

Santiago, 16 de junio de 2021

Señor  
**Emanuel Ibarra Soto**  
Fiscal  
Superintendencia del Medio Ambiente  
PRESENTE

**MAT.:** Se tenga presente.

**ANT.:** 1.- Res. Ex. N° 22/Rol D-095-2017, de 05 de enero de 2021, Provee poderes, incorpora documentos al expediente y solicita información que indica.  
2.- Escrito CMDIC de 26 de enero de 2021.

**REF.:** Expediente Sancionatorio N° D-095-2017.

---

Att.: Romina Chávez Fica, Fiscal Instructora.

**Cecilia Urbina Benavides**, en representación de **Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM** (en adelante "CMDIC"), ambos domiciliados para estos efectos en Av. Andrés Bello N° 2457, piso 39, comuna de Providencia, Santiago, Región Metropolitana, en procedimiento sancionatorio **D-095-2017**, vengo en solicitar se tengan presente las siguientes consideraciones en relación a las materias que han sido observadas por la Asociación Indígena Aymara Salar de Coposa (en adelante, "AIASC"), en los siguientes términos:

I. **Antecedentes**

Con fecha 24 de julio de 2020, CMDIC presentó una nueva versión (tercera) del Programa de Cumplimiento Refundido, Coordinado y Sistematizado y sus Anexos (en adelante, "PDC"), que se hizo cargo de las observaciones consignadas en el Resuelvo I de la Resolución Exenta N° 13/ROL D-095-2017, de 23 de junio de 2020, de vuestra Superintendencia, y complementó el programa de cumplimiento propuesto en el marco del presente procedimiento de sanción Rol D-095.2017.

Mediante Resolución Exenta N° 16/ ROL D-095-2017, de 6 de agosto de 2020, de vuestra Superintendencia, se tuvo por presentada la tercera versión refundida del Programa de



Cumplimiento, y otorgó a los interesados en el presente procedimiento sancionatorio un plazo de 10 días para remitir las observaciones que estimarán pertinentes en relación con el mismo.

Con fecha 31 de agosto de 2020, la AIASC realizó una presentación formulando una serie de observaciones al contenido del Programa de Cumplimiento presentado por mi representada, solicitando el rechazo del mismo y la realización de una visita inspectiva.

Mediante Resolución Exenta N° 18/ROL D-095-2017, de 9 de septiembre de 2020, esta Superintendencia otorgó a CMDIC un plazo para manifestar lo que estimara conveniente en relación en la presentación efectuada por la AIASC el día 31 de agosto de 2020. Con fecha 1 de octubre de 2020, CMDIC hizo presente sus consideraciones en relación a las observaciones presentadas por la AIASC.

Por medio de la Resolución Exenta N° 20/Rol D-095-2017, de 6 de noviembre de 2020, vuestra Superintendencia del Medio Ambiente dispuso la realización de una visita inspectiva al territorio de la AIASC para el día 19 de noviembre de 2020. Dicha visita inspectiva se realizó por funcionarios de vuestra Superintendencia en la oportunidad dispuesta, con la asistencia de miembros, apoderada y perito de la AIASC, y trabajadores, apoderados y perito de CMDIC.

Con fecha 3 de enero de 2021, y mediante Resolución Exenta N° 22/Rol D-095-2017, vuestra Superintendencia resolvió incorporar al expediente sancionatorio el Acta de la Visita Inspectiva de 19 de noviembre, así como sus anexos, conferir traslado en relación con el contenido del acta de la diligencia a sus asistentes, y requerir una serie de antecedentes adicionales a la AIASC y CMDIC.

Mediante presentación de 26 de enero de 2021, estando dentro de plazo, CMDIC evacuó traslado en relación a los hechos constatados en Acta de la Visita Inspectiva de 19 de noviembre de 2020 y dio respuesta al requerimiento de información formulado.

## **II. Se tenga presente**

En relación a las distintas materias que han sido observadas por AIASC, se hace presente a esta Superintendencia, el estado de avance de las propuestas que CMDIC ha desarrollado a la fecha:

- **Sistema de restitución para mitigar el caudal de la vertiente Jachucoposa y monitoreo asociado**

En base a la disposición de CMDIC de incorporar el caudal de mitigación de la vertiente Jachucoposa aguas abajo de los puntos de medición (vertederos) y en forma diferenciada del caudal natural, manifestada en escrito de 26 de enero de 2021 ante esta Superintendencia, se presenta la propuesta para modificar la forma en que se restituirá el caudal de la vertiente Jachucoposa.

La Figura 1 muestra un esquema en planta de la zona de afloramientos de la vertiente Jachucoposa, indicando en un polígono celeste la zona donde ocurren los afloramientos naturales principales del sistema, mientras que en un polígono de color amarillo se señala la zona donde se ubican los puntos de restitución actuales de la mitigación. Cabe señalar que la mitigación actualmente se realiza a través de una serie de tuberías enterradas mimetizadas completamente con el paisaje.

Para garantizar el ejercicio del derecho de aprovechamiento de la AIASC, cuyo punto de ejercicio se destaca en la Figura 1 - coordenadas obtenidas según lo indicado por la AIASC en el proceso de participación ciudadana del Estudio de Impacto Ambiental (en adelante, "EIA") del proyecto Desarrollo de Infraestructura y Mejoramiento de Capacidad Productiva de Collahuasi-, CMDIC modificará la forma en que restituye el caudal en la vertiente Jachucoposa, eliminando los puntos actuales de entrega de caudal y construyendo un nuevo punto de restitución en la zona encerrada en rojo en la Figura 1, manteniendo en el tiempo intermedio el sistema actual de reposición y de monitoreo.

Este nuevo punto de restitución se ubicará aguas abajo de los vertederos, en el margen sur de la laguna Jachucoposa. En la Figura 2 se muestra una vista isométrica del nuevo sistema de restitución de agua, el que se ubicará completamente sumergido bajo el nivel de agua de la laguna, y será alimentado a través de una tubería enterrada derivada desde el sistema de conducción actualmente existente. Esta solución de reposición podría tener cambios menores al momento de su implementación en función de las condiciones del terreno y sugerencias de la comunidad, en el marco del proceso de diálogo que se está desarrollando con la AIASC.

La puesta en funcionamiento del punto de reemplazo para la mitigación se realizará durante el primer año luego de aprobado el proyecto Desarrollo de Infraestructura y Mejoramiento de Capacidad Productiva de Collahuasi, cuyo procedimiento de evaluación se encuentra actualmente en curso.

La modificación en la forma de realizar la mitigación de la vertiente Jachucoposa supondrá cambios en el monitoreo de esta medida. En este sentido, se propone lo siguiente:

- Caudal superficial (CSW-2): Se realizará una medición horaria del caudal pasante por los vertederos principal y secundario, correspondiente al caudal sin mitigación de la vertiente Jachucoposa, del cual se obtendrá un valor promedio horario. Se debe tener en consideración que aguas arriba de esta medición, la AIASC podría realizar la extracción del agua asociada al ejercicio de su derecho de aprovechamiento, lo que queda fuera del control de Collahuasi.
- Caudal de mitigación: Se instalará un flujómetro en la tubería de alimentación del agua de mitigación, cuyo caudal (volumen registrado en un periodo de 24 horas dividido por 24 horas) también será registrado diariamente. De esta manera, al sumar el caudal superficial anterior con el caudal de mitigación se podrá establecer el caudal total que ingresa al sistema.

- Calidad del agua afloramiento natural (CSW-2): Se tomarán muestras mensuales desde el afloramiento natural de la vertiente Jachucoposa en el vertedero principal, analizando el set de parámetros comprometidos en el EIA actualmente en tramitación. Complementariamente, continuará realizándose en este punto un monitoreo continuo, con mediciones horarias de pH, CE y Temperatura.
- Calidad del agua de mitigación: Se tomarán muestras mensuales desde la tubería que conduce el agua de restitución a través de un despiche, analizando el mismo set de parámetros comprometido en el EIA en curso para el afloramiento natural de la vertiente Jachucoposa.

Este monitoreo será reportado en los informes semestrales actualmente emitidos por CMDIC asociados a la componente de recursos hídricos, lo que será sin perjuicio de la posibilidad de establecer monitoreos participativos entre las partes como resultado de los procesos de diálogo en curso.

En cuanto a la preocupación manifestada por la AIASC por el sistema de tuberías, se ha elegido como material para dicho sistema polietileno de alta densidad o HDPE, que, por sus características inertes, no genera ninguna reacción química con el medio. De esta manera, CMDIC se compromete a que el cumplimiento de esta medida de mitigación sea desarrollado de la mejor manera posible y con la menor intervención posible del paisaje y del ecosistema, motivo por el cual estos han sido enterrados.

Adicionalmente, en cuanto a las observaciones asociadas al origen de las aguas para la mitigación de la vertiente, CMDIC ha decidido destinar preferentemente para estos fines los pozos CWP-14 y CWE-35, ambos ubicados en Falla Pabellón, considerando que se debe mantener un caudal de explotación máximo de 20 L/s promedio anual en falla Pabellón (a pesar que los derechos de aprovechamiento de aguas son por 35 l/s), conforme a la Res. Ex. 125/2008 y Res. Ex. 14/2010, ambos de la COREMA de la Región del Tarapacá. Ello permitirá mantener la mitigación con aguas de calidad similar a la vertiente natural, en línea con lo requerido en la RCA N°100/2003 que aprobó la DIA "Proyecto Optimización Collahuasi", conforme a la cual se estableció que la mitigación se ubicaría "*en el área de alimentación de la vertiente o en sus proximidades*" (respuesta 4 de Adenda 2 de dicha DIA), "*no obstante deberá estar suficientemente alejado de forma tal que la zona de captura del pozo no alcance el punto de afloramiento de la vertiente*" (respuesta 3 sistema acuífero salar de Coposa de la misma Adenda 2).

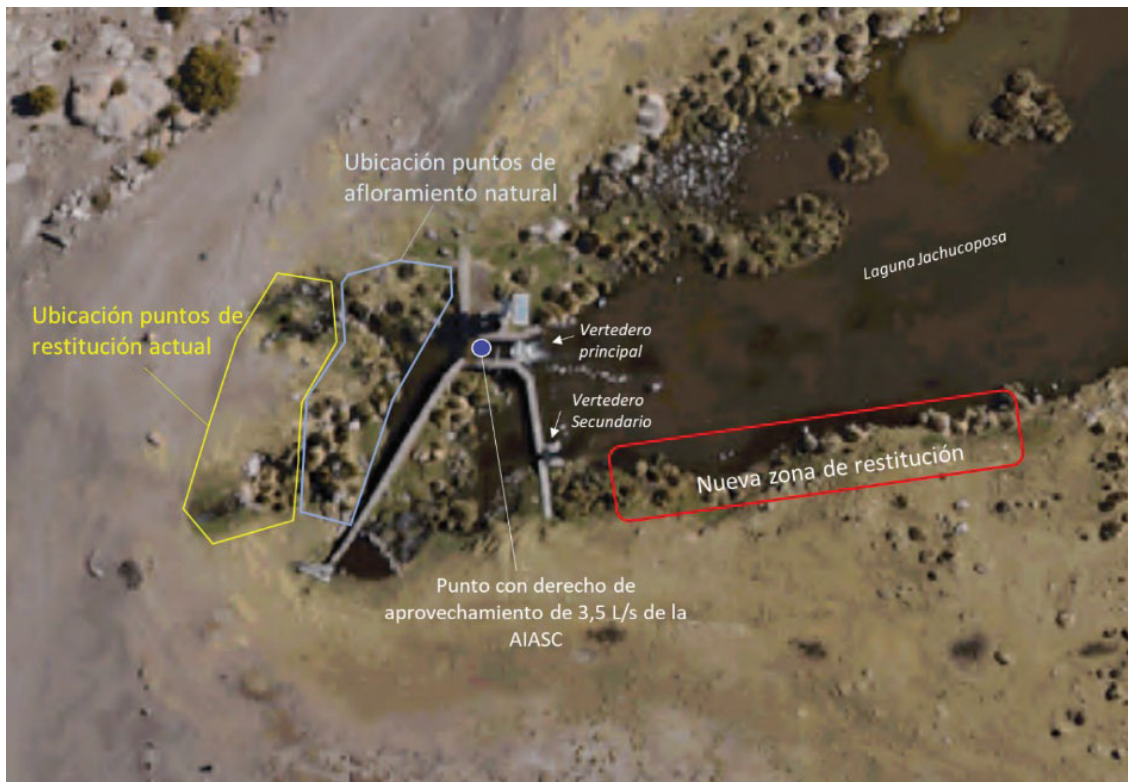
Finalmente, a fin de favorecer la menor intervención en la zona, en el marco del PDC se dará continuidad al sistema de monitoreo continuo provisorio mientras no se encuentre en funcionamiento el nuevo punto de restitución. En consecuencia, no se implementará el sistema de monitoreo continuo definitivo comprometido en las acciones 32 y 33 del PDC, sino que mantendrá el sistema provisorio en el vertedero grande y el vertedero chico (acción 31 del PDC). Complementariamente, en el vertedero chico se instalarán placas metálicas en el muro (Figura 3) a fin de reducir el potencial flujo subterráneo a través del terreno natural, con lo cual se espera subsanar las dificultades experimentadas en la



implementación de dicho sistema de medición de caudal por el escurrimiento de aguas por debajo de muro. Dicha solución, además, tendrá un menor impacto visual, al quedar acoplada a la obra existente.

Sin perjuicio de lo anterior, se proyecta implementar un proyecto paisajístico asociado a los muros de los vertederos, así como a las bombas del sistema de riego.

**Figura 1. Esquema con restitución actual y zona propuesta para la nueva restitución de caudal en Jachucoposa**



*Fuente: CMDIC, 2021*

**Figura 2. Vista isométrica del nuevo sistema de restitución propuesto para Jachucoposa**



*Fuente: CMDIC, 2021.*

**Figura 3 Refuerzo muros vertedero chico**



*Fuente: CMDIC, 2021.*



- **Abrevaderos para animales**

Atendida las preocupaciones manifestadas por la AIASC, se propone reemplazar los abrevaderos existentes, instalados en cumplimiento del cons. 6.14 de la RCA 167/2001, que aprueba ambientalmente el proyecto “Expansión 110 ktpd, Planta concentradora Collahuasi”, de la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, por estructuras que permitan el escurrimiento permanente de agua, evitando así que las aguas se congelen.

La ubicación de los nuevos abrevaderos se presenta en la Tabla 1 y la figura 4:

**Tabla 1 Coordenadas de ubicación de abrevaderos propuestos**

Nombres	Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19	
	Norte (m)	Este (m)
Abrevadero 1 Jacho Coposa	7713126,66	530447,77
Abrevadero 2 Jacho Coposa	7711847,63	531481,67

**Figura 4 Ubicación abrevaderos propuestos**



La propuesta de diseño se presenta en la Figura 5 Propuesta de diseño de abrevaderos de animales.

**Figura 5 Propuesta de diseño de abrevaderos de animales**



Se hace presente que estos abrevaderos también reemplazarán a los bebederos temporales que se instalarían durante el tiempo que durarían las actividades de construcción del sistema de monitoreo definitivo, comprometidos en la acción 34 de la versión actualizada del PDC presentado en julio de 2020 ya que, según lo indicado en el punto anterior, no se instalará el sistema de monitoreo definitivo.

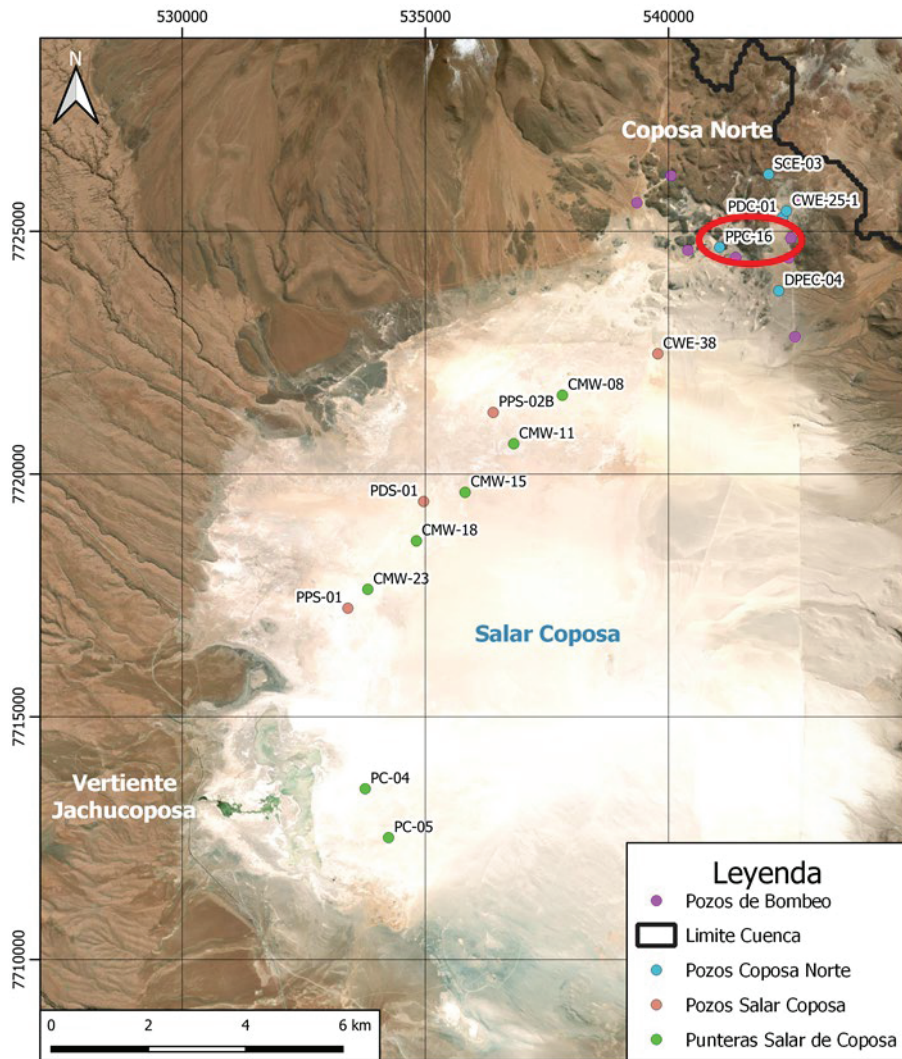
- **Plan de Alerta Temprana para la extracción de aguas subterráneas en Coposa Norte**

Asociado a la acción 42 del PDC, y según fuera indicado en escrito de 1 de octubre de 2020, acorde con las inquietudes manifestadas por la AIASC se modificó el Plan de Alerta Temprana (en adelante, "PAT") de Coposa Norte, optimizando su procedimiento de activación y desactivación a fin de reforzar una gestión preventiva de las extracciones sobre la base del comportamiento de los niveles acuíferos. En específico, se incorporan los siguientes puntos:

- Se incluye un análisis que permite evaluar la relación de niveles entre Coposa Norte y el resto de los sectores de la cuenca, permitiendo corroborar la ubicación de los indicadores propuestos.
- Se agregó un nuevo pozo indicador de estado denominado PPC-16, cuya ubicación espacial se presenta en la Figura 6. Con ello, se pasa de 4 a 5 pozos indicadores de estado.
- Se disminuyó la cantidad de pozos indicadores de estado que deben superar los umbrales para la activación del PAT (de 3 de 4 pozos a 2 de 5 pozos), generando un modelo de activación más conservador.

- Se aumentó la frecuencia de monitoreo hidrogeológico comprometida, de mensual a 2 veces al mes (quincenal) en operación normal, es decir, sin necesidad de activación a fase de acción.
- Se aumentó la frecuencia de monitoreo hidrogeológico comprometida en fase de acción del PAT, de 2 veces al mes (quincenal) a 4 veces al mes (semanal).

**Figura 6 Ubicación de pozo PPC-16**



Se hace presente, que conforme a lo indicado en el impedimento del PDC, el PAT de Coposa Norte se mantendrá vigente en tanto no se inicie la ejecución del nuevo PAT, autorizado por la resolución de calificación ambiental favorable del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “Desarrollo de Infraestructura y Mejoramiento de Capacidad Productiva de Collahuasi”.

En anexo 1 se acompaña el PAT actualizado.



- **Plan de monitoreo ambiental participativo**

Se encuentra en elaboración un plan de monitoreo ambiental participativo (en adelante, “PMAP”), que resultaría aplicable al seguimiento de los componentes ambientales de interés en el salar de Coposa comprometido en el PDC, en específico, los monitoreos de caudal, pH, CE y Temperatura en la vertiente Jachucoposa (acción 31), los monitoreos del nivel freáticos asociados al PAT de Coposa Norte (acción 42) y al monitoreo de avifauna en el área de estudio de la RCA 144/2006 (acción 7).

La propuesta por parte de la Compañía considera la realización de actividades de monitoreo únicas, conducidas por CMDIC en su calidad de titular del proyecto, y que cuenten con la participación de la AIASC, a través de sus Monitores Comunitarios.

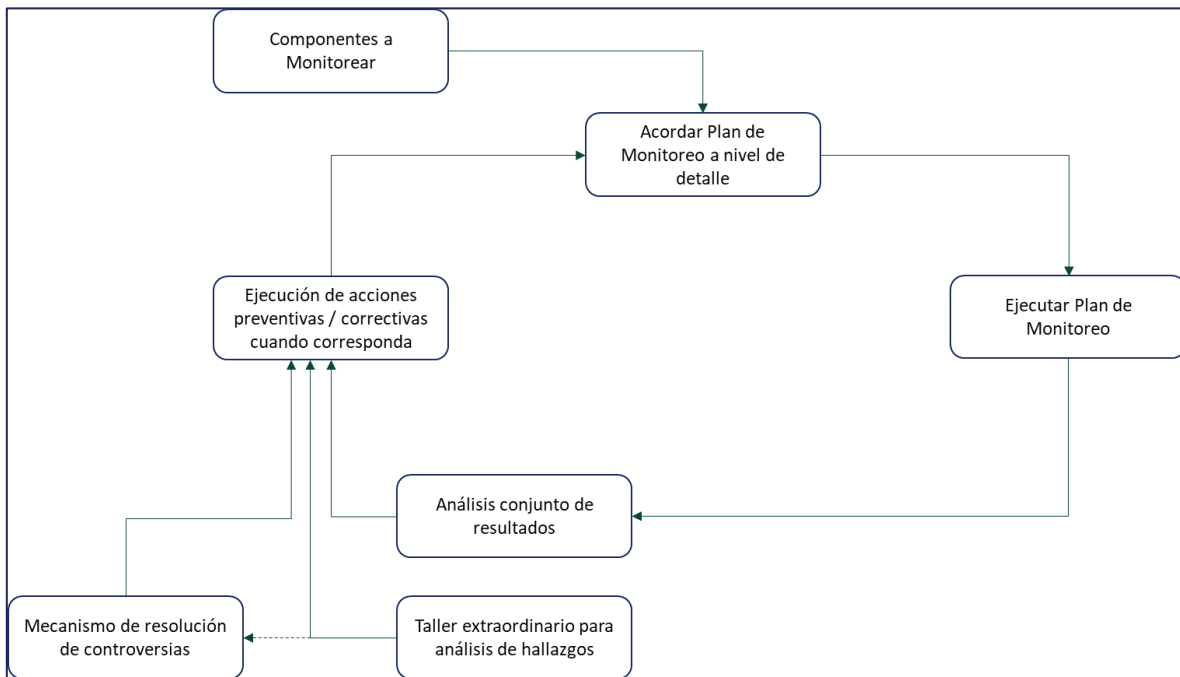
El PMAP contempla, al menos, las siguientes actividades de participación activa:

- Un módulo de capacitación, dirigido a los Monitores Comunitarios de la AIASC. Los contenidos de esta capacitación corresponden a:
  - Alcance del Plan de Monitoreo (variables ambientales sujetas a seguimiento)
  - Metodologías utilizadas para el monitoreo de las variables ambientales que componen el Plan de Monitoreo.
  - Trazabilidad del proceso de monitoreo, principalmente de aquellas variables que requieren análisis de laboratorio.
  - Sistema de reporte a la autoridad (SMA) del Plan de Monitoreo.
- Presentación de los resultados obtenidos en los análisis realizados o de las calibraciones/ mantenciones, según el caso.
- Entrega de los informes de resultados reportados a la autoridad.

Para ello, la AIASC tendrá acceso a la información ambiental levantada en conjunto con CMDIC asistiendo a las actividades de muestreo o medición de los componentes ambientales conforme a lo presentado en el PMAP, mientras que los resultados del monitoreo serán accesibles a través de la página web habilitada para ello. Además, CMDIC financiará la contratación de una consultora para la AIASC, que les preste un apoyo técnico directo y permanente en las materias asociadas al PMAP.

El modelo de gestión del PMAP, a modo referencial, se presenta en la Figura 7 Flujo PMAP.

**Figura 7 Flujo PMAP**



Fuente: CMDIC, 2021.

En anexo 2 se acompaña la propuesta del PMAP por parte de CMDIC, que considera en su alcance las variables ambientales de interés en el Salar de Coposa asociadas al PDC. Su diseño considera que gran parte de las actividades de monitoreo son ejecutadas por entidades técnicas de fiscalización ambiental y/o se encuentran reguladas por las instrucciones generales de la SMA, lo cual da garantía de la correcta ejecución e independencia en el desarrollo de estas labores y justifica que no sería necesario duplicar actividades de muestreo y/o medición con la AIASC.

### III. Anexos

Se acompañan, a esta presentación los siguientes documentos en formato digital:

01. Versión actualizada del Plan de Alerta Temprana de Coposa Norte, de mayo de 2021.
02. Borrador de Plan de Monitoreo Ambiental Participativo CMDIC – AIASC.

Los anexos se encuentran disponibles en el siguiente link:

<https://www.dropbox.com/sh/i8j1xne2x3yx2fh/AADqiYoQBHoSk-NUIXNC6fJna?dl=0>





**Por tanto**, se solicita a Ud., tener presente los antecedentes incorporados a esta presentación, para todos los efectos legales.

Sin otro particular, se despide atentamente,

CECILIA CAROLINA  
URBINA  
BENAVIDES

Firmado digitalmente por  
CECILIA CAROLINA URBINA  
BENAVIDES  
Fecha: 2021.06.15 19:32:33  
-04'00'

**Cecilia Urbina Benavides**

p.p. **Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM**



**Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi S. C. M.**

## **INFORME PLAN DE ALERTA TEMPRANA COPOSA NORTE**

**191-I1927-000-43-IN-0002  
HIDRO.CMDIC624.INF001.Rev2**

<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>	<b>Propósito de la emisión</b>	<b>Por</b>	<b>Rev.</b>	<b>Apr.</b>	<b>Apr. CMDIC</b>
A	06.06.2020	Chequeo Interno	F. Godoy	C. Ortiz	C. Ortiz	
B	06.06.2020	Para Aprobación	F. Godoy	C. Ortiz	C. Ortiz	
C	22.06.2020	Para Aprobación	F. Godoy	C. Ortiz	C. Ortiz	
D	23.07.2020	Para Aprobación	F. Godoy	C. Ortiz	C. Ortiz	
0	24.07.2020	Para Información	C. Ortiz	C. Ortiz	C. Ortiz	
1	14.05.2021	Para Aprobación	F. Godoy	C. Ortiz	C. Ortiz	
2	20.05.2021	Para Aprobación	F. Godoy	C. Ortiz	C. Ortiz	

**hidroestudios**

## Plan de Alerta Temprana Coposa Norte

---

### **Apoyo a Programa de Cumplimiento D-095-2017**

**Codificación CMDIC:** 191-I1927-000-43-IN-0002 Rev 2

**Codificación hidroestudios:** HIDRO.CMDIC624.INF001.REV2

# hidroestudios

**Preparado para CMDIC  
Mayo 2021**

Rev.	Id	Ejecutor	Revisor	Aprueba	Descripción
A	Nombre	F. Godoy	C. Ortiz	C. Ortiz	Revisión interna
	Fecha	05.06.2020	06.06.2020	06.06.2020	
B	Nombre	F. Godoy	C. Ortiz	C. Ortiz	Revisión cliente
	Fecha	06.06.2020	06.06.2020	06.06.2020	
C	Nombre	F. Godoy	C. Ortiz	C. Ortiz	Revisión cliente
	Fecha	18.06.2020	22.06.2020	22.06.2020	
D	Nombre	F. Godoy	C. Ortiz	C. Ortiz	Revisión cliente
	Fecha	20.07.2020	22.07.2020	23.07.2020	
0	Nombre	C.Ortiz	C. Ortiz	C. Ortiz	Aprobado cliente
	Fecha	24.07.2020	24.07.2020	24.07.2020	
1	Nombre	F. Godoy	C. Ortiz	C. Ortiz	Aprobado cliente
	Fecha	01.05.2021	14.05.2021	14.05.2021	
1	Nombre	F. Godoy	C. Ortiz	C. Ortiz	Aprobado cliente
	Fecha	20.05.2021	24.05.2021	24.05.2021	

## Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	FUNDAMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN EL PLAN DE ALERTA TEMPRANA.....	1
2.1	Extracciones de agua subterránea Coposa Norte .....	2
2.2	Conexión hidráulica Coposa Norte-Salar de Coposa .....	5
2.2.1	Distribución de los indicadores de estado del PAT y puntos control de acciones del PAT.....	7
2.3	Análisis de correlaciones.....	10
2.3.1	Información base y selección de pozos .....	10
2.4	Análisis de Series de Tiempo .....	15
2.4.1	Análisis de Series de Tiempo: correlaciones .....	16
2.4.2	Correlación entre el bombeo del sector de Coposa Norte y el nivel freático.....	16
3.	PLAN DE ALERTA TEMPRANA COPOSA NORTE.....	20
3.1	Consideraciones preliminares .....	20
3.2	Diseño del Plan de Alerta Temprana.....	21
3.2.1	Indicadores de estado.....	21
3.2.2	Definición de fases y umbrales .....	22
3.2.2.1	Umbrales .....	22
3.2.2.2	Fases del PAT .....	25
3.2.2.3	Condiciones de activación y desactivación.....	26
3.3	Control de la efectividad de las acciones del PAT .....	26
3.3.1	Red de monitoreo Salar de Coposa.....	26
3.3.2	Umbrales .....	28
3.3.3	Acciones .....	28
3.3.4	Condiciones de activación y desactivación.....	29
3.4	Flujograma.....	30
4.	ANEXOS .....	31
4.1	Anexo A: Análisis Series de Tiempo (Anexo Digital) .....	31
4.2	Anexo B: Planilla cálculo umbrales (Anexo Digital) .....	31
4.3	Anexo C: Registro de niveles en el tiempo y umbrales por indicador de estado .....	32
4.3.1	Sector Coposa Norte .....	32
4.3.2	Salar de Coposa .....	37

## Figuras

Figura 2-1. Distribución espacial pozos de bombeo Coposa Norte .....	3
Figura 2-2. Caudal de bombeo en el tiempo y promedio anual, sector Coposa Norte .....	4
Figura 2-3. Mapa Hidrogeológico Cuenca Coposa, ubicación Perfil A-A' .....	5
Figura 2-4. Perfil Hidrogeológico A-A' .....	6
Figura 2-5. Piezometría noviembre 2017 .....	6
Figura 2-6. Ubicación indicadores de estado .....	8
Figura 2-7. Transmisión del efecto del bombeo en el tiempo .....	9
Figura 2-8. Pozos seleccionados para análisis de correlaciones Coposa .....	12
Figura 2-9. Simulación pozo PDC-01 y principales variables explicativas .....	15
Figura 2-10 Simulación pozos PDC-01, SCE-03 y DPEC-04 (ejemplo estabilización del nivel, caudal 350 L/s) .....	17
Figura 2-11. Simulación pozos PDC-01, SCE-03 y DPEC-04 (ejemplo compromiso PdC, año 2020 caudal 302 L/s, año 2021 al 2023 caudal 265 L/s) .....	18
Figura 2-12. Simulación pozos PDC-01, SCE-03 y DPEC-04 (ejemplo acción PAT: reducción caudal de bombeo en 40 L/s) .....	19
Figura 3-1. Ejemplo cálculo umbral, pozo DPEC-04 .....	23
Figura 3-2. Comparación de umbrales PAT con descenso estimado en el escenario 70 (DIA 2006) .....	24
Figura 3-3. Flujoograma PAT + verificación de la efectividad de las acciones del PAT .....	30

## Tablas

Tabla 2-1. Características de los pozos de bombeo con derechos de aprovechamiento en Coposa Norte ..	2
Tabla 2-2. Número de pozos evaluados por sector y criterios de selección .....	11
Tabla 2-3. Promedio de correlaciones de niveles de pozos entre sectores .....	13
Tabla 2-5. Correlaciones estadísticamente significativas según número de datos .....	14
Tabla 2-6. Promedio de correlaciones de pozos entre sectores, para la variable "variación de niveles" .....	14
Tabla 3-1. Pozos indicadores de estado .....	21
Tabla 3-2. Umbrales PAT .....	22
Tabla 3-3. Red de monitoreo Salar de Coposa .....	27
Tabla 3-4. Umbrales red de monitoreo Salar de Coposa .....	28

## Anexos

Anexo A: Análisis de Series de Tiempo (Anexo Digital)

Anexo B: Planilla cálculo umbrales (Anexo Digital)

Anexo C: Registro de niveles en el tiempo y umbrales por indicador de estado

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento da cuenta del Plan de Alerta Temprana (PAT) para el sector de Coposa Norte comprometido en la Acción N°42 del Programa de Cumplimiento para el cargo N°9 de la Res. Ex. N°1/D-095-2017

Este PAT fue diseñado para asegurar que los niveles freáticos en el acuífero de Coposa detengan su descenso.

