



ANEXO 14.1

INFORME DE ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES

CARGO N° 14 RES. EX. N°1 / ROL D-018-2019

SCM MINERA LUMINA COPPER CHILE

**DOCUMENTO PREPARADO POR
ARCADIS**



Versión 1

JULIO 2019

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	RESUMEN.....	4
2	INTRODUCCIÓN.....	5
3	MARCO METODOLÓGICO.....	6
3.1	Contexto histórico del modelo hidrogeológico.....	6
3.2	Plan de manejo dinámico (PMD)	7
3.3	Reporte de activación del PMD.....	9
3.4	Escenarios de estudio	11
4	ANÁLISIS DE EFECTOS DEL HECHO INFRACCIONAL.....	12
4.1	Análisis de niveles	12
4.1.1	Pozo PMR-01	12
4.1.2	Pozo PMR-12	16
4.2	Resultados de simulaciones para escenarios de estudio.....	20
5	CONCLUSIONES.....	23
6	REFERENCIAS	24
7	APÉNDICES.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1:	Actualizaciones efectuadas al modelo numérico hasta el año 2018.....	7
Figura 3-2:	Descensos PMR-01, Modelo Act. 2017(ACL)	10
Figura 3-3:	Descensos PMR-12, Modelo Act. 2018 (ACL)	10
Figura 4-1:	Ubicación PMR-01	13
Figura 4-2:	Comparación entre nivel piezométrico PMR-01, caudales bombeados por SCM MLCC y precipitaciones	14
Figura 4-3:	Relación entre nivel PMR-01 y caudal bombeado en Área 1	15
Figura 4-4:	Ubicación de PMR-12.....	16
Figura 4-5:	Comparación entre nivel piezométrico PMR-12 y caudales bombeados por SCM MLCC	18
Figura 4-6:	Comparación entre nivel piezométrico PMR-12, caudales bombeados por SCM MLCC y caudales bombeados por terceros cercanos a PMR-12.....	19
Figura 4-7:	Estaciones pluviométricas cercanas a PMR-12 (septiembre 2014 – enero 2019)	19
Figura 4-8:	Relación nivel observado pozo PMR-12 y caudal extraído pozo PR-01	20

Figura 4-9: Niveles simulados en pozo PMR-01, Modelo Act. 2017 (ACL).....	21
Figura 4-10: Niveles simulados en pozo PMR-12, Modelo Act. 2018(ACL).....	21
Figura 4-11: Afloramientos, sector la puerta, Modelo Act. 2017(ACL).....	22
Figura 4-12: Afloramientos, sector la puerta, Modelo Act. 2018(ACL).....	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1: Puntos de control PMD	8
Tabla 3-2: Activación PMD.....	9
Tabla 3-3: Descripción de escenarios propuestos relativos al pozo PMR-01	11
Tabla 3-4: Descripción Escenarios propuestos, con relación al pozo PMR-12.....	11
Tabla 4-1: Pozos de extracción cuenca río Pulido y Jorquera.....	17

1 RESUMEN

Este documento presenta los análisis realizados con el objetivo de evaluar los potenciales efectos ambientales asociados al cargo N° 14 de la Res. Ex. N°1/Rol D-018-2019, correspondiente a la no ejecución de las acciones establecidas en el Plan de Monitoreo Robusto, Cantidad, 2015, frente a la activación del Plan de Manejo Dinámico en PMR-01 para el periodo agosto-noviembre 2017 y en PMR-12 para el periodo junio-octubre de 2018.

La activación del PMD estipula la reducción de los bombeos de SCM MLCC en los sectores involucrados, lo cual fue no fue realizado. Para evaluar el potencial efecto de haber llevado a cabo dicha disminución se evalúan diferentes escenarios con menores extracciones mediante el modelo hidrogeológico y se comparan los cambios en los niveles de agua subterráneas simulados para PMR-1 y PMR-12.

Los resultados obtenidos indican que el efecto de variar los escenarios de extracción en pozos de MLCC en torno al pozo PMR-01 es poco significativo, donde el incremento máximo de nivel con respecto al caso base es de 10 cm. Situación similar se observa para el pozo PMR-12, donde el máximo incremento de nivel proyectado con respecto al caso base (activación del PMD) es de aproximadamente 70 cm.

Por lo tanto, si se hubiesen ejecutado las acciones de disminuir el caudal, incluso considerando un escenario conservador (eliminando el bombeo en 6 pozos en el caso del PMR-12), el nivel del acuífero en esta zona debió haberse mantenido con la misma tendencia.

Adicionalmente, al analizar el nivel histórico en pozos de monitoreo, se visualiza un comportamiento estable, con oscilaciones asociadas a la estacionalidad, por lo que se puede inferir que el comportamiento del nivel está relacionado más significativamente con variables hidrológicas naturales, como lo son la precipitación y caudal de los ríos.

Finalmente, se concluye que no hay efectos producto de no haber activado el PMD, toda vez que los niveles observados en el periodo 2017 y 2018, en las áreas 1 (PMR-01) y área 5 (PMR-12) se han mantenido dentro de los rangos históricos observados.

2 INTRODUCCIÓN

Con fecha 19 de febrero de 2019, la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) formuló cargos en contra de SCM Minera Lumina Copper Chile (SCM MLCC), mediante la Res. Ex. N°1/Rol D-018-2019. En este contexto, SCM MLCC ha definido presentar un Programa de Cumplimiento (PdC), dentro del cual es requerido hacer entrega de informes de efectos asociados a los hechos, actos u omisiones que constituyen la infracción en que se ha incurrido.

En virtud de lo anterior, el presente informe técnico responde a la necesidad de evaluar los potenciales efectos ambientales asociados al cargo N° 14, el cual se refiere a: “No haber ejecutado las acciones establecidas en el Plan de Monitoreo Robusto, Cantidad, 2015, frente a la activación del Plan de Manejo Dinámico, en tanto:

1. No se ejecutó acción alguna con ocasión de la activación del PMD en PMR-01, en el período comprendido entre agosto y noviembre de 2017.
2. La aplicación no consistente del Plan de Monitoreo Robusto, Cantidad, 2015, frente a la activación del Plan de Manejo Dinámico en PMR-12, en el período comprendido entre junio y octubre de 2018.

Para la evaluación de los potenciales efectos se modela el nivel de agua en los pozos anteriormente indicados, considerando distintos escenarios, usando el modelo hidrogeológico. Adicionalmente, se presenta un análisis de los niveles medidos vs precipitaciones y extracciones en las áreas donde se emplazan los pozos que activaron el PMD.

Es importante mencionar que debido a que la activación del PMR-01 ocurrió durante agosto-noviembre 2017, la evaluación de escenarios para este pozo se realiza con el modelo hidrogeológico 2017, mientras que para el PMR-12 se hace con el modelo hidrogeológico 2018, dado que la activación del PMD ocurrió durante el período junio-octubre 2018.

3 MARCO METODOLÓGICO

El Plan de Manejo Dinámico (PMD) fue definido en el Plan de Monitoreo Robusto (PMR), y tiene como objetivo “adecuar los puntos de extracción de aguas subterráneas de modo de propender a mantener los descensos de los niveles freáticos en los sectores de extracción dentro de los niveles proyectados por el modelo hidrogeológico desarrollado por el Proyecto Caserones, para el sector comprendido entre las instalaciones del proyecto y La Puerta” (SCM MLCC, 2015).

Para evaluar los posibles efectos generados por el hecho de infracción, es decir, la no ejecución de las acciones establecidas en el PMR, producto de la activación del PMD en los pozos de control PMR-01 y PMR-12, se presentan escenarios de simulación, considerando una disminución en los caudales de bombeo. Es decir, sólo para efectos de identificación de efectos, se impone artificialmente una condición de disminución de bombeo, que es la acción que se debió haber tomado frente a las activaciones puntuales del PMD. Adicionalmente, se realiza un análisis de la relación entre el comportamiento de los niveles medidos en distintos pozos de monitoreo, con las precipitaciones y extracciones que se realizan en el sector.

A modo de dar contexto y comprender la herramienta usada para la evaluación de la aplicación del PMD, se presenta un resumen de las principales características del modelo hidrogeológico numérico desarrollado por el proyecto Caserones, el cual es actualizado y mejorado anualmente, por Arcadis Chile (ACL), junto a la metodología de cálculo de la activación del PMD desarrollada por MLCC.

