



Superintendencia del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

INFORME TÉCNICO DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

Examen de Información

LOS BRONCES – ANGLO AMERICAN SUR S.A.

**ESTRATEGIA CONEXIÓN EN LÍNEA Y SISTEMA DE CONTROL DE INFILTRACIONES DEL
DEPÓSITO DE RELAVES “LAS TÓRTOLAS”**

DFZ-2024-2464-XIII-RCA

OCTUBRE 2024

	Nombre	Firma
Aprobado	Verónica González Delfín	
Revisado	Sergio Vilches Enríquez	
Elaborado	Germán Daza Moya	



TABLA DE CONTENIDOS

1. RESUMEN	2
2. IDENTIFICACIÓN DEL DEPÓSITO DE RELAVES ANALIZADO Y SU RED DE MONITOREO	6
2.1. ANTECEDENTES GENERALES	6
2.2. UBICACIÓN Y LAYOUT	6
2.3. RED DE MONITOREO	7
3. INSTRUMENTOS DE CARÁCTER AMBIENTAL FISCALIZADOS	11
4. ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN	12
4.1. MOTIVO DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN	12
4.2. MATERIAS ESPECÍFICAS OBJETO DE LA FISCALIZACIÓN AMBIENTAL.....	12
4.3. DOCUMENTOS REVISADOS	13
5. HECHOS CONSTATADOS	15
5.1. ESTADO DE LA CONEXIÓN EN LÍNEA ASOCIADA AL COMPONENTE “AGUA” PARA EL DR “LAS TÓRTOLAS”	15
5.2. ESTADO DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS ADICIONALES DE CONTROL DE INFILTRACIONES COMPROMETIDAS EN EL MARCO DE LA RES. EX. SMA N°1729/2021	25
5.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD QUÍMICA Y CONTROL DE INFILTRACIONES	39
6. CONCLUSIONES	85
7. ANEXOS	90



1. RESUMEN

El presente documento da cuenta de los resultados de la actividad de examen de información realizada a los datos del componente “Agua” asociados al depósito de relaves “Las Tórtolas” (en adelante, DR “Las Tórtolas”), de la unidad fiscalizable “LOS BRONCES – ANGLO AMERICAN SUR S.A.” en la Región Metropolitana, para el periodo definido hasta mayo de 2024 para los registros discretos y agosto de 2024 para los registros en línea. Lo anterior es parte de la **estrategia de vigilancia ambiental de relaves**¹ que se encuentra desplegando esta Superintendencia, línea de acción que dentro de sus ejes centrales define un nuevo estándar técnico para el seguimiento de estas instalaciones en materia de estabilidad química y se basa fuertemente en el uso de la conexión en línea, lo cual permite potenciar la vigilancia ambiental, la detección oportuna de desviaciones y la corrección temprana. Adicionalmente, la presente actividad de fiscalización también aborda una denuncia ciudadana (expediente ID 1102-XIII-2024), en la cual se describe en síntesis que existen filtraciones en las paredes del DR “Las Tórtolas”, y advierte la posible contaminación del acuífero y suministro de agua potable del sector.

Cabe destacar que el presente Informe actualiza el análisis desarrollado en el Informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2022-3049-XIII-RCA², donde se analizaron los registros discretos hasta septiembre de 2022 y los registros en línea hasta noviembre de 2022.

En particular, la actividad consistió en evaluar el estado de la conexión y resultados del monitoreo en línea para parámetros críticos de los subcomponentes “Fuente/Control” (Caudal, pH y Conductividad Eléctrica) y “Aguas Subterráneas” (Nivel, pH y Conductividad Eléctrica), según lo establecido en la Res. Ex. SMA N°1729/2021 que “Tiene presente los antecedentes remitidos por Anglo American Sur S.A. y establece las condiciones para ejecutar las medidas adicionales de control de infiltraciones en el marco del considerando 8.3.2.a) de la RCA N°3159/2007, en relación a la operación del tranque de relaves Las Tórtolas”, y de acuerdo a lo establecido en la Res. Ex. SMA N°31/2022 que “Aprueba Instrucción General para la Vigilancia Ambiental del Componente Agua en Relación a Depósitos de Relaves”. Por otro lado, la actividad también contempló la evaluación del estado de implementación de las medidas adicionales de control de infiltraciones comprometidas en el Muro Principal, Muro Oeste y Muro Este del DR “Las Tórtolas” en el marco de la Res. Ex. SMA N°1729/2021. Finalmente, por su alta relevancia como indicador asociado a posibles infiltraciones, y ante la ausencia de umbrales para los parámetros que cuentan con transmisión en línea, también se evaluó el comportamiento histórico del parámetro discreto Sulfato en puntos de monitoreo asociados a cada uno de los muros, el cual es medido en terreno y analizado en laboratorio, información disponible como parte de las obligaciones de la RCA N°3159/2007 (“Proyecto Desarrollo Los Bronces”) y la Res. Ex. SMA N°1729/2021. El análisis de los resultados del parámetro Sulfato consideró la comparación con los límites o umbrales aplicables establecidos en la RCA N°3159/2007 (“Proyecto Desarrollo Los Bronces”) y aquellos recomendados por la Dirección General de Aguas (DGA) en su Oficio ORD. DGA N°67/2022.