Cabe señalar, que este PAT será de carácter transitorio en tanto se aprueba el EIA “Desarrollo de Infraestructura y Mejoramiento de Capacidad Productiva de Collahuasi”, el cual contempla un PAT que presenta una red de monitoreo y acciones asociadas a posibles descensos en el nivel freático en el acuífero de Coposa.

## 2. FUNDAMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN EL PLAN DE ALERTA TEMPRANA

El diseño del PAT se basa en la información recopilada mediante la amplia red de monitoreo emplazada en el Salar de Coposa, con un largo registro de diferentes variables hidrogeológicas. Dicha información ha permitido caracterizar el comportamiento del acuífero de Coposa. Desde el punto de vista técnico, el presente PAT se basa en los 2 siguientes pilares:

- Monitoreo de variables hidrogeológicas sensibles en el área de estudio. Existen más de 20 años de información de monitoreo asociado a los recursos hídricos, tales como variables hidrológicas (caudales superficiales, evaporación y precipitaciones), hidrogeológicas (estratigrafía de pozos, unidades hidrogeológicas, pruebas de bombeo, niveles freáticos y caudales de bombeo en el tiempo).

Los antecedentes recopilados permiten conocer el nivel de explotación de la cuenca en el tiempo, el comportamiento de áreas sensibles, ante variados escenarios de funcionamiento de la cuenca (bombeo a diferentes tasas y emplazamientos e hidrología cambiante) y de sustentabilidad a lo largo del período en estudio.

- Análisis de Series de Tiempo (correlaciones): El cual tiene como objetivo relacionar de manera cuantitativa la dependencia entre el caudal de bombeo en Coposa Norte, con el nivel del acuífero, especialmente en las zonas cercanas al campo de pozos, como el sector medio y norte del Salar, considerando además otras variables como precipitaciones y evaporación. Esta herramienta fue utilizada para definir los indicadores de estado (pozos que se correlacionan bien con el objeto de protección), el tipo de acciones del PAT y la magnitud de las mismas.



## 2.1 Extracciones de agua subterránea Coposa Norte

En el año 2008 se inició el bombeo en el sector de Coposa Norte. La RCA 144/2006 autorizó una extracción máxima de agua subterránea de 500 l/s desde dicho sector.

La Acción 40 del Programa de Cumplimiento comprometió una reducción progresiva del caudal de extracción de agua desde Coposa Norte hasta alcanzar un máximo de 265 l/s (como promedio semestral). Esta acción fue comprometida, y ha sido implementada, de la siguiente forma:

- A partir del semestre iniciado en el mes de enero de 2019 se redujo el caudal de extracción autorizado por la RCA N° 144/2006 a un máximo de 312 l/s (como promedio semestral).
- A partir del primer semestre del año 2020 se redujo la extracción desde Coposa Norte a un máximo de 302 l/s (como promedio semestral).
- Finalmente, a partir del primer semestre de 2021 se reducirá la extracción desde Coposa Norte a un máximo de 265 l/s (como promedio semestral).

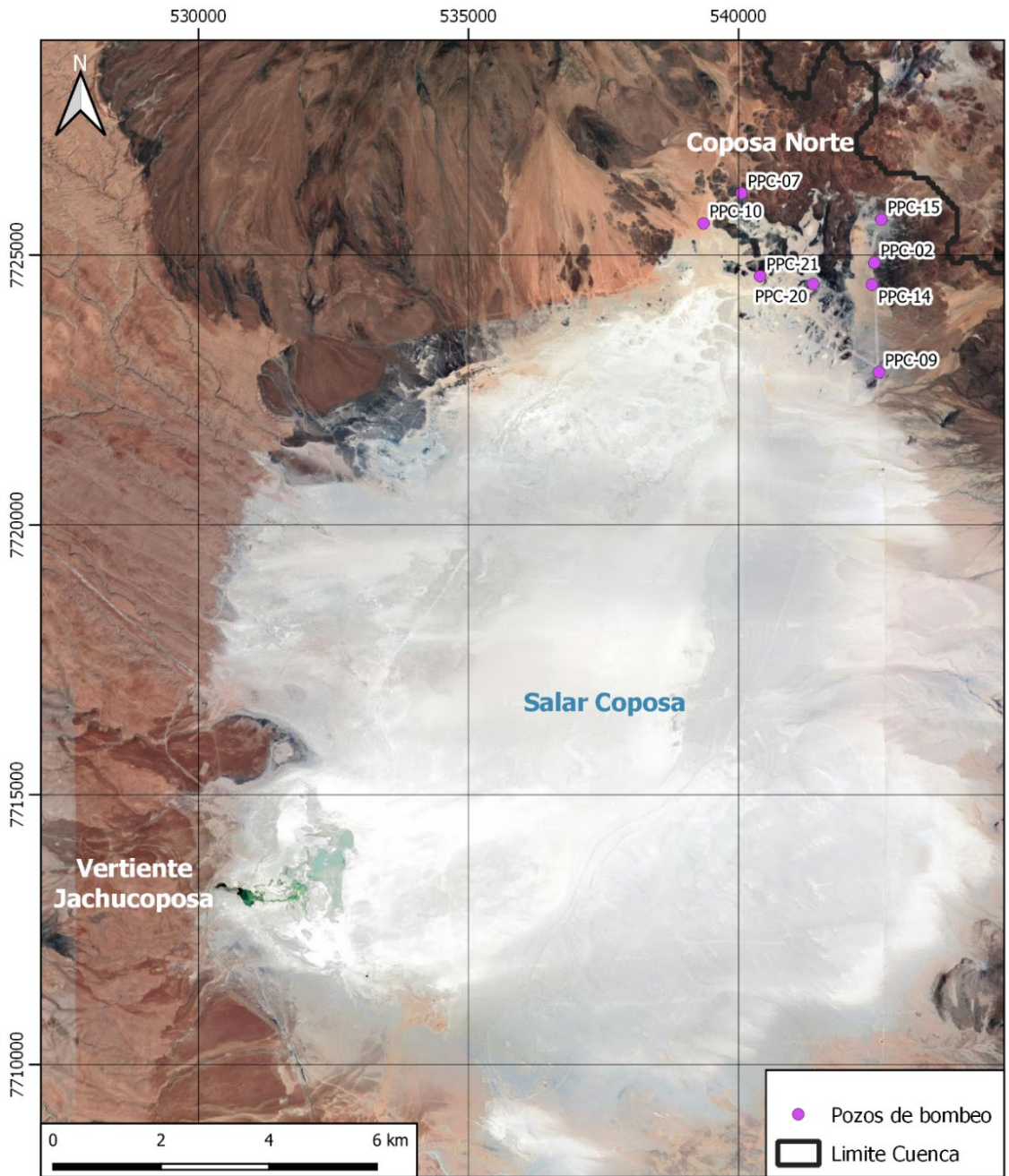
A continuación, se presenta en la Tabla 2-1 los pozos de bombeo del sector e Coposa Norte, con sus derechos otorgados, en la Figura 2-1 la distribución espacial de estos pozos de bombeo, y en la Figura 2-2 el caudal de bombeo en el tiempo, desde el año 2008 hasta finales del año 2020, y los promedios anuales del caudal de bombeo del sector de Coposa Norte.

**Tabla 2-1. Características de los pozos de bombeo con derechos de aprovechamiento en Coposa Norte.**

Sector	Pozo	Coordenadas WGS84 Huso 19S		Derecho (L/s)	Tipo
		Norte (m)	Este (m)		
Coposa Norte	PPC-02	7.724.861	542.518	55	38 L/s Prov + 17 L/s Perm.
	PPC-07	7.726.150	540.057	58	Permanente
	PPC-09	7.722.832	542.604	28	Permanente
	PPC-10	7.725.590	539.354	58	Permanente
	PPC-14	7.724.453	542.477	55	50 L/s Prov. + 5 L/s Perm.
	PPC-15	7.725.662	542.647	100	Permanente
	PPC-20	7.724.465	541.385	58	Permanente
	PPC-21	7.724.611	540.403	58	Permanente

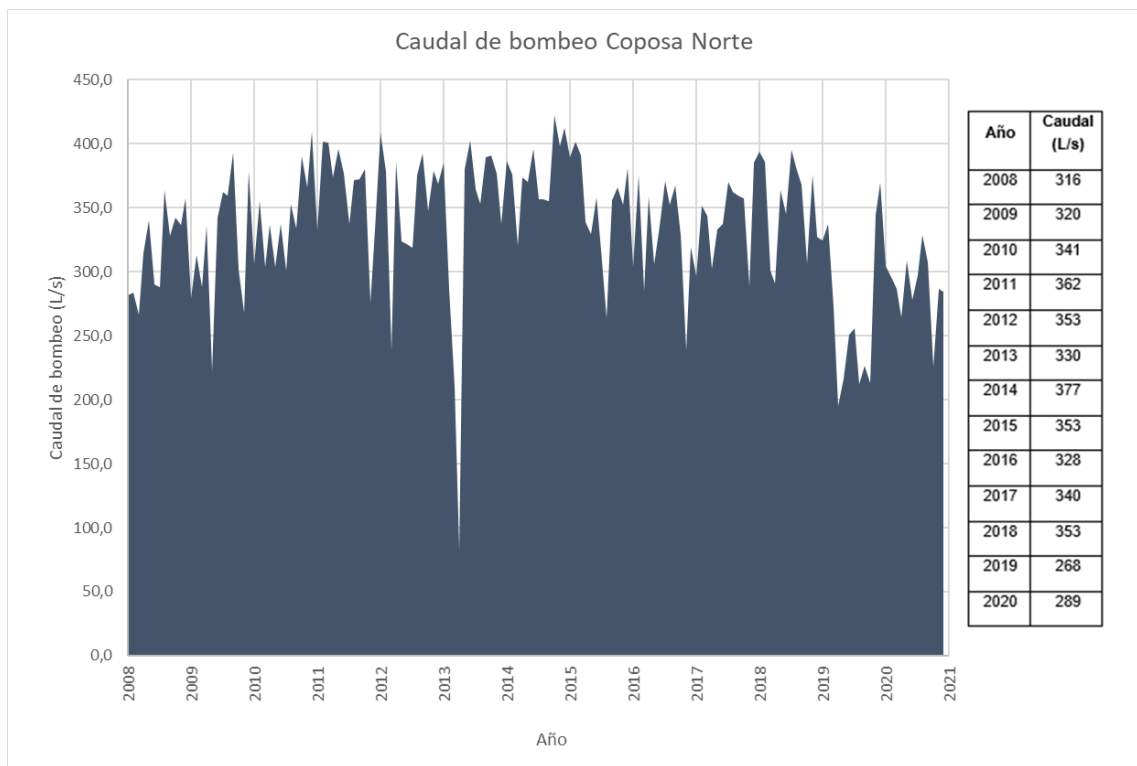
Fuente: Hidroestudios, 2021., modificado de Arcadis, 2018.

Figura 2-1. Distribución espacial pozos de bombeo Coposa Norte



Fuente: Hidroestudios, 2021.

**Figura 2-2. Caudal de bombeo en el tiempo y promedio anual, sector Coposa Norte**



Fuente: Hidroestudios, 2021.

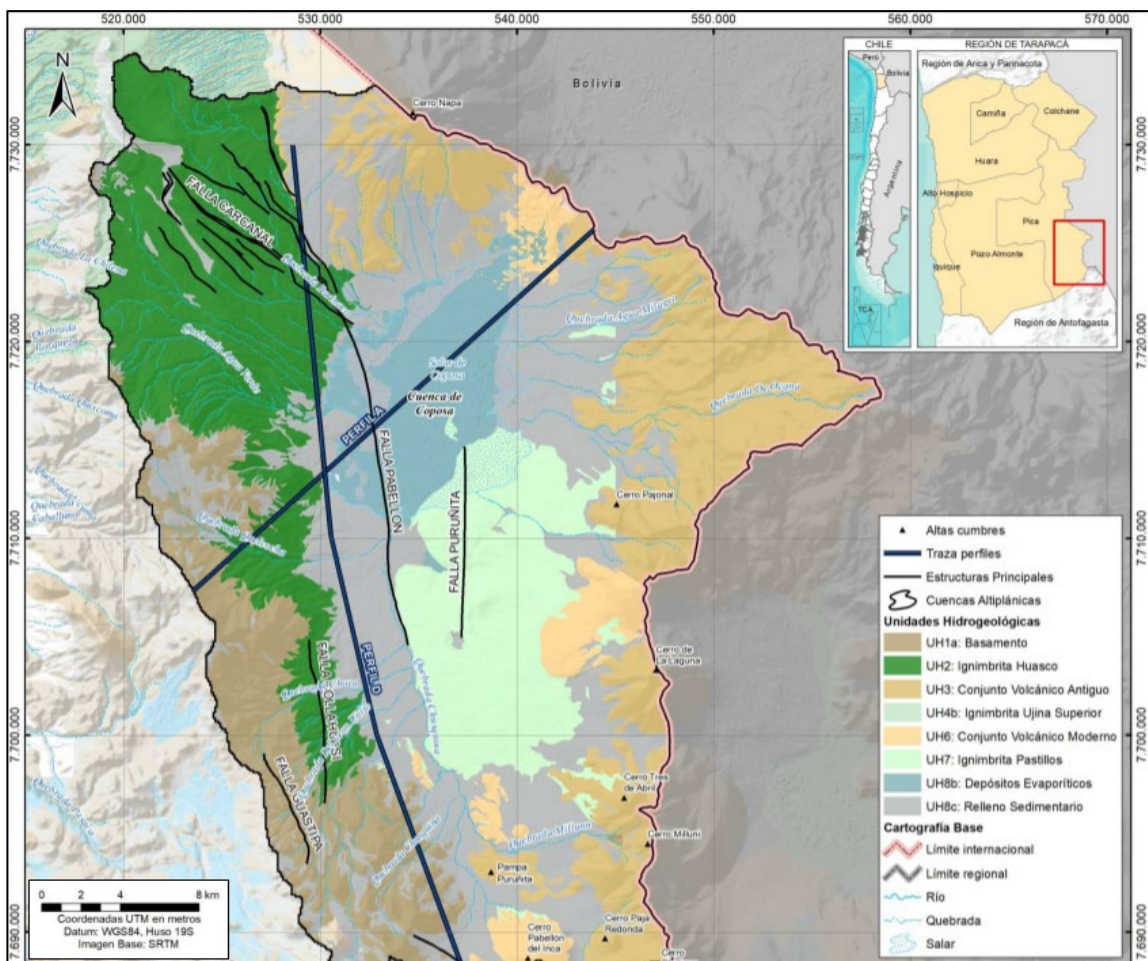
## 2.2 Conexión hidráulica Coposa Norte-Salar de Coposa

El diseño del PAT se basó en la conceptualización hidrogeológica del sector de Coposa Norte y del Salar de Coposa, asociado a las unidades hidrogeológicas y de los niveles acuíferos, con el objetivo de determinar la relación existente entre los pozos de bombeo del sector de Coposa Norte con el nivel freático de la zona.

Los pozos de bombeo del sector de Coposa Norte y los pozos de observación profundos, tanto del sector de Coposa Norte como del Salar de Coposa, se encuentran predominantemente habilitados en la unidad acuífera UH5, específicamente en las subunidades UH5b (Subunidad Evaporítica Profunda) y UH5c (Subunidad Volcánico-Sedimentaria Superior), encontrándose estas subunidades transversalmente a lo largo de estos sectores, tal como se aprecia en el perfil hidrogeológico A-A' (Figura 2-3 y Figura 2-4).

Respecto a la piezometría de la zona, se observa que el bombeo en Coposa Norte genera un cono de descenso que se propaga hasta el Salar de Coposa (ver Figura 2-5 cuadro rojo). Además, se observa dos niveles acuíferos en el Salar de Coposa, los cuales se encuentran correlacionados, acorde a un gradiente vertical predominantemente descendente. En general, el acuífero somero recarga al acuífero profundo.

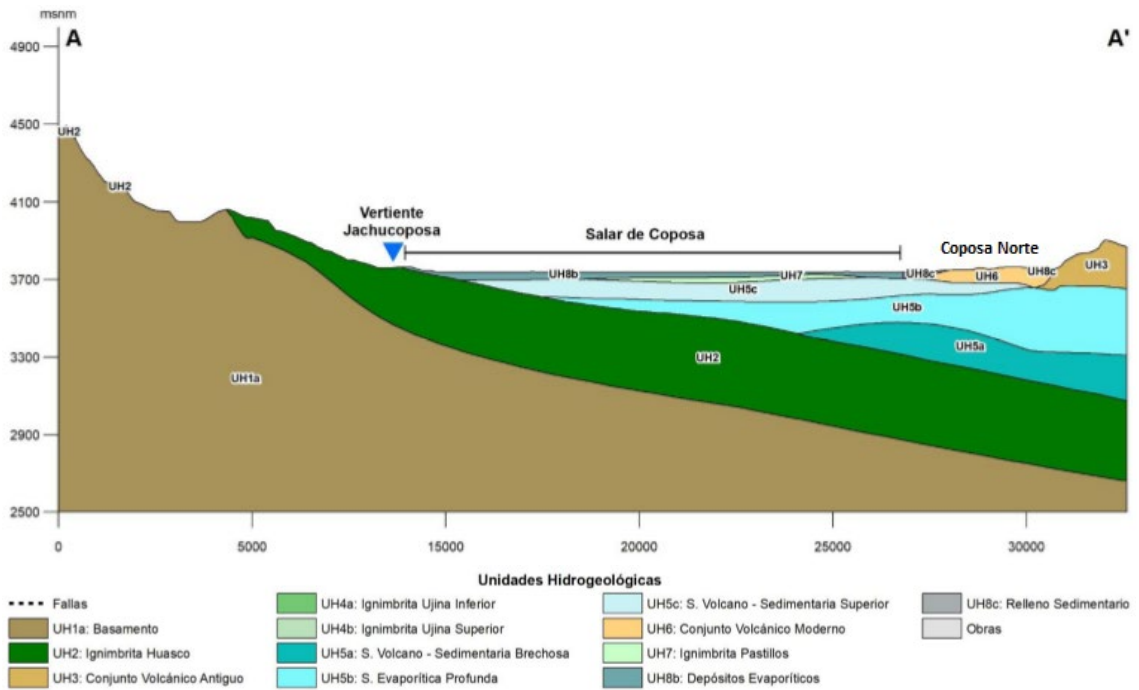
**Figura 2-3. Mapa Hidrogeológico Cuenca Coposa, ubicación Perfil A-A'**



Fuente: Modificado de Arcadis, 2018.

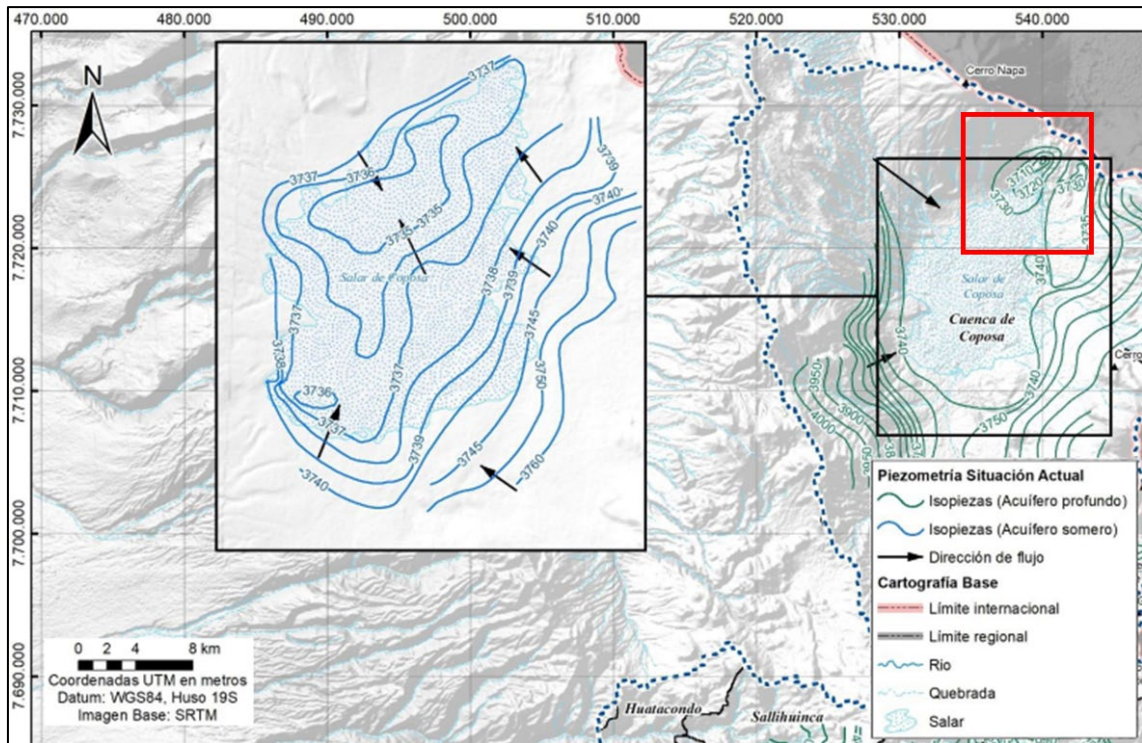


Figura 2-4. Perfil Hidrogeológico A-A'



Fuente: Modificado de Arcadis, 2018.

Figura 2-5. Piezometría noviembre 2017



Fuente: Modificado de Arcadis, 2018

### 2.2.1 Distribución de los indicadores de estado del PAT y puntos control de acciones del PAT

En función de esta conceptualización hidrogeológica de los sectores de Coposa Norte y el Salar de Coposa, se seleccionaron como indicadores de estado pozos de observación dentro del sector de Coposa Norte (Figura 2-6), dado que permiten alertar tempranamente cualquier efecto en el nivel freático asociado al bombeo de este sector, además de que como se comentó anteriormente, si se logra detener descensos en este sector, se estará deteniendo descensos en sectores más alejados al campo de pozos de bombeo.

Como ejemplo, en la Figura 2-7 se muestra un caso teórico de cómo se transmite el efecto del bombeo en el tiempo en esta zona, y cómo es posible contener este efecto en el sector de Coposa Norte. Como se observa en la Figura 2-7, en un tiempo inicial ( $t_0$ ) a un caudal inicial ( $Q_0$ ), el cono de descensos generado por los pozos de producción de Coposa Norte se encuentra estabilizado dentro del sector. Posteriormente (en un tiempo  $t_1$ ) si se aumenta el caudal de bombeo de los pozos de producción, a un caudal  $Q_1$  (con  $Q_1 > Q_0$ ), se generará un crecimiento del cono de descenso, tal como se indica en la Figura 2-7, observándose descensos en el sector de Coposa Norte y en la zona norte del Salar de Coposa, sin registrarse descensos en los pozos de observación del Salar.

Si en este tiempo  $t_1$  se superan los umbrales definidos para los pozos indicadores de estado del sector de Coposa Norte, se activaría el PAT, y se reduciría el caudal de extracción de los pozos de Coposa Norte, a un caudal  $Q_2$  ( $Q_2 < Q_1$ ). La reducción del caudal de bombeo de Coposa Norte en un tiempo  $t_2$  (Caso 1 Figura 2-7), contendrá en gran medida la transmisión del cono de descenso hacia el Salar de Coposa. Sin embargo, si no se tomaron acciones para revertir estos descensos (Caso 2 Figura 2-7), es decir, no se redujo el caudal de extracción de Coposa Norte, en un tiempo posterior ( $t_2$ ) con el mismo caudal anterior ( $Q_1$ ), es posible que el cono de descenso de los pozos de producción de Coposa Norte alcance a afectar los pozos de observación del Salar de Coposa.

Es decir, dado el contexto hidrogeológico de la zona y recalcando lo señalado inicialmente, plantear predominantemente pozos de observación en el sector de Coposa Norte, permitirá alertar tempranamente cualquier posible afección, y contener en este sector los descensos del nivel freático, sin verse afectado los niveles del Salar de Coposa.

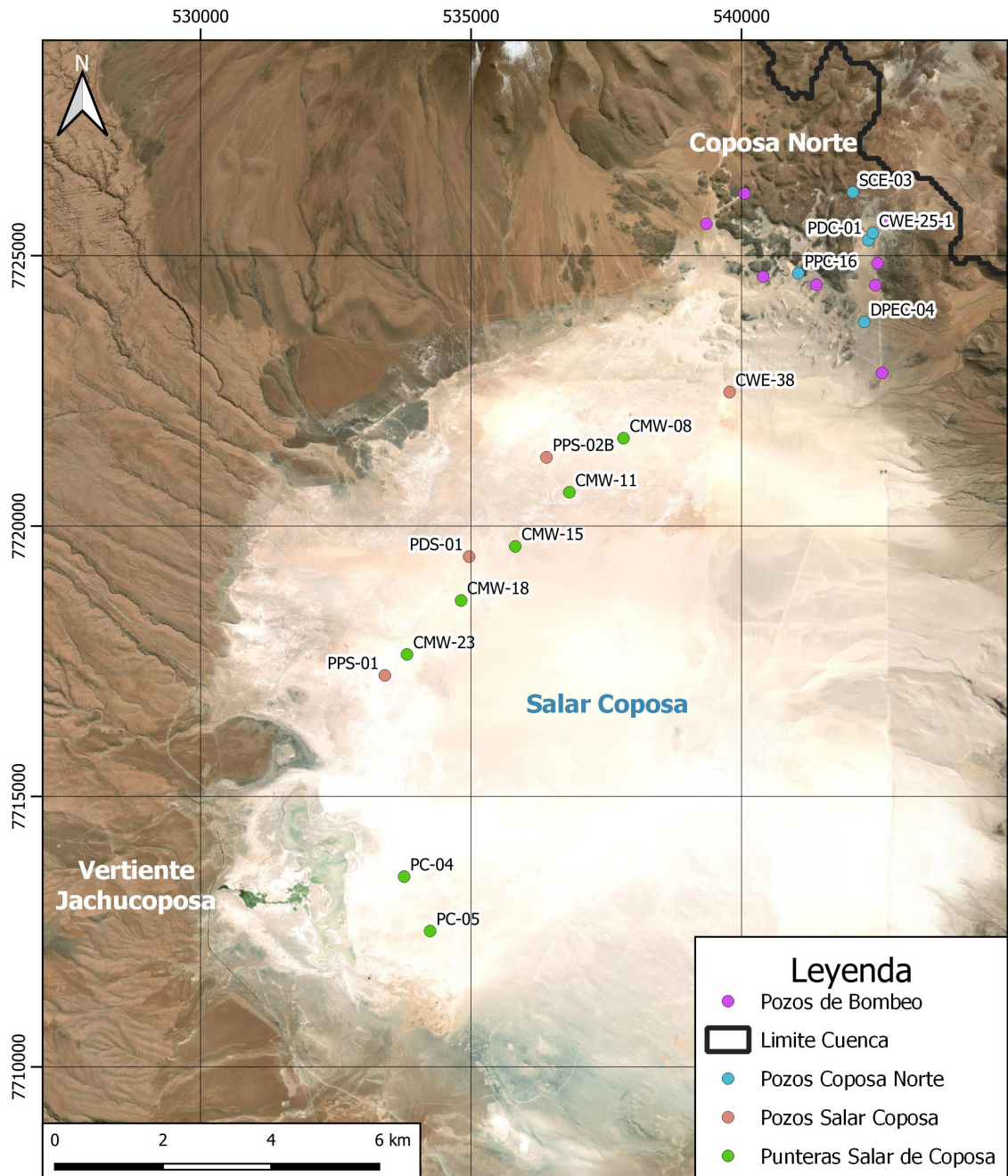
Además, es relevante señalar que, dado que en el sector de Coposa Norte el principal factor que puede generar descensos del nivel freático tiene relación al bombeo, lo cual no se da en el Salar de Coposa, dado que en ese sector se mezclan los efectos de la evaporación, precipitación, entre otros.