3.1 CONTEXTO HISTÓRICO DEL MODELO HIDROGEOLÓGICO

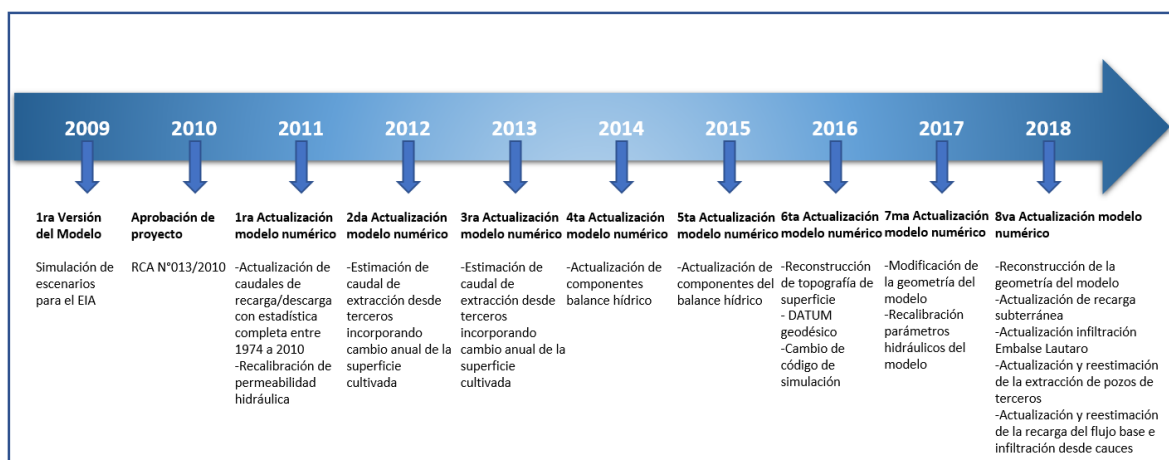
En el año 2009, la empresa SITAC construyó para SCM MLCC el primer modelo numérico de la parte alta de la cuenca del río Copiapó, cuyos límites son: por el Este la confluencia del río Ramadillas con la Quebrada La Brea y por el Oeste el sector de La Puerta en el río Copiapó. Este modelo fue utilizado para el EIA “Proyecto Caserones” (RCA 013/2010), en donde se describe el modelo conceptual con detalle del funcionamiento y principales características del sistema hidrogeológico (Anexo VI-4 del EIA).

Posteriormente, mediante aprobación de la Adenda 3 del EIA del proyecto, y como parte de los compromisos adquiridos por SCM MLCC, se han efectuado a la fecha ocho actualizaciones al modelo numérico hidrogeológico, incorporado mejoras conceptuales como el método de estimación de recargas y descargas del balance hídrico, actualización de nuevos registros de datos medidos, entre otras. En la Figura 3-1 se muestran la línea de tiempo de las actualizaciones realizadas desde el año 2011 al 2018, incluyendo los principales cambios efectuados.

Es importante recordar que las actualizaciones del modelo hidrogeológico se realizan anualmente e incluyen información hasta el año anterior, dejando el año en curso como simulación de condiciones futuras (niveles y caudales). Resultados que son utilizados en los informes trimestrales para evaluar la activación del PMD.

Es por esto, que las actualizaciones 2017 y 2018 son las utilizadas para evaluar los descensos durante los períodos en los cuales PMR-1 y PRM-12 activaron el PMD, respectivamente.

Figura 3-1: Actualizaciones efectuadas al modelo numérico hasta el año 2018



Fuente: Modelo hidrogeológico cuenca alta del río Copiapó (Arcadis, 2019).

3.2 PLAN DE MANEJO DINÁMICO (PMD)

El PMD propone las debidas acciones y medidas que se deben ejecutar si en el acuífero se observan descensos significativamente mayores a lo estimado por el modelo hidrogeológico desarrollado para la zona de estudio. Para ello, el PMD trabaja con la información recolectada en el PMR, considerando el seguimiento de las variables principales que reflejan el comportamiento hidrogeológico del sistema: niveles de agua subterránea, fluviometría, nivel del embalse Lautaro, y caudal bombeado.

Para la implementación del PMR, se comprometió la habilitación de 31 pozos de monitoreo, distribuidos en 13 áreas definidas dentro de los sectores hidrogeológicos 1 y 2 del acuífero del río Copiapó. De estos 31 pozos, 12 se han definido como pozos de control, y corresponde a los pozos que cierran cada una de las 13 áreas de monitoreo. En estos pozos se verifican los umbrales de activación del PMD, siendo 8 de ellos los que pueden gatillar la aplicación directa del señalado PMD, tal como se indica en la Tabla 3-1. Se indica también que si en los pozos PMR-25 y PMR-29 se cumplen los umbrales de activación del PMD, se realizará un análisis mediante un modelo simplificado para determinar si la activación se produce por las extracciones de SCM MLCC. Cabe mencionar también que, de los pozos

indicados, el pozo PMR-09 no fue considerado, debido a que fue construido a mediados del año 2017 y no se encuentra aún estabilizado.

Tabla 3-1: Puntos de control PMD

Pozo de control	Verificación umbral de activación	Situación
PMR-01	Directa	Pozo existente
PMR-03	Directa	Pozo habilitado trimestre Feb-Abr 2015
PMR-06	-	Pozo habilitado trimestre Nov 2015-Ene 2016
PMR-09	Directa	Pozo habilitado trimestre May-Jul 2017
PMR-12	Directa	Pozo habilitado en el trimestre Feb-Abr 2016
PMR-14	-	Pozo habilitado trimestre Feb-Abr 2015
PMR-16	-	
PMR-19	Directa	
PMR-22	Directa	
PMR-25	Modelo Simplificado	
PMR-29	Modelo Simplificado	Pozo habilitado trimestre May-Jul 2015
PMR-31	-	Pozo habilitado trimestre Feb-Abr 2015

Fuente: Modificado de Informe Trimestral Agosto-Octubre 2018 (Arcadis, 2018).

Luego, la activación del PMD se produce si se cumple simultáneamente que: i) existe una diferencia mayor a 1 m entre el descenso real y el simulado por el modelo y ii) el descenso proyectado supera en más del 20% al descenso observado. Dicho de otro modo:

$$\text{Criterio 1: } \frac{(DR_{i,t} - DP_{i,t})}{DP_{i,t}} \times 100 > 20\%$$

$$\text{Criterio 2: } DR_{i,t} - DP_{i,t} > 1m$$

Donde:

$DR_{i,t}$: Descenso registrado para el pozo de control i del PMR en el mes t.

$DP_{i,t}$: Descenso Proyectado para el pozo de control i del PMR en el mes t.

El modelo numérico establece una comparación entre una situación base y el escenario Proyectado por SCM MLCC. Para el caso de la situación base no existe bombeo por parte de SCM MLCC, mientras que en el escenario proyectado incorpora la estrategia de bombeo

de SCM MLCC. De esta forma, el cálculo del descenso proyectado considera el nivel simulado en situación con proyecto y sin proyecto, y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Descenso Proyectado} = \text{Nivel Proyectado Con Extracciones} - \text{Nivel Proyectado Sin Extracciones}$$

$$DP_{i,t} = NPCE_{i,t} - NPSE_{i,t}$$

Donde los subíndices corresponden a:

i: pozo i del PMR

t: índice de 1 a 12 (correspondiente a cada mes del año proyectado)

Adicionalmente, el modelo hidrogeológico determinará el efecto de las extracciones de SCM MLCC sobre el caudal en el sector La Puerta, donde el efecto corregido sobre el caudal en La Puerta no debe superar los 310 L/s.

