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

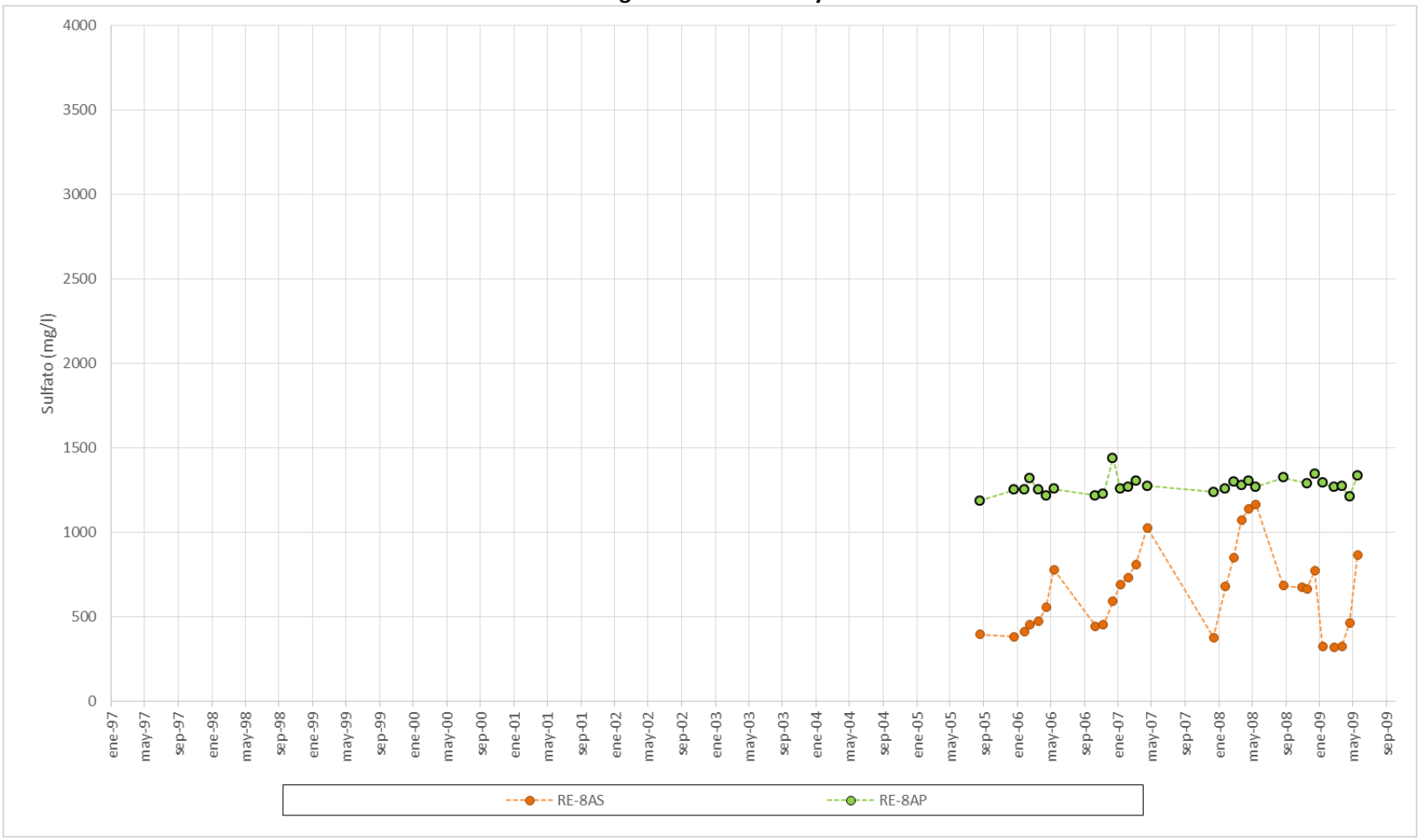
	RE-8AS	RE-8AP
N° datos	29	28
Máximo	1.165	1.440
Mínimo	323	1.188
Promedio	642	1.277

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.

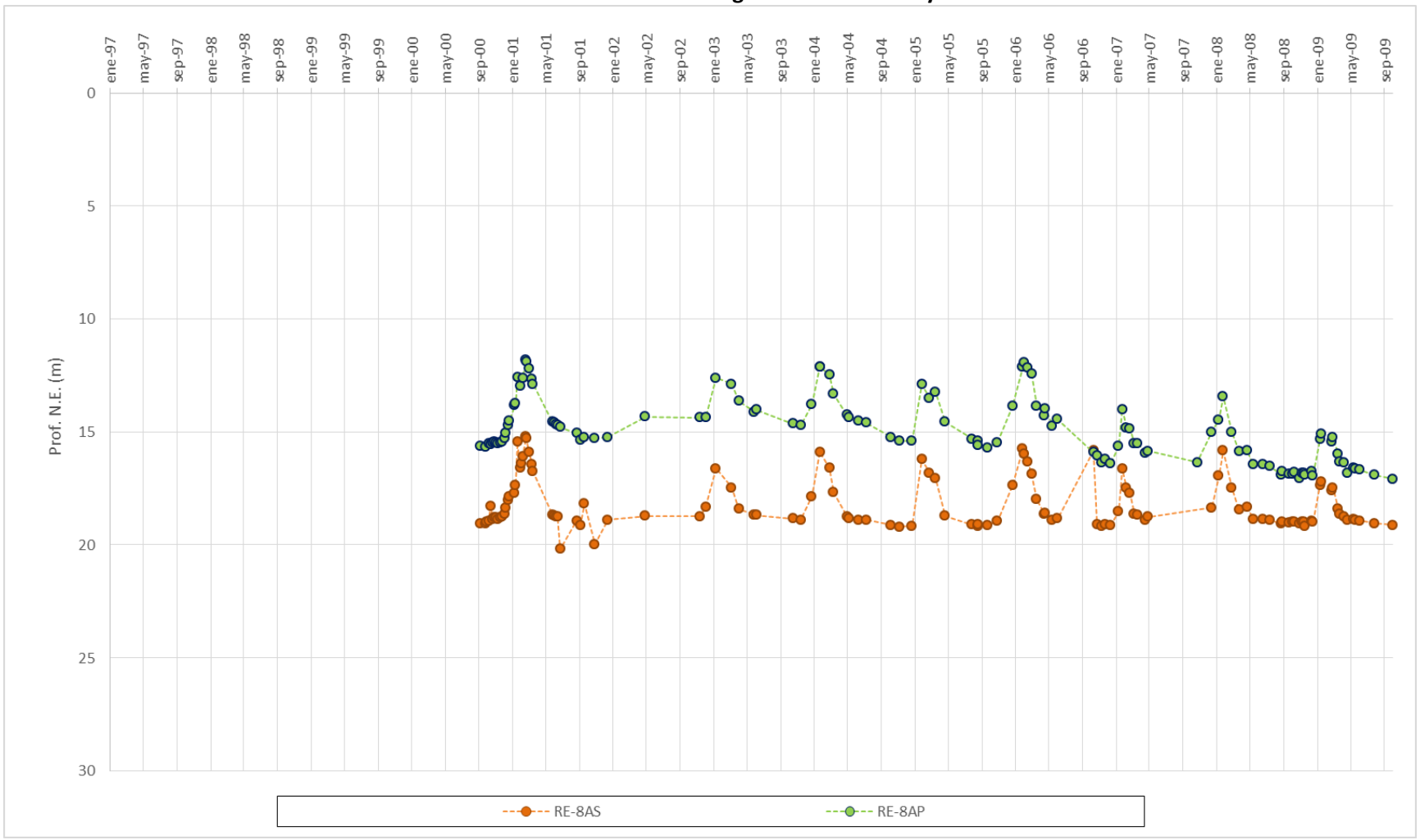
Para complementar lo anterior, se presentan las Figuras 3.3 y 3.4, donde se observan los niveles y concentraciones de sulfato en los pozos RE-8AS y RE-8AP, respectivamente.

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



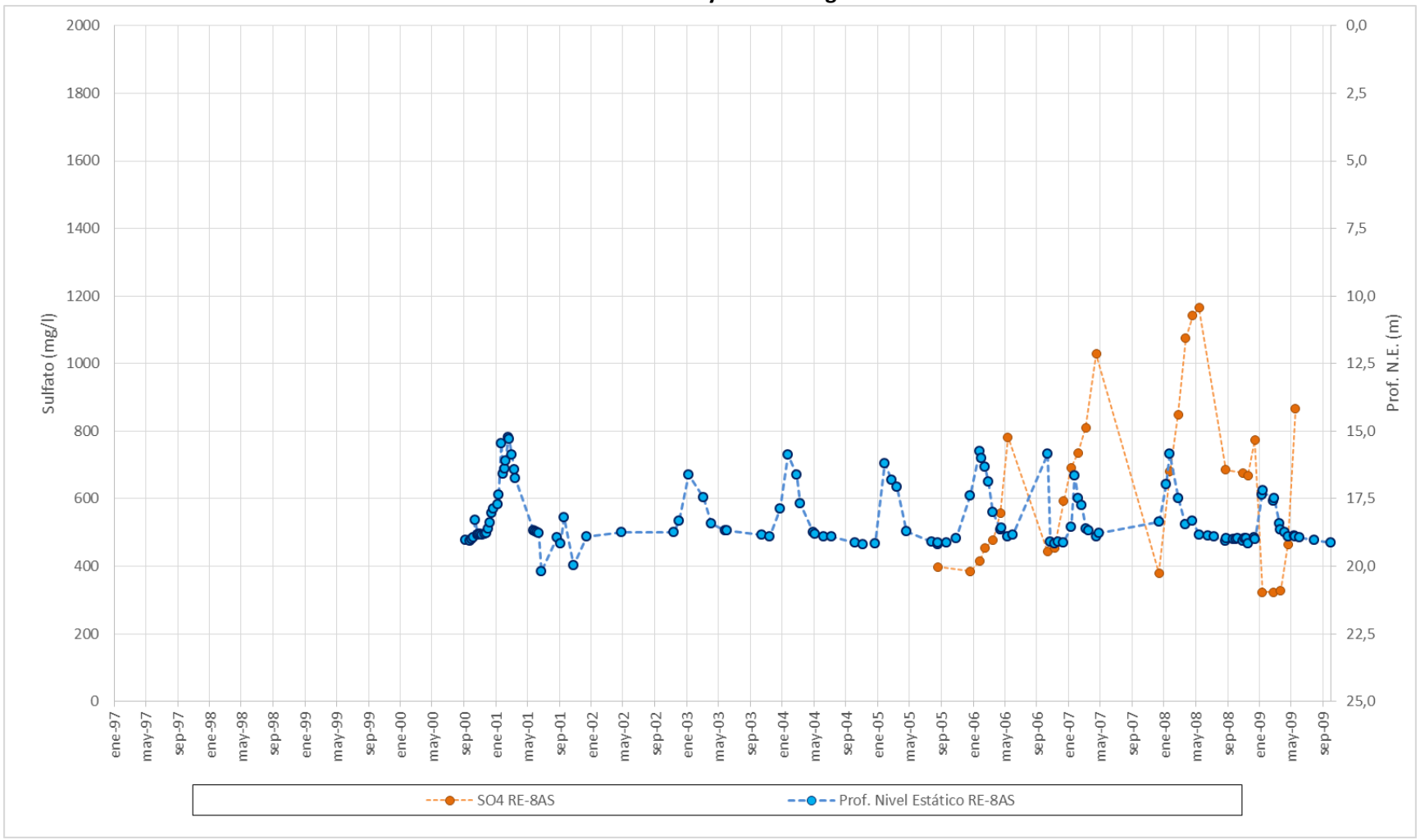
Fuente: Elaboración Propia.

