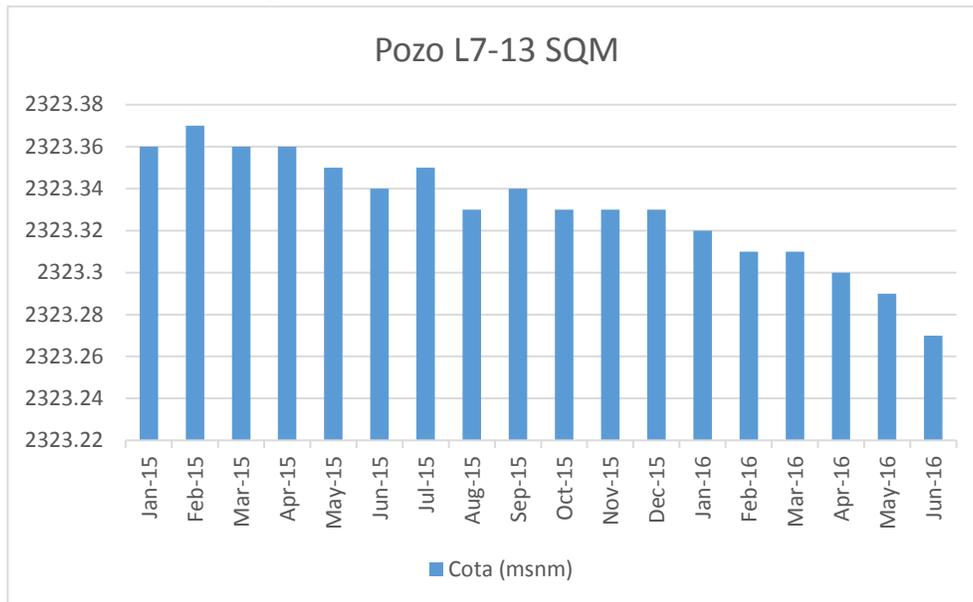


Figura 49. Evolución de niveles en Pozo L4-3

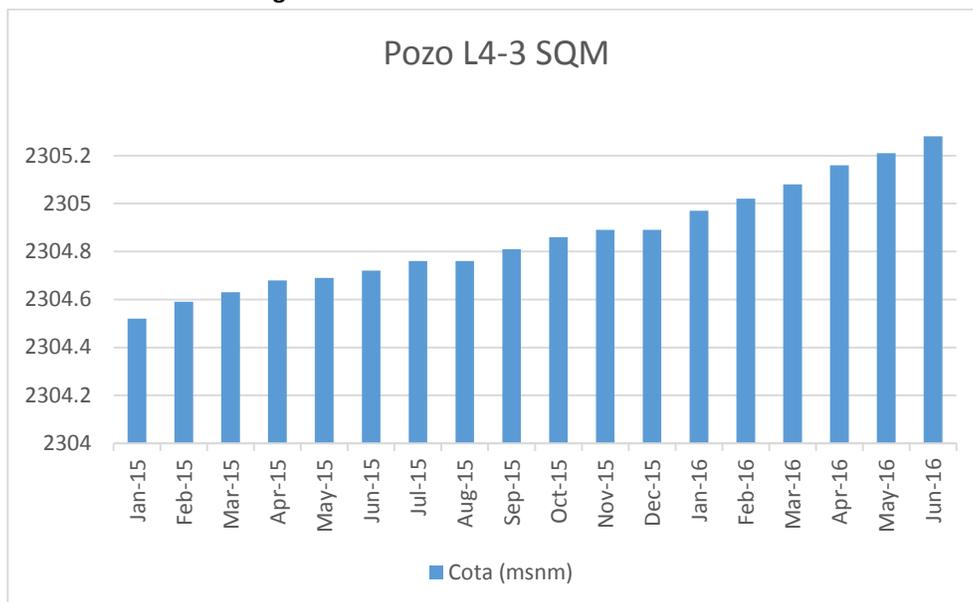


Figura 50. Evolución de niveles en Pozo L2-26

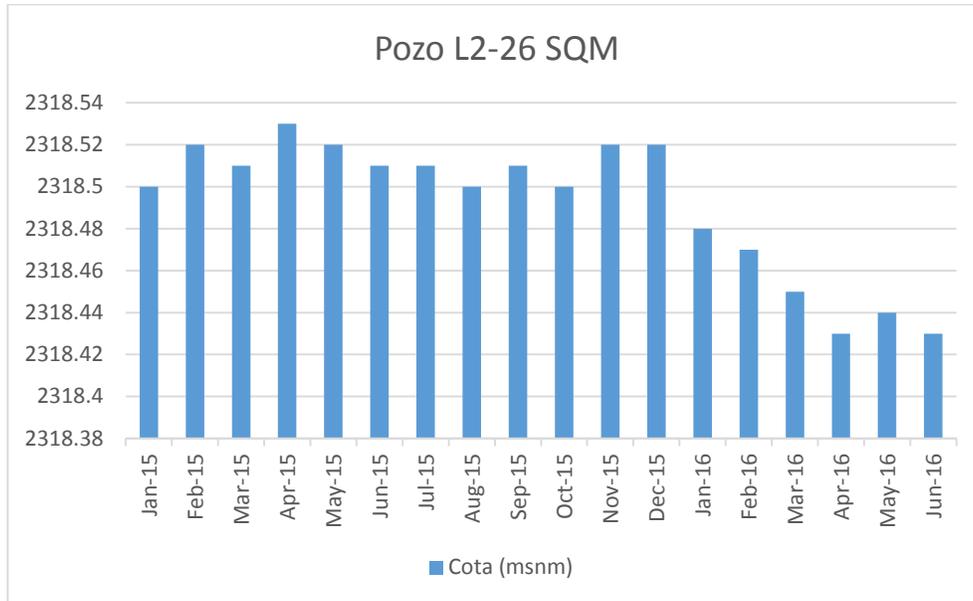


Figura 51. Evolución de niveles en Pozo L3-15

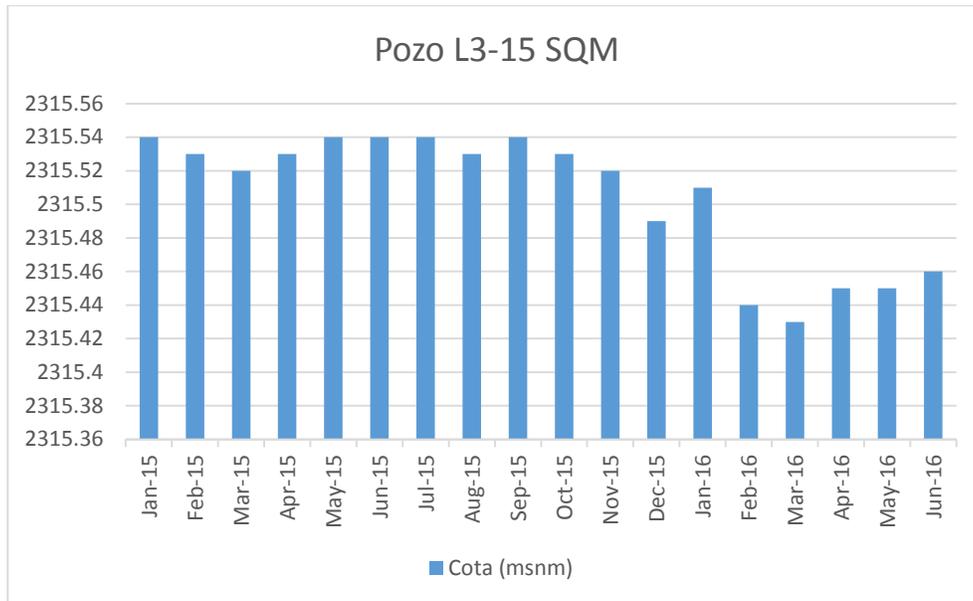
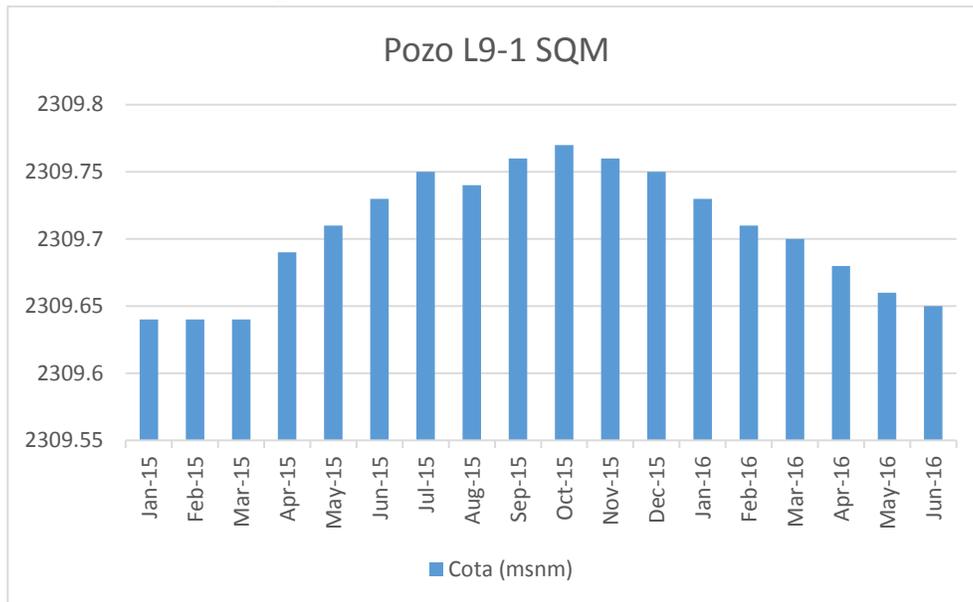


Figura 52. Evolución de niveles en Pozo L9-1



7.5.2.3 PAT MNT: Minera Escondida y Zaldívar, sector de Tilopozo

El PAT MNT establece niveles de alerta temprana para 5 pozos en el sector de Tilopozo (ver Figura 53). Estos muestran una tendencia al descenso, identificándose en sus reportes un descenso mayor que 25 cm sobre los niveles iniciales de referencia.

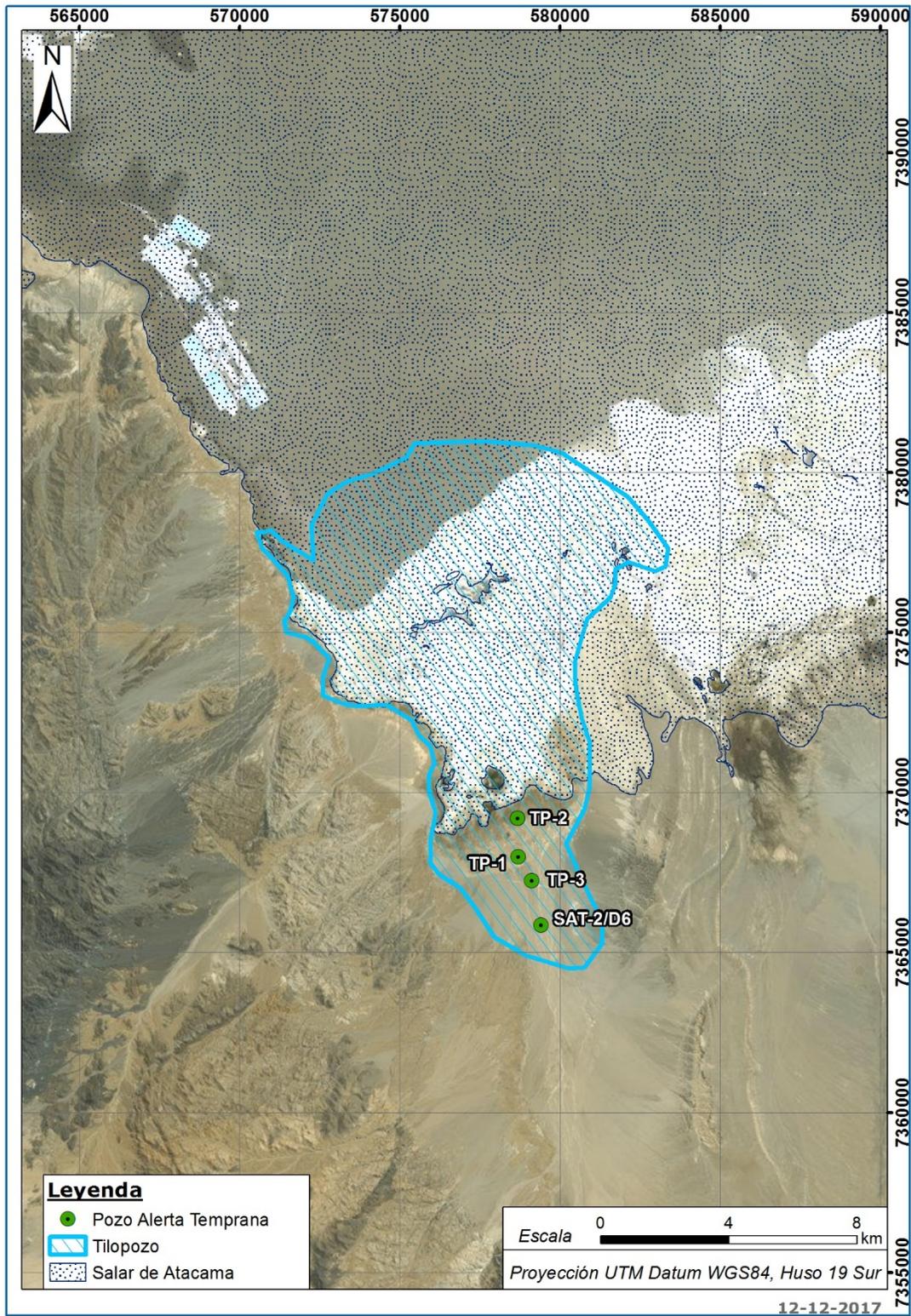
A continuación, se transcribe la sección 4.2.1 del reporte del PAT que da cuenta del monitoreo efectuado el año 2016 en el sector de Tilopozo.

Está ubicada al sur de las vegas de Tilopozo y al norte de la zona de Callejón. Los hidrogramas que caracterizan esta zona muestran una tendencia al descenso por sobre las variaciones estacionales. El rango de la variación estacional en todos los puntos de monitoreo es del orden de 5 a 15 cm, siendo mayor en los puntos ubicados hacia el norte. Los niveles más profundos ocurren hacia fines del verano.

En TP-2, los datos indican un descenso acumulado de aproximadamente 25 cm durante el período de monitoreo. Un descenso mayor es registrado en el pozo PC-1200 (del orden de 35 cm), ubicado a sólo 10 m de TP-2. Los pozos TP-1 y TP-3 muestran un descenso acumulado del orden de 33 cm. Los niveles de agua en el pozo SAT-2-D6 no exhiben ninguna tendencia de largo plazo hasta fines del año 2006.

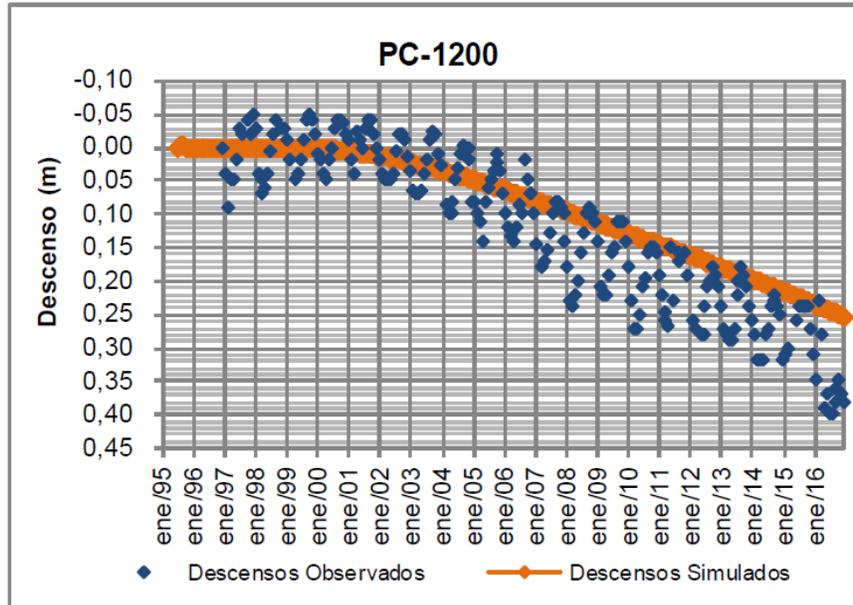
Entre los años 2007 y 2015, si bien algunos registros parecen fuera de rango, se observa una tendencia general de descenso coherente con los sondajes cercanos. Durante el año 2016 se observó una estabilización de los niveles respecto al año 2015.

Figura 53. Pozos con umbrales de activación de Planes de Alerta Temprana, PAT MNT



Como referencia, a continuación se muestra el hidrograma del descenso modelado y medido para el pozo PC-1200.

Figura 54. Hidrograma histórico del descenso modelado y medido para el pozo PC-1200 MEL



Fuente: Anexo C.1 Informe PAT-MEL 2016

Si bien a la luz de la información tenida a la vista no es posible emitir un juicio que relacione los volúmenes bombeados con el descenso de los niveles, tampoco se encontró una definición clara de los umbrales vigentes. Por esto, y a la luz del reporte tenido a la vista, es recomendable generar una instancia de diálogo con la DGA para consultar sobre los umbrales de descenso aceptables al día de hoy, dado que en el PAT-MNT no se definen explícitamente los valores de referencia sobre los cuales se calcularía el descenso máximo de 25 cm en los pozos de alerta en el sector.