3.3 REPORTE DE ACTIVACIÓN DEL PMD

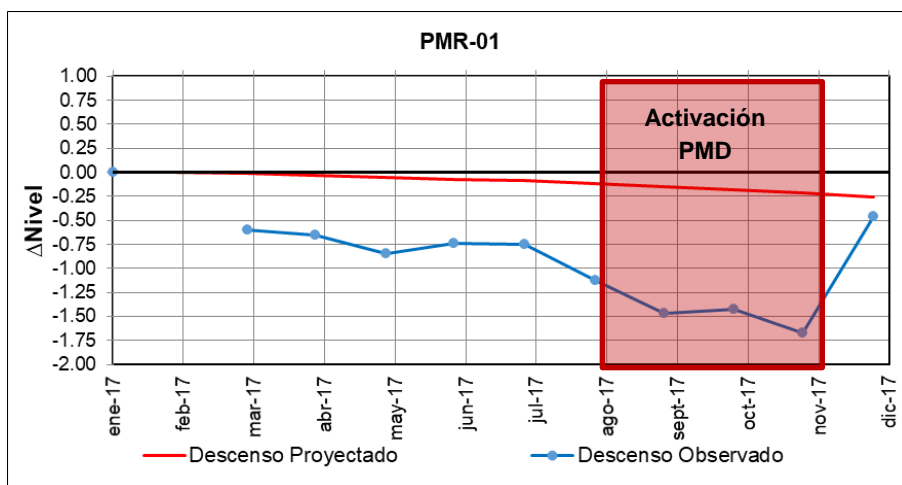
Según lo establecido por la metodología anteriormente señalada, se reportó activación del PMD en el pozo PMR-01 para el periodo comprendido entre los meses de agosto y noviembre de 2017, y en el pozo PMR-12 entre los meses de junio y noviembre 2018. La activación en estos pozos se reportó en los respectivos informes trimestrales que dan cuenta del monitoreo establecido en el PMR. Los valores de cada criterio en los meses de activación se presentan en la Tabla 3-2, indicando también el modelo hidrogeológico usado. Los gráficos que muestran la situación de activación reportada se presentan en la Figura 3-2 y la Figura 3-3 para el pozo PMR-01 y PMR-12 respectivamente.

Tabla 3-2: Activación PMD

Pozo	Modelo usado	Fecha	Criterio 1 (%)	Criterio 2 (m)
PMR-01	Act. 2017 (ACL)	Agosto 2017	836,94	1,01
PMR-01	Act. 2017 (ACL)	Septiembre 2017	880,64	1,32
PMR-01	Act. 2017 (ACL)	Octubre 2017	672,42	1,24
PMR-01	Act. 2017 (ACL)	Noviembre 2017	662,58	1,45
PMR-12	Act. 2018 (ACL)	Junio 2018	202,39	1,47
PMR-12	Act. 2018 (ACL)	Julio 2018	269,08	2,30
PMR-12	Act. 2018 (ACL)	Agosto 2018	506,85	3,65
PMR-12	Act. 2018 (ACL)	Septiembre 2018	582,93	4,87
PMR-12	Act. 2018 (ACL)	Octubre 2018	647,18	5,89
PMR-12	Act. 2018 (ACL)	Noviembre 2018	670,65	6,23
PMR-12	Act. 2018 (ACL)	Diciembre 2018*	-	-

*No se registran mediciones en ese mes, pozo en mal estado
Fuente: Informe trimestral Agosto-Octubre 2017 (Arcadis, 2017)
Informe trimestral Noviembre 2017-Enero 2018 (Arcadis, 2018)
Informe trimestral Mayo-Julio 2018 (Arcadis, 2018)
Informe trimestral Agosto-Octubre 2018 (Arcadis, 2018).
Informe trimestral Noviembre 2018-Enero 2019 (Arcadis, 2019)

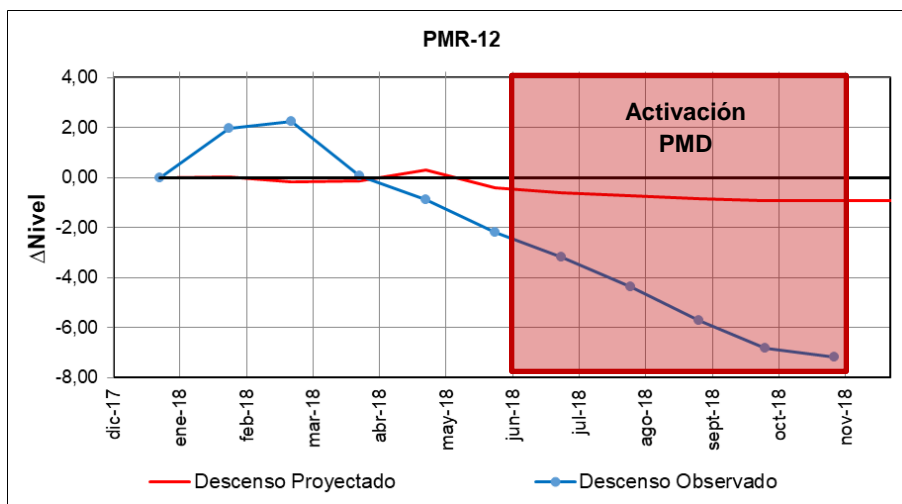
Figura 3-2: Descensos PMR-01, Modelo Act. 2017(ACL)



Fuente: Informe trimestral Agosto-Octubre 2017 (Arcadis, 2017)
 Informe trimestral Noviembre 2017-Enero 2018 (Arcadis, 2018)

Tal como se observa en la Tabla 3-2, el pozo PMR-01 se mantuvo activo durante 4 meses, (2 periodos de reportabilidad). Es pertinente señalar que el umbral se superó durante 4 meses, pero hacia el mes de diciembre ya se observa una recuperación en el nivel del pozo. Respecto al pozo PMR-12, la activación se genera entre los meses de junio y noviembre de 2018 (el mes de diciembre no se ha podido evaluar ya que no hay medición en el pozo).

Figura 3-3: Descensos PMR-12, Modelo Act. 2018 (ACL)



Fuente: Informe trimestral Mayo-Julio 2018 (Arcadis, 2018)
 Informe trimestral Agosto-Octubre 2018 (Arcadis, 2018).
 Informe trimestral Noviembre 2018-Enero 2019 (Arcadis, 2019)

3.4 ESCENARIOS DE ESTUDIO

Dada la activación del PMD en los pozos PMR-01 y PMR-12, se decide analizar distintos escenarios de simulación, considerando variaciones en los caudales de extracción de SCM MLCC.

El objetivo es estimar los niveles que se obtienen debido a una condición impuesta de disminución de caudal de extracción en pozos aledaños a los pozos de monitoreo que causaron la activación.

Los escenarios propuestos para el caso del pozo PMR-01, se presentan en la Tabla 3-3, mientras que para el PMR-12 se presentan en la Tabla 3-4.

Tabla 3-3: Descripción de escenarios propuestos relativos al pozo PMR-01

Escenario	Act. 2017 (ACL)
1	Disminución de bombeo a 50% en pozos aledaños (WP-01 y WP-02) durante el mes sucesivo al primer mes de activación.
2	Disminución de bombeo a 50% en pozos aledaños (WP-01 y WP-02) durante los 2 meses sucesivos al primer mes de activación.
3	Disminución de bombeo a 50% en pozos aledaños (WP-01 y WP-02) durante los 3 meses sucesivos al primer mes de activación (Total de meses que se activa el pozo).
4	Detención total del bombeo en pozos aledaños (WP-01 y WP-02) durante el mes sucesivo al primer mes de activación.
5	Detención total del bombeo en pozos aledaños (WP-01 y WP-02) durante los 2 meses sucesivos al primer mes de activación.
6	Detención total de bombeo en pozos aledaños (WP-01 y WP-02) durante los 3 meses sucesivos al primer mes de activación (Total de meses que se activa el pozo).

Fuente: Elaborado por Arcadis, 2019

Tabla 3-4: Descripción Escenarios propuestos, con relación al pozo PMR-12

Escenario	Act. 2018 (ACL)
1	Disminución de bombeo a 0% en pozos aledaños (PR-01, CCH-01, CCH-02, CCH-03, CCH-04 y CCH-05) durante los meses sucesivos al mes de activación hasta el fin de la simulación.

Fuente: Elaborado por Arcadis, 2019.

4 ANÁLISIS DE EFECTOS DEL HECHO INFRACCIONAL

La infracción a que hace referencia el Cargo N° 14 corresponde a la no ejecución de las acciones establecidas en el Plan de Monitoreo Robusto, Cantidad (2015), frente a la activación del Plan de Manejo Dinámico.

En efecto, y como ya se ha señalado, en el periodo comprendido entre los meses de agosto 2017 y enero de 2018, el pozo denominado PMR-01 gatilló la activación del PMD, lo que implicaba que se debía disminuir el caudal de extracción en uno o más pozos de bombeo en el área de monitoreo. Esta acción no se realizó, debido a que, tal como se indica en informe trimestral agosto-octubre 2017, "...si bien se cumplen las condiciones de activación, es pertinente considerar que, como ya se ha señalado, el modelo hidrogeológico tiene algunas deficiencias, presentándose diferencias de geometría que influyen en que haya un ajuste deficitario en la zona alta de la cuenca. Estas deficiencias serán subsanadas en la actualización del modelo en 2018". Adicionalmente, se señala que "el PMD solo se activa en el área 1 y no en las siguientes áreas, situación que implicaría básicamente una deficiencia del modelo. En el sector de bombeo del río Ramadillas, sólo el pozo WP-01 está operativo, y su operación se realiza para abastecer camiones aljibe, con un caudal promedio del orden de 5 L/s en el presente trimestre, inferior al caudal del derecho de aprovechamiento. En el caso de los pozos de la Quebrada la Brea, no es posible disminuir su operación dado que su función principal es remediar los efectos de las aguas de proceso".

