



UNDÉCIMO INFORME DE EXTRACCIÓN ANUAL DE SALMUERA DE LAS OPERACIONES EN EL SALAR DE ATACAMA

**EIA “CAMBIOS Y MEJORAS DE LA OPERACIÓN MINERA
EN EL SALAR DE ATACAMA”**

Periodo 13 Agosto 2017 – 12 Agosto 2018

***Gerencia Medio Ambiente y Comunidades
Vicepresidencia Operaciones Potasio Litio***

Enero 2019



CONTENIDOS

1.	Resumen	1
2.	Introducción	3
3.	Objetivos.....	5
3.1.	Objetivo General	5
3.2.	Objetivos Específicos	5
4.	Materiales y Métodos.....	6
4.1.	Descripción del área de estudio	6
4.2.	Ubicación de los puntos o sitio de muestreo, medición, análisis y/o control	9
4.2.1.	Puntos de extracción de salmuera	9
4.2.2.	Puntos de reinyección de salmuera.....	11
4.3.	Parámetros para caracterizar el estado y evolución de las variables.....	12
4.4.	Metodología de muestreo, medición, análisis y/o control de parámetros	13
4.4.1.	Extracción de salmuera fresca	13
4.4.2.	Volumen de reinyección directa	13
4.4.3.	Volumen de reinyección indirecta.....	14
4.4.4.	Extracción neta y regla operacional.....	14
4.4.5.	Extracción neta y regla operacional Plan de Contingencias	15
4.5.	Materiales y equipos utilizados.....	16
5.	Resultados.....	17
5.1.	Extracción mensual de salmuera	17
5.2.	Reinyección mensual de salmuera.....	19
5.2.1.	Reinyección directa	19
5.2.2.	Reinyección indirecta	20
5.3.	Extracción neta y bombeo promedio anual.....	22
5.4.	Listado de pozos y destino mensual.....	24
5.5.	Hoja de vida de pozos.....	27
6.	Discusiones	28
7.	Conclusiones	33
8.	ANEXOS.....	34

Anexo I. Responsables y participantes de las actividades de muestreo, medición, análisis y/o control, además de la elaboración del informe de seguimiento ambiental.	35
Anexo II. Metodología de cálculo de reinyección directa	36
Anexo III. Metodología de cálculo de reinyección indirecta	37
Anexo IV. Datos Base y cálculos de reinyección directa e indirecta	39
Anexo V. Listado de pozos y destino mensual.....	41
Anexo VI. Hoja de vida de pozos.....	53
Anexo VII. Certificados de puntos de control	54
Anexo VIII. Registro de extracción neta acumulada	55

1. RESUMEN

En el presente informe se reportan los resultados asociados al **plan de seguimiento del volumen de salmuera bombeado y reinyectado**, comprometido en el Plan de Seguimiento Ambiental del sistema Núcleo del Salar de Atacama, establecido en la RCA 226/2006. El periodo reportado corresponde al undécimo año de operación comprendido entre el 13 de agosto de 2017 al 12 de agosto de 2018.

El objetivo general del Plan de Seguimiento Ambiental es dar cuenta del estado ambiental, el funcionamiento hidrogeológico y biótico y la evolución temporal de los ecosistemas ligados a las lagunas del Sistema lacustre Soncor, Aguas de Quelana y Peine. De acuerdo al Considerando 10.2.7 de la RCA 226/2006 se considera realizar un informe anual, el que contendrá los volúmenes de extracción y reinyección de los sistemas MOP y SOP.

El 13 de agosto de 2007 se dio inicio el aumento gradual de caudal de bombeo de salmuera y con ello a la etapa de operación del proyecto, es así como desde el 13 de agosto del 2007 hasta el 12 de agosto del 2009 se operó con el primer escalón (750 l/s), desde 13 de agosto del 2009 hasta el 12 de agosto del 2013 se operó con el segundo escalón (1.250 l/s) y desde el 13 de agosto de 2013 hasta la fecha se opera con el tercer escalón del proyecto (1.500 l/s). Los aumentos fueron avisados mediante la carta MA 265/07 de 09 de agosto de 2007, la carta MA 145/09 de 03 de agosto de 2009 y la carta MA 180/13 de 3 de junio de 2013, respectivamente.

Cabe hacer presente que el día 20 de mayo de 2018 se activa la Fase II del Plan de Contingencias para el Sistema Soncor, lo cual es informado a la autoridad mediante Carta GMPL 069/2018 del 22 de mayo 2018. A raíz de lo anterior, **a partir de la fecha de activación**, se reduce el límite de extracción anual desde 1.500 l/s a 1.250 l/s como bombeo promedio anual de acuerdo a lo establecido en dicho plan de contingencia en la RCA 226/2006. De esta manera el límite de extracción neta promedio máximo para el periodo reportado resulta en 1.441,78 l/s¹.

Durante el periodo reportado, se extrajeron 52.163.852 m³ de salmuera del área MOP y 1.948.198 m³ desde el área SOP, equivalentes a 1.677,08 l/s y 62,63 l/s de extracción bruta² respectivamente. En cuanto a la reinyección por vía indirecta, se reinyectaron 4.190.109 m³ en el área MOP y 7.045.771 m³ en el área SOP, equivalentes a 134,71 l/s y 226,52 l/s de reinyección bruta respectivamente. Finalmente, para la reinyección directa de salmuera al salar, se reinyectaron 0 m³ en el sistema MOP + SOP, equivalente a 0 l/s. De esta manera, de acuerdo a la regla operacional establecida en la RCA N°226/2006, el bombeo promedio anual en el sector MOP equivale a 1.542,37

¹ El límite de 1.441,78 l/s para el periodo comprendido entre el 13 de agosto de 2017 y el 12 de agosto de 2018 corresponde a la operación durante 280 días con un límite de 1.500 l/s (desde el 13 de agosto de 2017 al 20 de mayo de 2018) y a la operación durante 85 días con un límite de 1.250 l/s (entre el 20 de mayo de 2018 y el 12 de agosto de 2018). Este límite se explica en detalle en la Sección 4.4.5.

² Extracción y reinyección bruta corresponde a lo realmente extraído y reinyectado respectivamente. Al aplicar la regla operacional, se obtiene el valor de extracción neta o bombeo promedio anual.

l/s, en el sector SOP a -163,89 l/s y un total para el sistema salar de 1.378,48. l/s. Los resultados cumplen con los límites establecidos en la regla operacional para el período reportado, donde se establece un bombeo promedio anual máximo de 450 l/s para el área SOP, 1.441,78 l/s para el sistema salar (MOP + SOP) y un máximo de 270 l/s de reinyección directa al núcleo del salar.

2. INTRODUCCIÓN

El presente informe reporta el seguimiento ambiental de las variables extracción y reinyección de salmuera para el periodo comprendido entre el **13 de agosto de 2017** y el **12 de agosto de 2018**, el cual corresponde al undécimo año de operación de SQM bajo la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N°226/2006 de la COREMA Región de Antofagasta, que califica favorablemente el proyecto “*Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama*”.

Conforme a lo comprometido y aprobado en la RCA N°226/2006, en el considerando 10.2.7, numeral a), el cual hace referencia al Plan de Seguimiento de Salmuera correspondiente al sistema Núcleo del Salar de Atacama, se indica: “*La información de control de extracción y reinyección de salmuera se realizará mediante un informe anual, el que contendrá los volúmenes mensuales de extracción, reinyección y los caudales promedios mensuales... El informe contendrá 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 canaletas u otro dispositivo de recolección*”.

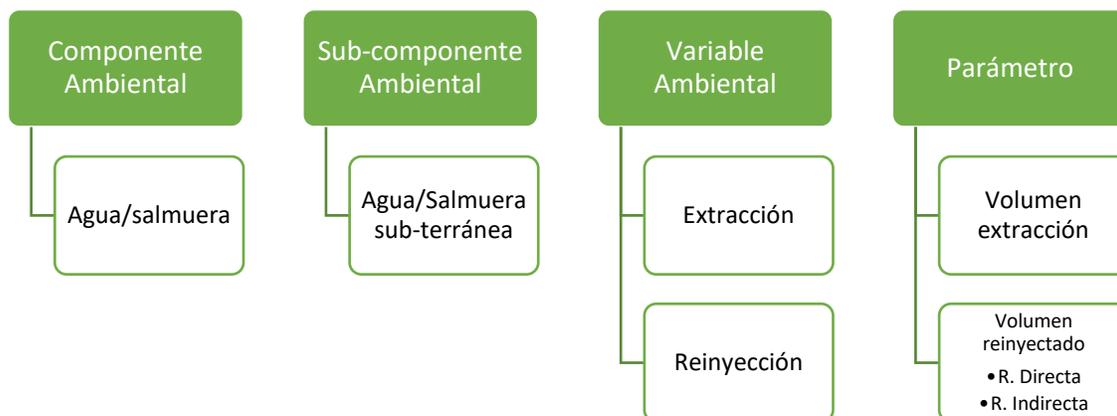
La **extracción**, o bombeo de salmuera fresca, corresponde a todos aquellos flujos de salmuera provenientes del salar que se extraen de los pozos localizados en las zonas de extracción de los sistemas SOP y MOP. La **reinyección** de salmuera no usada corresponde al retorno al salar de la salmuera que no se usó en el proceso productivo. Esta salmuera puede reinyectarse al salar en forma directa (vía bitterns) o indirectamente. La reinyección directa es aquella en la que se descarga salmuera directamente al salar, mientras que la reinyección indirecta corresponde a la salmuera que se infiltra desde los acopios de sales de descarte.

La operación del proyecto contempla un incremento escalonado en el bombeo de salmuera fresca desde cada sector, el cual sigue una **regla operacional** establecida³, en la cual se asegura que el nivel del acuífero en los bordes del salar, donde se emplazan los sistemas ambientales sensibles, oscile dentro de su comportamiento histórico. Esta regla operacional, que asegura que las tasas promedio anuales de bombeo no produzcan daño ambiental, fue definida en el proceso de evaluación del proyecto y aprobada ambientalmente mediante la RCA N°226/2006.

De esta manera, para entender el sistema a evaluar, se define la componente ambiental **agua/salmuera**, cuyo comportamiento en el núcleo del salar es caracterizado a través del parámetro **volumen** de las variables **extracción** y **reinyección**, donde esta última se clasifica en las sub variables **reinyección directa** y **reinyección indirecta** (Figura 2-1).

³ RCA N°226/2006, Tabla 2. *Escenario de extracción de salmuera durante la vida útil del proyecto (Regla de operación de extracción de salmuera de SQM). Considerando 8.3.7., Pag. 18/83.*

Figura 2-1: Componente ambiental, variable ambiental y parámetros de control para el seguimiento



Cabe señalar que el considerando 15.8 de la RCA 226/2006 sujeta a reserva respecto de los antecedentes de volúmenes de extracción y de reinyección de salmuera, en lo que respecta a “aquellas extracciones particulares para cada pozo, o reinyecciones particulares desde los sistemas SOP y MOP”. Por tanto, la información contenida en este informe respecto a las extracciones particulares para cada pozo, y que son presentadas en la hoja de vida de pozos, o aquellas reinyecciones particulares desde los sistemas SOP y MOP, son **confidenciales** y deben ser mantenidas en reserva. Se trata de información que tiene valor económico y es el resultado de la actividad realizada por SQM y del despliegue de recursos humanos, tecnológicos y económicos, por lo que se solicita que sea mantenida en reserva, dado que su publicidad, comunicación o conocimiento afecta derechos de carácter comercial y económico de SQM, como lo dispone el artículo 21 N°2 de la Ley N°20.285 y como lo previó la RCA 226/2006.

Todas las actividades de muestreo, medición, análisis y/o control son realizadas por personal interno de SQM en el Salar de Atacama, que cuenta con las competencias técnicas para su ejecución. El listado de los equipos responsables se indica en el Anexo I del presente informe de seguimiento ambiental.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

El objetivo general de este informe de seguimiento ambiental es el monitoreo del volumen de salmuera bombeado y reinyectado al Salar de Atacama.