Figura 55. Evolución de niveles en Pozo PC-1200

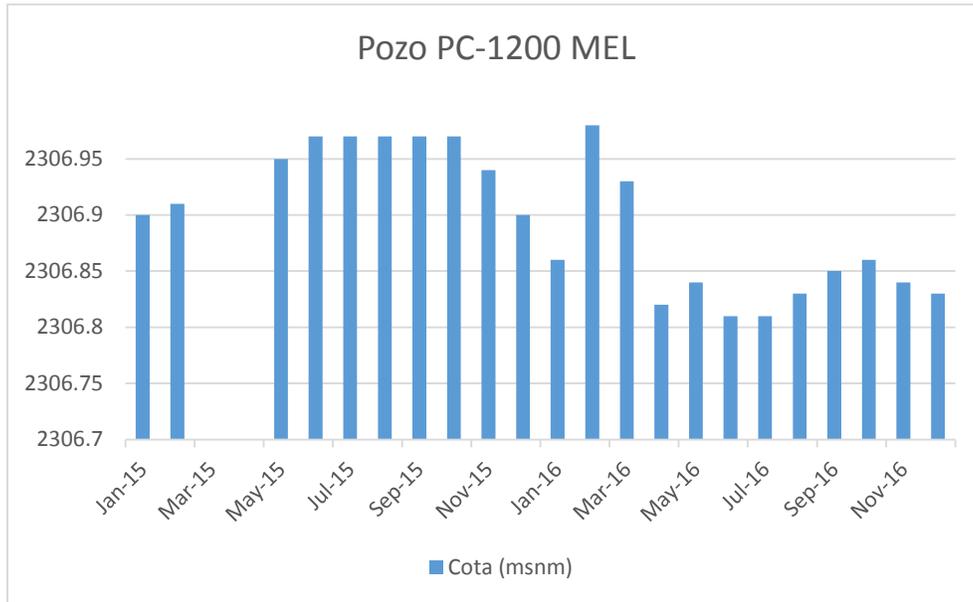


Figura 56. Evolución de niveles en Pozo TP-2

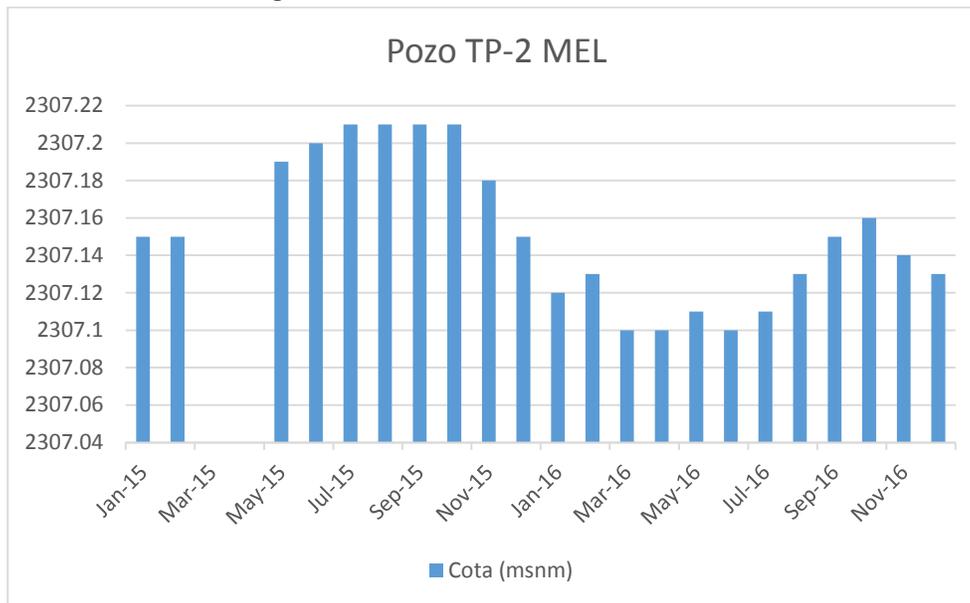


Figura 57. Evolución de niveles en Pozo TP-1

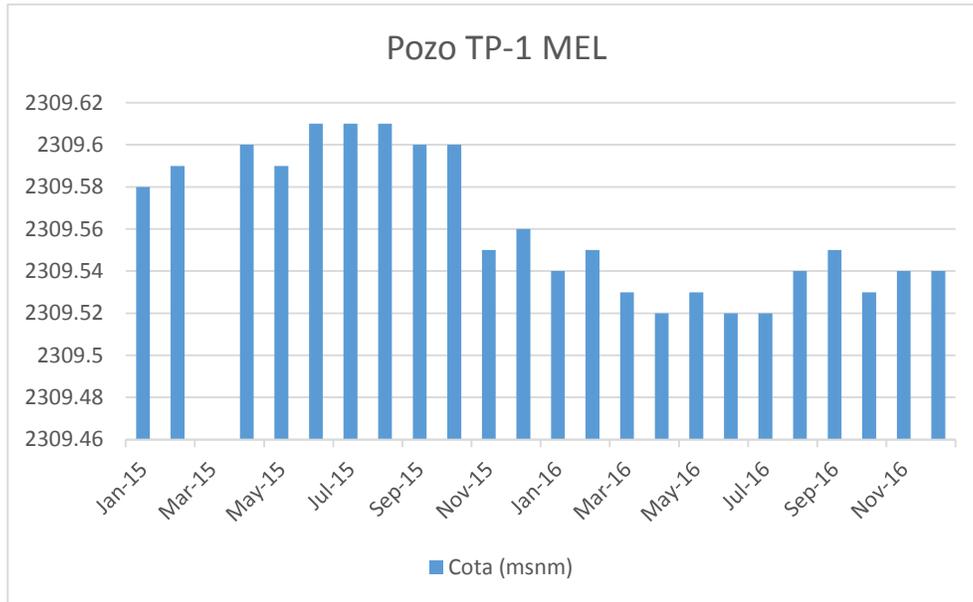


Figura 58. Evolución de niveles en Pozo TP-3

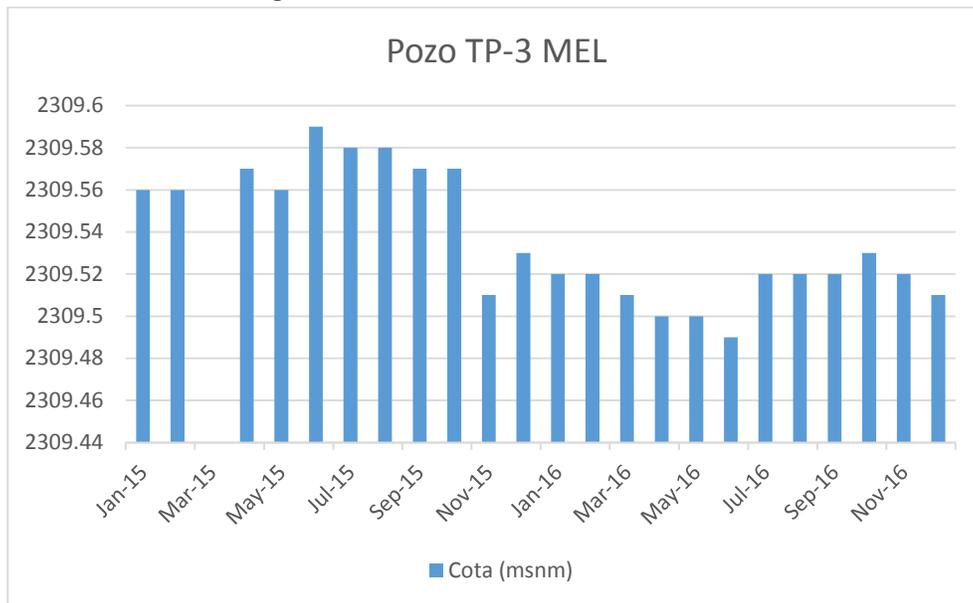
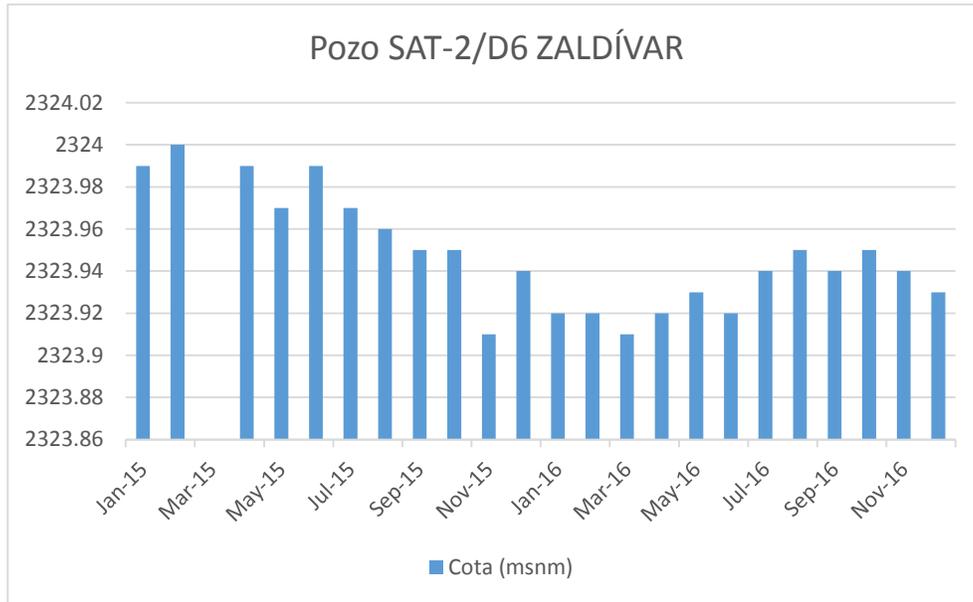


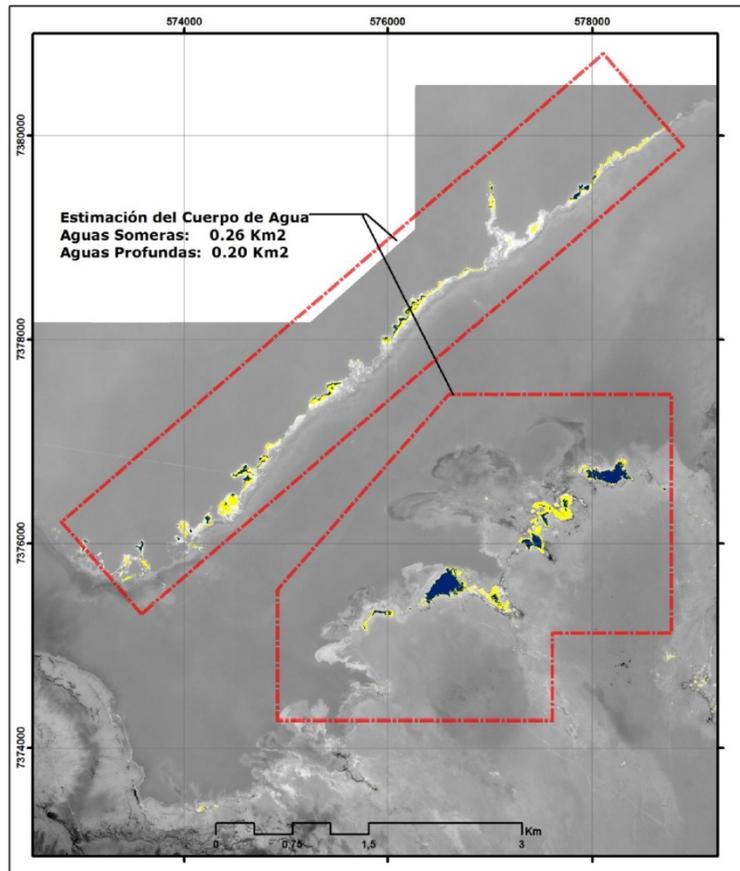
Figura 59. Evolución de niveles en Pozo SAT-2/D6



7.5.3 Superficies lagunares

Minera Escondida verifica superficies lagunares en La Punta y La Brava, mediante el análisis de fotografías satelitales QuickBird-2, KOMPSAT2, WorldView-2, GeoEye-1 o WorldView-3, dependiendo del año y la estación. La ubicación de los cuerpos de agua medidos se muestra a continuación.

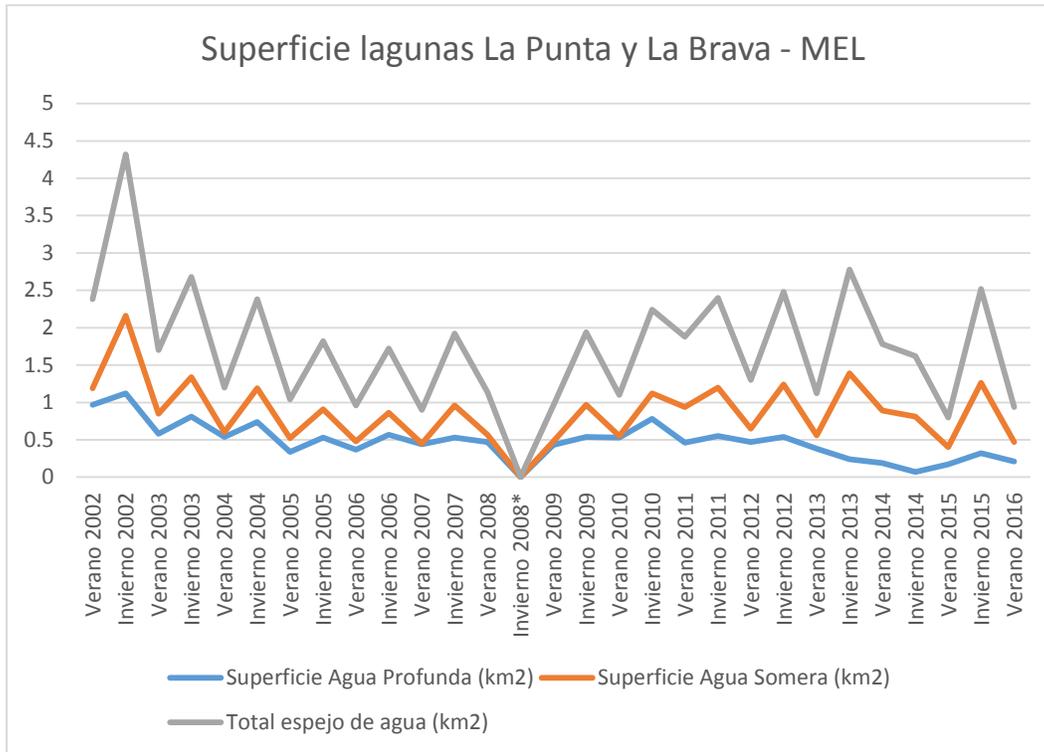
Figura 60. Ubicación referencial de las lagunas La Punta y La Brava



Fuente: Figura 7.2 Reporte PAT-MEL 2016, Minera Escondida

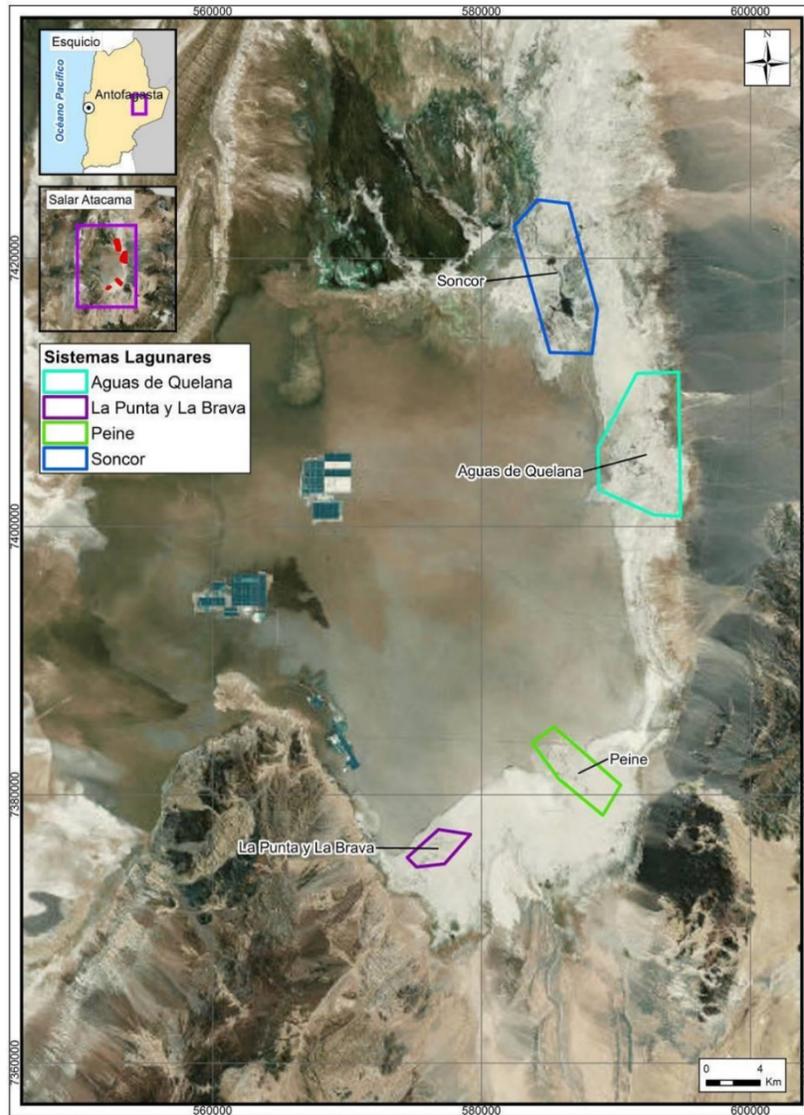
La gráfica a continuación muestra la variación histórica de las superficies lagunares medidas por Escondida. En esta se aprecia un marcado régimen de variación estacional, verificándose mayores superficies durante el invierno.

Figura 61. Superficies del espejo de agua en el sector Tilopozo (MEL)



Albemarle (ex Rockwood) también mantiene un seguimiento de la superficie de los sistemas lagunares de Aguas de Quelana, la Punta y La Brava, Peine y Soncor, a partir del análisis de imágenes satelitales Landsat 8 y Pleiades 1-A, lo que es corroborado en terreno. La ubicación de los cuerpos de agua medidas se muestra en la figura a continuación.

