

ANT.: Res. Ex. D.S.C./P.S.A. N° 1191, de 17 de diciembre de 2015.

REF.: Expediente Sancionatorio N° **A-002-2013**.

MAT.: Acompaña documentos y solicitud que indica.

Santiago, 10 de febrero de 2016

Sra.
Camila Martínez Encina
Fiscal Instructora
División de Sanción y Cumplimiento
Superintendencia del Medio Ambiente
Presente



JAVIER VERGARA FISHER, abogado, en representación convencional de **Compañía Minera Nevada SpA ("CMN")**, ambos domiciliados para estos efectos en calle La Concepción N° 141, oficina 1106, comuna de Providencia, en el expediente del proceso sancionatorio **Rol N° A-002-2013**, a Ud. respetuosamente digo:

Que, la Res. Ex. D.S.C./P.S.A. N° 1191, de 17 de diciembre de 2015 resolvió abrir un término probatorio de 20 días hábiles, fijando en su punto resolutivo II.1, entre los hechos sustanciales, pertinentes y controvertidos, la "necesidad de profundización del muro cortafuga".

Que, en función de ello, esta parte viene en acompañar los siguientes documentos presentados por Compañía Minera Nevada SpA en el contexto del procedimiento de revisión de la Resolución de Calificación Ambiental 24/2006, al tenor de lo dispuesto en el artículo 25 quinquies de la ley N° 19.300:

- Extracto de las Respuestas a Observaciones y Requerimientos Contenidos en Carta N° 351, elaborado por Compañía Minera Nevada SpA, y que dan cuenta del diseño y funcionamiento del Sistema Cortafugas; y,
- Informe Final de Calidad Del Agua Subterránea Entorno Zanja Cortafuga Río Del Estrecho – Pascua Lama, elaborado por la consultora HIDROMAS y suscrito por Carlos Espinoza C.

Cabe hacer presente que, el primero de estos documentos, da cuenta de las especificaciones técnicas referentes al diseño y construcción del sistema de manejo de aguas de contacto, y en especial del muro cortafugas. Dicho documento permite establecer que éste fue construido de manera apropiada y que su operación, en conjunto con los demás elementos del Sistema Cortafugas, aseguran la estanqueidad de la obra hidráulica.

Asimismo, el segundo de estos documentos da cuenta de la calidad de las aguas subterráneas en el área del muro cortafugas hasta el año 2009, cuestión que resulta esencial para establecer la calidad natural de dichas aguas, así como también para corroborar la suficiencia del Sistema Cortafugas.

Por último, es necesario hacer presente también que esta parte ya acompañó otros antecedentes referentes a la construcción y diseño del muro cortafugas en su Contestación al Ordinario N° 058 de la SMA, de 29 de abril de 2013. En dicha presentación se acompañaron los siguientes documentos:

- Reporte 6413 – Z – RP – 0001 EVALUACION DEL DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL MURO CORTAFUGAS - SISTEMA DE MANEJO DE AGUAS CONTACTADAS - PASCUA (Anexo 2 de dicha presentación);
- KnightPiésold. Zanja Cortafuga y Tubería de Conducción N° 5 (Ref. No. SA202-00027/41-06). 2012 (Anexo 2 de dicha presentación).

Al respecto, esta parte reitera su solicitud en cuanto a que dichos documentos se tengan presentes en esta etapa del procedimiento, en tanto resultan relevantes para efectos de establecer la suficiencia del muro cortafugas.

POR TANTO,

Solicito a UD., tener por acompañados los documentos antes individualizados.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'L. Vega', with a horizontal line drawn through the middle of the signature.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA	2
2.1. Ubicación puntos de estudio	2
2.2. Parámetros a Analizar	4
3. ANÁLISIS CONCENTRACIÓN DEL SULFATO	5
3.1. Aspectos Generales.....	5
3.2. Análisis Pozos RE-8AS – RE-8AP	5
3.3. Análisis Pozos RE-14S – RE-14P	10
3.4. Análisis Pozos RE-17S – RE-17P.....	15
3.5. Análisis Conjunto Evolución Temporal Sulfato	20
4. ANÁLISIS DE OTROS PARÁMETROS DAR.....	23
5. LÍNEA BASE AGUAS SUBTERRÁNEAS PARÁMETROS DAR	43
6. CONCLUSIONES.....	44
7. REFERENCIAS	45



Carlos Espinoza C.
Ingeniero Civil, Ph.D.
Representante Legal HIDROMAS

1. INTRODUCCIÓN

Mediante el presente documento se complementan las respuestas a las consultas y requerimientos de la autoridad, relacionados con la calidad de las aguas subterráneas, que fueron formulados en la carta N° 351 de 2014 del Servicio de Evaluación Ambiental, de la Región de Atacama. Para dichos efectos, este informe da cuenta de una descripción y análisis de la calidad del agua subterránea y de la profundidad (respecto al nivel de terreno) que éstas presentan en la parte alta del río Del Estrecho, en el entorno de la Zanja Cortafugas.

Este estudio tiene dos propósitos:

- Definir el comportamiento de las concentraciones de varios parámetros físico-químicos en las aguas subterráneas, en función de las mediciones realizadas a través del tiempo en un conjunto de pozos denominados “históricos” ubicados tanto aguas arriba (RE-8AS, RE-8AP, RE-14P y RE-14S) como aguas abajo de la Zanja Cortafugas (RE-17S y RE-17P). Esto permitirá establecer la calidad de las aguas subterráneas en el periodo previo, durante y posterior a la construcción del denominado Muro Cortafuga.
- Establecer la calidad base en los pozos de contingencia de la línea L4 (ubicados inmediatamente aguas abajo de la Zanja Cortafugas), que no presentan información histórica, sino que sólo posterior a la construcción del Muro, lo que permitirá establecer un umbral de comparación para la futura operación del Proyecto, en términos de la detección de valores anómalos que evidencien una potencial filtración a través de la Zanja Cortafugas.

Todos los pozos mencionados poseen información de nivel y calidad de aguas, con la estadística de los siguientes parámetros: pH, aluminio (Al), arsénico (As), cobre (Cu), conductividad específica (CE), fierro total (Fe total), manganeso (Mn), sulfato (SO₄) y zinc (Zn); los cuales se consideran como representativos de potenciales Drenajes Ácidos de Roca (en adelante, DAR). Aunque en el presente informe el análisis se centrará principalmente en el sulfato, las otras variables también se analizan de forma más sintetizada.

2. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA

2.1. Ubicación puntos de estudio

La información histórica sobre la cual se basó este análisis, proviene de las mediciones realizadas en seis pozos ubicados en la cercanía del sistema cortafugas, que permitieron caracterizar las aguas subterráneas que fluyen hacia y desde éste.

En la Tabla 2.1 se presenta un resumen con las características de los seis pozos seleccionados, los cuales corresponden a un subconjunto de la red de monitoreo de Compañía Minera Nevada Spa (CMN). Su ubicación se presenta en la Figura 2.1.

Tabla 2.1
Características de Pozos Seleccionados

Pozo	E WGS84 (m)	N WGS84 (m)	Cota (m s.n.m.)	Prof. Perforación (m)	Prof. Sección Ranurada (*) (m)
RE-17P (profundo)	398.087	6.757.998	4.008	54	25--31
RE-17S (somero)	398.087	6.757.998	4.008	-	47--53
RE-8AP (profundo)	399.304	6.757.320	4.215	62	5--20
RE-8AS (somero)	399.304	6.757.320	4.215	-	51--57
RE-14P (profundo)	398.680	6.757.421	4.102	72	3--48
RE-14S (somero)	398.680	6.757.421	4.102	-	52--69

Fuente: Elaboración Propia.

Nota (*): Profundidad medida desde el nivel de terreno.

Figura 2.1
Ubicación de Pozos Seleccionados



Fuente: Elaboración Propia.

2.2. Parámetros a Analizar

Del mismo modo, a partir de la información revisada en la base de datos de la red de monitoreo subterránea de CMN, se seleccionaron los parámetros de calidad presentados en la Tabla 2.2.

Finalmente, en la Tabla 2.3 se presenta el periodo de registro disponible con información de calidad y profundidad del nivel estático, respecto de los pozos seleccionados para este análisis.

Tabla 2.2
Parámetros de Calidad Seleccionados

Parámetro	Símbolo	Unidad Medición Laboratorio
Aluminio Total	Al	mg/l
Arsénico Total	As	mg/l
Cobre Total	Cu	mg/l
Conductividad Específica	C.E.	μS/cm
Hierro Total	Fe	mg/l
Manganeso Total	Mn	mg/l
pH	pH	u.pH
Sulfato	SO ₄	mg/l
Zinc Total	Zn	mg/l

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 2.3
Periodos de Registro Utilizados de Calidad y Profundidad del Nivel Estático en Pozos

Pozo	Profundidad del Nivel		Calidad	
	Inicio Registro	Último Registro	Inicio Registro	Último Registro
RE-17P	septiembre-00	septiembre-09	marzo-06	septiembre-09
RE-17S	septiembre-00	septiembre-09	agosto-05	septiembre-09
RE-8AP	septiembre-00	septiembre-09	agosto-05	septiembre-09
RE-8AS	septiembre-00	septiembre-09	agosto-05	septiembre-09
RE-14P	septiembre-00	septiembre-09	octubre-01	septiembre-09
RE-14S	septiembre-00	septiembre-09	marzo-06	septiembre-09

Fuente: Elaboración Propia.

3. ANÁLISIS CONCENTRACIÓN DEL SULFATO

3.1. Aspectos Generales

En el siguiente acápite se analizan las variaciones naturales de las concentraciones de sulfato, en los pozos seleccionados, de los cuales da cuenta el acápite 2.1. Dicho análisis se realiza desde aguas arriba hacia aguas abajo según la ubicación de los pozos, como se aprecia en la Figura 2.1.

3.2. Análisis Pozos RE-8AS – RE-8AP

La evolución de sulfato en el tiempo para los pozos RE-8AS (pozo somero) y RE-8AP (pozo profundo) se presenta en la Figura 3.1, con información desde el año 2005 hasta septiembre del año 2009.

Se aprecia la variabilidad del sulfato a lo largo de los años en el pozo RE-8AS, aumentando su concentración en los meses de deshielo. El pozo RE-8AP presenta una leve variabilidad de sulfato, pero siempre manteniendo valores superiores a los registrados en RE-8AS.

El resumen con la información histórica registrada se presenta en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1
Resumen de Concentración de Sulfato (mg/l) en Pozos RE-8AS y RE-8AP

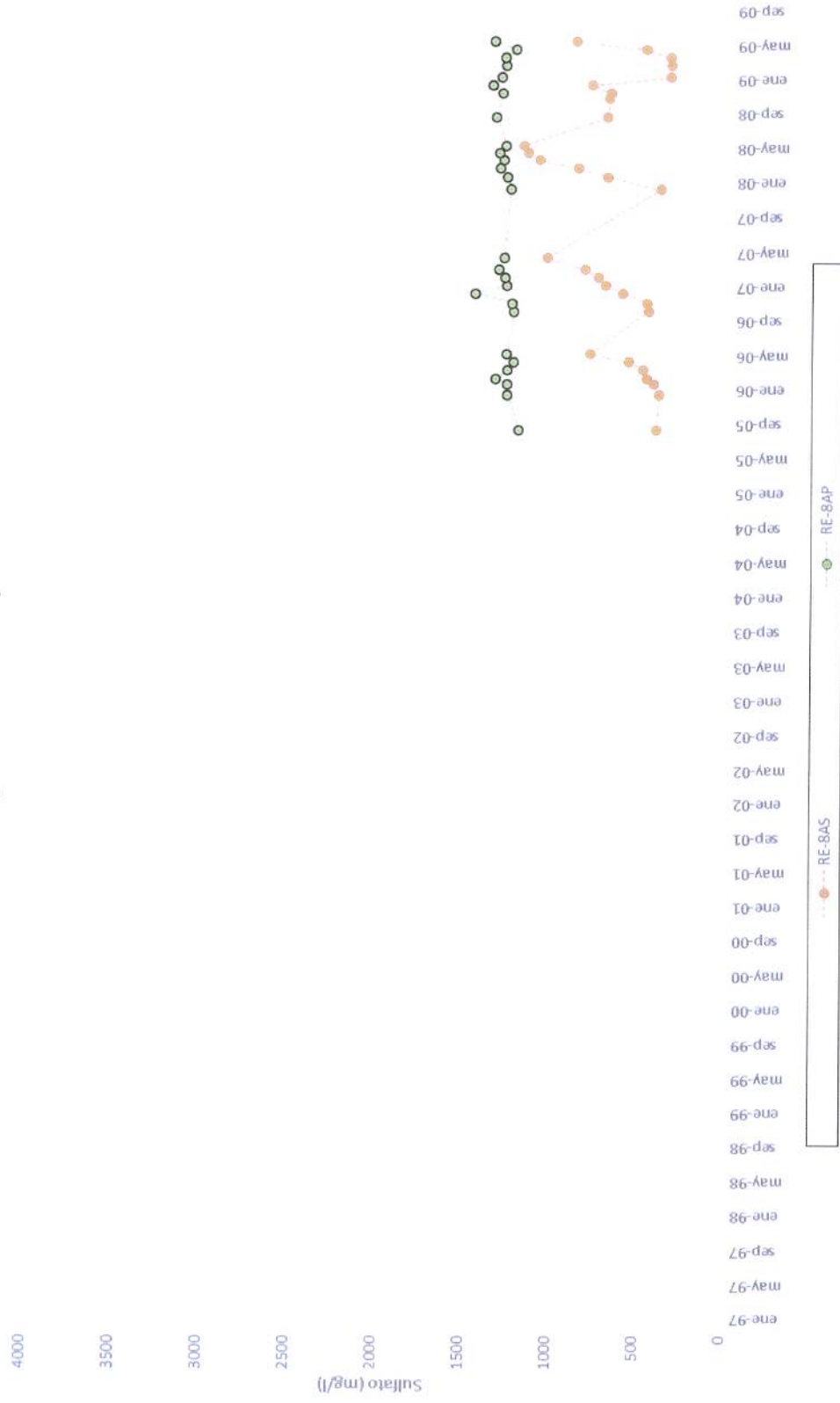
	RE-8AS	RE-8AP
N° datos	29	28
Máximo	1.165	1.440
Mínimo	323	1.188
Promedio	642	1.277

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 3.2 se presenta la variación de la profundidad del nivel estático que presentan los pozos, desde el año 2000 hasta septiembre del año 2009. Ambos registran el mismo comportamiento, presentando por lo general mínimos (niveles más altos) en enero y máximas profundidades al inicio de los deshielos. Para el pozo RE-8AP se observa una marcada tendencia a la disminución del nivel (más allá de los cambios estacionales) desde el año 2006 aproximadamente, y para el pozo RE-8AS no se observa un cambio evidente en la variación de nivel, a nivel interanual.

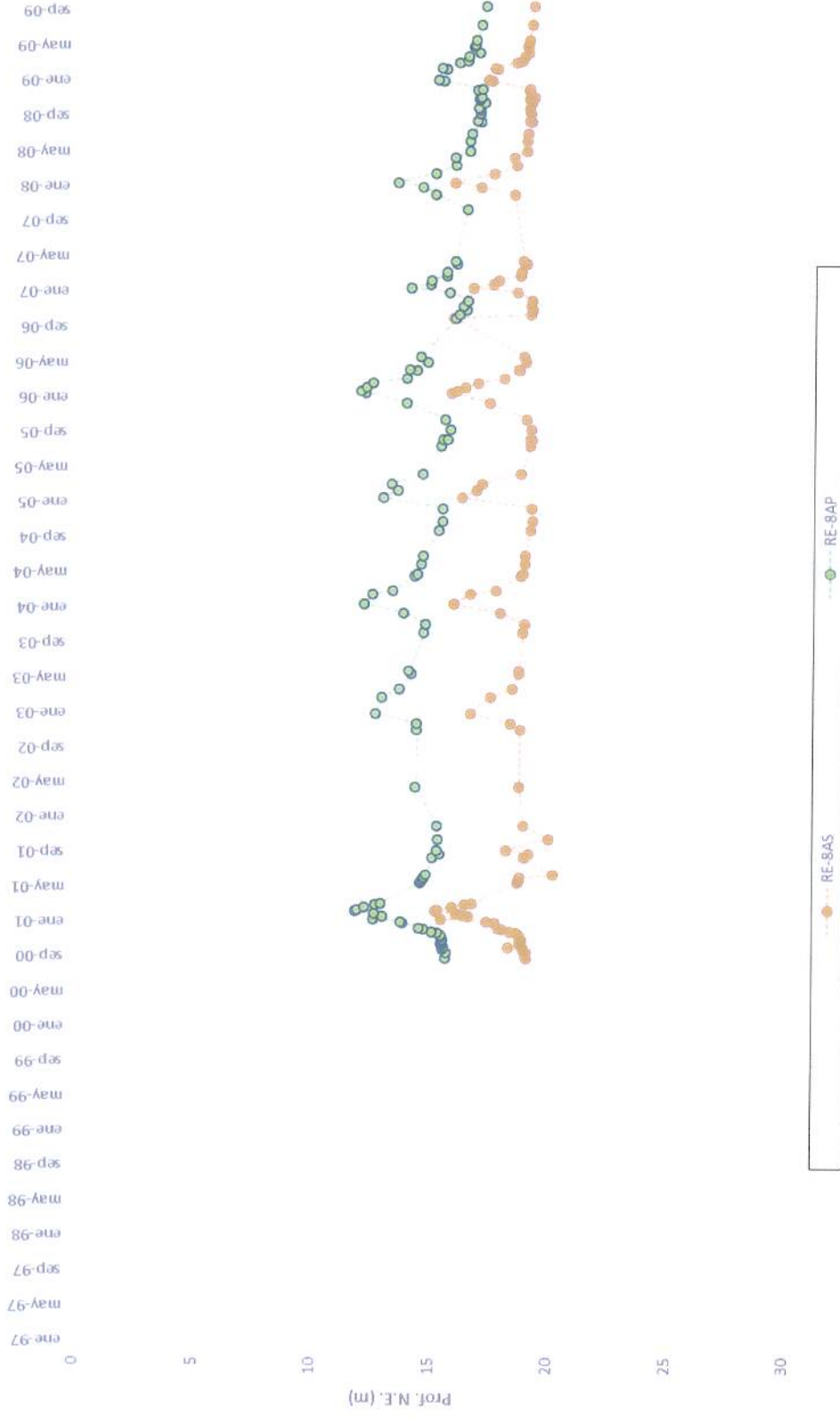
Para complementar lo anterior, se presentan las Figuras 3.3 y 3.4, donde se observan los niveles y concentraciones de sulfato en los pozos RE-8AS y RE-8AP, respectivamente.