A continuación, se presenta un análisis de los efectos de no haber disminuido el bombeo, para cada pozo. Para entender el contexto de la activación del PMD, se presenta también un análisis de las variables principales que intervienen en el sistema hídrico en las áreas donde se ubican los pozos PMR-01 y PMR-12, junto a los resultados de las simulaciones realizadas con el modelo hidrogeológico.

4.1 ANÁLISIS DE NIVELES

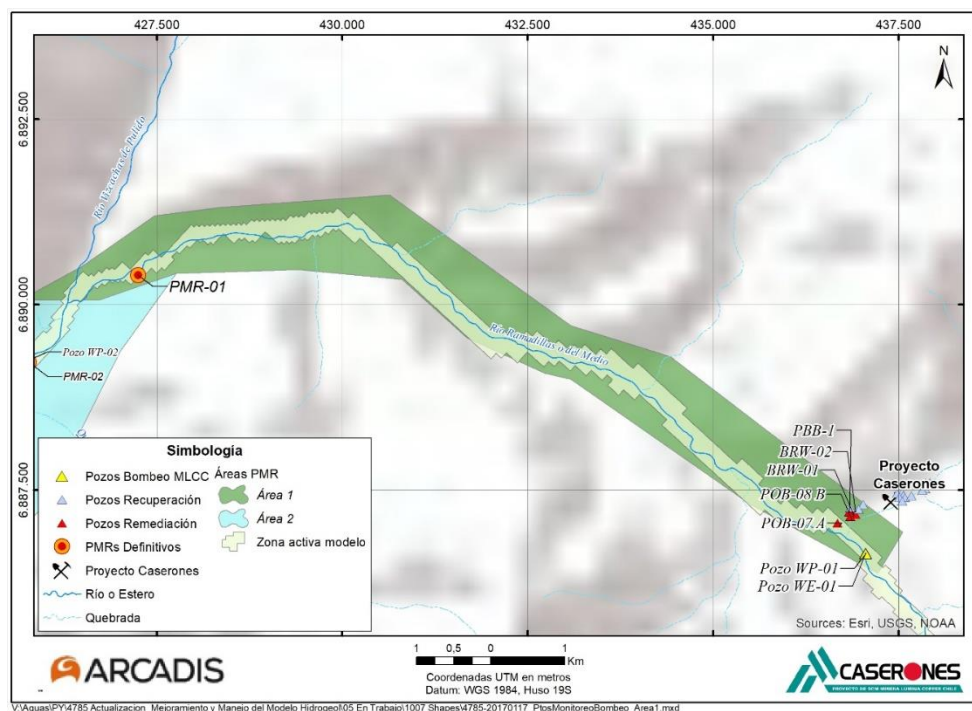
4.1.1 Pozo PMR-01

El pozo PMR-01 se ubica en el río Ramadillas, cuya zona corresponde al Área 1 del proyecto (ver Figura 4-1). Para realizar el análisis de niveles piezométricos es pertinente considerar que en este sector no hay estaciones fluviométricas, mientras que las estaciones pluviométricas más cercanas corresponden a Iglesia Colorada y Manflas Hacienda. Además, en dicha área sólo existe extracción por parte de SCM MLCC.

El bombeo en esta zona comenzó el año 2012 en los pozos WE-01 y WP-01, donde el primero de ellos detuvo su extracción a mediados del año 2014, manteniendo dicha condición hasta ahora. Adicionalmente, a fines del año 2014 entran en operación los pozos de remediación, localizados en la cabecera del Área 1. Cabe indicar que, en el dominio activo del modelo, sólo el pozo de remediación POB-7A queda incorporado, mientras que

los otros pozos están fuera del área de modelación, y, por lo tanto, el bombeo de cada pozo no es incorporado directamente en el modelo hidrogeológico.

Figura 4-1: Ubicación PMR-01

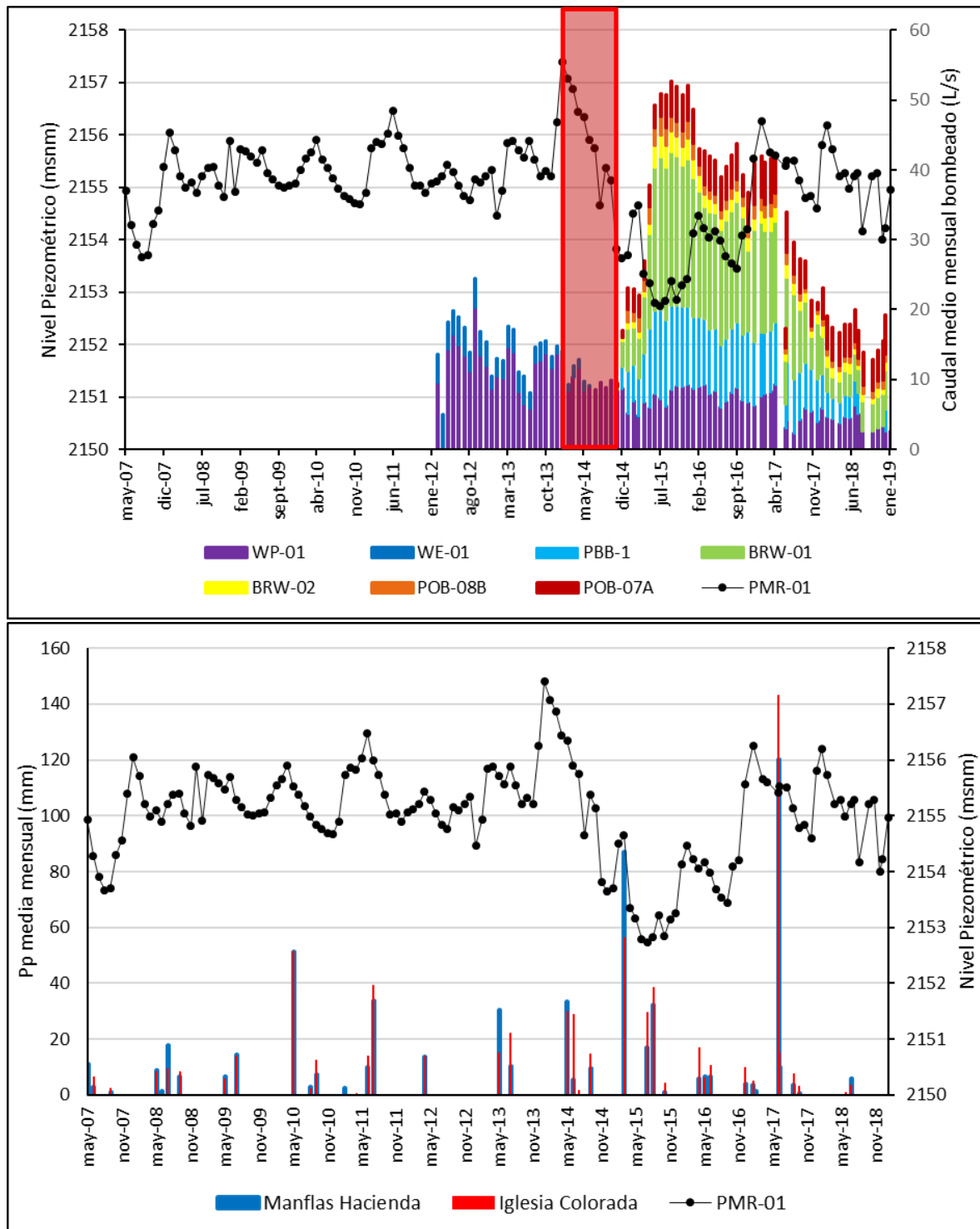


Fuente: Informes trimestrales, Elaborado por Arcadis.