Sin embargo, aun cuando se tengan los pozos de observación de Coposa Norte como indicadores de estado, existe alguna posibilidad que los efectos del bombeo en menor manera se transmitan hacia el Salar de Coposa, por lo cual en el presente PAT se planteó una red de monitoreo adicional que permitirá verificar si las acciones tomadas por el PAT permiten contener los posibles efectos del bombeo en Coposa Norte. Esta se compone de una línea de pozos en el Salar de Coposa (Figura 2-6), que van desde la zona norte del Salar hasta las cercanías de la vertiente de Jachucoposa, y de una línea de punteras, ubicadas a lo largo todo el Salar de Coposa (Figura 2-6), los cuales permiten ver los posibles efectos del bombeo de Coposa Norte en el Salar de Coposa.

Finalmente, es importante destacar que, el efecto del bombeo se transmite profundamente desde los pozos de bombeo a los pozos de Coposa Norte, luego por transmisión del efecto a los pozos del Salar, lo cual a su vez lleva que el acuífero somero perciba el efecto del acuífero profundo, acorde a la conexión existente entre ellos, información que es captada por las punteras ubicadas en el Salar. Cabe señalar, que las punteras a su vez registran efectos climáticos asociado a las precipitaciones y evaporación, por lo cual presentan una variabilidad mucho mayor, que se debe tener en cuenta al momento de analizar los efectos del bombeo de Coposa Norte en ellas.

Para mayor detalle de los pozos seleccionados como indicadores de estado del PAT ver sección 3.2.1 del presente documento, y respecto a la red de monitoreo de verificación de la efectividad de las medidas del PAT, ver sección 3.3.

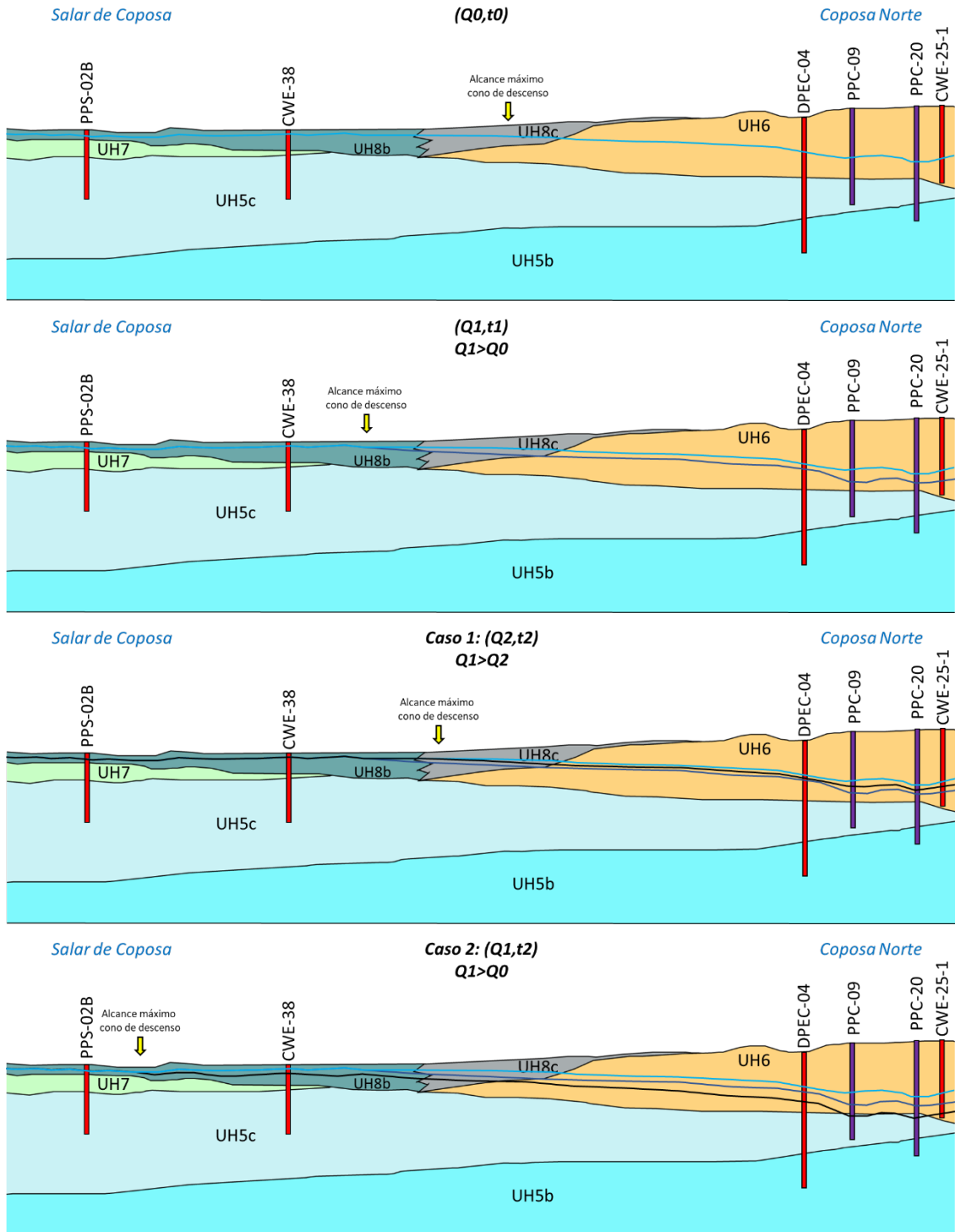
Figura 2-6. Ubicación indicadores de estado.



Fuente: Hidroestudios, 2021.



Figura 2-7. Transmisión del efecto del bombeo en el tiempo



Fuente: Hidroestudios, 2021.

## 2.3 Análisis de correlaciones

### 2.3.1 Información base y selección de pozos

Los indicadores de estado corresponden a las variables medidas en puntos de la red de monitoreo que permiten anticiparse a un potencial efecto no deseado en el sistema del objeto de protección, de modo que el PAT tenga efectivamente un carácter preventivo. En este caso, corresponden a pozos de observación, donde se mide el nivel del acuífero. Analizar el comportamiento temporal de los niveles en estos pozos, permitirá determinar el efecto que el bombeo de Coposa Norte podría generar en el salar, y en que sectores no provocaría efectos.

Se recopiló y analizó todos los registros disponibles de niveles en el Salar de Coposa y sus cercanías inmediatas. La única excepción fueron los pozos de bombeo, siendo éstos los únicos que se descartaron a priori, debido a que sus niveles dependen de la operación de la bomba el día del registro, evidenciando según sea el caso, niveles estáticos o niveles dinámicos, lo que implica eventualmente una fuente de error en el análisis de correlaciones de niveles, perdiendo de esta manera efectividad y coherencia en sus resultados.

La Tabla 2-2 muestra un resumen de la información de la totalidad de pozos de monitoreo considerados, agrupados por sector. En total se evaluó el registro de 303 pozos del Salar de Coposa y sus alrededores cercanos.

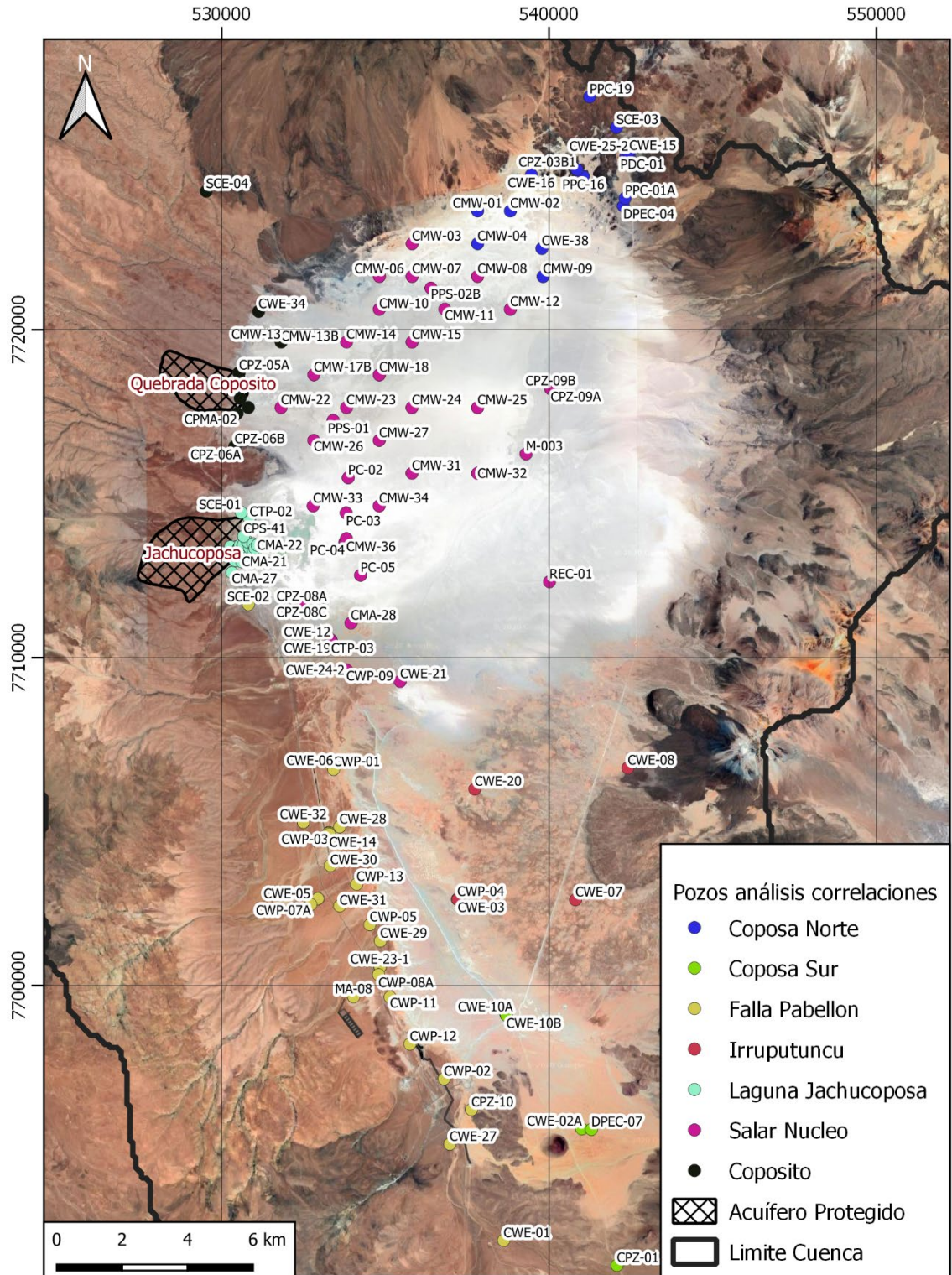
Para efectos del análisis de correlaciones es necesario que los pozos cuenten con un registro lo más extenso y completo posible. Por esta razón, se utilizaron 3 criterios mínimos de cumplimiento que deben satisfacer los registros de los pozos para ser considerados en el análisis de correlaciones. Estos 3 criterios fueron los siguientes: i) la longitud del registro debe ser mayor a 10 años; ii) el registro debe contar al menos con 90 datos mensuales de nivel, equivalente al 75% de los datos mensuales en 10 años; y por último; iii) el registro se debe encontrar vigente, considerando para ello que cuente con datos hasta el año 2018 o posterior a esa fecha. La Tabla 2-2 muestra para cada sector el número de pozos que aprueban cada criterio y el número final de pozos que aprueban los 3 requisitos. Mediante esta metodología finalmente se seleccionaron 174 pozos para el análisis de correlaciones. La distribución espacial de los 174 pozos seleccionados se muestra en la Figura 2-8.

**Tabla 2-2. Número de pozos evaluados por sector y criterios de selección.**

Sector	Número de Pozos Totales	Criterios de selección.			Selección final: Cumplimiento de 3 criterios.
		Criterio 1: Registro de longitud igual o mayor a 10 años.	Criterio 2: Número de datos mensuales mayor 90 meses (75% de datos en 10 años)	Criterio 3: Mediciones vigentes (registro con datos hasta el año 2018 o posterior)	
<b>Coposa Norte</b>	32	24	21	24	20
<b>Salar Núcleo</b>	103	72	53	80	48
<b>Salar Marginal</b>	6	1	0	3	0
<b>Coposito</b>	11	11	11	11	11
<b>Laguna Jachucoposa</b>	71	65	50	65	50
<b>Falla Pabellón</b>	49	41	37	38	35
<b>Irruputuncu</b>	10	5	5	7	5
<b>Coposa Sur</b>	15	10	6	10	5
<b>Portezuelo</b>	6	3	0	3	0
<b>Total</b>	303	232	183	241	174

Fuente: Hidroestudios, 2021.

Figura 2-8. Pozos seleccionados para análisis de correlaciones Coposa



Fuente: Hidroestudios, 2021.

Una vez seleccionados estos 174 pozos con información suficiente, se procedió a construir una estadística de base mensual. En general, los pozos cuentan con una medición mensual de nivel, sin embargo, en muchos casos también existen pozos y períodos con más de una medición mensual. Para construir la base estadística mensual de niveles, se calculó el promedio de todas las mediciones del mes respectivo, en los casos que hubiera más que una medición. Por otro lado, los meses sin registro, se mantuvieron de esa manera, es decir no se realizó relleno de datos.

De modo referencial la Tabla 2-3 muestra la correlación promedio del nivel entre los pozos de los distintos sectores. Sin embargo, para el análisis de correlaciones, se utilizó como variable las “variaciones anuales de nivel”, es decir, el cambio de nivel entre un año a otro, el cual entrega mejores resultados para la selección de pozos, tal como se describe a continuación. La utilización de la variación de nivel en el análisis de correlaciones, entrega mayor certeza en los resultados, ya que en algunas ocasiones una alta correlación del nivel no necesariamente implica que dos pozos estén relacionados, especialmente en cuencas donde todos los sectores acuíferos están sometidos a condiciones de extracción y climáticas similares.

**Tabla 2-3. Promedio de correlaciones de niveles de pozos entre sectores**

Sector	Coposa Norte	Salar Núcleo	Coposito	Laguna Jachucoposa	Falla Pabellón	Irruputuncu	Coposa Sur
<b>Coposa Norte</b>	0,85	0,60	0,52	-0,51	-0,43	0,69	0,87
<b>Salar Núcleo</b>	0,60	0,53	0,49	-0,30	-0,18	0,51	0,65
<b>Coposito</b>	0,52	0,49	0,65	-0,16	-0,22	0,55	0,62
<b>Laguna Jachucoposa</b>	-0,51	-0,30	-0,16	0,49	0,55	-0,30	-0,54
<b>Falla Pabellón</b>	-0,43	-0,18	-0,22	0,55	0,85	0,17	-0,70
<b>Irruputuncu</b>	0,69	0,51	0,55	-0,30	0,17	0,69	0,74
<b>Coposa Sur</b>	0,87	0,65	0,62	-0,54	-0,70	0,74	0,94

\*Una correlación negativa implica que los niveles se comportan de manera inversa, es decir, cuando uno sube otra baja.  
Fuente: Hidroestudios, 2021.

A partir de la base estadística mensual de niveles absolutos, se construyó una estadística de variaciones anuales de nivel, esto es, la diferencia entre el nivel actual y el nivel 12 meses antes.

Utilizando la base estadística de variaciones anuales de nivel para los 174 pozos, se calculó la matriz de correlaciones asociada (esto es, una matriz de correlaciones de 174 x 174. Para mayor detalle ver Apéndice 1. En este análisis, la variable a correlacionar entre cada par de pozos, fueron las variaciones anuales de nivel. El coeficiente de correlación medido sobre las variaciones de nivel entre 2 pozos es un mejor indicador del grado de similitud entre ellos que la correlación calculada a partir de los niveles (cota); ya que cumple de mejor manera con los requisitos de estacionaridad e independencia de las observaciones, necesaria para una correcta interpretación de este coeficiente. En muchos pozos los niveles absolutos muestran un comportamiento no estacionario y dependiente del tiempo, por ejemplo, en los pozos cercanos al bombeo, por lo que el coeficiente de correlación pierde su interpretación habitual, la cual necesita observaciones independientes y estacionarias (lo cual significa principalmente que su media no dependa del tiempo). Las variaciones de nivel, por otro lado, elimina en gran medida la dependencia y no estacionaridad de los niveles absolutos en los pozos que tienen esta característica, haciendo posible la correcta comparación entre pozos. En adelante se presentará sólo información de las correelaciones realizadas con la variable: “variación de nivel”.



Se calculó la correlación promedio de la variación de nivel, entre todos los pozos de un sector con los pozos de otro sector, la cual se muestra en la Tabla 2-5. Como es de esperar, esta matriz de correlaciones promedios presenta correlaciones más bajas que las máximas, sin embargo, es un indicador más robusto para entender las relaciones entre las “variaciones de nivel” entre los distintos sectores, ya que no depende de un pozo particular. Esta tabla de correlaciones fue utilizada para determinar cuáles sectores se encuentran correlacionados. Para efectos de determinar el grado de correlación que puede considerarse estadísticamente significativo en función del número de pares de datos, se puede utilizar la distribución de probabilidades del coeficiente de correlación muestral para variables independientes. La Tabla 2-4. muestra el límite para que el coeficiente de correlación pueda considerarse estadísticamente significativo, con un nivel de confianza del 95%. El cálculo se presenta en el Apéndice 1.

Por simplicidad, considerando un número de datos igual a 100, correlaciones mayores a 0,20 y menores a -0,20 pueden considerarse estadísticamente significativas. En la Tabla 2-5 se marcan en verde las correlaciones promedio mayores a 0,20 y en rojo las correlaciones menores a -0,20, es decir, se asume que los sectores que están en verde se encuentran relacionados.

**Tabla 2-4. Correlaciones estadísticamente significativas según número de datos**

Número de pares de datos	10	20	30	50	100	200
<b>Coeficiente de Correlación estadísticamente significativo en valor absoluto (<math>\alpha=0,05\%</math>)</b>	0,63	0,44	0,36	0,28	0,20	0,14

Fuente: Hidroestudios, 2021., a partir de Mathematical Handbook for Scientist and Engineers. Cap. Distribution of the sample correlation, pág. 699.

**Tabla 2-5. Promedio de correlaciones de pozos entre sectores, para la variable “variación de niveles”**

Sector	Coposa Norte	Salar Núcleo	Coposito	Laguna Jachucoposa	Falla Pabellón	Irruputuncu	Coposa Sur
<b>Coposa Norte</b>	0,53	0,20	0,06	-0,22	-0,39	0,15	0,08
<b>Salar Núcleo</b>	0,20	0,34	0,25	0,08	0,02	0,08	0,08
<b>Coposito</b>	0,06	0,25	0,51	0,27	0,31	0,10	0,06
<b>Laguna Jachucoposa</b>	-0,22	0,08	0,27	0,40	0,49	0,00	-0,05
<b>Falla Pabellón</b>	-0,39	0,02	0,31	0,49	0,79	-0,06	-0,03
<b>Irruputuncu</b>	0,15	0,08	0,10	0,00	-0,06	0,38	0,30
<b>Coposa Sur</b>	0,08	0,08	0,06	-0,05	-0,03	0,30	0,71

Fuente: Hidroestudios, 2021.

Tal como podría esperarse, se aprecia que las mayores correlaciones se encuentran entre sectores cercanos geográficamente (diagonal en color verde). Respecto al sector de Coposa Norte, siendo este el foco del presente PAT, presenta en promedio una correlación significativa directa con los pozos del Salar Núcleo, y muestra correlaciones negativas respecto a los sectores de la Laguna Jachucoposa y la Falla Pabellón, indicando que el comportamiento de los niveles registrados en Coposa Norte no tienen correlación

con los niveles registrados en la Laguna Jachucoposa ni en la Falla Pabellón. Además, indica casi nulas correlaciones con el sector de Coposito.

Acorde a estos resultados se determinó que los pozos indicadores de estado del PAT deben ubicarse en Coposa Norte y/o en el Salar de Coposa.

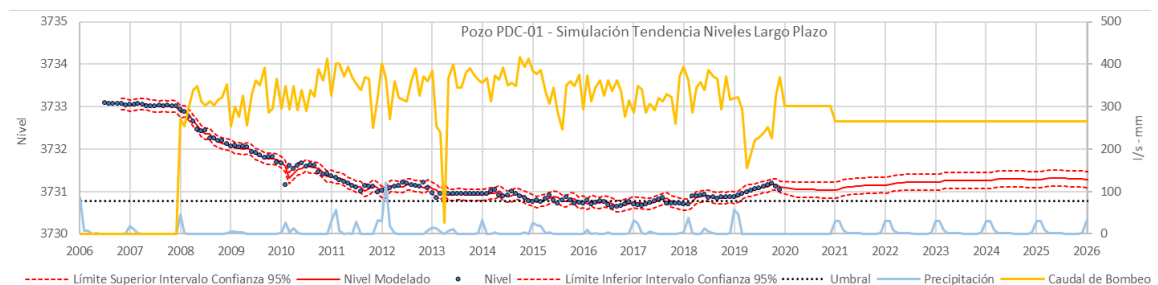
## 2.4 Análisis de Series de Tiempo

La Análisis de Series de Tiempo se denomina a un caso especial de regresión lineal en que la o las variables explicativas, corresponden a la misma variable desfasada en distintos tiempos. En este caso también se incluyen variables externas, que pueden estar o no desfasadas en el tiempo.

Se simularon 16 pozos y punteras en el sector del Salar de Coposa y Coposa Norte. Se desarrollaron correlaciones, donde la variable a explicar (variable dependiente) es la variación mensual de nivel del pozo/puntera simulada. Las correlaciones tienen como variables explicativas las variables: a) precipitación, b) caudal de bombeo pozos de extracción de Coposa Norte, c) cota del nivel freático y d) variación del nivel freático periodo anterior. Dentro del proceso de simulación se determinó que todos los pozos y/o punteras responden de una manera muy similar a la precipitación, sin existir una relación preponderante con alguna estación meteorológica particular, por lo que se consideró como variable explicativa utilizar la precipitación promedio mensual de la estación Coposa y Salar de Coposa.

A modo de ejemplo (es igual para todos los pozos y punteras) a continuación se presenta la calibración de las correlaciones desarrolladas para el pozo PDC-01, que corresponde a un pozo ubicado en el Sector de Coposa Norte. Se presenta la precipitación promedio de la cuenca, el caudal de bombeo y el nivel medido que está presentado con puntos, mientras que el valor esperado simulado se presenta como una línea continua y su intervalo de confianza al 95% se presenta como líneas punteadas. Se observa, que el intervalo de confianza sigue la misma tendencia que los valores mostrando un excelente ajuste. La proyección más allá del 2020 muestra un aumento en el rango del intervalo de confianza, lo que es natural en cualquier simulación predictiva, en términos de un aumento de la incertidumbre en la medida que se realizan predicciones de más largo plazo. Cabe señalar que, en el Anexo A, se presentan todos los pozos y punteras simuladas con sus correspondientes calibraciones.

**Figura 2-9. Simulación pozo PDC-01 y principales variables explicativas.**



Fuente: Hidroestudios, 2021.

Para mayor detalle ver Anexo A correspondiente al Análisis de Series de Tiempo.



### 2.4.1 Análisis de Series de Tiempo: correlaciones

La estructura general de las correlaciones de niveles para los pozos simulados del sector norte del Salar de Coposa viene dada por la siguiente formulación.

$$\Delta N_t = a_0 + a_1 N_{t-1} + a_2 \Delta N_{t-1} + a_3 Q_t + a_4 P_t + a_5 P_{t-1} + a_6 P_{t-2} + e_t$$

Con:

$N_t$ : Nivel del pozo al fin del mes  $t$  (msnm).

$\Delta N_t = N_t - N_{t-1}$ : Variación mensual de nivel entre el fin del mes  $t$  y el fin del mes  $t-1$  (m).

$Q_t$ : Caudal de bombeo total del campo de pozos Coposa Norte promedio del mes  $t$  (l/s).

$P_t, P_{t-1}, P_{t-2}$ : Precipitación promedio sobre la cuenca en los meses  $t$ ,  $t-1$  y  $t-2$  (mm/mes).

$e_t$ : Error de la correlación en el mes  $t$  (en metros).

$a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$ : Coeficientes dimensionales de la regresión.

### 2.4.2 Correlación entre el bombeo del sector de Coposa Norte y el nivel freático

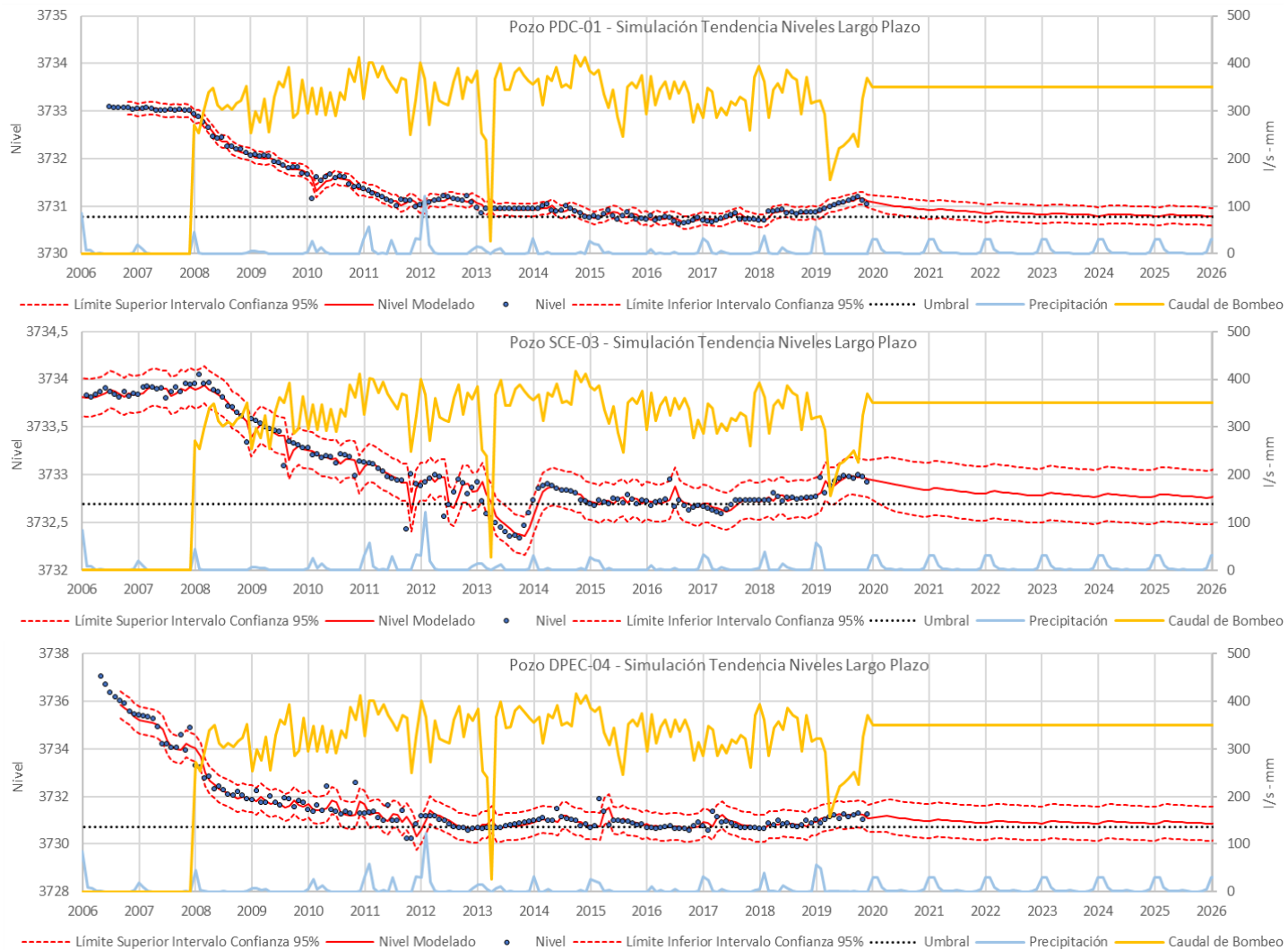
Las correlaciones desarrolladas se utilizaron para determinar la relación entre el caudal de bombeo y la variación del nivel freático, para con ello poder definir: i) caudal de estabilización del nivel freático, ii) validación de los caudales comprometidos en el PdC, y iii) definir la magnitud de la reducción del caudal de bombeo en caso de activarse el presente PAT.

Las simulaciones determinaron que, con un caudal de bombeo total del sector de Coposa Norte de 350 L/s se produce una estabilización de los niveles freáticos en el tiempo, en cotas similares al nivel mínimo registrado en cada uno de los pozos de Coposa Norte, lo cual es consistente con los datos observados en estos pozos, donde los mínimos valores se registraron en el año 2018. Posteriormente se observó una estabilización del nivel freático e incluso una clara tendencia a la recuperación en la mayoría de los pozos, con un caudal de bombeo promedio anual de 353 L/s. Algunos ejemplos de pozos estabilizados y con tendencia a la recuperación del nivel freático se presentan en la Figura 2-10.