En relación con el estado de la conexión en línea:

- Se comprobó que a la fecha, y en cumplimiento a lo dispuesto en la Res. Ex. SMA N°1729/2021 y Res. Ex. SMA N°31/2022, el titular ha realizado el catastro API y la conexión en línea de 18 puntos de control y monitoreo (12 puntos de “Fuente/Control” y 6 puntos de “Aguas Subterráneas”).
- Respecto al plazo de inicio de la conexión en línea, el titular cumplió íntegramente con lo requerido por esta Superintendencia en sólo 1 de los 18 dispositivos catastrados.
- A partir del rango mínimo y máximo definido para cada uno de los parámetros reportados, fue posible determinar que de todas las combinaciones posibles de puntos de monitoreo y parámetros (54 en total), en un 31,5% de éstas no se han reportado datos o mantienen menos de un 20% de sus registros dentro de los rangos válidos (17 casos), situación que se evidencia especialmente en el parámetro **Nivel**, en el cual la transmisión de datos válidos es prácticamente nula en los 6 puntos de monitoreo de “Aguas Subterráneas” catastrados (dispositivos “Sin envío” de datos, o con un porcentaje de datos válidos menor al 2%).
- Teniendo en consideración la frecuencia de reporte comprometida y el periodo de análisis hasta el día **13 de agosto de 2024**, se desprende que en ninguno de los 18 dispositivos catastrados se transmitió el 100% de los datos que deberían haber sido enviados, lo que se aprecia especialmente para el parámetro **Nivel**.

¹ Más detalles en el Informe DFZ-2021-1756-XIII-RCA, enlace: <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1049812>.

² Más detalles en el Informe DFZ-2022-3049-XIII-RCA, enlace: <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1056389>.



- En la misma línea, destacar que si bien el titular catastró voluntariamente el parámetro **Nivel** de los pozos de control de infiltraciones **P7**, **PBM1**, **PBM2** y **PBM3**, a la fecha, éstos no han transmitido ningún dato dentro de los rangos válidos definidos por esta Superintendencia para estos puntos.
- Al comparar la situación actual de los datos de transmisión en línea con lo constatado el año 2022 (IFA DFZ-2022-3049-XIII-RCA), es posible señalar lo siguiente:
 - El punto de monitoreo **O4B** actualmente no se encuentra operativo por bajo caudal, sin embargo, según describe el titular en su último reporte de avance trimestral presentado en el marco de la Res. Ex. SMA N°1729/2021, se encuentra considerado dentro del denominado “Plan de Redesarrollo”, ya que cuenta con un derecho de aprovechamiento de aguas por un caudal de 1,6 l/s.
 - El titular corrigió/modificó en el catastro API la coordenada del punto **PBM2**, el cual actualmente coincide con la ubicación informada por el titular en las planillas estandarizadas del componente “Agua”, reportadas como parte de las obligaciones de la Res. Ex. SMA N°1729/2021.
 - Se incluyó en el análisis del estado de la conexión en línea al punto de monitoreo **PP23**, el cual fue agregado en el catastro API como parte de la línea de monitoreo del Muro Principal.
 - Respecto a la situación constatada el año 2022, a la fecha ha aumentado el cumplimiento asociado a los datos de transmisión en línea del parámetro **Caudal**. En esta línea, actualmente se registran 5 pozos de bombeo en los cuales se ha transmitido más del 50% de los datos que deberían haberse transmitido a la fecha.
 - Sin perjuicio de lo anterior, aún existen carencias e incumplimientos importantes respecto a la transmisión de datos en línea, lo que se evidencia especialmente en el punto **PBM4** del componente “Fuente/Control” (el cual prácticamente no ha transmitido datos a la fecha), y en el parámetro **Nivel** de los dispositivos asociados a la componente “Aguas Subterráneas”.
 - Se recalca que en enero de 2023, esta Superintendencia hizo un requerimiento de información a la empresa para atender las observaciones del IFA DFZ-2022-3049-XIII-RCA, muchas de las cuales no fueron corregidas y se mantienen a la luz del análisis actualizado expuesto en este Informe.
 - Siendo así, se estima que ya fue superada la instancia para hacer una nueva corrección temprana de las desviaciones identificadas.