3.2. Objetivos Específicos

- Reportar los volúmenes de extracción, reinyección y caudales promedio mensuales para el periodo comprendido entre el 13 de agosto de 2017 y el 12 de agosto de 2018, como parte del Plan de Seguimiento del Volumen de Salmuera Bombeado y Reinyectado comprometido en la RCA N°226/2006.
- Hacer seguimiento y dar cumplimiento a regla de operación establecida en RCA N°226/2006 para asegurar que el nivel del acuífero en los bordes del salar oscile dentro de su comportamiento histórico
- Proveer información necesaria para la actualización permanente del modelo numérico.
- Seguimiento de todas aquellas variables que son requeridas para que el Plan de Contingencias, que permita identificar anomalías ambientales y, sobre esta base, decidir la pertinencia de implementar medidas correctivas.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Descripción del área de estudio

El área de estudio corresponde a la faena de SQM que se localiza en la Segunda Región de Antofagasta, provincia de El Loa, en la comuna de San Pedro de Atacama, en el Salar de Atacama. El Salar se ubica aproximadamente a 55 km al sur de San Pedro de Atacama y a 316 km al noreste de la ciudad de Antofagasta (Figura 4-1).

Las variables extracción y reinyección están asociadas al área de estudio del núcleo del Salar de Atacama (deposito minero). En el depósito minero se reconocen dos áreas, el sector MOP o área sur y el sector SOP o área norte. En la Figura 4-2 se puede observar el área autorizada ambientalmente para la extracción de salmuera fresca. Para el caso de la reinyección, se distinguen dos áreas específicas de estudio: a) punto de reinyección directa, y b) área de reinyección indirecta. Los puntos de reinyección directa corresponden a sitios específicos donde se reinyecta salmuera directamente al salar, mientras que el área de reinyección indirecta corresponde a los acopios de sales de descarte de las plantas productivas, que se encuentran en cada sector respectivamente.

Figura 4-1: Ubicación general de la Faena Salar de Atacama

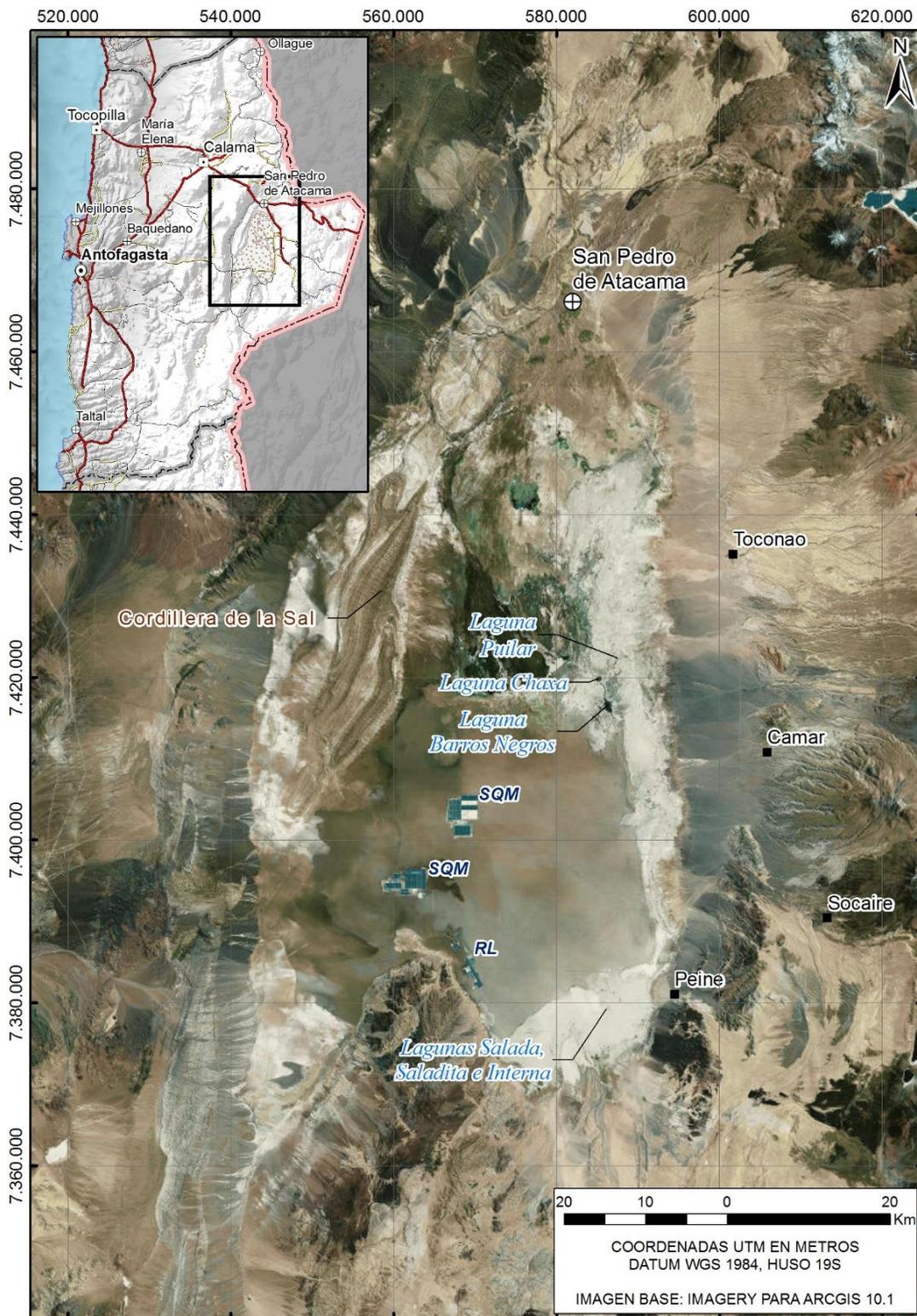
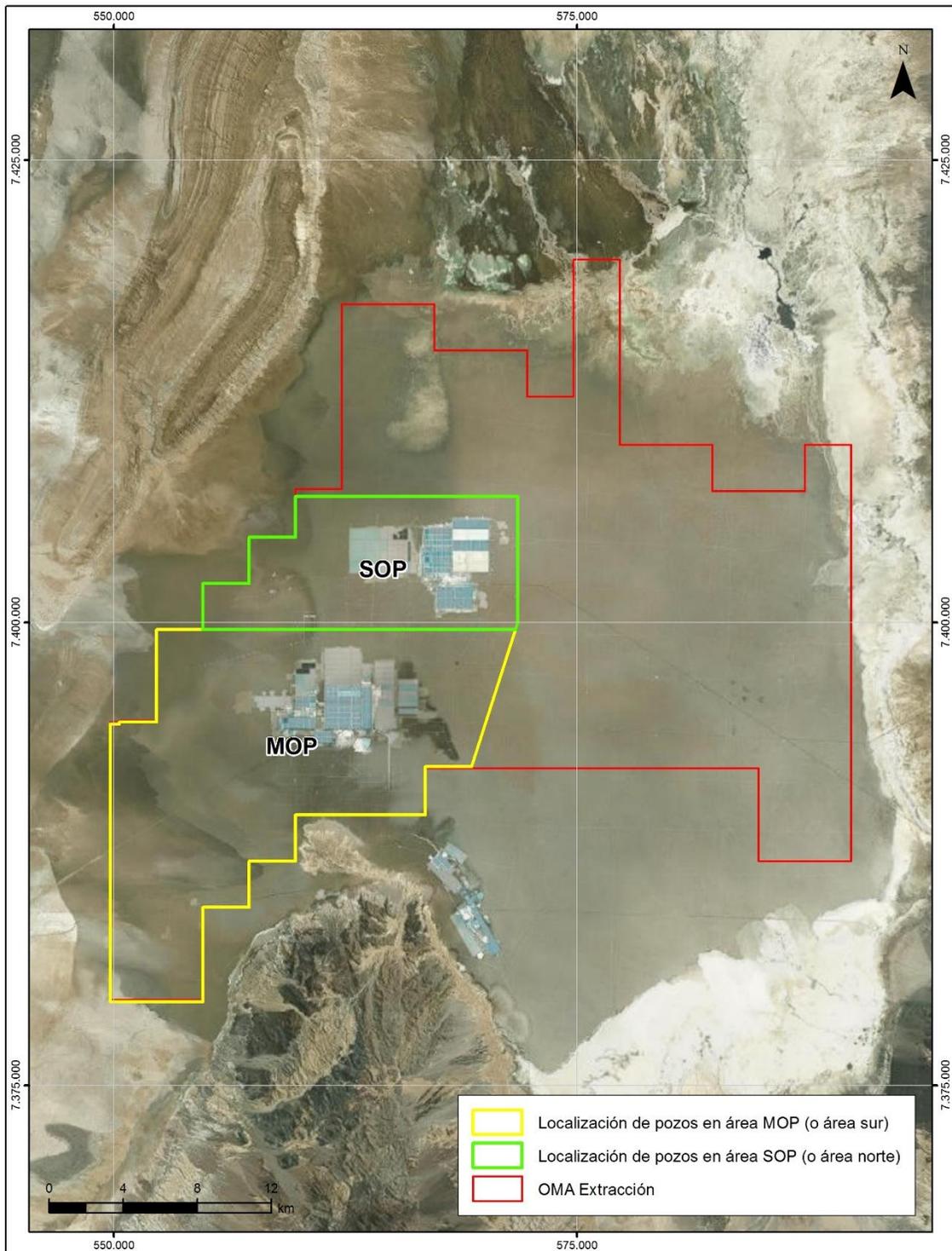


Figura 4-2: Área ambiental autorizada de extracción



4.2. Ubicación de los puntos o sitio de muestreo, medición, análisis y/o control

En esta sección se presentan las coordenadas de los puntos de extracción de salmuera, de reinyección directa, las áreas de reinyección indirecta y los puntos de medición de flujo de pulpa de descarte de plantas para los sectores MOP y SOP. Las coordenadas son reportadas en el sistema de referencia UTM WGS84 19 S. Todos los puntos y áreas señaladas en esta sección son fijos(as).

4.2.1. Puntos de extracción de salmuera

Tabla 4-1: Ubicación de los puntos de Extracción de Salmuera Fresca - Sistema SOP - UTM WGS84 19 S

Punto de control	Coordenada	
	Este	Norte
WS-105	571237	7398474
WS-118R	571031	7399025
WS-203R	563976	7399858
WS-243R	564082	7401927
WS-75	570419	7406172
WS-80	569796	7400152
WS-142	567991	7397243
WS-140R	567008	7397240
WS-01	570328	7402890
WS-11	567718	7402177
WS-41	570332	7405044

Tabla 4-2: Ubicación de los puntos de Extracción de Salmuera Fresca – Sistema MOP – UTM WGS84 19S

Punto de control	Coordenada	
	Este	Norte
PDA-4 Norte	552931	7382919
PDA-4 Sur	552931	7382920
PDA-4 Centro	552931	7382921
PDA-5A	554368	7384805
PDA-5B	554361	7384802
PDA-7	555331	7390524
PDA 8A	560883	7398067
PDA 8B	560859	7398067

**Tabla 4-2: Ubicación de los puntos de
Extracción de Salmuera Fresca – Sistema MOP
– UTM WGS84 19S**

C-2 BBA 4	563964	7395145
C-2 BBA 5	563965	7395143
C-2 BBA 6	563965	7395140
C-2 BBA 7	563928	7395148
C-3 BBA 1	564394	7393992
C-3 BBA 2	564379	7393995
C-3 BBA 3	564402	7393945
C-3 BBA 4	564388	7393941
C-3 BBA 5	563883	7393951
C-3 BBA 6	563883	7393917
C-3 BBA 7	563885	7393963
Canaleta Arpes	560791	7393186
BIT-02	559583	7401723
PBS 1	565176	7395475
PBS 2	565178	7395478
PBS 3	565180	7395479
PBS 4	565884	7395364
PBS 5	565884	7395360
E-88	568338	7394754
WS-164R	568977	7396042
PC-D1-05 E	563993	7396843
PC-D1-06 NE	565373	7396824
PC-D1-06 SE	565328	7396700
PC-D1-06	565193	7396947
PC-D1-34 SW	562834	7394576
PC-D1-47	566101	7394622
PC-D1-76	564791	7392848
PC-UB-19	558262	7392140
PC-UB-210	558838	7391579
WM-9	560558	7393286
W-UB-192	558348	7396158
W-UB-195B	556611	7397108
W-UB-196	557217	7397107
W-UB-200	557210	7397736
W-UB-218	556923	7395152
W-UB-25S	556252	7394343
W-UB-212	556923	7395176
W-37	561318	7393789

Tabla 4-2: Ubicación de los puntos de Extracción de Salmuera Fresca – Sistema MOP – UTM WGS84 19S

W-44	559814	7392794
W-45	559819	7393792
W-56	561279	7394250
W-57	561318	7394879
W-58	560832	7394211
W-62	559824	7394208
W-280	564020	7393653
W-82	562835	7394704