Adicionalmente, se verificó que las reducciones del caudal total de bombeo de Coposa Norte comprometidas en el PdC (312 L/s en el año 2019, 302 L/s en el año 2020 y 265 L/s en el año 2021) permitieran mantener el nivel freático en la zona de estudio por sobre los umbrales calculados (valores cercanos al mínimo registrado durante la estabilización, año 2018). Los resultados de las simulaciones señalan que, las reducciones de caudal comprometidas en el PdC permitirán contener el descenso del nivel freático de la zona de estudio, y que acorde a la reducción al año 2021 existirá una recuperación general del nivel freático, tal como se aprecia en la Figura 2-11, donde se presentan 3 pozos ubicados en Coposa Norte (ver ubicación en Figura 2-6) PDC-01, SCE-03 y DPEC-04, se observa que la proyección del nivel (línea roja), en todos los casos, presenta una clara tendencia a la estabilización.

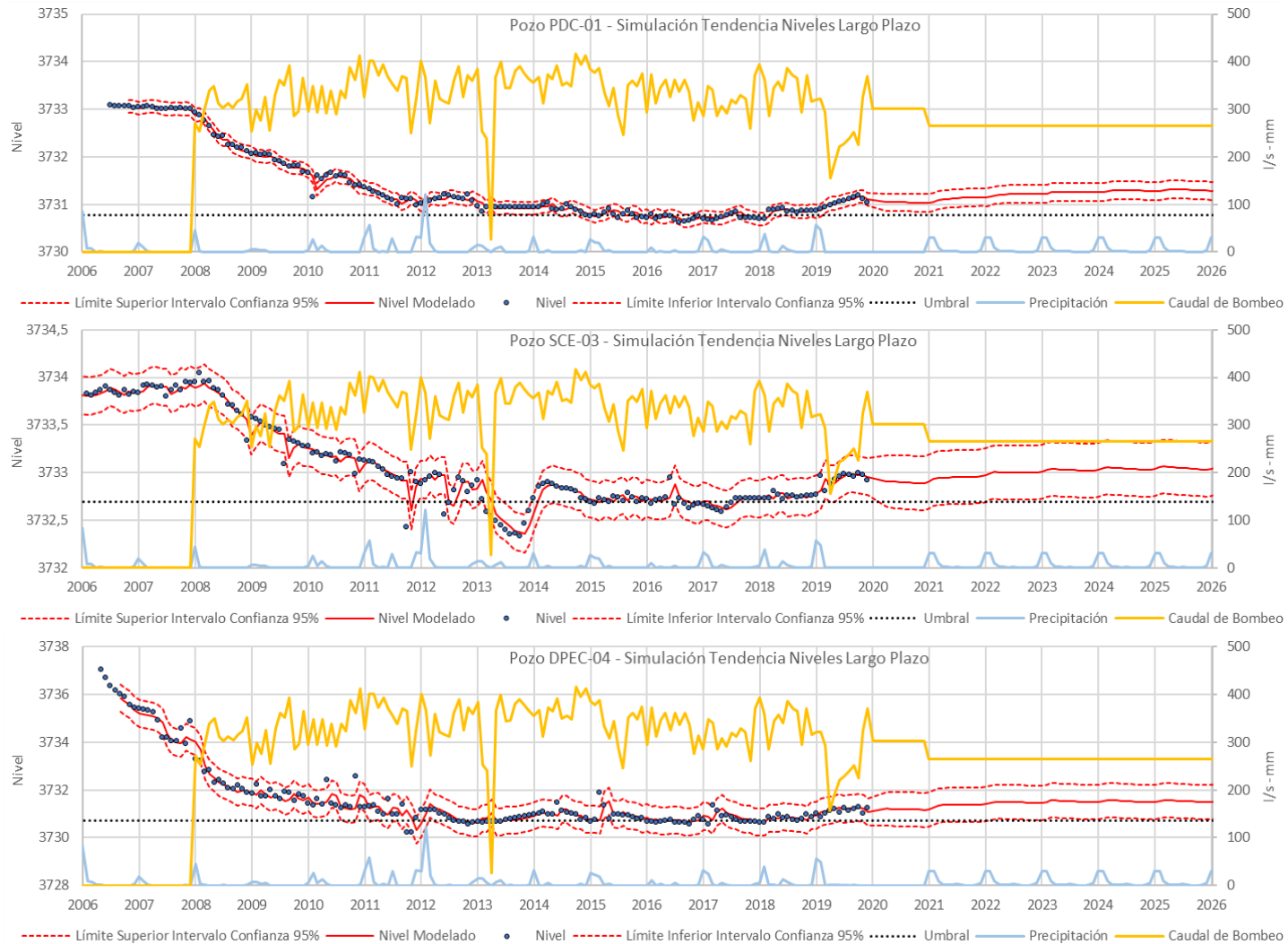
Finalmente, se calculó la magnitud de descenso del caudal de bombeo en caso de activarse el presente PAT. Esto se determinó con las correlaciones utilizando distintos caudales de bombeo, a los cuales se les introduce una reducción del caudal, comprobando la respuesta del análisis de series de tiempo a las reducciones implementadas, con lo cual se determinó que el caudal necesario a reducir para observar cambios a la tendencia de los niveles y mostrar recuperación de estos es de 40 L/s. En un caso ejemplo e hipotético, se utilizó un caudal de bombeo de 390 L/s (Figura 2-12), forzando a que los niveles de los pozos indicadores de estado superen su umbral, y posteriormente introduciendo una reducción del caudal de bombeo en 40 L/s, generando una recuperación de los niveles por sobre los umbrales definidos.

**Figura 2-10 Simulación pozos PDC-01, SCE-03 y DPEC-04 (ejemplo estabilización del nivel, caudal 350 L/s)**



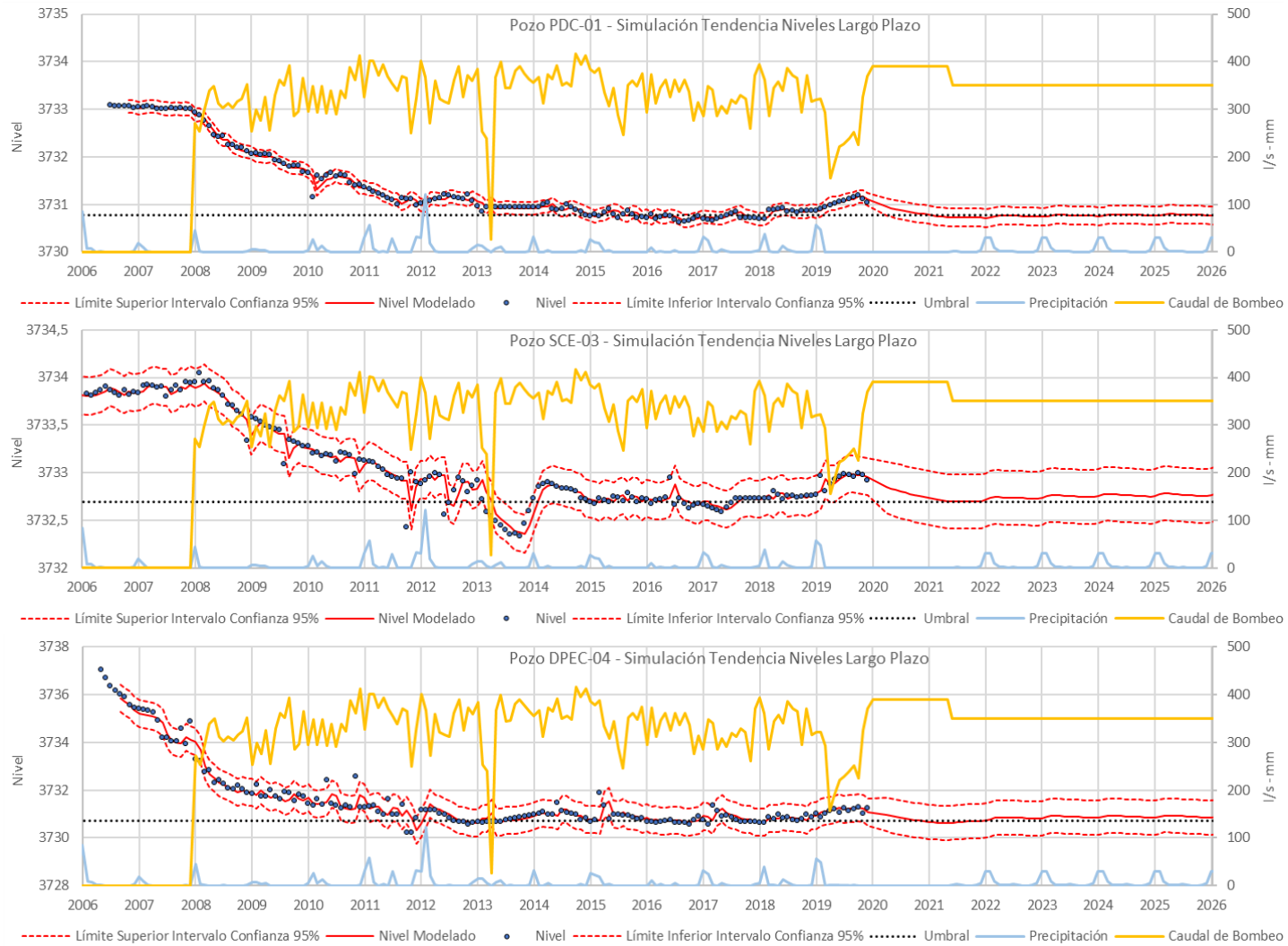
Fuente: Hidroestudios, 2021.

**Figura 2-11. Simulación pozos PDC-01, SCE-03 y DPEC-04 (ejemplo compromiso PdC, año 2020 caudal 302 L/s, año 2021 al 2023 caudal 265 L/s)**



Fuente: Hidroestudios, 2021.

**Figura 2-12. Simulación pozos PDC-01, SCE-03 y DPEC-04 (ejemplo acción PAT: reducción caudal de bombeo en 40 L/s)**



Fuente: Hidroestudios, 2021.

### 3. PLAN DE ALERTA TEMPRANA COPOSA NORTE

#### 3.1 Consideraciones preliminares

Conceptualmente el PAT cuenta con los siguientes elementos: Objeto de protección, indicadores de estado, umbrales, acciones y reglas de operación. A continuación, se describen brevemente cada uno de los elementos:

- **Objeto de Protección:** Se ha definido confeccionar un PAT para el acuífero de Salar de Coposa, especialmente su zona central y norte.
- **Indicadores de estado:** Los indicadores de estado corresponden al punto de medición donde las variables medidas sobre puntos de interés, los cuales se correlacionan con el comportamiento del acuífero y permiten alertar sobre una posible desviación del comportamiento esperado de éste, debido a que se ubican entre la actividad que genera el impacto y el receptor. En el PAT Coposa Norte los indicadores de estado corresponden a:
  - Niveles observados en distintos pozos del sector de Coposa Norte y que se relacionan con el bombeo del sector de Coposa Norte.
- **Alerta temprana:** El PAT Coposa Norte se ha diseñado como un árbol de toma de decisiones que activa medidas o acciones preventivas enfocadas a impedir que el descenso en el nivel del acuífero sea mayor al ya observado. Para ello el PAT considera: i) Umbrales que reflejan el efecto de las extracciones en Coposa Norte en el tiempo y ii) Fase que definen las acciones implementar según la situación de que se trate. Dichas acciones han sido diseñadas de modo de tomar acciones concretas de manera instantánea aun cuando no se haya establecido la relación causal entre el estado del sistema a proteger y las acciones del proyecto.
- **Umbrales:** Los umbrales que activan cada una de las fases del PAT son la base de su carácter preventivo. En efecto, y con el objeto de anticipar el impacto en los niveles del acuífero, los umbrales se definieron de forma tal que existan valores únicos por pozo que permitan decidir la aplicación de medidas de alerta. De acuerdo con lo anterior, se definieron valores de niveles en que permitan alertar de un impacto potencial sobre el acuífero de Coposa. En particular y considerando el objetivo del PAT los umbrales fueron definidos como el valor mínimo observado en los indicadores de estado.
- **Condiciones de activación y desactivación:** Corresponden al conjunto de condiciones que se deben dar de manera copulativa para asegurarse que el PAT se active cuando existe riesgo real sobre el sistema de protección, y se desactive cuando el objeto de protección se encuentra fuera de riesgo.
  - Los pozos que forman parte del PAT son presentados en la Tabla 3-1 y corresponde a 4 pozos ubicados en el sector de CN.
  - Se determinó que para activar el PAT se deben superar los umbrales por lo menos en 2 de los 5 pozos durante 3 meses consecutivos. La cantidad de pozos para activar el PAT corresponde a una condición que permite verificar que existe un descenso general del sector acuífero y evita que se active por causas puntuales que podrían no estar relacionadas con el bombeo. Los 3 meses consecutivos se requieren para establecer una

tendencia clara del nivel, que pueda establecer una relación causal con el bombeo de Coposa Norte, y no activar el PAT en caso de situaciones puntuales, la utilización de sólo una o dos mediciones pueden corresponder a errores de medición u otras causas no relacionables al bombeo.

- **Acciones o medidas:** Corresponden a las acciones asociadas a cada fase o cada nivel de riesgo. El presente PAT incorpora una única fase (adicional a la operación normal), la cual contempla como principal medida la disminución del caudal de bombeo del sector de Coposa Norte.
- **Efectividad de la medida:** Corresponde a la verificación de la efectividad de las acciones o medidas tomadas por el PAT. Se verifica si la reducción de caudal ha permitido contener el efecto del bombeo de Coposa Norte.

En el caso que las acciones del PAT no controlaron los efectos en Coposa Norte, y se afectó al Salar de Coposa, se adicionarán reducciones al caudal de bombeo de Coposa Norte.

## 3.2 Diseño del Plan de Alerta Temprana

### 3.2.1 Indicadores de estado

Se ha identificado como variable indicadora de estado, destinada a monitorear el sistema hidrogeológico del sector de Coposa Norte y sus alrededores, los niveles observados en los pozos de observación de Coposa Norte, ya que reaccionan tempranamente frente a una modificación del nivel del acuífero, producto del bombeo y por lo tanto la activación de acciones asociadas a su monitoreo, permiten evitar que estos efectos se transfieran hacia el Salar de Coposa.

La red de monitoreo seleccionada como indicadores de estado para el PAT de Coposa Norte se presenta en la Tabla 3-1. En la Figura 2-6 se presenta la distribución espacial de éstos, como se observa son pozos de monitoreo que se encuentran ubicado en torno a los pozos de bombeo y por tanto son capaces de monitorear el cono de depresión en todas sus direcciones.

**Tabla 3-1. Pozos indicadores de estado**

Sector	Tipo	Nombre	Coordenadas WGS84 19S		Cota (msnm)
			Este	Norte	
Coposa Norte	Pozo	CWE-25-1	542.429	7.725.420	3740,696
		DPEC-04	542.271	7.723.775	3760,865
		PDC-01	542.347	7.725.288	3735,984
		PPC-16	541.053	7.724.675	3739,987
		SCE-03	542.062	7.726.175	3759,119

Fuente: Hidroestudios, 2021.

## 3.2.2 Definición de fases y umbrales

### 3.2.2.1 Umbrales

La definición de los umbrales se realizó respecto al mínimo nivel del agua subterránea medido en el pozo indicador, lo que se han generado durante los dos últimos años de monitoreo (2018 y 2019). A continuación, se presenta la metodología utilizada para determinar el umbral:

1. Se escogen los registros de niveles de los últimos 2 años de medición (2018-2019),
2. Eliminación de datos anómalos. Para dicha serie se determinó como valores válidos (como una forma de eliminar datos anómalos) valores sobre el percentil 5 %,
3. Variabilidad del sistema. Para la serie de valores válidos se calculó el valor mínimo y se le resta 5 cm, acorde a la variabilidad del sistema y al error asociado a la medición<sup>1</sup>.

En la Tabla 3-2 se presentan los umbrales de todos los pozos indicadores de estado, y en la Figura 3-1 se presenta un ejemplo de la metodología de cálculo del umbral en el pozo DPEC-04. Para mayor detalle del cálculo de los umbrales ver Anexo B, correspondiente a las planillas de cálculo del umbral.

Al comparar el umbral definido para cada pozo de Coposa Norte y la estimación del descenso estimado en el escenario 70 (Día 2006), presentada en la Figura 3-2, se observa que el umbral está a varios metros por sobre los valores predichos en el escenario 70. El pozo SCE-03 el umbral representa un descenso de 1,2 m y se encuentra entorno al isodescenso 8m, PDC01 y CWE-25-1, el umbral representa un descenso de 2,24 m y se encuentran entre las isolíneas 8 y 10 m. Finalmente el pozo DPEC-04 el umbral representa un descenso de 3,47 m, esta entre las líneas de 12 y 14 m de isodescenso. Se debe recordar que el objetivo de este PAT es que no se propaguen los efectos desde el sector de Coposa Norte hacia el Salar mismo y por tanto buscan controlar un descenso futuro, que de acuerdo a este análisis se cumple con su objetivo.

**Tabla 3-2. Umbrales PAT**

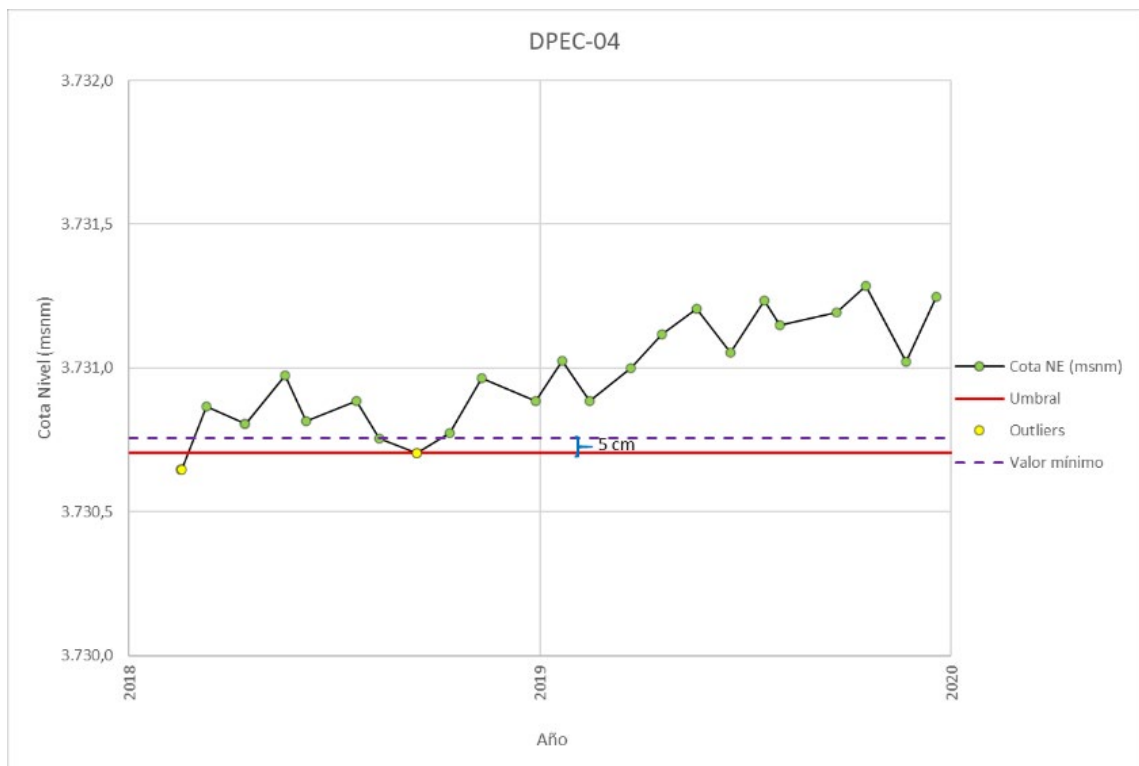
Sector	Tipo	Nombre	Umbral (msnm)	Descenso (m)*
Coposa Norte	Pozo	CWE-25-1	3730,516	2,32
		DPEC-04	3730,705	3,47
		PDC-01	3730,774	2,24
		PPC-16	3735,227	1,24
		SCE-03	3732,689	1,20

\*Respecto al nivel promedio de los últimos 6 meses con registros del año 2007.

Fuente: Hidroestudios, 2021.

<sup>1</sup> Error contempla: error del instrumento y error humano asociado a la medición.

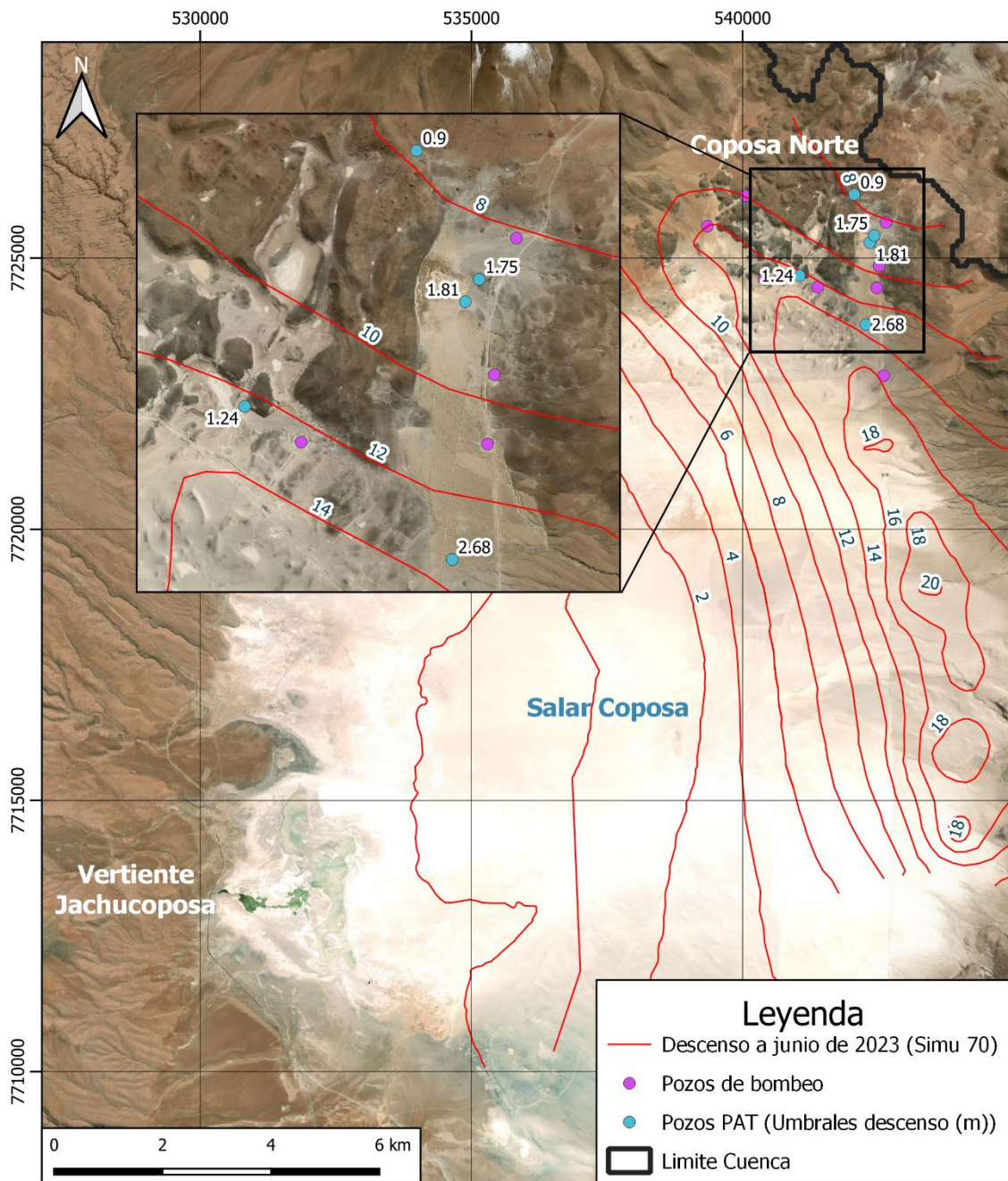
Figura 3-1. Ejemplo calculo umbral, pozo DPEC-04



Fuente: Hidroestudios, 2021.



Figura 3-2. Comparación de umbrales PAT con descenso estimado en el escenario 70 (DIA 2006)



Fuente: Hidroestudios, 2021.

### 3.2.2.2 Fases del PAT

Se han establecido 2 fases de operación para este PAT, las cuales relacionan el monitoreo de las variables de estado con las condiciones de activación de cada una de las fases. Las fases consideradas son:

- Operación Normal: Corresponde a la operación esperada del Proyecto, considerando la restricción del caudal de bombeo incluida en el PdC.
- Fase Acción: Corresponde a la fase que ejecuta acciones al superarse los umbrales en los indicadores de estado. Las acciones consideradas son las siguientes:
  - Informar a la SMA de la activación de la Fase Acción,
  - Aumentar la frecuencia de monitoreo hidrogeológico de quincenal a semanal,
  - Reducción del caudal de bombeo en el sector de Coposa Norte en 40 L/s<sup>2</sup> por 6 meses desde el momento de activación.
    - Dado que los caudales máximos de bombeo de Coposa Norte comprometidos en el PdC, se definieron como promedios semestrales, es decir un valor para el periodo enero a junio y otro para el periodo julio a diciembre, la verificación de la reducción de caudal asociada al PAT la se realizará también calculando el promedio semestral para los mismos periodos, pero aplicando la reducción correspondiente ponderada por el tiempo en que esta se aplique. Por ejemplo, si se inicia la reducción a partir del mes de abril, para el primer semestre se promedian los tres meses de reducción (abril, mayo y junio) y se ponderan respecto al total, es decir, que si el caudal semestral comprometido es de 300 L/s, y durante tres meses se redujo el caudal de bombeo en 40 L/s, el promedio semestral calculado al final de este periodo debe ser de 280 L/s, resultando una reducción promedio para ese semestre de 20 L/s. Y para el segundo semestre, se realiza exactamente la misma metodología. Es decir, que en cada semestre se podrá verificar el cumplimiento de la reducción de caudal.

Para mayor claridad, la fórmula de cálculo del caudal semestral a verificar es la siguiente:

$$Q = \frac{\{(Q_{PdC} \times T_{PdC}) \times (Q_r \times T_r)\}}{T_s}$$

Donde:

$Q$  = Caudal semestral a verificar

$Q_{PdC}$  = Caudal comprometido en PdC (en el ejemplo: 300 l/s)

$T_{PdC}$  = días del semestre sin la restricción (en el ejemplo: 90 días)

$Q_r$  = Caudal restringido (en el ejemplo: 300-40= 260 l/s)

---

<sup>2</sup> Caudal determinado utilizando el análisis de series de tiempo estocástico presentado como Anexo.

$T_r$ =Días del semestre con restricción (en el ejemplo: 90 días)

$T_s$ =Total de días del semestre ( $T_s = T_{pdc} + T_r$ )

- Realizar un análisis de la desviación de los valores observados respecto de los predichos, analizando aspectos tanto hidrológicos e hidrogeológicos como operacionales. El titular tendrá tres meses para emitir el mencionado informe.

### 3.2.2.3 Condiciones de activación y desactivación

#### Fase Acción

- Activación: Se activará cuando:
  - 2 de los 5 pozos de Coposa Norte superen su umbral (Tabla 3-2) por 3 meses consecutivos<sup>3</sup>. La condición de activación debe darse en los mismos pozos, es decir, si se activó respecto a los pozos A y B, esos dos pozos por tres meses deben registrar niveles bajo el umbral definido.
- Desactivación: Se desactivará cuando:
  - Todos los pozos se encuentren por sobre sus umbrales definidos en la Tabla 3-2.
  - El informe del análisis de la desviación de los valores observados respecto de los predichos indique que la activación del PAT no fue producto de las extracciones de Coposa Norte y existe una conformidad por parte de la autoridad.

## 3.3 Control de la efectividad de las acciones del PAT

Se ha establecido una metodología de verificación de la efectividad del control de los efectos del bombeo de Coposa Norte asociado a la activación del PAT, específicamente respecto a la reducción del caudal de bombeo en el sector de Coposa Norte.

Para ello se definió una red de monitoreo adicional a los indicadores de estado, con pozos y punteras en el Salar de Coposa, los cuales permitirán verificar si las acciones tomadas en el sector de Coposa Norte contienen los posibles efectos generados por las extracciones de los pozos de bombeo de este sector y no generan efectos en el Salar de Coposa.

Para ello se determinaron umbrales para estos pozos y punteras, y en el caso de superar estos umbrales, se adicionará un caudal mayor de reducción en el sector de Coposa Norte hasta que se recuperen todos los pozos y punteras del Salar de Coposa.

### 3.3.1 Red de monitoreo Salar de Coposa

La red de monitoreo se compone de una línea de pozos en el Salar de Coposa, que van desde la zona norte del Salar hasta las cercanías de la vertiente de Jachucoposa, y de una línea de punteras, ubicadas a lo largo

---

<sup>3</sup> Número de pozos para activación y periodo de meses necesarios para la activación se justifican en la sección 3.1 del presente documento.

todo el Salar de Coposa. En la Tabla 3-3 se detallan los pozos y punteras que componen la red de monitoreo del Salar de Coposa, y en la Figura 2-6 se observa la distribución espacial de estos(as).

**Tabla 3-3. Red de monitoreo Salar de Coposa**

Sector	Tipo	Nombre	Coordenadas WGS84 19S		Cota (msnm)
			Este	Norte	
Salar Coposa	Pozo	CWE-38	539.782	7.722.478	3739,942
		PDS-01	534.965	7.719.435	3738,101
		PPS-01	533.409	7.717.238	3738,337
		PPS-02B	536.396	7.721.271	3738,469
	Puntera	CMW-08	537.821	7.721.625	3738,541
		CMW-11	536.819	7.720.625	3736,930
		CMW-15	535.819	7.719.624	3736,970
		CMW-18	534.818	7.718.624	3737,059
		CMW-23	533.818	7.717.626	3738,478
		PC-04	533.765	7.713.517	3739,708
		PC-05	534.245	7.712.511	3739,864

Fuente: Hidroestudios, 2021.