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



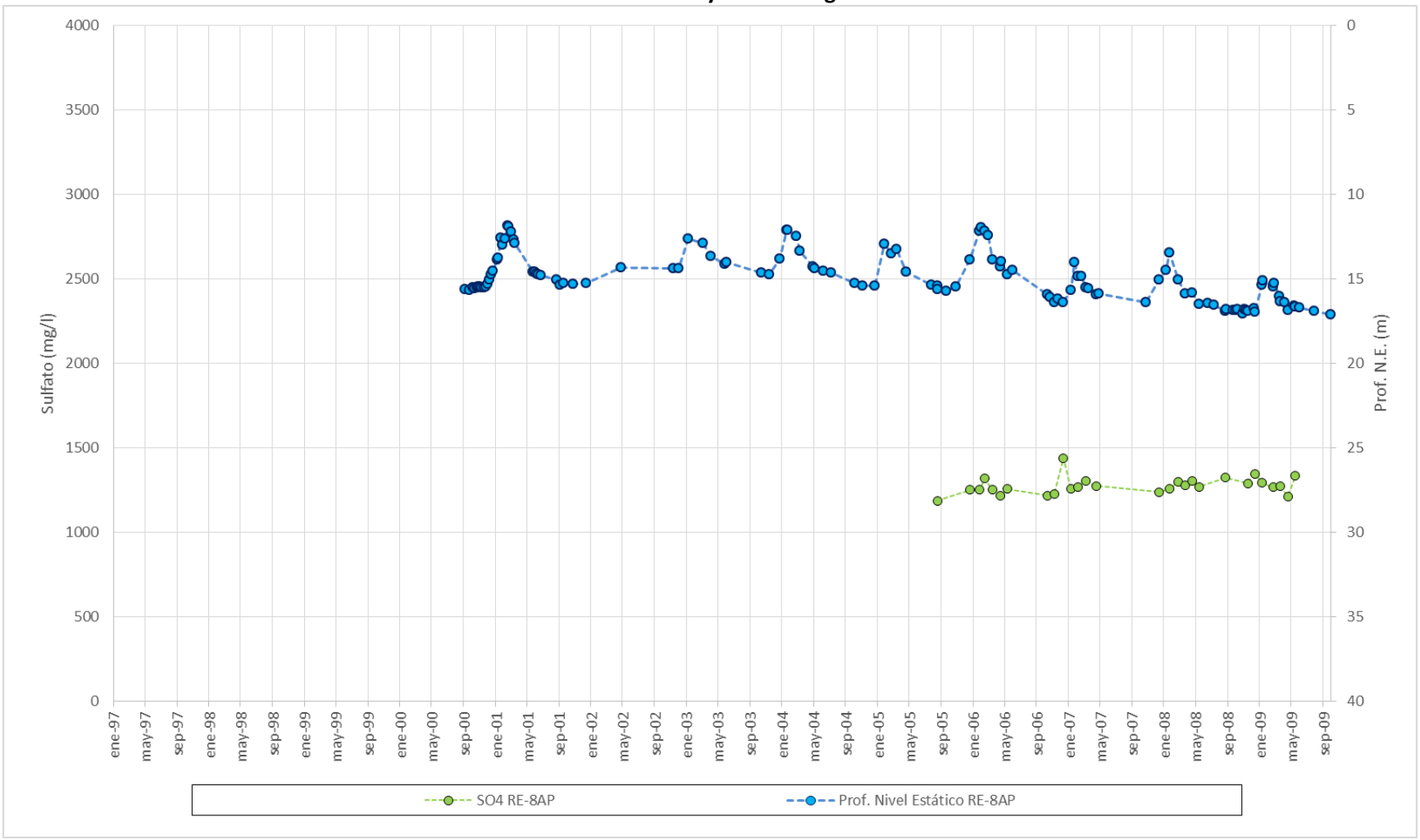
Fuente: Elaboración Propia.

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

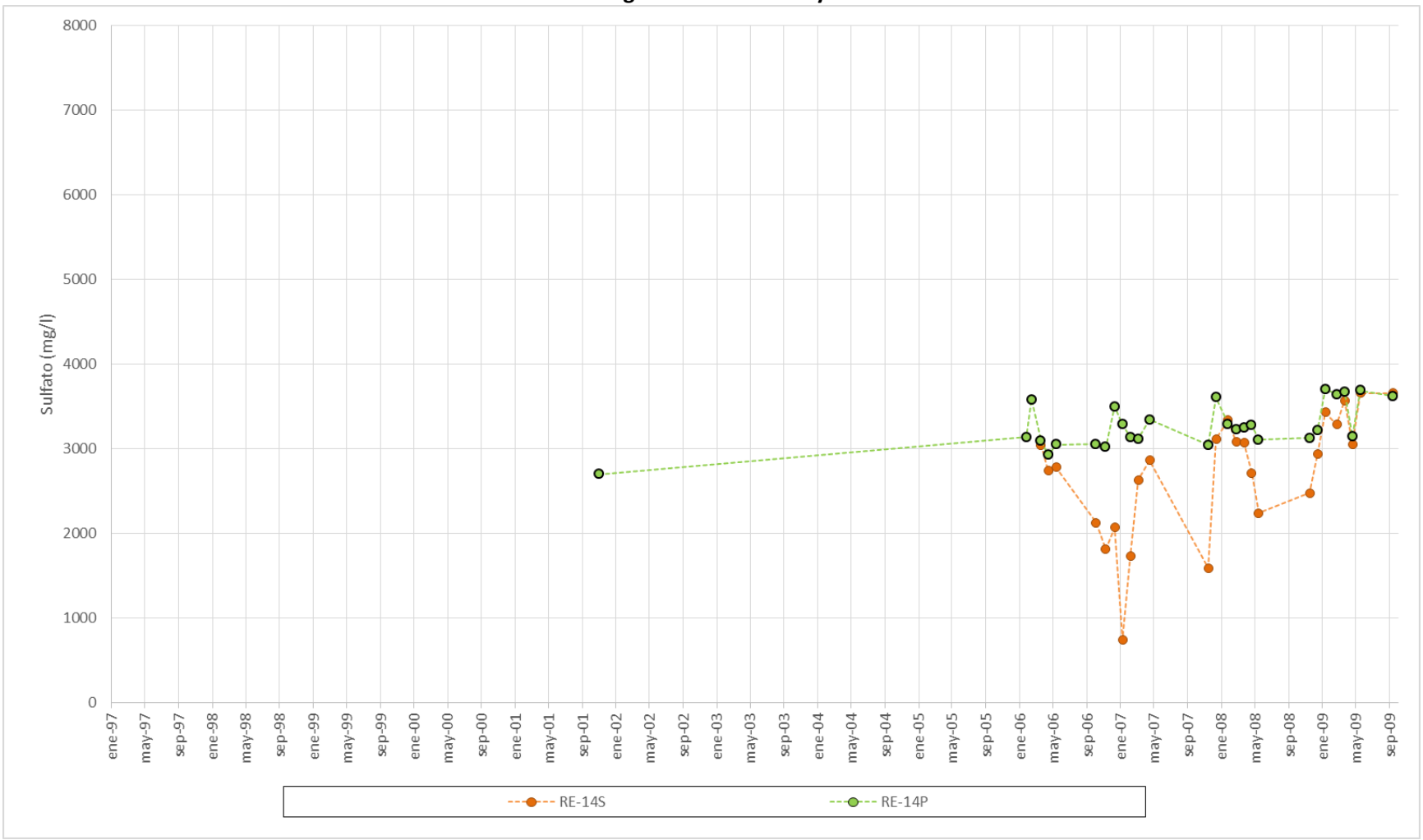
	RE-14S	RE-14P
N° datos	25	28
Máximo	3.659	3.708
Mínimo	749	2.700
Promedio	2.714	3.273

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.

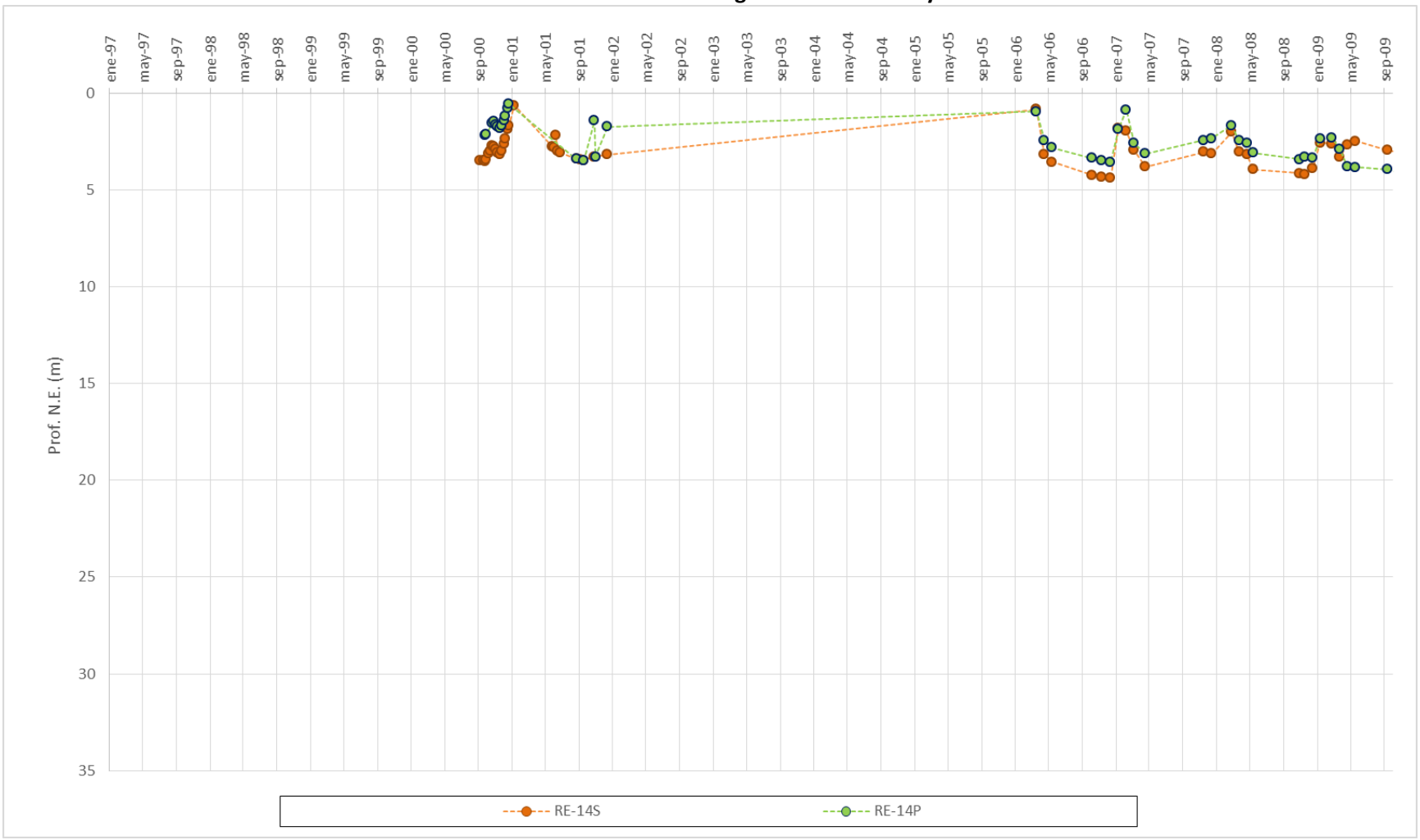
De manera de integrar los puntos anteriores, se presentan las Figuras 3.7 y 3.8, donde se observan los niveles y concentraciones de sulfato en los pozos RE-14S y RE-14P, respectivamente.

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



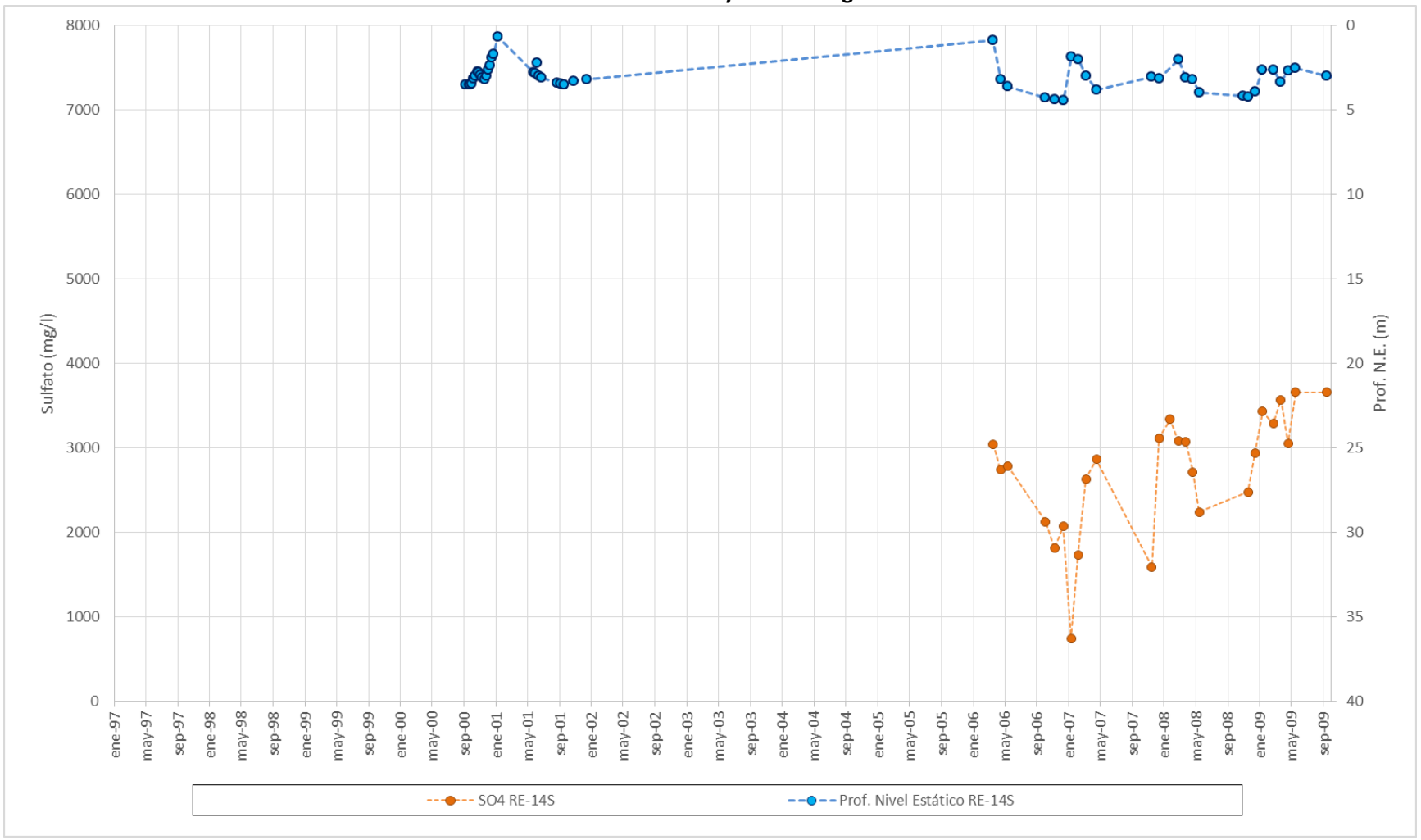
Fuente: Elaboración Propia.