4.2.2. Puntos de reinyección de salmuera

Tabla 4-3: Ubicación de los puntos de reinyección indirecta (Depósito de Sales). UTM WGS84 19S

Punto de control	Coordenada	
	Este	Norte
Acopio A-9		
Vértice A9-1	562309	7393757
Vértice A9-2	564370	7393757
Vértice A9-3	564370	7392632
Vértice A9-4	562309	7392632
Acopio A-3		
Vértice A3-1	568276	7402714
Vértice A3-2	570553	7402714
Vértice A3-3	570553	7403886
Vértice A3-4	568276	7403886

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-4: Ubicación de los puntos de reinyección directa. UTM WGS84 19S

Punto de control	Coordenada	
	Este	Norte
Bitterns MOP I	558512	7401572
Bitterns SOP	559552	7402442

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4-5: Punto de control pulpa de descarte plantas productivas. UTM WGS84 19S

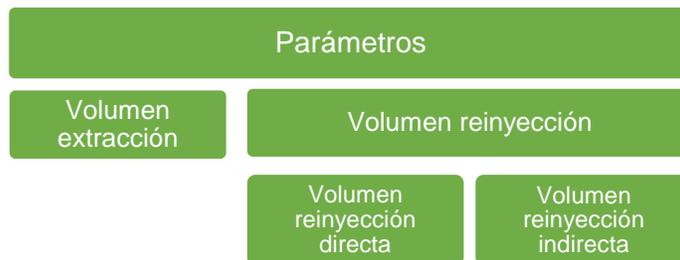
Punto de control	Coordenada	
	Este	Norte
Bba 09	567899	7402351
Bba 10	567899	7402350
Bba 284 (285)	567891	7402427
Bba 286 (287)	567889	7402429
Bba 085	562258	7393983
Bba 087	562254	7393971
Bitt. Bba 1 NORTE	559778	7397789
Bitt. Bba 2 SUR	559778	7397787

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Parámetros para caracterizar el estado y evolución de las variables

De acuerdo a lo señalado en la Sección 1, los parámetros establecidos para caracterizar el estado y evolución de las variables ambientales (extracción y reinyección) corresponden al volumen de extracción y al volumen de reinyección de salmuera no usada. Este último se reporta de acuerdo a si la reinyección es directa al salar o indirecta por infiltración de los acopios de sales de descarte.

El volumen de extracción corresponde a todos aquellos flujos de salmuera provenientes del salar que se extraen de los pozos localizados en las zonas de extracción de los sistemas SOP y MOP (Figura 4-2). El volumen de reinyección de salmuera no usada corresponde al retorno al salar de aquellos flujos de salmuera que no se usó en el proceso productivo. Esta salmuera puede reinyectarse al salar en forma directa (vía bitterns) o indirectamente. La reinyección directa es aquella en la cual se descarga salmuera directamente al salar. La reinyección indirecta corresponde a la salmuera que se infiltra desde los acopios de sales de descarte.



4.4. Metodología de muestreo, medición, análisis y/o control de parámetros

4.4.1. Extracción de salmuera fresca

Dado que el sistema SOP tiene una cantidad reducida de pozos de extracción, se reporta el volumen de extracción mensual correspondiente a la sumatoria de la extracción de cada pozo que alimenta las pozas de evaporación. La extracción de salmuera en el sector SOP corresponderá entonces a:

$$\text{Extracción}_{SOP} = \sum \frac{\text{pozos individuales}}{\text{a pozas}} \quad (\text{Ecuación 4-1})$$

La extracción a pozas en el sistema MOP involucra la mayor parte de los pozos de producción. La salmuera bombeada desde los pozos es recolectada en canaletas y/u otros sistemas de acumulación, desde los cuales posteriormente es vertida en las pozas de evaporación. Por otra parte, existen algunos pozos cuya salmuera es directamente depositada en las pozas de evaporación. El seguimiento del volumen de salmuera bombeado se realizará a través de la medición de caudalímetros totalizadores, que entregan el volumen traspasado desde las canaletas y/o piscinas de acumulación hacia las pozas de evaporación. Adicionalmente, se monitoreará con caudalímetros totalizadores individuales cada uno de los pozos que tengan como destino directo una poza. La extracción de salmuera en el sector MOP corresponderá entonces a:

$$\text{Extracción a pozas} = \sum \frac{\text{totalizadores de sistemas de recolección}}{\text{a pozas}} + \sum \frac{\text{pozos individuales}}{\text{a pozas}} \quad (\text{Ecuación 4-2})$$

Para ambos sectores, y de acuerdo al Plan de Seguimiento Ambiental, en la Sección 5.4 se incluye un listado con los pozos que operaron durante los meses del periodo reportado y en el Anexo V se incluye el mismo listado, con los destinos de cada pozo durante los meses del periodo reportado. Finalmente, también objeto del seguimiento ambiental, en el Anexo VI se presenta la Hoja de Vida de cada pozo donde se incluye el estado de operación, la lectura del totalizador y el número de serie del certificado de calibración para su verificación.

4.4.2. Volumen de reinyección directa

El informe contendrá el volumen de reinyección directa a Bitterns medido a través de caudalímetros totalizadores. El volumen mensual se calculará como la suma de los totalizadores menos la evaporación que se produce en la zona de infiltración.

$$\text{Reinyección directa} = \sum \frac{\text{volumen a reinyección directa}}{\text{punto de reinyección}} - \text{evaporación en} \quad (\text{Ecuación 4-3})$$

El volumen de salmuera a reinyección directa se mide con caudalímetros totalizadores y su cálculo es directo. El término de evaporación en el punto de reinyección se estima de acuerdo a metodología establecida en el *Anexo IX de la Adenda N°1* del proyecto “*Producción de Cloruro de Potasio a partir de Sales de Carnalita de Potasio*”, aprobado ambientalmente mediante la RCA N°180/2002, y que se replica en Carta MA 038/2003 (ver Anexo II).

4.4.3. Volumen de reinyección indirecta

El informe contendrá el volumen de reinyección indirecta, calculado como la diferencia entre el volumen de salmuera bombeado desde los pozos de repulpeo y la evaporación que se produce en las zonas de infiltración. En caso de generarse extracciones de salmuera desde el espejo que se forma en los acopios, el volumen extraído será restado a la reinyección calculada.

$$\text{Reinyección indirecta} = \text{volumen de salmuera a acopio} - \text{evaporación en zona de infiltración} - \text{volumen de salmuera extraído del acopio} \quad (\text{Ecuación 4-4})$$

El volumen de salmuera a acopio se estima a partir del flujo de pulpa de descarte de las plantas productivas (pozos de repulpeo) junto con el contenido de sólidos medido a la pulpa. La evaporación en la zona de infiltración se estima en función del área de salmuera expuesta, el área de salmuera impregnada y la tasa de evaporación diaria medida en la estación meteorológica, en conjunto con una serie de factores de evaporación establecidos. Los términos establecidos en la (Ecuación 4-4) que permiten calcular el volumen de salmuera que se infiltra en los acopios, se determinan de acuerdo a la metodología establecida en Carta MA 029/03 y que se detalla en el Anexo III.

4.4.4. Extracción neta y regla operacional

El considerando 8.3.7. de la RCA N°226/2006 correspondiente al título “*Bombeo de salmuera fresca*”, contempla un incremento escalonado en el bombeo de salmuera fresca (desde los sectores MOP y SOP). Este incremento escalonado en la tasa de bombeo de salmuera fresca sigue una **regla operacional**, en la cual se asegura que el nivel del acuífero en los bordes del salar, donde se emplazan los sistemas ambientales sensibles, oscile dentro de su comportamiento histórico.

Para el periodo reportado, correspondiente al **undécimo** año de operación bajo la RCA N°226/2006, la regla de operación establece un máximo de salmuera a extraer, de 900 l/s y 600 l/s para los sectores MOP y SOP respectivamente. Adicionalmente, el considerando 8.3.7 de la RCA N°226/2006 permite extraer desde el área MOP la diferencia entre el límite establecido para el área SOP y lo realmente extraído de dicha área.

La cantidad adicional de salmuera que SQM podrá bombear a medida que reinyecta, es de 0,13 l/s adicionales desde el área MOP y 0,13 l/s desde el área SOP, por cada litro segundo total (MOP y SOP) que se reinyecte en forma directa (bitterns) (ver Anexo VII de la Adenda III del EIA). Además,

el volumen de extracción podrá incrementarse de manera equivalente al volumen de salmuera reinyectado de manera indirecta en los descartes de sales de las plantas MOP y SOP.

Se ha definido que durante la vida útil del proyecto no se reinyectará en forma directa más de 270 l/s como promedio anual desde el conjunto de áreas MOP y SOP, es decir, no se reinyectará más de 8.398.080 m³/año de salmuera a bitterns, lo cual es parte de la regla operacional definida que asegura que no se produzca un deterioro ambiental en las lagunas del Salar de Atacama.

Todo lo anterior se traduce en las siguientes restricciones de operación:

$$\text{Extracción pozos SOP} - 0,13 \times RD_{total} - RI_{SOP} \leq 600 \left(\frac{l}{s} \right) \quad (\text{Ecuación 4-5})$$

$$\text{Extracción pozos MOP} - 0,13 \times RD_{total} - RI_{MOP} \leq 900 \left(\frac{l}{s} \right) \quad (\text{Ecuación 4-6})$$

Al sumar las expresiones anteriores se tiene el resultado de operación para la extracción total:

$$\text{Extracción pozos SOP y MOP} - 0,26 \times RD_{total} - RI_{total} \leq 1.500 \left(\frac{l}{s} \right) \quad (\text{Ecuación 4-7})$$

Donde:

RD_{total} : Reinyección directa total (MOP + SOP)

RI : Reinyección indirecta (MOP, SOP y Total (MOP + SOP) se indica en el subíndice

4.4.5. Extracción neta y regla operacional Plan de Contingencias

Como medida a ejecutar durante la activación del Plan de Contingencias se establece reducir la extracción de salmuera al escalón anterior. En este caso, corresponde a 1.250 l/s de bombeo como promedio anual. De esta manera la regla operacional queda definida de acuerdo a las siguientes restricciones de operación:

$$\text{Extracción pozos SOP} - 0,13 \times RD_{total} - RI_{SOP} \leq 450 \left(\frac{l}{s} \right) \quad (\text{Ecuación 4-8})$$

$$\text{Extracción pozos MOP} - 0,13 \times RD_{total} - RI_{MOP} \leq 800 \left(\frac{l}{s} \right) \quad (\text{Ecuación 4-9})$$

Al sumar las expresiones anteriores se tiene el resultado de operación para la extracción total:

$$\text{Extracción pozos SOP y MOP} - 0,26 \times RD_{total} - RI_{total} \leq 1.250 \left(\frac{l}{s} \right) \quad (\text{Ecuación 4-10})$$

Donde:

RD_{total} : Reinyección directa total (MOP + SOP)

RI : Reinyección indirecta (MOP, SOP y Total (MOP + SOP) se indica en el subíndice

Cabe tener en consideración que, debido a la activación de Fase II del Plan de Contingencias de la RCA N°226/2006 para el Sistema Soncor, el límite de extracción neta anual correspondiente al año ambiental 2017-2018 corresponde a 1.441,78 l/s como promedio anual. Este valor considera la operación con un límite autorizado de 1.500 l/s durante 280 días (desde el 13 de agosto de 2017 al 19 de mayo de 2018), y de 1.250 l/s durante 85 días (desde el 20 de mayo de 2018 al 12 de agosto de 2018).

$$\text{Límite extracción neta ajustado } 2017/2018 \left(\frac{l}{s}\right) = 1.500 \frac{280}{365} + 1.250 \frac{85}{365} = 1.441,78 \quad (\text{Ecuación 4-11})$$

De esta manera, y para dar cumplimiento a las restricciones establecidas para el escalón de extracción de 1.250 l/s, los límites de extracción para las áreas MOP y SOP para el periodo reportado desde el 13 de agosto de 2017 al 12 de agosto de 2018 son las siguientes:

$$\text{Extracción pozos SOP} - 0,13 \times RD_{total} - RI_{SOP} \leq 565,07 \left(\frac{l}{s}\right) \quad (\text{Ecuación 4-12})$$

$$\text{Extracción pozos MOP} - 0,13 \times RD_{total} - RI_{MOP} \leq 876,71 \left(\frac{l}{s}\right) \quad (\text{Ecuación 4-13})$$

Donde se permite que se pueda extraer desde el área MOP la diferencia entre el límite establecido para el área SOP y lo realmente extraído de dicha área.