### 3.3.2 Umbrales

Los umbrales para la red de monitoreo del Salar de Coposa se calculan con la misma metodología utilizada para los umbrales de los pozos indicadores de estado. Para mayor detalle revisar sección 3.2.2.

En la Tabla 3-4 se indican los umbrales para todos los pozos y punteras de la red de monitoreo del Salar de Coposa.

**Tabla 3-4. Umbrales red de monitoreo Salar de Coposa**

Sector	Tipo	Nombre	Umbral (msnm)	Descenso (m)*
Salar Coposa	Pozo	CWE-38	3735,972	1,22
		PDS-01	3736,251	1,10
		PPS-01	3736,257	0,38
		PPS-02B	3736,219	1,26
	Puntera	CMW-08	3735,871	1,03
		CMW-11	3734,400	1,03
		CMW-15	3734,560	0,90
		CMW-18	3734,709	0,76
		CMW-23	3736,008	0,60
		PC-04	3736,458	1,10
		PC-05	3736,534	1,18

\*Respecto al nivel promedio de los últimos 6 meses con registros del año 2007.

Fuente: Hidroestudios, 2021.

### 3.3.3 Acciones

En el caso que las acciones del PAT no permitan controlar los efectos del bombeo en Coposa Norte, y se alcance el efecto al Salar de Coposa, se realizarán las siguientes acciones:

- Informar a la SMA de la activación de las acciones de la red de monitoreo en el Salar de Coposa.
- Aumentar la frecuencia de monitoreo hidrogeológico de quincenal a semanal en la red de monitoreo del Salar de Coposa.
- Reducción del caudal de bombeo en el sector de Coposa Norte en 20 L/s <sup>4</sup> adicionales a la reducción determinada en las acciones del PAT de 40 L/s (reducción total de 60 L/s) por el tiempo en que se encuentre activo el PAT.
  - Dado el caudal de bombeo de Coposa Norte comprometido en el PdC, se mide como un promedio semestral, la verificación de la reducción de caudal asociada al PAT se calculará como el promedio ponderado por el tiempo. Por ejemplo, si se inicia la reducción en abril, para el primer semestre se promedian los tres

<sup>4</sup> Caudal determinado respecto al análisis de series de tiempo presentado como Anexo.

meses de reducción (abril, mayo y junio) y se ponderan respecto al total, es decir, que si el caudal semestral comprometido es de 300 L/s, y durante tres meses se redujo el caudal de bombeo en 40 L/s, el promedio semestral calculado al final de este periodo debe ser de 280 L/s, dado que la reducción promedio de este semestre es de 20 L/s (120 L/s dividido en 6 meses). Y para el segundo semestre se realiza exactamente la misma metodología. Es decir, que en cada semestre se podrá verificar el cumplimiento de la reducción de caudal.

### 3.3.4 Condiciones de activación y desactivación

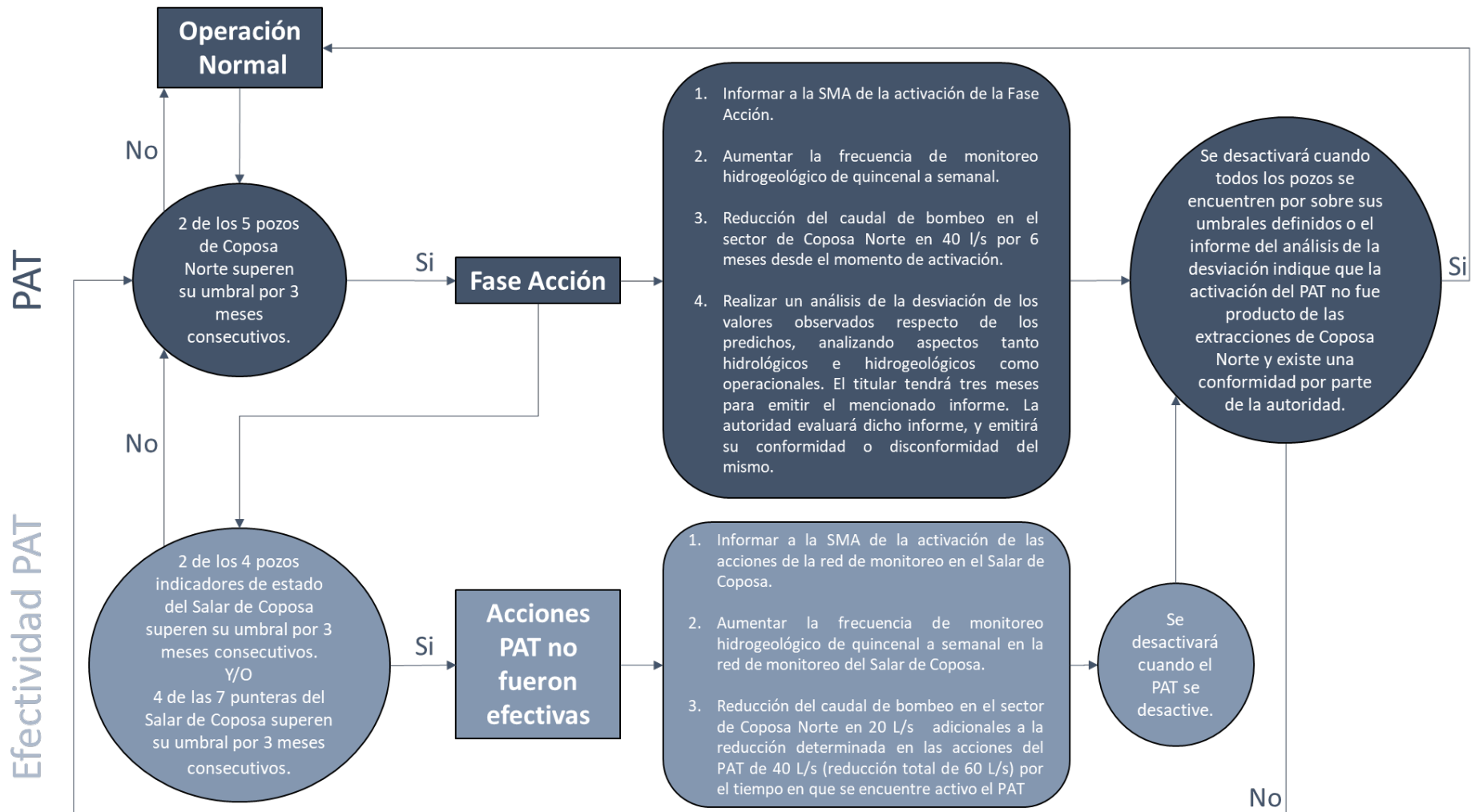
- Activación: Se deben dar las siguientes situaciones de manera copulativa:
  - PAT activado
  - Y
  - 2 de los 4 pozos de monitoreo del Salar de Coposa superen su umbral (Tabla 3-4) por 3 meses consecutivos<sup>5</sup>.
  - Y/O
  - 4 de las 7 punteras de monitoreo del Salar de Coposa superen su umbral (Tabla 3-4) por 3 meses consecutivos.
  
- Desactivación
  - Se desactivará cuando el PAT se desactive.

---

<sup>5</sup> Número de pozos para activación y periodo de meses necesarios para la activación se justifican en la sección 3.1 del presente documento.

## 3.4 Flujoograma

Figura 3-3. Flujoograma PAT + verificación de la efectividad de las acciones del PAT



Fuente: Hidroestudios, 2021.

## **4. ANEXOS**

4.1 Anexo A: Análisis Series de Tiempo (Anexo Digital)

4.2 Anexo B: Planilla cálculo umbrales (Anexo Digital)



## 4.3 Anexo C: Registro de niveles en el tiempo y umbrales por indicador de estado

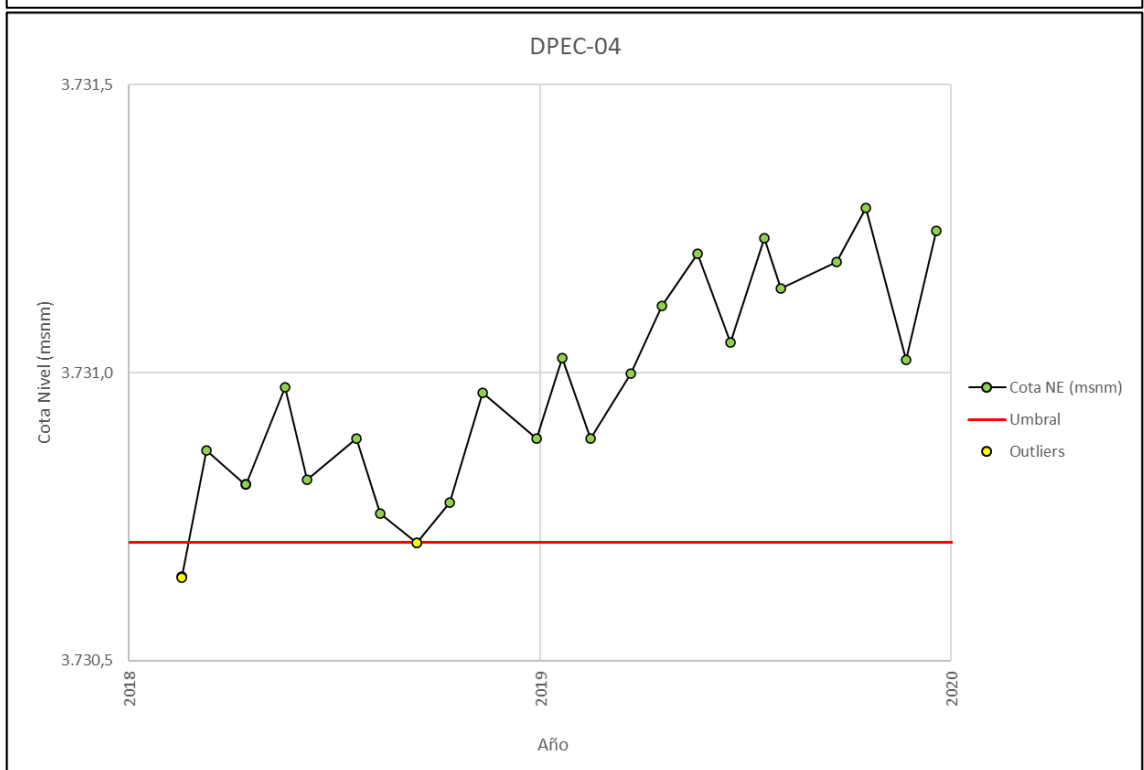
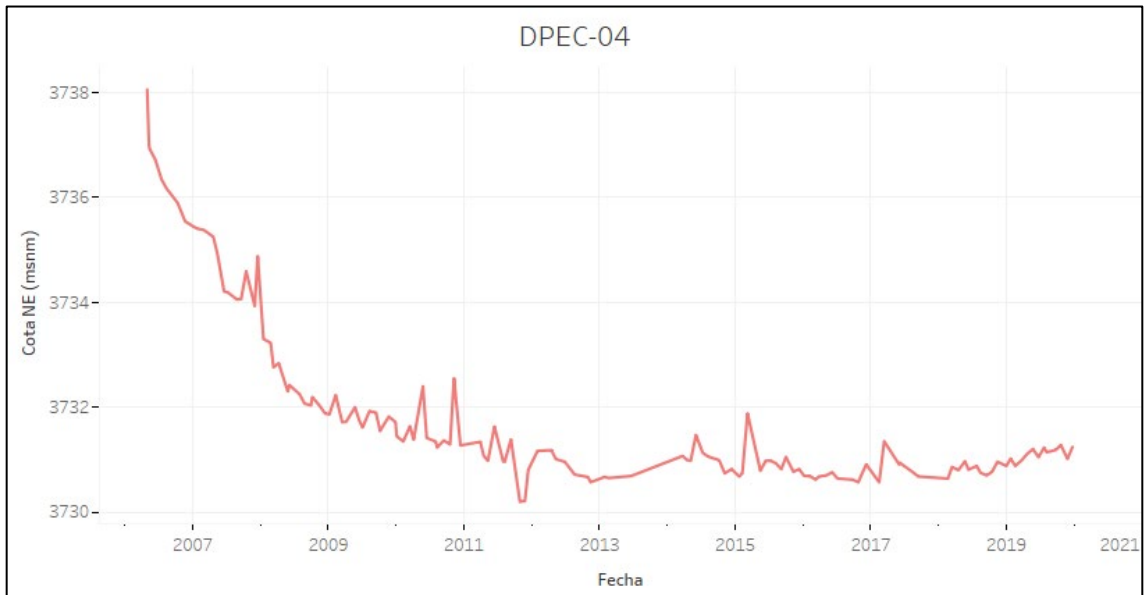
### 4.3.1 Sector Coposa Norte

- Pozo CWE-25-1:



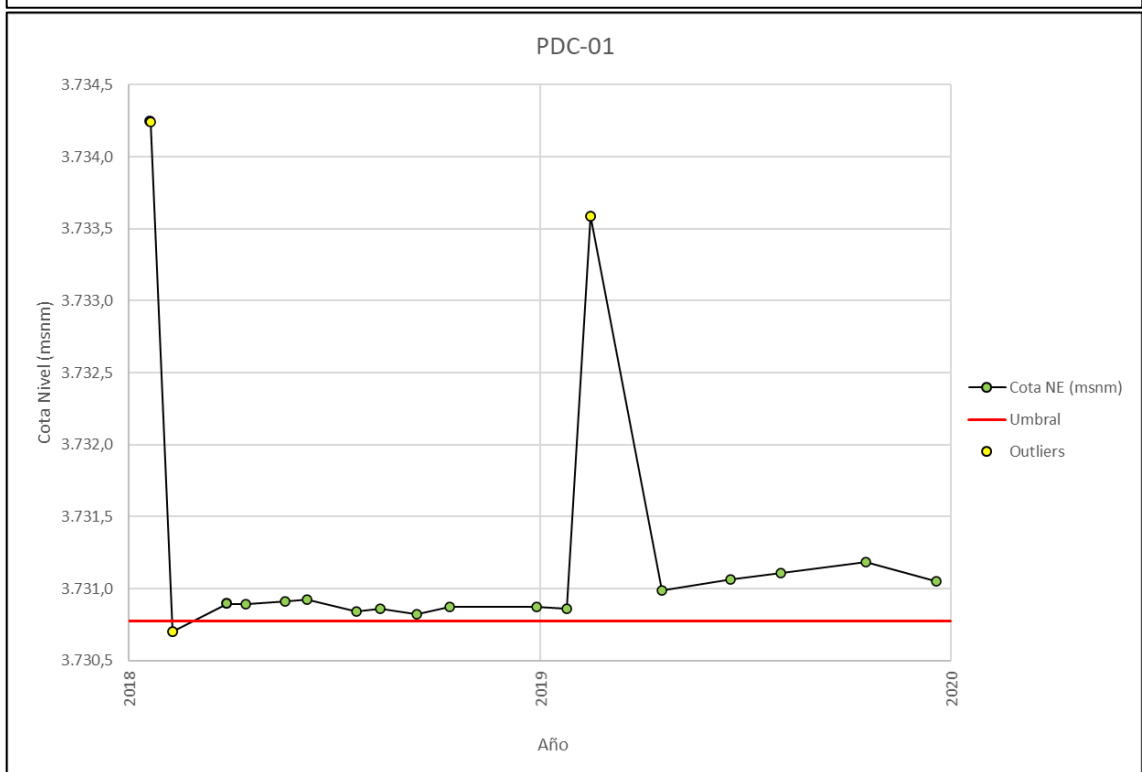
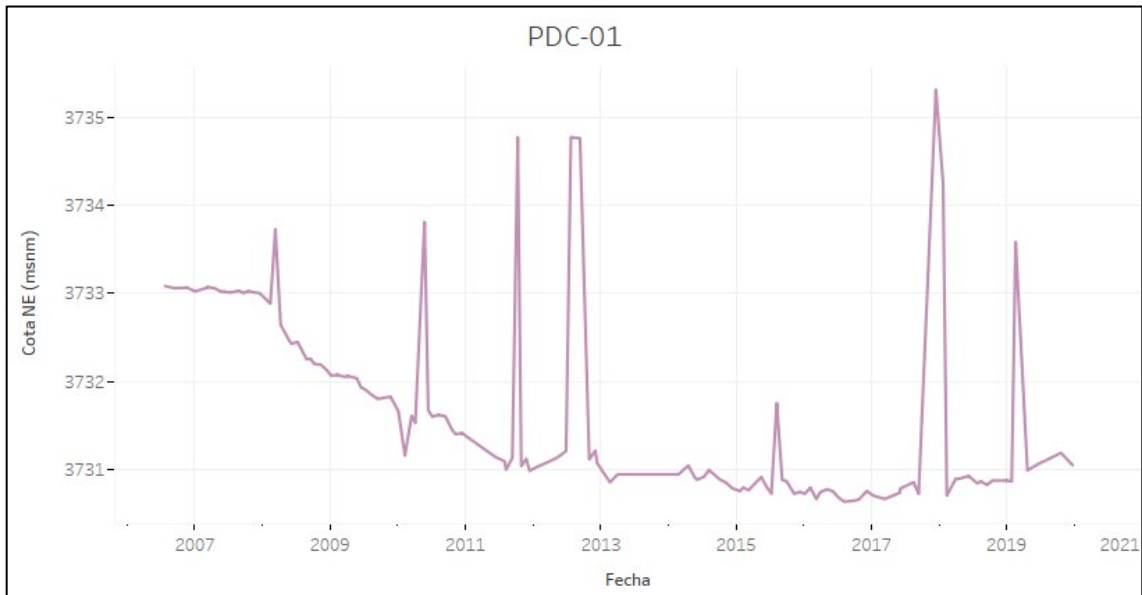
Fuente: Hidroestudios, 2021.

- Pozo DPEC-04:



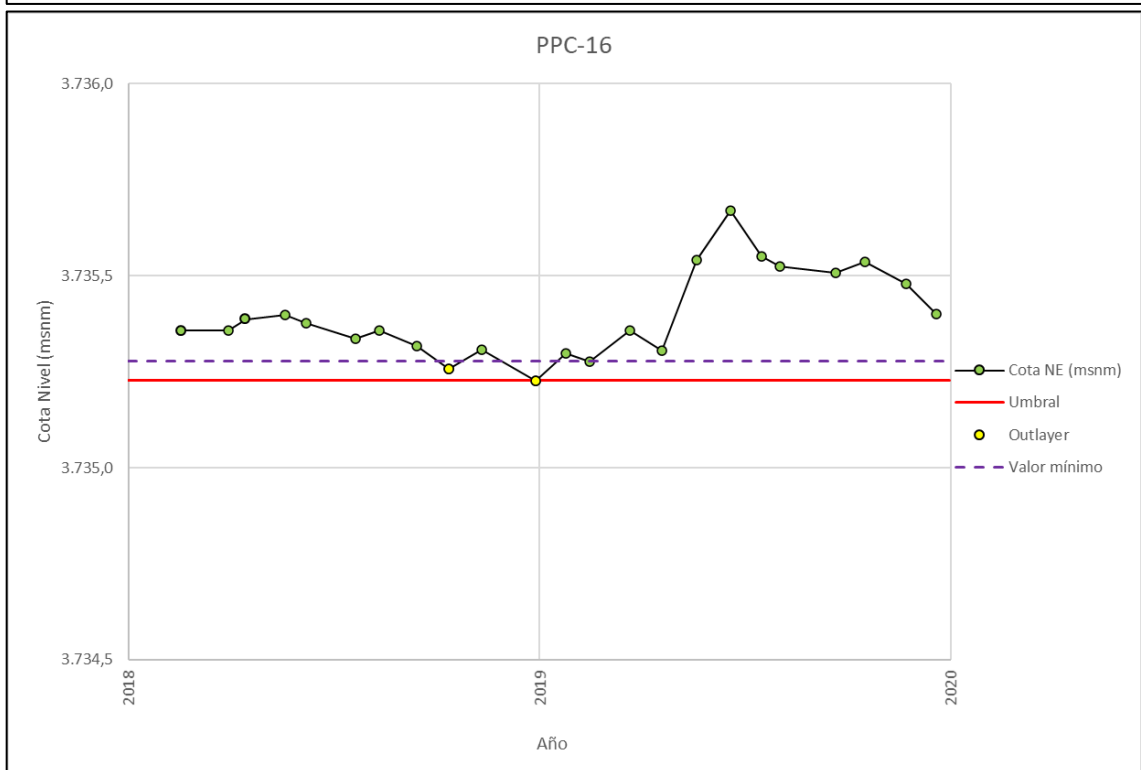
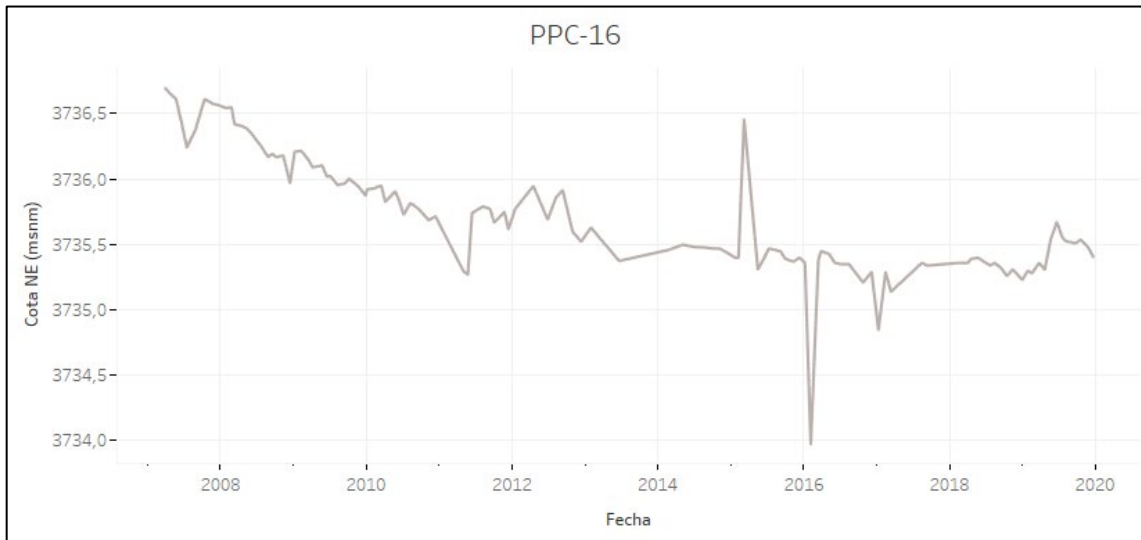
Fuente: Hidroestudios, 2021.

- Pozo PDC-01:



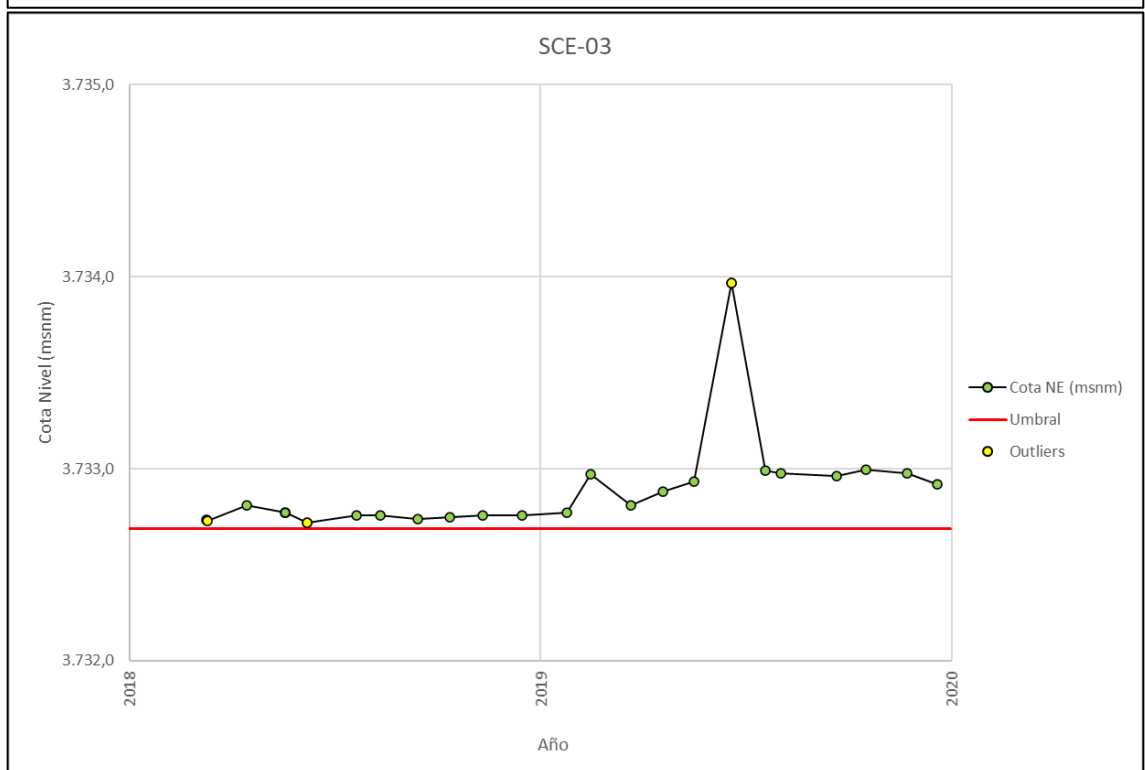
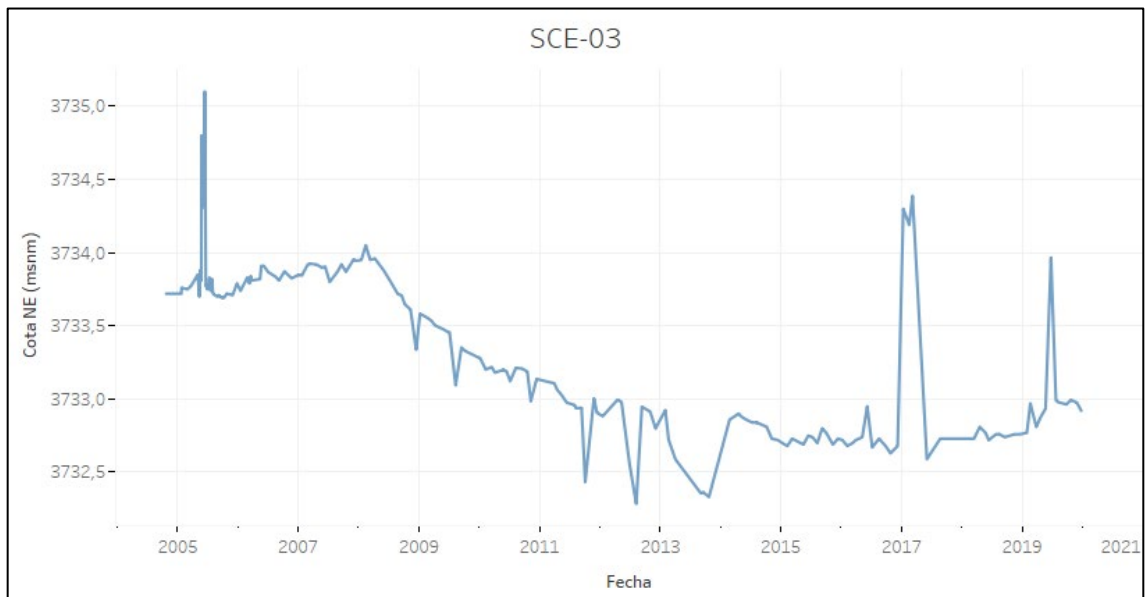
Fuente: Hidroestudios, 2021.

- Pozo PPC-16:



Fuente: Hidroestudios, 2021.