Figura 3.1
Sulfato Registrado en RE-8AS y RE-8AP



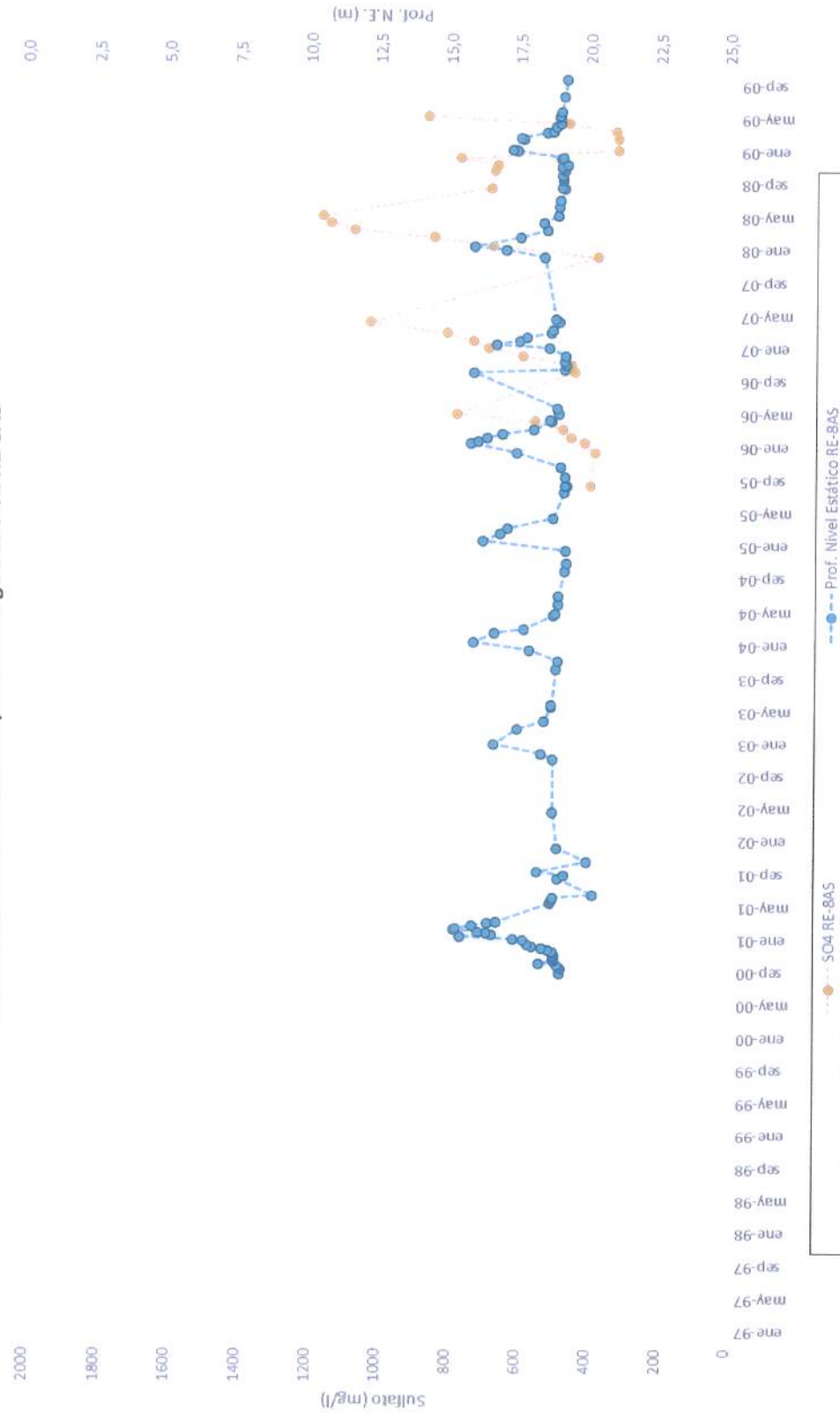
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.2
Profundidad de Nivel Estático Registrada en RE-8AS y RE-8AP



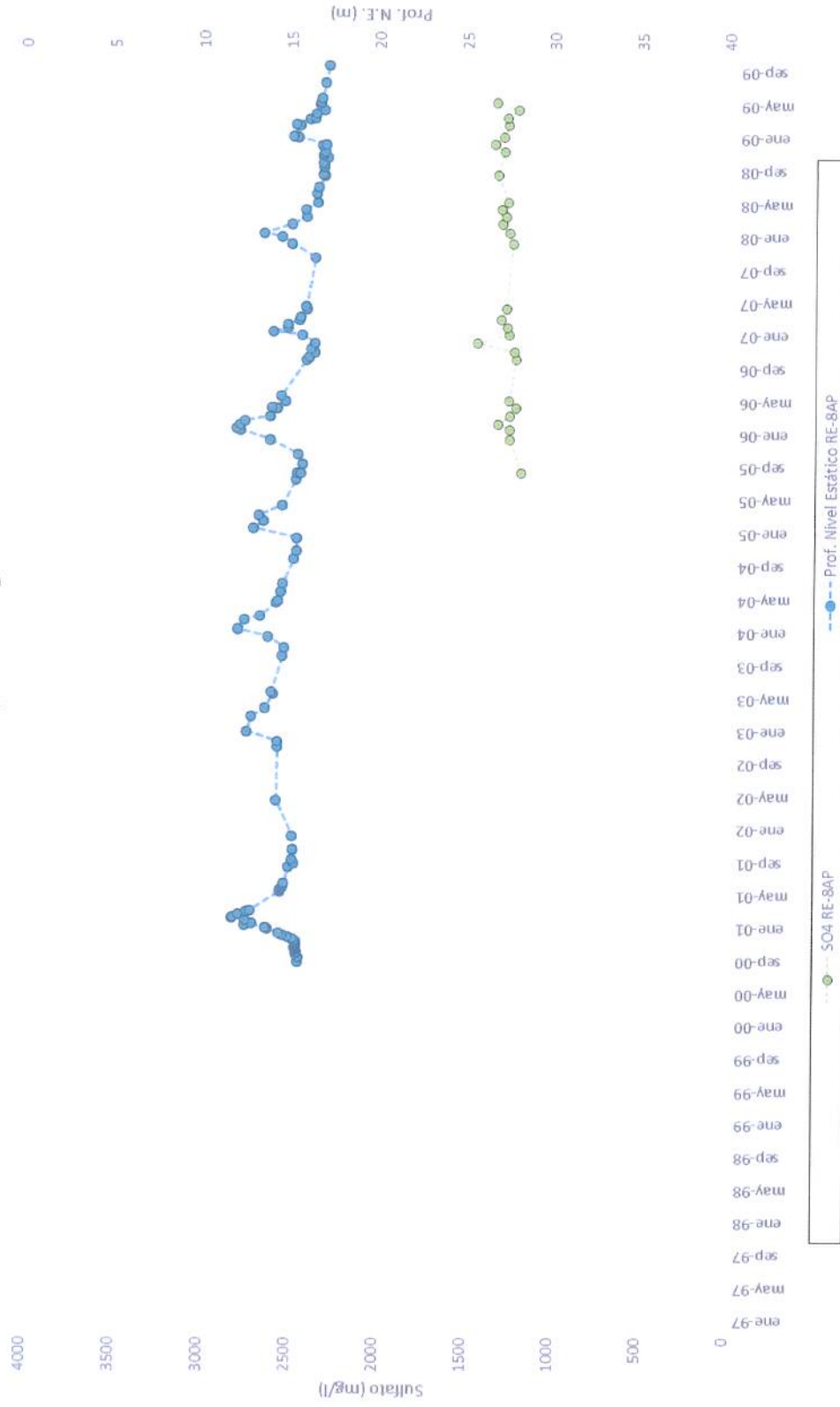
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.3
Profundidad de Nivel Estático y Sulfato Registrado en RE-8AS



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.4
Profundidad de Nivel Estático y Sulfato Registrado en RE-8AP



Fuente: Elaboración Propia.

De la Figura 3.3 se aprecia que los aumentos en la concentración de sulfato van ligados con los aumentos en la profundidad del nivel estático en el pozo somero RE-8AS. Por otro lado, en la Figura 3.4 se observa que en el pozo RE-8AP el comportamiento inverso, es decir, los máximos valores de concentración de sulfato se observan cuando hay un incremento en los niveles del agua subterránea.

3.3. Análisis Pozos RE-14S – RE-14P

La evolución temporal de sulfato para los pozos RE-14S (pozo somero) y RE-14P (pozo profundo) se presenta en la Figura 3.5, con información desde el año 2001 hasta septiembre del año 2009.

Se aprecia que el pozo somero RE-14S presenta una variabilidad anual, aumentando sus concentraciones de sulfato en la época de deshielo en el periodo 2006-2009. El pozo RE-14P presenta una leve variabilidad anual de su concentración de sulfato en el periodo 2006-2009, pero en general con valores superiores o similares a los registrados en el pozo somero. En ambos pozos se observa una leve tendencia al alza en las concentraciones de sulfato previo al año 2009.

El resumen con la información histórica registrada se presenta en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2
Resumen de Concentración de Sulfato (mg/l) en Pozos RE-14S y RE-14P

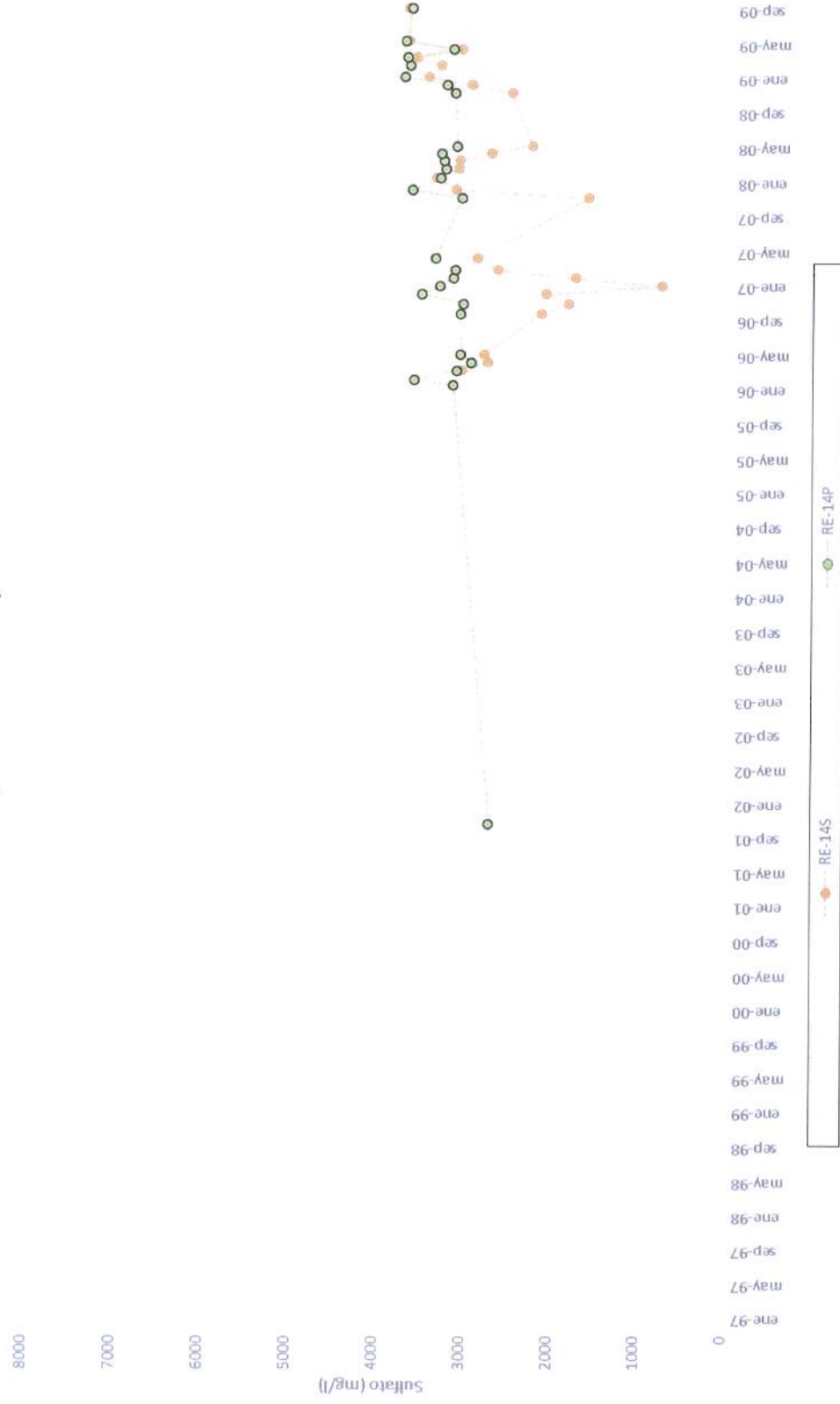
	RE-14S	RE-14P
N° datos	25	28
Máximo	3.659	3.708
Mínimo	749	2.700
Promedio	2.714	3.273

Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 3.6 se presenta la variación de profundidad del nivel estático que muestran los pozos, desde el año 2000 hasta septiembre del año 2009. Ambos registran un comportamiento similar, presentando mínimos en los meses de deshielo, y máximos al inicio del verano, para el periodo 2000-2009.

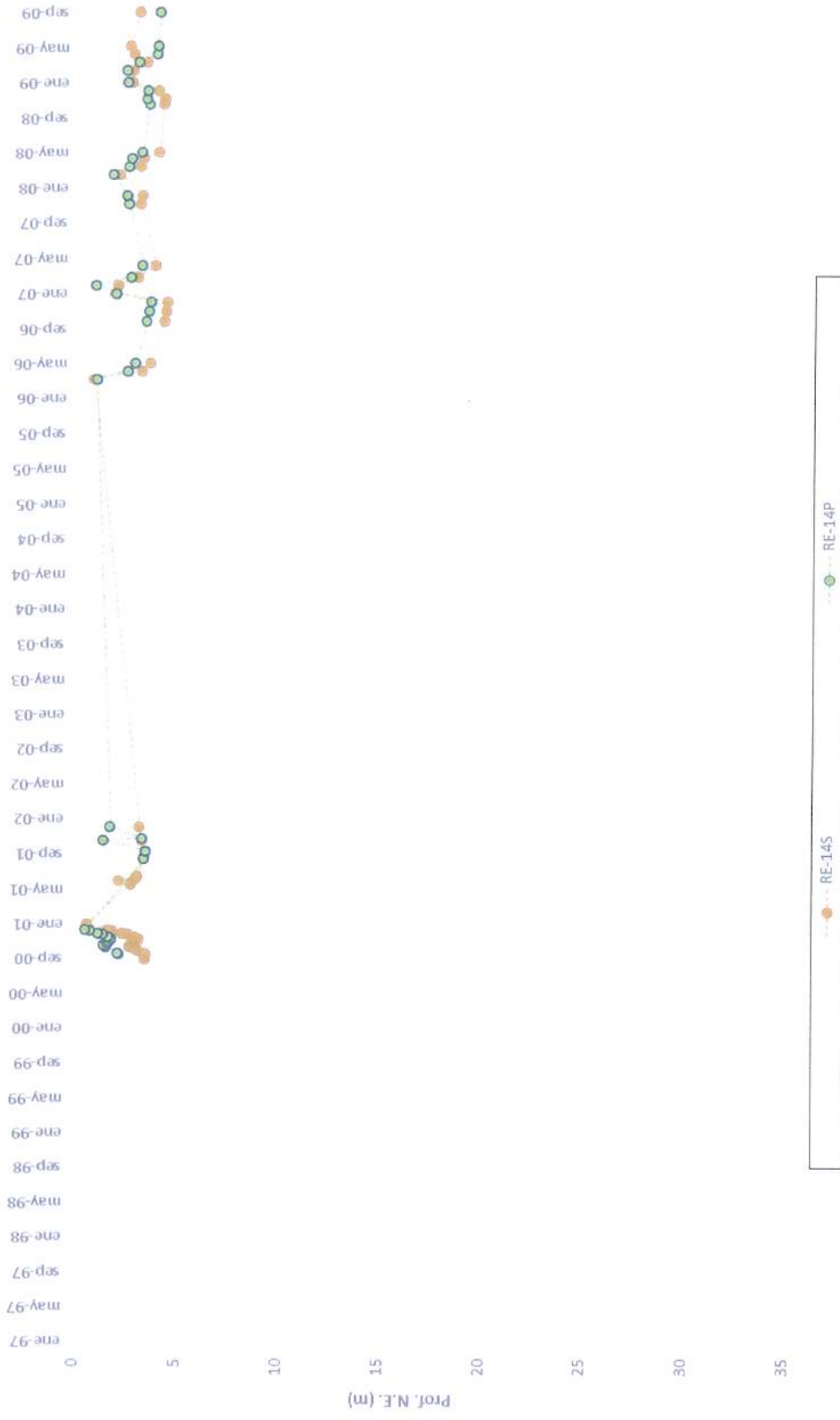
De manera de integrar los puntos anteriores, se presentan las Figuras 3.7 y 3.8, donde se observan los niveles y concentraciones de sulfato en los pozos RE-14S y RE-14P, respectivamente.

Figura 3.5
Sulfato Registrado en RE-14S y RE-14P



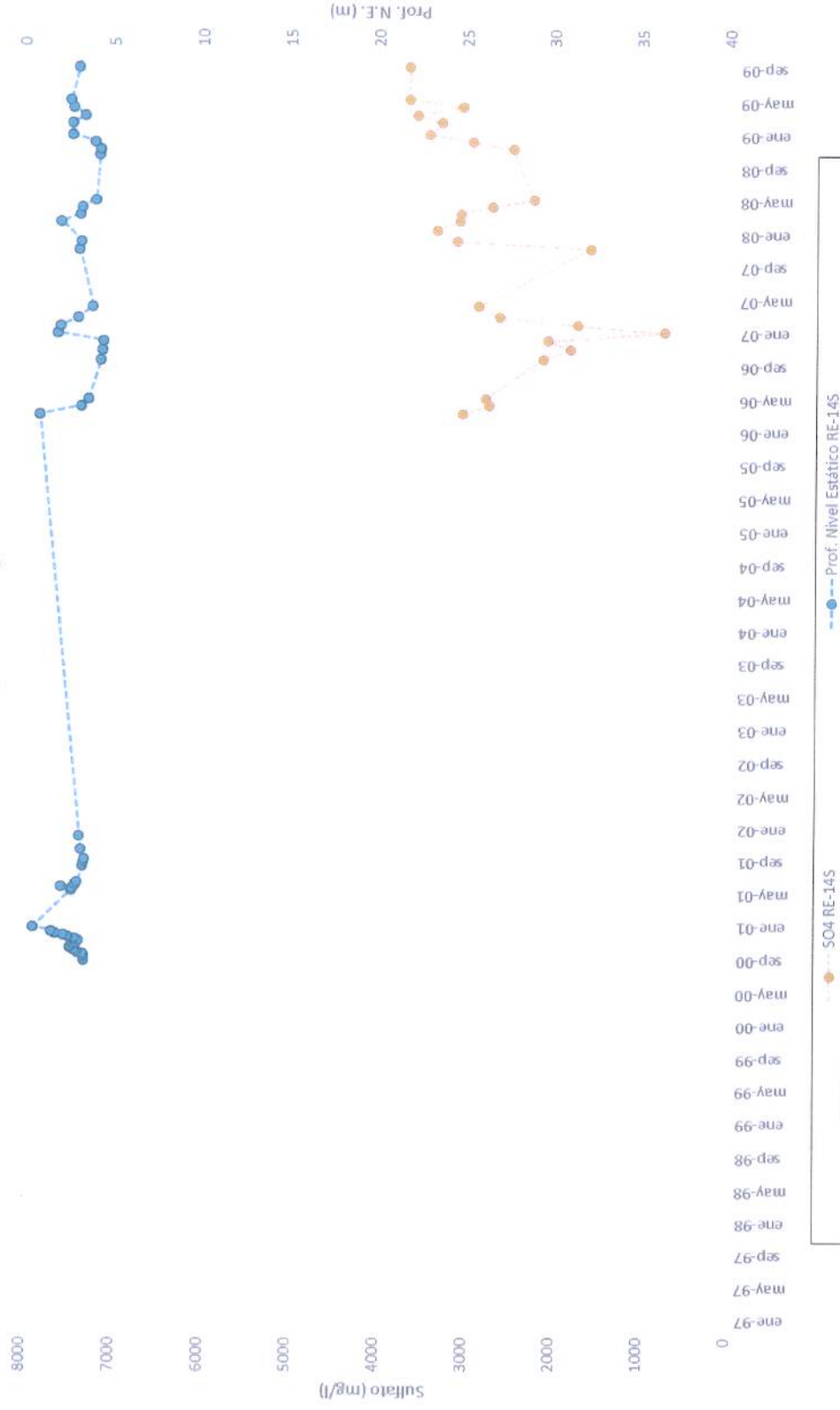
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.6
Profundidad de Nivel Estático Registrada en RE-14S y RE-14P



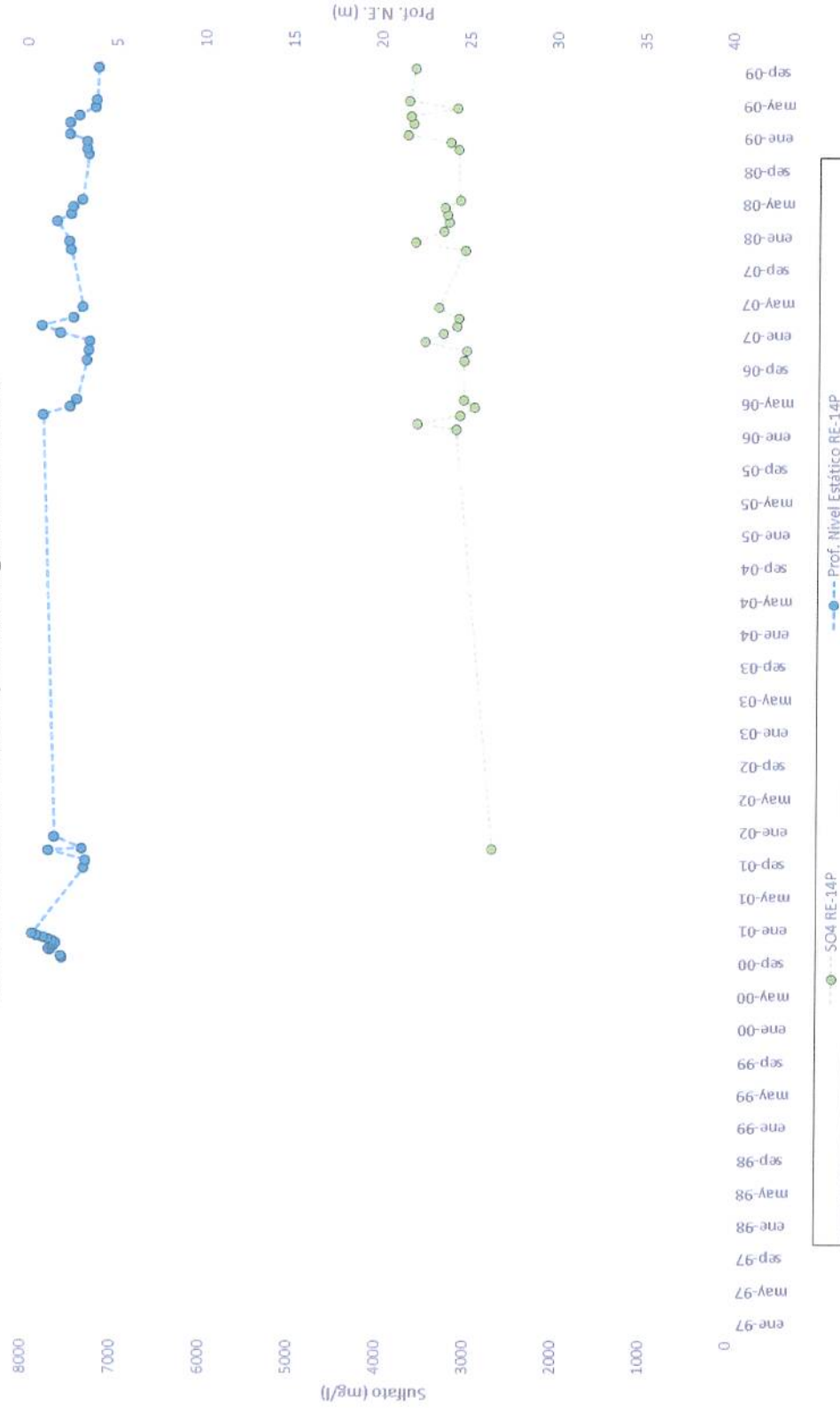
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.7
Profundidad de Nivel Estático y Sulfato Registrado en RE-14S



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.8
Profundidad de Nivel Estático y Sulfato Registrado en RE-14P



Fuente: Elaboración Propia.