En relación con el estado de implementación de las medidas adicionales de control de infiltraciones comprometidas en el marco de la Res. Ex. SMA N°1729/2021:

- Del análisis de los antecedentes presentados por el titular en el marco de los reportes de avance trimestrales, fue posible verificar que a la fecha no se ha implementado ninguna de las medidas adicionales de control de infiltraciones (inicio de la operación de nuevos pozos de bombeo) comprometidas por el titular en sus presentaciones de fecha 25 de mayo de 2020 y 17 de febrero de 2021, en ninguno de los muros del DR “Las Tórtolas”. Dicho lo anterior, a la fecha, existe un retraso de más de 7 trimestres en la implementación de las medidas adicionales para el Muro Principal, un retraso de más de 5 trimestres en la implementación de las medidas adicionales para el Muro Este y un retraso de más de 10 trimestres en la implementación de las medidas adicionales para el Muro Oeste.
- Si bien de acuerdo a lo informado en los reportes presentados por el titular, existen ciertos avances en la construcción e implementación de las medidas adicionales de control de infiltraciones comprometidas, como son la perforación/construcción de varios pozos de bombeo/monitoreo en el Muro Principal, Muro Este y Muro Oeste del DR³, según lo comunicado por la DGA, las solicitudes que el titular mantiene actualmente en trámite⁴, sólo contemplan los sistemas de control de infiltraciones del Muro Oeste y Muro Principal del DR, y no el sistema de control de infiltraciones asociado al Muro Este, en donde a la fecha no se ha ingresado ninguna solicitud a trámite.
- Según el cronograma de actividades acompañado por el titular en el segundo reporte de avance semestral del año 2024, la tramitación sectorial con la DGA en el Muro Este sería iniciada no antes del tercer trimestre de este año 2024, extendiéndose hasta el último trimestre del año 2026, lo que representa un retraso de más de 3 años respecto al plazo

³ Tal como indicó el titular en su último reporte trimestral del segundo trimestre de 2024, en el **Muro Principal** se han incorporado 9 pozos estratigráficos de los cuales 7 fueron habilitados para el control de nivel freático, 5 pozos de monitoreo de calidad y nivel de agua y 3 pozos de bombeo; en el **Muro Este** se han incorporado 8 pozos de monitoreo de calidad de aguas y 2 pozos de bombeo; y en el **Muro Oeste** se han incorporado 5 pozos estratigráficos de los cuales 3 fueron habilitados para el control de nivel freático, 13 pozos de monitoreo de calidad y nivel de agua y 3 pozos de bombeo.

⁴ Solicitudes/autorizaciones DGA necesarias para poner en funcionamiento los distintos pozos de extracción de aguas (bombeo/control de infiltraciones) habilitados alrededor del DR Las Tórtolas. Cabe destacar, que las autorizaciones sectoriales DGA, se restringen exclusivamente a los pozos de extracción de aguas y no a los pozos de monitoreo.



considerado por el titular en su propuesta presentada a esta Superintendencia en febrero de 2021 (segundo trimestre del año 2023).

- Adicionalmente, las medidas adicionales de control de infiltraciones que el titular indicó que implementaría en este mismo reporte de avance (segundo semestre de 2024), presentan algunas diferencias respecto de la propuesta presentada a esta Superintendencia en febrero de 2021, acogida por medio de la Res. Ex. SMA N°1729/2021. En específico, existen variaciones en la cantidad de pozos de bombeo y sus rendimientos proyectados⁵, en la cantidad de pozos de monitoreo⁶ y en los plazos de implementación inicialmente propuestos por el titular.
- Por último, se destaca que ninguno de los pozos de bombeo asociados a las medidas adicionales de control de infiltraciones que el titular ha indicado se encuentran construidos y/o en trámite sectorial en la DGA, están catastrados en el sistema API de esta Superintendencia y/o transmitiendo datos en línea. Vale decir, actualmente, no se han catastrado en el sistema API ninguno de los siguientes pozos de bombeo:
 - **Muro Principal:** PBM-05, PBM-06 y P3GB.
 - **Muro Este:** PBE-01 y PBE-02.
 - **Muro Oeste:** PBO-01, PBO-02 y PBO-03.