- Pozo SCE-03:

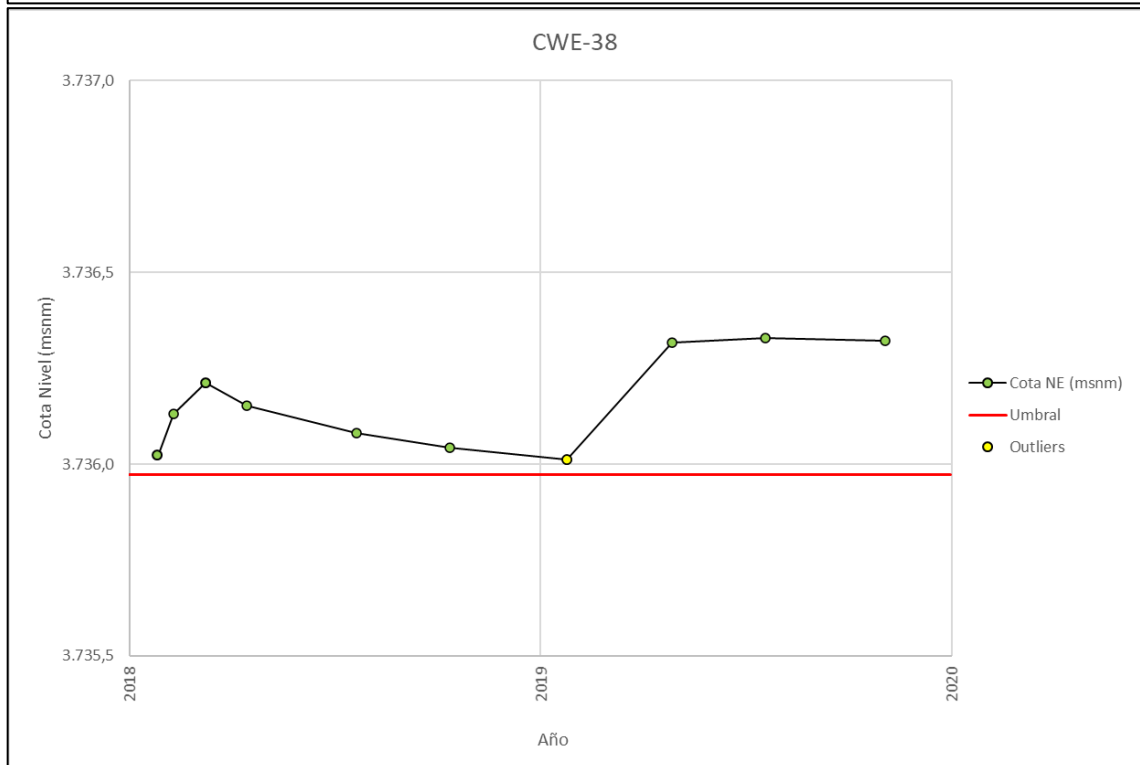
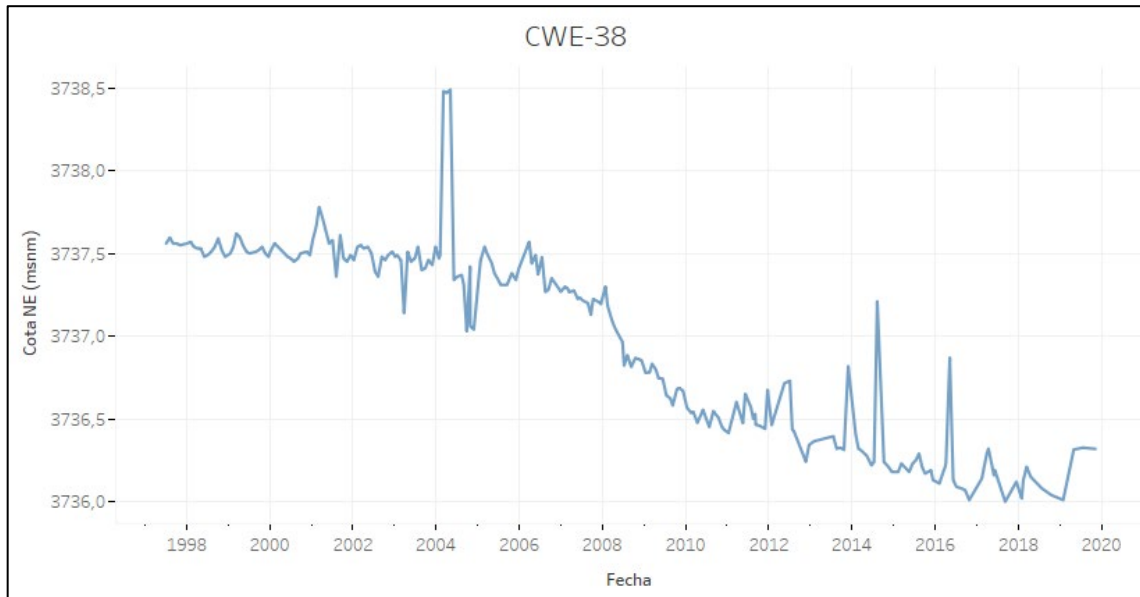


Fuente: Hidroestudios, 2021.



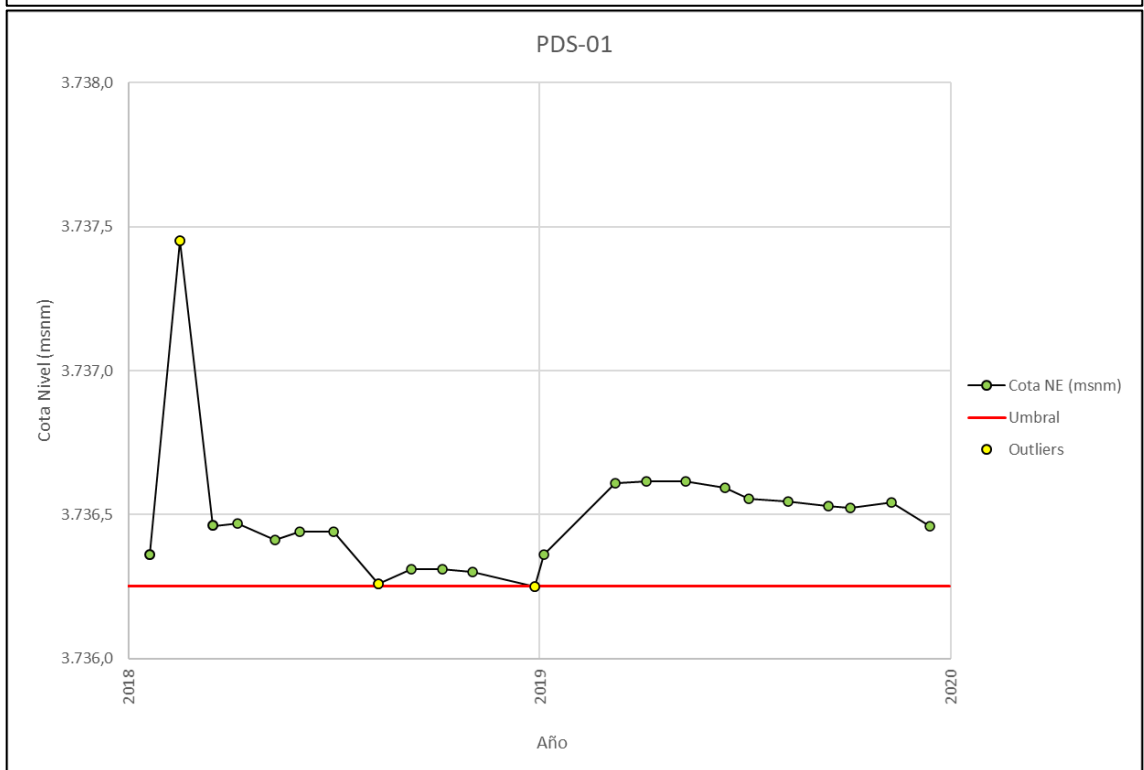
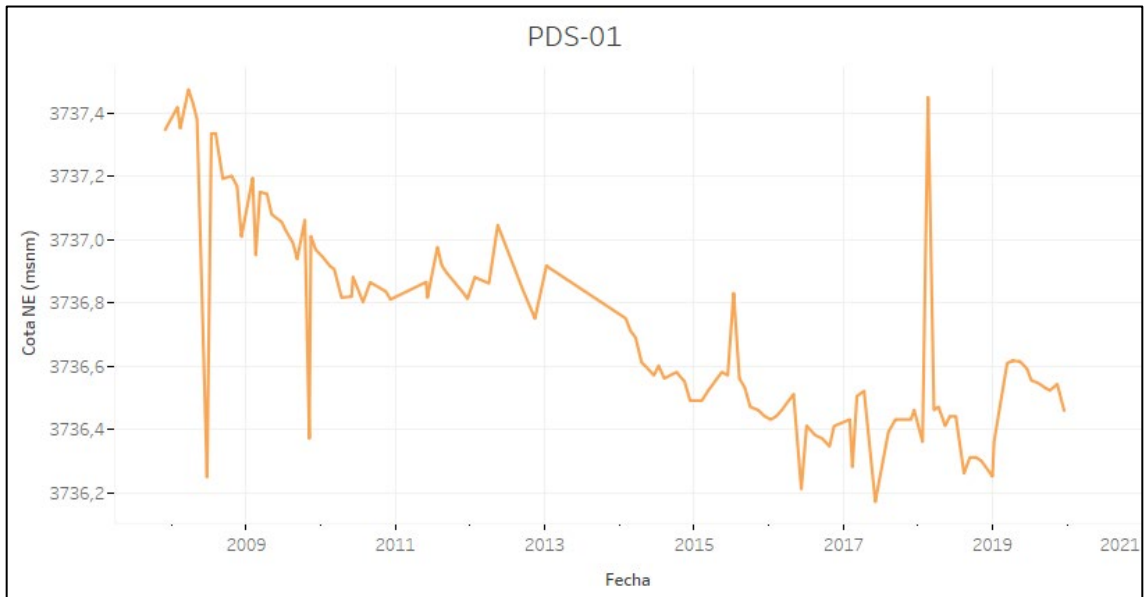
## 4.3.2 Salar de Coposa

- Pozo CWE-38:



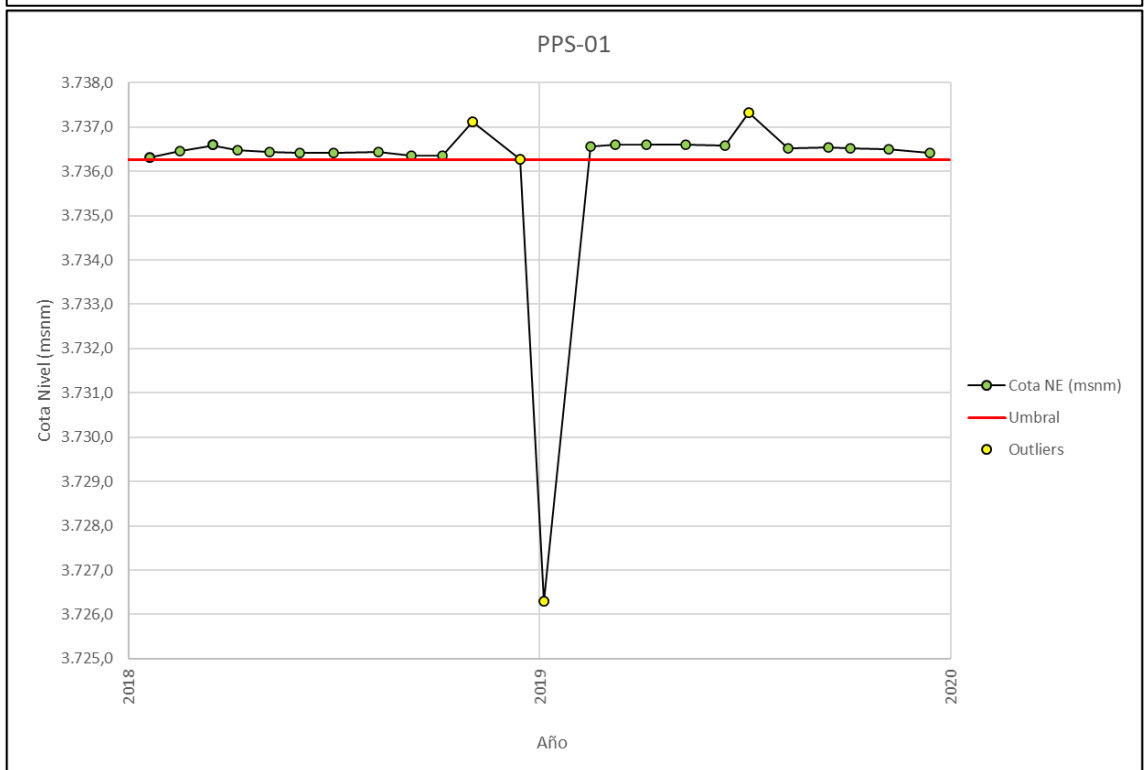
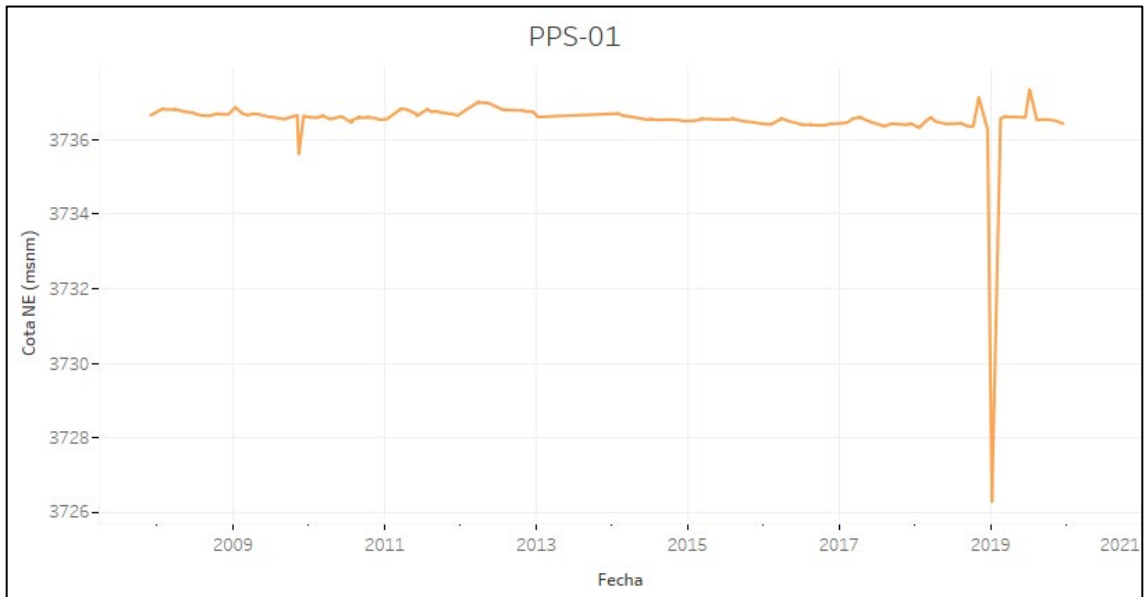
Fuente: Hidroestudios, 2021.

- Pozo PDS-01:



Fuente: Hidroestudios, 2021.

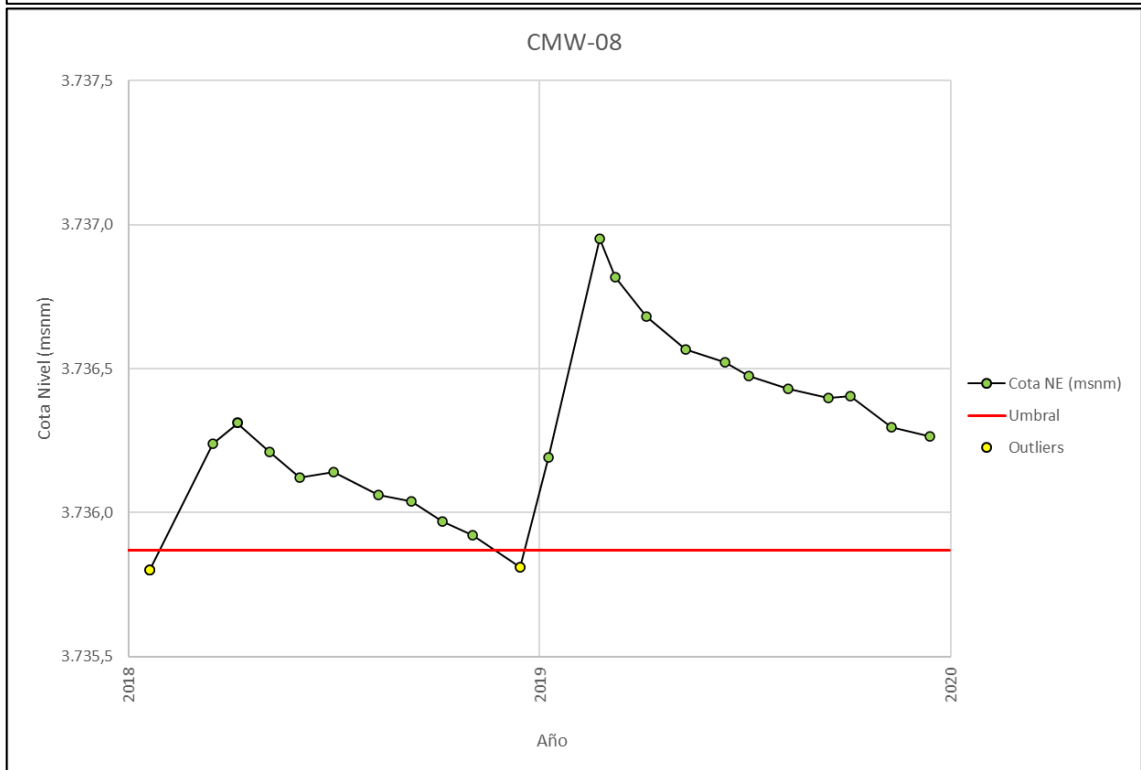
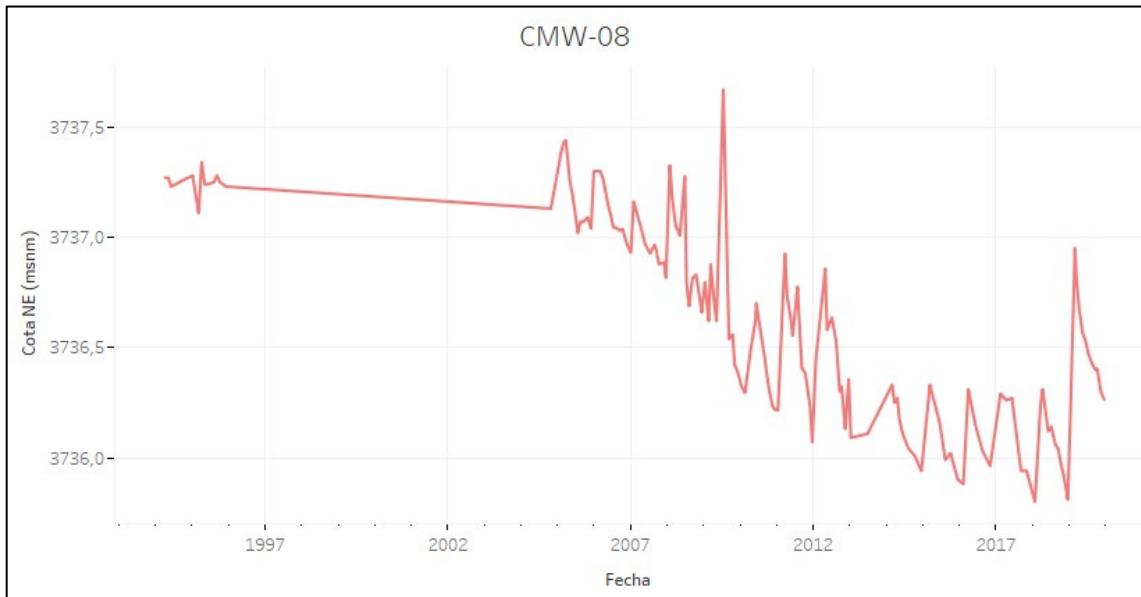
- Pozo PPS-01:



Fuente: Hidroestudios, 2021.



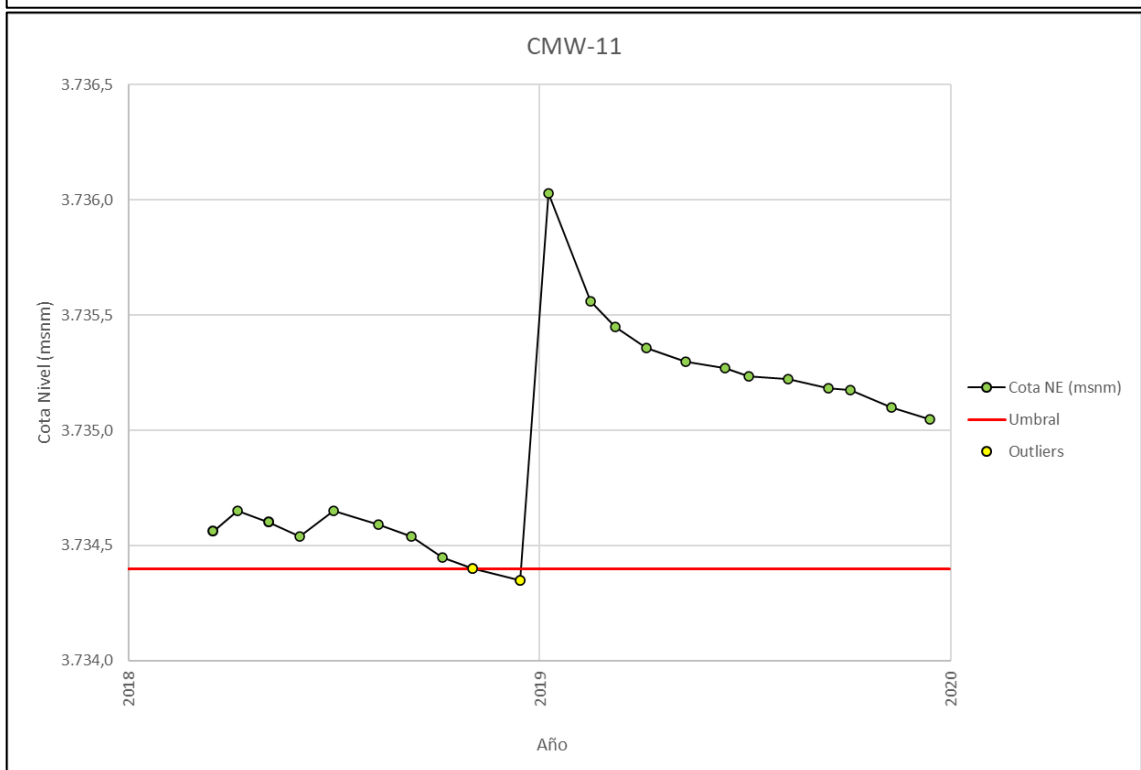
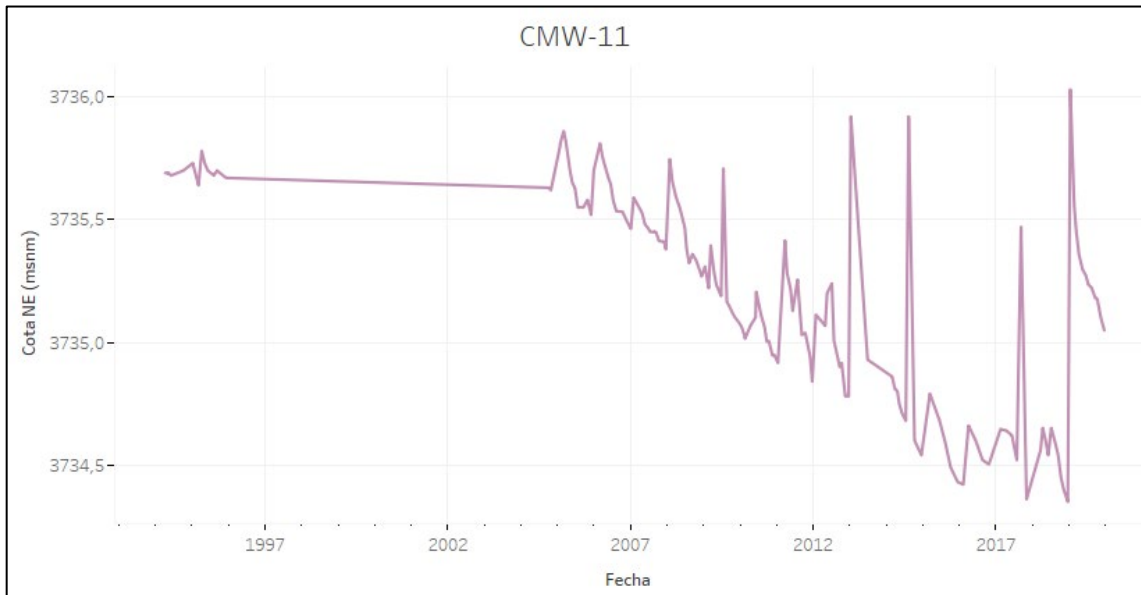
- Puntera CMW-08:



Fuente: Hidroestudios, 2021.

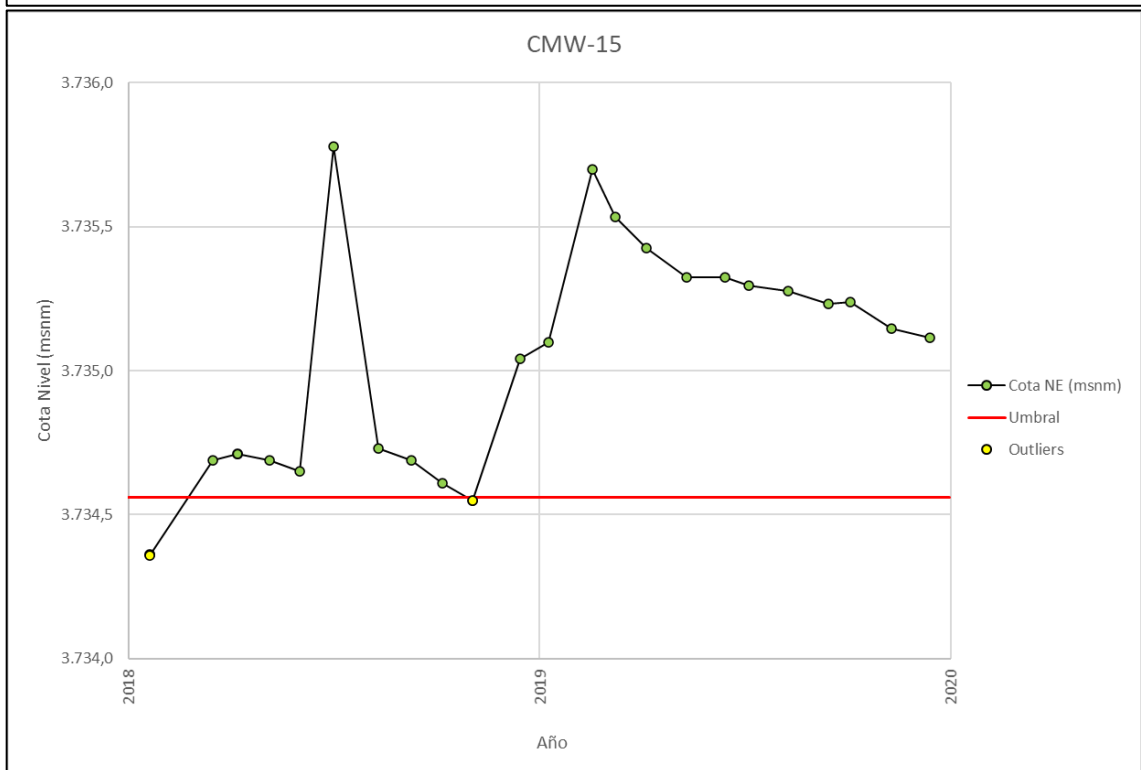
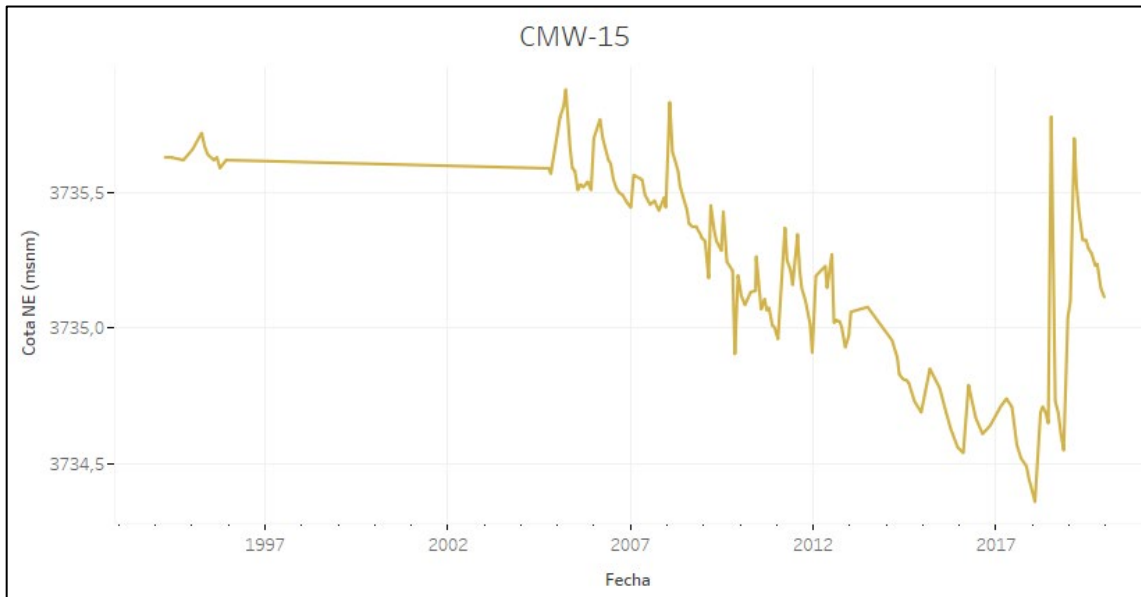


- Puntera CMW-11:



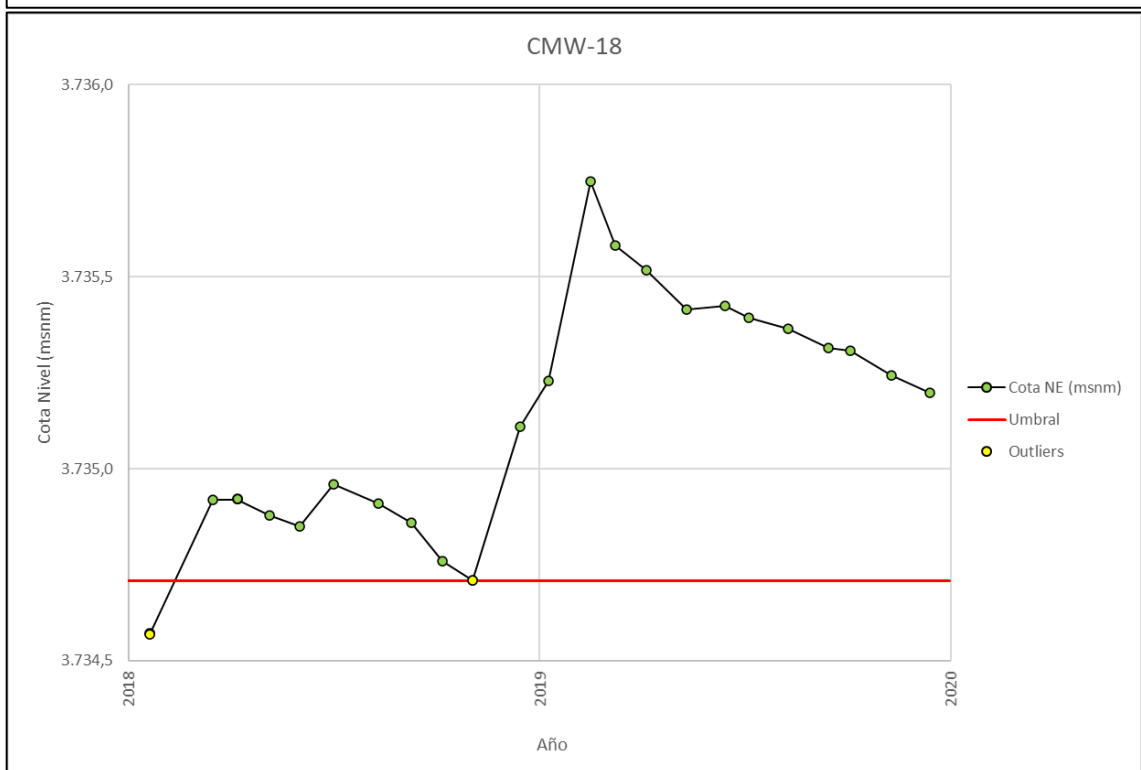
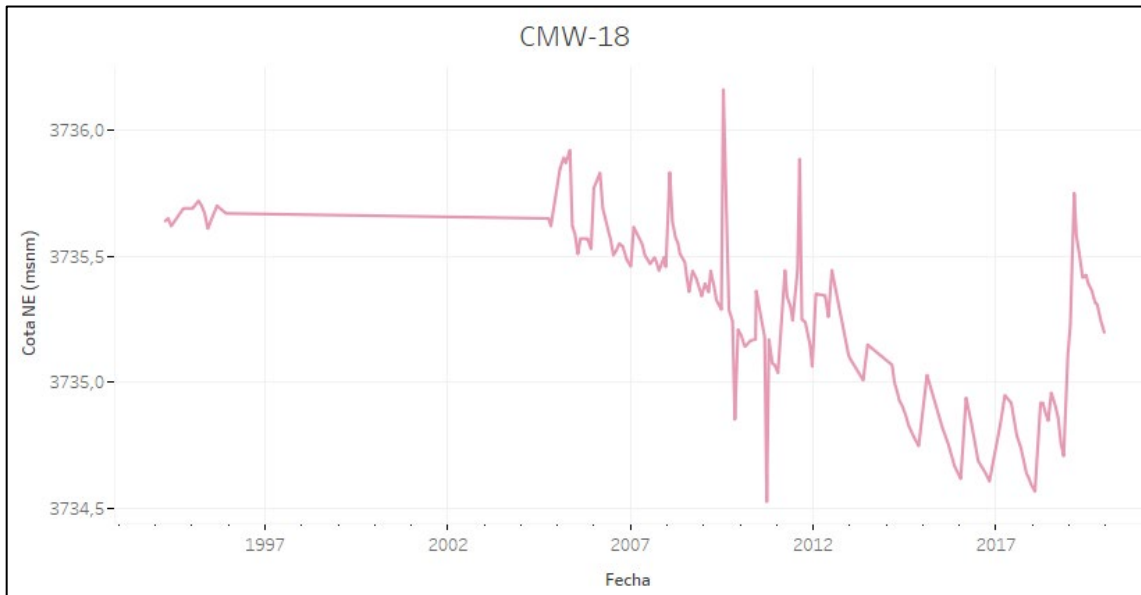
Fuente: Hidroestudios, 2021.