3.4. Análisis Pozos RE-17S – RE-17P

La evolución del sulfato a través del tiempo se presenta en la Figura 3.9 para los pozos RE-17S (pozo somero) y RE-17P (pozo profundo), con información desde el año 2005 hasta septiembre del año 2009. Al observar el pozo RE-17S, se aprecia su variabilidad interanual, con concentraciones que presentan máximos en la época de deshielo y mínimos cuando esta época finaliza. El pozo RE-17P también presenta una variabilidad, no tan marcada como el pozo somero, con máximos de concentración de sulfato en la época de deshielo. El resumen con la información histórica registrada se presenta en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3
Resumen de Concentración de Sulfato (mg/l) en Pozos RE-17S y RE-17P

	RE-17S	RE-17P
N° datos	33	30
Máximo	2.913	3.043
Mínimo	494	854
Promedio	1.644	2.374

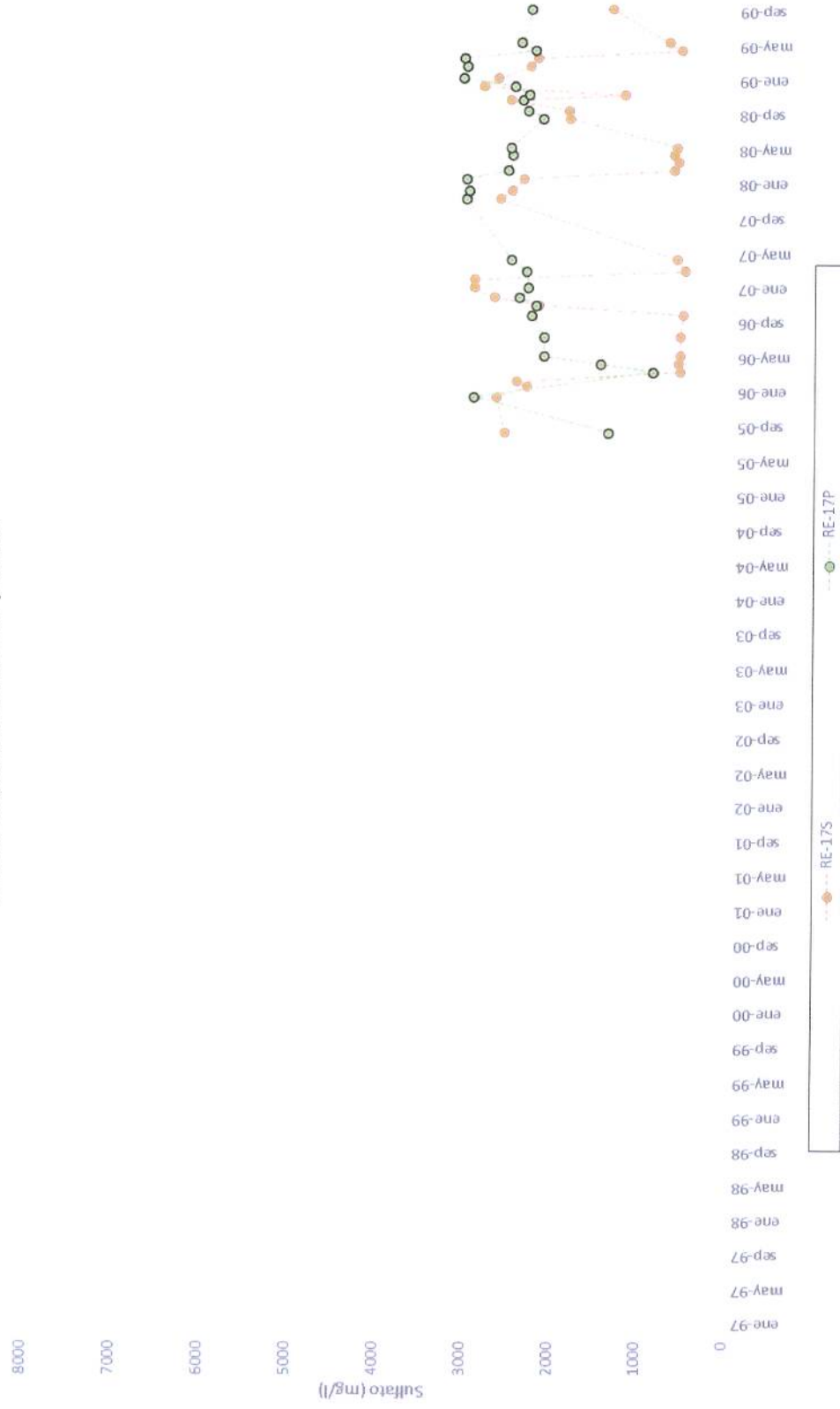
Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 3.10 se presenta la variación de la profundidad del nivel estático que presentan los pozos, desde el año 2000 hasta septiembre del año 2009. Ambos registran un comportamiento similar, presentando mínimos en los meses de deshielo, y máximos al inicio del verano, para el periodo 2000-2009.

Para complementar lo anterior, se presentan las Figuras 3.11 y 3.12, donde se observan los niveles y concentraciones de sulfato en los pozos RE-17S y RE-17P, respectivamente

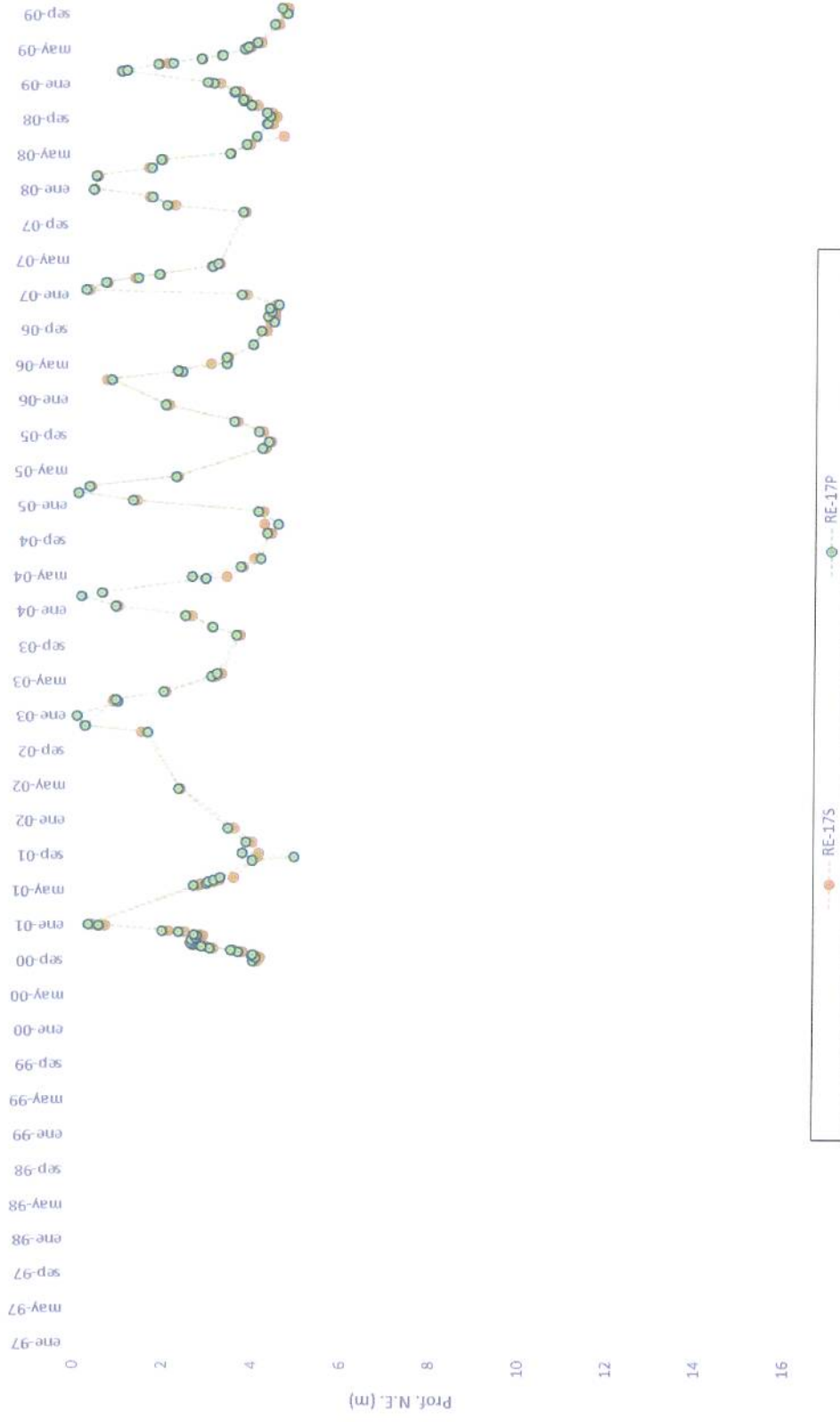
A partir de las figuras descritas, se aprecia que en ambos pozos, los aumentos en la concentración de sulfato van ligados con las disminuciones de la profundidad al nivel estático. Es decir, los incrementos de la concentración de sulfato tienen relación con el aumento del nivel estático registrado en cada pozo.

Figura 3.11
Sulfato Registrado en RE-17S y RE-17P



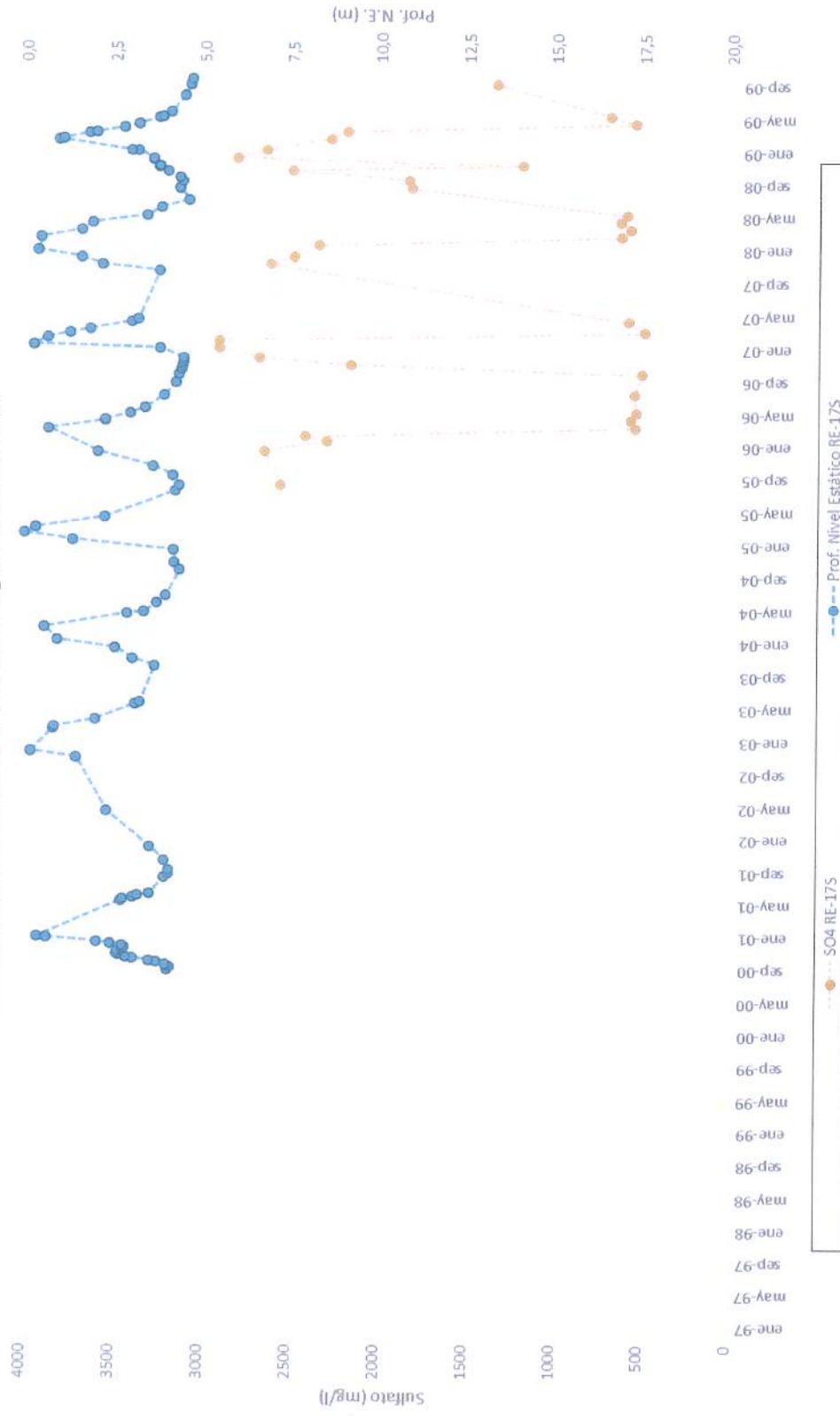
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.12
Profundidad de Nivel Estático Registrada en RE-17S y RE-17P



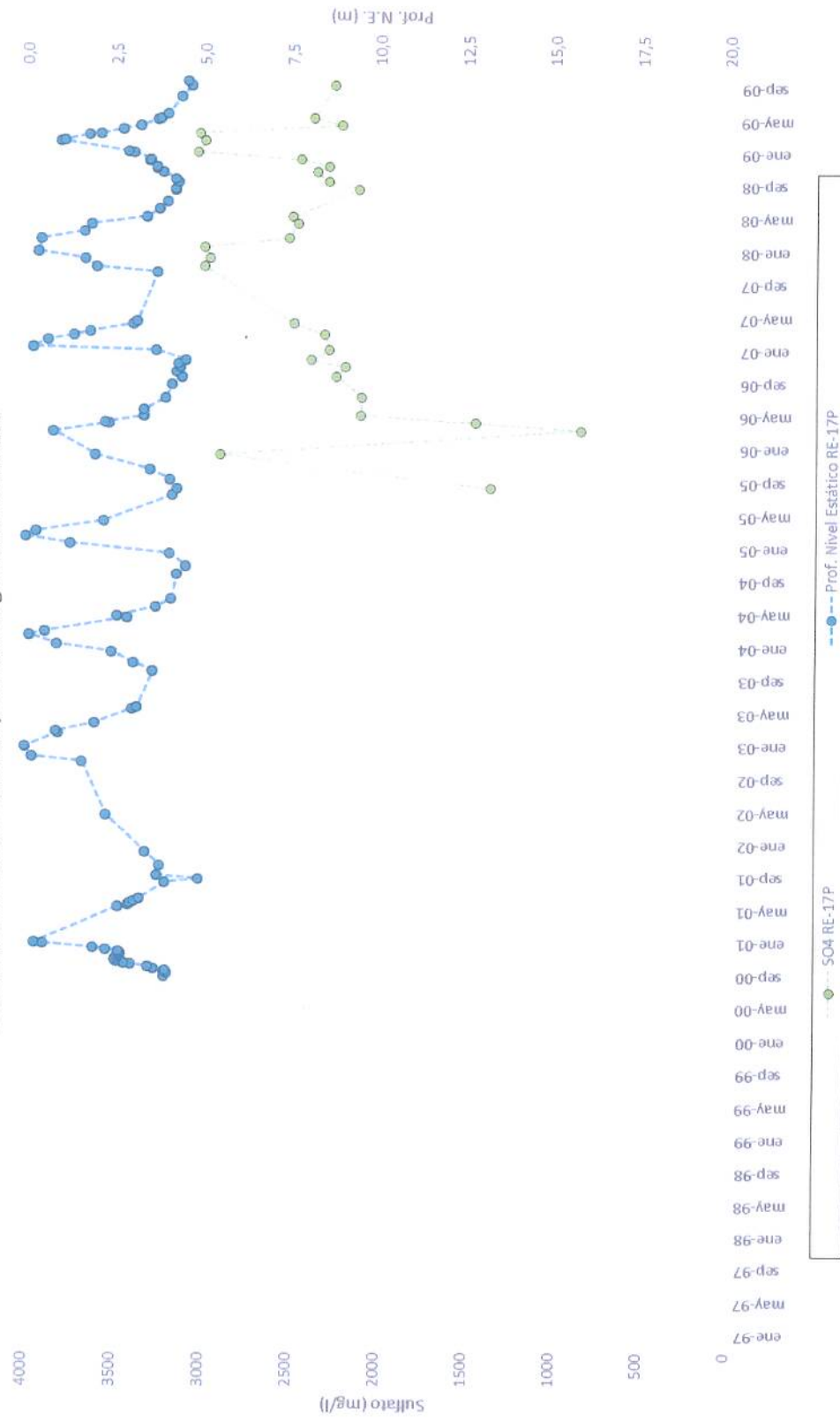
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.13
Profundidad de Nivel Estático y Sulfato Registrado en RE-17S



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.14
Profundidad de Nivel Estático y Sulfato Registrado en RE-17P



Fuente: Elaboración Propia.

3.5. Análisis Conjunto Evolución Temporal Sulfato

En la Figura 3.13 se presenta la evolución temporal de sulfato en la red de pozos descritos en los puntos anteriores. A partir de ésta se puede hacer la diferenciación entre dos grupos de pozos: el primero, compuesto por: RE-14P, RE-14S, RE-17P, y parte de RE-17S (meses de verano) con valores aproximados entre los 500 mg/l y 3.500 mg/l; y un segundo grupo compuesto por RE-8AS, RE-8AP, y parte de RE-17S (meses de invierno), con valores máximos de concentración de sulfato de 1.500 mg/l aproximadamente.

De manera de sintetizar lo anterior, se presenta la Tabla 3.4 en la cual se observan las concentraciones máximas, mínimas y promedio de sulfato registradas hasta septiembre de 2009, es decir, un mes antes del inicio de la construcción del proyecto en octubre de 2009.

Tabla 3.4
Resumen de Concentración de Sulfato (mg/l) considerando Registro hasta Septiembre de 2009

Pozo	RE-8AS	RE-8AP	RE-14S	RE-14P	RE-17S	RE-17P
N° datos	29	28	25	28	33	30
Máximo	1.165	1.440	3.659	3.708	2.913	3.043
Mínimo	323	1.188	749	2.700	494	854
Promedio	642	1.277	2.714	3.273	1.644	2.374

Fuente: Elaboración Propia.