En relación con el análisis de estabilidad química y control de infiltraciones:

- Sobre la base de los monitoreos discretos realizado por el titular, se constata que en el periodo histórico analizado se ha producido una activación reiterada de los umbrales de **Sulfato** en los puntos de monitoreo del depósito, especialmente en aquellos asociados al Muro Principal y Muro Este. La mayoría de los puntos de monitoreo del Muro Principal, Muro Este y Muro Oeste han visto sobrepasado alguno de sus umbrales (26 de 29 puntos de monitoreo, con la excepción de los puntos **PP14**, **PP19** y **PP25L** del Muro Principal). Por otro lado, existen 12 puntos de monitoreo habilitados en el Muro Principal y en el Muro Este, en los cuales el 100% de los datos de concentración de Sulfato han sobrepasado alguno de sus umbrales (umbral de 200 mg/l definido en la RCA N°3159/2007 para el Muro Principal, y umbral de “Nivel 1” recomendado por la DGA para el Muro Este).
- **Respecto al Muro Principal:**
 - De los 17 puntos de monitoreo que cuentan con umbrales de Sulfato en este muro, 14 puntos de monitoreo han superado el umbral de 200 mg/L definido en la RCA N°3159/2007 en los últimos años, siendo las únicas excepciones los pozos de monitoreo **PP14**, **PP19** y **PP25L**.
 - Al comparar la situación observada en el Muro Principal a finales del año 2022 con la situación observada en mayo de 2024, las concentraciones de Sulfato han aumentado en 13 puntos de monitoreo, en donde los aumentos más importantes (de más de 200 mg/L) ocurren en los puntos de monitoreo **PP4**, **PP24L**, **PP18L**, **PP29L**, **PP27C** y **PP22**, que se ubican en el eje central de los puntos de monitoreo del Muro Principal.
- **Respecto al Muro Este:**
 - De los 8 puntos de monitoreo que cuentan con umbrales de Sulfato en este muro, todos a la fecha han superado los umbrales definidos por la DGA en su Oficio Ord. DGA N°67/2022.
 - De los 10 puntos de monitoreo considerados en el análisis comparativo desarrollado en el Muro Este, 8 de estos presentan concentraciones mayores que las registradas a finales del año 2022.
 - Al comparar la situación observada a finales del año 2022 con la situación de mayo de 2024 en el Muro Este, es posible observar que las concentraciones de Sulfato registradas en los puntos de monitoreo **PME-8C**, **PME-8L**, **PME-9C** y **PME-9L**, ubicados al final de la línea de monitoreo de este muro, han tenido aumentos importantes en sus concentraciones, lo que podría advertir un avance de las infiltraciones en este muro del DR.

⁵ **Muro Principal:** actualmente se tiene proyectado incorporar 3 pozos de bombeo al sistema de control de infiltraciones (de los 6 pozos de bombeo propuestos inicialmente), los cuales tienen un rendimiento de 8,62 l/s (menor a los 50 l/s proyectados inicialmente); **Muro Este:** actualmente, se tiene proyectado incorporar 2 pozos de bombeo al sistema de control de infiltraciones (de los 5 a 14 pozos de bombeo propuestos inicialmente), de los cuales se desconoce su rendimiento (el rendimiento proyectado inicialmente corresponde a 8 l/s); **Muro Oeste:** actualmente, se tiene proyectado incorporar 3 pozos de bombeo al sistema de control de infiltraciones (de los 3 pozos de bombeo propuestos inicialmente), los cuales tienen un rendimiento de 1,7 l/s (menor a los 2 l/s proyectado inicialmente).

⁶ **Muro Principal:** actualmente, se tiene proyectado incorporar 5 pozos de monitoreo en este muro (la propuesta inicial consideraba 6 pozos de monitoreo en este muro); **Muro Este:** actualmente, se tiene proyectado incorporar 8 pozos de monitoreo en este muro (la propuesta inicial no consideraba pozos de monitoreo en este muro); **Muro Oeste:** actualmente, se tiene proyectado incorporar 13 pozos de monitoreo en este muro (la propuesta inicial consideraba 13 pozos de monitoreo en este muro).