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



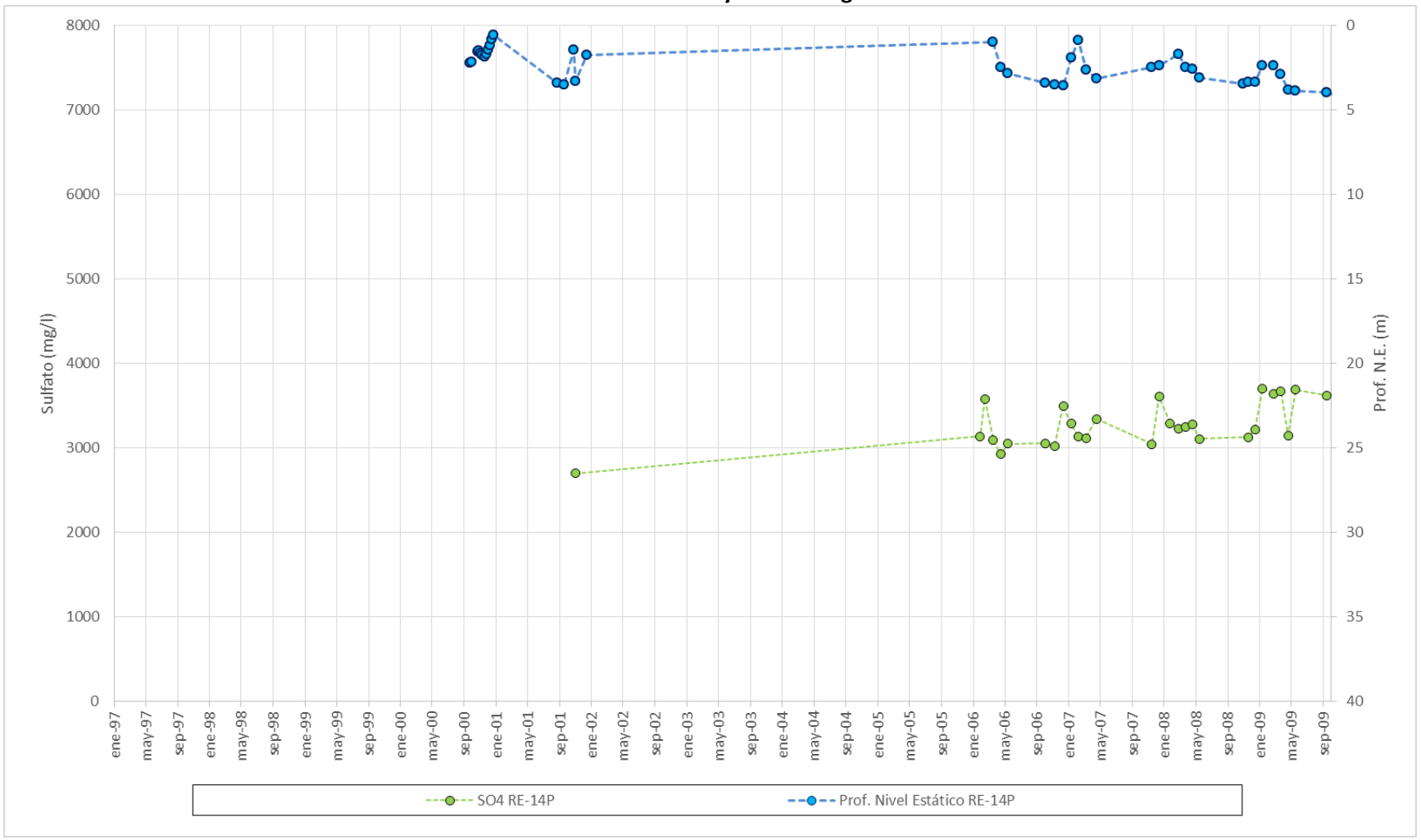
Fuente: Elaboración Propia.

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

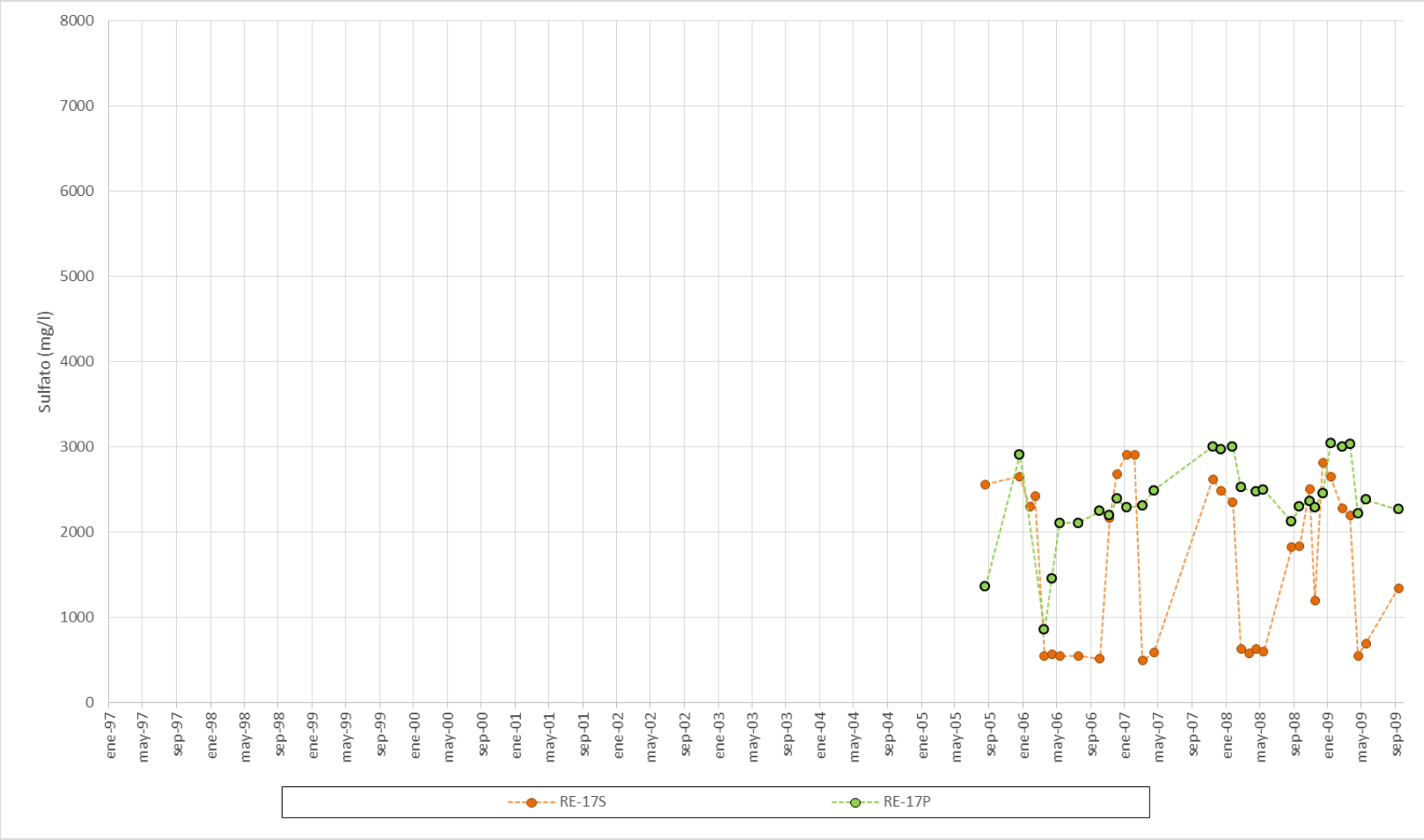
Fuente: Elaboración Propia.

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

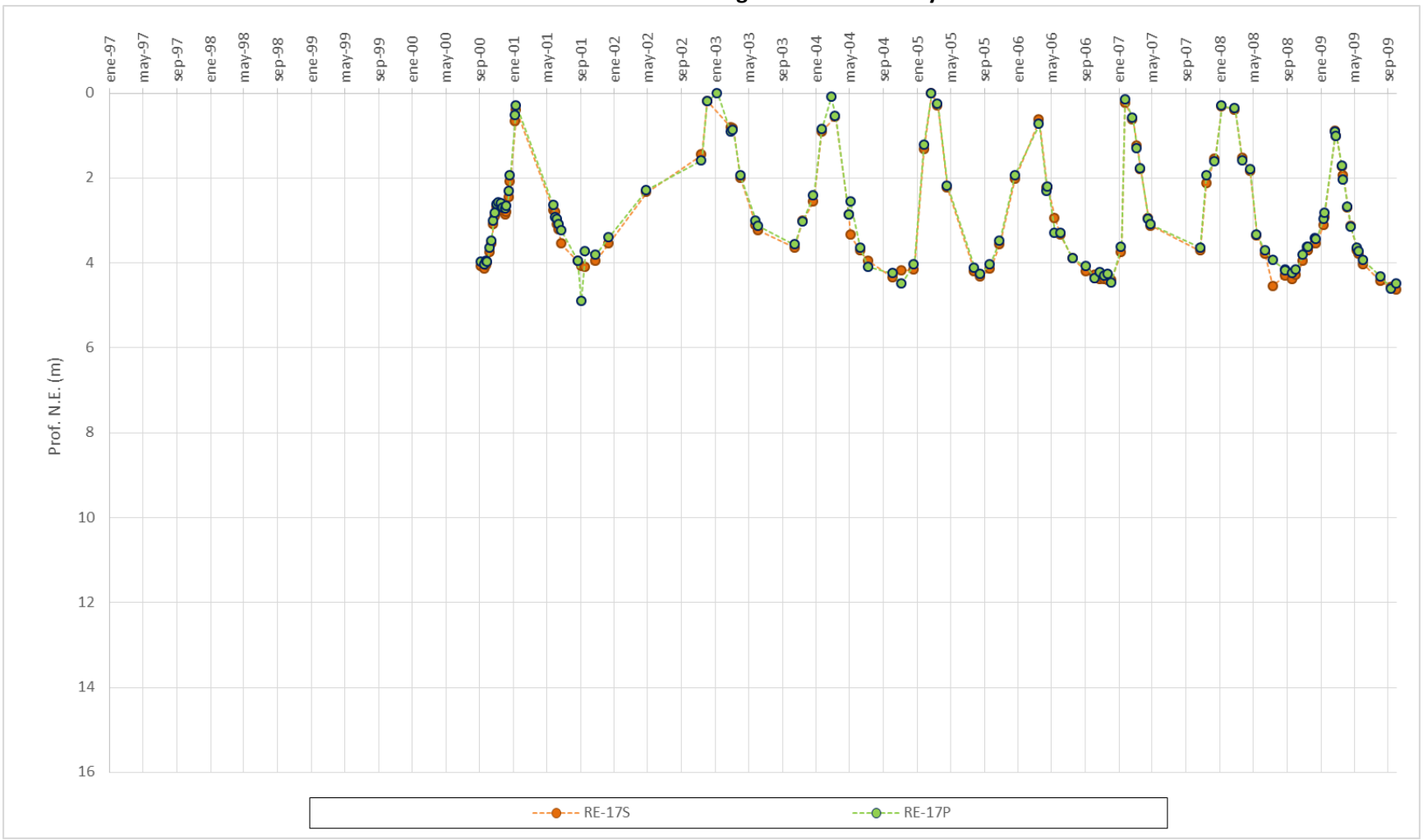
A partir de las figuras descritas, se aprecia que en ambos pozos, los aumentos en la concentración de sulfato van ligados con las disminuciones de la profundidad al nivel estático. Es decir, los incrementos de la concentración de sulfato tienen relación con el aumento del nivel estático registrado en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

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



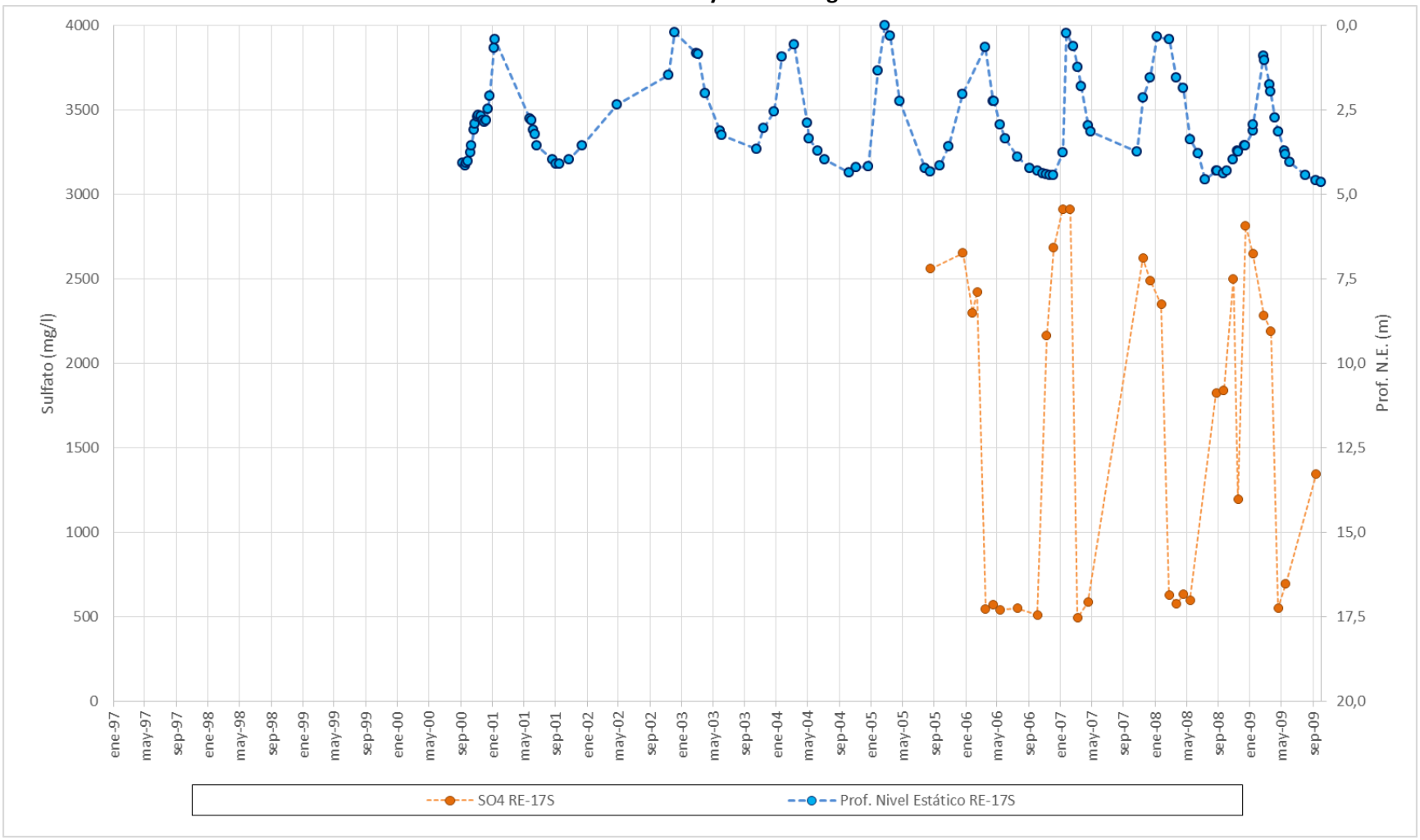
Fuente: Elaboración Propia.