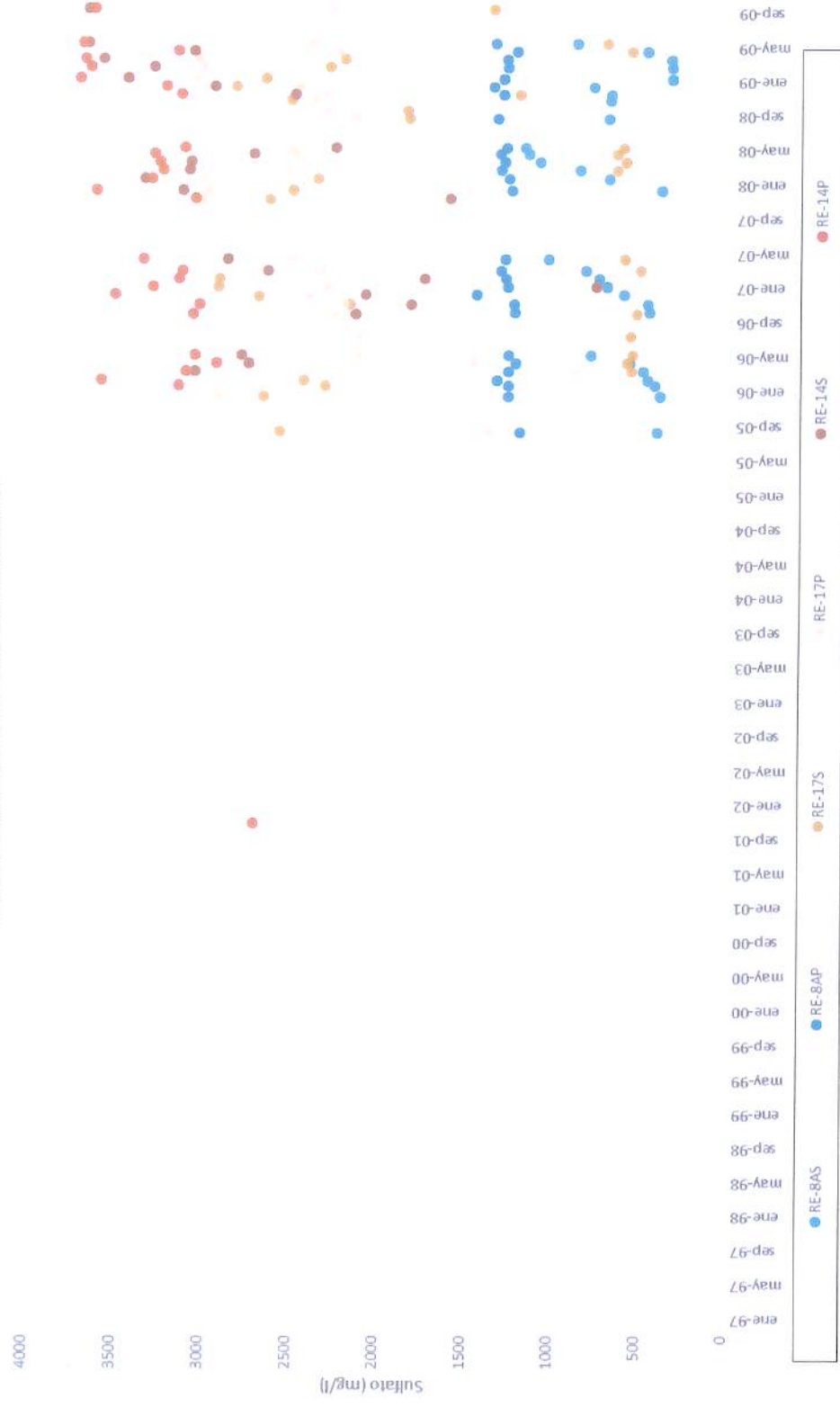
A partir de la información anterior se generó la Figura 3.14, en la cual se presentan los valores de concentraciones máximas, mínimas y promedio de sulfato para el registro hasta septiembre 2009, graficados a través de la línea de flujo que va desde los pozos RE-8AS/RE-8AP hasta los pozos RE-17S/RE-17P. La separación entre los valores asociados a los pozos corresponde a una representación de la distancia real que existe entre cada uno de ellos.

A partir de las Figuras 3.13 y 3.14 se aprecia que las concentraciones máximas de sulfato registradas hasta septiembre de 2009 (antes del inicio de la construcción del proyecto) difieren a lo largo de la línea de flujo conformada por: RE-8AS/RE-8AP, ubicado aguas arriba del muro; RE-14S/RE-14P, ubicado aguas arriba del muro, y RE-8AS/RE-8AP y RE-17S/RE-17P, ubicados aguas abajo del sistema cortafugas. En particular, se observa que en la proximidad del sistema cortafugas se presentan concentraciones mayores de sulfato, las cuales superan por sobre un 100% los valores registrados en el inicio de la línea de flujo considerada. La misma situación sucede al considerar los valores promedios de sulfato.

Adicionalmente, en todos los pozos se presenta el mismo comportamiento respecto de sus concentraciones: el valor promedio y máximo de sulfato registrado hasta septiembre de 2009 es mayor en el pozo profundo, y el valor mínimo registrado es menor en el pozo somero.

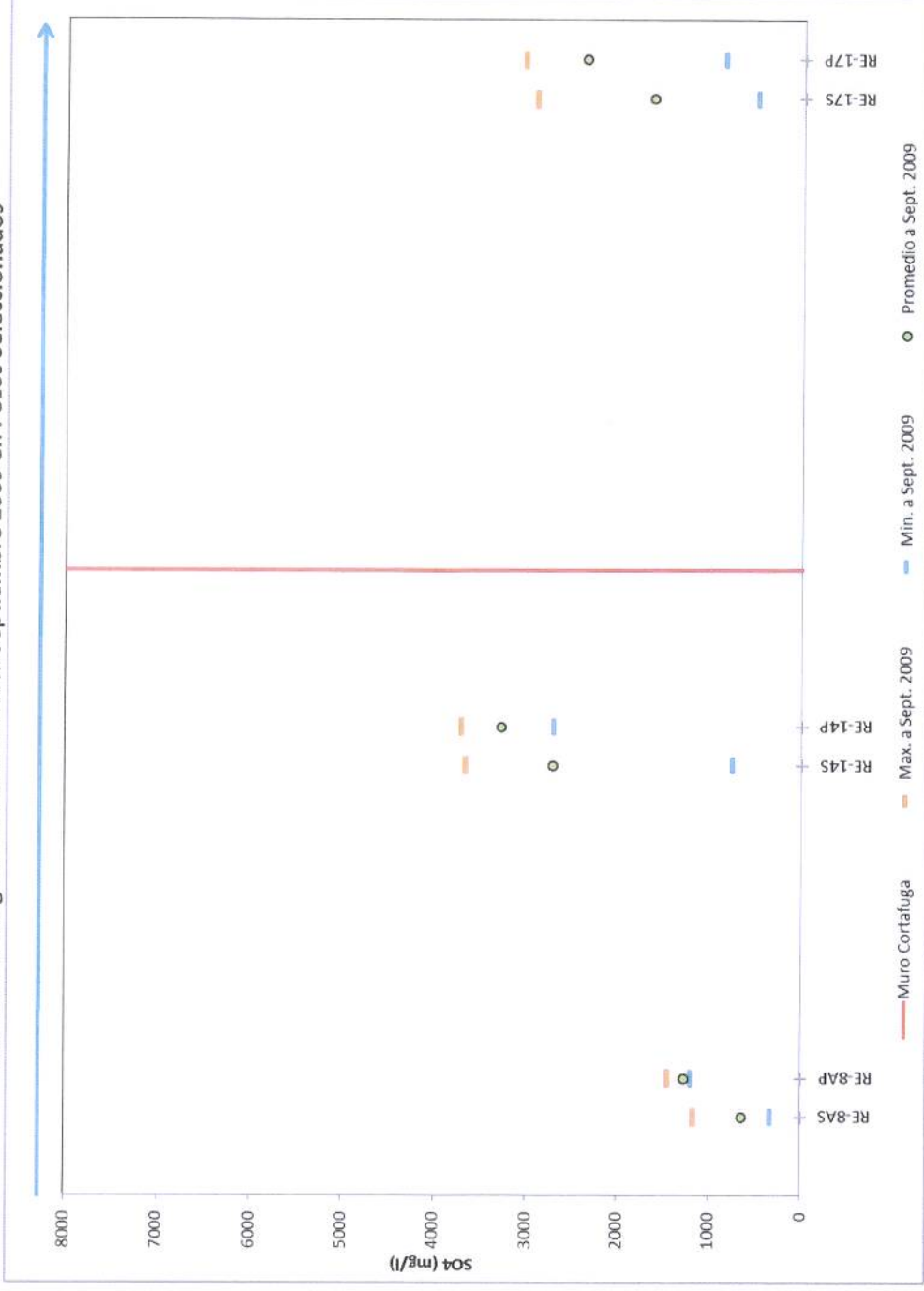
De esta manera, se observa que la calidad de las aguas ubicadas en las proximidades de la Zanja Cortafugas indicaría un importante aporte desde aguas subterráneas mineralizadas.

Figura 3.15
Sulfato Registrado en Pozos Seleccionados



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.16
Resumen de Registro de Sulfato hasta Septiembre 2009 en Pozos Seleccionados



Fuente: Elaboración Propia.

4. ANÁLISIS DE OTROS PARÁMETROS DAR

A partir de los datos proporcionados por CMN, se revisó la información disponible de los parámetros de calidad descritos en la Tabla 2.2, y se generó el resumen estadístico detallado desde la Tabla 4.1 a la Tabla 4.8 de parámetros por pozos, utilizando el registro hasta septiembre 2009, es decir, un mes antes del inicio de la construcción del proyecto en octubre de 2009.

Tabla 4.1
Resumen de Concentración de Aluminio (mg/l) en Periodo hasta Septiembre 2009

Pozo	RE-8AS	RE-8AP	RE-14S	RE-14P	RE-17S	RE-17P
N° datos	29	28	25	28	33	30
Máx	51	47	332	308	195	205
Mín	4	25	46	180	17	39
Promedio	27,9	33,8	218,6	247,0	99,9	135,9

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4.2
Resumen de Concentración de Arsénico (mg/l) en Periodo hasta Septiembre 2009

Pozo	RE-8AS	RE-8AP	RE-14S	RE-14P	RE-17S	RE-17P
N° datos	29	28	25	28	33	30
Máx	0,021	0,016	6,2	2	0,03	0,086
Mín	0,0001	0,0012	0,0527	0,0028	0,0028	0,01
Promedio	0,01	0,01	0,82	0,34	0,01	0,03

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4.3
Resumen de Concentración de Cobre (mg/l) en Periodo hasta Septiembre 2009

Pozo	RE-8AS	RE-8AP	RE-14S	RE-14P	RE-17S	RE-17P
N° datos	29	28	25	28	33	30
Máx	1,7	1,02	14	15	5,9	8,8
Mín	0,19	0,711	2,1	6	0,46	3,4
Promedio	1,0	0,9	8,3	9,6	3,1	5,2

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4.4
Resumen de Concentración de Conductividad Específica (µS/cm) en Periodo hasta Septiembre 2009

Pozo	RE-8AS	RE-8AP	RE-14S	RE-14P	RE-17S	RE-17P
N° datos	29	28	25	28	33	30
Máx	1.813	2.205	5.200	5.080	3.653	4.000
Mín	571	1.900	1.033	3.100	861	1.432
Promedio	1.052	2.033	3.861	4.204	2.240	3.349

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4.5
Resumen de Concentración de Hierro (mg/l) en Periodo hasta Septiembre 2009

Pozo	RE-8AS	RE-8AP	RE-14S	RE-14P	RE-17S	RE-17P
N° datos	29	28	25	28	33	30
Máx	24	49	331	161	237	170
Mín	1,2	18	6,1	12	8	37
Promedio	5,8	30,1	114,2	133,0	100,2	147,4

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4.6
Resumen de Concentración de Manganeseo (mg/l) en Periodo hasta Septiembre 2009

Pozo	RE-8AS	RE-8AP	RE-14S	RE-14P	RE-17S	RE-17P
N° datos	29	28	25	28	33	30
Máx	11	14	116	119	93	111
Mín	1,5	10,5	18	85	5,5	16
Promedio	6,0	12,9	79,7	101,9	45,8	73,9

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4.7
Resumen de Concentración de pH en Periodo hasta Septiembre 2009

Pozo	RE-8AS	RE-8AP	RE-14S	RE-14P	RE-17S	RE-17P
N° datos	29	28	25	28	33	30
Máx	4,64	4,05	3,86	3,63	3,84	3,76
Mín	3,35	2,93	2,6	2,66	2,69	2,66
Promedio	4,0	3,2	3,1	3,0	3,3	3,1

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4.8
Resumen de Concentración de Zinc (mg/l) en Periodo hasta Septiembre 2009

Pozo	RE-8AS	RE-8AP	RE-14S	RE-14P	RE-17S	RE-17P
N° datos	29,0	28,0	25,0	28,0	33,0	30,0
Máx	5,2	5,0	64,0	64,0	45,0	50,0
Mín	1,1	3,5	9,2	42,0	2,5	6,8
Promedio	3,2	4,3	41,8	53,1	20,8	32,5

Fuente: Elaboración Propia.

En las Figuras 4.1 y 4.2 se presenta la evolución temporal de la concentración de aluminio en los pozos seleccionados para el registro disponible, las concentraciones máximas, mínimas y promedio de aluminio registradas hasta septiembre de 2009, graficadas a través de la línea de flujo para los pozos seleccionados, respectivamente.

En las Figuras 4.3 y 4.4 se presenta la evolución temporal de la concentración de arsénico en los pozos seleccionados para el registro disponible, las concentraciones máximas, mínimas y promedio de arsénico registradas hasta septiembre de 2009, graficadas a través de la línea de flujo para los pozos seleccionados, respectivamente.

En las Figuras 4.5 y 4.6 se presenta la evolución temporal de la concentración de cobre en los pozos seleccionados para el registro disponible, las concentraciones máximas, mínimas y promedio de cobre registradas hasta septiembre de 2009, graficadas a través de la línea de flujo para los pozos seleccionados, respectivamente.

En las Figuras 4.7 y 4.8 se presenta la evolución temporal de la conductividad específica en los pozos seleccionados para el registro disponible, las conductividades específicas máximas, mínimas y promedio registradas hasta septiembre de 2009, graficadas a través de la línea de flujo para los pozos seleccionados, respectivamente.

En las Figuras 4.9 y 4.10 se presenta la evolución temporal de la concentración de hierro en los pozos seleccionados para el registro disponible, las concentraciones máximas, mínimas y promedio de hierro registradas hasta septiembre de 2009, graficadas a través de la línea de flujo para los pozos seleccionados, respectivamente.

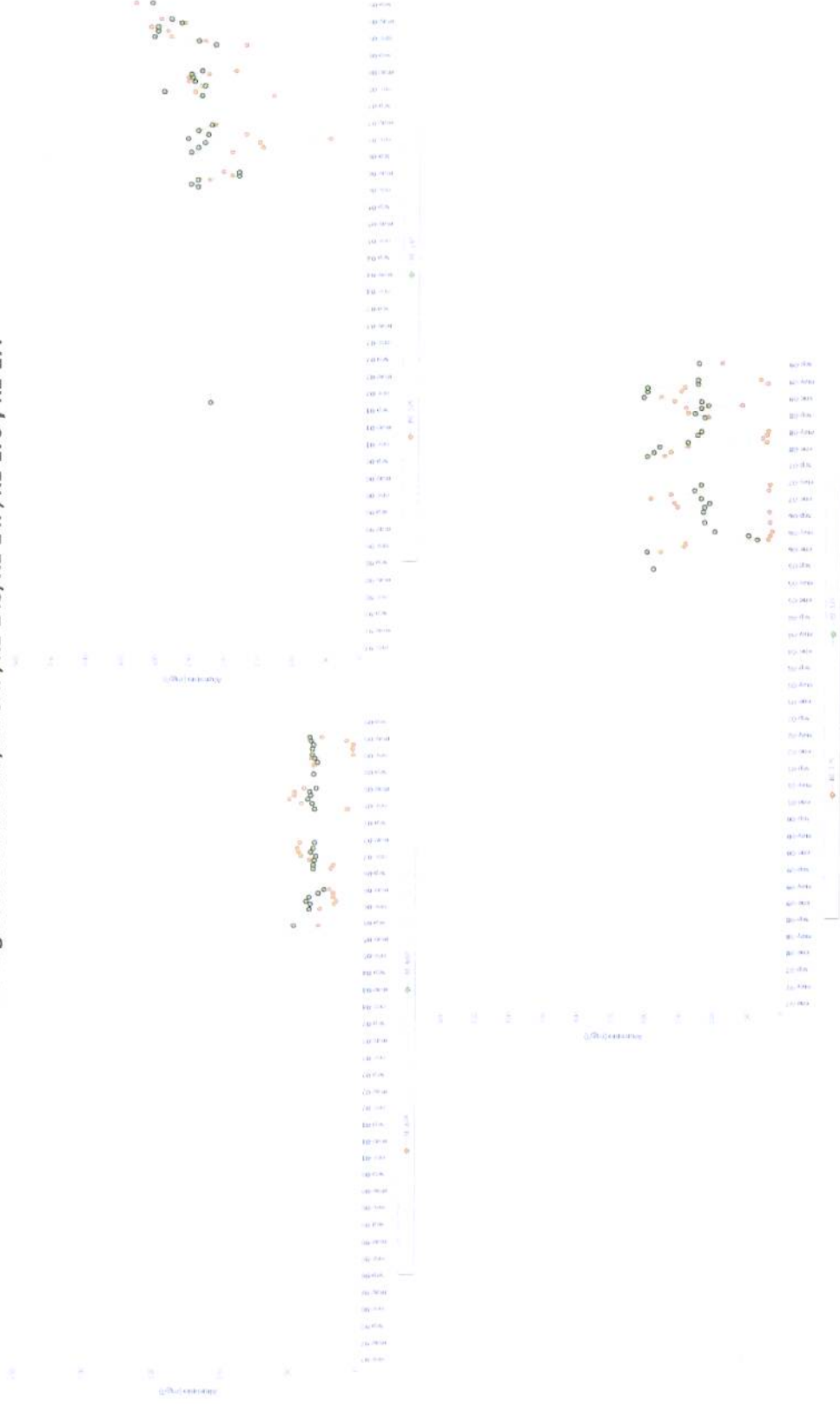
En las Figuras 4.11 y 4.12 se presenta la evolución temporal de la concentración de manganeso en los pozos seleccionados para el registro disponible, las concentraciones máximas, mínimas y promedio de manganeso registradas hasta septiembre de 2009, graficadas a través de la línea de flujo para los pozos seleccionados, respectivamente.

En las Figuras 4.13 y 4.14 se presenta la evolución temporal del pH en los pozos seleccionados para el registro disponible, los valores de pH máximo, mínimo y promedio registrados hasta septiembre de 2009, graficados a través de la línea de flujo para los pozos seleccionados, y la incorporación de los registros puntuales de pH desde octubre de 2009 a diciembre de 2014, respectivamente.

En las Figuras 4.15 y 4.16 se presenta la evolución temporal de la concentración de zinc en los pozos seleccionados para el registro disponible, las concentraciones máximas, mínimas y promedio de zinc registradas hasta septiembre de 2009, graficadas a través de la línea de flujo para los pozos seleccionados, respectivamente.