4.5. Materiales y equipos utilizados

- Para la medición de volumen se utilizan caudalímetros totalizadores, los cuales se registran a diario por personal capacitado de SQM en el Salar de Atacama. En el Anexo VII se presentan los certificados de dichos caudalímetros. El control y seguimiento del volumen de extracción y reinyección es mensual.
- El área de espejo de salmuera en los puntos de reinyección se realiza mediante levantamiento topográfico y se realiza 2 veces al mes: la primera medición cercana al día 15 de cada mes, y la segunda medición a fin del mismo mes.
- La evaporación de agua se mide en estación meteorológica, la cual almacena la información en data-logger. La estación cuenta con un evaporímetro, pluviómetro, barómetro, monitoreo de viento, registro de temperatura y piranómetro. Los datos se extraen semanalmente para diferentes análisis.

5. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados mensuales de extracción, reinyección directa y reinyección indirecta, junto con el total anual en m³ y el caudal promedio anual en l/s. Todos los datos corresponden al periodo comprendido entre el **13 de agosto de 2017** al **12 de agosto de 2018**.

Cabe hacer presente que el día 20 de mayo de 2018 se activa la Fase II del Plan de Contingencias del Sistema Soncor con lo cual se reduce la extracción de acuerdo a los límites indicados en la Sección 4.4.5.

5.1. Extracción mensual de salmuera

En la Tabla 5-1 se presentan los resultados de volumen de extracción mensual para las operaciones SOP y MOP durante el periodo reportado, junto con el caudal promedio anual en l/s. El bombeo se realiza desde las zonas de extracción MOP y SOP autorizadas mediante RCA N°226/2006.

Para el periodo reportado se extrajeron 1.948.198 m³ desde los pozos SOP y 52.163.852 m³ desde los pozos MOP (y/o sistemas de acumulación), sumando un total de 54.112.050 m³ para el sistema salar, los que equivalen a 62,63 l/s, 1.677,08 l/s y 1.739,71 l/s respectivamente.

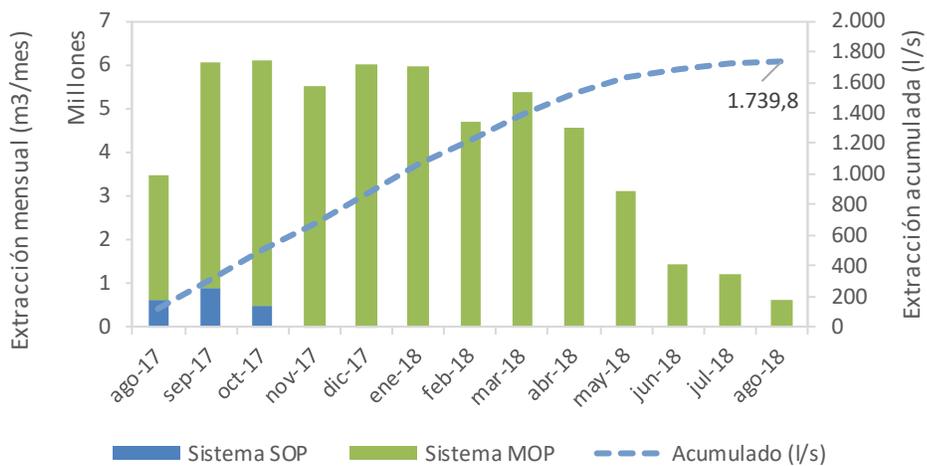
Tabla 5-1: Volumen de extracción mensual y caudal promedio anual

Mes	Sistema SOP		Sistema MOP		Sistema SOP + MOP	
	Volumen (m3)	Caudal (lt/s)	Volumen (m3)	Caudal (lt/s)	Volumen (m3)	Caudal (lt/s)
ago-17	596.190	19,2	2.869.491	92,3	3.465.681	111,4
sep-17	889.585	28,6	5.186.374	166,7	6.075.959	195,3
oct-17	461.421	14,8	5.641.082	181,4	6.102.503	196,2
nov-17	726	0,0	5.509.542	177,1	5.510.268	177,2
dic-17	276	0,0	5.992.632	192,7	5.992.908	192,7
ene-18	0	0,0	5.955.283	191,5	5.955.283	191,5
feb-18	0	0,0	4.689.163	150,8	4.689.163	150,8
mar-18	0	0,0	5.383.162	173,1	5.383.162	173,1
abr-18	0	0,0	4.557.266	146,5	4.557.266	146,5
may-18	0	0,0	3.117.777	100,2	3.117.777	100,2
jun-18	0	0,0	1.444.809	46,5	1.444.809	46,5
jul-18	0	0,0	1.223.006	39,3	1.223.006	39,3
ago-18	0	0,0	594.266	19,1	594.266	19,1
Total periodo	1.948.198	62,6	52.163.852	1.677,1	54.112.050	1.739,7

En la Figura 5-1 se puede apreciar gráficamente el comportamiento del volumen de extracción mensual para el sistema SOP y MOP durante el periodo reportado. En esta figura se refleja la dependencia de la operación con las estaciones del año, más específicamente con la temperatura, donde en los meses de mayor temperatura se alcanzan volúmenes de extracción mayor que en los

meses de menor temperatura, debido al aumento en la tasa de evaporación en las pozas. En el gráfico se indica también el caudal promedio anual acumulado asociado a los volúmenes reportados, el cual asciende a 1.739,8 l/s al cierre del periodo.

Figura 5-1: Volumen de extracción mensual y bombeo promedio acumulado



5.2. Reinyección mensual de salmuera

En esta sección se presentan los volúmenes de reinyección mensual para el periodo reportado, los cuales se indican por separado dependiendo de la vía de reinyección, directa o indirecta.

5.2.1. Reinyección directa

Los datos base para realizar los cálculos, de acuerdo a la metodología establecida, se encuentran en el Anexo IV.

Tabla 5-2: Volumen de reinyección mensual y caudal promedio anual

Mes	Sistema SOP		Sistema MOP		Sistema SOP + MOP	
	Volumen (m3)	Caudal (lt/s)	Volumen (m3)	Caudal (lt/s)	Volumen (m3)	Caudal (lt/s)
ago-17	0	0,0	0	0,0	0	0,0
sep-17	0	0,0	0	0,0	0	0,0
oct-17	0	0,0	0	0,0	0	0,0
nov-17	0	0,0	0	0,0	0	0,0
dic-17	0	0,0	0	0,0	0	0,0
ene-18	0	0,0	0	0,0	0	0,0
feb-18	0	0,0	0	0,0	0	0,0
mar-18	0	0,0	0	0,0	0	0,0
abr-18	0	0,0	0	0,0	0	0,0
may-18	0	0,0	0	0,0	0	0,0
jun-18	0	0,0	0	0,0	0	0,0
jul-18	0	0,0	0	0,0	0	0,0
ago-18	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Total periodo	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Para el periodo reportado se reinyectaron 0 m3 y que equivale a un caudal promedio anual de 0 l/s. De acuerdo a la regla operacional establecida en la RCA N°226/2006, y validada en el proyecto “Aumento de Capacidad de Procesamiento de Carnalita de Potasio”, el flujo mínimo de reinyección directa anual desde el área MOP y SOP es variable entre 0 y 270 l/s para el total MOP y SOP⁴.

⁴ Tabla 1. Alcances del Proyecto RCA N°226/2006, página 4/83.

5.2.2. Reinyección indirecta

Los datos base para realizar los cálculos de acuerdo a la metodología establecida se encuentran en el Anexo IV.

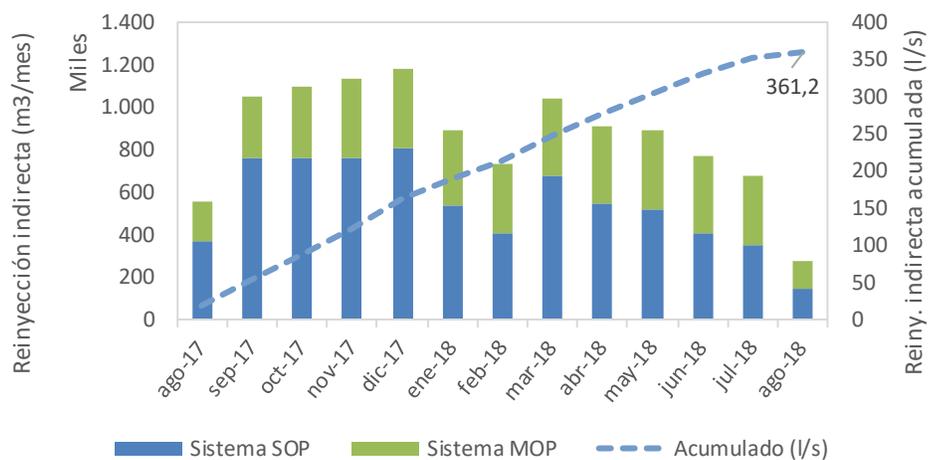
Tabla 5-3: Volumen de reinyección indirecta

Mes	Sistema SOP		Sistema MOP		Sistema SOP + MOP	
	Volumen (m3)	Caudal (lt/s)	Volumen (m3)	Caudal (lt/s)	Volumen (m3)	Caudal (lt/s)
ago-17	370.454	11,9	189.549	6,1	560.003	18,0
sep-17	766.649	24,6	289.755	9,3	1.056.404	34,0
oct-17	764.790	24,6	332.904	10,7	1.097.694	35,3
nov-17	763.018	24,5	369.268	11,9	1.132.286	36,4
dic-17	804.842	25,9	375.804	12,1	1.180.645	38,0
ene-18	534.793	17,2	362.482	11,7	897.275	28,8
feb-18	402.921	13,0	329.732	10,6	732.653	23,6
mar-18	675.133	21,7	369.152	11,9	1.044.285	33,6
abr-18	548.354	17,6	362.391	11,7	910.745	29,3
may-18	519.684	16,7	376.286	12,1	895.969	28,8
jun-18	403.457	13,0	372.101	12,0	775.558	24,9
jul-18	349.807	11,2	323.397	10,4	673.205	21,6
ago-18	141.870	4,6	137.288	4,4	279.158	9,0
Total periodo	7.045.771	226,5	4.190.109	134,7	11.235.880	361,2

Durante el periodo reportado se reinyectaron 7.045.771 m3 en el sistema SOP y 4.190.109 m3 en el sistema MOP por vía indirecta, sumando un total de 11.235.880 m3 en el sistema salar (SOP + MOP), los que equivalen a 226,5 l/s, 134,7 l/s y 361,2 l/s respectivamente.

A diferencia de la reinyección directa, la reinyección indirecta no tiene restricción dentro de la regla operacional, sin embargo, está sujeta a la operación de las plantas productivas. Como se puede apreciar en la Figura 5-2, el comportamiento de la reinyección indirecta es relativamente acotada y constante durante los meses del periodo reportado, lo cual se verifica con la curva de reinyección acumulada.

Figura 5-2: Reinyección indirecta mensual y promedio anual acumulado



5.3. Extracción neta y bombeo promedio anual

La extracción neta corresponde al volumen de extracción real bombeado del salar menos los volúmenes de reinyección de acuerdo a lo establecido en la regla operacional que se indica en la (Ecuación 4-7) y que se indica a continuación:

$$\text{Extracción pozos SOP y MOP} - 0,26 \times RD_{total} - RI_{total} \leq 1.441,78 \left(\frac{l}{s} \right)$$

Donde:

RD_{total} : Reinyección directa total (MOP + SOP)

RI : Reinyección indirecta (MOP, SOP y Total (MOP + SOP) se indica en el subíndice

De esta manera, considerando la ecuación mencionada y los resultados de extracción y reinyección indicados en la Tabla 5-1, Tabla 5-2 y Tabla 5-3, en la Tabla 5-4 se muestra el resultado de la extracción neta y caudal promedio anual para el periodo evaluado.