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



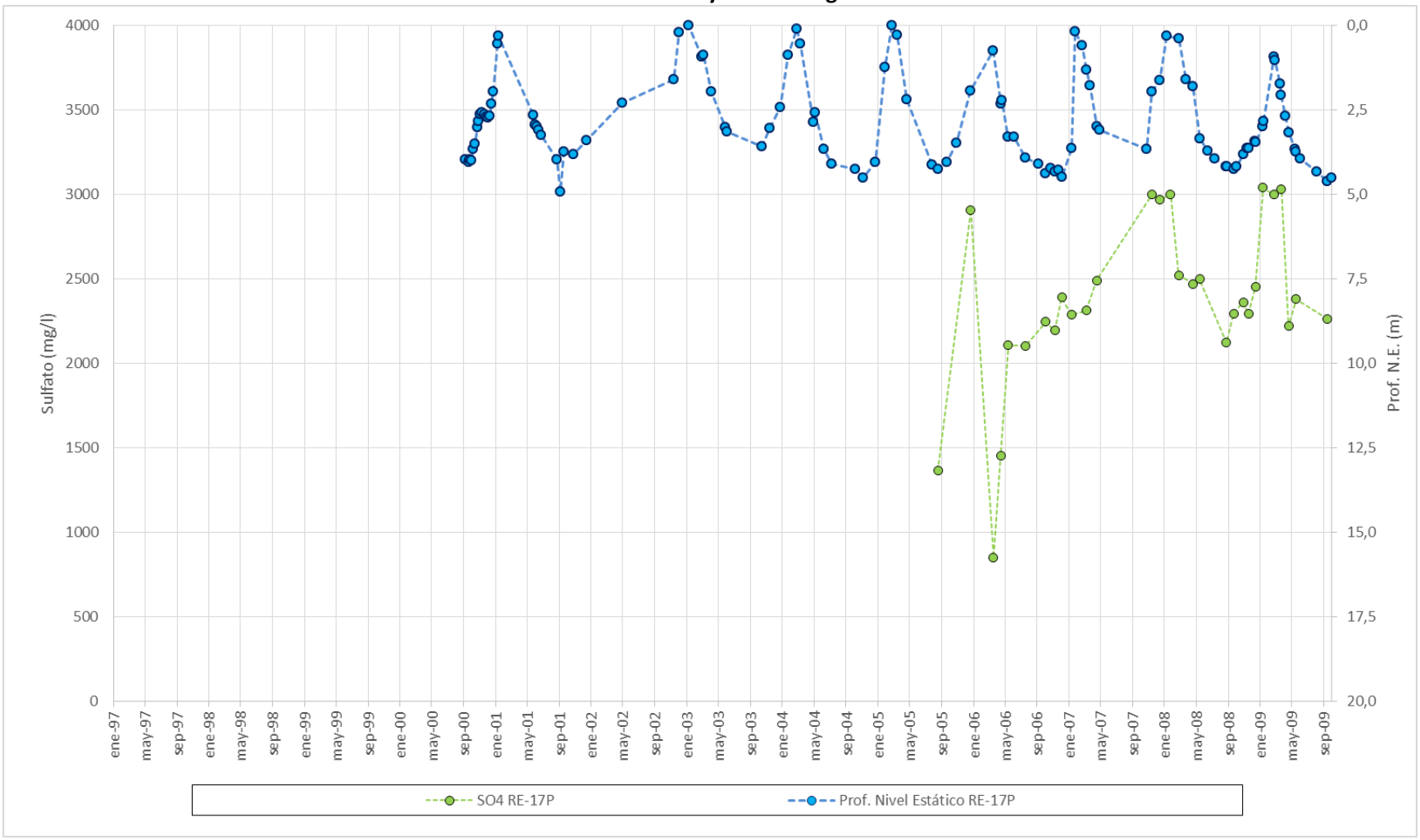
Fuente: Elaboración Propia.

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.

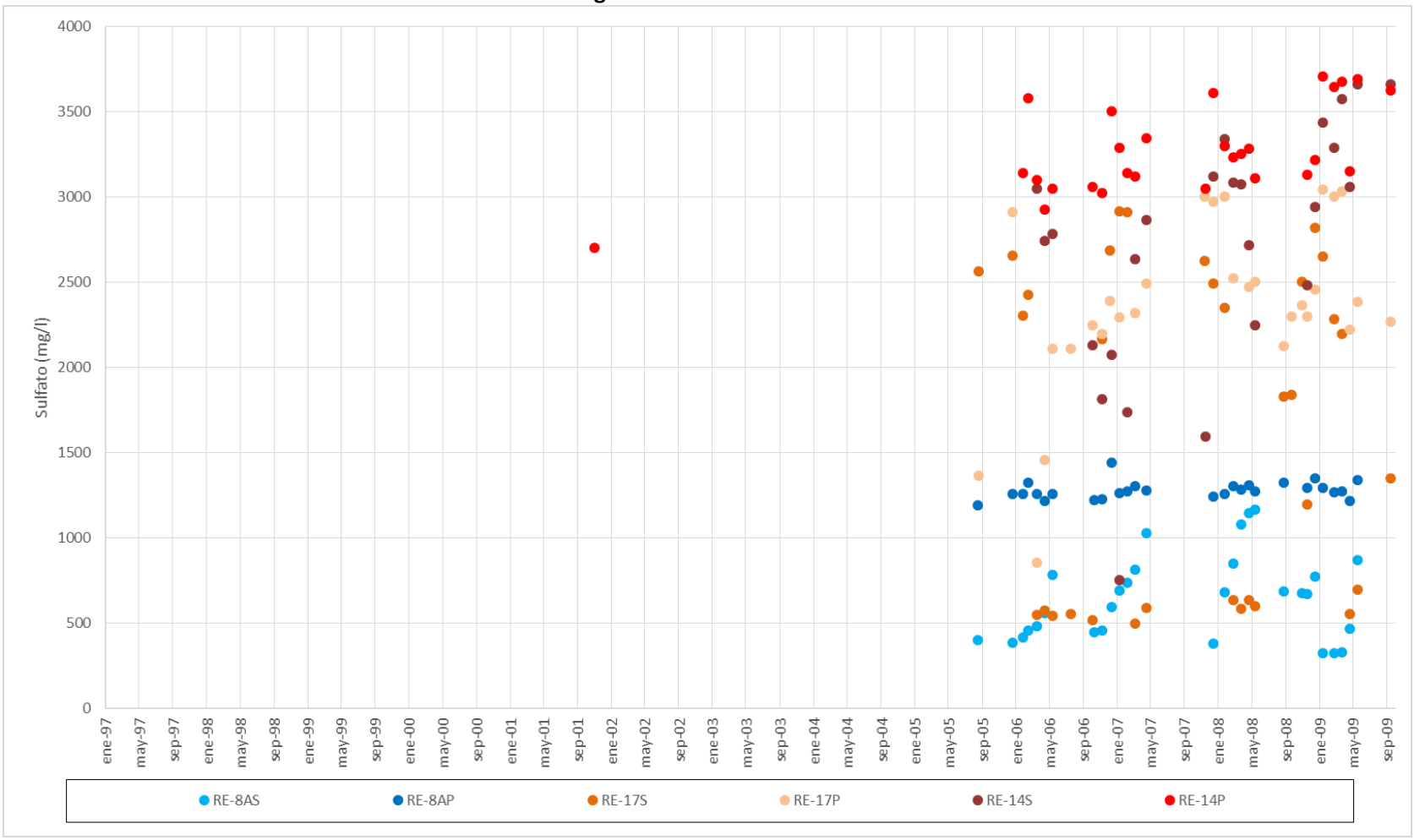
A partir de la información anterior se generó la Figura 3.14, en la cual se presentan los valores de concentraciones máximas, mínimas y promedio de sulfato para el registro hasta septiembre 2009, graficados a través de la línea de flujo que va desde los pozos RE-8AS/RE-8AP hasta los pozos RE-17S/RE-17P. 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.

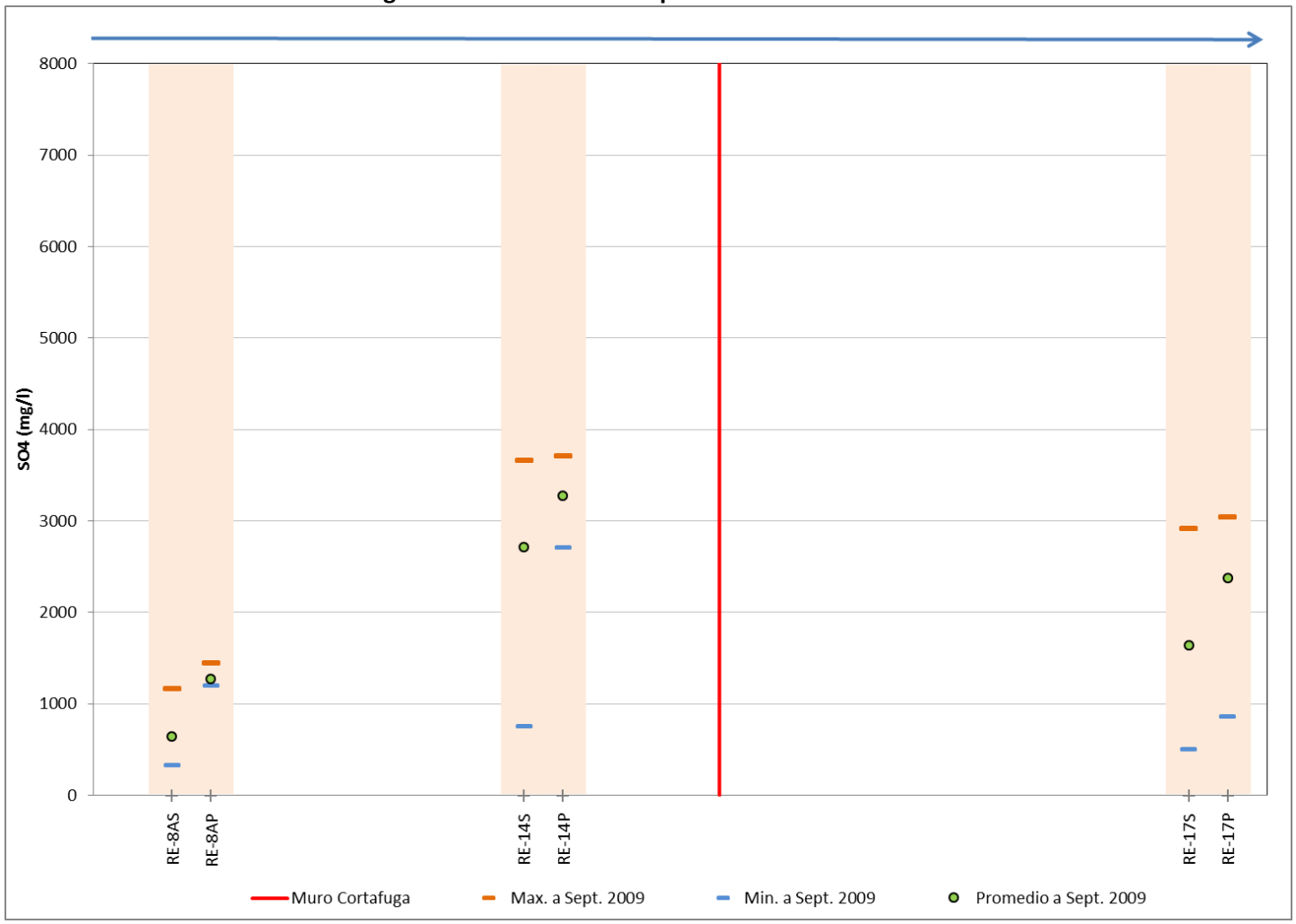
De esta manera, se observa que la calidad de las aguas ubicadas en las proximidades de la Zanja Cortafugas indicaría un importante aporte desde aguas subterráneas mineralizadas.