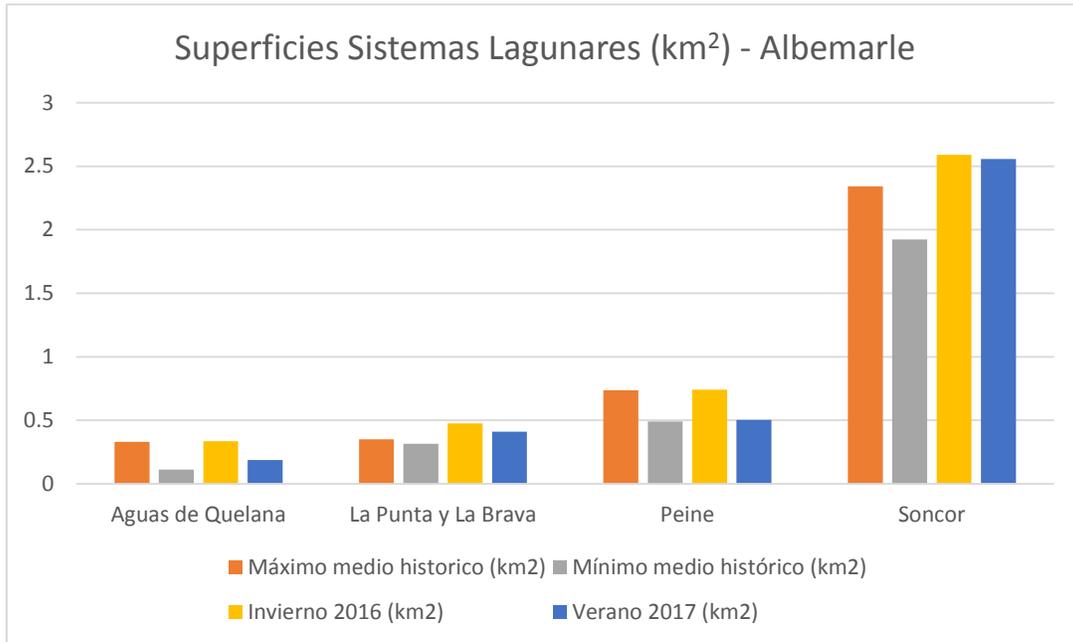
Figura 62. Ubicación referencial de los sistemas lagunares de Aguas de Quelana, la Punta y La Brava, Peine y Soncor



Fuente: Figura 4-1 Anexo C, Informe Anual PSAH 2017, Albemarle

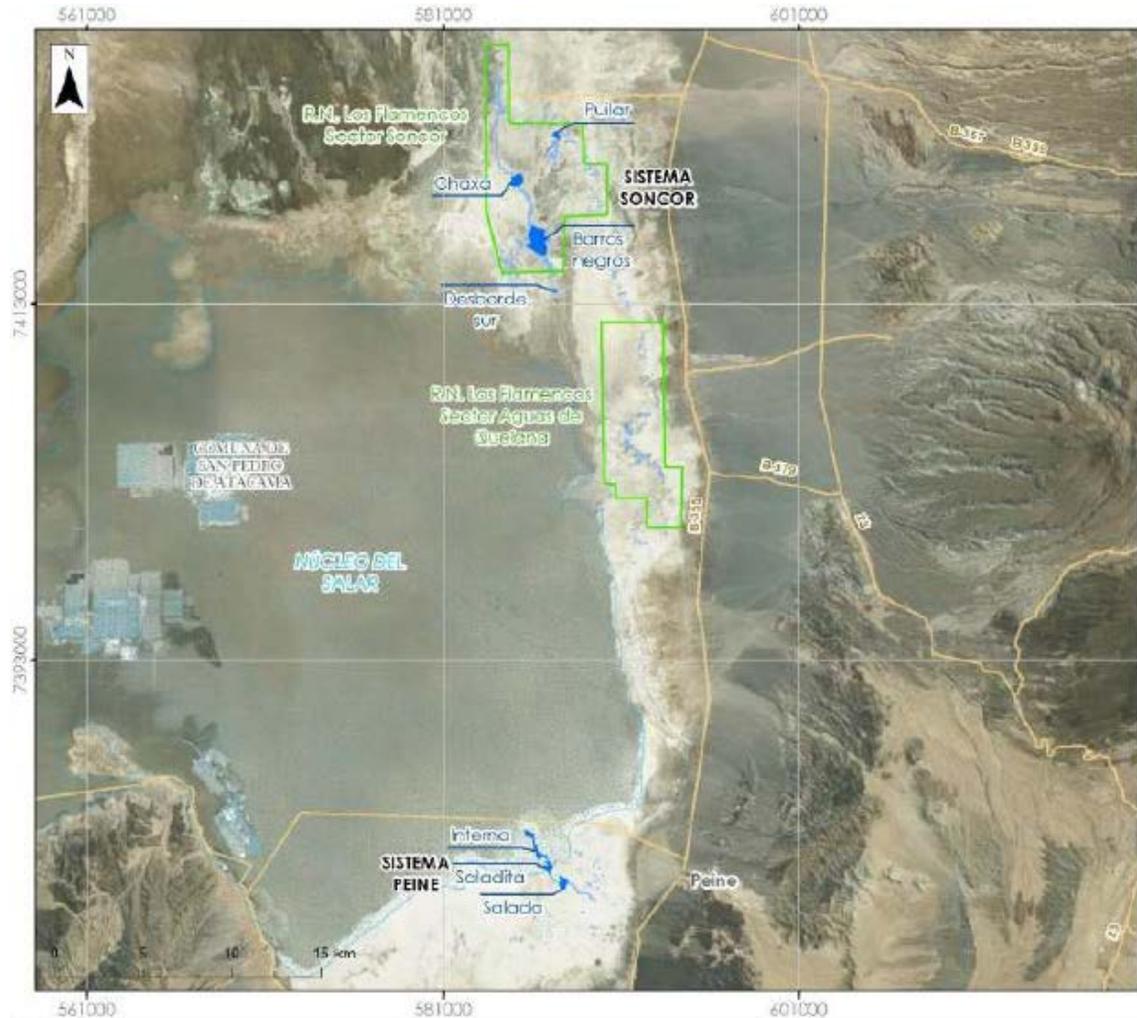
La gráfica a continuación muestra la variación histórica de las superficies lagunares medidas por Albemarle a partir del análisis de la imagen Pleiades 1A, de mayor resolución que la imagen Landsat 8. Esto dado que Landsat sobrestima las superficies, con variaciones porcentuales registradas entre 9,32% (Soncor) y 54,73% (Aguas de Quelana), evidenciándose que los registros de alta resolución señalan mayor certidumbre en las coberturas determinadas.

Figura 63. Superficie de los sistemas lagunares de Aguas de Quelana, la Punta y La Brava, Peine y Soncor



Los reportes de Zaldívar tenidos a la vista no dan cuenta del seguimiento de superficies lagunares. Dentro de los compromisos ambientales asumidos por SQM está el monitoreo de las superficies del espejo de agua de las lagunas Chaxa, Barros Negros, Puilar, Salada y Saladita. La medición del tamaño de las lagunas se realiza con el uso de imágenes satelitales de alta resolución fusionadas (Quickbird-II; Worldview-II; Geoeye-1), con el apoyo de índices alternativos (IHS, TSAVI, NDWI), y mediciones de terreno necesarias para la definición de límites difusos. La ubicación de los cuerpos de agua medidas se muestra en la figura a continuación.

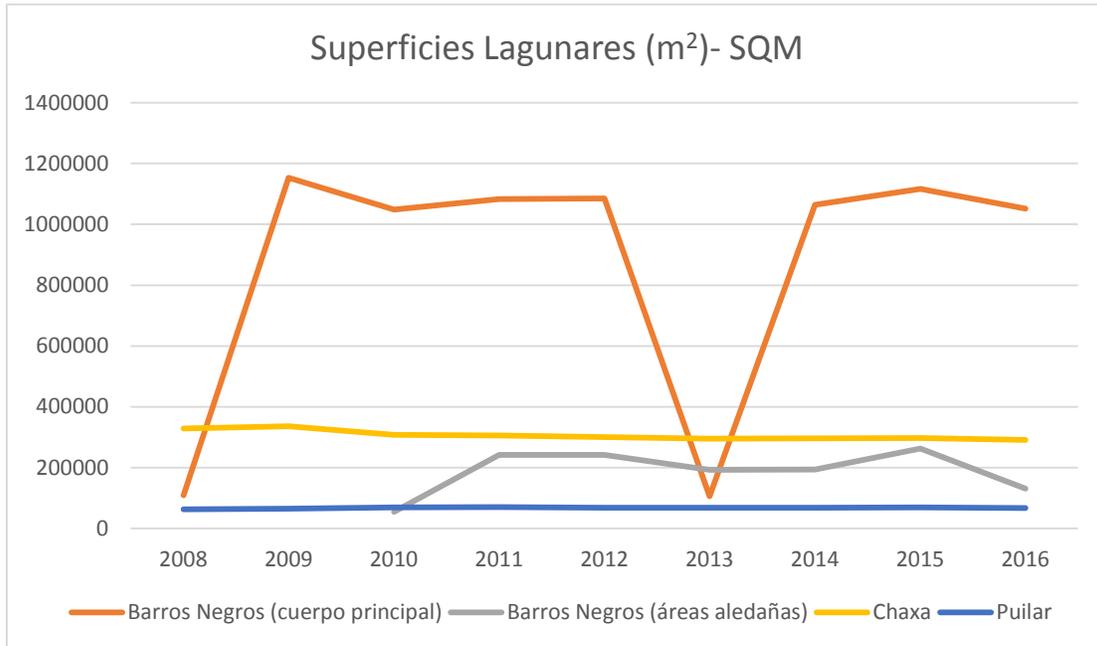
Figura 64. Ubicación referencial de los sistemas lagunares monitoreados por SQM



Fuente: Figura 4-1 Anexo 13 Reporte PSAH 19, SQM

La gráfica a continuación muestra la variación de las superficies lagunares medidas por SQM a través del análisis de imágenes satelitales desde el año 2018. Cabe mencionar que, a diferencia de los otros titulares, el seguimiento realizado por SQM no da cuenta de la variación anual de las superficies.

Figura 65. Sistemas lagunares monitoreados por SQM



7.6 Publicación y actualización de resultados

Los resultados acá mostrados ofrecen una panorámica general del estado de variables ambientales relevantes y sensibles frente a las actividades de explotación de agua y salmuera en la cuenca, cuyo seguimiento fue comprometido en las distintas instancias de evaluación ambiental a las que se sometieron los proyectos en el salar de Atacama.

Las gráficas se asocian a puntos y sectores bien definidos, por lo que su representación en un sistema geográfico le otorga valor añadido, permitiendo a quien consulte identificar espacialmente los datos reportados y tomar decisiones atinentes al sistema salar.

Como se ha señalado, este ejercicio se propone como una primera versión de la publicación de los datos, y en la medida en que se actualice con la inclusión de la nueva información reportada periódicamente por los titulares, podrá dar cuenta de tendencias de variación en comparación con los umbrales definidos.

Para las actualizaciones futuras, se entregan en anexo digital (Anexo 3) las planillas y gráficas utilizadas.

Las actividades que se proponen para la publicación de estos datos son:

- Comunicación directa a la comunidad en las instancias definidas en el Plan de Relacionamento Comunitario (ver Capítulo 8)
- Incorporación y puesta en línea como información complementaria en el sistema de información geográfica del Comité de Minería No Metálica

Las actividades que se proponen para la actualización de estos datos son:

- Solicitud de los reportes entregados por los titulares: se recomienda levantar una solicitud con frecuencia anual a la Superintendencia de Medio Ambiente, de los reportes de los titulares asociados a los proyectos con RCA vigente, revisando también todos aquellos proyectos nuevos que se aprueben en la cuenca y que consideren el seguimiento de las variables identificadas.
- Sistematización de la información recibida, actualización de las tablas y gráficas con la información incluida.
- Informar a la comunidad, en los espacios de acercamiento definidos, sobre los resultados reportados
- Actualizar en el SIG de CORFO los datos.

La Tabla a continuación estima los esfuerzos necesarios para la actualización anual de esta información.

Tabla 32. Estimación de esfuerzos y plazos para la actualización de estos datos

Actividad	HH	Valor unitario HH (UF)	Valor total
Solicitud de los reportes⁴⁴	10	1,5	15
Actualización de las tablas y gráficas	45	1,5	67,5
Actualización del SIG	16	1	16
TOTAL	71		98,5

7.7 Conclusiones del capítulo

Esta propuesta de indicadores y publicación permite verificar a nivel de cuenca el estado de variables ambientales del Salar de Atacama que pueden ser afectadas por las actividades de bombeo de agua y salmuera que se realizan, y adquirirá mayor robustez en la medida en que se actualice sistemáticamente, entonces, dado que el periodo comprendido por el reporte aún es breve, no permite visualizar tendencias puntuales para cada pozo ni definir variaciones generales dentro de las zonas de protección propuestas. No obstante lo anterior, el conjunto constituye un aporte al integrar, en una única referencia, los reportes generados por los titulares en la cuenca.

La publicación de los resultados de los caudales de bombeo de salmuera podría ser censurada por los titulares al considerarse la información como confidencial y que podría afectar derechos de carácter comercial o económico.

La RCA 226/2006 autoriza una fórmula de cálculo de la tasa máxima de extracción de salmuera confusa, que establece un condicionamiento (al alza) de los máximos autorizados en función de la reinyección directa e indirecta, siendo esta última una variable calculada (no medida).

Actualmente las mediciones de control topográfico se hacen en WGS84, que es el datum estandarizado a nivel nacional y recogido en este documento.

⁴⁴ El plazo máximo para la recepción de la información solicitada por transparencia es de 50 días desde que se solicita (normalmente el plazo considera 30 días, que pueden aumentarse en 20).

SQM cambió el datum de referencia desde PSAD56 a WGS84, y esta transformación de coordenadas aumenta el grado de incertidumbre de los niveles que activan la alerta y deben ser objeto de revisión por parte de los organismos fiscalizadores.

Como debilidades de esta propuesta se identifica que:

- Los escenarios se construyen a partir de la información generada y reportada por los titulares
- El modelo es simplificado y no considera factores adicionales que expliquen las variaciones de los indicadores seleccionados, por lo que aun cuando se considera una buena primera aproximación, debe ser contrastado con información detallada sobre aspectos hidrogeológicos y ecológicos de la cuenca.

Por último, se señala que no se incorpora la información de seguimiento reportada por Zaldívar, dado que la RCA que condiciona su operación está extraviada. La solicitud de información que se hizo a la SMA al respecto fue derivada al Servicio de evaluación ambiental, que respondió corroborando el hecho.

8 PROGRAMA RELACIONAMIENTO COMUNITARIO

8.1 Introducción al capítulo

El presente Programa de Relacionamiento Comunitario se construye para la socialización de los resultados del Estudio para el análisis y preparación de un plan de trabajo en relación a las distintas RCA sobre el Salar de Atacama, encargado a Gestión Ambiental Consultores por el Comité de Minería No Metálica, de CORFO.

La Comisión Nacional del Litio en el diagnóstico realizado respecto de la situación del Salar de Atacama, determinó la falta de regulación y control por parte del Estado en los procesos productivos y mineros que se desarrollan en el Salar de Atacama, y una débil y fragmentada institucionalidad actual, junto a la ausencia de una política pública, que fomente el desarrollo sustentable de la actividad minera en los salares.

En relación a los grupos humanos asentados en la Cuenca del Salar de Atacama, como propuesta de mediano y largo plazo, la comisión propuso producir un cambio paradigmático en la relación entre proyecto productivo y comunidades, incorporando el concepto de valor compartido como forma de relación con el territorio y las comunidades.

En esta misma línea, la preservación de la sustentabilidad del Salar de Atacama es una demanda de los habitantes de la Cuenca del Salar de Atacama, quienes especial atención tienen en el cuidado del recurso hídrico y la preservación del medio ambiente, además de la necesidad de ser considerados y partícipes de las acciones que se ejecuten en dicho territorio.

Es en este contexto, que surge la necesidad del Comité de Minería No Metálica de conocer a los grupos humanos de la Cuenca del Salar de Atacama y construir un relacionamiento con ellos, iniciando esta relación con un primer acercamiento que aúne a los actores clave del territorio en un hito concreto y que cimente las bases para una relación de largo plazo.

De esta manera, el presente Programa de Relacionamiento Comunitario debe entenderse como una guía base para el relacionamiento con las comunidades locales en el marco de la socialización de los resultados del estudio del cual forma parte. En él se definen las actividades y medios para asegurar la participación e información de las comunidades locales en este primer hito de socialización e información de los primeros resultados de su gestión. A su vez, proporciona los insumos necesarios para establecer los lineamientos pertinentes para la elaboración de una estrategia de relación comunitaria de mediano y largo plazo, que recoja las expectativas y los requerimientos de los grupos humanos para alcanzar este objetivo.

Como punto de partida para el relacionamiento comunitario, en la primera parte del documento se presenta una descripción del territorio de la Cuenca del Salar de Atacama que aporta antecedentes generales respecto del territorio desde la perspectiva del medio humano. Luego, se describen los objetivos que guían el Programa de Relacionamiento Comunitario, para posteriormente exponer la propuesta del Programa, considerando sus etapas, metodología a emplear y resultados esperados.

8.2 Objetivos del capítulo

- Desarrollar un Programa de Relacionamiento Comunitario dirigido a las comunidades locales del Salar de Atacama

8.3 Caracterización de línea base social en la cuenca del Salar de Atacama

La caracterización de la línea base social en la cuenca se levantó a partir de revisión de información secundaria disponible en línea y de experiencia propia del equipo que la realizó.

Dado que no se identifican grupos humanos en la porción de la cuenca localizada en la comuna de Antofagasta, a continuación se muestran los resultados exclusivamente para la comuna de San Pedro de Atacama.

8.3.1 Dimensión Geográfica

8.3.1.1 Ubicación

De acuerdo a la división político-administrativa, la Cuenca del Salar de Atacama se ubica en las comunas de San Pedro de Atacama y Antofagasta, y tiene una superficie de 1.562.000 ha, lo que equivale al 12% de la superficie de la región. En términos geográficos, la cuenca se ubica entre la Cordillera de Domeyko y la Cordillera de Los Andes y contiene al salar de mayor superficie en el país, el Salar de Atacama.

La comuna de San Pedro de Atacama está ubicada en la Provincia del Río Loa, Región de Antofagasta, a 2.436 metros sobre el nivel del mar, además cuenta con una superficie de 23.439 kilómetros cuadrados; junto a las comunas de Tocopilla, María Elena, Ollagüe y Calama conforma el Distrito Electoral N°3 y pertenece a la segunda Circunscripción Senatorial⁴⁵.

⁴⁵ Recuperado del sitio web de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, en julio 2017: <http://www.subdere.cl/divisi%C3%B3n-administrativa-de-chile/gobierno-regional-de-antofagasta/provincia-de-el-loa/san-pedro-de-a>

Figura 66. Comuna San Pedro de Atacama

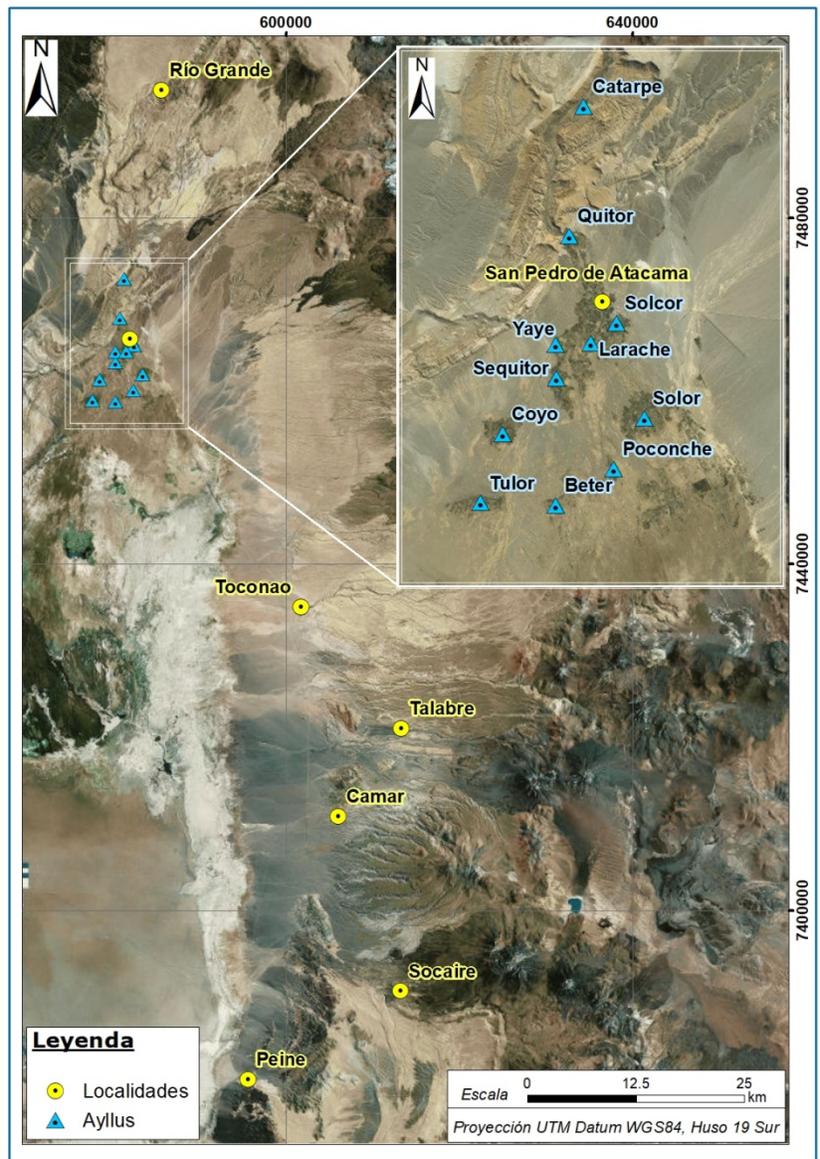


Fuente: GAC

8.3.1.2 Asentamientos

De acuerdo a la información entregada por la Ilustre Municipalidad de San Pedro de Atacama, la comuna está compuesta por 7 localidades altiplánicas que están a más de 2.400 metros sobre el nivel del mar, bajo un clima árido y seco a lo largo del año, con un ecosistema propio de un sector desértico y oasis inmersos en el Salar de Atacama. Las localidades identificadas son: Toconao, Peine, Talabre, Camar, Socaire, Río Grande y San Pedro de Atacama y además, 11 ayllus entre los cuales se encuentran Coyo, Solor, Beter, Sequitor, Solcor, Catarpe, Quitor, Yaye, Larache, Tulor y Poconche.