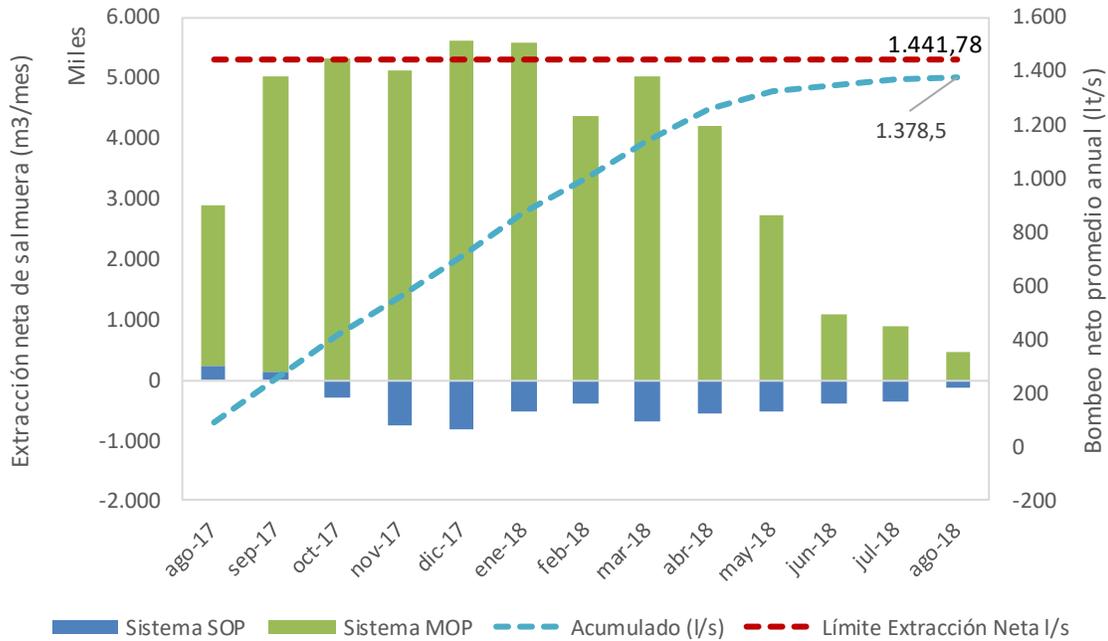
Tabla 5-4: Volumen de extracción neta y caudal promedio anual

Mes	Sistema SOP		Sistema MOP		Sistema SOP + MOP	
	Volumen (m3)	Caudal (lt/s)	Volumen (m3)	Caudal (lt/s)	Volumen (m3)	Caudal (lt/s)
ago-17	225.736	7,3	2.679.942	86,2	2.905.678	93,4
sep-17	122.936	4,0	4.896.619	157,4	5.019.555	161,4
oct-17	-303.369	-9,8	5.308.178	170,7	5.004.809	160,9
nov-17	-762.292	-24,5	5.140.274	165,3	4.377.982	140,8
dic-17	-804.566	-25,9	5.616.828	180,6	4.812.263	154,7
ene-18	-534.793	-17,2	5.592.801	179,8	5.058.008	162,6
feb-18	-402.921	-13,0	4.359.431	140,2	3.956.510	127,2
mar-18	-675.133	-21,7	5.014.009	161,2	4.338.876	139,5
abr-18	-548.354	-17,6	4.194.875	134,9	3.646.521	117,2
may-18	-519.684	-16,7	2.741.492	88,1	2.221.808	71,4
jun-18	-403.457	-13,0	1.072.708	34,5	669.251	21,5
jul-18	-349.807	-11,2	899.609	28,9	549.801	17,7
ago-18	-141.870	-4,6	456.978	14,7	315.108	10,1
Total periodo	-5.097.573	-163,9	47.973.743	1.542,4	42.876.170	1.378,5

Durante el periodo reportado, la extracción neta de salmuera alcanzó -5,097.573 m3 en el sistema SOP y 47.973.743 m3 en el sistema MOP, sumando un total de 42.876.170 m3 para el sistema salar (SOP + MOP), los que equivalen a -163,9 l/s, 1.542,4 l/s y 1.378,5 l/s respectivamente. De acuerdo a lo establecido en la regla operacional, para el periodo en cuestión, los límites de extracción neta

(como bombeo promedio anual en l/s) son de 565,07 l/s para el sistema SOP y de 1.441,78 l/s para el complejo salar (SOP + MOP)⁵ con lo cual se verifica el cumplimiento.

Figura 5-3: Extracción neta y bombeo promedio anual



⁵ En la Tabla 2 del considerando 8.3.7. de la RCA N°226/2006 se establece un límite máximo para el bombeo promedio anual del sector MOP de 900 l/s. Sin embargo, en el mismo considerando se indica: “Dentro de la regla operacional presentada en la Tabla 2, también se permite que se pueda extraer desde el área MOP la diferencia entre el límite establecido para el área SOP y lo realmente extraído de dicha área”.

5.4. Listado de pozos y destino mensual

En la siguiente tabla se presenta un resumen de operación mensual de cada pozo de extracción para el periodo comprendido entre el 13 de agosto de 2017 al 12 de agosto de 2018. La X indica que el pozo estuvo en operación durante el mes. En el Anexo V se presenta un detalle de cada pozo donde se indica también el destino que tuvo durante el mes.

Tabla 5-5 - Operación Mensual Pozos de Extracción

Punto de Control	2017					2018							
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
C-2 BBA 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
C-2 BBA 5	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
C-2 BBA 6	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
C-2 BBA 7	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
C-3 BBA 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
C-3 BBA 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
C-3 BBA 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
C-3 BBA 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
C-3 BBA 5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
C-3 BBA 6	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X
C-3 BBA 7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Canaleta Arpes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
E-88	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		
PBS1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PBS2	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X
PBS3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PBS4	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
PBS5	X				X	X	X	X			X		
PC-D1-05E	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PC-D1-06							X	X	X	X	X	X	X

Tabla 5-5 - Operación Mensual Pozos de Extracción

Punto de Control	2017					2018							
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
PC-D1-06NE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PC-D1-06SE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PC-D1-34SW	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PC-D1-47	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PC-D1-76	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PC-UB-19		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PC-UB-210	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PDA-04 Centro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PDA-04 Norte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PDA-04 Sur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PDA-5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
PDA-5		X	X										
PDA-5 B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
PDA-7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PDA-8A Bba 450		X	X	X	X	X		X	X	X		X	X
PDA-8A Bba 452	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PDA-8B Bba 454	X	X	X	X	X	X	X				X	X	
PDA-8B Bba 456	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
W-280	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
W-37								X	X		X	X	X
W-44								X	X	X	X	X	X
W-45									X	X	X	X	X
W-56								X	X	X	X	X	X
W-57								X	X		X	X	X
W-58										X	X	X	X

Tabla 5-5 - Operación Mensual Pozos de Extracción

Punto de Control	2017					2018							
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
W-62	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
W-82	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
W-BIT-02							X						
WM-9										X	X	X	X
WS-01	X	X	X										
WS-105	X	X	X										
WS-11	X	X	X	X	X								
WS-118R	X	X	X										
WS-140R					X	X							
WS-142	X							X	X			X	
WS-164R	X	X	X										
WS-203R	X	X	X										
WS-243R	X	X	X										
WS-41	X	X	X										
WS-75	X	X	X										
WS-80	X	X	X										
W-UB-192			X	X	X	X	X	X	X	X	X		
W-UB-195B			X	X	X	X			X	X	X		
W-UB-196			X	X	X	X	X	X	X	X	X		
W-UB-200			X	X	X	X	X		X	X	X		
W-UB-212			X	X	X	X	X	X	X	X	X		
W-UB-218			X	X	X	X	X	X	X	X	X		
W-UB-25S			X	X	X	X	X	X	X	X	X		

5.5. Hoja de vida de pozos

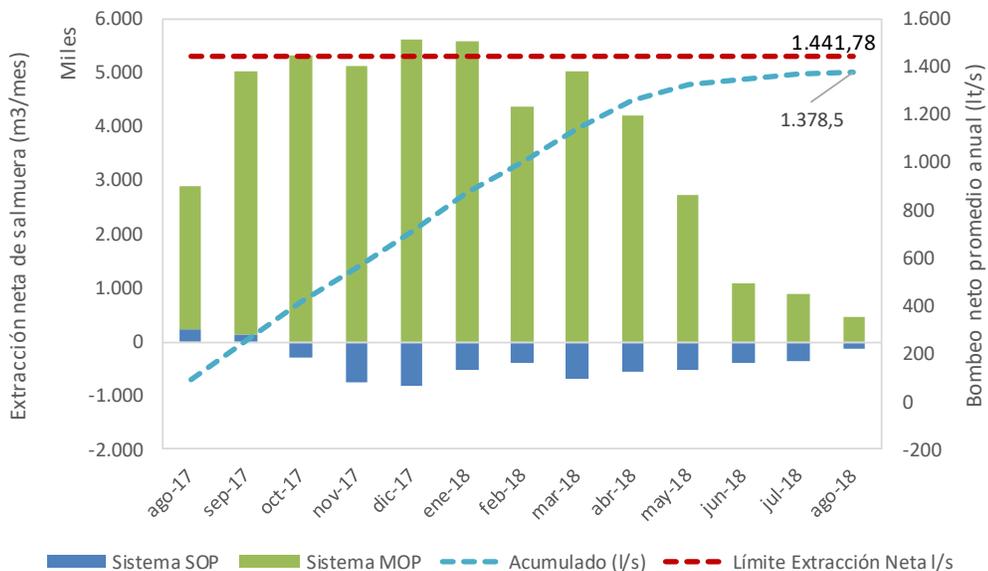
En el Anexo VI se presenta la hoja de vida de cada pozo que estuvo en operación durante el periodo reportado, tanto para el sistema SOP como para el sistema MOP. En ella se indica la fecha, estado, serie flujómetro (en Anexo VII se presenta los certificados de cada flujómetro), lectura, comentario de cada pozo que se encuentra operativo. Cabe señalar que, de conformidad con el Considerando 15.8 de la RCA N°226/2006 y lo establecido por el artículo 21 N° 2 de la Ley N° 20.285, se solicita que la información contenida en esta sección sea tratada en forma estrictamente confidencial, por cuanto su publicidad, comunicación o conocimiento afecta derechos de carácter comercial y económico de SQM.

6. DISCUSIONES

Extracción de salmuera

Durante el periodo reportado se logra una extracción neta de 1.378,48 l/s, resultado que es 4,39% inferior al límite de 1.441,78 l/s para el periodo considerando la activación del Plan de Contingencia. Como se muestra en la Figura 6-1 a continuación, el sector MOP presenta una mayor extracción neta respecto al sector SOP. En el caso de este último, la extracción neta negativa implica que la reinyección es mayor a la extracción para el periodo reportado.

Figura 6-1: Extracción neta del 13 de agosto 2017 al 12 de agosto 2018

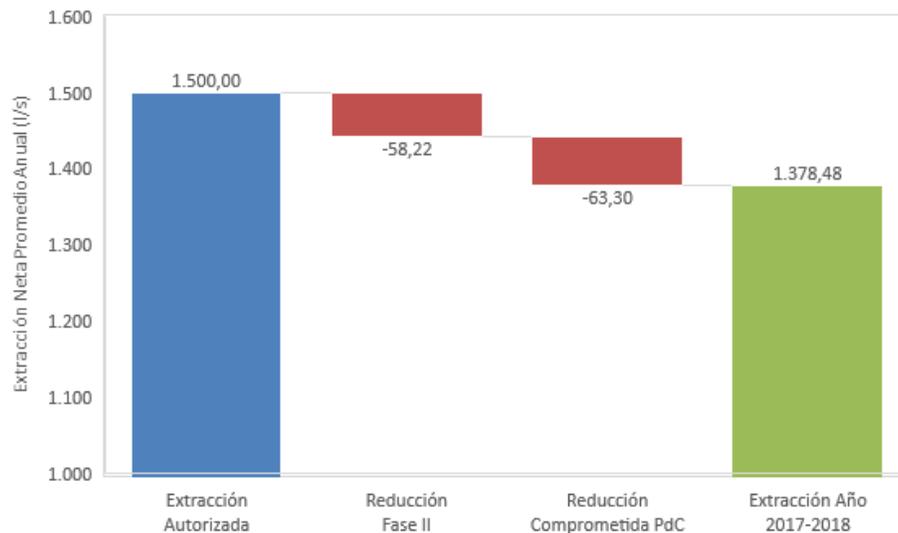


Si se evalúa el comportamiento de extracción a lo largo del periodo reportado, se aprecia que los mayores volúmenes extraídos se logran en épocas de mayor temperatura. Lo anterior se puede contrastar con la cantidad de pozos operativos durante el periodo reportado, donde se aprecia el mismo comportamiento (Figura 6-1). Esto se debe principalmente a que en épocas más calurosas la tasa de evaporación es mayor, por lo tanto, se requiere un mayor volumen para mantener la operación de las pozas.