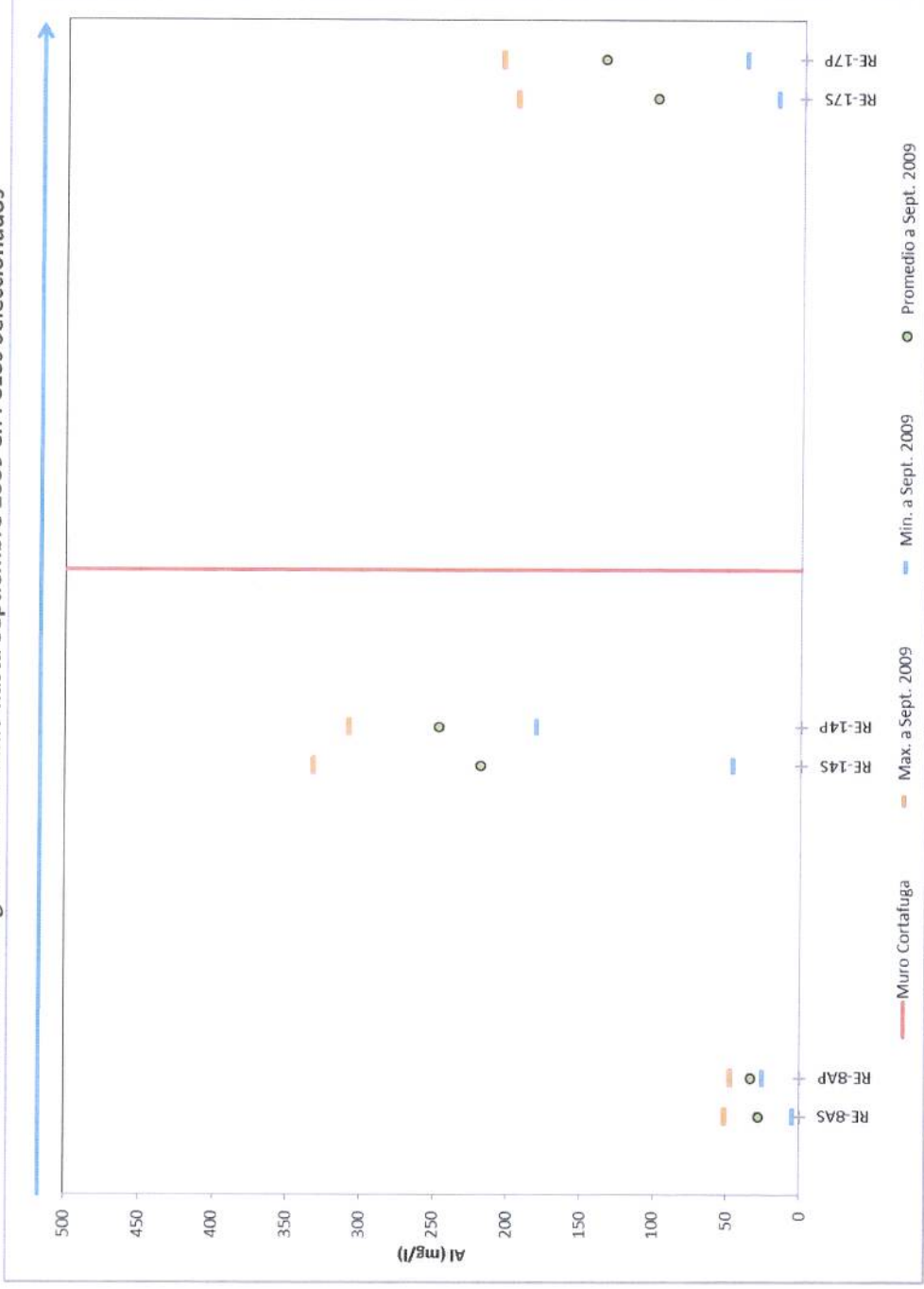
Se debe considerar que en las figuras de líneas de flujo anteriores, la separación entre los valores asociados a los pozos corresponde a una representación de la distancia real que existe entre ellos.

Figura 4.1
Aluminio Registrado en RE-8AS, RE-8AP, RE-14S, RE-14P, RE-17S y RE-17P



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.2
Resumen de Registro de Aluminio hasta Septiembre 2009 en Pozos Seleccionados



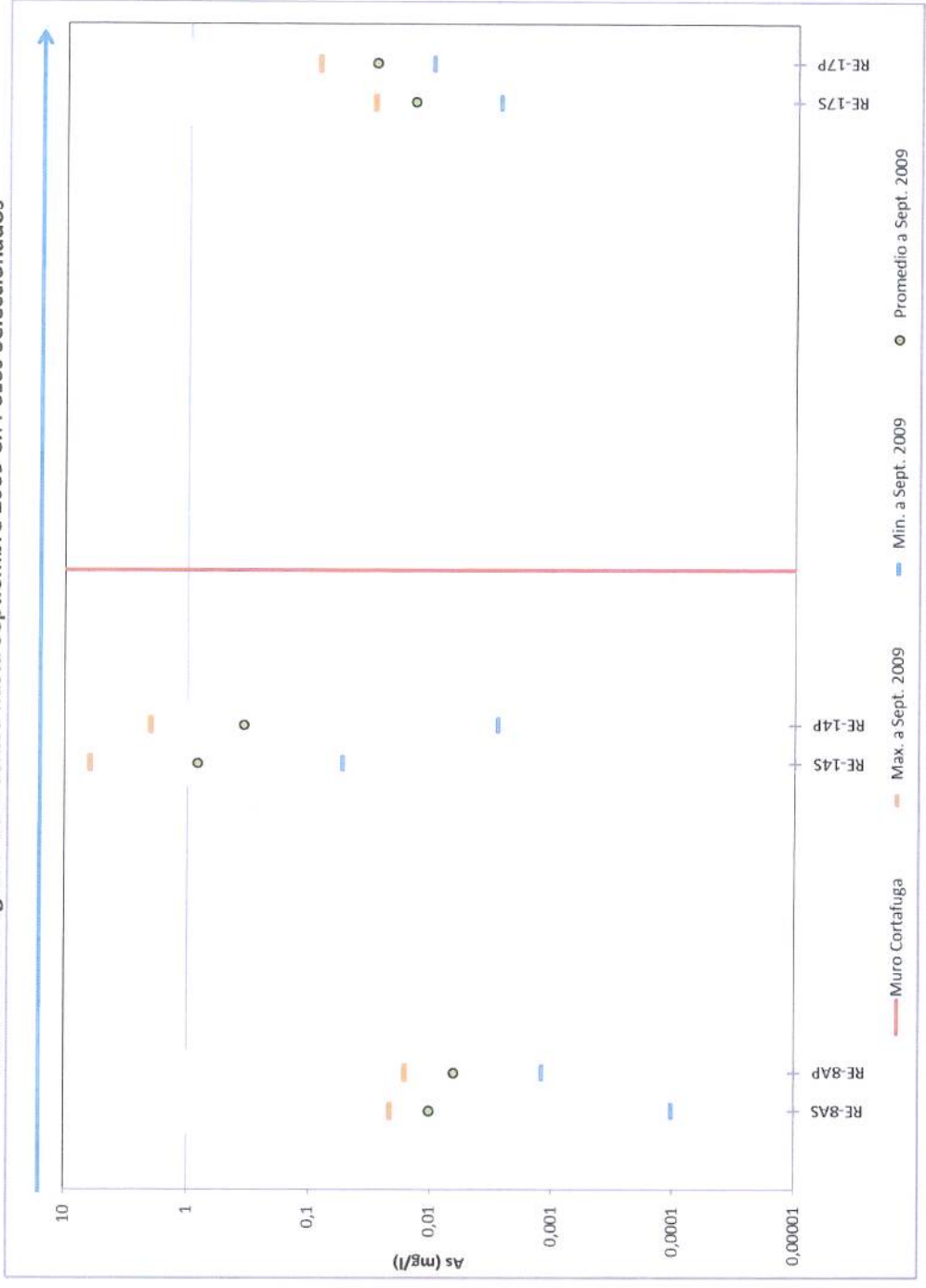
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.3
Arsénico Registrado en RE-8AS, RE-8AP, RE-14S, RE-14P, RE-17S y RE-17P



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.4
Resumen de Registro de Arsénico hasta Septiembre 2009 en Pozos Seleccionados



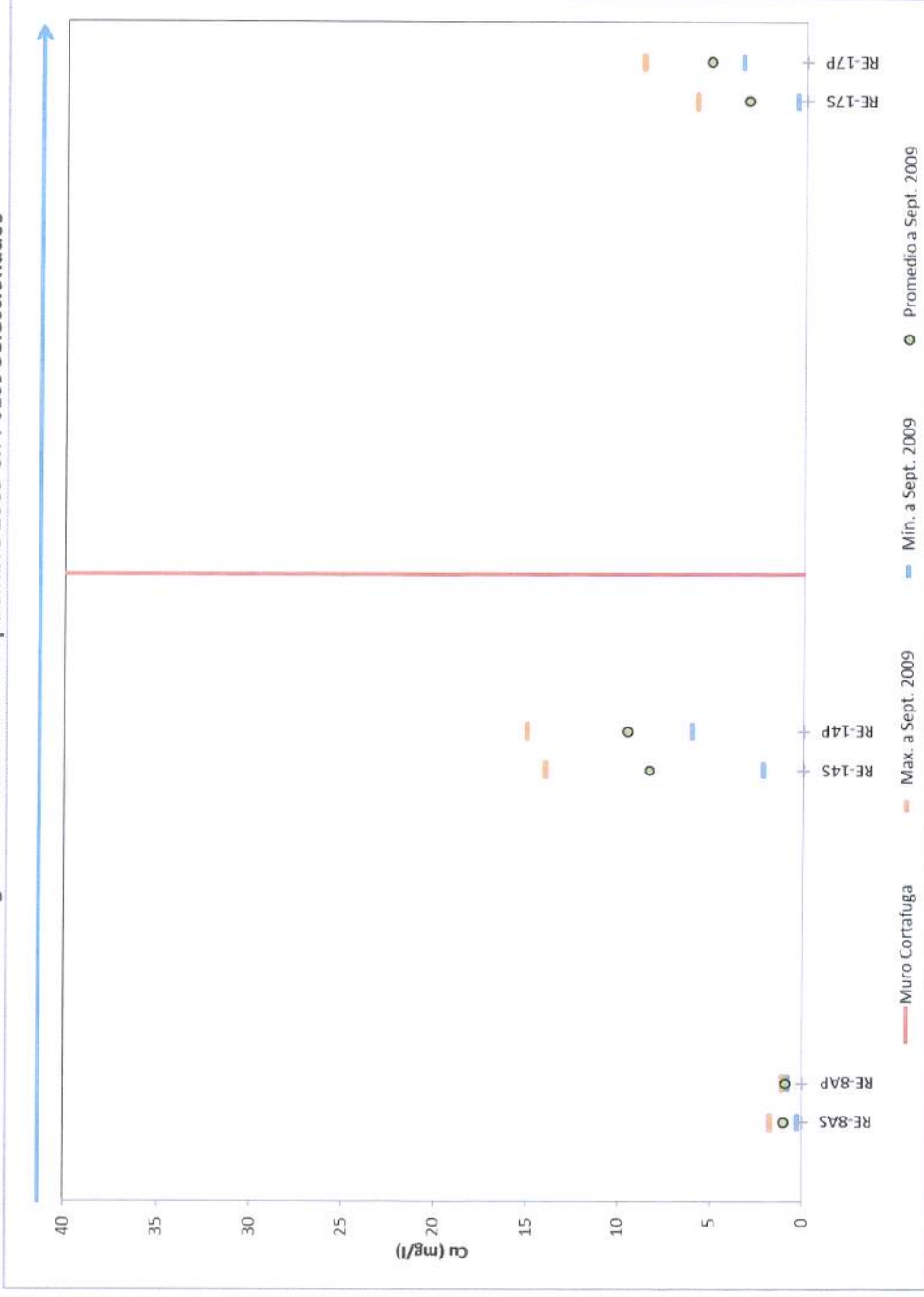
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.5
Cobre Registrado en RE-8AS, RE-8AP, RE-14S, RE-14P, RE-17S y RE-17P



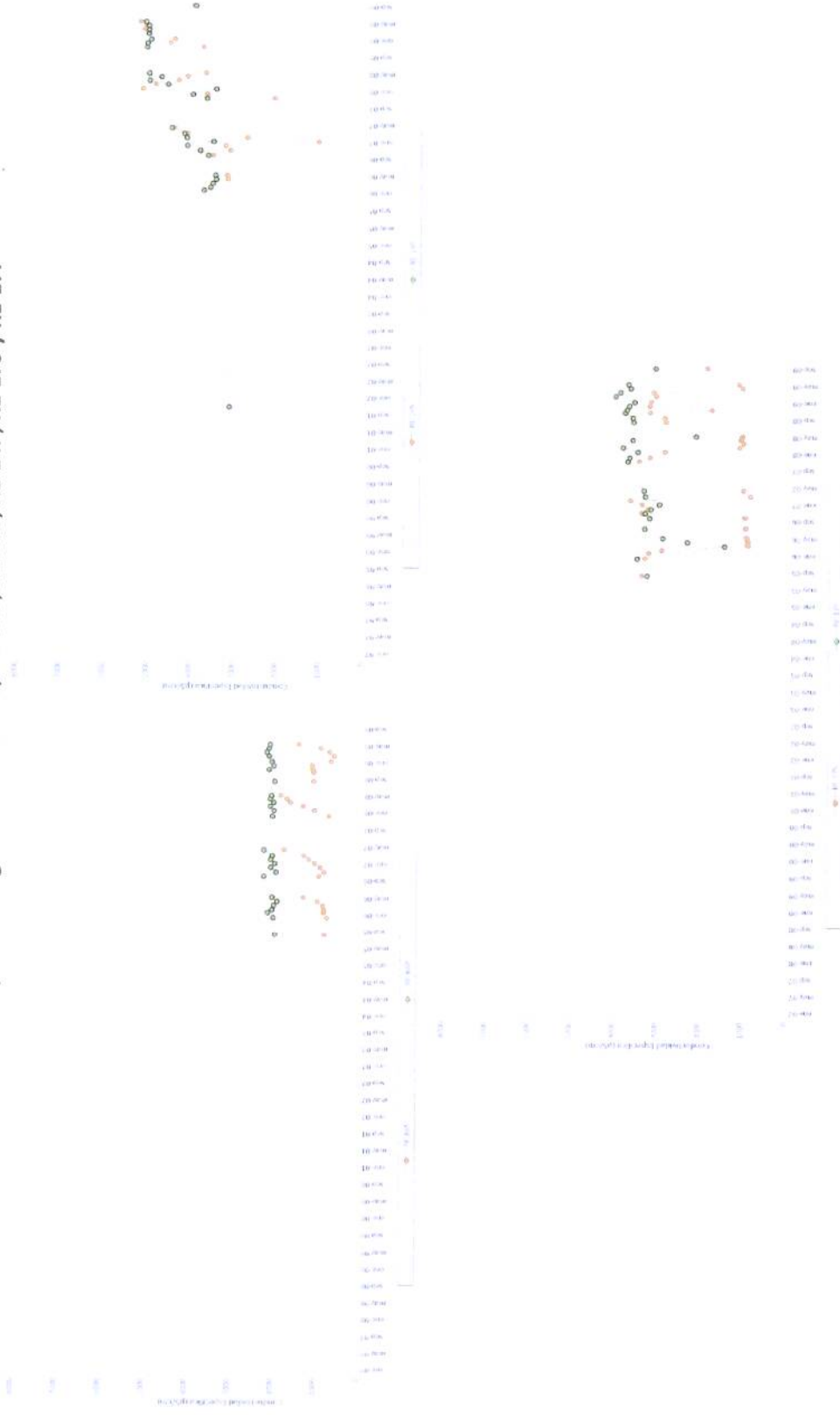
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.6
Resumen de Registro de Cobre hasta Septiembre 2009 en Pozos Seleccionados



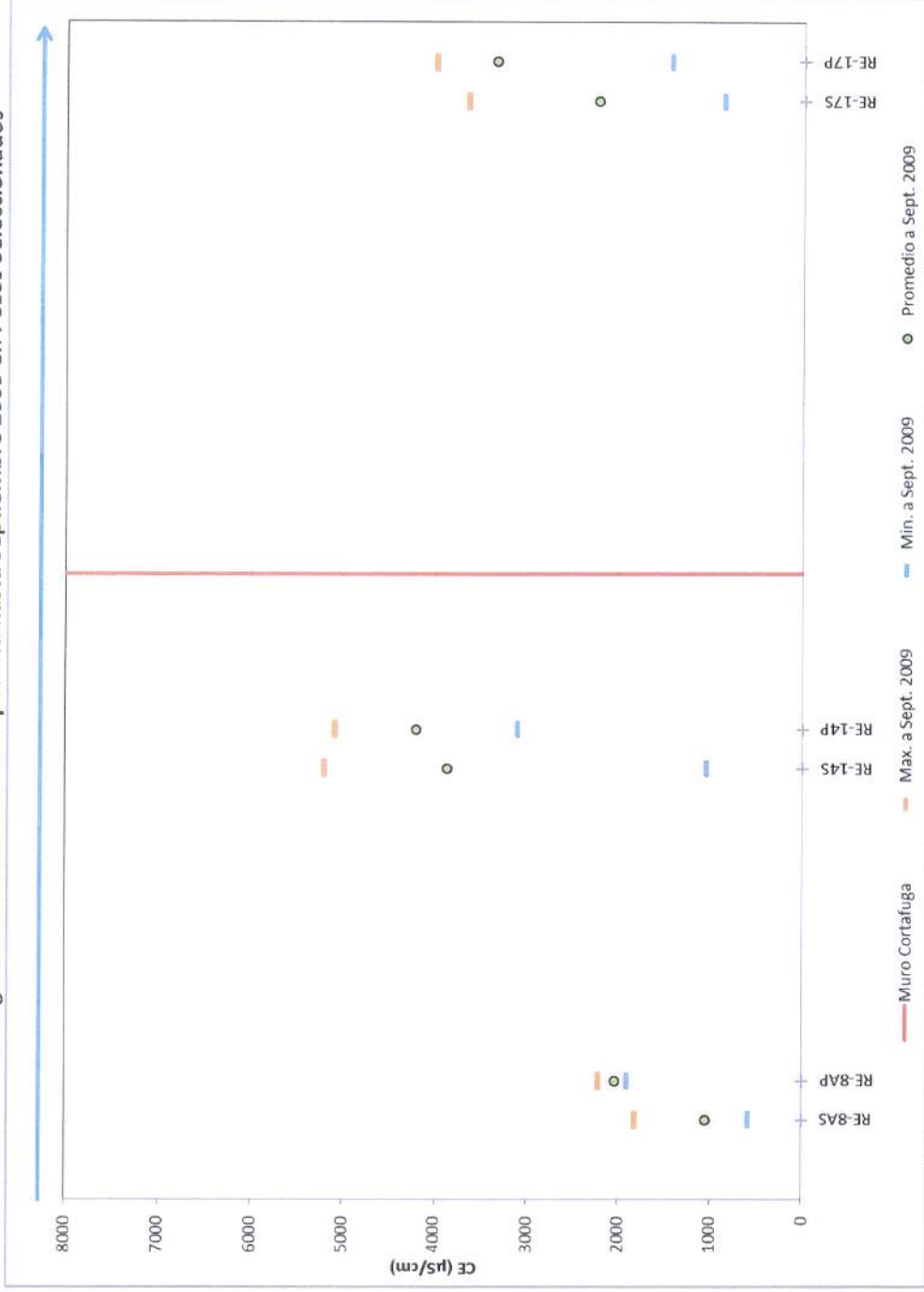
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.7
Conductividad Específica Registrada en RE-8AS, RE-8AP, RE-14S, RE-14P, RE-17S y RE-17P