Figura 67. Asentamientos Comuna San Pedro de Atacama



Fuente: INE, 2016

Según señala el Plan de Desarrollo Comunal 2006 – 2010 de la Municipalidad de San Pedro de Atacama, la comuna es principalmente rural, y las localidades se distribuyen en torno a los recursos hídricos existentes en la cuenca del Salar de Atacama.

La capital comunal es la localidad de San Pedro de Atacama y en esos años concentraba el 65,7% de la población de la comuna. En el área urbana de la localidad – que integraba al 39% de la población comunal - se encuentran el centro histórico, los servicios públicos y otras actividades comerciales. Según señala el mismo documento, el área rural de la localidad correspondía al 24,7% de la población comunal, “la cual se estructura en Ayllus, asociaciones socioeconómicas agrícolas con lazos de parentescos”, las que hoy están

reconocidas como Comunidades Indígenas (CI). La Comunidad Indígena está definida en la Ley N° 19.253, Ley Indígena, en el Artículo 9°: “Para los efectos de esta ley se entenderá por Comunidad Indígena, toda agrupación de personas pertenecientes a una misma etnia indígena y que se encuentren en una o más de las siguientes situaciones: a) Provengan de un mismo tronco familiar; b) Reconozcan una jefatura tradicional; c) Posean o hayan poseído tierras indígenas en común, y d) Provengan de un mismo poblado antiguo”.

El resto de la población comunal, que corresponde a 36,3% se encontraba en los pueblos de Peine, Toconao, Río Grande, Talabre, Camar y Machuca. Además existen posadas y majadas de cultivo o crianza donde la población que las ocupa no vive de forma permanente. En el PLADECO se identifican los siguientes emplazamientos: Guatin, Peñaliri, San Juan, San Bartolo, Llano de Tambillo, Pampa de Quisauqui, Llano de Paciencia, El Laco y Tilomonte.

Según señala el Plan Municipal Cultural, las comunidades o Ayllus que integran la comuna, están conectadas por canales de regadío provenientes del río San Pedro y Vilama, que tienen su origen en la cordillera de Los Andes, permitiendo así actividades agropecuarias. Estas actividades están relacionadas con el cultivo de maíz, ají, tomate, quínoa, rica rica, y con la actividad ganadera, principalmente el pastoreo de ganado auquénido, caprino y ovino.

8.3.1.3 Uso del territorio

Originalmente, la zona de la cuenca del Salar de Atacama era usada por los pueblos atacameños principalmente para la agricultura y ganadería de subsistencia, al igual que sus recursos hídricos. Hacia la década de 1960 existe un “aumento de la minería”⁴⁶, demandando gran cantidad de mano de obra y ofertando un trabajo asalariado, lo que provocó un abandono de las actividades agropecuarias. Estas actividades persisten, pero principalmente para el autoconsumo y como complemento de las actividades asalariadas que existen en torno a la minería y el turismo.

La economía, así como el aumento o decrecimiento demográfico del territorio se ha visto históricamente marcado por los vaivenes de la actividad minera, la cual depende también de los ciclos económicos mundiales.

San Pedro de Atacama en la actualidad, ha tenido un gran auge turístico, siendo un importante destino a nivel mundial, así como un eminente destino científico debido a la observación astronómica que es posible gracias a la transparencia de sus cielos, encontrándose en la comuna el observatorio ALMA, el más grande del mundo.

⁴⁶ Calderón M., Benavides, C., Carmona, J. y otros. “Gran Minería y localidades agrícolas en el Norte de Chile: comparación exploratoria de tres casos”. Chungará, Revista de Antropología Chilena. 2016.

8.3.1.4 Dimensión Demográfica

Hacia el año 2015, la comuna de San Pedro de Atacama tenía un total de 7.418 habitantes, lo que correspondía al 1,2% del total regional y 0,04% del total país, identificándose una variación de 49,29% entre el año 2002 y 2015. Cabe señalar que hacia el año 2015, del mismo total de habitantes, el 55,6% correspondía a personas de sexo masculino mientras que el otro 44,4% a personas de sexo femenino, identificándose un índice de masculinidad de 125,13. Respecto del índice de masculinidad, la comuna de San Pedro de Atacama presenta un índice mayor que el entregado por la región de Antofagasta (109,92) y por el país (97,99), superando en más de 15 puntos a la región y en más de 27 puntos al país.

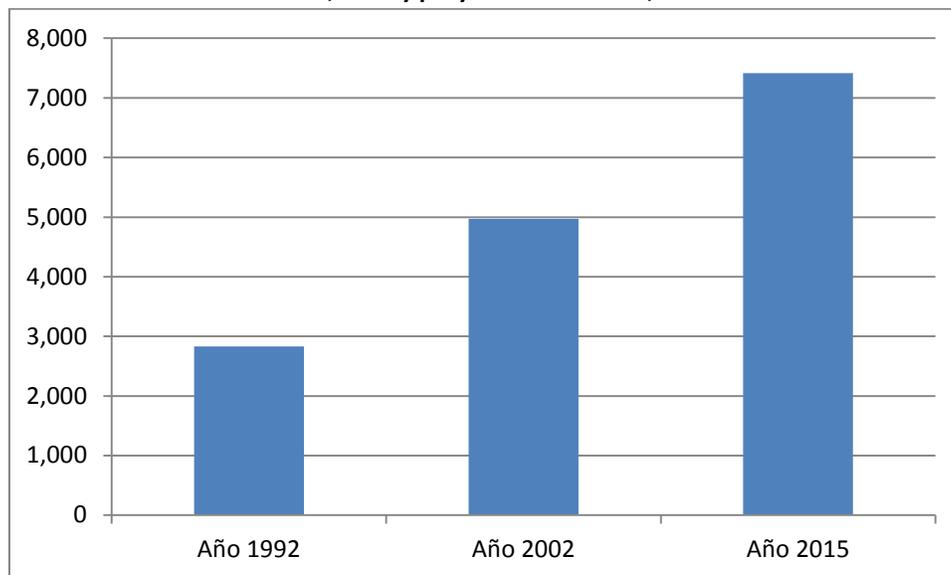
Tabla 33. Población total año 1992, 2002 y proyección de población año 2015

Territorio	Año 1992	Año 2002	Año 2015
Comuna de San Pedro de Atacama	2.829	4.969	7.418
Región de Antofagasta	410.724	493.984	622.640
País	13.348.401	15.116.435	18.006.407

Fuente: Pladeco 2006 y Reportes Comunales BCN

De acuerdo a los datos presentados, es posible observar el sostenido aumento de la población en la comuna de San Pedro de Atacama, la que entre los años 1992 y 2002 tuvo una razón de crecimiento de un 76%, continuando con la tendencia hacia lo proyectado para el año 2015.

Figura 68. Población total año 1992, 2002 y proyección año 2015, comuna de San Pedro de Atacama



Fuente: Reportes Comunales BCN

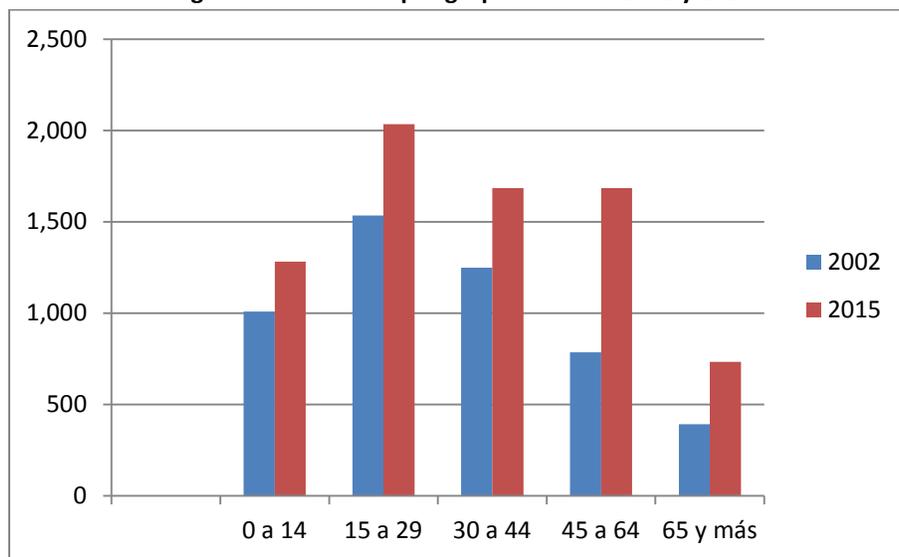
En relación a la estructura etaria de la población de San Pedro de Atacama, hacia el año 2015 el mayor porcentaje de personas se ubicaba el rango de 15 a 29 años con un 27,42%, le seguía la población de 30 a 44 años con un 22,72%, quienes tenían entre 45 y 64 años con un 22,7%, la población de 0 a 14 años con un 17,28 y finalmente, quienes tenían 65 años y más alcanzado un 9,88%.

Tabla 34. Población por grupos de edad 2002 y 2015

Edad	2002	%	2015	%	% según Territorio 2015		
					Comuna	Región	País
0 a 14	1.008	20,28	1.282	17,3	17,28	22,50	20,36
15 a 29	1.535	30,89	2.034	27,4	27,42	23,90	23,79
30 a 44	1.249	25,13	1.685	22,7	22,72	23,09	21,36
45 a 64	785	15,79	1.684	22,7	22,70	23,13	24,17
65 y más	392	7,88	733	9,9	9,88	7,38	10,32
Total	4.969	100	7.418	100	100	100	100

Fuente: Reportes Comunales BCN, en base a Censo de Población y Vivienda 2002 y Proyección de población 2015, INE.

Figura 69. Población por grupos de edad 2002 y 2015



Fuente: Reportes Comunales BCN, en base a Censo de Población y Vivienda 2002 y Proyección de población 2015, INE.

Sobre la pertenencia a pueblos originarios, el 57,6% declaraba ser atacameño -de los cuales el 51% correspondía a personas de sexo femenino y el 49% a personas de sexo masculino-, el 39,08% declaraba no pertenecer a ningún pueblo originario, el 1,33% era quechua, el 1,13% mapuche, el 0,7% aimara, el 0,1% colla y solo el 0,06% decía pertenecer a la etnia alacalufe. La información refleja el censo 2002, que es el último censo válidamente emitido, debido a que la información del censo 2017 aún no se encuentra disponible a la fecha y el censo realizado el año 2012 no resultó válido.

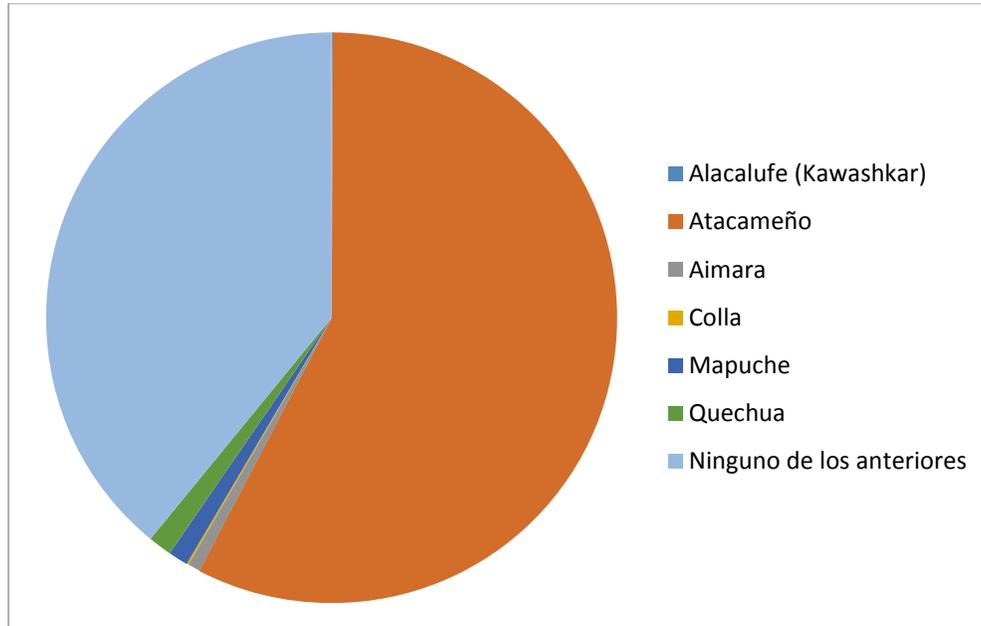
Tabla 35. Etnia declarada Censo 2002

Pertenencia a Pueblos Originarios o Indígenas	Sexo del Encuestado		Total
	Hombre	Mujer	
Alacalufe (Kawashkar)	1	2	3
Atacameño	1.401	1.461	2.862
Aimara	17	18	35
Colla	4	1	5

Mapuche	46	10	56
Quechua	32	34	66
Ninguno de los anteriores	1.427	515	1.942
Total	2.928	2.041	4.969

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

Figura 70. Población indígena y no indígena, comuna de San Pedro de Atacama



Fuente: Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE

En base a la información declarada en la encuesta Casen 2015, el 60,3% de la población declaraba pertenecer al pueblo atacameño, el 3,7% era aimara y el 1,8% mapuche, colla o diaguita respectivamente, lo que corresponde a un 69,4% de población que declaró ser indígena para ese año respecto de la población total comunal.

Tabla 36. Etnia declarada Casen 2015

Etnia	Total	Porcentaje
Aimara	8	3,7
Mapuche	4	1,8
Atacameño (Likán-Antai)	132	60,3
Collas	4	1,8
Diaguita	4	1,8
Total población indígena	152	69,4
No pertenece a ningún pueblo indígena	67	30,6
Total	219	100,0

Fuente: Elaboración propia en base a Casen 2015.

8.3.2 Dimensión Antropológica

8.3.2.1 Historia pueblos Atacameños

En base a la información encontrada en “Guía de antecedentes territoriales y culturales de los pueblos indígenas de Chile” los atacameños habitan el Salar de Atacama y la cuenca alta del río Loa y el río Salado. Varios de sus miembros utilizarían la palabra Likan-Antai para autodenominarse, esta sería una palabra Kunza o lengua de los atacameños, la cual significa “Habitantes del territorio”.

Los primeros poblamientos se remontan aproximadamente a 9.000 años A.C. y dentro de estos grupos se encontraban cazadores nómades que daban uso a los oasis, vegas, quebradas y la puna. Hasta el año 2.000 A.C. se encontraban poblamientos de campesinos al aire libre de cazadores recolectores, periodo en donde se inicia la domesticación de ganado y los rudimentarios cultivos agrícolas. Entre los años 1.200 y 500 A.C. emergen los asentamientos agro pastoriles en los oasis del salar, las quebradas y los valles.

Según se señala en el “Informe de la Comisión Verdad Histórica y Nuevo Trato con los Pueblos Indígenas⁴⁷”, elaborado en 2008, se estima que la dominación inkaica habría comenzado entre fechas que van desde 1370 a 1470, y que esta dominación fue eminentemente política y económica, donde hubo un gran desarrollo minero y una suerte de mezcla de culturas.

Además, la “Guía de antecedentes territoriales y culturales de los pueblos indígenas de Chile” relata que durante el período colonial de 1540 a 1825 los atacameños son evangelizados con nuevas creencias religiosas, se genera también un cambio en sus hábitos y costumbres provocando la desaparición de la lengua Kunza. Durante este periodo, la fuerza de trabajo indígena se basa en los sectores de la producción, transporte y arriería de productos pesqueros, agrícolas y pecuarios, los cuales eran trasladados entre la costa, el altiplano y los valles circumpuneños orientales.

Durante el período de colonización no existe el reparto de tierras a los indígenas, sólo le exigen el pago por tributo, esto hasta 1825 cuando Atacama pasa a formar parte de la República de Bolivia en donde se conserva el “tributo indígena” y después de 1879, la ocupación chilena de Atacama, libera a al pueblo atacameño del tributo, sin embargo no se les reconoce la propiedad ancestral de las tierras.

Cabe mencionar que con el auge de la minería, las salitreras y el incremento de la arriería, varias migraciones indígenas de la puna y de los valles circumpuneños de Jujuy, Salta, Catamarca y Lipez, llegan al Salar de Atacama, lo que provoca la conformación de nuevos pueblos como Camar, Talabre, Machuca y Río Grande, incrementándose la cantidad poblacional de los pueblos existentes. Quedando de manifiesto la movilidad, vínculos y articulación de los atacameños más allá del Salar y cuenca alta del río Loa.

⁴⁷ Disponible en http://www.memoriachilena.cl/602/articles-122901_recurso_2.pdf

En las últimas décadas, los Atacameños se organizan como pueblo Likan-Antai e inician el proceso de reconfiguración étnica⁴⁸, lo que queda establecido en el reconocimiento legal de esta etnia, y de la demarcación de los territorios comunitarios, en virtud de la Ley Indígena 19.253⁴⁹. Cabe destacar que la promulgación de la Ley Indígena en 1993, fue de vital importancia en el proceso de reetnificación y reconstitución de la identidad y organización sociocultural atacameña. De esta forma, se posibilitó la conformación formal de organizaciones representativas de los atacameños, como las Comunidades Indígenas, las que poseen personalidad jurídica.

8.3.2.2 Cultura y cosmovisión de los atacameños

Las comunidades atacameñas se organizan en poblados y ayllus que se encuentran dispersos en torno a pequeños o grandes ríos, abarcando el territorio del Salar de Atacama y del Loa medio y alto. El territorio que abarca va desde los 3.800 a los 2.500 msnm: desde puna y altiplano, pies de monte y los oasis de la cuenca del salar, hasta los fondos de valle y quebradas de ríos. En estos últimos se realizan actividades agrícolas en terrazas y el resto del territorio se ocupa para ganadería, tanto en forma de pastoreo bajo el sistema de invernadas y veranadas, como de ganado en potreros.

En cuanto a las prácticas culturales y religiosas, cada comunidad tiene sus sitios para la recolección de abono, fibras vegetales, hierbas medicinales y tinturas, así como de elementos minerales. Es en las zonas en que se emplazan las comunidades también se encuentran sitios arqueológicos, como cementerios, tambos, pucaras.