La diferencia entre el límite de extracción neta y el resultado operacional reportado para el periodo alcanza 63,3 l/s como promedio anual. Esta reducción, respecto al límite establecido, es parte de las acciones en ejecución comprometidas en el Programa de Cumplimiento Refundido N°3 presentado el día 14 de septiembre de 2018 a la División de Sanción de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Dentro de las acciones comprometidas en dicho PdC, se establece un programa de reducción de extracción de salmuera para implementar a lo largo de 2 años a partir del 1 de junio de 2018. Por lo anterior, el periodo reportado en el presente informe, incluye dicha reducción comprometida entre el 1 de junio de 2018 al 12 de agosto de 2018⁶. En la figura, a continuación, se muestra el efecto tanto de la activación del Plan de Contingencia como de las acciones propuestas para el Programa de Cumplimiento (PdC).

Figura 6-2: Reducción Extracción Neta Periodo 2017-2018

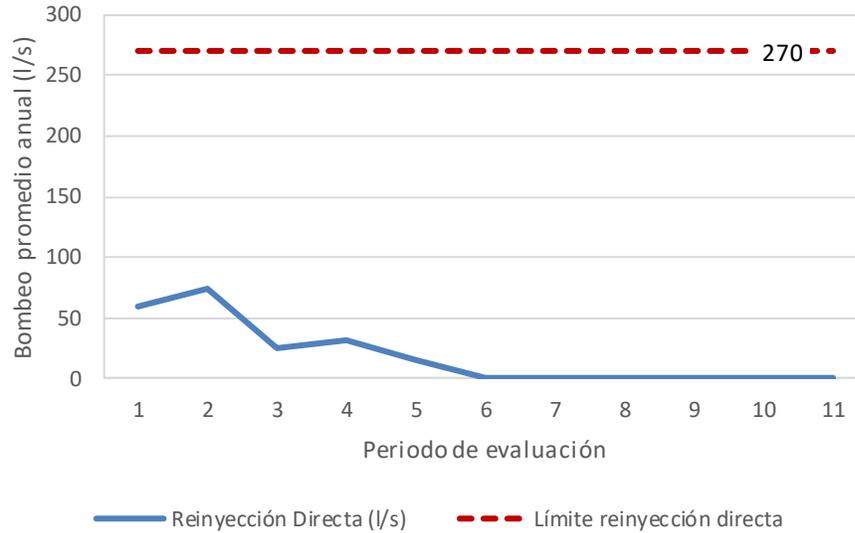


Reinyección de salmuera

Durante el periodo en evaluación se reinyectaron directamente al Salar 0 m³ o equivalentemente 0,0 l/s, resultado que mantiene la tendencia de los últimos años de operación (Figura 6-3). Durante la operación bajo la RCA 226/2006, el máximo valor de reinyección directa solo alcanza el 27,5% del límite autorizado, lo cual se registró durante el periodo comprendido entre el 2008-2009 (año 2 del proyecto).

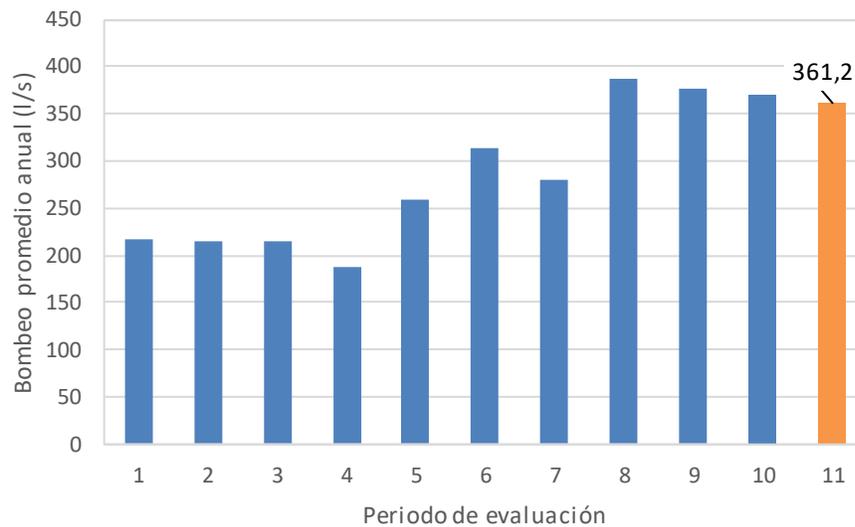
⁶ Las acciones comprometidas se establecen en el PdC como acciones y/o medidas en ejecución.

Figura 6-3: Reinyección directa total bajo RCA N°226/2006



En cuanto a la reinyección indirecta, se puede apreciar una tendencia incremental durante el transcurso de los años de operación del proyecto. Este comportamiento está sujeto a los escalones de extracción de salmuera que implican una mayor producción de sales de potasio, así como de sales de descarte en las plantas de producción, lo que a su vez implica una generación de pulpa de descarte mayor que finalmente resulta en un aumento en la reinyección de salmuera al salar.

Figura 6-4: Resumen de reinyección indirecta bajo RCA N°226/2006

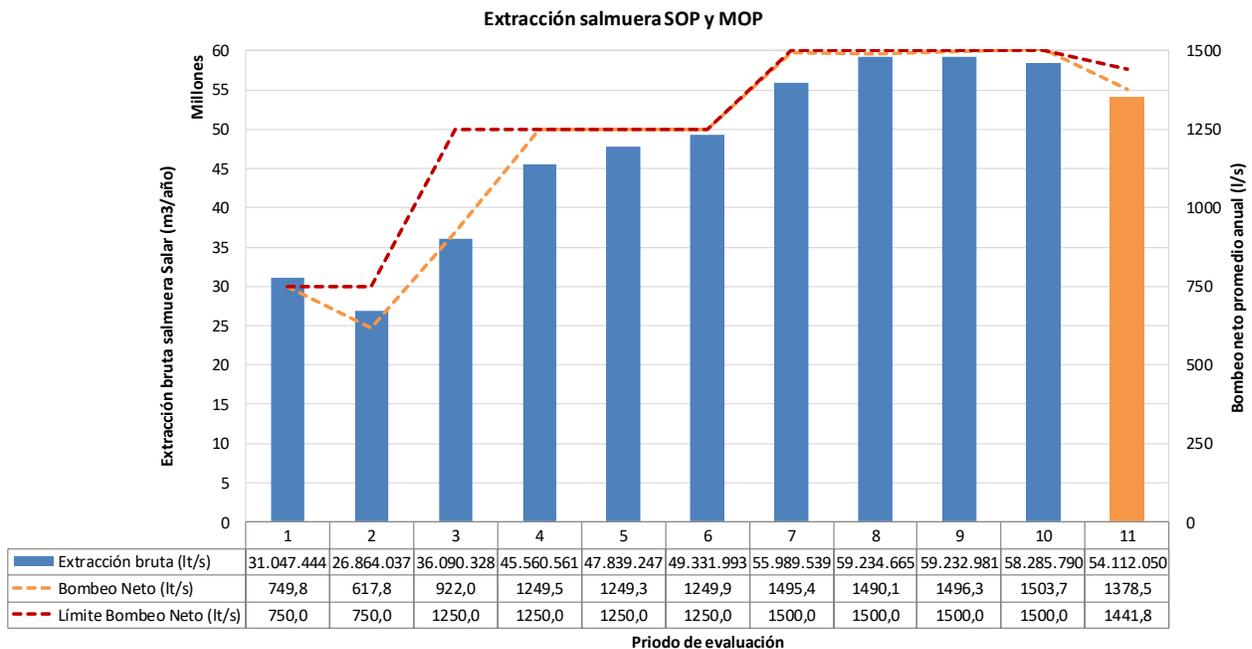


Extracción neta histórica

En la Tabla 6-1 (más adelante) se presentan los resultados de extracción, reinyección indirecta y reinyección directa total en el Salar de Atacama para todos los periodos bajo la RCA N°226/2006, comprendidos entre el 13 de agosto de 2007 al 12 de agosto de 2017 (11 periodos anuales). Cabe destacar que durante los periodos 2 y 3, que comprenden desde el 13 de agosto de 2008 al 12 de agosto de 2010, los resultados de extracción neta se alejan bastante del límite operacional, siendo los únicos periodos donde no se alcanza los valores cercanos al límite.

Como se aprecia en el gráfico, los periodos reportados muestran una disminución en los últimos 2 años. Esta reducción obedece a las medidas en ejecución comprometidas en el Programa de Cumplimiento⁷, las cuales se hacen efectivas a partir del año 10 del proyecto (2016-2017) y reflejan la eliminación de la infiltración en pozas como parte de la reinyección, la adecuación del factor de conversión de l/s a m³/año ajustado a un periodo de 360 días y las medidas de reducción de extracción que se ejecutan a partir de junio de 2018. Además de lo anterior, durante el año 2017-2018, parte de la reducción se explica debido a la activación del Plan de Contingencias en el sistema Soncor.

Figura 6-5: Resumen de extracción y reinyección bajo RCA N°226/2006



⁷ El Programa de Cumplimiento se encuentra en revisión por parte de la SMA.

**Tabla 6-1: Resumen de Extracción y Reinyección de Salmuera
Operaciones Salar de Atacama**

		Periodo de evaluación										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Descripción del flujo	Unidades	13 Ago 07 - 12 Ago 08	13 Ago 08 - 12 Ago 09	13 Ago 09 - 12 Ago 10	13 Ago 10 - 12 Ago 11	13 Ago 11 - 12 Ago 12	13 Ago 12 - 12 Ago 13	13 Ago 13 - 12 Ago 14	13 Ago 14 - 12 Ago 15	13 Ago 15 - 12 Ago 16	13 Ago 16 - 12 Ago 17	13 Ago 17 - 12 Ago 18
Extracción Pozos SOP y MOP (m3/año)	m3/año	31.047.444	26.864.037	36.090.328	45.560.561	47.839.247	49.331.993	55.989.539	59.234.665	59.232.981	58.285.790	54.112.050
	l/s	981,8	851,9	1.144,4	1.444,7	1.512,8	1.564,3	1.775,4	1.878,3	1.873,1	1.873,9	1.739,7
Reinyección Directa SOP y MOP (m3/año)	m3/año	1.885.475	2.338.897	781.116	995.446	461.696	7.443	14.389	26.939	22.358	20.098	0
	l/s	59,6	74,2	24,8	31,6	14,6	0,2	0,5	0,9	0,7	0,6	0,0
Reinyección Indirecta SOP y MOP (m3/año)	m3/año	6.847.926	6.772.199	6.810.631	5.898.838	8.212.841	9.913.463	8.825.903	12.236.385	11.909.517	11.508.388	11.235.880
	l/s	216,6	214,7	216,0	187,1	259,7	314,4	279,9	388,0	376,6	370,0	361,2
Bombeo Neto (m3/año)	m3/año	23.709.295	19.483.725	29.076.607	39.402.907	39.506.365	39.416.595	47.159.895	46.991.276	47.317.652	46.772.177	42.876.170
Bombeo Neto (lt/s)	l/s	749,8	617,8	922,0	1249,5	1249,3	1249,9	1495,4	1490,1	1496,3	1503,7	1378,5
Límite Bombeo Neto (lt/s)	l/s	750,0	750,0	1250,0	1250,0	1250,0	1250,0	1500,0	1500,0	1500,0	1500,0	1441,8

7. CONCLUSIONES

Durante el periodo reportado se extrajo, desde los sectores SOP y MOP, un total de 54.112.050 m³ equivalente a un bombeo promedio anual de 1.739,7 l/s. Se reinyectaron vía indirecta 11.235.880 m³ equivalentes a 361,2 l/s y por vía directa 0 m³ equivalentes a 0,0 l/s. Los resultados anteriores bajo la regla operacional establecida equivalen a una extracción neta de 42.876.170 m³/año equivalente a un bombeo promedio anual de 1.378,5 lo que equivale a un 4,39% inferior al límite establecido de 1.441,78 l/s como bombeo promedio anual máximo.

En el sector SOP, específicamente, se extrajo un total de 1.948.198 m³/año equivalente a un bombeo promedio anual de 62,6 l/s. Además, en este sector se reinyectaron 0 m³/año vía directa al salar y 7.045.771 m³/año vía indirecta, los que equivalen a un bombeo promedio anual de 226,5 l/s. Aplicando la regla operacional, los resultados anteriores resultan en una extracción neta del sector SOP de -5.097.573 m³/año equivalente a un bombeo promedio anual de -163,9 l/s, muy por debajo de los 565,07 l/s autorizados de acuerdo a la regla operacional⁸.