La medición de nivel en el pozo PMR-01 comenzó en mayo de 2007, y los registros muestran que fluctuaron entre 2.154 y 2.156 msnm para el periodo mayo 2007 – enero 2012, no mostrando mayor fluctuación en los niveles producto del bombeo. En la Figura 4-2 se puede observar que, luego de un aumento de más de 2 m en el nivel del pozo PMR-01 a inicios de 2014, se inició un descenso de nivel del pozo, alcanzándose un nivel mínimo en julio de 2015 (con un aumento puntual en marzo de 2015). Posteriormente se observa un nivel con tendencia ascendente, y oscilaciones que se relacionan con la estacionalidad de la hidrología, hasta volver al rango de niveles registrados en mayo 2007. Se visualizan aumentos del nivel hacia los meses estivales de los años 2016, 2017 y 2018, siendo más marcada esta tendencia en los dos últimos años, mientras que en el periodo otoño-invierno van en descenso. En contraposición, en la Figura 4-2 se evidencia que la utilización del pozo WP-01 sigue una tendencia uniforme de descenso del caudal de explotación.

En general se observa que los meses con aumento de nivel se producen posterior a un evento importante de precipitación, si bien hay algunos aumentos de nivel que no tienen relación directa.

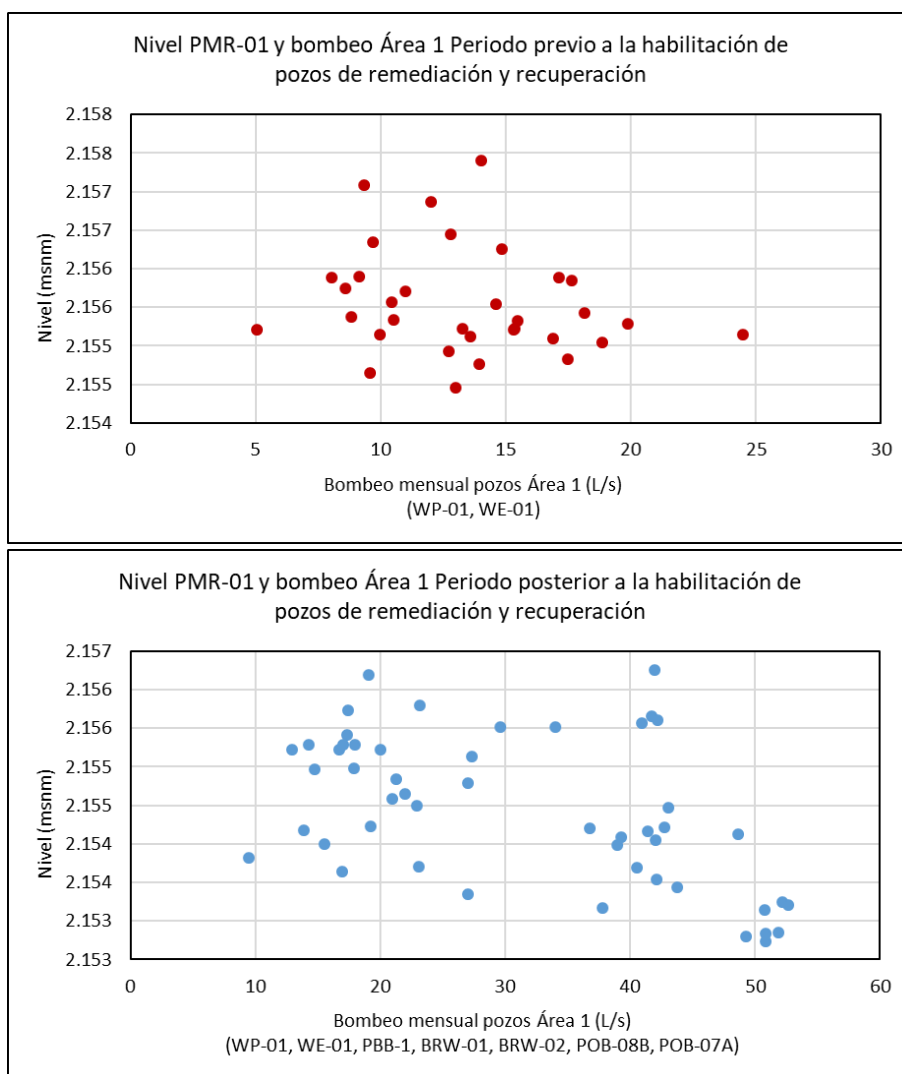
Figura 4-2: Comparación entre nivel piezométrico PMR-01, caudales bombeados por SCM MLCC y precipitaciones



Fuente: Elaborado por Arcadis con datos MLCC, 2019.

Se puede inferir de este análisis que el comportamiento del nivel en el acuífero, medido en este pozo, no sólo podría verse afectado por el bombeo de los pozos, sino que también puede estar influenciado por variables como la precipitación o caudal del río. El gráfico de la Figura 4-3 muestra la relación entre el nivel medido y el caudal bombeado total en el Área 1 para el periodo previo y posterior a la habilitación de los pozos de remediación, donde se observa que el nivel no tiene una relación directa con el caudal bombeado en ninguno de los periodos.

Figura 4-3: Relación entre nivel PMR-01 y caudal bombeado en Área 1

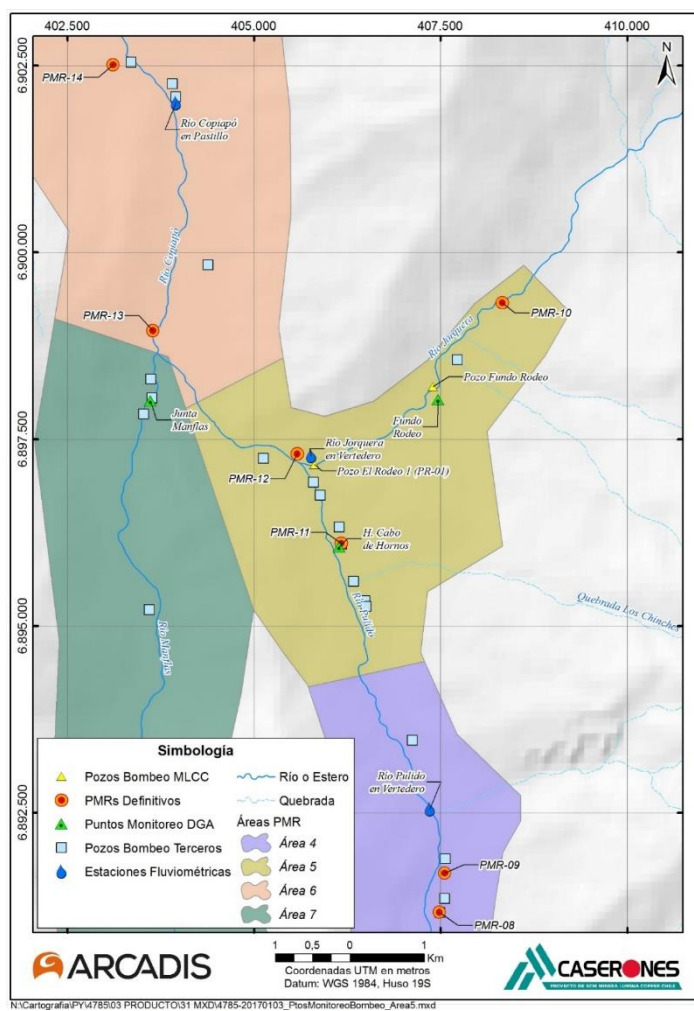


Fuente: Elaborado por Arcadis con datos MLCC, 2019.

4.1.2 Pozo PMR-12

El pozo PMR-12 se ubica en la confluencia de los ríos Pulido y Jorquera, en la zona correspondiente al Área 5 del proyecto (Figura 4-4). El análisis de niveles piezométricos considera dos pozos de extracción de SCM MLCC, de los cuales sólo El Rodeo 1 (PR-01, más cercano al PMR-12), bombea desde septiembre de 2014. Por su parte, el pozo Fundo Rodeo (PRD-1) no ha bombeado desde que se construyó (deshabilitado). Otras variables incluidas en este análisis corresponden a dos estaciones fluviométricas cercanas: río Jorquera en Vertedero, a 190 m aguas arriba de PMR-12 y río Pulido en Vertedero, a 5 km aguas arriba de PMR-12, tres estaciones pluviométricas más cercanas a la zona (Manflas Hacienda, Iglesia Colorada y Lautaro Embalse), algunos pozos de terceros identificados en el área, los cuales fueron clasificados de acuerdo a su cercanía con los pozos de monitoreo circundantes al PMR-12 (PMR-10, PMR-11 y PMR-13).