Respecto a la religiosidad, cada comunidad atacameña tiene cerros considerados tutelares, y pueden ser machos o hembras (“apus”, “malku”), a los que se les hace “pagos” para que haya fertilidad agrícola y del ganado. También se realizan ritos a las aguas y a la “Pachamama”. En la Guía de Antecedentes Territoriales y Culturales de los Pueblos Indígenas de Chile se explica que “antiguas divinidades fueron objeto del proceso de extirpación de idolatrías del siglo XVII, desapareciendo Sotarcondi, el dios de los atacameños, e ídolos locales como Quma quma en Chiu Chiu, Sintalacna en Caspana y Socomba en Ayquina”. Sin embargo, se mantienen los cultos a los antepasados que, según su cosmovisión, “han adoptado la forma de cerros, volcanes, piedras u otros lugares prominentes”. Algunos rituales de procedencia andina que existen aún son la “limpia de canales” y el floramiento. Otras ceremonias que perduran hasta el día de hoy son resultado de un fuerte sincretismo religioso entre el cristianismo y la cosmovisión indígena andina. De ello dan cuenta algunas iglesias de Atacama en cuanto a su construcción o la existencia de santos patronos de cada pueblo, quienes tienen características de las antiguas deidades, como la capacidad de hacer llover o de hacer más productiva la siembra de maíz.

⁴⁸ Entenderemos **reconfiguración étnica** como el proceso en el cual los grupos humanos indígenas han vuelto sobre ciertos usos, prácticas y dinámicas culturales, recomponiendo categorías de adscripción e identificación, con el objetivo de relevar la identidad del grupo étnico y reivindicar procesos políticos, sociales y territoriales.

⁴⁹ Anexada en Anexo 2 “Biblioteca” (6. Referencias bibliográficas) del Informe Consolidado.

8.3.2.3 Comunidades Indígenas de San Pedro de Atacama

Según se señala en la “Guía de antecedentes territoriales y culturales de los pueblos indígenas de Chile” de la Dirección General de Obras Públicas (2012) los Atacameños y sus comunidades, se ubican en la cuenca del Salar de Atacama y en el curso alto del río Loa y río Salado, lugares correspondientes a las comunas de Calama y San Pedro de Atacama.

En el territorio de la Cuenca del Salar de Atacama se ubica el Área de Desarrollo Indígena Atacama La Grande. Las Áreas de Desarrollo Indígena surgen de la aplicación de La Ley N°19.253 Art. 26°, aprobada en el mes de octubre de 1995. En el Art. 26°, párrafo 2° se menciona que el Ministerio de Planificación y Cooperación, a propuesta de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, tendrá la facultad de establecer áreas de desarrollo indígena, las que serán consideradas como espacios territoriales en que los organismos de la administración del Estado focalizarán un desarrollo armónico de los indígenas y sus respectivas comunidades, en base a criterios tales como: Espacios territoriales en que han vivido ancestralmente las etnias indígenas; Alta densidad de población indígena; Existencia de tierras de comunidades o individuos indígenas; Homogeneidad ecológica, y; Dependencia de recursos naturales para el equilibrio de estos territorios, tales como manejo de cuencas, ríos, riberas, flora y fauna.

En definitiva, se busca que el Estado y la sociedad incentiven y potencien las capacidades auto gestionadas y propias de los indígenas en territorios delimitados, para el uso de sus propios recursos naturales, humanos, económicos y culturales, con el fin de establecer procesos sustentables que involucran el desarrollo de la identidad de las comunidades involucradas respetando, protegiendo y promoviendo el desarrollo de las personas indígenas, su familia, y comunidades, protegiendo las tierras y cuidando de su explotación⁵⁰.

Las Comunidades Indígenas reconocidas de San Pedro de Atacama que pertenecen al Área de Desarrollo Indígena (ADI) son 18 y entre ellas se distinguen, Peine, Socaire, Talabre, Camar, Toconao, Machuca, Río Grande, Solor, Cucuter, Coyo, Séquitor, Yaye, Solcor, Larache, Quitar, San Pedro de Atacama, Catarpe y Guatin.

Cabe señalar que las comunidades están agrupadas en poblados y ayllus, en relación a los primeros es posible identificar a Río Grande, Machuca, Toconao, Talabre, Camar, Sociare, Peine y el ayllu Conti Tuqui (Conde Duque) de San Pedro de Atacama; y ayllus, que se definen como una organización socioterritorial con poblamiento parcelario, en terrenos agrícolas y con acceso al riego, dentro de ellos es posible identificar a Catarpe, Suchor, Bellavista, Guachar, Quitar, Tambillos, Cuchabrachi, Solcor, Yaye, Larache, Checar, Sequitor, Coyo, Tular, Vilama, Cucuter, Poconche, Beter y Guatin, en San Pedro de Atacama

⁵⁰ Recuperado e 7 de diciembre de 2017 en sitio web: CONADI, Ministerio de Desarrollo Social. En: <http://www.conadi.gob.cl/areas-de-desarrollo-indigena>

De acuerdo a la información el Sistema Integrado de Información CONADI, actualizado el año 2017, San Pedro de Atacama cuenta con un total de 20 Comunidades Indígenas entre las cuales se identifican 1.290 familias inscritas. A continuación un detalle de éstas y su ubicación en el territorio:

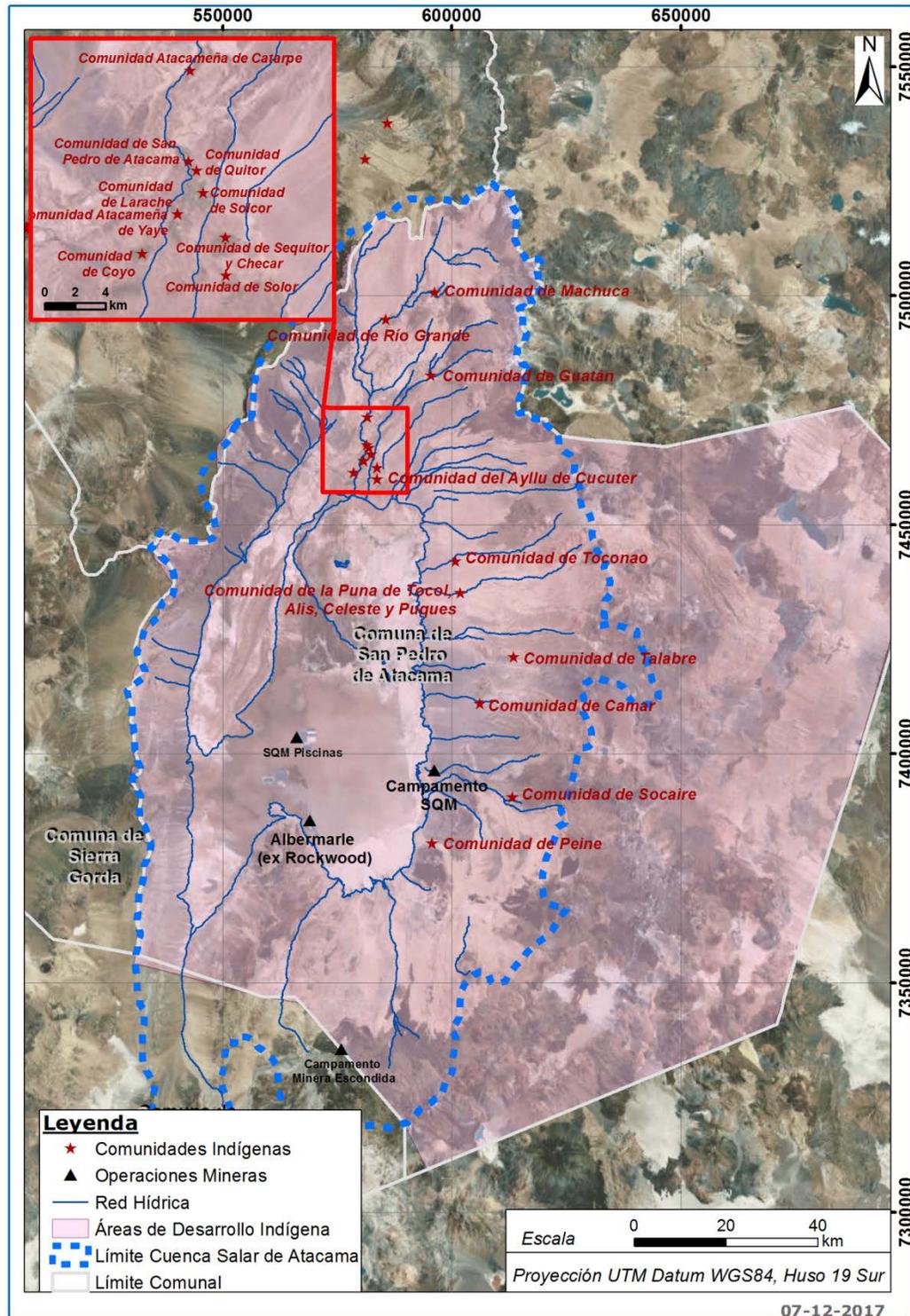
Tabla 37. Comunidades Indígenas San Pedro de Atacama

Registro de Comunidades Indígenas en San Pedro de Atacama N°	Nombre de la comunidad	N° de familias	Fecha de constitución
1	Comunidad Atacameña de Machuca	34	16-09-1994
2	Comunidad Atacameña de Río Grande	51	22-09-1994
3	Comunidad Atacameña de Quito	35	15-10-1994
4	Comunidad Atacameña de Coyo	80	15-10-1994
5	Comunidad Atacameña de San Pedro de Atacama	140	30-10-1994
6	Comunidad Atacameña de Talabre	25	06-02-1995
7	Comunidad Atacameña de Camar	20	23-05-1995
8	Comunidad Atacameña de Socaire	146	25-05-1995
9	Comunidad Atacameña de Solor	30	04-08-1995
10	Comunidad Atacameña de Peine	160	08-06-1995
11	Comunidad Atacameña de Toconao	427	08-12-1995
12	Comunidad Atacameña de Sequitor y Checar	24	06-04-1999
13	Comunidad Atacameña de Larache	25	06-12-1999
14	Comunidad Indígena Atacameña de Catarpe	30	27-09-2003
15	Comunidad Atacameña de Solcor	15	02-10-2004
16	Comunidad Indígena del Ayllu de Cucuter	8	03-10-2004
17	Comunidad Atacameña de Yaye	12	15-08-2009
18	Comunidad Indígena Atacameña de Guatín	16	23-03-2014
19	Comunidad Indígena Atacameña de Agricultores y Regantes del Río Vilama	12	04-10-2016
20	Comunidad Indígena Atacameña de la puna de Tocol, Alis, Celeste y Puques	0 ⁵¹	10-01-2016

Fuente: Sistema Integrado de Información CONADI

⁵¹ Este dato corresponde a la información como está presentada en el Registro de Comunidades Indígenas de CONADI, el cual reporta que no existe un número de familias registradas para esta comunidad.

Figura 71. Comunidades Indígenas comuna San Pedro de Atacama



Fuente: GAC

Del mismo modo, el Sistema de Información Integrado CONADI, declara que existen 35 Asociaciones Indígenas en la comuna. La Asociación Indígena está definida en la Ley Indígena, N° 19.253, en el artículo 36, como “la agrupación voluntaria y funcional integrada por, a lo menos, veinticinco indígenas que se constituyen en función de algún interés y objetivo común de acuerdo a las disposiciones de este párrafo”. Al ser organizaciones de tipo funcional de carácter indígena, no están necesariamente determinadas a espacios territoriales específicos, por lo que no tienen asociadas tierras. A continuación, un detalle de éstas:

Tabla 38. Registro de Asociaciones Indígenas en San Pedro de Atacama

N°	Nombre	Fecha de constitución
1	Asociación de Artesanos y Feriantes de San Pedro de Atacama	13-01-1997
2	Asociación Indígena de Costumbres y Tradiciones de Toconao	12-08-2000
3	Asociación Indígena Red Turismo Rural Licanhuasi	31-05-2006
4	Asociación Indígena Turi Hualka	09-11-2010
5	Asociación Atacameña Quilapana	09-07-1994
6	Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores del Río Vilama o Asociación Río Vilama	10-09-1995
7	Asociación Atacameña Mujeres de San Pedro de Atacama	22-04-1996
8	Asociación de Turismo Saire Haalar	08-05-2009
9	Ckuna a ckun Llocom Ama	18-07-2012
10	Valle de Marte	10-03-2014
11	Asociación de turismo indígena Ecored Lickan Antay	05-05-2009
12	Asociación Indígena Valle de Marte	01-12-2014
13	Asociación Indígena de Turismo kunza Hoiri	08-07-2016
14	Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Soncor	12-08-1995
15	Asociación Indígena Ckuna a Ckun Llocom Ama	22-03-2013
16	Asociación Indígena Nación Lican Antay	23-08-2014
17	Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Zapar	05-08-1995
18	Asociación Atacameña para la producción y comercialización de productos de Toconao	22-04-1996
19	Asociación Indígena atacameña de agricultores y madereros de Tambillo	05-12-1998
20	Asociación Indígena Atacameña de los gentilares de Larache	29-11-1999
21	Asociación Atacameña San Bartolomé de Socaire	28-06-1994
22	Asociación Atacameña de regantes y agricultores de Toconao	08-12-1995
23	Asociación Atacameña de regantes y agricultores de Celeste	12-08-1995
24	Asociación Atacameña de regantes y agricultores de Aguas Blancas	12-08-1995
25	Asociación Atacameña de regantes y agricultores de Matancilla	12-03-1998
26	Asociación Indígena de mediadores y guías culturales	10-08-2013
27	Asociación Indígena Valle de la Luna	27-01-2004
28	Asociación Chañares de Solor	11-02-2006
29	Asociación Atacameña de costumbres y tradiciones Espíritu Antay Ancestral	01-08-2010
30	Asociación Indígena eco-etno turismo Pozo Tres	10-06-2011
31	Asociación Indígena de ganaderos y agricultores de Tambillo Lickan Silar	28-06-2012
32	Asociación Atacameña de regantes y agricultores de San Pedro de Atacama	24-05-1995
33	Asociación Indígena de regantes y agricultores Paso Jama	10-07-2002

N°	Nombre	Fecha de constitución
34	Asociación Indígena para la difusión de la cultura Lickanantai	24-08-2006
35	Asociación Indígena Puri Ckapur Ckausama (agua de alta vida)	21-11-2013

Fuente: Sistema Integrado de Información CONADI

8.3.2.4 Organizaciones sociales

De acuerdo a la información del Plan de Desarrollo Comunal 2006-2010, la participación ciudadana se entiende como la posibilidad de que los habitantes o grupo de personas, que influyan directa o indirectamente o por medio de representantes elegidos en base a la agenda pública, en formulación, ejecución y evaluación de políticas, programas y/o proyectos públicos.

Según el Plan de Desarrollo Comunal 2006 – 2010 de San Pedro de Atacama, hasta 2006 había inscritas 62 organizaciones funcionales:

Tabla 39. Tipo de Organizaciones comuna San Pedro de Atacama

Tipos de organización	Cantidad
Organizaciones Sociales	21
Organizaciones Culturales	4
Juntas de Vecinos	15
Organizaciones Deportivas	19
Agrupaciones de Agua Potable	3

Fuente: Pladeco 2006, San Pedro de Atacama

Hacia el año 2014, de un total de 224 organizaciones sociales y comunitarias, el 62% correspondía a otras organizaciones comunitarias funcionales, el 21% a clubes deportivos, el 8,9% a juntas de vecinos, el 3,6% a centro de padres y apoderados, 3,1% a centros u organizaciones del adulto mayor y el 1,3 a centros de madres.

Tabla 40. Número de organizaciones sociales y comunitarias, 2014

Tipo de Organización	2014
Clubes Deportivos	47
Centros de Madres	3
Centros de Padres y Apoderados	8
Centros u Organizaciones del Adulto Mayor	7
Juntas de Vecinos	20
Uniones Comunales	0
Otras Organizaciones Comunitarias Funcionales	139
Total	224

Fuentes: Reportes Comunales Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, en base a Sistema Nacional de Información Municipal SINIM

8.3.2.5 Preocupaciones ciudadanas

En relación a la información obtenida del diagnóstico participativo del Plan de Desarrollo Comunal 2006 – 2010 de San Pedro de Atacama, se estableció que las dos principales preocupaciones de la ciudadanía eran la salud, en primer lugar, y la educación, en segundo. Estos temas serían tratados como prioritarios en todas las localidades, concordando también con lo expresado en los talleres comunitarios realizados para el diagnóstico comunitario. En las encuestas realizadas, se estableció que un 57.6% califica negativamente la “educación” debido al desempeño docente, seguido por el déficit de docentes (22%) y un 8% por infraestructura. En aquella época, una importante preocupación era también el poco acceso a la educación superior.

Respecto a la “Salud”, los resultados de la encuesta establecieron que el principal factor en la mala calificación de la salud era la falta de personal médico con un 55.1%. El mayor porcentaje radicaba en San Pedro de Atacama urbano con un 62,5%; y un 59% en el área rural, en las localidades del interior el porcentaje alcanzaba el 43,4%.

Según lo planteado en el Plan de Desarrollo Comunal de los años 2011 – 2015, un desafío fundamental y urgente a tratar dentro de la comuna y en relación a la sustentabilidad y medio ambiente, era el de implementar un sistema de gestión y tratamiento integral tanto de los residuos sólidos domiciliarios como también los industriales. Esto, debido al importante crecimiento demográfico y de la actividad económica, tanto turística como minero-industrial, que tiene la comuna.

Por otra parte, una importante preocupación a nivel nacional medioambiental⁵² se vincula al uso sustentable del agua, la explotación y en particular la exploración de los recursos hídricos. En general en el Altiplano, debe convivir el desarrollo económico y social, con la protección y mantención de los sistemas ambientales sensibles que existen en la región.

En 2006 y 2007 hubo un conflicto hídrico entre las comunidades indígenas⁵³ y Minera Escondida, la que buscaba la ejecución de un mega proyecto de extracción hídrica para la industria cuprífera. Las comunidades se movilizaron y por vía legal, consiguieron el rechazo del proyecto.

En base al documento “Actualización Plan Regulador San Pedro de Atacama. Declaración de Impacto Ambiental” de 2010, otro conflicto que tiene cabida dentro de la comunidad de San Pedro de Atacama tiene relación con la competencia entre los usos agrícolas y los usos urbanos, debido a la escasez de suelos con capacidad agrícola. Esto ha provocado discrepancias en torno a la actividad turística, principalmente con algunos hoteles y hostales instalados en el área. Sin embargo, se hace mención a la existencia de algunas instalaciones de turismo rural, lo cual aportaría al desarrollo y es menos invasivo.

También es importante el hecho de que existe en el área rural una gran cantidad de recursos arqueológicos, los cuales en su mayoría no cuentan con un manejo y que en algunos casos se encuentran

⁵² Centro de Información de Recursos Naturales. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ciren.cl/>

⁵³ Calderón M., Benavides, C., Carmona, J. y otros. “Gran Minería y localidades agrícolas en el Norte de Chile: comparación exploratoria de tres casos”. Chungará, Revista de Antropología Chilena. 2016.

a ras de tierra, junto a los caminos, es por eso que se encuentran propensos a ser dañados o destruidos por el desarrollo de cualquier actividad en el área, incluida incluso la propia ganadería.