El total de reinyección directa alcanza los 0 m³ en el año reportado, lo que equivale a un bombeo promedio anual de 0,0 l/s, el cual puede variar entre 0 a 270 l/s como promedio anual.

De los resultados señalados anteriormente, se verifica el cumplimiento de los límites establecidos para la operación de extracción y reinyección de salmuera de acuerdo a la regla operacional de la RCA N°226/2006.

Cabe hacer presente que el entendimiento bajo el cual se aplicó la regla operacional fue modificado a partir del 7 de diciembre de 2016 en base a lo establecido por la Res. Ex. N°1/F-041-2016 de la Superintendencia de Medio Ambiente, por lo tanto, las modificaciones implementadas a partir de esa fecha, se ven reflejadas en el desarrollo del presente informe. Lo anterior con el objeto de reportar la información consistentemente con los supuestos considerados durante el periodo de extracción.

⁸ Regla Operacional adecuada al Plan de Contingencia activado el día 20 de mayo de 2018.

8. ANEXOS

Anexo I Responsables y participantes de las actividades de muestreo, medición, análisis y/o control, además de la elaboración del informe de seguimiento ambiental.

Anexo II Metodología de cálculo de reinyección directa

Anexo III Metodología de cálculo de reinyección indirecta

Anexo IV Datos Base y cálculos de reinyección directa e indirecta

Anexo V Listado de pozos y destino mensual

Anexo VI Hoja de vida de pozos

Anexo VII Certificados de puntos de control

Anexo I. Responsables y participantes de las actividades de muestreo, medición, análisis y/o control, además de la elaboración del informe se seguimiento ambiental.

Actividad	Responsable	Cargo / Función
Control extracción	Sebastian Parada	Superintendente Mina
Control reinyección directa	Luis Garbarini	Superintendente Pozas Salar
Control reinyección en acopios	Kathy Ossandon	Superintendente de Procesos
Control áreas de punto de reinyección	Raul Manzor	Jefe de Recursos Salar
Medición área puntos de reinyección	Operador de turno Geomensura	Realiza la medición del área de espejo de salmuera de los puntos de reinyección directa e indirecta
Registro totalizadores punto de control	Operador de turno Pozas Salar	Cumple la función de registrar a diario el totalizador de caudalímetros en puntos de control de reinyección
Análisis de datos y elaboración informe	Sergio Díaz	Ingeniero de Estudios Senior
Revisión de informe	Ximena Aravena	Jefe Medio Ambiente Salar
Aprobación de informe	Alejandro Bucher	Gerente Medio Ambiente

Anexo II. Metodología de cálculo de reinyección directa

A continuación, se presenta la metodología de cálculo de reinyección directa de acuerdo a lo establecido en el Anexo IX, Adendum N°1 del proyecto “Producción de Cloruro de Potasio a Partir de Sales de Carnalita de Potasio”, aprobado ambientalmente mediante la RCA N°180/2002, el cual se replica en Carta MA 038/2003.

$$V = V1 - V2 \quad \text{(Ecuación A 1)}$$

$$V2 = A_{salm\ exp} - Evp \quad \text{(Ecuación A 2)}$$

$$Evp = Fb \times Ev \times Act \times \frac{1,098 - 0,4124 \times Act}{1.000} \quad \text{(Ecuación A 3)}$$

Donde:

Parámetro	Descripción	Unidad	Comentario
<i>V</i>	Salmuera que se reinyecta al núcleo del salar	m ³ /mes	
<i>V1</i>	Salmuera bombeada a reinyección directa	m ³ /mes	
<i>V2</i>	Evaporación en punto de reinyección directa	m ³ /mes	
<i>A_{salm exp}</i>	Área salmuera expuesta	m ²	
<i>Evp</i>	Evaporación puntual de salmuera	m/día	
<i>Fb</i>	Factor de batea	adimensional	Valor establecido en carta MA 038/2003 de 0,7
<i>Act</i>	Actividad, calculado en función de la concentración de iones.	adimensional	
<i>Ev</i>	Evaporación de tanque medida en estación meteorológica salar	mm/día	

Anexo III. Metodología de cálculo de reinyección indirecta

A continuación, se detalla el procedimiento de cálculo de reinyección indirecta de acuerdo a lo establecido en la carta MA 029/03 “Metodología de cálculo de reinyección de salmuera a través de la torta de sales de descarte KCl”.

Datos base para el cálculo

Parámetro	Descripción	Unidad	Comentario
V_{pulpa}	Volumen de pulpa que ingresa a la torta de sales de descarte medido con flujómetro	m ³ /mes	
ρ_{salm}	Densidad de la salmuera	ton/m ³	Se utiliza valor medio 1,23 ton/m ³
ρ_{NaCl}	Densidad de las sales (NaCl)	ton/m ³	Se utiliza valor medio de 2,16 ton/m ³
%pp	Porcentaje de sólidos como NaCl/pulpa		
Ev	Evaporación de tanque medida en estación meteorológica	mm/día	
$A_{salm\ exp}$	Área salmuera expuesta	m ²	
$A_{salm\ imp}$	Área salmuera impregnada	m ²	
$F1$	Factor evaporación salmuera expuesta	adimensional	Valor establecido en carta MA 038/03 de 0,476736831
$F2$	Factor evaporación salmuera impregnada	adimensional	

Cálculos

$$V1 = \frac{V_{pulpa}}{1 + \frac{\%pp}{1 - \%pp} \times \frac{\rho_{salm}}{\rho_{NaCl}}} \quad \text{(Ecuación A 4)}$$

$$V2 = A_{salm\ exp} \times Ev \times F1 \quad \text{(Ecuación A 5)}$$

$$V3 = A_{salm\ imp} \times Ev \times F1 \times F2 \quad \text{(Ecuación A 6)}$$

Así, se determina el volumen de salmuera reinyectada V como:

$$V = V1 - (V2 + V3) \quad \text{(Ecuación A 7)}$$

Todos los valores son medidos como flujo, es decir, volumen por unidad de tiempo. En las siguientes ecuaciones se detalla cada uno de los términos.

Consideraciones

- Se especificará el área de la laguna que se forma en la base de la torta de sales de descarte en forma mensual, para ello, se medirá dicha laguna aproximadamente el día 15 de cada mes. Si la medición muestra que ha variado significativamente, entonces se deberá tomar otra medición a fin de mes. En este caso el área de la laguna se estimará como el promedio de ambas mediciones. Se considerará que la laguna ha tenido una variación significativa de su área cuando se produzca un aumento de o disminución del área en más de un 50% con respecto a la medición anterior.
- En caso de generarse extracciones de salmuera desde el espejo que se forma en la torta de descarte de sales, el volumen extraído será restado a la reinyección calculada⁹.

⁹ Según lo indicado en RCA 226/2006, considerando 10.2.7, numeral a.2) “*Reinyección indirecta (torta de descarte de sales)*”.

Anexo IV. Datos Base y cálculos de reinyección directa e indirecta

Tabla 8-1: Datos base y cálculo reinyección indirecta SOP

	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18
N° días del mes	19	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	12
Horas/día	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Evap. Estación meteorológica Salar [mm/día]	5,74	8,75	10,02	11,46	12,31	12,03	11,06	9,81	7,54	5,02	3,91	4,23	4,86
Volumen pulpa de descarte [m3/mes]	438.510	843.804	833.904	855.880	941.384	625.216	487.692	773.496	609.782	567.197	441.661	399.436	161.798
% p/p sólido en pulpa [%]	19,81	11,98	10,18	14,33	17,69	16,83	17,50	15,23	10,38	9,37	12,51	17,93	13,69
Volumen de salmuera en pulpa [m3/mes]	383.545	784.227	783.382	780.493	839.330	562.760	435.939	702.738	571.115	535.964	407.353	353.420	146.553
Volumen salmuera a acopio [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Área laguna en base de la torta [m2]	243.281	132.081	117.243	98.268	181.195	148.941	215.226	182.079	202.693	211.140	61.373	49.445	160.024
Evaporación área expuesta [m3/mes]	12.658	16.535	17.358	16.109	32.972	26.485	31.787	26.397	21.863	15.662	3.431	3.092	4.451
Evaporación área impregnada [m3/mes]	434	1.043	1.234	1.366	1.516	1.482	1.231	1.208	899	618	466	521	232
Reciclo DPS SOP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltración en acopios [m3/mes]	370.454	766.649	764.790	763.018	804.842	534.793	402.921	675.133	548.354	519.684	403.457	349.807	141.870
Reinyección indirecta (m3/mes)	370.454	766.649	764.790	763.018	804.842	534.793	402.921	675.133	548.354	519.684	403.457	349.807	141.870

Tabla 8-2: Datos base y cálculo de reinyección directa SOP

	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18
N° días del mes	19	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	12
Horas/día	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Evap. Estación meteorológica Salar [mm/día]	5,74	8,75	10,02	11,46	12,31	12,03	11,06	9,81	7,54	5,02	3,91	4,23	4,86
Salmuera en punto de reinyección [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Actividad (promedio ponderado mensual)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Área espejo [m2]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evaporación área expuesta [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reinyección directa [m3/mes]	0												

Tabla 8-3: Datos base y cálculo de reinyección indirecta MOP

	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18
N° días del mes	19	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	12
Horas/día	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Evap. Estación meteorológica Salar [mm/día]	6,09	8,46	10,61	11,78	12,88	12,22	11,33	10,06	7,82	5,02	3,91	4,23	4,86
Volumen pulpa de descarte [m3/mes]	240.007	365.870	405.429	467.015	467.963	442.017	415.431	463.267	456.143	458.662	452.213	400.216	169.722
% p/p sólido en pulpa [%]	26,19	25,28	22,07	30,54	28,33	25,07	28,64	28,93	30,52	24,98	26,78	28,80	28,32
Volumen de salmuera en pulpa [m3/mes]	191.655	291.632	334.537	373.044	380.099	366.436	335.016	373.955	364.697	377.942	373.412	324.482	138.211
Volumen salmuera a acopio [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Área laguna en base de la torta [m2]	27.727	5.097	0	11.990	12.150	11.480	24.516	21.890	10.203	11.910	13.043	6.926	22.748
Evaporación área expuesta [m3/mes]	1.531	617	0	2.020	2.312	2.073	3.709	3.254	1.141	883	729	433	633
Evaporación área impregnada [m3/mes]	575	1.261	1.633	1.755	1.982	1.881	1.576	1.548	1.165	773	582	651	290
Reciclo DPS MOP [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltración en acopios [m3/mes]	189.549	289.755	332.904	369.268	375.804	362.482	329.732	369.152	362.391	376.286	372.101	323.397	137.288
Reinyección indirecta [m3/mes]	189.549	289.755	332.904	369.268	375.804	362.482	329.732	369.152	362.391	376.286	372.101	323.397	137.288

Tabla 8-4: Datos base y cálculo de reinyección directa MOP

	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18
N° días del mes	19	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	12
Horas/día	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Evap. Estación meteorológica Salar [mm/día]	6,09	8,46	10,61	11,78	12,88	12,22	11,33	10,06	7,82	5,02	3,91	4,23	4,86
Salmuera en punto de reinyección [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Actividad (promedio ponderado mensual)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Área espejo [m2]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Evaporación área expuesta [m3/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reinyección directa [m3/mes]	0												

Anexo V. Listado de pozos y destino mensual

Tabla 8-5: Listado origen/destino pozos de extracción

Origen / Destino	2017					2018							
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
C-2 BBA 4													
H-21									X				
H-25	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
H-26		X	X	X	X	X							
H-27	X	X				X							
H-28	X	X	X	X	X	X	X	X					
H-31			X										
C-2 BBA 5													
H-25	X	X	X	X	X			X	X				
H-26		X	X	X									
H-27		X											
H-30					X	X	X	X					
H-31		X											
C-2 BBA 6													
H-25	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
H-26			X	X	X	X							
H-27	X	X				X							
H-28	X												
H-29		X	X										
H-30					X	X	X	X					
H-31	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
C-2 BBA 7													
H-25			X	X	X			X	X				
H-26				X		X							
H-27	X	X				X							
H-29			X										
H-30					X	X	X	X					
H-31		X											
C-3 BBA 1													
H-20			X	X	X	X							
H-21			X	X	X	X							
H-22			X	X	X	X							