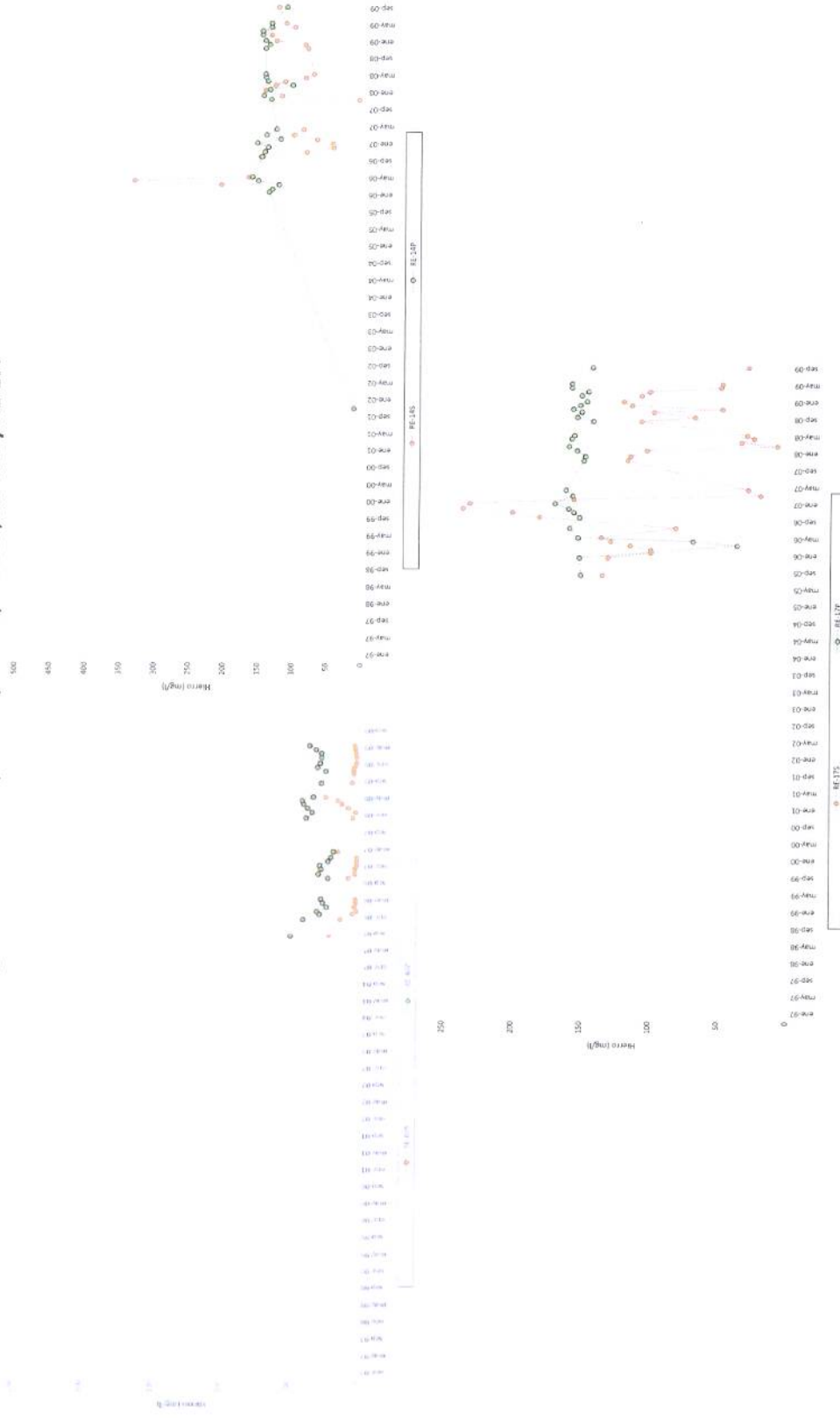
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.8
Resumen de Registro de Conductividad Específica hasta Septiembre 2009 en Pozos Seleccionados



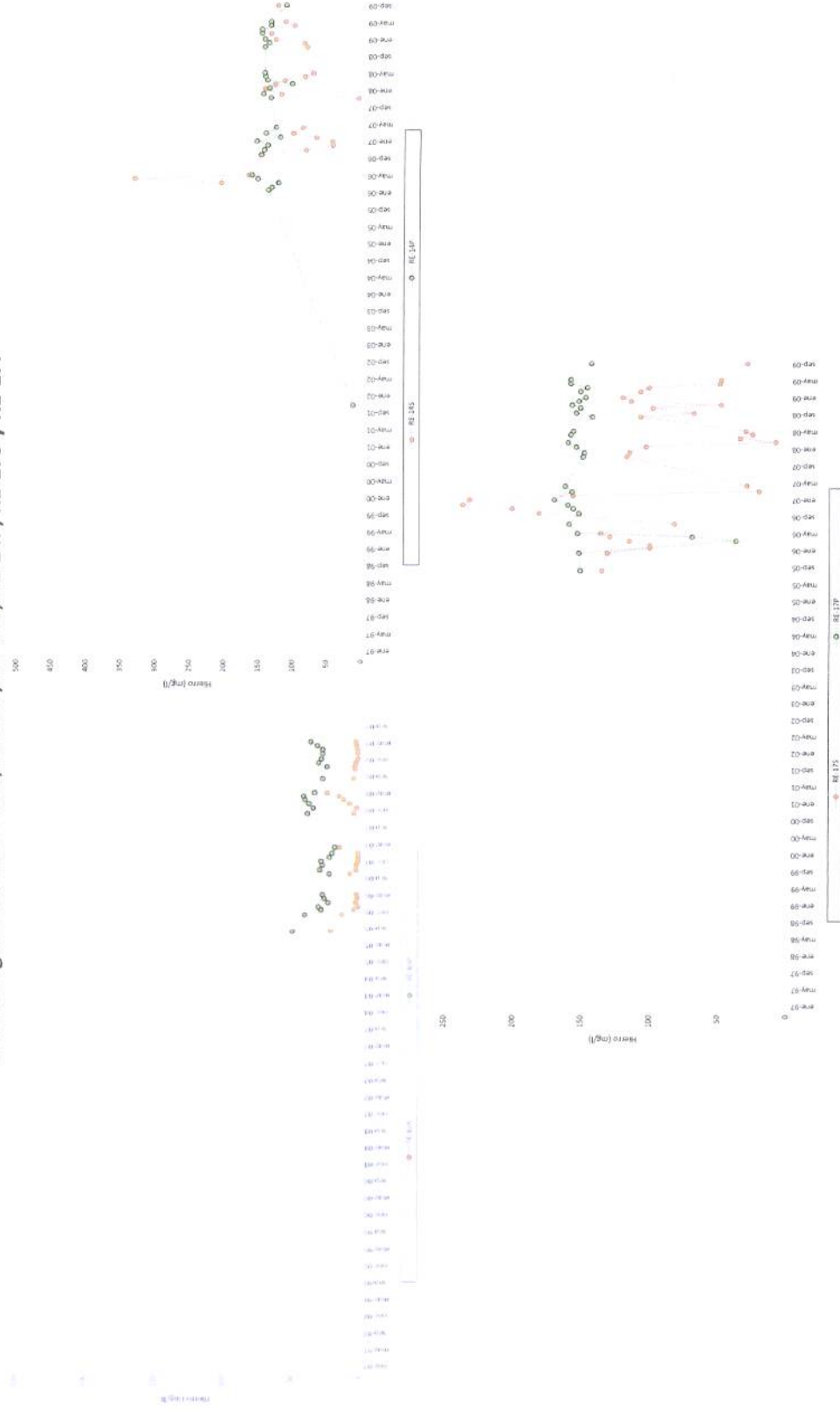
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.9
Hierro Registrado en RE-8AS, RE-8AP, RE-14S, RE-14P, RE-17S y RE-17P



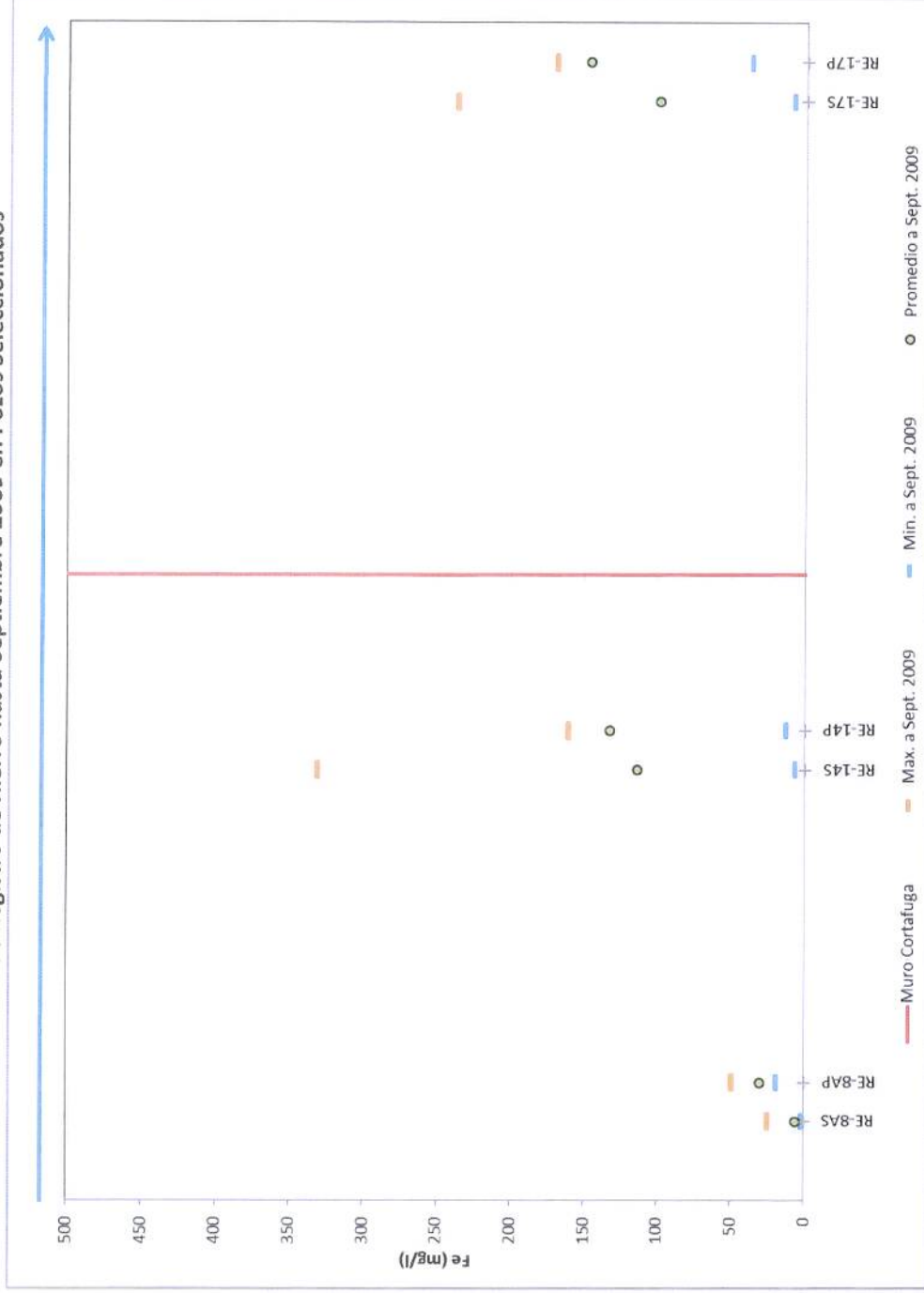
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.9
Hierro Registrado en RE-8AS, RE-8AP, RE-14S, RE-14P, RE-17S y RE-17P



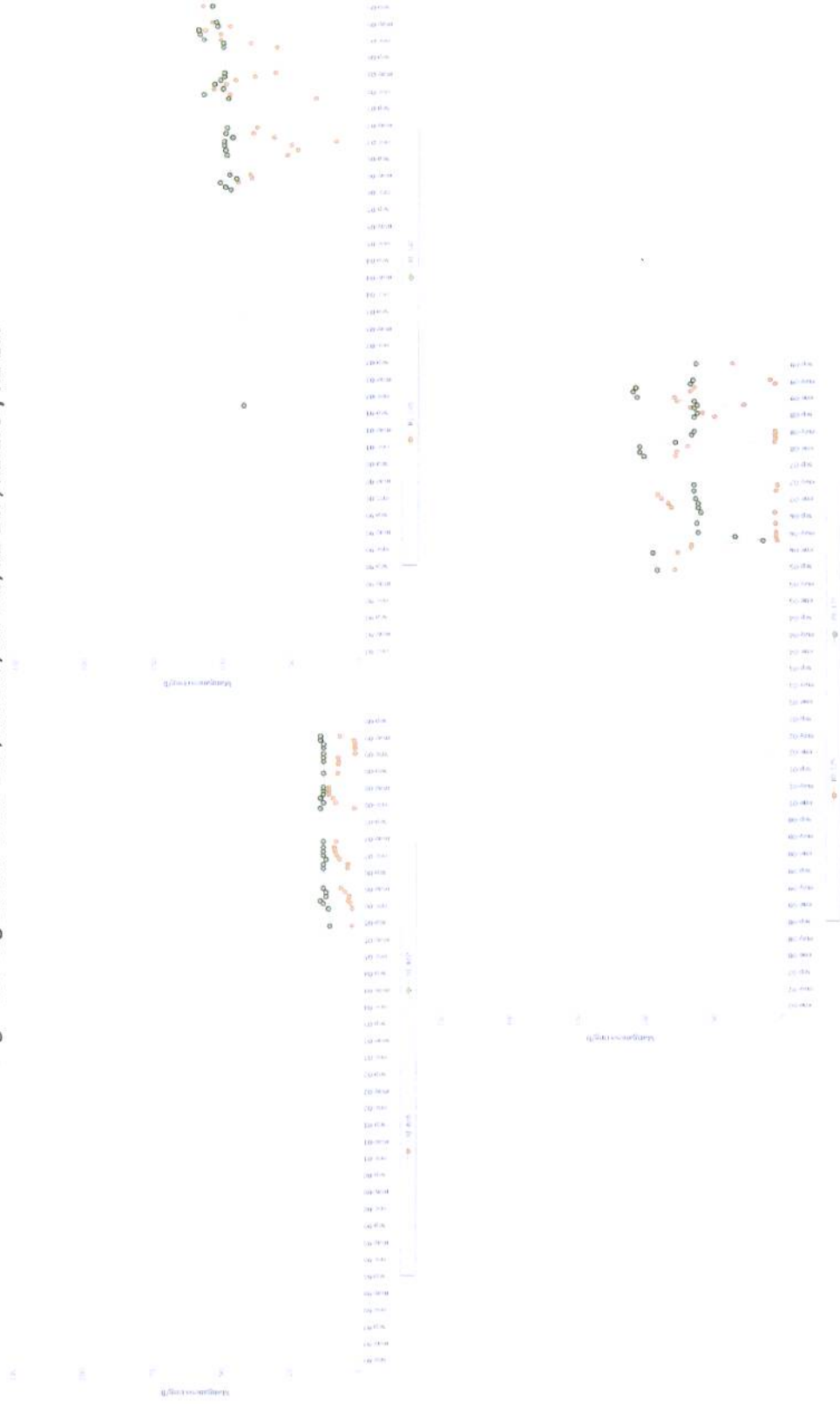
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.10
Resumen de Registro de Hierro hasta Septiembre 2009 en Pozos Seleccionados



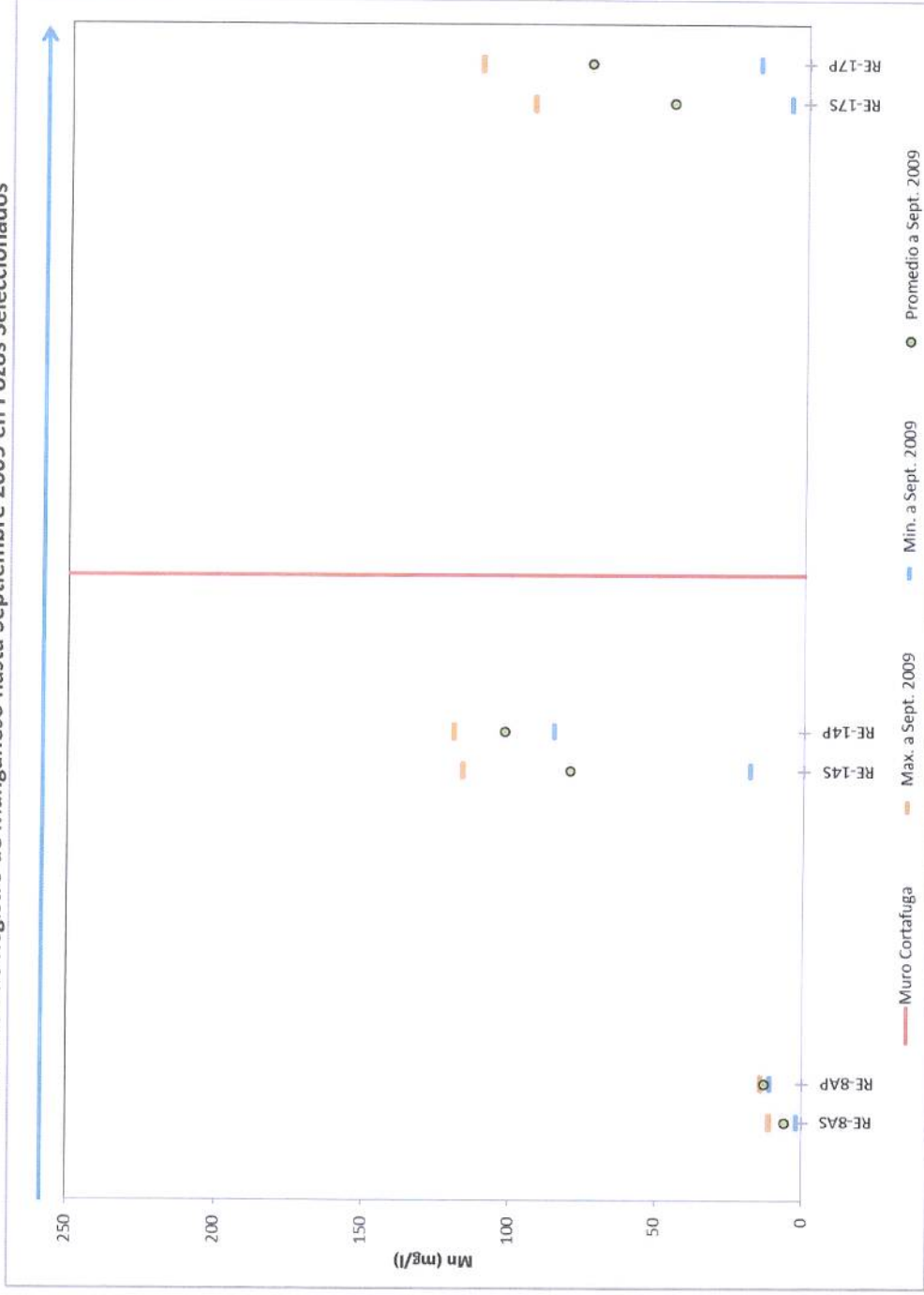
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.11
Manganeso Registrado en RE-8AS, RE-8AP, RE-14S, RE-14P, RE-17S y RE-17P



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.12
Resumen de Registro de Manganeso hasta Septiembre 2009 en Pozos Seleccionados



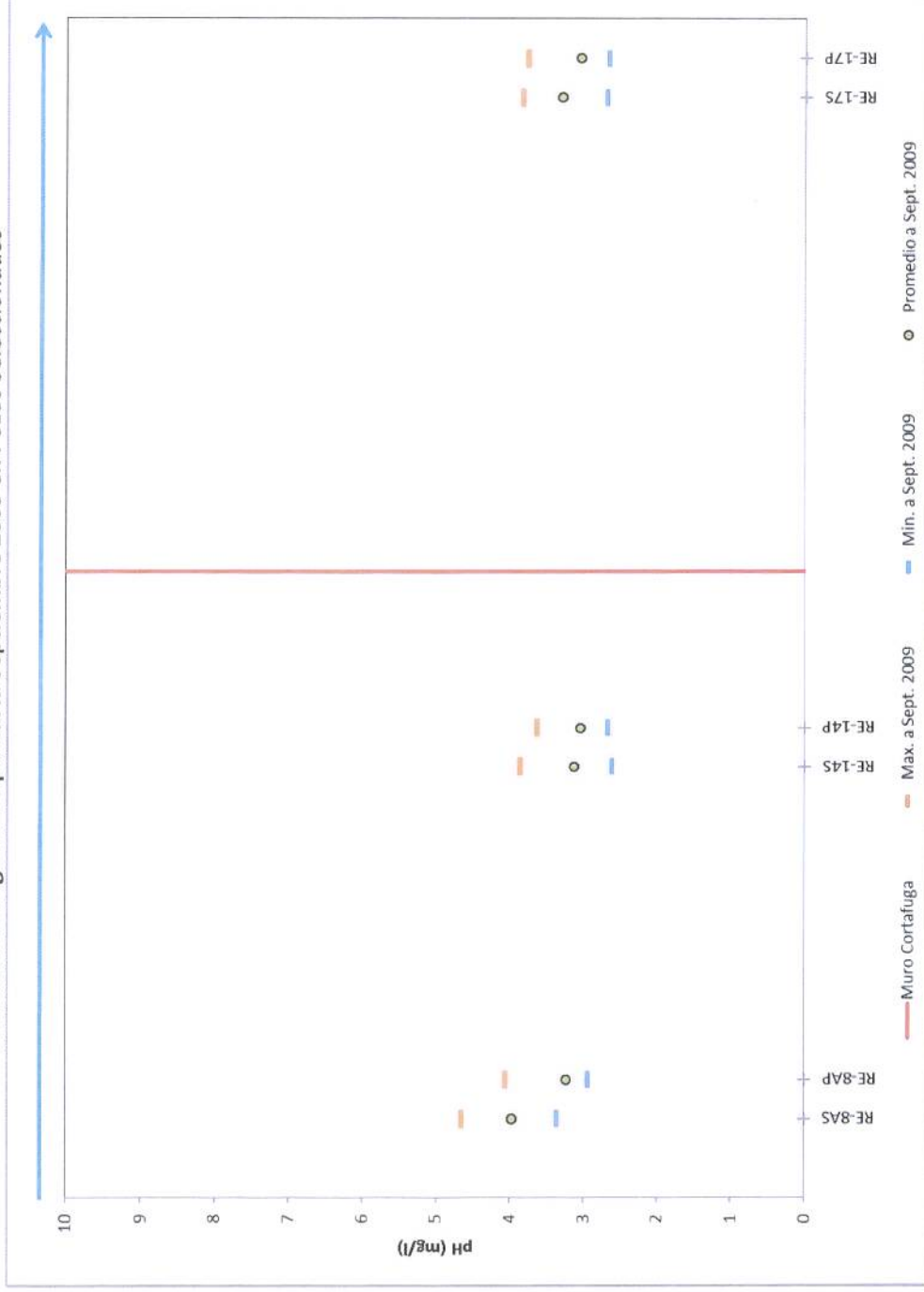
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.13
pH Registrado en RE-8AS, RE-8AP, RE-14S, RE-14P, RE-17S y RE-17P