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 Manganeso (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.

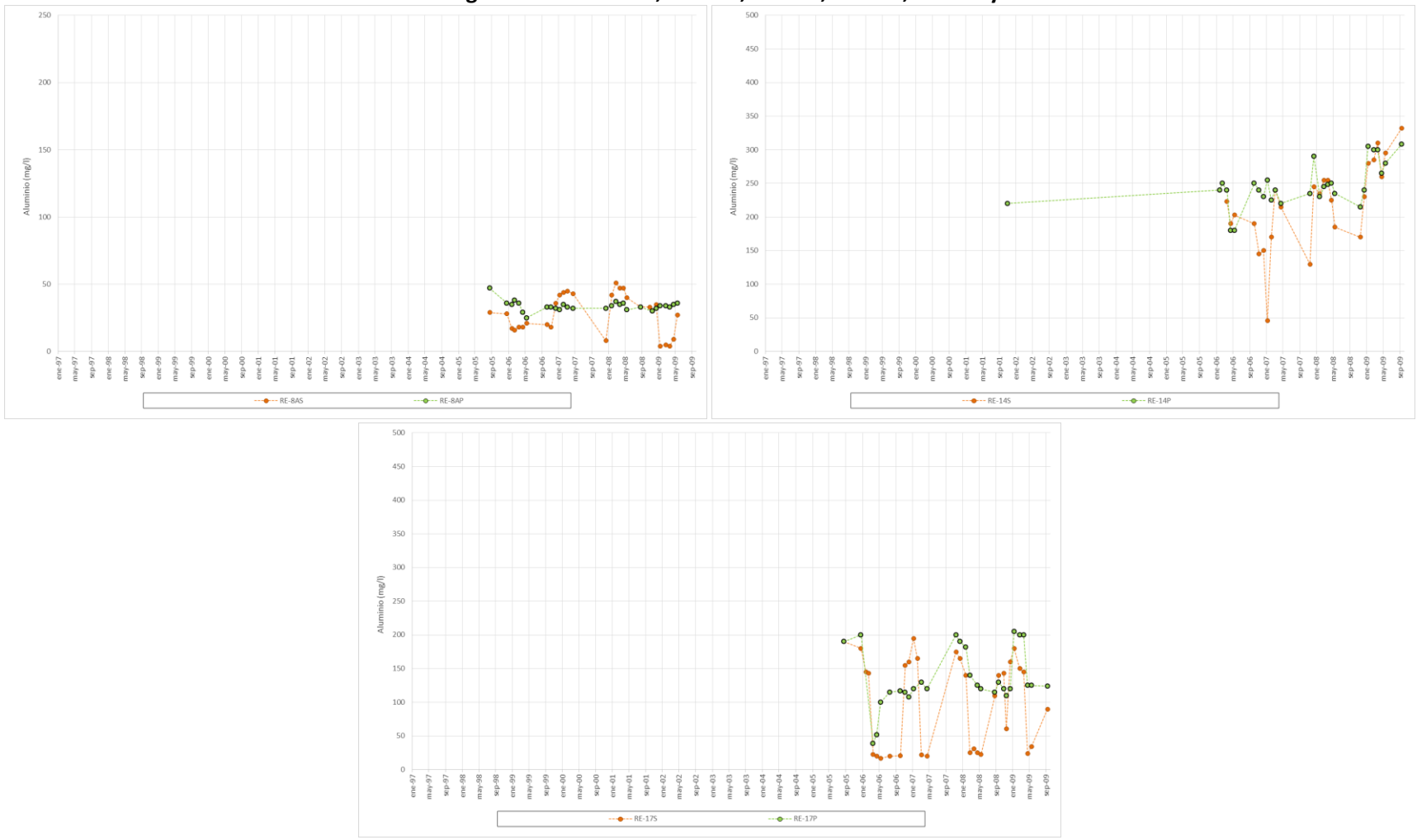
En las Figuras 4.11 y 4.12 se presenta la evolución temporal de la concentración de manganeso en los pozos seleccionados para el registro disponible, las concentraciones máximas, mínimas y promedio de manganeso registradas hasta septiembre de 2009, graficadas a través de la línea de flujo para los pozos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

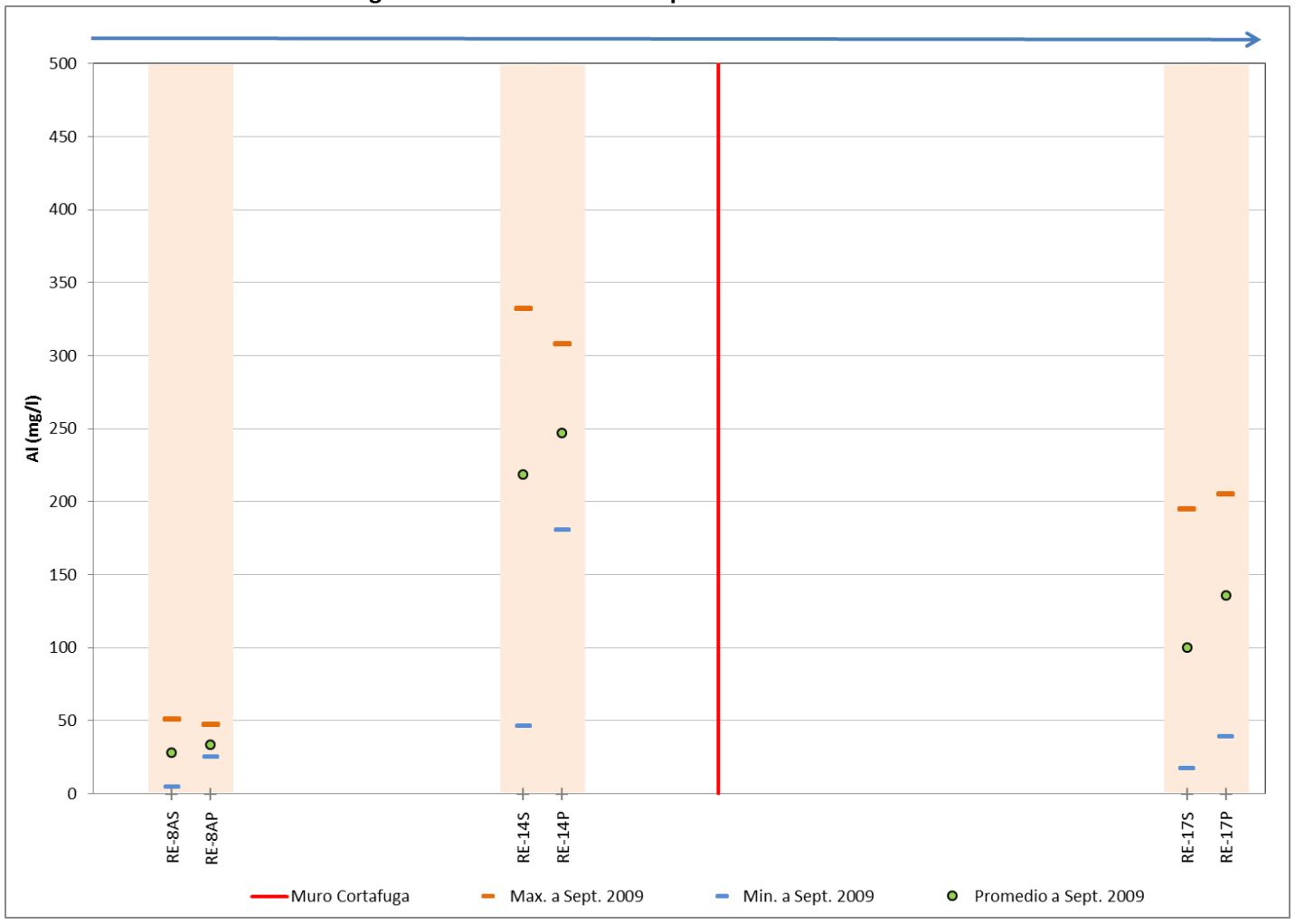
Se debe considerar que en las figuras de líneas de flujo anteriores, la separación entre los valores asociados a los pozos corresponde a una representación de la distancia real que existe entre ellos.

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



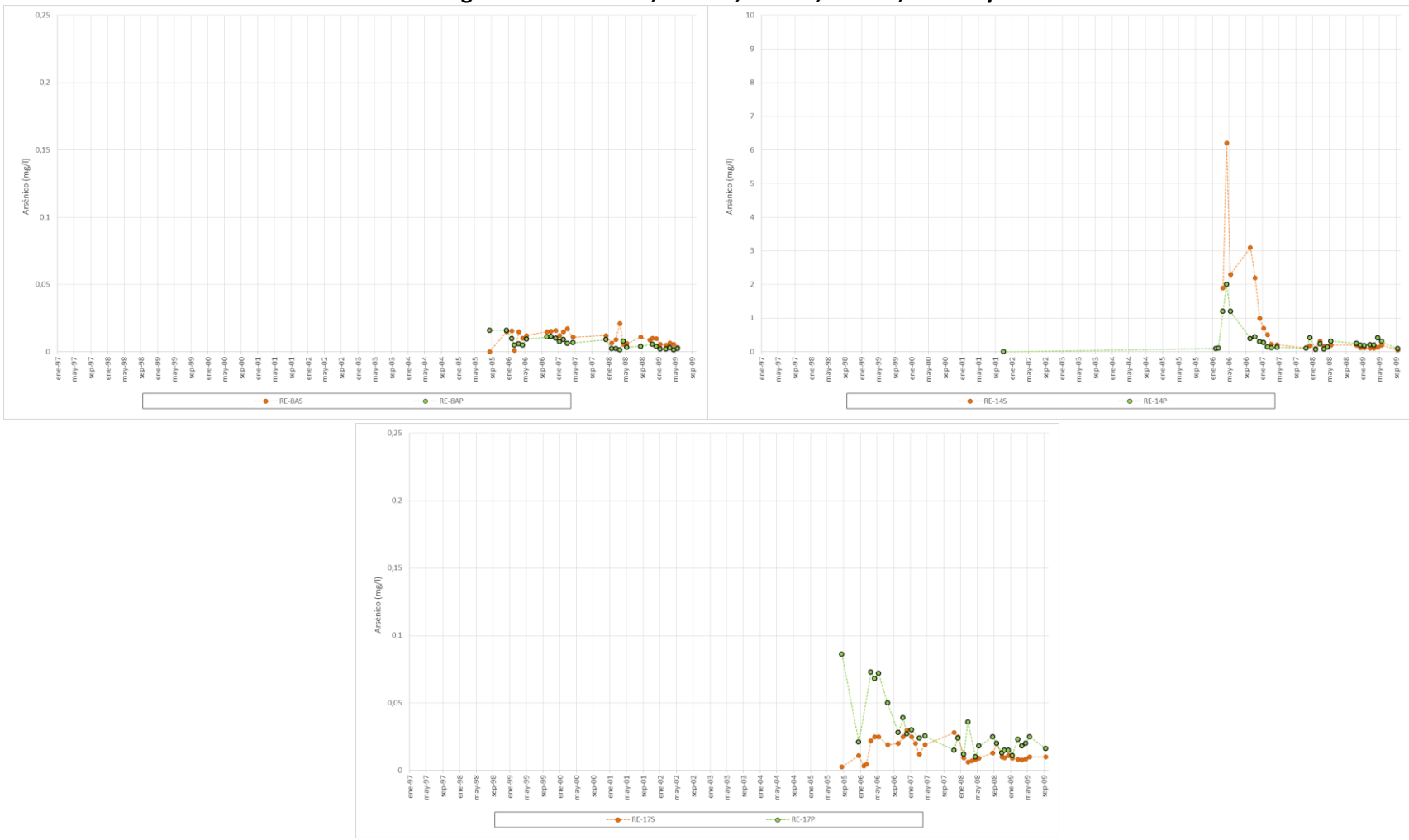
Fuente: Elaboración Propia.