- Puntera CMW-15:



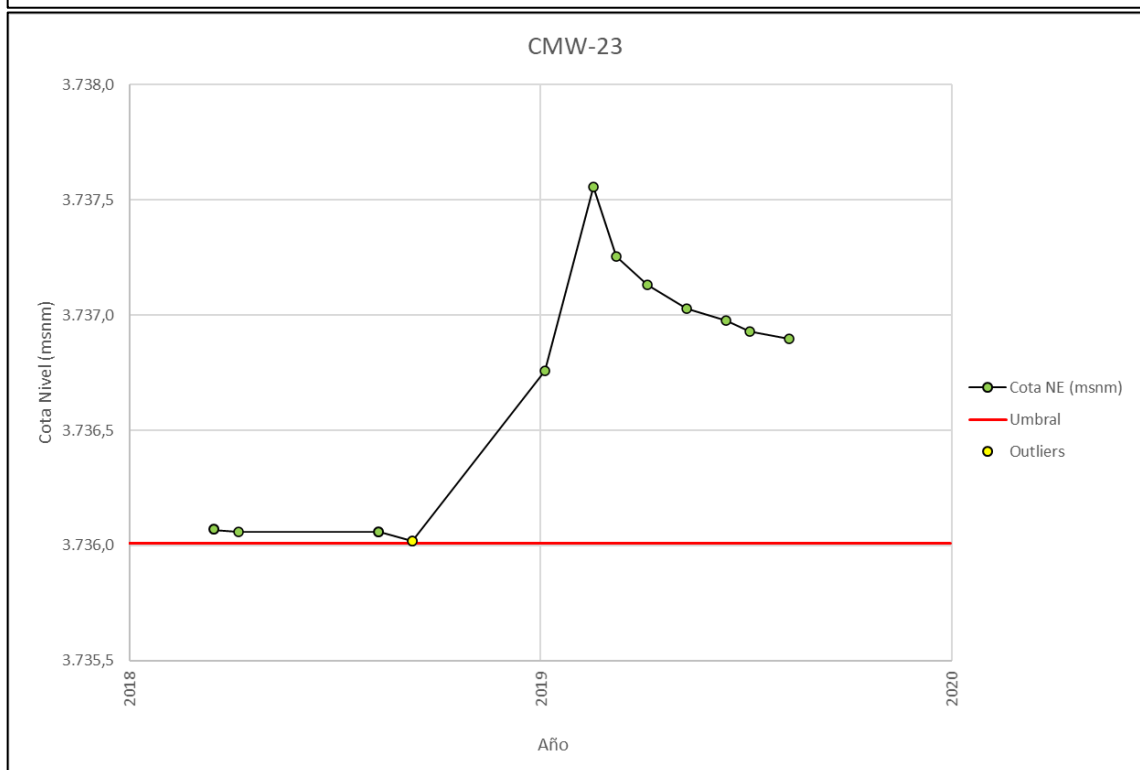
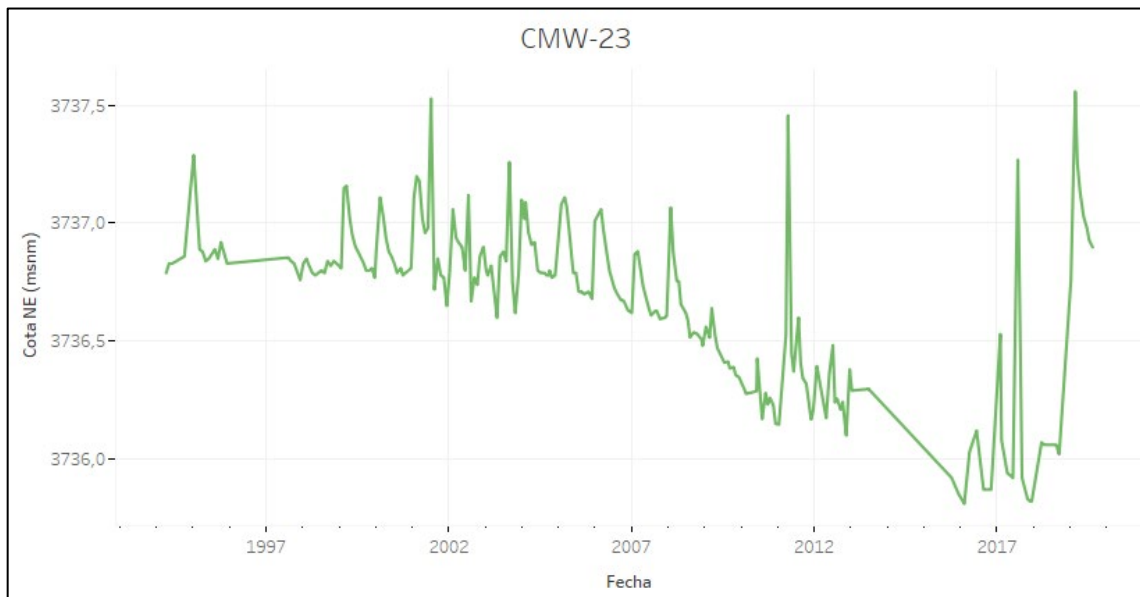
Fuente: Hidroestudios, 2021.

- Puntera CMW-18:



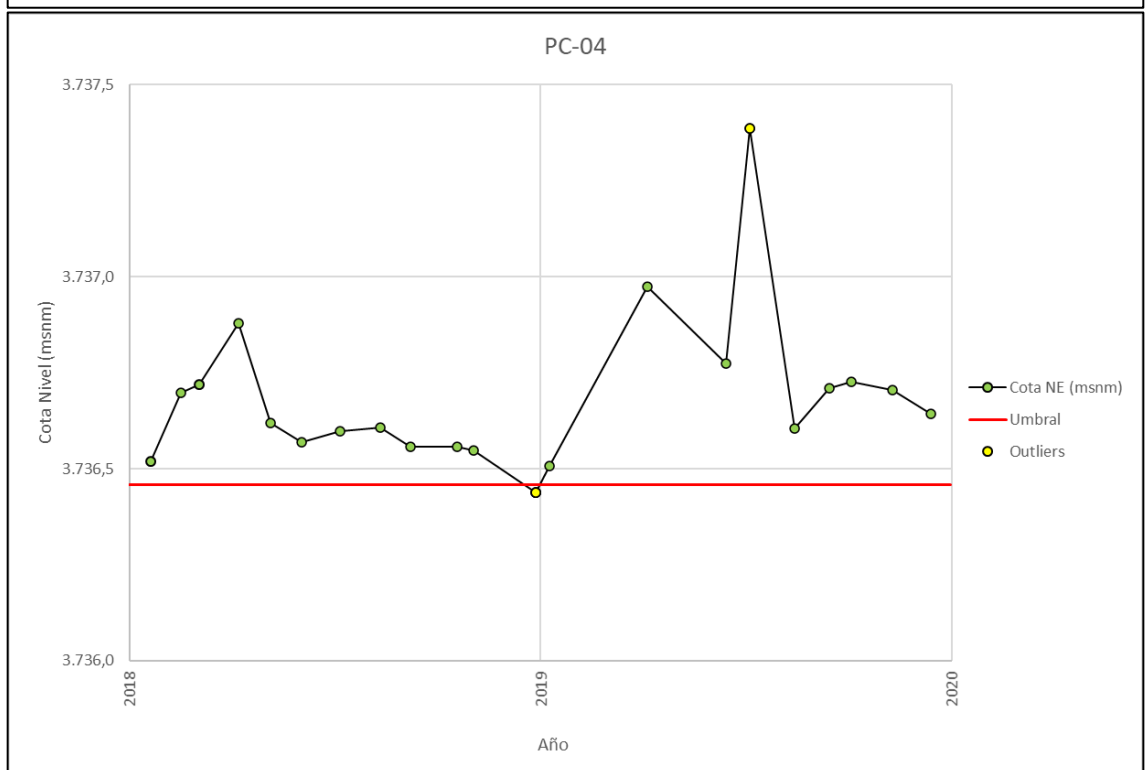
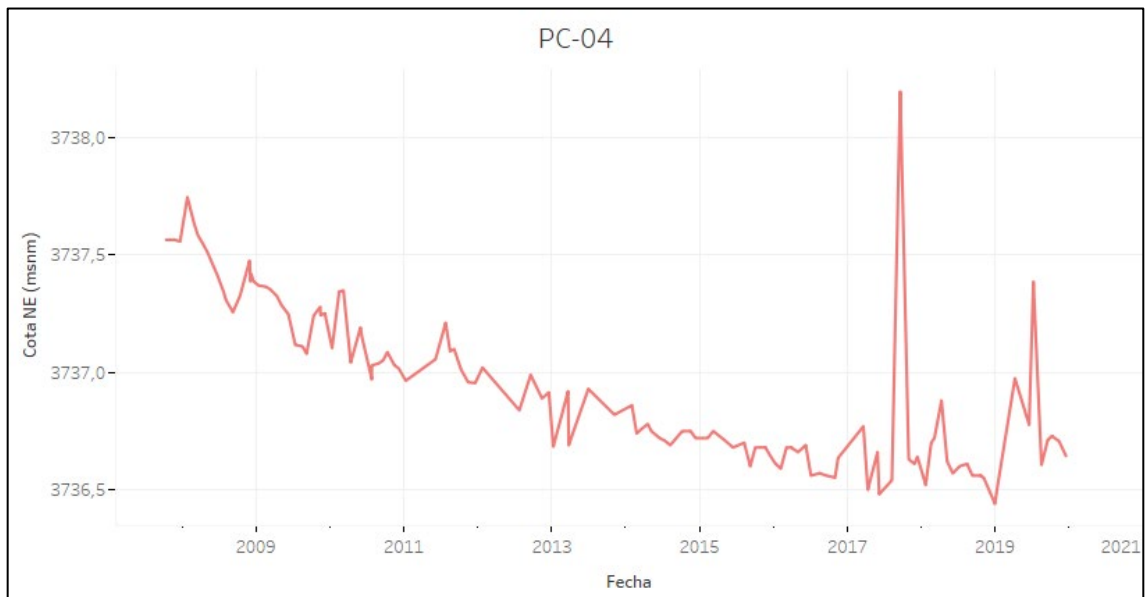
Fuente: Hidroestudios, 2021.

- Puntera CMW-23:



Fuente: Hidroestudios, 2021.

- Puntera PC-04:



Fuente: Hidroestudios, 2021.





**Propuesta Plan de Monitoreo Ambiental  
Participativo (PMAP)  
CMDIC - AIASC**

BORRADOR

## 1. Antecedentes

El presente documento se elabora en respuesta a la propuesta de Plan de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP) presentada por la Asociación Indígena Aymara Salar de Coposa (AIASC) para dar seguimiento al comportamiento de ciertas variables ambientales relevantes que forman parte del Programa de Cumplimiento (PdC) presentado a la SMA.

En dicho contexto, tanto la AIASC como Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi (CMDIC) buscan acordar la implementación de un Programa de Monitoreo Ambiental Participativo (PMAP) como un plan integrado y de largo alcance. Al respecto, se busca integrar las visiones y expectativas de ambas partes, siempre en un marco de buena fe y con el objeto de prosperar en una relación de largo plazo basada en el desarrollo de mutua confianza, colaboración y convivencia.

## 2. Las partes

Se entiende que el PMAP es una herramienta que permitirá incorporar a la AIASC en las actividades de seguimiento de algunas variables ambientales relevantes que **forman parte del PdC que a la AIASC le interesa considerar en este PMAP y que están contenidas en el presente documento**. Por su parte, se concibe como una acción relevante para el relacionamiento entre la AIASC y CMDIC.

Ambas partes comprenden que CMDIC debe implementar su monitoreo y seguimiento ambiental bajo un marco normativo, el que se encuentra asociado al cumplimiento de sus exigencias ambientales. En este sentido tiene la obligación de reportar a la autoridad ambiental los resultados del monitoreo y seguimiento ambiental.

Por su parte, la AIASC se incorpora activamente en este Plan como parte interesada, buscando el resguardo del territorio indígena, la conservación de los recursos naturales, la protección del medio ambiente, biodiversidad y ecosistemas de la Cuenca del Salar de Coposa que dan soporte a sus prácticas culturales, económicas, sociales y espirituales, vinculadas a su cosmovisión y formas de vida Aymara.

Cabe señalar que CMDIC, ha diseñado sus planes de seguimiento ambiental desde un enfoque sustentable, de cumplimiento y de resguardo del medio ambiente para asegurar la continuidad de su actividad minera, entendiendo que un factor relevante para ello es la mantención de una relación de confianza, transparencia y buena fe con la AIASC en el largo plazo.

Dado lo anterior, se propone aunar el espíritu del PMAP a través de un enfoque colaborativo e integrado con acciones de coordinación, análisis de información y resolución de controversias entre ambas partes.

## 3. Principios

El PMAP se basa en principios y no tiene como objetivo la búsqueda sistemática de incumplimientos ambientales, al contrario, dichos principios se reflejan a partir de las siguientes orientaciones:

- Respeto
- Convivencia
- Buena fe
- Transparencia
- Reportabilidad
- Prevención
- Aprendizaje
- Confianza mutua
- Cumplimiento Ambiental

## 4. Objetivos del PMAP

### 4.1 Objetivo General

Contar con un Plan de Monitoreo Ambiental Participativo en conjunto con la Asociación Indígena Aymara Salar de Coposa para dar seguimiento al comportamiento de los componentes ambientales prioritarios asociados al Plan e Cumplimiento Ambiental en la zona del salar de Coposa.

### 4.2 Objetivos Específicos

- Incorporar a la AIASC en actividades de seguimiento de ciertos componentes ambientales de CMDIC establecidos en el PdC asociados al Salar de Coposa.
- Facilitar y generar las condiciones necesarias para el monitoreo de variables ambientales que la AIASC priorice y requiera incorporar en el PMAP contenidas en el presente documento.
- Generar información confiable, veraz y oportuna a través de la participación conjunta de CMDIC y la AIASC, en relación con el seguimiento ambiental del PdC.
- Recoger antecedentes, muestras, datos e información ambiental de forma colaborativa entre CMDIC y la AIASC.
- Aportar con antecedentes e información ambiental histórica o relevante para compartirlas en las instancias de coordinación y de análisis conjunto para fortalecer el PMAP.
- Transferir competencias técnicas a través de capacitaciones a los Monitores Comunitarios de la AIASC.
- Establecer una instancia de trabajo permanente y de coordinación para el tratamiento de las oportunidades de mejora, ejecución de actividades y establecimiento de acuerdos entre la AIASC y CMDIC.
- Generar un protocolo o mecanismo de tratamiento de controversias de las materias que se levantan en la PMAP.
- Contribuir a la generación de mecanismos eficientes y permanentes de comunicación entre la AIASC y CMDIC.
- Fortalecer la confianza entre las partes.

## 5. Alcance del PMAP

A continuación, se presentan los alcances del PMAP para el PdC.

### 5.1 Monitoreo PdC en relación a los cargos n°3, n°8 y n°9:

Las variables que forman parte del PdC y que se incluyen en el PMAP corresponden a:

- 5.1.1 La vertiente Jachucoposa: Incluye monitoreo de caudal, pH, Conductividad Eléctrica y Temperatura.
- 5.1.2 El Plan de Alerta Temprana (PAT): incluye monitoreo de nivel freático de pozos y punteras.
- 5.1.3 Monitoreo Avifauna: Corresponde a el monitoreo de avifauna en el área de estudio establecida en el proyecto Traslado puntos de captación de aguas subterráneas en cuenca Coposa calificado ambientalmente favorable por Res. Ex. 144/2006 de la COREMA de la Región de Tarapacá.

Los puntos de monitoreo y/o muestreo responden a las exigencias ambientales de CMDIC con la autoridad ambiental. Dichos puntos se ubican dentro de la zona geográfica denominada Salar de Coposa y son representativos de las distintas variables ambientales sobre las cuales se establece realizar el seguimiento a los objetos de protección y al instrumento de alerta temprana PAT.

La propuesta por parte de la Compañía considera la realización de actividades de monitoreo únicas, conducidas por CMDIC en su calidad de titular del proyecto, y que cuenten con la participación de la AIASC, a través de sus Monitores Comunitarios.

No se considera la ejecución de actividades paralelas de monitoreo, atendido que la verificación respecto del correcto desarrollo de estas corresponde a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), mediante los procesos de fiscalización, inspección, requerimientos de información y análisis de informes de seguimiento ambiental. Lo anterior considerando, también, que las Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFA) son laboratorios acreditados por la SMA, cuyo proceso de certificación da cuenta de la correcta metodología empleada en las actividades de muestreo, análisis y/o medición, así como de la veracidad de la información presentada en los informes de seguimiento ambiental. En efecto, las ETFAs deben responder ante dicho organismo por el cumplimiento de los estándares y procedimientos en base a los cuales fueron certificados por dicha entidad fiscalizadora, conforme a la normativa vigente. De este modo, sin perjuicio que las ETFAs son contratadas por CMDIC, estas entidades son autorizadas por la SMA y que están sujetas a su permanente control y fiscalización, tal como ocurre con CMDIC.

Entre las materias objeto de fiscalización se encuentra la correcta ejecución de las actividades desarrolladas por las ETFAs, en conformidad con la normativa vigente.

A su turno, en aquellos casos en que no exista ETFA con un alcance autorizado por la SMA, de acuerdo al componente ambiental y conforme a la regulación aplicable, las actividades de muestreo, análisis y/o medición serán ejecutadas por entidades que cuenten con autorización o acreditación vigente otorgada por un organismo de la Administración del Estado o el Instituto Nacional de Normalización, respectivamente, y si no existe ninguna entidad que cumpla con ello, CMDIC ejecutará tales actividades con empresas o personas especialistas en la materia y que cuenten con conocimientos acreditados para la ejecución del seguimiento respectivo.

Por su parte, para las actividades ejecutadas diariamente en forma automatizada, se realiza un control metrológico (calibraciones, verificaciones, entre otros) y mantenciones de los equipos utilizados para tales mediciones, al tiempo que son operados por personal que cuenta con las competencias técnicas para ello. En tales actividades, también podrá participar la AIASC.

Para el monitoreo se considerará las siguientes frecuencias y puntos:

**Tabla 1** Alcance PMAP PDC

Monitoreo	Frecuencia	N° puntos	Días de campaña (referencial)
PAT PdC*	Mensual	17	4
Avifauna	Trimestral	14	3
Jachucoposa Caudal Molinete	2 veces por semana - 8 veces por mes	1	8
Jachucoposa calibraciones/ mantenciones de sensores de monitoreo continuo**	Trimestral	2	5

Nota: \*Una vez aprobado el EIA "Desarrollo de Infraestructura y Mejoramiento de Capacidad Productiva de Collahuasi", el PAT que estará vigente es el presentado en este último instrumento de gestión ambiental.

Nota: \*\*Reemplaza la medición por molinete una vez implementados al 100 % los sensores en ambos vertederos

**Tabla 2** Pozos y punteras PAT PdC

Sector	Tipo	Nombre	Coordenadas WGS84 19S		Cota (msnm)
			Este	Norte	
Salar Coposa	Pozo	CWE-38	539.782	7.722.478	3739,942
		PDS-01	534.965	7.719.435	3738,101
		PPS-01	533.409	7.717.238	3738,337
		PPS-02B	536.396	7.721.271	3738,469
		PPC-16	541.053	7.724.675	3739,987
	Puntera	CMW-08	537.821	7.721.625	3738,541
		CMW-11	536.819	7.720.625	3736,930
		CMW-15	535.819	7.719.624	3736,970
		CMW-18	534.818	7.718.624	3737,059
		CMW-23	533.818	7.717.626	3738,478
		PC-04	533.765	7.713.517	3739,708
		PC-05	534.245	7.712.511	3739,864

Sector	Tipo	Nombre	Coordenadas WGS84 19S		Cota (msnm)
			Este	Norte	
Coposa Norte	Pozo	CWE-25-1	542.429	7.725.420	3740,696
		DPEC-04	542.271	7.723.775	3760,865
		PDC-01	542.347	7.725.288	3735,984
		PPC-16	541.053	7.724.675	3739,987
		SCE-03	542.062	7.726.175	3759,119

## 6. Carácter Participativo del PMAP

Es de relevancia para las partes comprender que la implementación de este PMAP es altamente compleja en gestión, coordinación y logística. A su vez, CMDIC debe asegurar la entrega de información a la autoridad ambiental y fiscalizadora en calidad, suficiencia y frecuencia establecidas en PdC, dichos plazos son perentorios, por ende, la reportabilidad de los resultados no son de carácter voluntario para CMDIC. Es por ello, que el PMAP requiere ajustar los alcances y expectativas para que CMDIC pueda dar cumplimiento a sus exigencias ambientales.

En razón de lo anterior, se requiere aplicar procedimientos metodológicos válidos para el cumplimiento ambiental y en este contexto quién tiene la obligación de reportar a la Autoridad es CMDIC. En este sentido, el PMAP **no puede implicar la implementación de actividades de seguimiento paralelas, que impliquen duplicar información y/o metodologías y tampoco pasar por alto el rol de las ETFAs o laboratorios acreditados y los informes que deben entregarse a la SMA.**



La toma de datos y su análisis es de toda relevancia para CMDIC. Por ello, será CMDIC la responsable de asegurarse que los datos son recolectados correctamente. Tal como se ha señalado, CMDIC debe reportar a la autoridad en los plazos establecidos y obligatorios. Por su parte, se obliga también a ejecutar las actividades de muestreo, medición y/o análisis por una ETFA, según el caso, ya que dicha instancia es validada y legitimada por la SMA como la entidad que asegura la confiabilidad y trazabilidad de los resultados para evaluar el cumplimiento.

Considerando lo anterior, CMDIC propone implementar un monitoreo conjunto donde la AIASC tendrá una participación activa que considera lo siguiente:

- Un módulo de capacitación, dirigido a los Monitores Comunitarios de la AIASC. Los contenidos de esta capacitación corresponden a:
  - ✓ Alcance del Plan de Monitoreo (variables ambientales sujetas a seguimiento)
  - ✓ Metodologías utilizadas para el monitoreo de las variables ambientales que componen el Plan de Monitoreo.
  - ✓ Trazabilidad del proceso de monitoreo, principalmente de aquellas variables que requieren análisis de laboratorio.
  - ✓ Sistema de reporte a la autoridad (SMA) del Plan de Monitoreo.
- Presentación de los resultados obtenidos en los análisis realizados o de las calibraciones/mantenciones, según el caso.
- Entrega de los informes de resultados reportados a la autoridad.

Para ello, la AIASC tendrá acceso a la información ambiental levantada en conjunto con CMDIC asistiendo a las actividades de muestreo o medición de los componentes ambientales conforme a lo presentado en el PMAP, mientras que los resultados del monitoreo serán accesibles a través de la página web habilitada para ello.

Sin desmedro de lo anterior y si así lo requiere la AIASC, podrá tener acceso a la data, información e informes históricos de la componente o variable ambiental que sea de su interés.

De este modo, y en consideración a los desafíos que presenta el PMAP a ambas partes, este contará con las siguientes características:

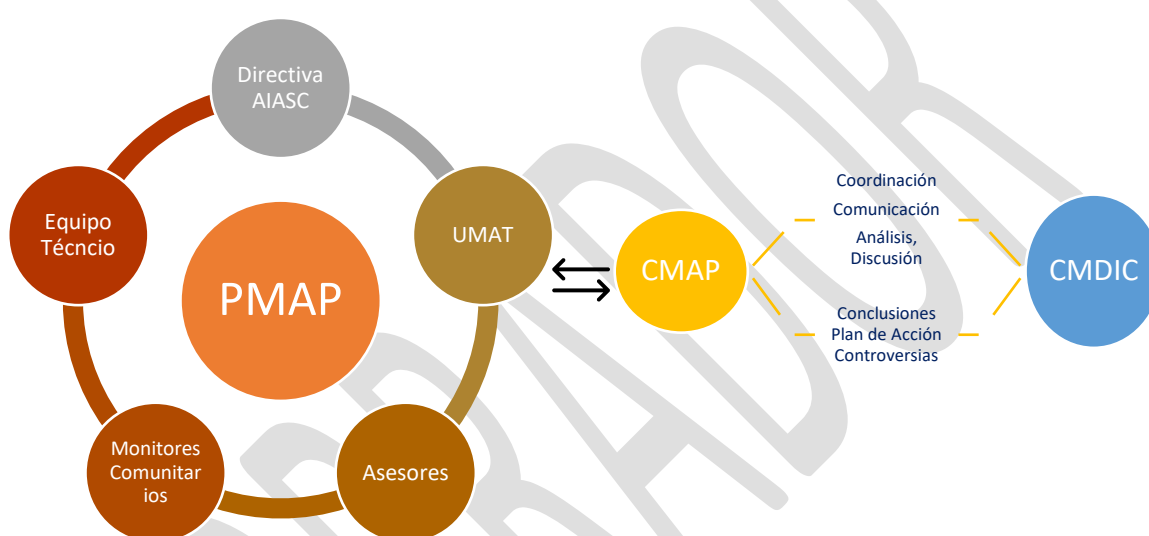
- El PMAP integra la participación de ambas partes de forma colaborativa y conjunta.
- Se centra en un modelo de gestión que les permite, a ambas partes, generar un proceso de aprendizaje permanente de forma transparente y participativa.
- Se enfoca en la capacitación de metodologías de monitoreo de los componentes ambientales que CMDIC debe reportar a la autoridad.
- Permite a la AIASC contar con un equipo de especialistas que le darán un soporte técnico en las componentes ambientales que serán objeto del monitoreo y seguimiento. Cabe señalar que el equipo técnico será escogido por la AIASC.
- Permite a la AIASC utilizar equipos e instrumentos (Equipo de pozómetros y multiparámetros) para muestreo o medición in situ, asociado a pH, Conductividad Eléctrica y Temperatura. Las muestras que serán válidas para el reporte a la autoridad serán las que capture la ETFA según procedimiento y obligación con la autoridad.
- Genera conocimiento y experiencia local a través de la participación de Monitores Comunitarios de la AIASC, quienes participarán activamente como actores relevantes en el PMAP.
- Genera las condiciones para disponer datos e Información para interpretar los resultados del monitoreo y de laboratorio cuando corresponda. Lo que permitirá generar y compartir conjuntamente la aclaración de dudas y las conclusiones de los resultados de los monitoreos.

## 7. Inicio y Duración del PMAP

El Monitoreo Participativo se iniciará con la notificación de la resolución que aprueba el PdC, respecto de los componentes ambientales y alcances definidos para este instrumento de gestión ambiental, manteniéndose vigente asociado a la vigencia de las acciones respectivas. Una vez aprobado el EIA “Desarrollo de Infraestructura y Mejoramiento de Capacidad Productiva de Collahuasi”, actualmente en evaluación ambiental, se integrarán los componentes ambientales y alcances considerados en el respectivo EIA, el que se ejecutará hasta el término de la operación de dicho Proyecto.

## 8. Modelo de Gestión del PMAP / Gobernanza

Se concuerda con la AIASC que dada la magnitud de actividades y alcances del PMAP, este requiere un modelo de gestión y gobernanza.