Figura 4-4: Ubicación de PMR-12



Fuente: Informes trimestrales, elaborado por Arcadis (2019)

Es pertinente considerar en este análisis que el pozo PMR-12 fue habilitado a comienzos del año 2016, por lo que no hay información histórica de nivel. Al contrastar la información del pozo de bombeo de SCM MLCC (PR-01) con los niveles del pozo de medición PMR-12 (ver Figura 4-5), se puede apreciar que aquellos meses con mayor extracción no implican una disminución clara en los niveles. En efecto, si se compara el primer año de medición de niveles en PMR-12 (marzo 2016 a enero 2017), la extracción promedio es mayor a la registrada en el último año (marzo 2018 – enero 2019), sin embargo, en dicho periodo los niveles piezométricos aumentaron, a diferencia de lo que ocurrió en el último año.

En la Figura 4-5 se aprecia que la evolución de niveles del pozo PMR-11 (pozo de control del área 4) indica una clara tendencia al alza a partir de marzo de 2018, en tanto que para el mismo período la evolución del nivel del pozo PMR-12 es de descenso. Esta situación indicaría que el descenso de nivel evidenciado en el PMR-12 no está condicionado por un efecto derivado de las extracciones de las áreas ubicadas en la parte superior de la cuenca, descartándose así un efecto derivado de la operación de los pozos CCH-1 al CCH-5.

En la cuenca del río Pulido, aguas abajo del pozo PMR-11, se ubican 4 pozos de terceros según se detalla en la Tabla 4-1. Se puede observar que el total de derechos de aprovechamiento de agua subterránea en el sector del río Pulido ascienden a un caudal de 213 L/s, donde los derechos de SCM MLCC equivalen a un caudal de 25 L/s, es decir, un 11,7 % de los derechos en el sector. Por otra parte, en el caso del sector del río Jorquera el total de derechos alcanza los 140 L/s, en tanto los derechos de MLCC ascienden a 55 L/s, los cuales, a la fecha, no están en uso.

Tabla 4-1: Pozos de extracción cuenca río Pulido y Jorquera

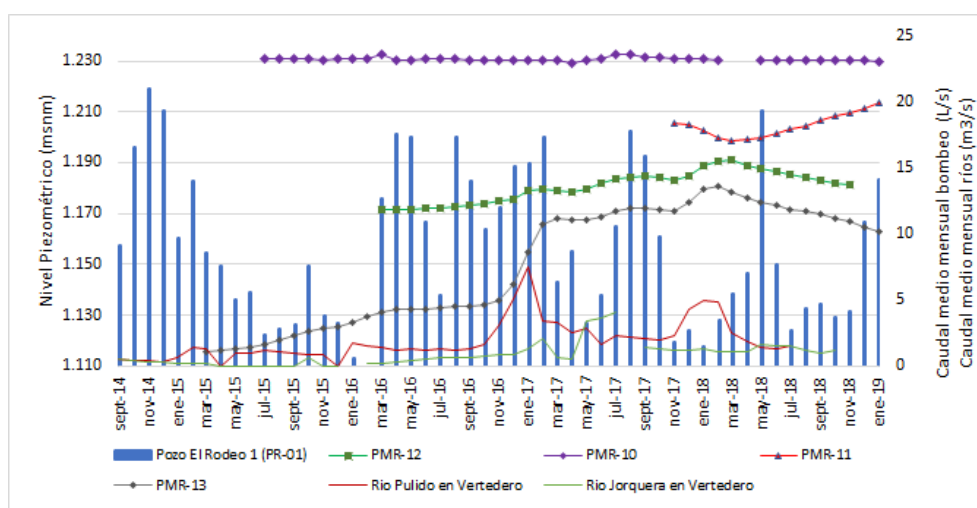
Pozo	Cuenca	Q Derecho [l/s]
PO-96	Pulido	80
PO-103	Pulido	15
PO-136	Pulido	48
PO-120	Pulido	45
PR-01	Pulido	25
Total	Pulido	213
PO-117	Jorquera	85
PRD-01	Jorquera	55
Total	Jorquera	140

Fuente: Elaborado por Arcadis con datos MLCC, 2019.

De acuerdo con lo anterior, existen antecedentes que explicitan que la influencia de los derechos de terceros en el sector es mayor a la de SCM MLCC (11,7 % en río Pulido).

Al incluir la información del pozo PMR-13 (el cual presenta una tendencia similar al PMR-12) y los caudales observados en las estaciones fluviométricas cercanas, se percibe que lo registrado en el punto PMR-12 sigue un comportamiento similar a la suma de los caudales provenientes de ambos ríos, en particular, las leves alzas más notorias se asocian a los *peaks* de caudales en río Pulido (meses estivales del año 2017 y 2018) y de río Jorquera (en los meses pluviales del año 2017). Es importante señalar que las crecidas estivales de río Pulido se vinculan a derretimiento de nieve, mientras que la crecida invernal de río Jorquera coincide con los eventos de precipitación en mayo de 2017 (Figura 4-7).

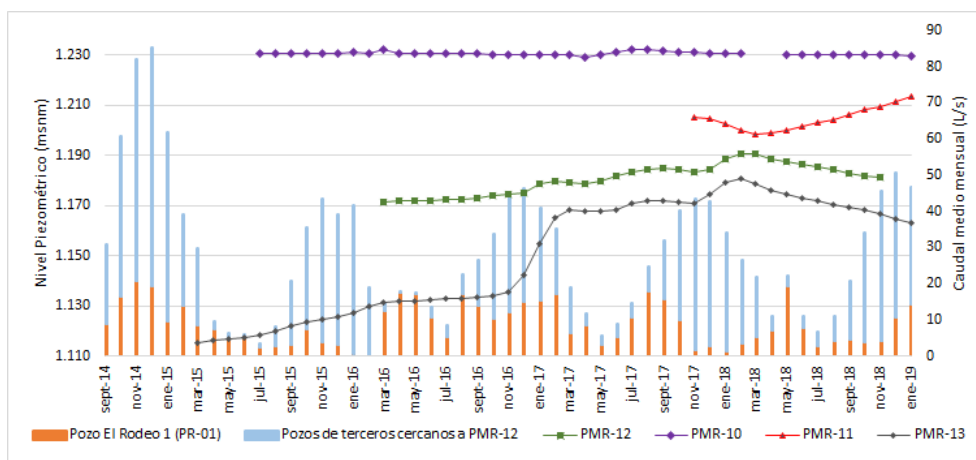
Figura 4-5: Comparación entre nivel piezométrico PMR-12 y caudales bombeados por SCM MLCC



Fuente: Elaborado por Arcadis con datos MLCC, 2019.

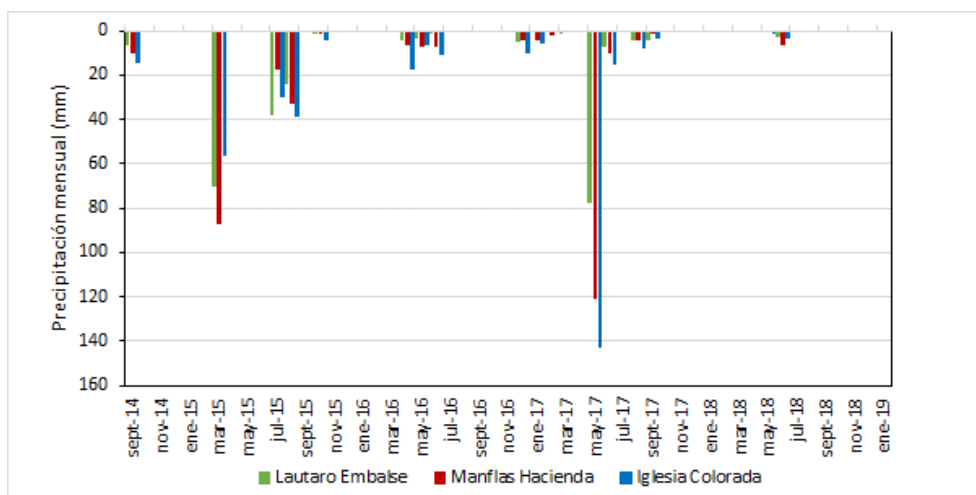
Si se hace la misma comparación entre lo bombeado por pozos de terceros cercanos al PMR-12 para el periodo inicial (marzo 2016 – enero 2017) y el periodo final (marzo 2018 – enero 2019), se tiene que los valores de caudal medio mensual extraído fueron de 12,5 L/s y 18,1 L/s, respectivamente (valores de caudal extraído estimados en Actualización 2018), es decir, se observa un aumento en dichas extracciones.