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



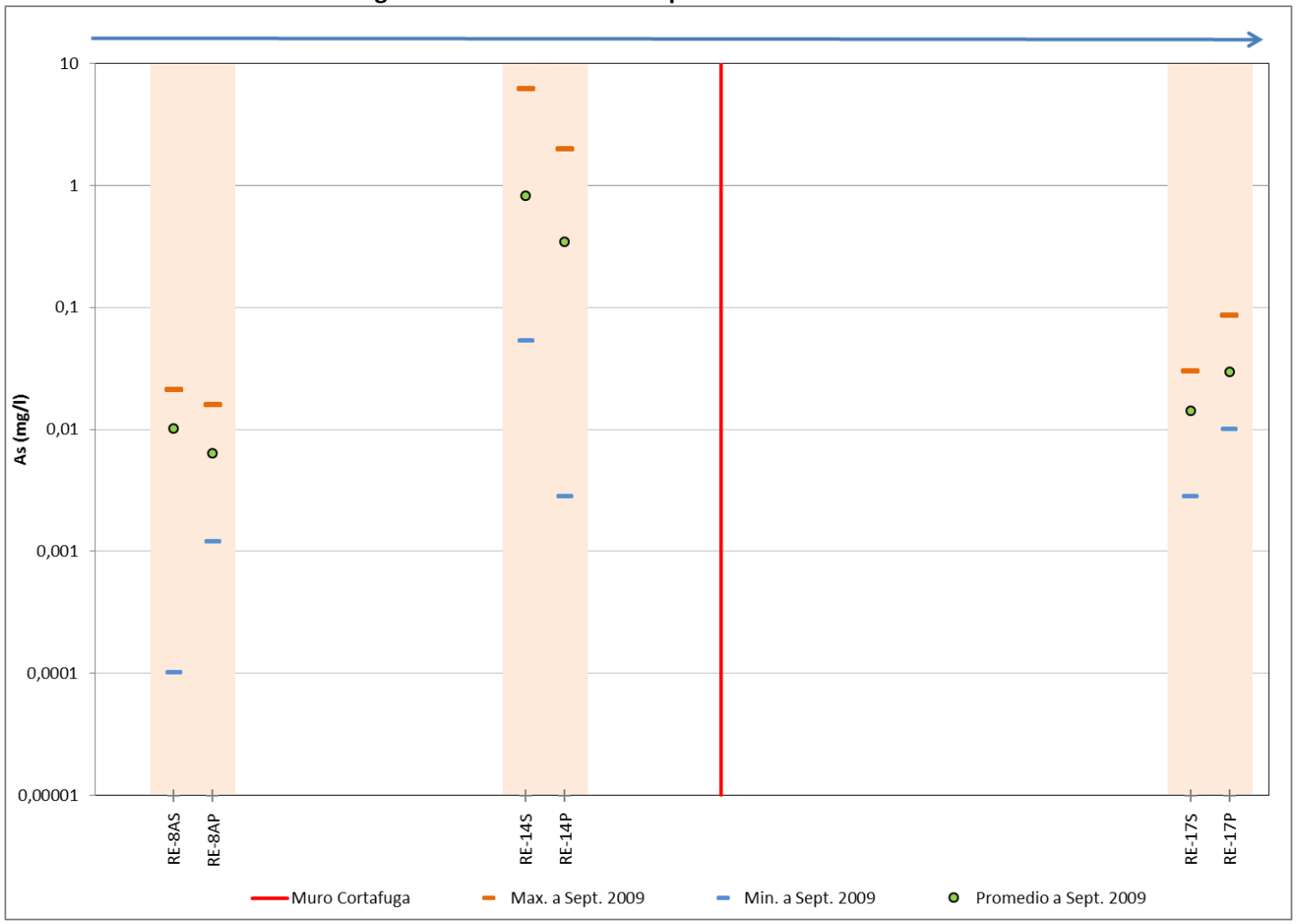
Fuente: Elaboración Propia.

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



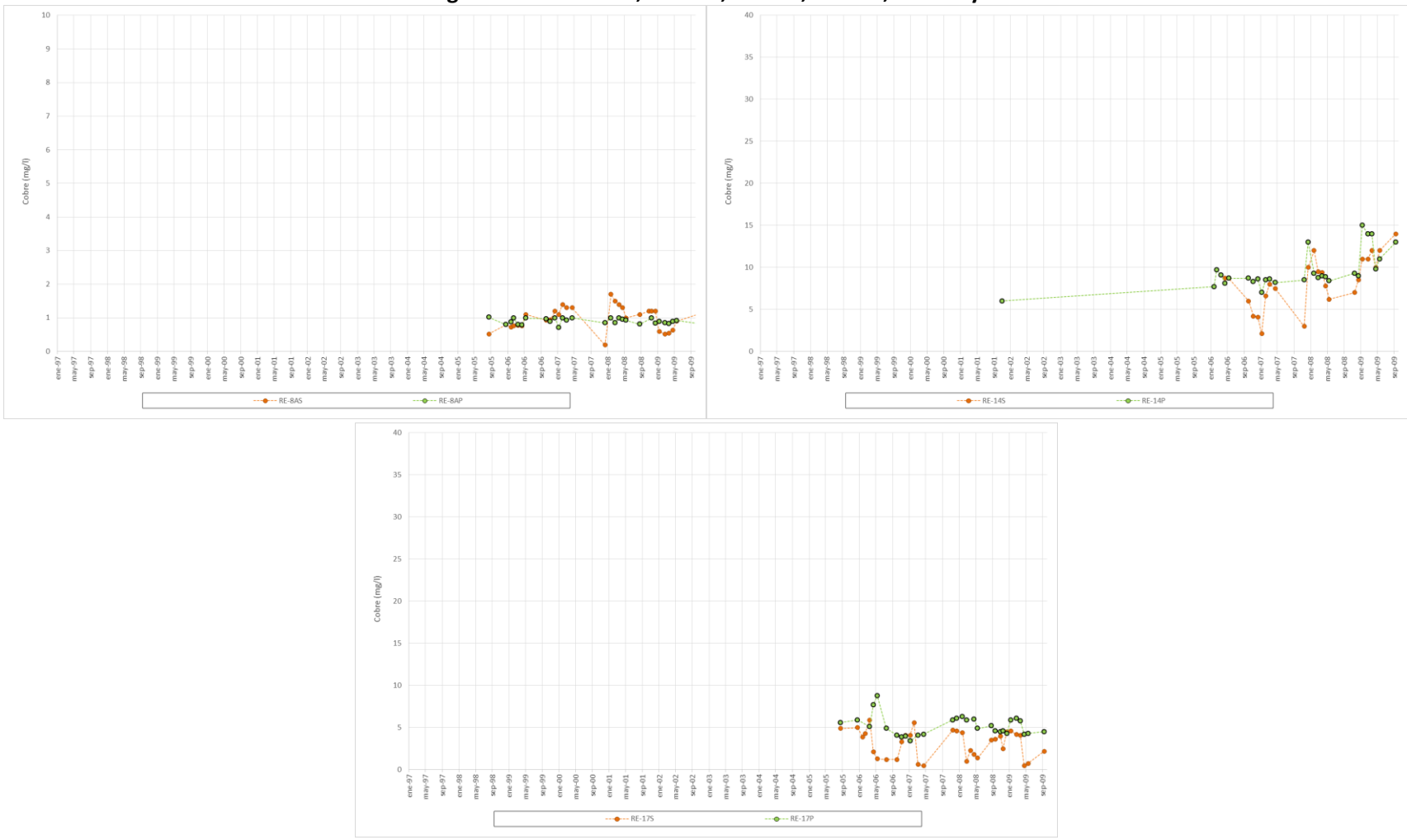
Fuente: Elaboración Propia.

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



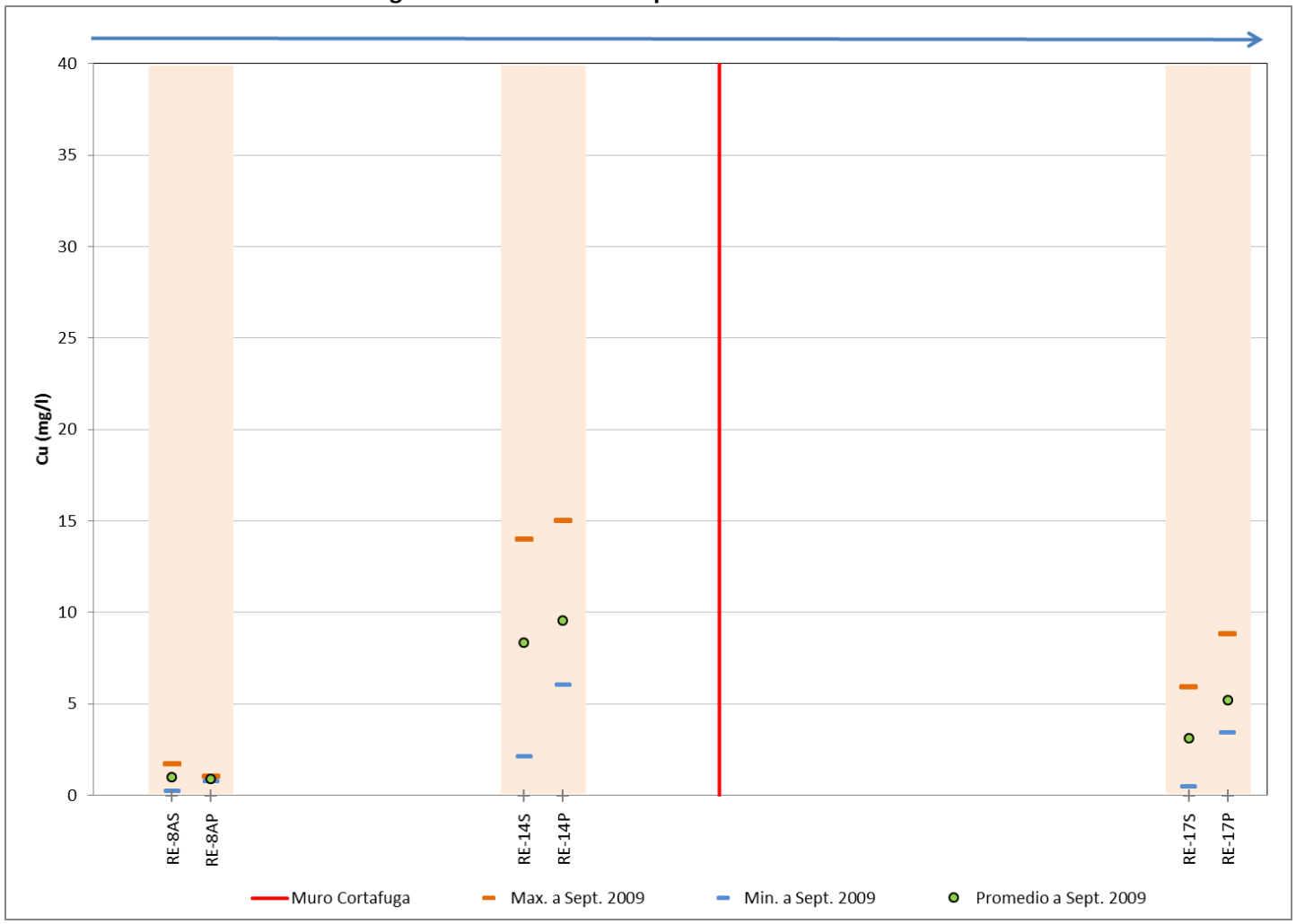
Fuente: Elaboración Propia.

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



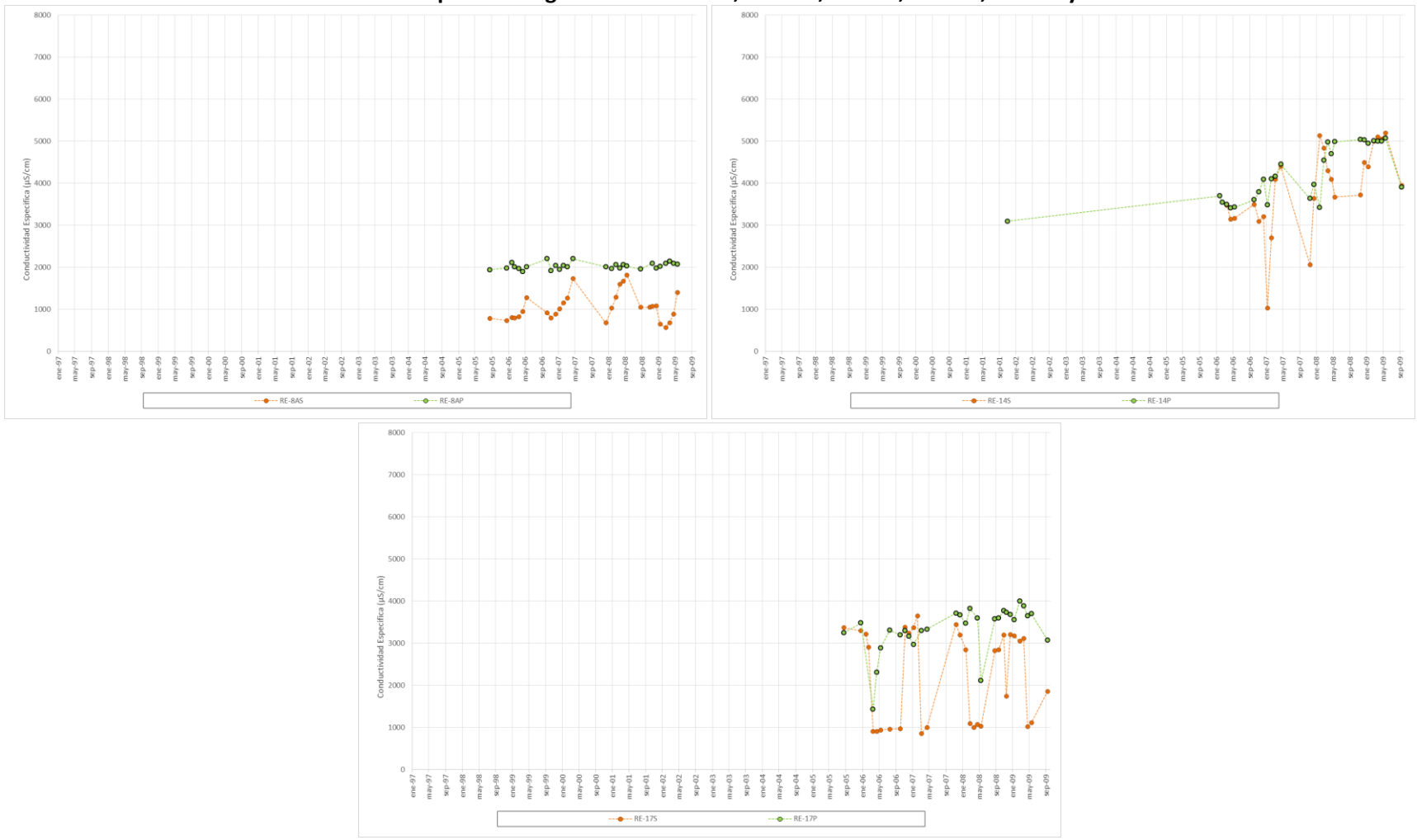
Fuente: Elaboración Propia.