8.3.2.6 Sitios de interés

A continuación se presenta un listado de sitios de interés inmersos en San Pedro de Atacama:

Tabla 41. Sitios de Interés, comuna de San Pedro de Atacama

Sitio	Descripción
Iglesia de San Pedro	Declarada Monumento nacional en 1951. Fue construida a inicios del siglo XVIII luego de que la iglesia más antigua del sector fuese destruida. Su estructura está hecha en base a piedra y adobe, mide 41 metros de largo y 7,5 metros de ancho ⁵⁴ y se ubicada a un costado de la plaza de San Pedro de Atacama.
Museo Arqueológico R.P. Gustavo Le Paige	De acuerdo a la información expuesta por la Universidad Católica del Norte, en el año 1957 el sacerdote jesuita inauguró el primer museo en la Casa Parroquial y en 1963 se construyó el primer pabellón del nuevo museo que a la fecha es administrado por la Universidad Católica del Norte. El museo está ubicado en el centro de San Pedro de Atacama y en la actualidad se encuentra cerrado debido a su remodelación y un litigio judicial con la constructora que se adjudicó el proyecto.
Geiseres del Tatio	En lengua atacameña Tatio (Tata-iu) significa “abuelo que llora”, está ubicado a 4.321 metros sobre el nivel del mar, es una zona de aguas subterráneas que están cerca de la magma volcánica y se pueden ver descargas de agua caliente con vapor. Está ubicado en los montes andinos de Chile a 65 km al este de Calama, 4.290 ms.n.m y es uno de los más altos del mundo ⁵⁵
Reserva Nacional Los Flamencos	Está ubicada a 27 km. De San Pedro de Atacama y se creó en 1990 bajo la protección del Estado y su superficie total es de 73.986 hectáreas aproximadamente. De acuerdo a lo expuesto por Conaf, en el sector se protege a las especies de fauna como el tuco tuco de la puna, zorro culpeo, puma, vicuñas y guanacos; en lo que refiere a flora se protege al tamarugo y algarrobo. Y los principales senderos de excursión son: Lagunas Altiplánicas Miscanti- Miñiques, laguna Chaxa, Valle de la Luna, aldea de Tulor.
Aldea Tulor	En base a la información expuesta por el Museo Chileno de Arte Precolombino, las casas incaicas que datan de hace 400 años aproximadamente, cuando la población que habitaba los alrededores del Salar de Atacama aumentó considerablemente. Estas viviendas se caracterizan por una construcción techada con vigas de troncos, ramas y pajas, de forma circular, con patio y depósitos para el almacenamiento de granos. Su ubicación está a 10 km de San Pedro de Atacama, dirección al Valle de la Luna, hacia Ayllu de Coyo.
Valle de la Luna	Ubicado a 13 km de San Pedro de Atacama y posee una superficie aproximada de 13.200 hectáreas En 1982 fue declarado santuario de la naturaleza, parte de la Reserva Nacional Los Flamencos, su ingreso es administrado por la Conaf.
Salar de Atacama	La ciudad más cercana, es San Pedro de Atacama 55 km al sur, mientras que desde Antofagasta dista 316 km al oeste. Tiene una superficie de 3.000 km ² y una profundidad de 400 m, desde su ubicación se pueden realizar avistamiento y fotografía de aves. Cabe mencionar que ante un compromiso con las comunidades indígenas que colindan el

⁵⁴ <http://www.monumentos.cl/consejo/606/w3-propertyvalue-40916.html>

⁵⁵ <http://www.sociedadgeologica.cl/geiseres-del-tatio/>

Sitio	Descripción
	Salar, para que transmitir información sobre cómo funciona el Salar, incorporando conocimiento ancestral hacia los turistas, incorporándose el trabajo de Conaf, la empresa que explota salmuera y comunidad de Toconao ⁵⁶ .
Pukará de Quito	Construcción que data del siglo XII, época preincaica que daba cuenta del poder social y político del pueblo atacameño, servía como fortaleza para la defensa y refugio ante amenazas externas, está ubicada en el cerro Quito a 3 km al norte de San Pedro de Atacama. Fue considerado Monumento Nacional en 1982.
Termas Puritama	Son 8 pozones de agua tibia que fluctúan entre los 25° y 30° grados, se caracterizan por sus propiedades medicinales y terapéuticas ya se nutre de minerales del río Puritana. Están ubicadas a 35 km de San Pedro de Atacama y a 3.475 metro de altura, en una quebrada de piedra.
Lagunas altiplánicas	Son una serie de lagunas ubicadas a 4.200 metros de altura y es parte de la Reserva Nacional de Flamencos, administrado por la Comunidad Indígena de Socaire.
Observatorio ALMA	El proyecto astronómico más grande del mundo en la actualidad. El Centro de Apoyo a las Operaciones (OSF) es donde se realizan la mayor parte de las actividades y está ubicado a 30 km de San Pedro de atacama a 2.900 metros sobre el nivel del mar. Cabe señalar que las antenas de ALMA se ubican en el sector de Chainantor.

Fuente: Elaboración propia 2017

8.3.2.7 Actores Clave

De la revisión de información secundaria se identificó de forma preliminar a organizaciones, instituciones públicas y privadas que pueden considerarse relevantes en el territorio, los que se enlistan a continuación, realizando una breve descripción de la organización y/o institución. Cabe señalar que se deben considerar a su vez, las organizaciones indígenas identificadas en la Tabla 37 y Tabla 38 del presente informe.

Tabla 42. Actores Sociales Cuenca del Salar de Atacama

Nombre	Tipo	Descripción
Consejo de Pueblo Atacameños	Asociación	La Memoria 2015 informa que la el Consejo nace el año 2004 con el fin de reunir a las comunidades de la época. Hacia el años 2015 estaba compuesto por 18 comunidades, las que por medio de sus presidentes, eligen al directorio que los unificará como pueblo. El objetivo de la organización es que la idiosincrasia atacameña conviva con el entorno social o civil, público y privado. Cabe señalar que el año 2015 el Consejo firma un acuerdo con Rockwood Lithium, en el cual se formuló una metodología de participación y acercamiento entre las comunidades y la empresa. Ana Ramos, Presidenta (2017).
Ilustre Municipalidad de San Pedro de Atacama	Corporación autónoma de derecho público	Fundación Cultura y Turismo: Departamento municipal que busca fomentar y promover la integración y desarrollo cultural. Planifica las actividades turísticas para que San Pedro de Atacama sea un destino sustentable, en armonía con la comunidad y el medioambiente. Dirección de Obras: Aprobar, fiscalizar y recepcionar obras en construcción.

⁵⁶ http://www.mercuriocalama.cl/prontus4_notas/site/artic/20060917/pags/20060917013057.html

Nombre	Tipo	Descripción
		Secretaría Comunal de Planificación: Atiende planes, programas y proyectos en la comuna; analiza y evalúa el desarrollo de la comuna con énfasis en lo social y territorial.
Consejo de la Sociedad Civil	Sociedad Civil	Aconsejar al municipio y asegurar la participación de la comunidad local hacia el progreso económico, social y cultural. Cabe señalar que está compuesto por comunidades indígenas, clubes de deportivos y juntas de vecinos. Algunos de sus representantes son: Organizaciones territoriales: Eva Campillay, Patricia Pérez, Antonia Mondaca, Jorge Cruz, Cristina Plaza, David Chaile y Quintín Condori. Estamento de organizaciones funcionales: Cecilia Rojo, Roxana Bruna y Cecilia Condori. Asociaciones y comunidades: Anjel Puca, Edwin Opazo, Domingo Soza y Pamela Colque. Organizaciones de interés público: Rosita Hernando. Actividades relevantes para el desarrollo económico, social y cultural: Gary Mérida.
Habitantes del Salar de Atacama por la Defensa del Agua	Agrupación civil	Agrupación de habitantes de la zona que manifiestan preocupación por los efectos de la minería del litio y la posible llegada de una tercera empresa minera a la zona (Wealth Minerals). Cabe mencionar que los habitantes se relacionan con la ONG OLCA ⁵⁷ , la cual asesora a comunidades en conflicto con el fin de potenciar su gestión a favor de los derechos ambientales.
Comisión Especial Investigadora de los actos de los organismos públicos competentes encargados de la fiscalización y protección de glaciares, cuencas hidrográficas y salares de Chile.	Estatal	Comisión compuesta por 13 Diputados que investigan los actos de los ministerios y servicios públicos relacionados con la fiscalización y revisión del estado actual de glaciares y cuencas hidrográficas, además de protección y prevención de la afectación de salares del país, incorporando la revisión particular de la situación del salar de Punta Negra en Antofagasta. Presidente de la comisión: Marcos Espinoza Sr. Germán Becker Alvear, Sr. Marcelo Chávez Velázquez, Sra. Daniella Cicardini Milla, Sr. Sergio Gahona Salazar, Sra. Cristina Girardi Lavín, Sr. Daniel Melo Contreras, Sra. Andrea Molina Oliva, Sr. Cristián Monckeberg Bruner, Sr. David Sandoval Plaza, Sra. Alejandra Sepúlveda Orbenes, Sra. Camila Vallejo Dowling, Sr. Patricio Vallespín López
Fundación Desierto de Atacama	Institución autónoma sin fines de lucro	Fundación que en la actualidad no trabaja en el área de la cuenca del Salar de Atacama, sin embargo su investigador senior, Alonso Barros, expuso ante la Comisión Investigadora de Glaciares, Cuencas Hidrográficas y Salares del Congreso informando sobre el exceso en la extracción de agua de SQM en el Salar de Atacama. (2016-2017)
Agrupación de Turismo y Medio Ambiente ATYMA	Agrupación	El objetivo de la agrupación turística y medioambiental es generar herramientas y compromisos que contribuyan a la sustentabilidad ambiental de los empresarios de la comuna, por medio del manejo

⁵⁷ El Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales es una entidad que “asesora a comunidades en conflicto, para potenciar sus capacidades de gestión a favor de sus derechos ambientales”, además de realizar un seguimiento de dichos conflictos e investigación respecto de temas referidos a la protección ambiental y los derechos ciudadanos. Página web: www.olca.cl.

Nombre	Tipo	Descripción
		sustentable de residuos sólidos, uso eficiente del agua, eficiencia energética, inocuidad de los alimentos, higiene y seguridad y capacitación laboral.
Asociación de turismo Indígena Lickan Antay	Asociación Indígena	Se constituyó el año 2009 como asociación, integrando comuneros y socios de la cultura atacameña que estaban interesados en realizar sus actividades en torno al turismo comunitario. Opera en los ayllus de Coyo, Solor y Sequitor y localidad de Socaire. Contacto: Gregorio Ildefonso
Consejo Directivo Área de Desarrollo Indígena Atacama La Grande		El Área de Desarrollo Indígena (ADI) es un espacio territorial en el que los organismos del Estado focalizan su acción en beneficio del desarrollo de la población indígena que lo habita.
Televisión Comunitaria Antay TV	Asociación sin fines de lucro	Promueve iniciativas culturales, residentes de la localidad de San Pedro de Atacama e indígenas atacameños.
Tata Mallku	Fundación sin fines de lucro	Promueve el desarrollo de la identidad local a través del rescate de tradiciones originarias, valorización del patrimonio cultural, apoyo a las comunidades y conservación del ecosistema.
SQM	Empresa privada	Empresa minera presente en el salar de Atacama que produce cloruro de potasio, carbonato de litio, sulfato de potasio, carbonato de litio, sulfato de potasio, ácido bórico y cloruro de magnesio. Posee los derechos para explotar recursos minerales de un área que abarca 196.000 hectáreas del Salar de atacama, además declaran que han solicitado tener los derechos adicionales para explorar y explotar 26.00 hectáreas y 145.000, respectivamente. Cabe mencionar que 147.000 hectáreas son arrendadas a CORFO bajo un contrato que expira el 31 de diciembre de 2030.
Albermarle	Empresa privada	Empresa minera con presencia en el Salar de Atacama que produce salmuera concentrada, cloruro de potasio y cloruro de magnesio, en su Planta Química La Negra (27 km al sureste de Antofagasta), se produce carbonato de litio y cloruro de litio.

Fuente: Elaboración propia

8.3.3 Dimensión Socioeconómica

En términos generales, la información estadística del Censo 2002 arroja que la población económicamente activa (PEA) de la comuna, corresponde al 58,5% de la fuerza laboral efectiva, de ese total el 83,6% estaba trabajando por ingreso, el 7,2% estaba buscando trabajo, habiendo trabajado antes, 6% se encontraba sin trabajar, pero tenía empleo, el 2 % estaba trabajando para un familiar sin pago en dinero y el 1,2% se encontraba buscando trabajo por primera vez.

En tanto, la población no económicamente activa (PNEA) correspondía al 41,5% del total, de ellos el 41,4% de dedicaba a los quehaceres de su hogar, 35,2% se encontraba en otra situación, el 11,9% era jubilado o rentista, el 9,6% estaba estudiando y el 1,9% se encontraba incapacitado permanentemente para trabajar.

Sobre las categorías de ocupación a la que pertenecen los trabajadores de la comuna, hacia el año 2002 el 77,4% de la población era trabajador asalariado, 15,8% trabajador por cuenta propia, 3% empleador, empresario o patrón, 2,1% trabajaba para un familiar no siendo remunerado y el 1,7% era trabajador de servicio doméstico.

En relación a las actividades productivas de la zona hacia el año 2013, el 0,2% de la población trabajaba en el sector primario de la economía, el 19,4% en el sector secundario y el 80,4% en el sector terciario⁵⁸.

Del total del sector primario, el 66,7% se dedicaba a la agricultura, ganadería, caza y silvicultura, mientras que el otro 33,3% del sector, trabajaba en la explotación de minas y canteras.

Sobre el sector secundario, el 40,1% se dedicaba a la construcción, el 37% al trabajo en industrias manufactureras no metálicas, el 14,4% trabaja en el sector de suministro de electricidad, gas y agua y solo el 8,5% en industrias manufactureras metálicas.

Finalmente, en relación al sector terciario, el 37,5% trabajaba en el rubro de hoteles y restaurantes, el 34,3% trabajaba en comercio al por mayor y menor, repuestos, vehículos, automotores y enseres domésticos, el 22,9% dedicaba sus labores al trabajo en servicios sociales y de salud, el 3,7% transporte, almacenamiento y comunicaciones, el 1,3% a otros actividades de servicios comunitarios, sociales y personales y solo el 0,3% del sector se dedicaba a actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler.

Tabla 43. Número de trabajadores por Actividades económicas comuna de San Pedro de Atacama

Origen	Comuna		
	2009	2011	2013
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	8	2	2
Pesca	0	0	0
Explotación de minas y canteras	15	0	1
Total sector primario	23	2	3
Industrias manufactureras no metálicas	39	42	105
Industrias manufactureras metálicas	24	21	24
Suministro de electricidad, gas y agua	13	27	41
Construcción	12	35	114
Total sector secundario	88	125	284
Comercio al por mayor y menor, repuestos, vehículos, automotores/enseres domésticos	314	388	405
Hoteles y restaurantes	347	418	443
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	65	53	44
Intermediación financiera	0	0	0
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	18	73	3

⁵⁸ Las actividades económicas del sector primario, se basan en la extracción de recursos naturales, es decir, la materia prima. El sector secundario de la economía considera la transformación de las materias primas extraídas, mientras que el sector terciario de la economía, apunta a las actividades relacionadas con la prestación de servicios a consumidores o productores del sector primario y secundario de la economía.

Adm. Pública y defensa, planes de seg. social afiliación obligatoria	0	0	0
Enseñanza	0	0	0
Servicios sociales y de salud	205	238	270
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	3	2	15
Consejo de administración de edificios y condominios	0	0	0
Organizaciones y órganos extraterritoriales	0	0	0
Sin información	0	0	0
Total sector terciario	952	1172	1180
Total	1.063	1.299	1.467

Fuentes: Reportes Comunales Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, en base a Servicio de Impuestos Internos (SII)

En base a la encuesta Casen de 2015, las personas que trabajaban y declaraban pertenecer a una etnia en la comuna de San Pedro eran 56 de una muestra de 219, es decir un 25,6% de la población. En relación a las actividades productivas, las más recurrentes son hoteles y restaurantes, con 28,6% de los casos, comercio al por mayor y al por menor y transporte, almacenamiento y comunicaciones con un 12,5% de los casos cada una. La actividad de agricultura, ganadería caza y silvicultura representa el 7,1% de las actividades económicas que realizan las personas pertenecientes a una etnia y que trabajan, considerando que esta era la actividad predominante de las etnias de la cuenca del Salar de Atacama.

Ahora bien, en relación a las actividades económicas de la población que trabajaba y declaraba pertenecer a una etnia en la comuna, es posible establecer que en el sector primario un 66,7% se dedicaba a la agricultura, ganadería, caza y silvicultura y un 33,3% a la explotación de minas y canteras.

En el sector secundario, el 54,5% trabajaba en construcción, un 36,4% en industrias manufactureras y solo el 9,1% en suministro de electricidad, gas y agua.

Y sobre el sector terciario, el 41% se dedicaba al rubro de hoteles y restaurantes, el 17,9% trabajaba en comercio al por mayor y al por menor y transporte, almacenamiento y comunicaciones, respectivamente, el 7,7% realizaba sus labores en el área de la enseñanza, el 5,1% en actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler y servicios sociales y de salud, respectivamente, mientras que el 2,6% trabajaba en el sector de la administración pública y defensa y otras actividades de servicios comunitarios, sociales y p, respectivamente.

Tabla 44. Actividad económica de la población indígena de la comuna de San Pedro de Atacama

Actividad económica población indígena	Personas	%
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	4	7,1
Explotación de minas y canteras	2	3,6
Industrias manufactureras	4	7,1
Suministro de electricidad, gas y agua	1	1,8
Construcción	6	10,7
Comercio al por mayor y al por menor	7	12,5
Hoteles y restaurantes	16	28,6

Actividad económica población indígena	Personas	%
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	7	12,5
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	2	3,6
Administración pública y defensa	1	1,8
Enseñanza	3	5,4
Servicios sociales y de salud	2	3,6
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y p	1	1,8
Total	56	100,0

Fuente: Elaboración propia en base a Casen 2015

La actualización del Plan de Desarrollo Comunal 2006-2010 señala que el aumento en el rubro de la construcción los últimos 10 años, tiene directa relación con el incremento de proyectos hoteleros debido a la valorización turística internacional que ha logrado obtener San Pedro de Atacama; sin embargo, el mismo documento explica que la condición de estas actividades se caracteriza por la estacionalidad, en el caso de la construcción, al terminar las obras, finalizan los contratos y en relación a las actividades ligadas a hoteles, restaurantes y minería, aumentarían según la temporada e inversión de capitales.