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.14
 Resumen de Registro de pH hasta Septiembre 2009 en Pozos Seleccionados



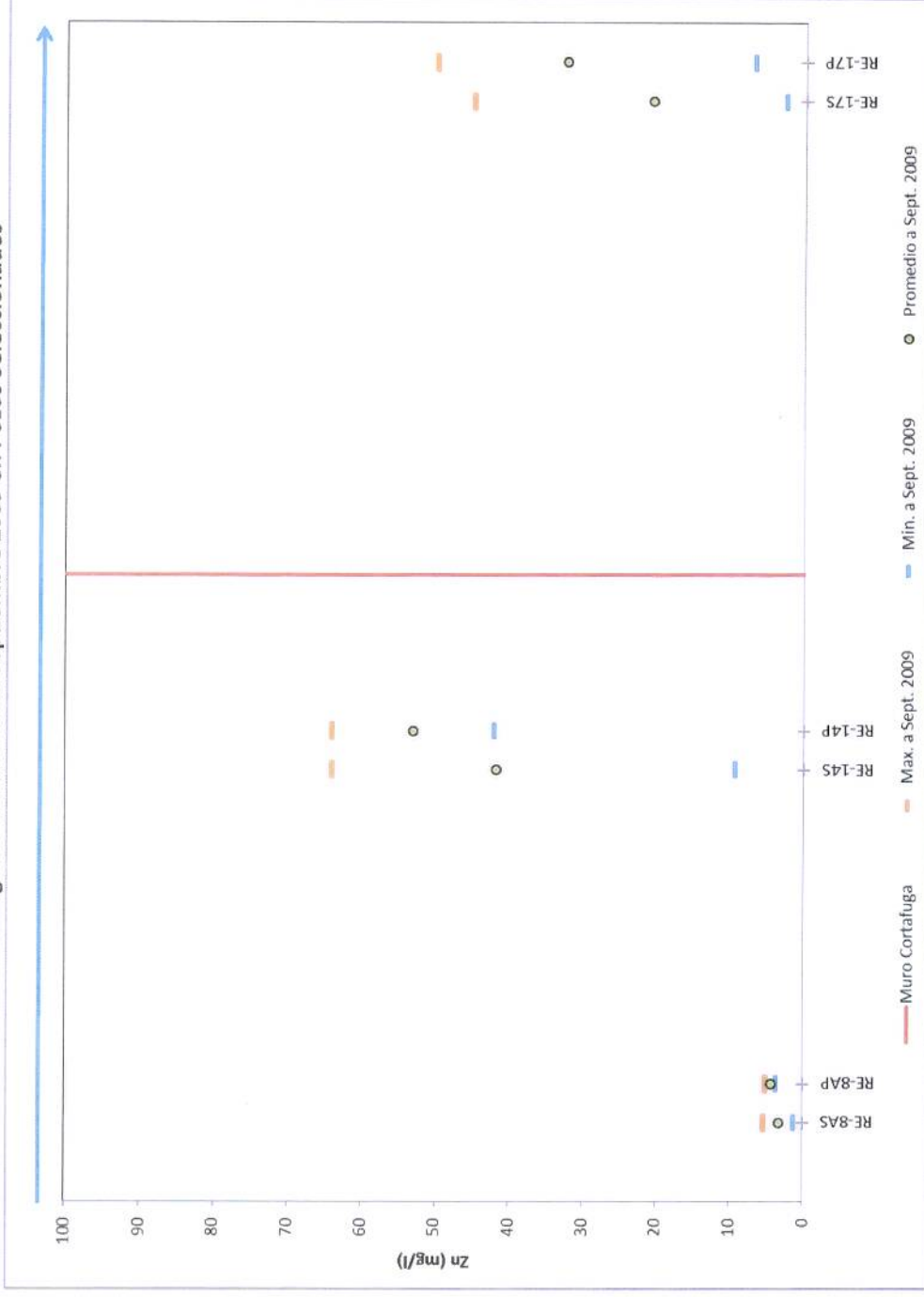
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.15
Zinc Registrado en RE-8AS, RE-8AP, RE-14S, RE-14P, RE-17S y RE-17P



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.16
Resumen de Registro de Zinc hasta Septiembre 2009 en Pozos Seleccionados



Fuente: Elaboración Propia.

A partir de las Figuras anteriormente expuestas se observa que el patrón presentado en la evolución temporal en el caso del Sulfato (Sección 3) se presenta de igual manera en otros parámetros como Aluminio (Figura 4.1), Cobre (Figura 4.5), Conductividad Específica (Figura 4.7), Hierro (Figura 4.9), Manganeso (Figura 4.11) y Zinc (Figura 4.15).

En el caso del Arsénico (Figura 4.3), este presenta variaciones estacionales atenuadas, respecto de los restos de los parámetros.

En lo que respecta al pH, se observa que los pozos RE-14S/P y RE-17S/P presentan valores entre 2,5 y 4, mientras que el pozo RE-8AS/P, ubicado al inicio de la línea de flujo, presenta valores mayores, entre 3 y 4,5.

Para los pozos RE-14S/RE-14P, los parámetros que se comportan de manera similar al sulfato presentan en promedio la tendencia al alza de sus concentraciones antes del año 2009.

En relación al patrón presentado en el Sulfato en lo que respecta a los valores máximos y mínimos registrados hasta septiembre 2009 y su distribución espacial a través de la línea de flujo que va desde los pozos RE-8AS/RE-8AP hasta los pozos RE-17S/RE-17P (Sección 3), se observa que la distribución de los valores máximos es similar para todos los parámetros. Esto es, valores máximos en RE-14S/RE-14P, y menores en RE-17S/RE-17P y luego en RE-8AS/RE-8AP. Sin embargo, sólo en el caso del Manganeso los valores de concentración máximos se presentan en los pozos profundos, y los valores de concentración mínimos en los pozos someros.

5. LÍNEA BASE AGUAS SUBTERRÁNEAS PARÁMETROS DAR

En función de la información presentada en el capítulo anterior se pueden definir los valores máximos de la Línea Base hasta septiembre de 2009, en los seis pozos de monitoreo localizados en las cercanías de la Zanja Cortafugas, y para los nueve parámetros DAR, los que se resumen en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1
Valores máximos LB (hasta septiembre 2009) Calidad Aguas Subterráneas

Parámetro	Unidades	RE-8AS	RE-8AP	RE-14S	RE-14P	RE-17S	RE-17P
pH (MAX)	(u.pH)	4,64	4,05	3,86	3,63	3,84	3,76
pH (MIN)	(u.pH)	3,35	2,93	2,6	2,66	2,69	2,66
Al Tot	(mg/l)	51	47	332	308	195	205
As Tot	(mg/l)	0,021	0,016	6,2	2	0,03	0,086
Cu Tot	(mg/l)	1,7	1,02	14	15	5,9	8,8
CE	(μ S/cm)	1.813	2.205	5.200	5.080	3.653	4.000
Fe Tot	(mg/l)	24	49	331	161	237	170
Mn Tot	(mg/l)	11	14	116	119	93	111
SO ₄	(mg/l)	1.165	1.440	3.659	3.708	2.913	3.043
Zn Tot	(mg/l)	5,2	5	64	64	45	50

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos que se presentan en la Tabla 5.1 permiten definir los valores máximos que históricamente se observaron en las aguas subterráneas de la zona en que se localiza el Muro Cortafugas, parte del Sistema de Control de Aguas de Contacto del proyecto Pascua Lama. Estos valores permitirán definir umbrales asociados a la activación de la operación de los pozos de bombeo, localizados en la línea L4, cuyo objetivo es controlar potenciales filtraciones a través del Sistema Cortafugas. En la Tabla 5.2 se resumen los valores máximos por parámetro.

Tabla 5.2
Valores Límites de LB (hasta septiembre 2009) Calidad Aguas Subterráneas

Parámetro	Unidades	MÁXIMO
pH (MÁX)	(u.pH)	4,64
pH (MÍN)	(u.pH)	2,60
Al Tot	(mg/l)	332
As Tot	(mg/l)	6,2
Cu Tot	(mg/l)	15
CE	(μ S/cm)	5.200
Fe Tot	(mg/l)	331
Mn Tot	(mg/l)	119
SO ₄	(mg/l)	3.708
Zn Tot	(mg/l)	64

Fuente: Elaboración Propia.

6. CONCLUSIONES

A partir de la información y análisis presentados en este documento, en primer término respecto al sulfato, se puede concluir lo siguiente:

- En lo que respecta a los pozos RE-8AS y RE-8AP, este último siempre ha presentado una mayor concentración de sulfato a través del tiempo.
- Al igual que en el caso anterior, en los pozos RE-14S y RE-14P, este último siempre ha presentado una mayor concentración de sulfato a través del tiempo, pero de manera más atenuada
- A diferencia de los casos anteriores, en los pozos RE-17S y 17P la máxima concentración de sulfato varía conforme a la época del año, es decir, en los meses de deshielo los máximos se presentan en el pozo RE-17P, y en estiaje en el pozo RE-17S
- Al analizar de manera conjunta las concentraciones históricas de sulfato a través de una línea de flujo desde RE-8AS/RE-8AP hasta RE-17S/RE-17P, se observa que en la proximidad de la Zanja Cortafugas se presentan concentraciones de sulfato que superan en un 100% a aquellos registrados en RE-8AS/RE-8AP. De esta manera, se puede hacer la diferenciación entre dos grupos de pozos: el primero, compuesto por: RE-14P, RE-14S, RE-17S y RE-17P, con valores aproximados entre los 500 mg/l y 3.500 mg/l; y un segundo grupo compuesto por RE-8AS y RE-8AP, con valores máximos de concentración de sulfato de 1.500 mg/l aproximadamente.

En relación a los otros parámetros se puede concluir que:

- El patrón de evolución temporal del sulfato se presenta de igual manera en otros parámetros como: aluminio, conductividad específica, cobre, hierro, manganeso y zinc. En el caso del arsénico, éste presenta variaciones estacionales atenuadas, respecto de los restos de los parámetros.
- La evolución temporal de los registros de pH indican una leve variación en el tiempo en todos los pozos, presentándose en general mayores variaciones en los pozos someros.

7. REFERENCIAS

- Barrick (2014). Base de datos proporcionada por CMN: "Coord UTM Pozos_Sector_Estrecho.xlsx", "Calidad Pozos_Historicos.xlsx", "Calidad pozos surgentes Historico.xlsx".
- Bechtel (2013). Report: Review of Groundwater Control System.
- Barrick (2006). Anexo 6, Adenda N°3 EIA Modificaciones Proyecto Pascua Lama.
- Golder Associates (2005). Condiciones Hidrogeológicas de Línea Base Sector Superior del Río del Estrecho, Proyecto Pascua Lama, Versión Final.

iii) **Sobre los pozos de bombeo de contingencia, el titular deberá implementar en cada uno de estos un sistema de control de extracciones y niveles de agua subterráneas con las siguientes características: Continuidad de mediciones; Registros de mediciones en un dispositivo de almacenamiento del cual puedan extraerse sistemáticamente reportes; y la implementación de un programa de mantención periódico que evite discontinuidad en las mediciones.**

R: Se acoge la observación. A efecto de medir caudal en forma continua en los pozos de contingencia, se considera medición de flujo independiente en cada una de las líneas de descarga mediante flujómetros. Adicionalmente, el sistema contará con sensores de nivel independientes en cada pozo.

El monitoreo de flujo y el comando de las bombas de pozo será supervisado desde la estación de operación. El sistema considerado permite el registro de mediciones en dispositivos de almacenamiento de información desde el cual se pueden extraer reportes sistemáticamente.

iv) **En consideración a las distintas zonas de captura de los pozos asociados a la Línea de Conducción N°2 y a la Línea de Conducción N°5, siendo esta última la que transportará el flujo de aguas subterráneas no interceptado por los pozos correspondientes a la Línea de Conducción N°2, para efectos de contar con un control de flujos más flexibles y eficaz frente a la ocurrencia de un evento de alteración en la calidad de las aguas drenadas a partir del depósito minero, el titular deberá implementar un sistema de control del flujo pasante en las 2 líneas de tubería de conducción que comprende el Sistema Cortafugas (Líneas N°2 y N°5), considerando un monitoreo de calidad de aguas asociados a ambas líneas de conducción.**

R: Se acoge la observación. Los criterios de diseño para la instrumentalización de las Líneas de Conducción N°2 y N°5, consideran medición independiente de caudal y calidad (pH, conductividad y temperatura).

v) **En razón de que en la actualidad el muro cortafugas ya ha sido habilitado, el titular deberá presentar los antecedentes de campo que acrediten la condición de estanqueidad de la obra hidráulica.**

R: El sistema de control de las aguas de contacto se compone de diferentes instalaciones, tal como se observa en la Figura 10, entre las cuales existen obras permanentes de funcionamiento pasivo (zanja cortafugas), junto con otras también permanentes pero de tipo activo, cuyo accionar permite movilizar aguas de contacto hacia los sistema de tratamiento (pozos de alivio y de bombeo).

En el proceso de evaluación ambiental de dicho sistema, aprobado por RCA N°24/2006, se solicitó a CMN diseñar e implementar “un sistema de captación de drenajes ácidos, que comprenda la construcción de un muro aguas abajo del depósito de estériles, impermeabilizado en su flanco aguas arriba y base mediante la instalación de HDPE”. Lo anterior, con el objeto de minimizar la filtración hacia niveles inferiores en la roca y evitar que se desplacen sub-superficialmente, aguas abajo por la quebrada del Estrecho.

En respuesta a este requerimiento, en la Adenda II CMN señaló que al Sistema de Manejo de Aguas de Contacto “se ha incorporado una barrera física o pantalla cortafugas impermeable construida en las unidades acuíferas aguas abajo de la posición final del pie de depósito. Esta obra interrumpirá el flujo sub superficial y subterráneo proveniente del depósito; ésta actúa como sistema redundante a los pozos de bombeo, cuya operación se mantiene hasta el post cierre. Aguas abajo de esta pantalla cortafugas se implementará una batería de pozos de verificación y control de aguas, los cuales también contarán con sistemas de bombeo para operar como instalaciones de captación”.

El sistema de control de aguas de contacto considera un manejo por etapas, conforme se van modificando los acopios y botaderos, el que consiste en zanjas interceptoras y líneas de pozos de bombeo, los que constituyen las primeras etapas de intercepción.

El Sistema de Manejo de Aguas de Contacto se complementa con un conjunto de canales perimetrales o interceptores, los que permiten el manejo de las aguas de no contacto.

Tal como se infiere de todos los antecedentes disponibles en el proceso de evaluación ambiental del Proyecto Pascua Lama y de los documentos técnicos que los complementan, el objetivo general del sistema de captura o control de las aguas de contacto es impedir el paso de estas aguas (potencialmente afectadas por las instalaciones del Proyecto, y principalmente por el botadero de estériles) hacia sectores bajos de la cuenca del río del Estrecho. De esta forma, el sistema se compone de diversas obras con roles similares (extracción de aguas de contacto) que pueden funcionar de manera conjunta o separada para cumplir con el objetivo original de su diseño (componentes redundantes).

Adicionalmente el sistema de control de aguas de contacto considera un complemento al sistema de monitoreo de las aguas subterráneas localizado inmediatamente aguas abajo de la zanja cortafugas (dos pozos denominados G2014-03S y G2014-03P, entre la línea de pozos L4 y la zanja), el que en la eventualidad de una filtración a través de esta última obra activará un sistema de bombeo que actúa como barrera hidráulica para el manejo de esta contingencia. Este sistema de bombeo se encuentra instalado y dentro de los aspectos cubiertos en el Anexo N°7 se presentan los procedimientos generales para su activación y desactivación.

A continuación se presentan antecedentes técnicos del Sistema de Manejo de Aguas de Contacto y sus componentes.

Características Geotécnicas e Hidrogeológicas del Sitio de emplazamiento

En el área en que se ubica la zanja cortafugas se identifican las siguientes unidades geológicas, las que se presentan gráficamente en la Figura 11:

- Depósitos Coluviales (COL): formados por gravas mal seleccionadas ubicadas en las pendientes de los cerros aledaños. Su espesor alcanza entre 4 y 9 m.
- Depósitos Aluviales (FAS): formados por secuencias sedimentarias de gravas arenosas que se localizan en el sector central de la quebrada del río del Estrecho. Su espesor varía entre 10 y 30 m, con un espesor promedio de 15 m. La permeabilidad promedio de este material es del orden de 4×10^{-4} cm/s.
- Grava Ferruginosa (GF): se desarrollan bajo las gravas aluviales y siempre en contacto con la roca de fundación. Se denomina informalmente como "Ferricreta". Su espesor se encuentra entre 5 y 60 m.
- Roca de Fundación (GR): formada por rocas graníticas con ocurrencia esporádica de diques y fallas. Su permeabilidad promedio es de 8×10^{-5} cm/s.
- Diques Andesíticos (DIA): se presentan en contacto por intrusión con el granito. Su permeabilidad es del orden de 10^{-6} cm/s.

Toda esta información hidrogeológica es un resumen de los antecedentes presentados en el EIA del año 2006 y que se concentran en el Anexo II-C de dicho EIA. Entre estos antecedentes es importante destacar la Figura 12 que incluye la distribución espacial de las unidades hidrogeológicas en el sector alto del río del Estrecho. En particular se destaca la zona entre los perfiles B y C que corresponde finalmente a la ubicación de la zona de la zanja cortafugas.

Diseño Sistema Cortafugas

Como sistema final de control de las aguas de contacto se diseñó una barrera física denominada Sistema Cortafugas (Cut-Off) la que está compuesta por los elementos que se muestran en la Figura 10:

- Zanja cortafugas.
- Pared Moldeada.
- Cortina de inyecciones.
- Pozos de alivio.
- Galería de drenaje.
- Liner o impermeabilización en cara aguas abajo.
- Pozos de bombeo para aguas de contacto (L1, L2 y L3).
- Pozos de bombeo para eventuales filtraciones (L4).

El diseño del Sistema Cortafugas fue realizado teniendo presentes los siguientes objetivos:

- Se debe establecer una barrera física al flujo tanto superficial como subterráneo del valle del río del Estrecho que permita que el agua que ha estado en contacto con los depósitos mineros sea capturada, almacenada y tratada.
- Sistema actuará como barrera final destinada a interceptar cualquier flujo que pudiera sobrepasar los sistemas de captura localizados en la parte alta del valle.
- Las presiones que se originen en la napa subterránea por la presencia de la barrera deberán ser reducidas por medio de un sistema de pozos de alivio, localizados en el interior de la zanja.
- La zanja deberá estar provista de un sistema de impermeabilización de las paredes de la excavación para impedir el paso de las aguas de contacto a través de los suelos.
- Tanto la barrera física como los revestimientos impermeables que se instalarán deberán ser durables en el tiempo y resistir el ataque de las aguas de contacto.
- El Sistema Cortafugas deberá estar provisto de un sistema de descarga gravitacional de las aguas capturadas para conducir las hasta las piscinas de acumulación localizadas en la parte baja del valle (Línea 5).

Diseño Sistema de Conducción de Aguas de Contacto

Las aguas de derretimiento de nieves que no puedan ser colectadas por los canales perimetrales de contorno por quedar fuera de su alcance, y las que correspondan a la nieve que caiga directamente sobre el botadero de estériles, percolarán a través de los materiales que conforman este depósito y llegarán finalmente al lecho del río del Estrecho, por cuyo cauce escurrirán ya sea superficialmente o subterráneamente.