Figura 4-6: Comparación entre nivel piezométrico PMR-12, caudales bombeados por SCM MLCC y caudales bombeados por terceros cercanos a PMR-12



Fuente: Elaborado por Arcadis con datos MLCC, 2019.

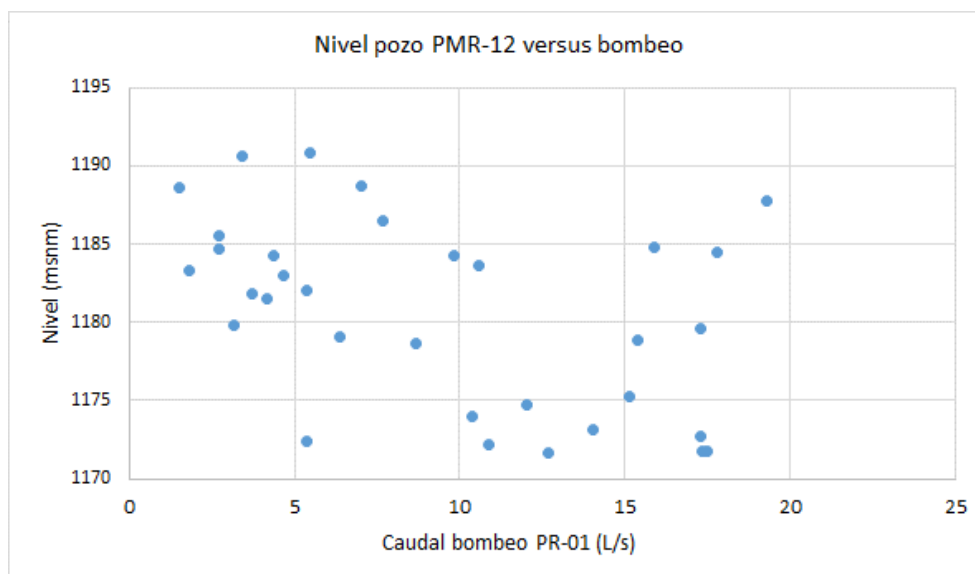
Figura 4-7: Estaciones pluviométricas cercanas a PMR-12 (septiembre 2014 – enero 2019)



Fuente: Elaborado por Arcadis con datos DGA, 2019.

Por otro lado, y dado que sólo se tiene información fluviométrica del río Pulido hasta julio de 2018, no es posible determinar concretamente que el alza se relacione al flujo del río, sin embargo, es posible concluir que en esta zona los niveles se comportan de acuerdo con el caudal que transcurre por los ríos cercanos respectivos y eventualmente a extracciones de terceros. En efecto, en la Figura 4-8 se muestra la relación entre el nivel registrado y el caudal bombeado en el área, donde se observa que no existe una relación directa entre ambas variables.

Figura 4-8: Relación nivel observado pozo PMR-12 y caudal extraído pozo PR-01



Fuente: Elaborado por Arcadis con datos MLCC, 2019

Por último, hay que señalar que, en los últimos años, luego del evento ocurrido en mayo de 2017, no se han registrado precipitaciones. El pozo PMR-12 comenzó su medición posterior al evento del año 2015, y, por lo tanto, los registros reflejan una situación hidrológica “atípica” para la zona. En los gráficos mostrados se observa cómo el nivel de este pozo aumentó paulatinamente, especialmente luego del evento de 2017, y, por tanto, el nivel proyectado por el modelo reflejará dicho comportamiento.

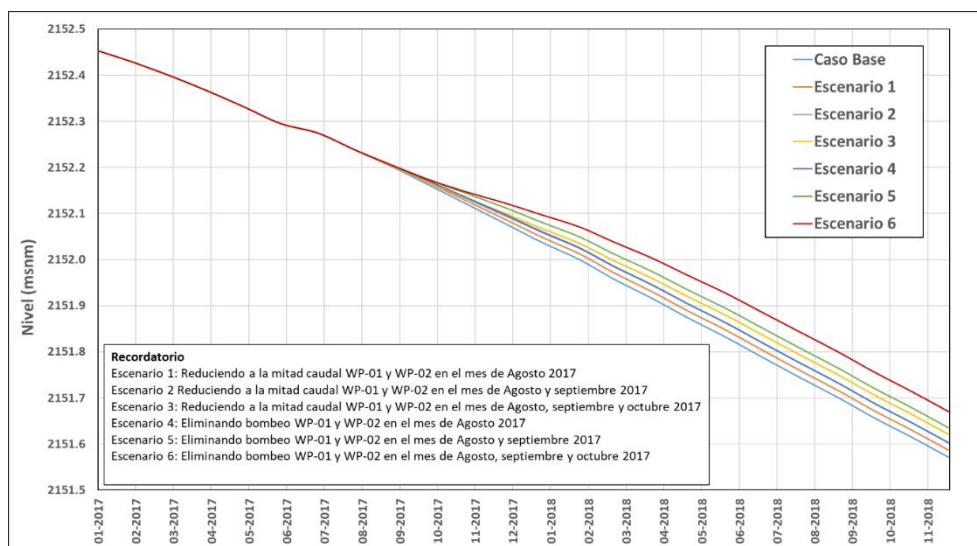
4.2 RESULTADOS DE SIMULACIONES PARA ESCENARIOS DE ESTUDIO

Los resultados al aplicar las condiciones de extracción antes señaladas (ver sección 3.4) para cada escenario, se presentan en la Figura 4-9 y Figura 4-10.

En la Figura 4-9 se puede ver que el efecto de variar los escenarios de extracción en torno al pozo PMR-01 es poco significativo, ya que el incremento máximo del nivel con respecto al caso base es de 10 cm, alcanzado por el escenario 6 (detención total de bombeos durante agosto, septiembre, octubre 2017).

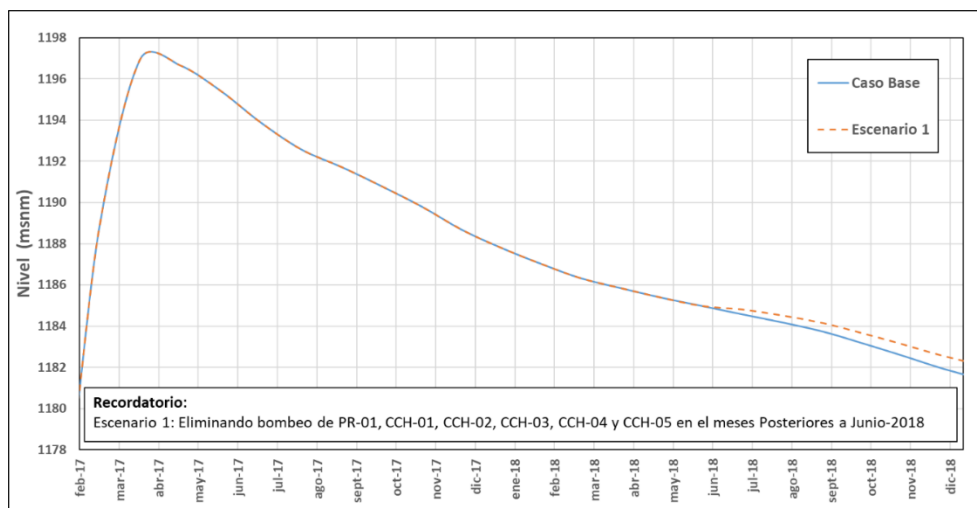
Respecto a los resultados para el pozo PMR-12, la Figura 4-10 muestra que no hay mayores diferencias en el nivel simulado. La máxima variación en el nivel proyectado con respecto a la simulación original (caso base) es de aproximadamente 70 cm, y se alcanza en el último mes de simulación. Es decir que, si se hubiesen ejecutado las acciones de disminuir el caudal, incluso considerando un escenario conservador (eliminando el bombeo en 6 pozos), el nivel del acuífero medido en esta zona se mantendría con la misma tendencia.