El mismo documento explicita que San Pedro de Atacama se ha convertido en un centro de atracción turística mundial; debido a sus características geográficas y ambientales se han podido desarrollar proyectos astronómicos a nivel mundial, es así que en términos productivos, el observatorio ALMA contribuye a la generación de empleo y absorción de mano de obra local, en este periodo –de acuerdo a lo proyectado por el Pladeco 2006- 2010- fase de operación y mantenimiento. Del mismo modo, su presencia en la zona se proyecta como una oportunidad para empresarios locales, ya que tienen la posibilidad de crear proyectos turísticos- astronómicos.

Además, expone que la cuenca del Salar de Atacama se distingue por ser una de las principales reservas mundiales de minerales no metálicos ya que se encuentra con más del 45% de las reservas mundiales de litio en forma de salmuera, presentándose las más altas concentraciones de potasio, litio y bórax, respecto a otros depósitos de salmuera naturales; es así que la principal actividad económica en la cuenca se basa en la explotación de litio, sodio, bórax y potasio en faenas mineras emplazadas en las cercanías de Toconao y Peine.

En menor escala, es posible identificar la explotación de canteras de piedra liparita, en las localidades de Toconao y Río Grande, por lo mismo la primera localidad se organiza la Agrupación de Canteros que hasta fecha contaba con 18 socios, mientras que en Río Grande, la explotación es realizada por habitantes del sector.

En el mismo informe se especifica que son dos las empresas que se dedican a la explotación del litio en el sector, SQM Salar S.A (SCL) y la Sociedad Chilena del Litio Ltda (Rockwood), es así que las dos empresas mencionadas exportan carbonato de litio, cloruro de litio y cloruro de potasio a países tales como China, Japón, Alemania y EEUU. Cabe mencionar que actualmente Rockwood Litio Ltda., recibe el nombre de Albemarle, produciendo en el Salar de Atacama salmuera concentrada, cloruro de potasio, y cloruro de magnesio, mientras que la Planta Química La Negra produce carbonato de litio y cloruro de magnesio.

La actualización del Pladeco 2006-2010 explica que SQM Salar S.A tiene derechos exclusivos de explotación de recursos naturales en 196.000 ha del Salar de Atacama y el 75% de las concesiones son de CORFO, cuyo acuerdo tiene vigencia hasta diciembre de 2030.

Finalmente, es preciso señalar que la explotación minera genera empleo a habitantes de las localidades de Toconao, Talambre, Camar y Peine y que el grupo etario productivo más joven trabaje en la explotación de sales, sustituyendo, temporalmente el trabajo en la agricultura y pastoreo.

8.4 Programa Relacionamiento Comunitario

8.4.1 Objetivos del programa de Relacionamiento Comunitario

El objetivo del presente Programa de Relacionamiento Comunitario es ser una guía para la socialización de los resultados del “Análisis de los reportes enviados por los titulares de RCA y PATs en la Cuenca del Salar de Atacama”, el que sea un proceso que se lleve a cabo en un marco de relacionamiento con la comunidad local, en donde ésta esté informada y sea partícipe de las acciones que se ejecuten en relación Programa de Inspección.

De esta manera, los objetivos del Programa de Relacionamiento Comunitario son los siguientes:

- Informar a actores relevantes de la Cuenca del Salar de Atacama respecto de los lineamientos de la Política del Litio y la Gobernanza de los Salares y el rol del Comité de Minería No Metálica en la gestión de los proyectos de Litio.
- Informar a actores relevantes de la Cuenca del Salar de Atacama respecto de los resultados de la sistematización de los compromisos ambientales estipulados por RCA y PAT, en la cuenca Salar de Atacama y el SIG desarrollado.
- Posibilitar la participación de los actores sociales relevantes en el proceso socialización de los resultados del estudio.

Los objetivos específicos para dar cumplimiento a lo recién expuesto, son los siguientes:

- Determinar el área de interés del Programa de Relacionamiento Comunitario.
- Caracterizar socialmente el área de interés del Programa de Relacionamiento Comunitario.
- Identificar a los actores clave/stakeholders presentes en el área de interés del Programa de Relacionamiento Comunitario.
- Desarrollar estrategias de vinculación e información con los actores clave/stakeholders del área de interés del proyecto.

Para dar a conocer los resultados del Estudio para el análisis y preparación de un plan de trabajo en relación a las distintas RCA sobre el Salar de Atacama, se propone la ejecución de acciones que permitan la correcta y oportuna entrega de información, así como también sienten las bases de una posterior relación entre el mandante y la comunidad.

De manera preliminar, se ha definido el territorio de la Cuenca del Salar de Atacama como área de aplicación del Programa de Relacionamiento Comunitario. Esta área ha sido caracterizada en el acápite 8.2 del presente documento, con el fin de entregar un panorama general del sector respecto de sus principales características socioeconómicas y culturales, y contar con una base para el desarrollo del trabajo propuesto. Así también, en base a una revisión de fuentes secundarias, se han identificado actores clave, como insumo para un primer apronte para el trabajo a ejecutar. Éstos se presentan en la **Tabla 42** del presente documento.

De este modo, se propone la implementación del Programa de Relacionamiento Comunitario en tres etapas, a saber:

- **Etapas I:** Identificación de actores y sus características.
- **Etapas II:** Entrega de información a los actores identificados.
- **Etapas III:** Recopilación y sistematización de observaciones realizadas por la comunidad y definición de lineamientos estratégicos de relacionamiento comunitario

A continuación se presentan las principales características de cada etapa, definiendo la actividad y las técnicas para llevarlas a cabo.

8.4.2 Etapas I: Identificación y mapeo de actores clave y sus características

El objetivo de esta etapa es identificar y conocer a los actores que estarán involucrados en el proceso de socialización y las características del contexto social presente en el territorio donde se desarrollará dicho proceso. Para esta primera etapa se realizará un mapa de actores clave o stakeholders, a quienes se caracterizará y se identificarán sus principales percepciones respecto de temas de interés.

Con la información recopilada previo al inicio del programa, se propone la construcción de un Mapa Preliminar de Actores Clave, que permitirá identificar a los actores clave y así conocer a las organizaciones indígenas, organizaciones sociales, medios, gremios, líderes y autoridades políticas locales con las que se trabajará durante la ejecución del programa. Asimismo, posibilitará identificar las percepciones de los actores locales lo que permitirá caracterizar el clima social local (sus demandas, necesidades, preocupaciones, conflictos).

8.4.2.1 Metodología de mapa de actores clave

La elaboración del mapa de actores clave se debe realizar con información secundaria y primaria. Primeramente, la identificación de los actores clave se realizará en base a revisión de fuentes secundarias, entre las que se cuentan notas de prensa en medios escritos o digitales, bases de datos oficiales a nivel comunal, regional y/o nacional que contengan información relevante; lo cual deberá ser complementado con el resultado del trabajo realizado en terreno, en el que se debe establecer contacto con la comunidad y los actores claves inicialmente identificados.

Para la elaboración de la matriz final, posterior a la identificación de los actores clave, los insumos necesarios se contienen en las siguientes etapas descritas en el programa.

i. Objetivo general

Identificar a los actores clave y grupos de interés con quienes se desarrollará el Programa de Relacionamento Comunitario.

ii. Objetivos específicos

- Elaborar un mapa de actores clave de la Cuenca del Salar de Atacama.
- Caracterizar a los actores claves de la Cuenca del Salar de Atacama.
- Conocer la percepción de los actores clave respecto de la explotación del litio en el Salar de Atacama.

iii. Descripción

Para la identificación de los actores clave se propone la elaboración de un mapa, el que consiste en la identificación estratégica de actores del área en el que se ubica el Salar de Atacama. Se busca conocer su posición y nivel de influencia en el territorio. A su vez, en trabajo de terreno se debe realizar un sondeo de percepciones, que busque identificar las percepciones de los actores locales como una manera de caracterizar el clima social local (demandas, necesidades, preocupaciones, conflictos). Las percepciones son las representaciones que las personas construyen sobre algo o alguien. Las percepciones no son conclusiones técnicas ni opiniones científicas, y algunas veces carecen de argumentación técnico-científica; sino que están basadas en juicios de valor, supuestos y pre-conceptos. Con este sondeo, será posible conocer las expectativas, demandas, necesidades, temores, preocupaciones y conflictos de la población en relación a las materias de interés.

Un mapa de actores “es una herramienta metodológica de tipo estructural que permite acceder de manera rápida a la trama de relaciones sociales dadas en una zona determinada. En tal sentido, es útil para abordar aspectos objetivos (...) expresados en la trama de relaciones que se construya sobre una realidad específica, los que de algún modo configuran campos de relaciones entre posiciones históricamente producidas”⁵⁹.

La utilidad que tiene un mapa de actores, entonces, se relaciona con que es una herramienta que “ayuda a representar la realidad social en la que se intervendrá, comprenderla en su complejidad y diseñar estrategias de intervención con más elementos que el solo sentido común o la sola opinión de un informante calificado (...). El mapeo de actores permite conocer las alianzas, los conflictos, los portavoces autorizados, y por ende, permite seleccionar mejor los actores a los que se deba dirigir en tal o cual momento”⁶⁰.

⁵⁹ Tapella, Esteban (s.a.). El Mapeo de Actores Clave. Universidad Nacional de Córdoba. p. 3.

⁶⁰ Ídem.

Cabe mencionar que la herramienta metodológica del mapa de actores tiene su fundamento en la teoría de redes sociales, por lo que basa su lectura en una representación de la realidad que se articula en base a la identificación de una red, la cual está conformada por un conjunto de relaciones sociales de distinta índole, pero que necesariamente cuenta con la participación de individuos, organizaciones e instituciones que dan dinamismo a la red y la cargan de significado y valor determinados, los cuales dependerán del rol que se ocupa en la red, su relación para con el fenómeno a estudiar y el grado de poder que cada actor social tenga.

De este modo, la estrategia metodológica propuesta permitirá identificar:

- Actores sociales, sus funciones y roles.
- Tipos de relaciones y/o vínculos entre actores sociales.
- Posición de los actores frente al tema de interés.
- Jerarquizar el poder de cada actor en relación a su capacidad de limitar o facilitar las acciones del proceso de socialización y el trabajo de relacionamiento a futuro.

En este contexto, el concepto de actor social, es clave para el desarrollo de esta herramienta metodológica. Así, estos actores sociales “pueden ser personas, grupos u organizaciones que tienen interés en un proyecto o programa. Los actores clave son usualmente considerados como aquellos que pueden influenciar significativamente (positiva o negativamente una intervención) o son muy importantes para que una situación se manifieste de determinada forma”⁶¹.

Del mismo, uno de los aspectos fundamentales que caracterizan a los actores sociales en general, dentro del contexto de las diferentes posturas en torno al desarrollo de un programa o proyecto en zonas de alta sensibilidad social, tiene que ver con que cada actor social “tiene algo que perder o algo que ganar a partir de los resultados de una determinada intervención o la acción de otros actores. Usualmente son considerados actores aquellos individuos, grupos o instituciones que son afectados o afectan el desarrollo de determinadas actividades, aquellos que poseen recursos, experiencia y alguna forma de poder para influenciar la acción de otros”⁶².

En este caso, y en relación al contexto social en el que el programa se plantea, debe identificarse a aquellos actores que tienen algún grado de interés e influencia en el desarrollo del tema de interés. En ese sentido, preliminarmente pueden mencionarse algunos grupos de actores sociales que deben incluirse para el desarrollo de esta etapa.

- Instituciones públicas a nivel local (Por ejemplo, gobierno local (municipalidades).
- Comunidades indígenas.
- Organizaciones no gubernamentales (ONG’s).
- Organizaciones sociales funcionales y/o territoriales.
- Actores individuales (Por ejemplo, líderes de opinión locales)

⁶¹ Íbid. p.2.

⁶² Íbid. p. 4.

Una vez identificados a los actores sociales relevantes y atingentes para el desarrollo del programa, es necesario determinar cuáles de los actores sociales identificados aparecen como actores clave, cuál es su posición frente al tema de interés, su nivel de influencia sobre otros actores, entre otros aspectos. Es decir, se debe representar la realidad social y, con ello, determinar las mejores acciones que debe tomar el programa para su inserción en el territorio a partir de la elaboración de un mapa de actores.

Revisión de Fuentes Secundarias

La revisión de fuentes secundarias consiste en levantar y sistematizar la información disponible en Fuentes Secundarias, que son las producidas coetáneamente a la sociedad o tema estudiado y pueden ser muy diversas. Dentro de éstas se encuentran las Fuentes Documentales, las que se clasifican en función de su soporte o tipo de presentación de la información, que podríamos resumir en:

- Fuentes documentales estrictas: documentos de carácter administrativo, jurídico, judicial, fondos de empresas, de instituciones, de familias, protocolos notariales, hemerotecas.
- Fuentes cartográficas: mapas, planos.
- Fuentes audiovisuales: imágenes fijas e imagen cinética.

Así, el empleo de esta técnica será de utilidad para una mayor y mejor comprensión de los procesos que se han desarrollado en el territorio en el cual se enmarca el programa. Debe contemplar la consulta de toda la bibliografía y todo tipo de material disponible relacionado (documental, cartográfico y audiovisual) con el desarrollo del programa desde la perspectiva de la componente social. De esta forma las fuentes secundarias a recopilar y sistematizar son:

- Notas de prensa digital, tanto de orientación local como también a escala regional y nacional.
- Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, incluyendo Descripciones de Proyecto, Líneas de Base de Medio Humano, Evaluaciones de Impactos.
- Bibliografía atingente, incluyendo documentos de carácter administrativo o judicial, Estudios de Percepción, Estudios Antropológicos, entre otros.
- Medios digitales en general, con énfasis en portales de corte ambientalista e indigenista.

a) Revisión Prensa

Esta actividad consiste en la revisión de información referida al tema de interés en el territorio, presentes en medios de comunicación a escala local, regional y nacional, disponibles en formato digital, en un periodo de tiempo previamente definido. De la misma manera, los medios de comunicación consultados deben ser seleccionados a partir de ciertas características, cumpliendo con la representatividad local, regional y nacional si es necesario.

b) Análisis de Proyectos

Esta actividad consiste en la identificación de las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) y Estudios de Impacto Ambiental (EIA) ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), que resulten pertinentes para el análisis territorial de zona. Este análisis, por tanto, corresponderá a los proyectos correspondientes a la provincia de El Loa con EIA o DIA que cuenten con Resolución de Calificación Ambiental favorable presentadas desde un año a determinar, que se encuentren en tramitación ambiental, o que hayan sido desistidos.

c) Bibliografía

Se propone una búsqueda y revisión de documentos disponibles relacionados con el tema de interés (litio), ya sean de carácter administrativo y/o judicial, estudios de percepciones, estudios antropológicos, u otro tipo de material disponible que permitan identificar posibles actores, sus características, funciones y el tipo de relaciones que establecen dentro de la red social.

d) Medios digitales

Se identificarán y revisarán portales de organismos o entidades que estén relacionadas con el territorio, con énfasis en portales de corte ambientalista e indígena.

Como resultado de los pasos anteriores, se espera contar con la identificación de los actores clave, su rol frente al desarrollo del litio en el territorio, su relación o postura predominante, y su jerarquización respecto del grado de poder dentro del sistema de relaciones presentes en el área a estudiar.

A partir de ello, la información deberá complementarse con el trabajo que se desarrolle en terreno, estableciendo previamente una estrategia en la que se definan primeramente los alcances de la postura del Comité de Minería No Metálica de CORFO en relación a sus lineamientos y acciones asociadas. Esto debería cristalizarse en un discurso formal de parte del mandante para abordar a los actores clave del territorio, lo que corresponde a la siguiente etapa.

8.4.3 Etapa II: Entrega de información a stakeholders y comunidades locales

El objetivo de esta etapa es entregar a la población del territorio y a los actores clave identificados, la información necesaria sobre el trabajo que se desea realizar y respecto de los resultados de la sistematización de los compromisos y obligaciones recogidas de las RCAs y PATs del salar, y sus implicancias. Para esto, debe realizarse un trabajo en terreno para establecer contacto presencial con los actores identificados, y posteriormente, efectuar talleres informativos comunitarios y reuniones con autoridades locales, que permitan exponer los resultados del Programa de Inspección y las plataformas en las que estará disponible la información. Las actividades de esta etapa se definen a continuación.

8.4.3.1 Elaboración de discurso y material de exposición

Esta actividad se refiere a la elaboración de un discurso formal para abordar a los stakeholders y comunidades locales presentes en el área identificada, para lo cual se deberán tener claros los alcances

del trabajo con la comunidad, la postura del comité en relación a sus lineamientos y acciones asociadas que permitan determinar el trabajo posterior a efectuar con la población.

8.4.3.2 Entrega información a stakeholders

Mediante el contacto presencial con los actores clave identificados se entregará un primer apronte de información, la que considera una presentación de las instituciones involucradas, los objetivos del acercamiento y de lo que se proyecta realizar.

El desarrollo de esta actividad además considera la realización de una entrevista semi-estructurada a los actores claves, la que permitiría identificar su percepción respecto de la información proporcionada. La entrevista semi-estructurada es una técnica cualitativa de recolección de información, que permite profundizar en los temas de interés, posibilitando conocer y comprender las preocupaciones y posiciones ciudadanas respecto, por ejemplo, del tema de interés y de su entorno social.

Metodología entrega de información

Las entrevistas de tipo semi estructuradas deben ser “guiadas por un conjunto de preguntas y cuestiones básicas a explorar, pero ni la redacción exacta ni el orden de las preguntas está predeterminado. Este proceso abierto e informal de entrevista es similar, pero diferente de una conversación informal. El investigador y el entrevistado dialogan de una forma que es una mezcla de conversación y preguntas insertadas”⁶³. Las entrevistas permitirán recoger libremente las percepciones de cada entrevistado a partir de la entrega de información general, considerando sus principales temáticas de interés, según su ámbito de acción.

8.4.3.3 Reuniones informativas

Consiste en la realización de talleres informativos, donde se informe a las comunidades locales presentes en el área de influencia y a los actores identificados, acerca de los resultados del “Análisis de los reportes enviados por los titulares de RCA y PATs en la Cuenca del Salar de Atacama”, y los alcances de lo expuesto, de la descripción de los elementos más importantes asociados, de la plataforma en que estará disponible la información, entre otros aspectos de interés.

La planificación de los talleres dependerá del desarrollo de las actividades y el contacto de los actores sociales en terreno, según la disponibilidad de éstos.

Metodología de reunión informativa con comunidades

Las comunidades priorizadas para este proceso serán abordadas a través de una reunión informativa, en la que se realice una exposición de los temas e información a tratar y en la que se propone utilizar la

⁶³ Miguel Valles. “Las Entrevistas Cualitativas”, en Cuadernos Nº 32. Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid, 2002. Págs. 38-39.

técnica metodológica del diálogo semi-estructurado, la que es una técnica para el desarrollo participativo que puede ser utilizada en una dinámica de grupo y que permitirá obtener una retroalimentación por parte de las comunidades y actores clave con quienes se dialogue respecto de las temáticas presentadas en la reunión.

Objetivo general

Informar a las comunidades y grupos de interés de los alcances y resultados del “Análisis de los reportes enviados por los titulares de RCA y PATs en la Cuenca del Salar de Atacama”, así como recoger todas las inquietudes de la dirigencia local y actores claves participantes.