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



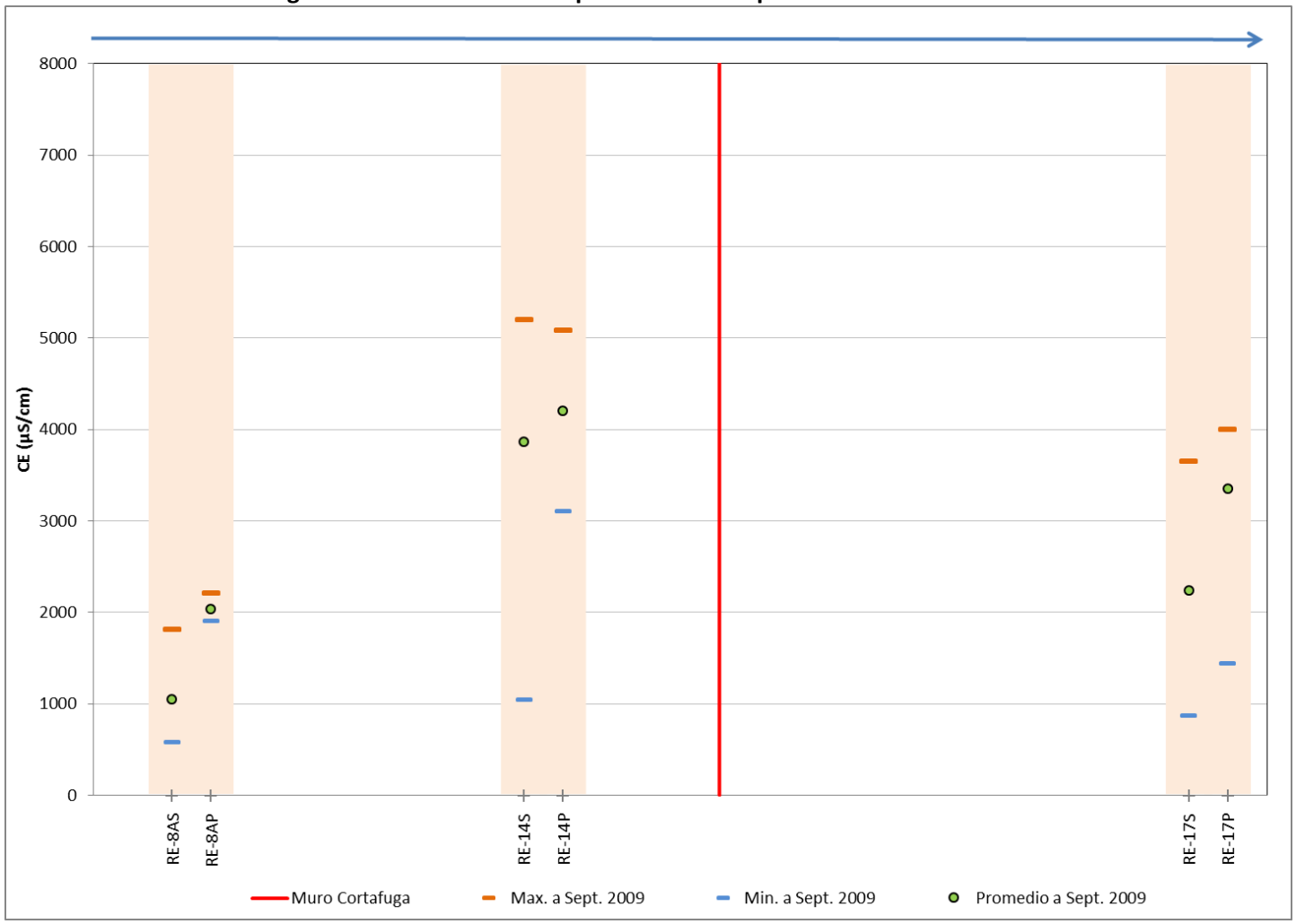
Fuente: Elaboración Propia.

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



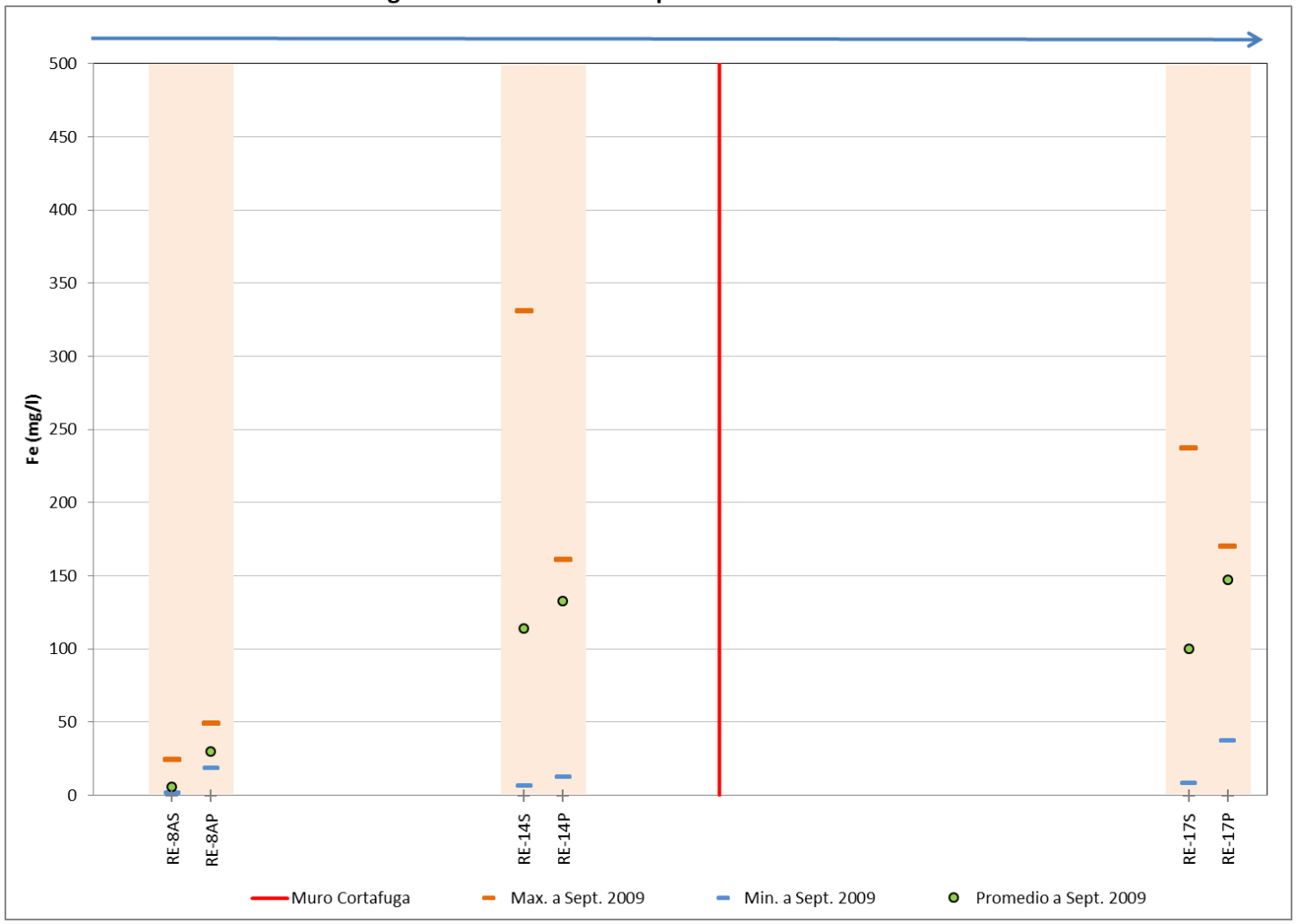
Fuente: Elaboración Propia.

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



Fuente: Elaboración Propia.

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



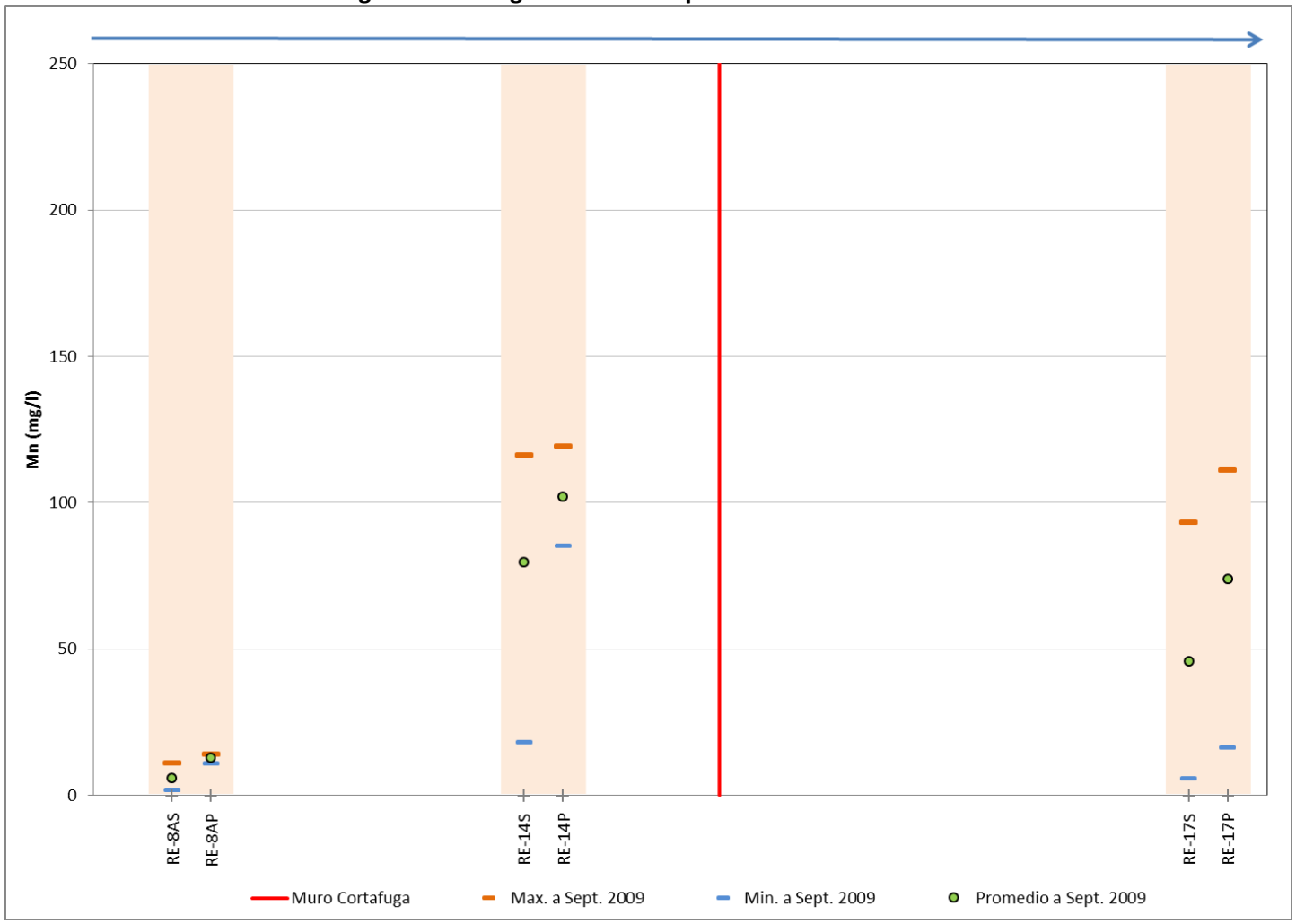
Fuente: Elaboración Propia.