Tabla 8-5: Listado origen/destino pozos de extracción

Origen / Destino	2017					2018							
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
H-23			X	X	X	X							
H-24	X		X	X	X	X							
H-25		X	X	X	X		X	X	X	X	X		
H-26		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
H-27		X			X	X	X	X	X	X			
H-28	X	X	X		X	X							
H-29			X										
H-30	X	X		X			X	X	X				
H-31	X		X										
HK-130A			X										
C-3 BBA 2													
H-13	X		X	X									
H-14								X					
H-15			X	X									
H-18					X								
H-19				X									
H-25	X	X	X	X	X		X	X	X	X			
H-26		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
H-27		X		X	X	X	X	X	X	X			
H-28	X	X	X	X	X	X							
H-29			X										
H-30	X	X	X		X		X	X	X				
H-31	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
HK-130A			X										
Pulmón r												X	
C-3 BBA 3													
H-18					X								
H-20			X	X	X	X							
H-21			X	X	X	X							
H-22			X	X	X	X							
H-23			X	X	X	X							
H-24	X		X	X	X	X							
H-25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
H-26			X	X	X	X	X	X	X	X			
H-27		X	X	X	X	X	X	X	X				

Tabla 8-5: Listado origen/destino pozos de extracción

Origen / Destino	2017					2018							
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
H-28		X	X		X	X							
H-29			X	X									
H-30	X	X		X			X						
H-31	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
HK-130A			X										
C-3 BBA 4													
H-19			X	X	X	X							
H-20			X	X	X	X							
H-21	X			X	X	X							
H-22	X		X	X	X	X							
H-23				X	X	X							
H-24				X		X							
H-25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
H-26			X	X	X	X	X	X	X	X	X		
H-27		X	X	X	X	X	X	X	X	X			
H-28		X	X	X	X	X							
H-29			X	X									
H-30	X	X			X		X						
H-31	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
HK-130A			X										
C-3 BBA 5													
H-28	X		X	X									
H-29			X										
H-30	X	X	X	X	X		X	X	X	X			
HK-110A				X	X	X	X	X	X	X	X		
HK-130A		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
HK-50A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
HK-70		X	X	X	X	X	X						
HK-90A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Pulmón r		X											
C-3 BBA 6													
H-27		X	X	X	X								
H-28	X		X	X									
H-30	X	X	X	X	X		X	X	X				
HK-110A				X	X	X	X	X	X				X

Tabla 8-5: Listado origen/destino pozos de extracción

Origen / Destino	2017					2018							
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
HK-130A		X	X	X	X	X	X	X	X				
HK-50A		X	X	X	X	X	X	X	X				
HK-70		X	X	X	X	X	X						
HK-90A		X	X	X	X	X	X	X	X		X		
C-3 BBA 7													
H-29			X										
HK-110A				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
HK-130A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
HK-50A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
HK-70	X	X	X	X	X	X	X						
HK-90								X					
HK-90A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Pulmón r										X			
Canaleta Arpes													
K-14 B	X	X	X										
K-14 D									X	X	X		
K-16 B	X												
K-16 D										X	X		
K-17 B				X	X	X	X	X	X		X	X	X
K-17 D									X				
K-18 B										X			X
K-18 D										X			
K-20 B		X	X										
K-20 D									X	X			
K-40 B		X											
K-40 D											X		
K-42 B				X									
K-46 B		X		X									
K-48 B			X	X	X								
K-50 B	X	X	X	X						X	X		
K-50 D									X	X	X		
Pulmón p			X	X				X	X	X	X		
E-88													
H-25						X							
H-27					X	X	X	X	X		X		

Tabla 8-5: Listado origen/destino pozos de extracción

Origen / Destino	2017					2018							
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
Piscina 3 Ag. Indus.					X								
Planta	X	X	X	X	X								
Planta			X										
PBS1													
H-13		X	X	X	X					X			
H-14							X			X	X		
H-15		X	X	X	X		X						X
H-16			X	X	X	X	X					X	X
H-17		X	X	X	X	X							
H-18		X	X	X	X	X					X	X	
H-25								X					
H-26		X											
H-27								X		X	X		
H-28					X	X	X	X	X	X		X	
PBS2													
H-13	X	X	X	X	X					X	X		
H-14							X			X	X		
H-15	X	X	X	X	X	X	X			X			X
H-16			X	X	X	X	X					X	X
H-17	X	X	X	X	X	X				X			
H-18	X	X	X	X	X	X					X	X	
H-26		X											
H-28					X	X							
Pulmón r										X			
PBS3													
H-13	X	X	X	X	X					X			
H-14							X			X	X		
H-15	X	X	X	X	X	X	X						X
H-16			X	X	X	X	X					X	
H-17	X	X	X	X	X	X							
H-18	X	X	X	X	X	X					X	X	
H-25								X					
H-27								X		X	X		
H-28						X	X	X	X	X		X	
PBS4													

Tabla 8-5: Listado origen/destino pozos de extracción

Origen / Destino	2017					2018							
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
H-15		X											
H-19	X	X	X	X	X			X	X			X	
H-20	X	X	X	X	X			X	X	X			
H-21	X	X	X	X	X	X				X			
H-22	X	X	X	X	X			X	X	X			
H-23			X	X		X		X	X	X		X	
H-24	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	
PBS5													
H-19						X	X	X			X		
H-20					X	X	X	X					
H-21	X				X	X	X	X					
H-22	X				X	X	X	X					
H-23						X	X	X					
H-24					X	X	X	X					
PC-D1-05E													
Camino				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Piscina 3 Ag. Indus.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PC-D1-06													
Piscina 3 Ag. Indus.							X	X	X	X	X	X	X
PC-D1-06NE													
Piscina 3 Ag. Indus.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PC-D1-06SE													
Piscina 3 Ag. Indus.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PC-D1-34SW													
Piscina 3 Ag. Indus.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PC-D1-47													
Piscina 3 Ag. Indus.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PC-D1-76													
Piscina 3 Ag. Indus.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PC-UB-19													
Piscina 3 Ag. Indus.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PC-UB-210													
Camino	X	X	X	X	X	X	X				X		
Piscina 3 Ag. Indus.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PDA-04 Centro													

Tabla 8-5: Listado origen/destino pozos de extracción

Origen / Destino	2017					2018							
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
H-13	X	X		X	X	X	X	X	X	X			
H-14							X		X	X	X		
H-15		X	X	X	X	X	X	X	X	X			
H-16			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
H-17	X	X		X						X	X	X	X
H-18		X		X								X	
H-19	X	X	X	X		X	X				X	X	X
H-20	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
H-21	X				X	X	X	X	X		X		X
H-22	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
H-23		X		X			X	X	X	X	X	X	X
H-28											X		
Pulmón p	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pulmón r		X							X				
PDA-04 Norte													
H-13		X	X	X	X	X	X	X	X	X			
H-14							X			X	X		
H-15		X	X	X	X	X	X	X	X				
H-16			X	X	X	X	X			X	X		X
H-17		X		X							X		
H-18	X	X		X								X	
H-19	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	
H-20	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
H-21					X	X	X		X	X	X		
H-22	X	X	X	X	X		X	X	X	X			
H-23		X		X				X	X	X	X		
H-29		X											
PP									X				
Pulmón p	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Pulmón r											X		
PDA-04 Sur													
H-13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
H-14							X		X	X	X		
H-15		X	X	X	X	X		X	X	X		X	
H-16			X	X	X		X		X	X	X	X	X

Tabla 8-5: Listado origen/destino pozos de extracción

Origen / Destino	2017					2018							
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
H-17	X	X	X	X	X					X	X	X	X
H-18	X	X	X	X							X	X	
H-19	X	X	X	X		X	X	X			X		X
H-20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
H-21	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X
H-22							X						
H-28											X		
H-29		X											
Pulmón p	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pulmón r											X		
PDA-5													
H-13						X							
H-15		X		X	X			X		X			
H-16			X	X	X	X	X		X	X			
H-17	X		X	X	X	X	X			X			
H-18	X	X	X	X	X	X							
H-19	X		X	X	X	X	X	X	X	X			
H-20	X		X	X	X	X	X	X	X	X			
H-21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
H-22	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
H-23		X	X	X	X	X	X	X		X			
H-24	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
H-27		X	X										
H-28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Pulmón p	X	X											
PDA-5													
H-15		X											
H-24			X										
H-27			X										
PDA-5 B													
H-13			X	X	X	X	X	X	X	X	X		
H-14								X	X	X			
H-15	X		X	X	X	X	X	X	X	X			
H-16			X		X	X	X	X	X	X			
H-17				X	X	X	X	X	X	X			

Tabla 8-5: Listado origen/destino pozos de extracción

Origen / Destino	2017					2018							
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
H-18	X	X	X			X							
H-25	X												
H-27	X	X	X	X	X								
H-28	X	X	X	X	X								
H-29		X	X										
H-31	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Pulmón p	X	X											
Pulmon r											X		
PDA-7													
H-13	X	X	X		X			X					
H-15	X	X	X	X		X							
H-16			X	X									
H-17	X	X	X	X				X					
H-18	X	X	X	X	X	X	X					X	X
H-19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
H-20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
H-21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
H-22	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
H-23		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
H-24	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pulmón p					X			X					X
PDA-8A Bba 450													
H-13		X	X	X		X							X
H-15		X	X	X					X				X
H-16			X	X		X							X
H-17			X	X	X	X		X		X			X
H-18			X	X	X	X						X	X
Pulmón p						X							
PDA-8A Bba 452													
H-13	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
H-15	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
H-16			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
H-17	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
H-18	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X
H-29		X											

Tabla 8-5: Listado origen/destino pozos de extracción

Origen / Destino	2017					2018							
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
H-31 Pulmón p	X	X			X								
PDA-8B Bba 454													
HM-13	X	X	X	X	X	X	X				X	X	
HM-23	X	X											
Pulmón p	X	X	X	X	X		X						
PDA-8B Bba 456													
HM-13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
HM-23	X	X											
Pulmón p	X	X		X		X	X	X	X				
W-280													
Piscina 3 Ag. Indus.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
W-37													
Camino								X	X		X	X	X
W-44													
Camino								X	X	X	X	X	X
W-45													
8-A									X	X	X	X	
Camino											X		
K-17 B												X	X
W-56													
Camino								X	X	X	X	X	X
W-57													
Camino								X			X	X	X
Piscina 3 Ag. Indus.									X				
W-58													
K-17 B											X	X	X
K-18 B										X	X		
Pulmón r										X			
W-62													
10-D							X	X	X	X	X	X	
Camino				X	X								
K-17 B												X	X
Piscina 3 Ag. Indus.	X	X	X	X	X	X							
W-82													

Tabla 8-5: Listado origen/destino pozos de extracción

Origen / Destino	2017					2018							
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
Piscina 3 Ag. Indus.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
W-BIT-02													
10-D							X						
10-I							X						
H-29							X						
WM-9													
K-17 B											X	X	X
K-18 B										X	X		
Pulmon r										X			
WS-01													
Planta	X	X	X										
WS-105													
H-73	X	X	X										
HS-43			X										
HS-53	X	X	X										
HS-63	X		X										
WS-11													
Planta	X	X	X	X	X								
WS-118R													
H-73	X		X										
HS-53	X	X	X										
HS-63	X		X										
WS-140R													
H-25					X	X							
H-27						X							
WS-142													
Planta	X												
repulpeo MOPH II								X	X			X	
Repulpeo MOPHII								X					
WS-164R													
H-21	X	X											
H-22			X										
H-23		X	X										
H-24		X	X										
WS-203R													

Tabla 8-5: Listado origen/destino pozos de extracción

Origen / Destino	2017					2018							
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
H-73	X	X	X										
HS-53	X												
WS-243R													
H-73	X	X	X										
HS-53	X	X	X										
HS-63	X		X										
WS-41													
Planta	X	X	X										
WS-75													
S-141		X	X										
S-143	X	X											
WS-80													
H-73	X		X										
HS-53	X	X	X										
HS-63			X										
W-UB-192													
H11-l			X	X	X	X	X	X	X	X	X		
W-UB-195B													
H11-l			X	X	X	X			X	X	X		
W-UB-196													
H11-l			X	X	X	X	X	X	X	X	X		
W-UB-200													
H11-l			X	X	X	X	X		X	X	X		
H-73			X										
Pulmón r												X	
W-UB-212													
H11-l			X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Pulmón r												X	
W-UB-218													
H11-l			X	X	X	X	X	X	X	X	X		
W-UB-25S													
H11-l			X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Pulmón r												X	

Anexo VI. Hoja de vida de pozos

Anexo VII. Certificados de puntos de control

Anexo VIII. Registro de extracción neta acumulada