Objetivos específicos

- Identificar las inquietudes de los integrantes de las comunidades y grupos de interés respecto de la explotación del litio en el Salar de Atacama.
- Conocer a los actores claves de las comunidades.
- Conocer la percepción de las dirigencias de las comunidades respecto de los temas expuestos en la reunión informativa.
- Entregar a la dirigencia toda la información que sea necesaria para que éstos conozcan los resultados del “Análisis de los reportes enviados por los titulares de RCA y PATs en la Cuenca del Salar de Atacama”.

Descripción

La reunión informativa se realizará mediante la técnica de diálogo semi-estructurado. Esta herramienta tiene por objetivo recolectar información general y específica tanto de personas individuales, grupos familiares o grupos enfocados. Esta técnica busca evitar la propensión a que los temas a tratar en la reunión informativa sean cerrados y sólo se limiten a un punto en especial, sin la posibilidad de explorar en otros aspectos relevantes para la estrategia de relacionamiento (como es conocer los proyectos que tienen las comunidades a futuro y las percepciones que tienen los integrantes de éstas respecto de la explotación del litio en el Salar de Atacama), además de evitar la falta de diálogo entre las partes y la falta de adecuación a la percepción de las personas; buscando así el intercambio constante de información entre el expositor y el receptor.

Esta técnica contempla los siguientes pasos y actividades, los que pueden ser resumidos de la siguiente manera:

- Elección de los temas a tratar en la reunión, y donde se encuentran resumidos en forma clara los aspectos fundamentales de los resultados del estudio desarrollado. Estos temas servirán de guía y los expositores deben conocerlos a cabalidad. La preparación de los temas y la guía debe ser un trabajo conjunto entre los expositores, los técnicos y el mandante.
- Establecer cuál será la forma más apropiada para coleccionar la información, ya sea a través de la grabación de audio, visual, registro escrito, etc.

- La metodología requiere conocer los sesgos del grupo al cuál se dirigirá la reunión.

Considerando que el objetivo general es informar a los habitantes de las comunidades respecto de los alcances y resultados del “Análisis y sistematización de RCA y PATs en la Cuenca del Salar de Atacama”, y recoger las inquietudes que la población pueda tener respecto de éste; es que esta técnica ayudará al mandante a obtener información de primera fuente, en forma rápida y con actores relevantes, trabajando con un grupo de dirigentes de las comunidades que conocen las dinámicas y la realidad de su comunidad y de las problemáticas de su entorno.

Convocatoria:

- Dirigentes de las comunidades; actores clave identificados; sin embargo, podrán asistir todas aquellas personas que así lo deseen.
- Representantes de CORFO.
- Profesionales de Consultora a cargo.

Tiempo requerido

No existe un límite predeterminado para la realización del taller, como regla general no se debe agotar a los participantes por lo que se recomienda un tiempo de no más de dos horas.

Materiales requeridos:

- Proyector.
- Telón.
- Lápices.
- Hojas para tomar apuntes.
- Acta de Asistencia.
- Grabadora.

Desarrollo del Taller:

Paso 1: (Establecer una guía de temas máximo 6 o 7 con la técnica del diálogo semi- estructurado).

a) Temario a tratar:

- Presentar a las instituciones involucradas y empresa consultora que están desarrollando el proceso.
- Dar a conocer objetivos y alcances del encuentro.
- Dar a conocer los resultados del “Análisis y sistematización de RCA y PATs en la Cuenca del Salar de Atacama”.

b) Introducción a la presentación:

Consultora explicará el sentido de la reunión y los temas a tratar durante ésta.

c) Presentación de los temas:

Estos deberán ser expuestos mediante una proyección de una presentación y cada tema ser presentado por una persona idónea. Estos deberán explicar con claridad cada uno de los aspectos a tratar.

En este sentido el concepto de la transparencia es primordial porque los miembros asistentes informarán al resto de la comunidad de los tópicos que se tocaron en la reunión y por este motivo es fundamental evitar crear confusión y expectativas erróneas.

Durante el desarrollo de la reunión se gestará el diálogo entre el mandante y los asistentes, por lo que es importante visualizar y hacer ver que se tiene total interés en las preguntas, comentarios, afirmaciones e incluso respecto de las discrepancias con los asistentes.

d) Sistematización de las inquietudes

En el desarrollo de la presentación se recogerán las consultas las que serán respondidas por los responsables correspondientes y consolidadas en un acta que será enviada posteriormente a los asistentes. Adicionalmente se solicitará a los asistentes la posibilidad de grabar la reunión.

e) Desarrollo del temario.

i. Identificación de todos los consultores y mandante, especificando su rol y objetivo/misión en el proceso.

- Representante del mandante: Deberá explicar quién es él, cuál es su profesión y cargo en la institución, deberá aclarar el objetivo de la reunión y los lineamientos de la institución respecto del tema.
- Profesionales de Consultora: Deberán identificarse respecto de su profesión, cargo en la empresa y función en el proyecto.

ii. Resultados Programa de Inspección.

- Situación de la extracción del litio
- Empresas vinculadas.
- Temas relevantes.
- Estudio “Análisis de los reportes enviados por los titulares de RCA y PATs en la Cuenca del Salar de Atacama”.
- Resultados “Análisis de los reportes enviados por los titulares de RCA y PATs en la Cuenca del Salar de Atacama”.

- Alcances y mirada a futuro.

8.4.4 Etapa III: Recopilación y sistematización de observaciones de comunidades locales y definición de lineamientos estratégicos

El objetivo de esta etapa es recoger las observaciones, preocupaciones, consultas y dudas respecto del proceso, resolver los temas identificados por grupos humanos participantes en relación a lo presentado, generando un insumo que permita establecer los lineamientos de un trabajo a mediano y largo plazo con los grupos de interés.

Actividades:

- Elaboración de matriz de preocupaciones ciudadanas e institucionales:** Las observaciones, preocupaciones, apreciaciones, realizadas por la comunidad y por los actores clave identificados serán sistematizadas con el fin de generar una matriz que permita al mandante identificar las expectativas, demandas e intereses suscitados por el tema de interés, así como también identificar potenciales conflictos.
- Elaboración lineamientos estrategia de relacionamiento y participación de las instituciones y ciudadanía:** De acuerdo a los grupos de interés identificados y sus características, se definirán los lineamientos de una estrategia de relacionamiento a mediano y largo plazo.

Los lineamientos deben considerar la participación, consulta y difusión con pertinencia cultural. En especial, para población indígena identificada en la Cuenca del Salar de Atacama, se deben considerar las recomendaciones y directrices que dispone la normativa nacional vigente que se basa principalmente en la Ley Indígena N° 19.253 y en el Convenio N° 169 de la OIT.

Respecto del Convenio 169 de la OIT, el Artículo 6 y el Artículo 7, establecen los deberes que se deben considerar para establecer una relación y trabajo con la población indígena. A continuación se presentan dichos deberes:

1. Al aplicar las disposiciones del presente Convenio, los gobiernos deberán:
 - a) consultar a los pueblos interesados, mediante procedimientos apropiados y en particular a través de sus instituciones representativas, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles directamente;
 - b) establecer los medios a través de los cuales los pueblos interesados puedan participar libremente, por lo menos en la misma medida que otros sectores de la población, y a todos los niveles en la adopción de decisiones en instituciones electivas y organismos administrativos y de otra índole responsables de políticas y programas que les conciernan;

c) establecer los medios para el pleno desarrollo de las instituciones e iniciativas de esos pueblos, y en los casos apropiados proporcionar los recursos necesarios para este fin.

2. Las consultas llevadas a cabo en aplicación de este Convenio deberán efectuarse de buena fe y de una manera apropiada a las circunstancias, con la finalidad de llegar a un acuerdo

El artículo 7 señala:

1. Los pueblos interesados deberán tener el derecho de decidir sus propias prioridades en lo que atañe el proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte a sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural. Además, dichos pueblos deberán participar en la formulación, aplicación y evaluación de los planes y programas de desarrollo nacional y regional susceptibles de afectarles directamente.
2. El mejoramiento de las condiciones de vida y de trabajo y del nivel de salud y educación de los pueblos interesados, con su participación y cooperación, deberá ser prioritario en los planes de desarrollo económico global de las regiones donde habitan. Los proyectos especiales de desarrollo para estas regiones deberán también elaborarse de modo que promuevan dicho mejoramiento.
3. Los gobiernos deberán velar por que, siempre que haya lugar, se efectúen estudios, en cooperación con los pueblos interesados, a fin de evaluar la incidencia social, espiritual y cultural y sobre el medio ambiente que las actividades de desarrollo previstas pueden tener sobre esos pueblos. Los resultados de estos estudios deberán ser considerados como criterios fundamentales para la ejecución de las actividades mencionadas.
4. Los gobiernos deberán tomar medidas, en cooperación con los pueblos interesados, para proteger y preservar el medio ambiente de los territorios que habitan.

8.5 Resultados Esperados

- Los grupos humanos presentes en el territorio conocen las características y alcances del programa.
- Los actores sociales o stakeholders locales, tanto en el ámbito institucional como en el ciudadano, son informados de los alcances y los resultados del “Análisis y sistematización de RCA y PATs en la Cuenca del Salar de Atacama” y se recogen sus observaciones y preocupaciones.
- Los grupos humanos presentes en el territorio participan de las actividades del programa.
- Se definen los lineamientos de trabajo de una estrategia de relacionamiento a mediano y largo plazo.

8.6 Conclusiones del capítulo

En la Cuenca del Salar de Atacama habita población dedicada principalmente a la actividad agropecuaria, turística y minera, siendo ésta la que en las últimas décadas ha absorbido una importante cantidad de mano de obra, y ha provocado movimientos migratorios de población que se desplaza en busca de oportunidades laborales, así como también, ha suscitado tensiones respecto del uso del recurso hídrico y de la explotación de recursos naturales. Esta situación se ha visto reflejada, por ejemplo, en la preocupación que existe por parte de la comunidad por el manejo y utilización que se realiza del Salar de Atacama, específicamente con la minería no metálica (extracción del litio).

Por otra parte, existe una importante proporción de población perteneciente a la etnia Likan-Antai o atacameña, quienes habitan el Salar de Atacama y la cuenca alta del río Loa y el río Salado. En la comuna de San Pedro de Atacama existen conformadas 20 Comunidades Indígenas y 35 Asociaciones Indígenas registradas en la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI). Así también el territorio comunal es parte del Área de Desarrollo Indígena Atacama La Grande, espacios territorial que da cuenta de la existencia ancestral de la etnia atacameña, una alta densidad de población indígena, la existencia de tierras de comunidades o individuos indígenas y una dependencia de recursos naturales para el equilibrio de estos territorios, tales como manejo de cuencas, flora y fauna.

De esta manera, es necesario considerar en las acciones que se lleven a cabo en el territorio a la ciudadanía y especialmente, a la población indígena, que en el país están reconocidos a través de la normativa nacional vigente que se basa en la Ley Indígena N° 19.253 y en el Convenio N° 169 de la OIT.

La ratificación por parte del Estado chileno del Convenio 169 dispone una serie de acciones que deben ser consideradas al momento de relacionarse con las comunidades indígenas, especialmente que participen de forma legítima, informada y transparente respecto de las acciones que se lleven a cabo en su territorio por parte del Estado y de privados.

En este contexto, se establece la necesidad de realizar una gestión social que permita establecer los procedimientos para relacionarse con las comunidades, siendo necesario previamente definir los objetivos que el mandante espera obtener y los alcances de su accionar en el territorio.

8.7 Bibliografía consultada para la elaboración de este capítulo

- Atractivos turísticos para conocer en San Pedro de Atacama. <http://www.sanpedrodeatacama.com>
- Biblioteca Congreso Nacional de Chile, 2015. *Reportes Estadísticos Comunales 2015*. En BCN: https://reportescomunales.bcn.cl/2015/index.php/San_Pedro_de_Atacama
- Calderón M., Benavides, C., Carmona, J. y otros, 2016. “*Gran Minería y localidades agrícolas en el Norte de Chile: comparación exploratoria de tres casos*”. Chungara, Revista de Antropología Chilena
- Centro de Información de Recursos Naturales. <http://bibliotecadigital.ciren.cl/>
- CONADI (2017). *Registro Nacional de Asociaciones y Comunidades Indígenas*.

- Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos. Consejo de Monumentos Nacionales.
<http://www.monumentos.cl/consejo/606/w3-propertyvalue-40916.html>
- El Mercurio de Calama, 2006. *Los secretos del Salar de Atacama y las bondades de sus sales*.
http://www.mercuriocalama.cl/prontus4_nots/site/artic/20060917/pags/20060917013057.html
- Ilustre Municipalidad de San Pedro de Atacama, (2006). *Actualización Plan de Desarrollo Comunal 2006-2010*
- Ilustre Municipalidad de San Pedro de Atacama.
<http://www.municipiosanpedrodeatacama.cl/pagina.php?i=20>
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). *Censo de Población y Vivienda 2002*.
- Ministerio de Agricultura. Corporación Nacional Forestal. <http://www.conaf.cl/parques/reserva-nacional-los-flamencos/>
- Ministerio de Desarrollo Social. *CASEN 2015*
- Ministerio de Obras Públicas Dirección General de Obras Públicas, (2012) *Guía de Antecedentes Territoriales y Culturales de los Pueblos Indígenas de Chile*.
- Ministerio de Planificación y Corporación Nacional de Desarrollo Indígena – CONADI. Comisión Verdad Histórica y Nuevo Trato (2008). *Informe de la Comisión Verdad Histórica y Nuevo Trato con los Pueblos Indígenas (CVHNT)*.
- Museo Chileno de Arte Precolombino. Rostros del Norte Grande.
<http://www.precolombino.cl/exposiciones/exposicion-itinerante/rostros-del-norte-grande/etnias-y-aldeas-del-norte-grande/una-mirada-a-la-aldea-de-tulor/>
- Observatorio ALMA. <http://www.almaobservatory.org/es/sobre-alma/ubicacion-privilegiada/>
- Sociedad Geológica de Chile. Géiseres del Tatio, Ficha 43. <http://www.sociedadgeologica.cl/geiseres-del-tatio/>
- Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. Gobierno Nacional de Antofagasta.
<http://www.subdere.cl/divisi%C3%B3n-administrativa-de-chile/gobierno-regional-de-antofagasta/provincia-de-el-loa/san-pedro-de-a>
- Universidad Católica del Norte. Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo R.P Gustavo Le Paige s.j. <http://www.ucn.cl/sobre-ucn/vicerrectorias/vicerrectoria-de-investigacion-y-desarrollo-tecnologico/instituto-de-investigaciones-arqueologicas-y-museo/>

9 CONCLUSIONES FINALES

- Dentro de la cuenca del Salar de Atacama, a partir de la revisión de todas las resoluciones de calificación ambiental (RCA) vigentes, se puede concluir que los proyectos que implican mayor impacto ambiental son se asocian a SQM y Albemarle con su extracción de salmueras, además de los bombeos de agua que efectúan en la cuenca las mineras Zaldívar y Escondida.
- El bombeo de agua de Zaldívar y Escondida desde el acuífero Monturaqui – Negrillar – Tilopozo está asociado a un plan de alerta temprana (PAT MNT) que condiciona el ejercicio de los derechos. El hecho que la Dirección General de Aguas (DGA) haya establecido este instrumento da cuenta de la sensibilidad del sistema y la necesidad expresa de proteger su función ambiental.
- Los titulares de los proyectos analizados han asumido una serie de compromisos mediante RCA y PAT, asociados a control operacional y seguimiento de variables ambientales, cuyo estado debe ser reportado a la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) y/o DGA en frecuencias periódicas, que varían desde mensual a bienal.
- El seguimiento de las variables ambientales se construye con el objetivo de verificar que el sistema hídrico y biótico evolucione de acuerdo a las predicciones, en relación a los potenciales impactos evaluados en los Estudios de Impacto Ambiental que dieron origen a estos planes de seguimiento. Así, aun cuando la red de monitoreo hídrica y ambiental es intensiva en términos de representación y frecuencia, no da cuenta de los elementos que no fueron levantados en los EIAs, abriendo espacio para mejoras en la incorporación de seguimiento de variables poco exploradas (tapetes microbianos, por ejemplo), que se ven incorporadas solo en los recientes compromisos adquiridos por Rockwood (Albemarle), que cuenta con la resolución de calificación ambiental más reciente (2016).
- Siguiendo en la misma línea anterior, parece importante fortalecer el rol del Estado en el seguimiento de las variables ambientales de la cuenca, lo que permitiría por una parte contrastar la información entregada por los titulares y por otra, conocer el estado del sistema no solo con el fin de descartar impactos específicos, sino que lograr un entendimiento que permita tomar decisiones apropiadas en relación a la conservación y uso del ambiente. De las conversaciones sostenidas con servicios públicos se levantó la necesidad de:
 - Aumentar cantidad de pozos de monitoreo de niveles freáticos.
 - Aumentad la capacidad (infraestructura y humana) para el desarrollo de modelo hidrogeológico actualizado.
 - Mejorar la representatividad del seguimiento meteorológico, instalando estaciones en lugares no monitoreados (por ejemplo límite oeste de la cuenca).
 - Implementar un monitoreo biótico básico en el borde este y sur del salar.
 - Seguimiento de invertebrados acuáticos y calidad de lagunas.
- Ante la solicitud del CMNM se evaluó la posibilidad de optimizar los planes de seguimiento y/o reportabilidad, o bien la construcción de una red de monitoreo integrada, concluyéndose que es en la práctica, poco viable. Esto debido a que están fijados por RCA y los procesos de revisión (modificación) de RCAs solo pueden ser abiertos por terceros afectados cuando se comprueba que

las variables de seguimiento han variado significativamente respecto de lo proyectado, debiendo mantenerse las condiciones establecidas en la evaluación ambiental.

- Para que el Comité pueda verificar el estado general de la cuenca, se propone una metodología de integración de los datos disponibles para la cuenca es posible a través de la revisión periódica y sistemática de los reportes de seguimiento que todos los titulares generan. La frecuencia recomendada es anual (mínimo común).
- En relación a los reportes enviados por los titulares, se concluye en general que estos no incorporan análisis estadísticos robustos que concluyan o descarten variación de las variables medidas para los objetos de protección, ni analizan sus causas. Por otra parte, los valores umbrales para la variación no están claramente definidos, excepto en los pozos de medición de niveles freáticos que gatillan alerta temprana. En el caso del PAT MNT, se fija la variación máxima aceptable pero no los valores basales. Por eso se recomienda abrir un diálogo con los servicios fiscalizadores (DGA Y SMA) a objeto de aclarar los valores “aceptables”.
- La tarea de revisión y fiscalización podría ser optimizada a través de una inyección de recursos permanentes a los servicios pertinentes, dirigidos al aumento de personal de planta.
- Por último, los compromisos revisados no incluyen los aspectos sociales y de participación que recomiendan las fuentes internacionales consultadas. En este sentido y en aras de aumentar la participación de la comunidad sobre el manejo y seguimiento del salar, se propone como punto de partida un plan de relacionamiento comunitario orientado a difundir los resultados de este estudio. Este plan debe ser considerado como un primer acercamiento entre el Comité y la comunidad.