Se espera que las aguas que entren en contacto con el botadero de estériles drenen progresivamente hacia aguas abajo debido a que parte de esta agua quedará incorporada en los poros de los rellenos de estos botaderos. Para colectar estas aguas de contacto se ha concebido un sistema de zanjas transversales o drenes de poca profundidad, complementadas con un sistema de pozos de recolección, además de una zanja cortafugas provista de una cortina de inyecciones, que se localiza aguas abajo del límite último que puede alcanzar el botadero de estériles.

Se ha previsto que en todo momento el manejo de las aguas de contacto se realice por medio de la operación conjunta de dos zanjas colectoras de drenaje y se han previsto tres zanjas durante la fase de operación, teniendo presente que las primeras dos zanjas deben estar operativas al inicio de la operación (prestripping) de la mina.

En el interior de cada zanja se dispondrá de una tubería perforada de HDPE de 30" (750 mm) de diámetro con dos ramas que confluyen en una cámara cilíndrica de hormigón de 1,60 m de diámetro, protegido por un relleno de gravas en torno. La altura de la cámara será de 2 m y en su parte superior tendrá una rejilla por la cual podrán entrar las aguas en caso que la carga hidráulica dentro de la zanja supere 2 m. Desde la cámara se origina una tubería no perforada, que conduce las aguas en forma gravitacional, hacia las Piscinas de Almacenamiento.

Cada zanja se complementa con una línea de 6 pozos de bombeo ubicados aguas abajo para recolectar las aguas de contacto que eventualmente transiten de forma subterránea. Los pozos se conectan con la línea de drenaje que transporta el agua desde las zanjas a las piscinas mediante una tubería de HDPE.

El sistema de recolección de aguas de contacto se complementa con una zanja cortafugas que se localiza aguas abajo del límite final de los depósitos de estériles del botadero, cuya finalidad es establecer un cut-off tanto de las aguas superficiales como de las aguas subterráneas que fluyan por el cauce del río del Estrecho.

En el interior de la zanja cortafugas se dispone una tubería de drenaje de 1500 mm de diámetro para recolectar las aguas captadas por la zanja y por una línea de pozos de alivio que alcanzan hasta la roca y captan las aguas subterráneas que fluyen por la capa de roca fracturada. La tubería de drenaje se conecta con la tubería que conduce las aguas hasta las piscinas de acumulación de aguas de contacto.

Diseño de Pozos de Captura y Monitoreo Sistema Cortafugas

Como parte de los requerimientos de diseño del Sistema Cortafugas para el manejo de aguas de contacto se construyeron pozos de captura de 8 pulgadas (") de diámetro a los pies del botadero proyectado en la Mina Pascua Lama. La perforación, habilitación y pruebas de bombeo se realizaron desde marzo de 2012 hasta julio de 2012.

Adicionalmente se construyeron once pozos de alivio de 4" y 8" de diámetro en el muro corta fuga, entre la línea de pozos de captura 3 y la línea de pozos de monitoreo 4. La perforación, habilitación y desarrollo se realizó desde noviembre de 2011 hasta enero de 2012.

En la Figura 13 se presenta un esquema con la ubicación de los pozos de bombeo o captura (Líneas de pozos de bombeo L1, L2 y L3) y de alivio (PA-1 a PA-11). En la Tabla 8 se presentan las principales características de los pozos de bombeo y de alivio.

Para la construcción de estos pozos se utilizó el método de perforación de aire reverso con sistema ODEX. Los pozos de captura se perforaron con diámetros de 12", mientras que, los pozos de alivio se perforaron con diámetros de 10" y 12". Todos los pozos de captura se habilitaron con tubería definitiva de PVC de 8" de diámetro, mientras que los pozos de alivio se habilitaron con PVC de 4" y 8" de diámetro. La parte superior de los pozos de captura se habilitaron con tuberías de acero carbono de 12" de diámetro, mientras que en los pozos de alivio se utilizó tubería de acero inoxidable de 10" y 12" pulgadas de diámetro.

Adicionalmente se construyeron seis pozos habilitados para bombeo y que constituyen la línea de pozos L4, cuyo objetivo es actuar como barrera hidráulica ante un evento de filtraciones a través de la zanja cortafugas y que se asocia con potenciales filtraciones desde el botadero de

estériles. En la Tabla 9 se entregan los antecedentes de estos pozos, los que se presentan de manera esquemática en la Figura 13.

Tabla 8. Características pozos de bombeo, monitoreo y alivio sector aguas arriba zanja cortafugas

POZO	NORTE (m)	ESTE (m)	PROFUNDIDAD (m)
Pozos Línea 1			
L1-CW1	6.757.471.52	399.628.62	74
L1-CW2	6.757.522.70	399.639.40	64
L1-CW3	6.757.568.00	399.653.80	78
L1-CW4	6.757.619.20	399.664.10	76
L1-CW5	6.757.665.62	399.681.05	75
L1-CW6	6.757.713.33	399.692.10	80
Pozos Línea 2			
L2-CW1	6.757.620.10	399.214.90	64
L2-CW2	6.757.668.20	399.228.20	71
L2-CW3	6.757.718.40	399.242.20	71
L2-CW4	6.757.764.00	399.254.00	66
L2-CW5	6.757.813.20	399.269.00	65
L2-CW6	6.757.866.30	399.200.70	64
Pozos Línea 3			
L3-CW2	6.757.844.63	399.114.63	75
L3-CW3	6.757.814.73	399.115.34	75
L3-CW4	6.757.787.19	399.115.99	81
L3-CW5	6.757.754.49	399.116.15	65
L3-CW6	6.757.723.05	399.116.56	59
L3-CW7	6.757.692.12	399.117.32	59
Pozos de Alivio Zanja Cortafuga			
PA-1	6.757.839.18	398.550.06	21
PA-2	6.757.854.47	398.558.62	38
PA-3	6.757.867.45	398.565.93	56
PA-4	6.757.877.91	398.571.93	64
PA-5	6.757.884.08	398.574.87	64
PA-6	6.757.894.81	398.581.35	63
PA-7	6.757.912.96	398.591.45	42
PA-8	6.757.929.71	398.860.09	31
PA-9	6.757.946.07	398.609.99	39
PA-10	6.757.963.38	398.619.72	20
PA-11	6.757.979.86	398.629.05	24

Tabla 9. Características de Pozos de Barrera Hidráulica (Línea L4)

Pozo	E WGS84 (m)	N WGS84 (m)	Cota (m s.n.m.)	Prof. Perforación (m)	Prof. Sección Ranurada (*) (m)
L4-PM1	398.229	6.757.546	4.054	87	8—80
L4-PM2	398.248	6.757.624	4.047	93	14—86
L4-PM3	398.282	6.757.656	4.047	(**)	(**)
L4-PM4	398.318	6.757.692	4.048	92	13—85
L4-PM5	398.376	6.757.682	4.056	87	13—80
L4-PM6	398.397	6.757.762	4.056	96	11—89

Figura 10. . Planta General Sistema de Manejo de Aguas Proyecto Pascua Lama

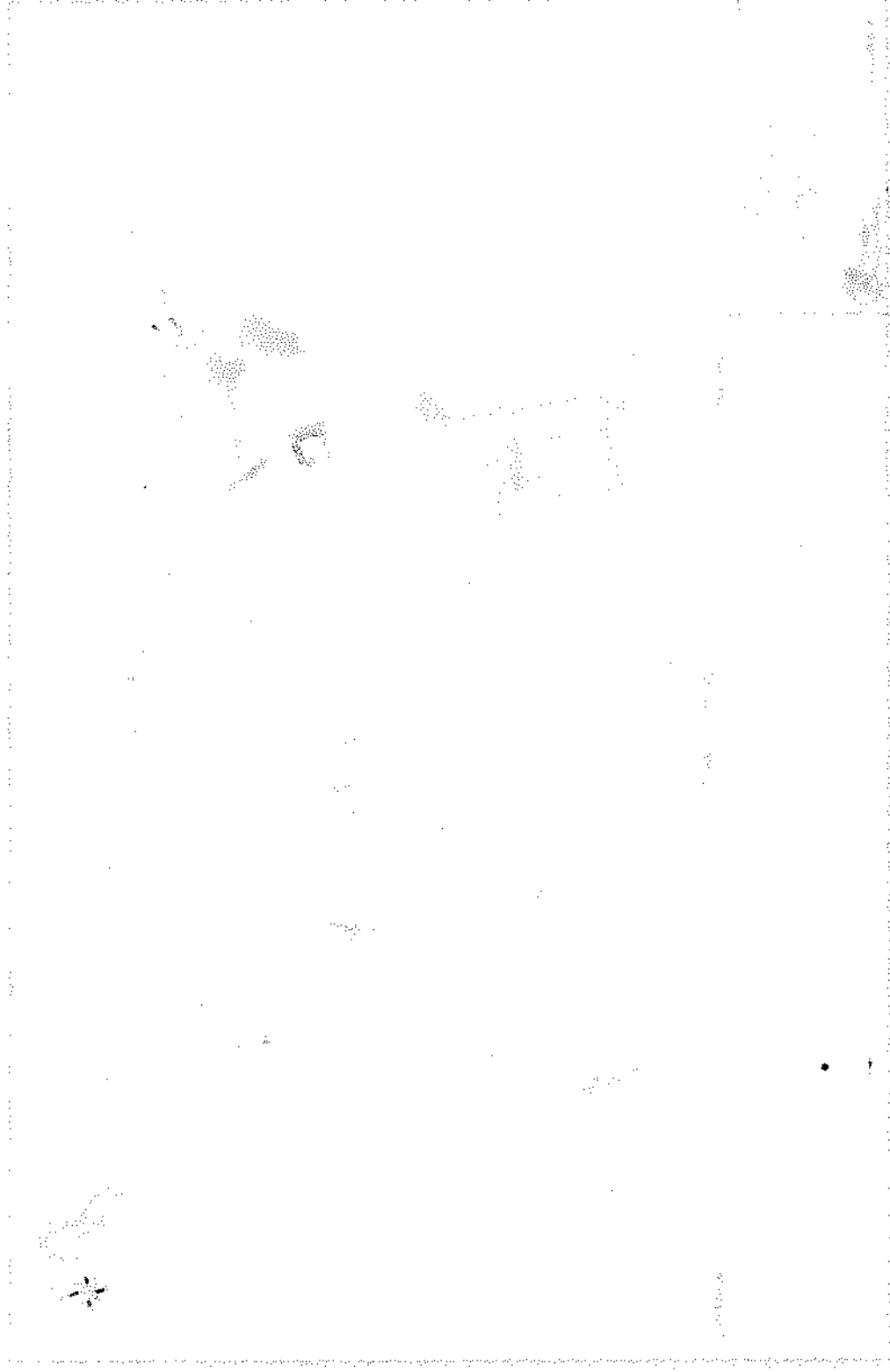


Figura 11. Sección geológica sector Sistema Cortafugas

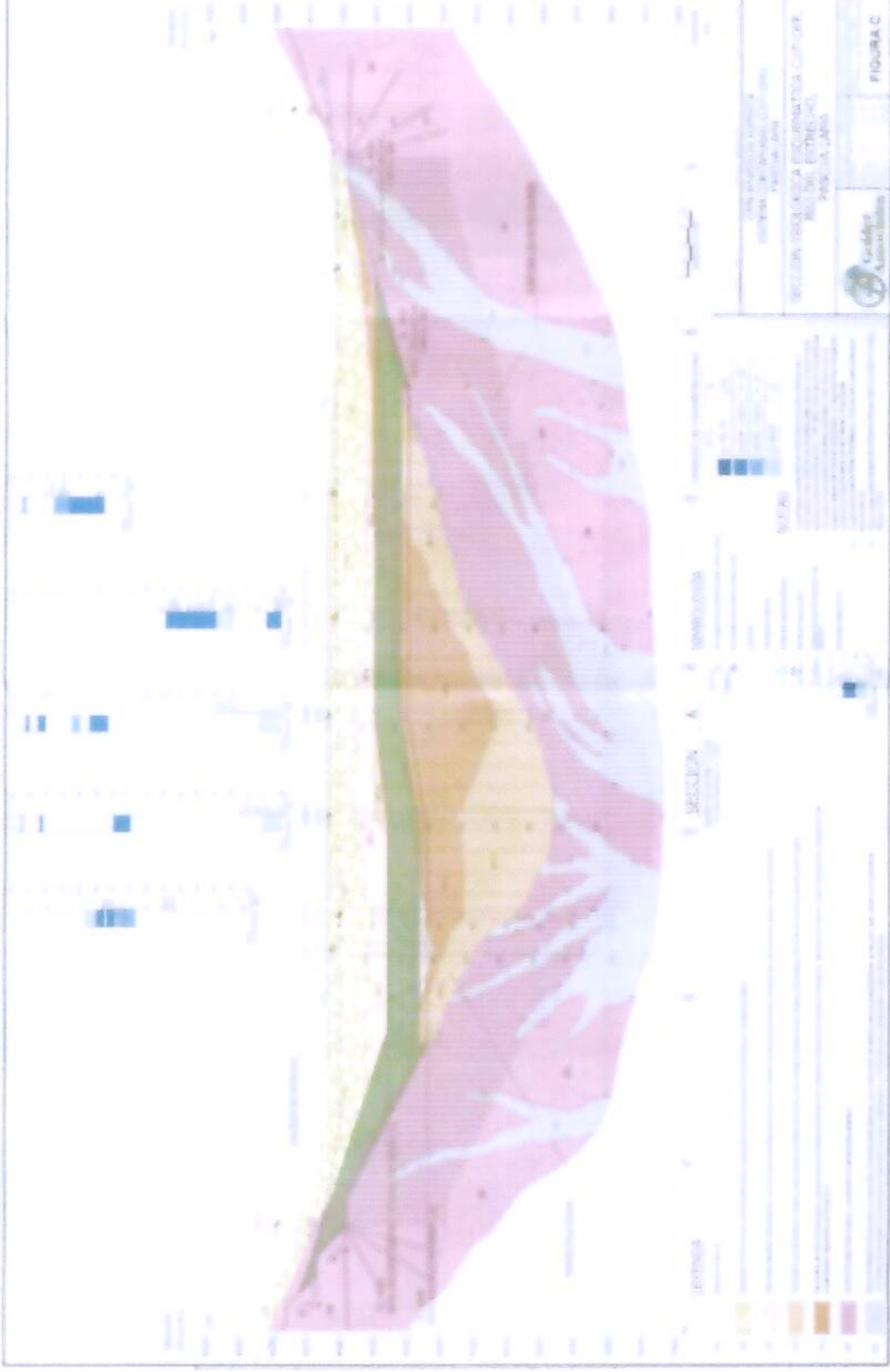
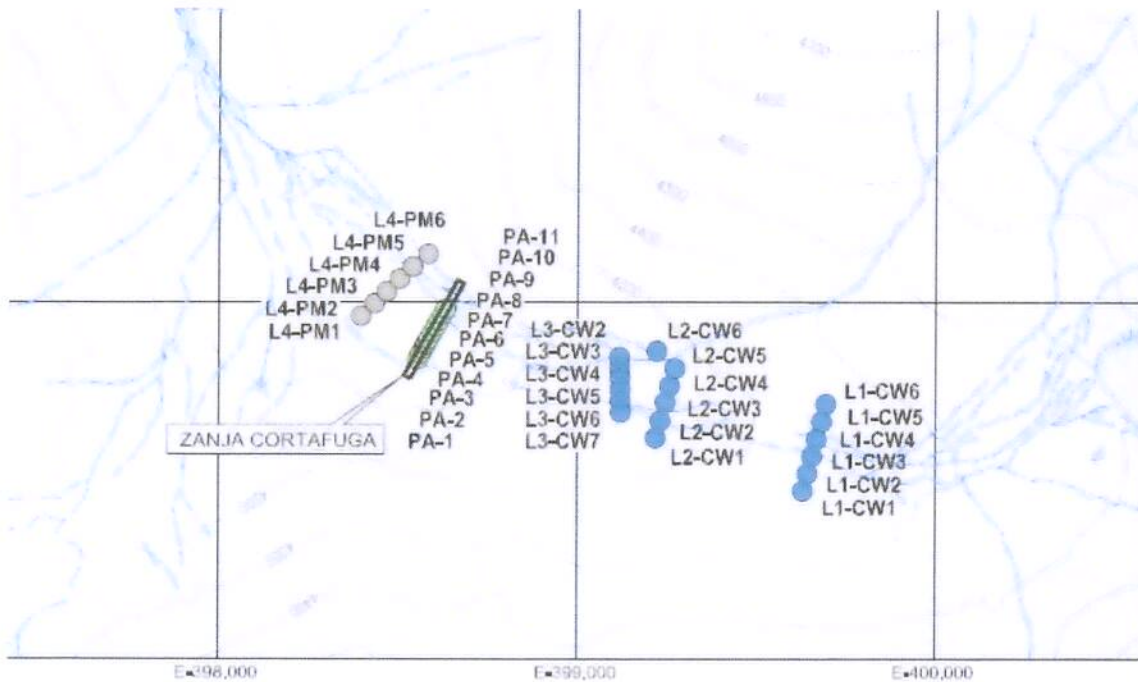


Figura 12. Distribución Unidades Hidrogeológicas Sector Alto Río del Estrecho



Figura 13. Sistema de extracción de aguas de contacto



Como conclusión, es posible indicar que el sistema de control de aguas de contacto fue diseñado para impedir el paso de estas aguas hacia los sectores bajos de la misma cuenca, resultando en un sistema que para efectos prácticos, posee una serie de unidades redundantes, las que con su funcionamiento activo o pasivo garantizan una alta eficiencia de captura de las aguas de contacto producidas en la parte alta de la cuenca del río del Estrecho, lo que se puede entender como un sistema que, en su conjunto, es “hidráulicamente estanco”.

Los pozos de control localizados bajo la zanja cortafugas (línea de pozos L4) actuarán como un elemento de verificación adicional de dicha condición de “estanqueidad hidráulica” del sistema de control de aguas de contacto y no sólo de la zanja cortafugas, que es una de las obras de dicho sistema.

vi) Respecto del riesgo de infiltraciones proveniente del muro cortafugas, el titular debe describir y detallar la infraestructura y los procedimientos necesarios para el transporte y disposición de los flujos que en su momento sean extraídos a partir de los pozos de bombeo de contingencia, especificando cuál será su destino (R1). De igual modo, precisar el sistema de control y verificación a implementar para efectos de contener oportunamente un evento que implique la existencia de aguas subterráneas contactadas inmediatamente aguas debajo de la pantalla en

cuestión, precisando el mecanismo de seguimiento de eficiencia de la eventual remediación que sea necesaria realizar con las aguas contactadas filtradas desde el muro en cuestión (R2). Para efectos de realizar un seguimiento de la hidroquímica de las aguas subterráneas, el titular deberá acompañar los antecedentes que digan relación con el establecimiento de la condición natural de calidad de las aguas subterráneas de dicha zona (R3).

R1: Respecto de eventuales infiltraciones de la zanja cortafugas que provengan del botadero de estériles, estas serán detectadas por los pozos G2014-03 y la Línea de Pozos N°4 (aguas debajo de la zanja cortafugas). Estos últimos captarán las potenciales aguas infiltradas, las que serán tratadas en la planta ARD, previa descarga al Río del Estrecho.

R2: El sistema de control de aguas de contacto considera un sistema de monitoreo de las aguas subterráneas localizado inmediatamente aguas abajo de la zanja cortafugas (pozos G2014-03 y línea de pozos L4), el que en la eventualidad de una filtración proveniente del botadero de estériles, activará un sistema de bombeo que actúa como barrera hidráulica para el manejo de esta contingencia (línea de pozos L4). Este sistema de bombeo se encuentra instalado. En el Anexo N°7 se presenta su detalle y los procedimientos generales para su activación y desactivación.

R3: Los antecedentes solicitados con la condición natural de calidad de las aguas subterráneas en la zona de la zanja cortafugas, se presentan en el Anexo N°10 "Caracterización Calidad del Agua Subterránea Sector Cortafugas".

vii) En el caso que se opte por el manejo diferencial en las piscinas de almacenamiento temporal, y con la finalidad de que el sistema de monitoreo brinde la certeza y oportunidad sobre el estado de la calidad de las aguas almacenadas, el titular deberá incorporar, al menos, un monitoreo continuo de pH y Conductividad Eléctrica, además, un monitoreo semanal para el análisis químico de los demás indicadores de DAR con resultados con un desfase máximo de 7 días hábiles.

Sumado a lo anterior, el titular deberá acompañar una metodología de muestreo en detalle al interior de las referidas piscinas, para la obtención de una representación fiel de la calidad de las aguas almacenadas, considerando la condición de estancamiento de aguas en dichas piscinas.

R: Se aclara que no se optará por manejo diferencial en las piscinas de almacenamiento temporal.