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



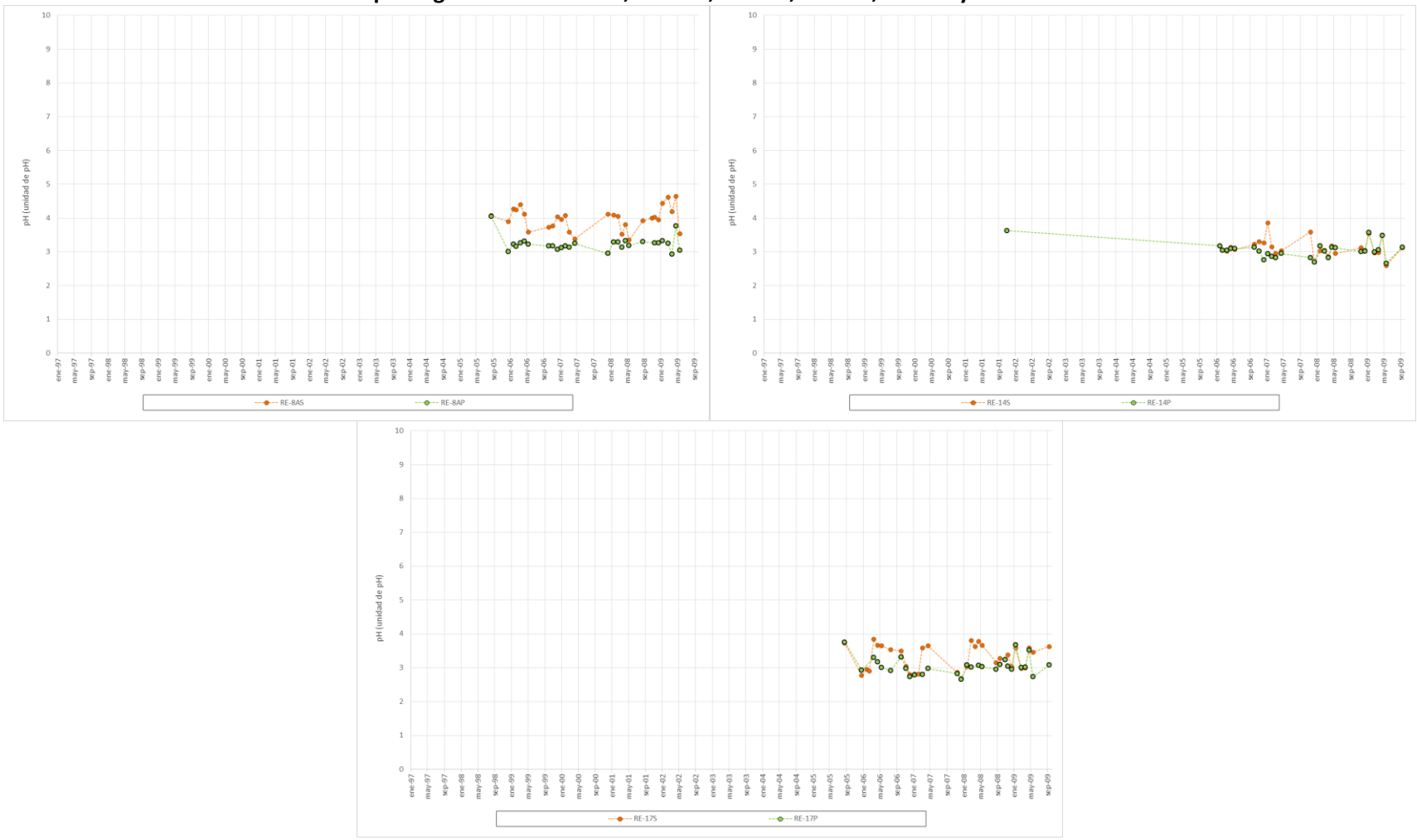
Fuente: Elaboración Propia.

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



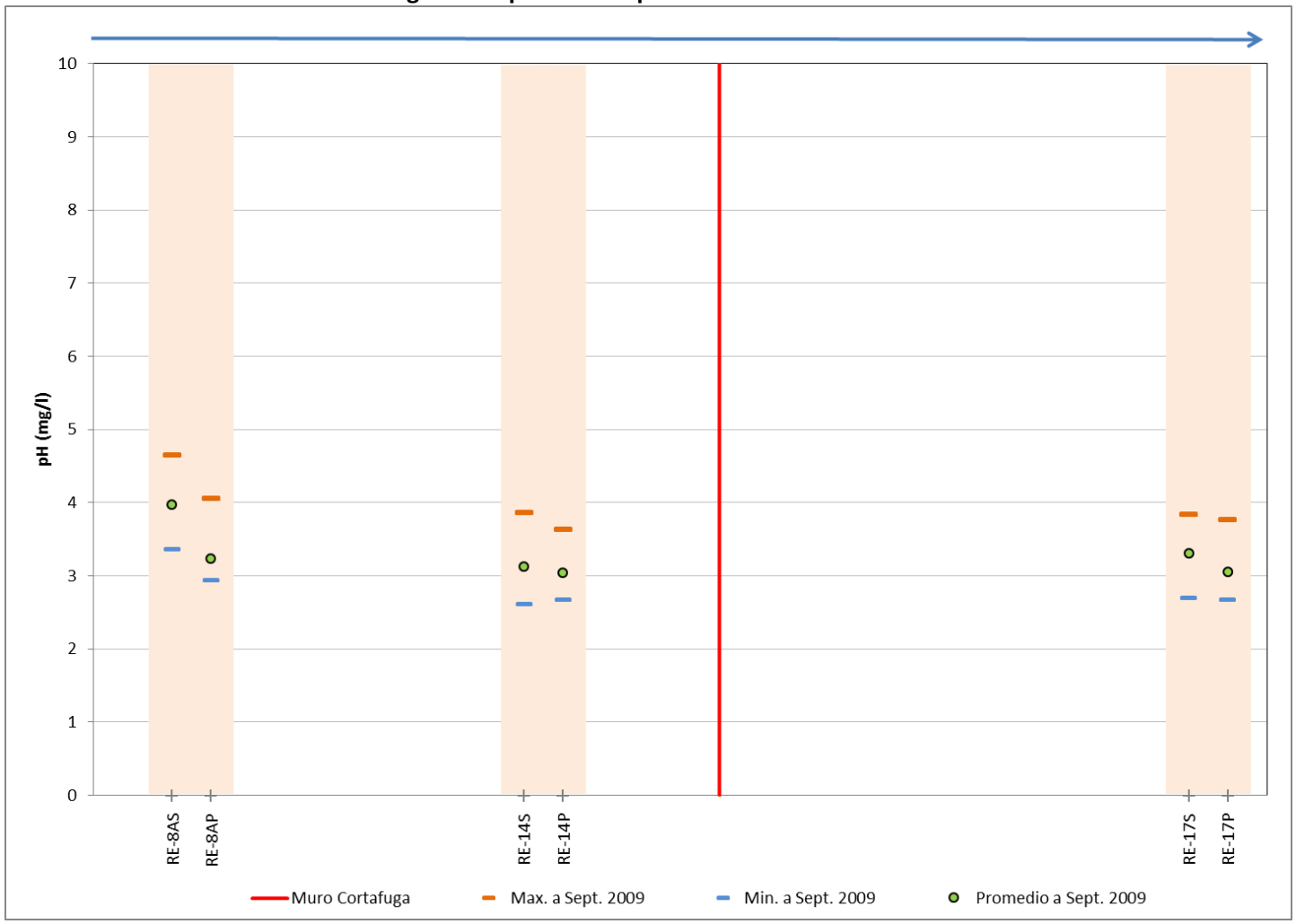
Fuente: Elaboración Propia.

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



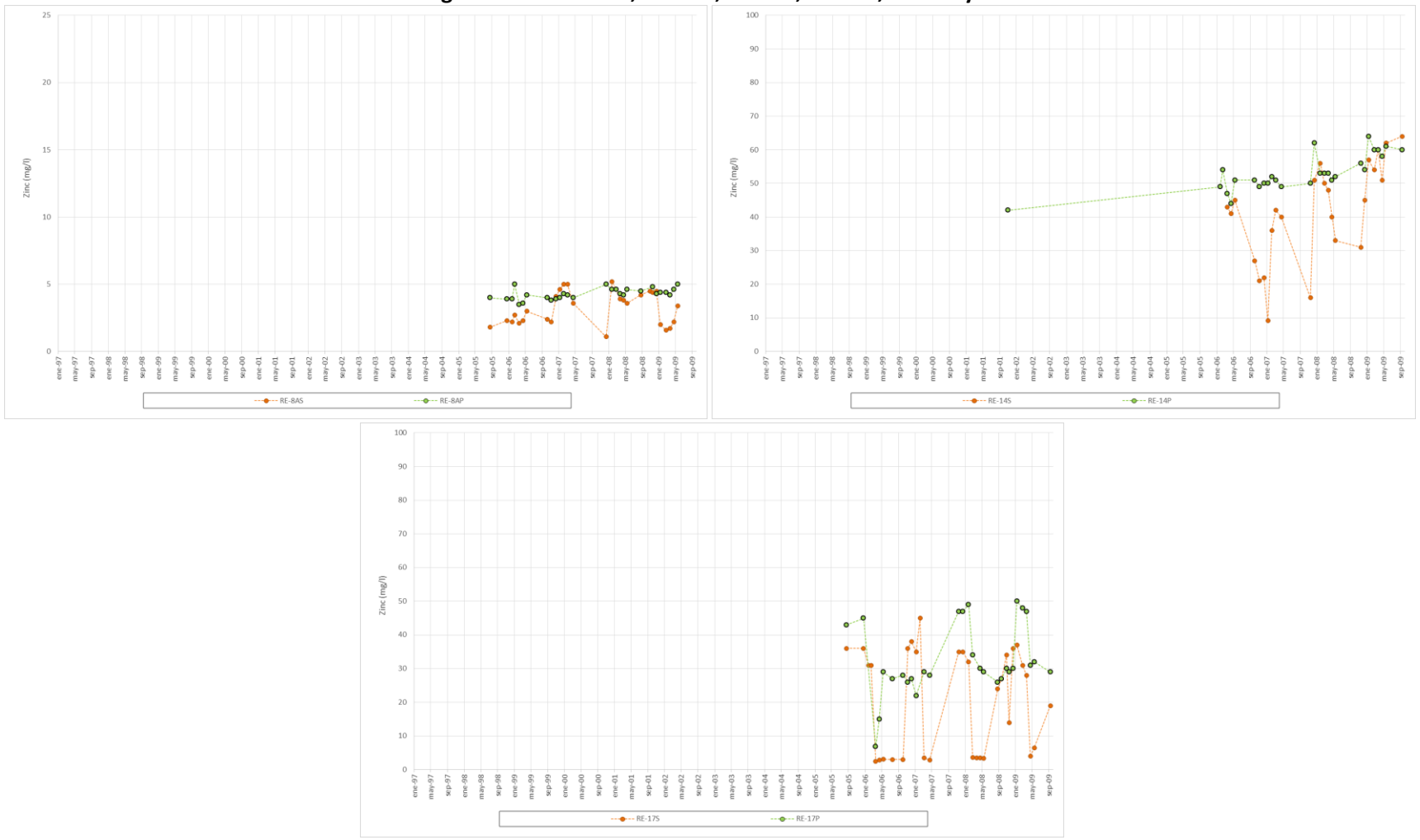
Fuente: Elaboración Propia.

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



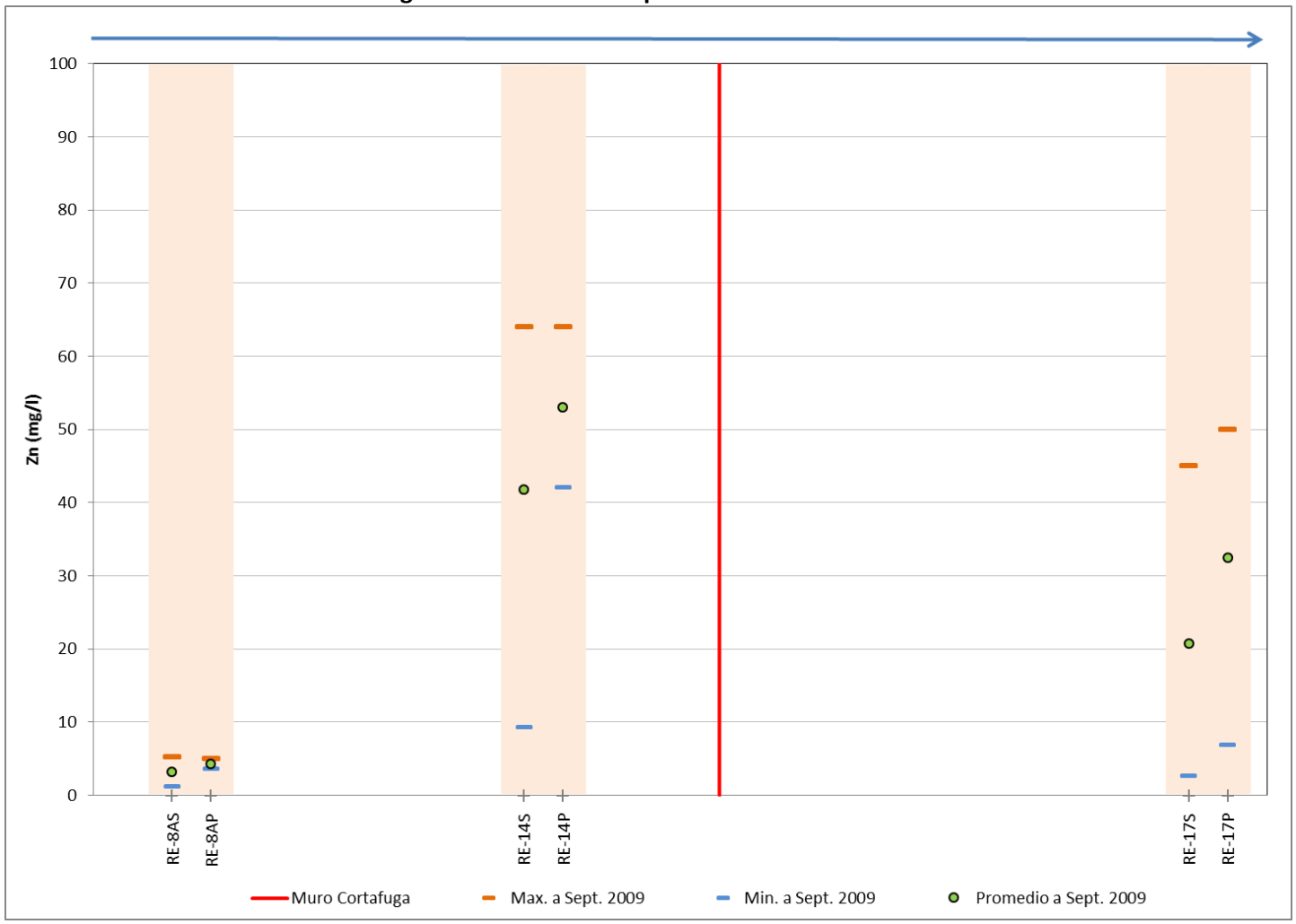
Fuente: Elaboración Propia.

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	(µS/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	(µS/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.