Tal como se ha señalado antes, el seguimiento y monitoreo a los objetos de protección que forman parte del PdC y corresponden a las exigencias ambientales a las que CMDIC debe dar cumplimiento. De este modo, será CMDIC la responsable de implementar el Plan de Monitoreo.

El PMAP se operativizará a través de un modelo de gestión que incorpora:

Por parte de la AIASC:

- Directiva de la AIASC y la Unidad de Medio Ambiente y Territorio (UMAT) de la AIASC
- Monitores comunitarios de la AIASC
- Consultora (Equipo Técnico de Especialistas/Asesores)

Por parte de Collahuasi

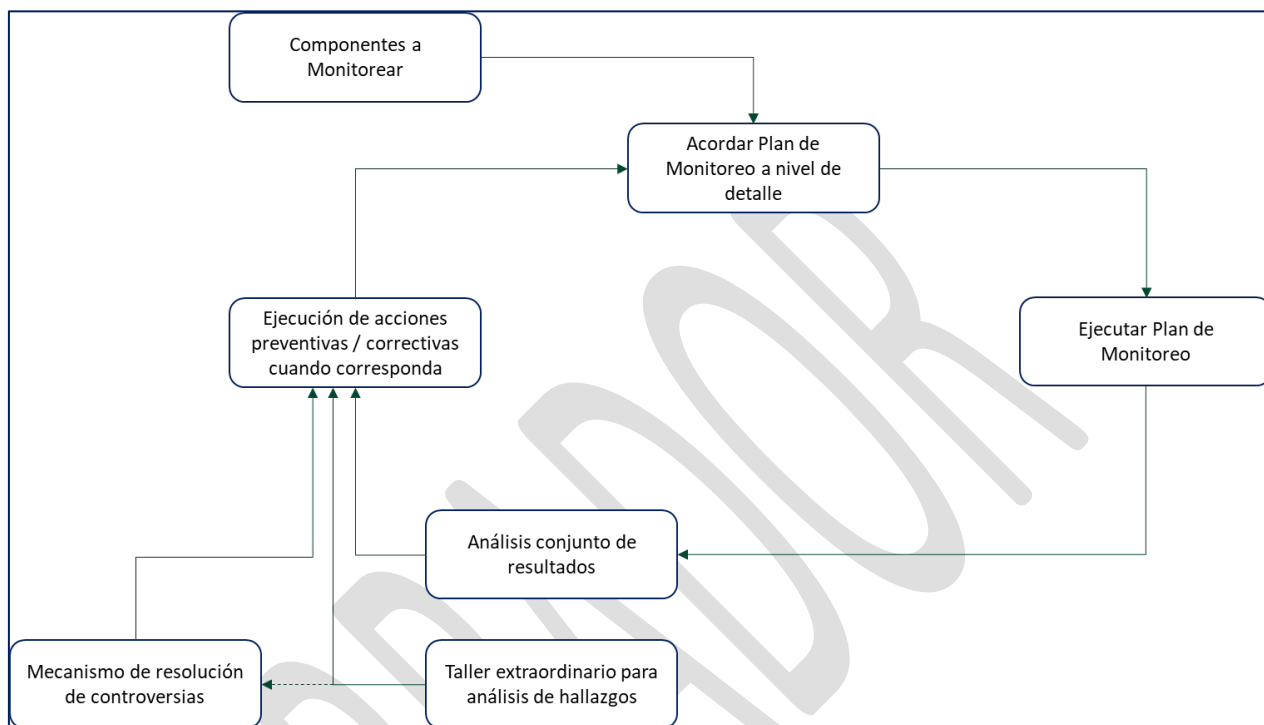
- Área responsable de la ejecución y reporte a la autoridad del monitoreo ambiental de la Compañía, actualmente la Superintendencia de Gestión Ambiental
- Gerencia de Relacionamiento con el entorno
- Asesores Técnicos y Laboratorio ETFA acreditado por SMA

Se concuerda con la AIASC que la interacción entre las partes se dará a través de las actividades de terreno, así como también durante las jornadas de análisis, revisión de informes, discusión de los resultados del monitoreo, generación de planes de acción y tratamiento de controversias en una instancia que se denominará “Comité de Monitoreo Ambiental Participativo” (CMAP).

También se concuerda con la AIASC que el modelo de gestión del PMAP se traduce en un sistema de relaciones entre las partes, que permite una comunicación y coordinación fluida y permanente, puesto que el comité está integrado por socios de la comunidad y sus representantes, equipo técnico y CMDIC.

La información de los monitoreos realizados será entregada en formato digital a la Asociación a través de correo electrónico, la información corresponderá a aquella comprometida con la autoridad.

### Flujo del PMAP (Referencial)



## 8.1 Roles de las Partes

### 8.1.1 Comité de Monitoreo Ambiental Participativo (CMAP)

El Comité de Monitoreo Ambiental Participativo (CMAP) es el ente que consolida las actividades del PMAP, estará a cargo informar las actividades del PMAP y del análisis e interpretación técnica de los datos obtenidos en el proceso de monitoreo, sesionará de manera permanente durante la ejecución del PMAP.

Estará conformado por:

- AIA Salar de Coposa:
  - o Representantes de la directiva y la Unidad de Medio Ambiente y Territorio (UMAT) de la AIASC.
  - o Monitores Comunitarios
  - o Consultora Técnica
- CMDIC:
  - o Superintendencia de Gestión Ambiental
  - o Gerencia de Relacionamiento con el Entorno
  - o Consultores Técnicos por especialidad

En este Comité, CMDIC presentará los resultados del monitoreo realizado en conjunto. Inicialmente el Comité sesionará cada 3 meses de manera regular. El lugar de reunión podrá ser en las instalaciones de CMDIC o en la localidad de Jacho Coposa y en horarios acordados por las partes.

No obstante, dicha frecuencia podrá ser revisada en virtud de las actividades del Plan y de acuerdo al flujo de información que se genere, esto en común acuerdo de ambas partes. Las partes pueden convocar reuniones extraordinarias si lo amerita. Se entenderá que existe mérito suficiente para convocar a reuniones extraordinarias, en caso de que existan materias vinculadas al PMAP de carácter urgente, cuya discusión no pueda esperar a la próxima sesión ordinaria del CMAP.

De todas las materias que se traten, acuerdos y desacuerdos que se alcancen, planes de trabajo, coordinación de actividades, requerimiento de datos e información, análisis de informes y resultados de laboratorio, entre otras materias, deberán ser registrados en actas y documentos que reflejen el trabajo realizado, para lo cual se acordará y asignará un Secretario (a) del Comité, quien será responsable de realizar esta tarea, como asimismo citar a las partes y dar seguimiento y registro durante la ejecución del PMAP. El mismo responsable deberá velar porque toda la información generada y registrada a partir de la implementación del PMAP se encuentre permanentemente a disposición de la AIASC y de CMDIC. La persona que asuma dicho cargo deberá asegurar objetividad en su registro, asimismo, deberá contar con un enfoque descriptivo y ajeno a juicios de valor. La elección del Secretario (a), será de común acuerdo.

Luego de cada sesión ordinaria o extraordinaria, el Secretario (a) deberá preparar un Acta y enviarla a los miembros del CMAP en un plazo no superior a 5 días hábiles después de realizada la sesión. Cada miembro del CMAP deberá revisar el Acta y presentar sus observaciones dentro de los 5 días hábiles siguientes a su recepción. Una vez cumplido ese plazo, el responsable deberá preparar una versión final del Acta dentro de los 5 días hábiles siguientes, la cual será remitida nuevamente a los miembros del CMAP. Transcurridos 3 días hábiles desde la notificación, ésta se entenderá ratificada. En caso de existir alguna disconformidad respecto del texto final, ésta deberá ser remitida dentro del mismo plazo al responsable, a fin de que éste deje constancia de dicha disconformidad en un anexo al Acta Final.

Para dar inicio al trabajo de monitoreo, el Comité informará los detalles de la primera campaña, para ello se realizará una reunión de inicio donde se presentarán las actividades relacionadas con el plan de monitoreo y se informará sobre la responsabilidad de ambas partes en las campañas.

CMDIC elaborará la planificación y calendarización de los monitoreos participativos, de acuerdo a los planes consignados en el PdC y considerando lo establecido por la ETFA, laboratorio acreditado con experiencia en la materia, y los compartirá oportunamente con la AIASC calendario de monitoreo.

En cada sesión se abordará como primer punto el avance en la ejecución del PMAP y la coordinación de las próximas actividades de monitoreo, debiendo informarse de las fechas y cronogramas en que se realizarán las actividades comprometidas en el Plan de Monitoreo.

Dado que es previsible que de la aplicación práctica de este convenio surjan dudas, inconvenientes o dificultades que no se han visualizado, este comité estará autorizado para resolverlas y acordar formas de solución que mantengan el espíritu y de modo que se cumpla el objetivo de este convenio. También será la instancia de resolución de controversias. Se entenderá por controversia el surgimiento de un debate en torno a una interpretación de resultados y/o de procedimientos que generan diferencias entre ambas partes; el asunto que genere dicha controversia siempre deberá relacionarse con elementos que forman parte del PMAP. En el mutuo interés de resolver tales diferencias se propone la siguiente secuencia de pasos para abordarlas:

1. En sesión de Comité se comparte la información proveniente de los procedimientos y resultados de cada actividad del PMAP.
2. Ambas partes presentan sus opiniones, dudas y comentarios respecto del tema que se discute en la sesión de Comité.
3. Ante una diferencia, cada parte presenta los argumentos que fundan su opinión, duda o comentario, dichos argumentos deben tener sustento objetivo con relación a los temas específicos que se encuentran en revisión.

4. Una vez expuestos los argumentos se identificará y determinará, conjuntamente, la brecha que genera la discusión con el objetivo de lograr acuerdo.
5. De ser necesario se realizará una sesión extraordinaria del Comité para una nueva revisión del aspecto que se discute.
6. Se establecerán en acta los puntos en discusión donde quedará debidamente expresada la diferencia que se generó, indicando si dicha diferencia fue superada o si se mantiene.
7. Si se consigue aunar criterios y superar la controversia el aspecto discutido se dará por cerrado.
8. Si las diferencias persisten o dudas respecto a la forma de aplicar partes del convenio, las partes, de mutuo acuerdo, podrán nombrar a un tercero independiente, quién será el encargado de resolver las discrepancias. Los plazos de solución de controversias se ajustarán a los requerimientos técnicos de cada caso que se discuta, pudiendo incorporar visitas a terreno de ser necesarias.

Los criterios para elegir a un tercero independiente se acordarán conjuntamente con la AIA en base a los siguientes criterios básicos:

- Deberá poseer al menos 15 años de experiencia en las materias que generan la controversia
- Poseer un postgrado de especialización en materias que generan la controversia.
- El financiamiento será a cargo de CMDIC.

Para todos los casos, las actividades no podrán detenerse ni suspenderse mientras se resuelve la controversia.

Ningún miembro del CMAP podrá realizar difusión pública de los resultados generados en estas actividades, salvo expresa autorización de CMDIC y de la AIASC, o que estos contenidos hayan sido puestos en conocimiento de la autoridad y sean públicamente accesibles. Toda filmación y/o registro fotográfico de las actividades deberán formar parte y ajustarse al cronograma de trabajo. Para que dicho registro cuente con validez y pueda divulgarse, deberá quedar registrada en acta y ficha de la(s) actividad(es) realizada(s). La divulgación de material no válido, sin previo acuerdo del comité, se entenderá como una práctica de mala fe.

Se refuerza que los resultados de este Plan forman parte de las exigencias ambientales de CMDIC, los cuales serán reportados a la autoridad según frecuencia comprometida o a solicitud de esta, por lo que no son de carácter público hasta una vez reportados a la autoridad.

### **8.1.2 CMDIC**

Respecto de las acciones de este convenio CMDIC será responsable de las siguientes acciones;

- Es responsable del Plan de Monitoreo y la Reportabilidad a la Autoridad.
- Realiza la comunicación directa con los miembros de la AIASC integrantes del CMAP (de calendario de monitoreos, agenda de reuniones, levantamiento de inquietudes y quejas realizadas por la Asociación, entrega de informes y resultados).
- Coordina los procesos de capacitación y monitoreos.
- Elabora la planificación y calendarización de los monitoreos colaborativos.
- Vela por la correcta ejecución del monitoreo.
- Realiza la capacitación a los monitores de la Asociación.
- Entrega la documentación de procedimientos técnicos por escrito (métodos para realizar aforos, mediciones de parámetros in situ, calibraciones de equipos, medición de niveles en pozos y llenado de la hoja de terreno)
- Recibe los informes ETFA y elabora los informes técnicos. Esta información corresponderá a aquella comprometida y reportada a la autoridad, y será puesta a disposición de la AIA en formato digital a través de correo electrónico una vez reportada a la autoridad.

- Da aviso de las reprogramaciones por motivos técnicos, operacionales y/o situaciones excepcionales; como también retrasos en la entrega de información.

Se deja constancias que en todo caso se buscará que la calendarizaciones y reprogramaciones se hagan en tiempos que permitan a la AIASC programar sus acciones también. Cuando excepcionalmente existan necesidades de monitoreos urgentes o recalendarizaciones que no se hayan podido anticipar, de todas formas, serán notificados a la AIASC para que ellos puedan concurrir.

### **8.1.3 Comité de Coordinación Interna de la AIASC**

De acuerdo al planteamiento de la AIASC, esta constituirá un comité interno de coordinación, sobre este punto CMDIC concuerda en que la AIASC se organice y coordine internamente para la administración de los recursos y participación en el PMAP. Las actividades acordadas deberán ajustarse a los cronogramas establecidos y acordados con la autoridad con el objeto de dar cumplimiento a las obligaciones de CMDIC, las que no pueden tener desviaciones en plazo, suficiencia y calidad de la información que debe ser reportada.

### **8.1.4 Consultora y Equipo Profesional de la AIA**

La AIASC a través de una consultora de su confianza contratará a 3 profesionales pertinentes con el PMAP para conformar un equipo técnico de apoyo directo y permanente a la Asociación para su participación. Se espera que las especialidades de los profesionales correspondan a los componentes que serán monitoreados en el Plan de Monitoreo. Esto es, Componente Hídrico, Vegetación y Avifauna. Dicho equipo será responsable de interpretar y asesorar a la Asociación.

La consultora que apoyará a la AIASC preparará los perfiles profesionales de acuerdo con los componentes y materias a monitorear, para ello realizará una convocatoria privada a profesionales de las disciplinas pertinentes y con experiencia para su participación en el PMAP.

Con el objeto de velar por una participación consistente, la AIASC compartirá con Collahuasi los antecedentes de los profesionales que serán considerados en dicha convocatoria para confirmar que este soporte técnico asegure que la AIASC cuente con las competencias técnicas para participar y que los costos del servicio son acordes con el mercado.

Funciones del equipo técnico:

- Apoyar técnicamente a los monitores comunitarios de la AIASC
- Participar en las actividades de muestreo o medición de las acciones comprometidas en el PdC
- Realizar análisis de los datos de la información recolectada y preparar los informes que la AIASC les solicite.
- Participar en reuniones técnicas dando soporte a la AIASC

### **8.1.5 Monitores Comunitarios**

En acuerdo con los planteamientos de la Asociación, los Monitores Comunitarios serán definidos por esta. Su participación en el Plan de Monitoreo tendrá una duración de 2 años, pudiendo ser reelegidos por un periodo adicional, no existiendo limitación para otros periodos de reelección.

El sistema de trabajo de los Monitores será definido por la AIASC, asegurando cumplir con sus tareas. En caso de no estar disponibles, las actividades de monitoreo no pueden suspenderse ni reprogramarse.

A través de la misma consultora técnica, la AIASC contratará los monitores comunitarios para el plan de monitoreo del PDC.



Requisitos para los monitores comunitarios:

- Capacitarse para participar en el PMAP para labores de terreno.
- Deberán ser personas mayores de 18 años.
- Ser socio (a) activo de la Asociación.
- Poseer condición física para desempeño en altura geográfica sobre 4.000 msnm (certificado por institución de salud o médico tratante).
- Poseer licencia de conducir Clase B o Profesional al día.

Condiciones deseables:

- Conocimientos del territorio de la AIASC.
- Conocimientos de la cosmovisión indígena aymara.
- Conocimientos de materias medioambientales relacionadas al territorio de la AIASC.
- Manejo nivel usuario de software Microsoft Office (Word, Excel).

Funciones:

- Asistir a las campañas de muestreo o medición establecidas en el programa de monitoreo que establezca el CMAP sobre la base del calendario entregado por CMDIC.
- Informar oportunamente o en el acto, cualquier actividad, evento, hallazgo, comunicando en terreno al CMAP dicha información para que quede debidamente registrada y tratada en el Comité del Plan de Monitoreo.
- Participar activamente en las reuniones de coordinación y del Comité de Monitoreo del Plan.
- Participar en jornadas de capacitación convocadas por CMDIC. En caso de no participar en dichas jornadas, los Monitores no podrán participar de las campañas de monitoreo. Se excluyen situaciones de fuerza mayor tales como, problemas relacionadas a la salud, sean estos propios o de familiares. Asimismo, se incluye el contexto sanitario COVID y condiciones climáticas que impidan el traslado a las actividades programadas.
- Chequear el registro de actividades elaborado por ETFA a través de una Ficha de Terreno, la Ficha de Terreno ETFA incluye de acuerdo a formato vigente, y entre otros aspectos: punto de muestreo, fecha, hora, nombre y firma de los asistentes al monitoreo, parámetros fisicoquímicos medidos in situ (caudal, pH, temperatura y conductividad eléctrica), condiciones de calibración de los equipos utilizados, además de indicarse las condiciones del entorno (como la presencia de nieve, ocurrencia de lluvia el mismo día o días anteriores, presencia de viento, presencia de objetos extraños, etc.).
- Las actividades no podrán detenerse por ausencia de Monitores Comunitarios. Los calendarios y cronograma de monitoreo están sujetos al cumplimiento ante la autoridad ambiental, por lo tanto, la participación de la AIASC deberá ajustarse a dicho calendario.
- Toda filmación y/o registro fotográfico de las actividades, enmarcadas en el presente monitoreo participativo, deberán formar parte y ajustarse al cronograma de trabajo. Para que dicho registro cuente con validez y pueda divulgarse una vez reportados los resultados a la autoridad, deberá quedar registrada en acta y ficha de la(s) actividad(es) realizada(s)

## **9. Financiamiento del PMAP**

### **9.1 Aporte Financiero de CMDIC**

- Collahuasi financiará la contratación de un Consultora de confianza de la Asociación. Dicho financiamiento deberá ajustarse a valores de mercado.
- Collahuasi otorgará apoyo financiero a la AIA Salar de Coposa para que puedan solventar una debida remuneración de los 4 Monitores Comunitarios seleccionados que asistan a las campañas. Al igual que para la contratación del Consultora, la remuneración de los Monitores Comunitarios deberá ser en relación a valor de mercado.
- Arriendo de vehículos, disposición de combustible y alimentación.
- Equipo de pozómetros y multiparámetros para toma de muestras in situ, y todo aquel instrumento que se utiliza en la realización de actividades del PMAP. La AIA deberá resguardar la adecuada utilización de estos equipos, los que quedarán a su disposición a lo largo del proceso de seguimiento ambiental.
- El número de equipos se ajustará con el cronograma de actividades. Para esto, CMDIC entregará los equipos calibrados y certificados durante la implementación del PMAP.
- El financiamiento anual del PMAP será realizado a través de un convenio suscrito entre la AIASC y CMDIC.

## ANEXOS DEL PMAP

### Anexo N° 1: Coordenadas y Figuras asociadas al alcance de PMAP<sup>1</sup>

**Tabla 1:** Puntos de monitoreo de Vertiente de Jachucoposa Cargo n°8 PdC.

Punto de Monitoreo	Coordenadas UTM DATUM WGS 84		Parámetros	Actividad asociada	Frecuencia de participación
	Norte	Este			
Vertederos de vertiente Jachucoposa	7.713.300	530.324	Caudal (molinete)	Medición	2 veces por semana hasta mejorar infraestructura de vertedero chico.
			- Caudal Continuo - pH continuo - Temperatura continuo - Conductividad eléctrica continuo	Calibración/ Mantenimiento del sensor respectivo	Trimestral

<sup>1</sup> El alcance del seguimiento ambiental estará sujeto a la versión final del PDC aprobado y la RCA del EIA.

**Tabla 2:** Puntos de monitoreo de Plan de Alerta Temprana Cargo n°9 PdC.

Punto de Monitoreo	Coordenadas UTM DATUM WGS 84		Parámetros	Frecuencia	Frecuencia Activación PAT
	Norte	Este			
<b>Pozos PAT</b>					
CWE-25-1	7.725.420	542.429	Nivel freático	Mensual	2 veces al mes
DPEC-04	7.723.775	542.271			
PDC-01	7.725.288	542.347			
PPC-16	541.053	7.724.675			
SCE-03	7.726.175	542.062			
<b>Red de Monitoreo PAT</b>					
<b>Pozos</b>					
CWE-38	7.722.478	539.782	Nivel freático	Mensual	2 veces al mes
PDS-01	7.719.435	534.965			
PPS-01	7.717.238	533.409			
PPS-02B	7.721.271	536.396			
<b>Punteras</b>					
CMW-08	7.721.625	537.821	Nivel freático	Mensual	2 veces al mes
CMW-11	7.720.625	536.819			
CMW-15	7.719.624	535.819			
CMW-18	7.718.624	534.818			
CMW-23	7.717.626	533.818			
PC-04	7.713.517	533.765			
PC-05	7.712.511	534.245			

**Tabla 3:** Puntos de monitoreo de Avifauna Cargo n°3 PdC.

Punto de Monitoreo	Coordenadas UTM				Parámetros	Frecuencia
	DATUM WGS 84					
	Inicio		Término			
	Norte	Este	Norte	Este		
MC-1	7.722.024	535.911	7.723.196	535.805	Riqueza y Abundancia de especies de avifauna  Conteo de tránsito de flamencos.	Trimestral  (una vez por estación del año)
MC-2	7.726.296	540.881	7.726.294	541.088		
MC-3	7.717.795	537.920	7.717.908	537.720		
MC-4	7.722.382	542.538	7.722.484	542.363		
MC-5	7.717.339	543.190	7.717.538	543.153		
MC-6	7.713.664	542.630	7.713.654	542.430		
MC-7	7.710.813	542.649	7.711.023	542.678		
MC-8	7.708.267	542.132	7.708.472	542.161		
MC-9	7.705.959	541.363	7.706.157	541.410		
MC-10	7.703.877	540.650	7.703.685	540.578		
MC-11	7.701.757	539.888	7.701.552	539.865		
MC-12	7.699.413	539.223	7.699.601	539.311		
MC-13	7.697.235	538.883	7.697.406	538.991		
MC-14	7.694.859	539.233	7.695.063	539.251		

**Figura 1:** Ubicación Puntos de monitoreo agua superficial y agua subterránea (puntos PAT)

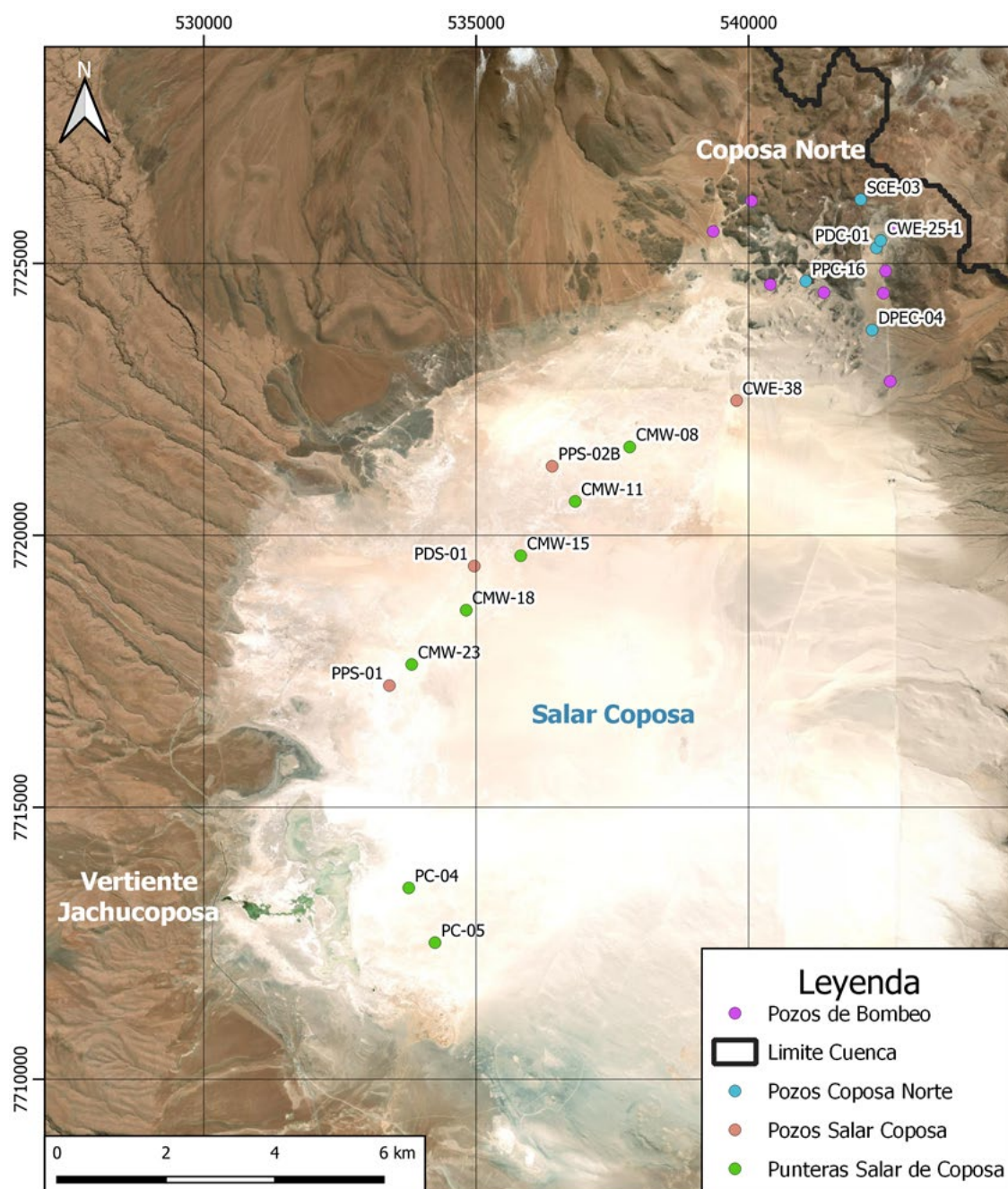
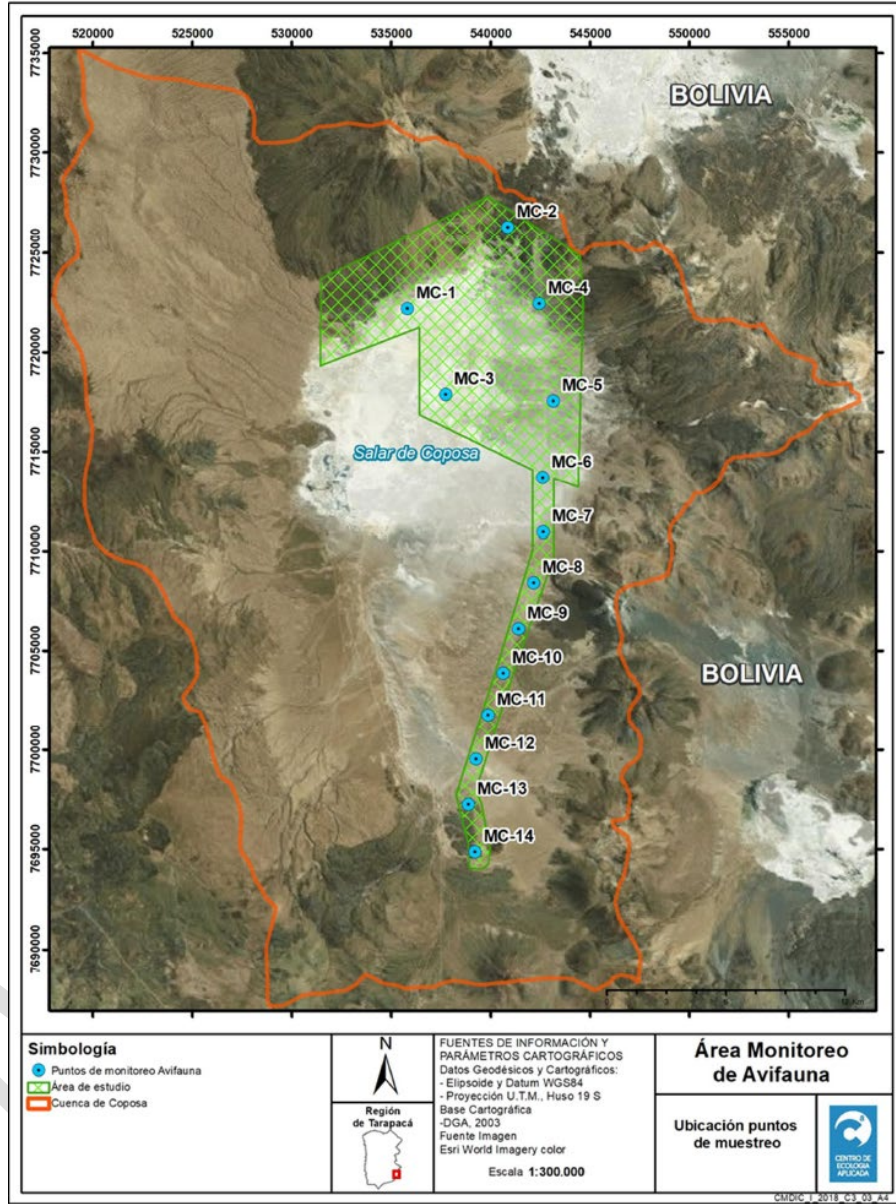




Figura 2: Ubicación puntos de monitoreo componente avifauna (RCA 144/2006).





BORRADOR