Figura 4-9: Niveles simulados en pozo PMR-01, Modelo Act. 2017 (ACL)



Fuente: Elaborado por Arcadis, 2019

Figura 4-10: Niveles simulados en pozo PMR-12, Modelo Act. 2018(ACL)

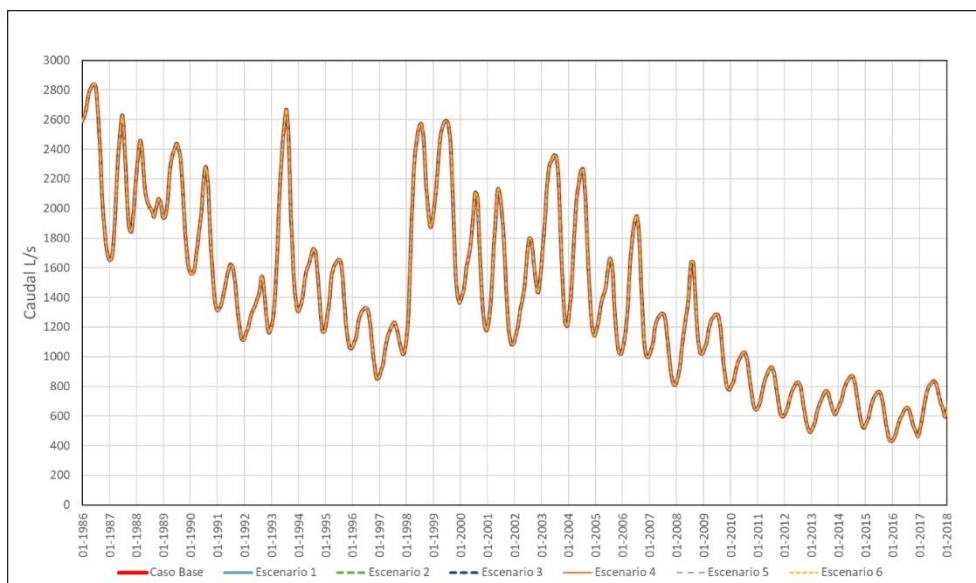


Fuente: Elaborado por Arcadis, 2019

Finalmente, se evaluó el efecto en el sector La Puerta, lugar donde ocurre el afloramiento de las aguas subterráneas. En todo el periodo de análisis, el efecto corregido sobre el caudal en La Puerta no supera los 310 L/s, situación que se mantuvo mientras estuvo activo el PMD. Por último, se verificó en cada escenario simulado que las salidas del sistema (afloramientos en el sector La Puerta) no variaran con respecto al caso base, cuyos resultados se muestran en la Figura 4-11 y la Figura 4-12.

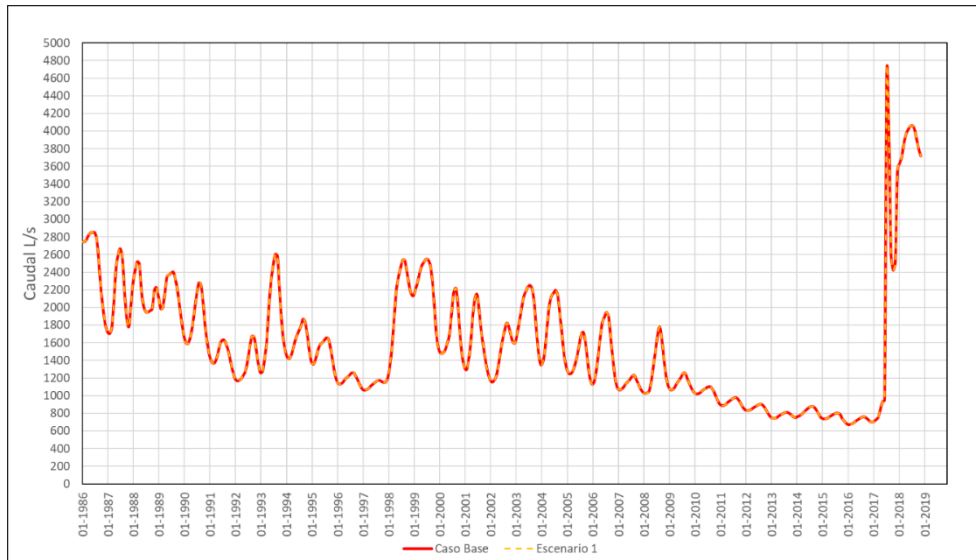
Por lo tanto, si bien hubo activación del PMD por los descensos del PMR-1 y PMR-12, el caudal aflorado en el sector La Puerta no se vio afectado.

Figura 4-11: Afloramientos, sector la puerta, Modelo Act. 2017(ACL)



Fuente: Elaborado por Arcadis, 2019

Figura 4-12: Afloramientos, sector la puerta, Modelo Act. 2018(ACL)



Fuente: Elaborado por Arcadis, 2019

5 CONCLUSIONES

En el contexto de la activación del PMD en los pozos PMR-01 y PMR-12, se analizaron los efectos de disminuir las extracciones en el modelo numérico con el fin de determinar si el no haber realizado una modificación en las extracciones en los pozos WP-01 y PR-01 generó o no algún efecto negativo. Básicamente se analizaron dos tipos distintos de escenarios:

- 50% de disminución del caudal de extracción en pozos de bombeo aledaños al pozo PMR-01 en los meses sucesivos a la activación del PMD
- Eliminación completa del caudal de extracción en pozos aledaños al pozo PMR-01 y PMR-12 en los meses sucesivos a la activación del PMD

En vista de los resultados obtenidos con el modelo, es posible concluir que la disminución de las extracciones no revierte los efectos en los descensos simulados. Por otra parte, a partir del análisis y correlación de información medida, se infiere que el comportamiento del nivel en los pozos está relacionado más bien con la precipitación y el caudal de los ríos que las extracciones por parte de SCM MLCC.

Particularmente el pozo PMR-01, presenta activación desde el mes de agosto del año 2017 hasta octubre del mismo año, incluso realizando cambios en el bombeo por parte de MLCC (disminuyéndolo a la mitad dicho bombeo y eliminándolo). En el caso del pozo PMR-12, a pesar de que se realizaron simulaciones eliminando el bombeo en 6 pozos pertenecientes a MLCC, el modelo no muestra variaciones considerables en los niveles proyectados en comparación con los niveles medidos. En ambos casos esto se relaciona a la estrecha relación entre niveles simulados y la hidrología incorporada (recarga superficial/subterránea), la cual causa un efecto regulador, evitando que los niveles varíen abruptamente como lo hacen los niveles medidos.

La evaluación de los distintos escenarios simulados muestra que el nivel del pozo PMR-01 y PMR-12 se mantiene en un rango similar al registrado en situación original (activación del PMD y extracción realizada por SCM MLCC). Adicionalmente, al analizar los niveles en otros pozos de monitoreo cercanos se visualiza un comportamiento estable, con oscilaciones asociadas a la estacionalidad (aumento en caudal del río y extracciones de terceros por uso en temporada de riego).

Por lo tanto, respecto al cargo N° 14, se concluye que no hay efectos producto de no haber realizado las acciones debido a la activación del PMD, toda vez que los niveles observados en el periodo 2017 y 2018, en las áreas 1 (PMR-01) y área 5 (PMR-12) se han mantenido dentro de los rangos históricos observados, y, adicionalmente, no se ha generado un efecto en el caudal de afloramiento en el sector La Puerta producto de las extracciones, manteniéndose el efecto sobre este sector bajo el umbral establecido.

6 REFERENCIAS

ARCADIS (2017). Modelo hidrogeológico cuenca alta del río Copiapó. Actualización 2017 (Diciembre 2015 a diciembre 2016).

ARCADIS (2017). Monitoreo y reportabilidad de proyecto Caserones asociados al Valle de Copiapó. Informe trimestral agosto-octubre 2017.

ARCADIS (2018). Modelo hidrogeológico cuenca alta del río Copiapó. Actualización 2018 (Diciembre 2016 a diciembre 2017).

ARCADIS (2018). Monitoreo y reportabilidad de proyecto Caserones asociados al Valle de Copiapó. Informe trimestral mayo-julio 2018.

ARCADIS (2018). Monitoreo y reportabilidad de proyecto Caserones asociados al Valle de Copiapó. Informe trimestral agosto-octubre 2018.

ARCADIS (2019). Monitoreo y reportabilidad de proyecto Caserones asociados al Valle de Copiapó. Informe trimestral noviembre 2018 - enero 2019.

COREMA Región de Atacama (2010) Resolución de Calificación Ambiental (RCA, 013/2010). Proyecto Caserones.

SCM MLCC (2008). Proyecto Caserones (Estudio de Impacto Ambiental). Anexo VI-4.

SCM MLCC (2015). Plan de Monitoreo Robusto Recurso Hídrico Cantidad.

SITAC (2009). Modelo Hidrogeológico, Anexo VI-4, Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Caserones Adenda 3.

7 APÉNDICES

APÉNDICE A:

Planilla xls: Base de datos Considerando 105 Res Ex N°4/ROL D-018-2019.