- Del análisis anterior, es posible señalar que en el Muro Este es donde la situación reviste mayor preocupación, ya que tal como se observa en los gráficos históricos del parámetro Sulfato, las concentraciones van en aumento o sobrepasan los umbrales constantemente. Además, es importante destacar que, habiendo revisado las tramitaciones sectoriales con la DGA, asociadas al sistema de control de infiltraciones en el tranque de relaves “Las Tórtolas” (Res. Ex. SMA N°1729/2021), se confirmó que el titular aún no ha iniciado los trámites sectoriales asociados a la implementación de un sistema de control de infiltraciones en el Muro Este.
- **Respecto al Muro Oeste:**
 - De los 4 puntos de monitoreo que cuentan con umbrales de Sulfato, las concentraciones han ido aumentando paulatinamente en los puntos de monitoreo **PMO-1L** y **PMO-10L**.
 - Si bien han ocurrido superaciones de umbrales en los 4 puntos de monitoreo con umbral del Muro Oeste, la situación más compleja se logra observar en el punto de monitoreo **PMO-10L**, en donde desde junio del año 2022, todos los monitoreos han superado el umbral N°2 de 250 mg/l definido por la DGA en su Oficio Ord. DGA N°67/2022, alcanzando un peak de 408 mg/L en el registro de mayo de 2024.
 - Sin perjuicio de lo anterior, a la fecha, la situación en el Muro Oeste del DR “Las Tórtolas”, no ha tenido cambios tan acentuados respecto a la situación observada en septiembre del año 2022.
- La situación de avance generalizado en el frente de infiltración es consistente además con lo observado por la DGA en su Oficio ORD. N°37, de fecha 18 de julio de 2023, donde dicho servicio también advierte sobre un incremento en las concentraciones de Sulfato aguas abajo de todos los muros del depósito, adicionalmente, también es consistente con lo que ya fue determinado por esta Superintendencia en sus Informes DFZ-2021-2180-XIII-RCA y DFZ-2022-3049-XIII-RCA, en los cuales se señala que “(...) *esta Superintendencia verificó que ha existido un deterioro de la calidad de las aguas subterráneas en los puntos de monitoreo ubicados aguas abajo de la instalación, pudiendo determinarse que las medidas implementadas por Anglo American Sur S.A. no han sido suficientes para controlar las infiltraciones del DR “Las Tórtolas” conforme a los indicadores (umbrales) establecidos en sus instrumentos ambientales*”.
- De la revisión integrada del parámetro discreto Sulfato, se desprende que se mantiene la condición de infiltraciones relacionada con la operación del depósito, lo cual se ha traducido en una excedencia sistemática de los umbrales definidos en la RCA N°3159/2007 para el Muro Principal y de aquellos recomendados por la DGA para los Muros Este y Oeste en su Oficio ORD. DGA N°67/2022. A partir de los antecedentes actualizados tenidos a la vista, sigue sin observarse una mejora en la calidad de las aguas, llegando ésta incluso a empeorar en algunos frentes (Muro Principal y Muro Este).
- Cabe destacar que esta problemática dio origen a las medidas adicionales requeridas en la Res. Ex. SMA N°1729/2021, dentro de lo cual se incluyó la exigencia de habilitar nuevos pozos de bombeo y conectar en línea los dispositivos de control de extracciones, lo que no ha ocurrido a la fecha, con lo cual dicha problemática se mantiene sin solución.
- **Respecto al avance de las infiltraciones y sus posibles implicancias ambientales aguas abajo de los muros del DR:**
 - Respecto al Muro Principal, el frente de infiltración se habría extendido aguas abajo del cauce natural del Estero Peldehue y habría alcanzado el sector donde se ubican derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas de terceros (predios agrícolas).
 - Respecto al Muro Este, el frente infiltración también se ha extendido aguas abajo del Estero Peldehue. Si bien no se cuenta con antecedentes que permitan evidenciar que se han alcanzado derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas de terceros, la información disponible mostraría que la infiltración se encuentra a no más de 630 metros del derecho de tercero más cercano.
 - Respecto al Muro Oeste, no existe evidencia que permita asegurar que el frente de infiltración se haya extendido aguas abajo de este muro, de tal forma que afecte algún objeto de protección ambiental.



2. IDENTIFICACIÓN DEL DEPÓSITO DE RELAVES ANALIZADO Y SU RED DE MONITOREO

2.1. Antecedentes Generales

Nombre Depósito(*)	Región(*)	Provincia(*)	Comuna(*)	Tipo(*)	Estado(*)	Nombre Unidad Fiscalizable	Titular
Las Tórtolas	RM	Chacabuco	Colina	Tranque	Activo	LOS BRONCES - ANGLO AMERICAN SUR S.A.	Anglo American Sur S.A.

(*) Información obtenida del catastro nacional del SERNAGEOMIN, enlace: <https://www.sernageomin.cl/datos-publicos-deposito-de-relaves/>.

2.2. Ubicación y Layout

Figura 1. Mapa de ubicación general del DR “Las Tórtolas” (Región Metropolitana) (Fuente: Elaboración SMA).



2.3. Red de Monitoreo

Figura 2. Puntos de monitoreo y sistema de control de infiltraciones (en adelante, SCI) del componente “Agua” para el DR “Las Tórtolas”
(Fuente: Elaboración SMA a partir de la información provista por el titular).

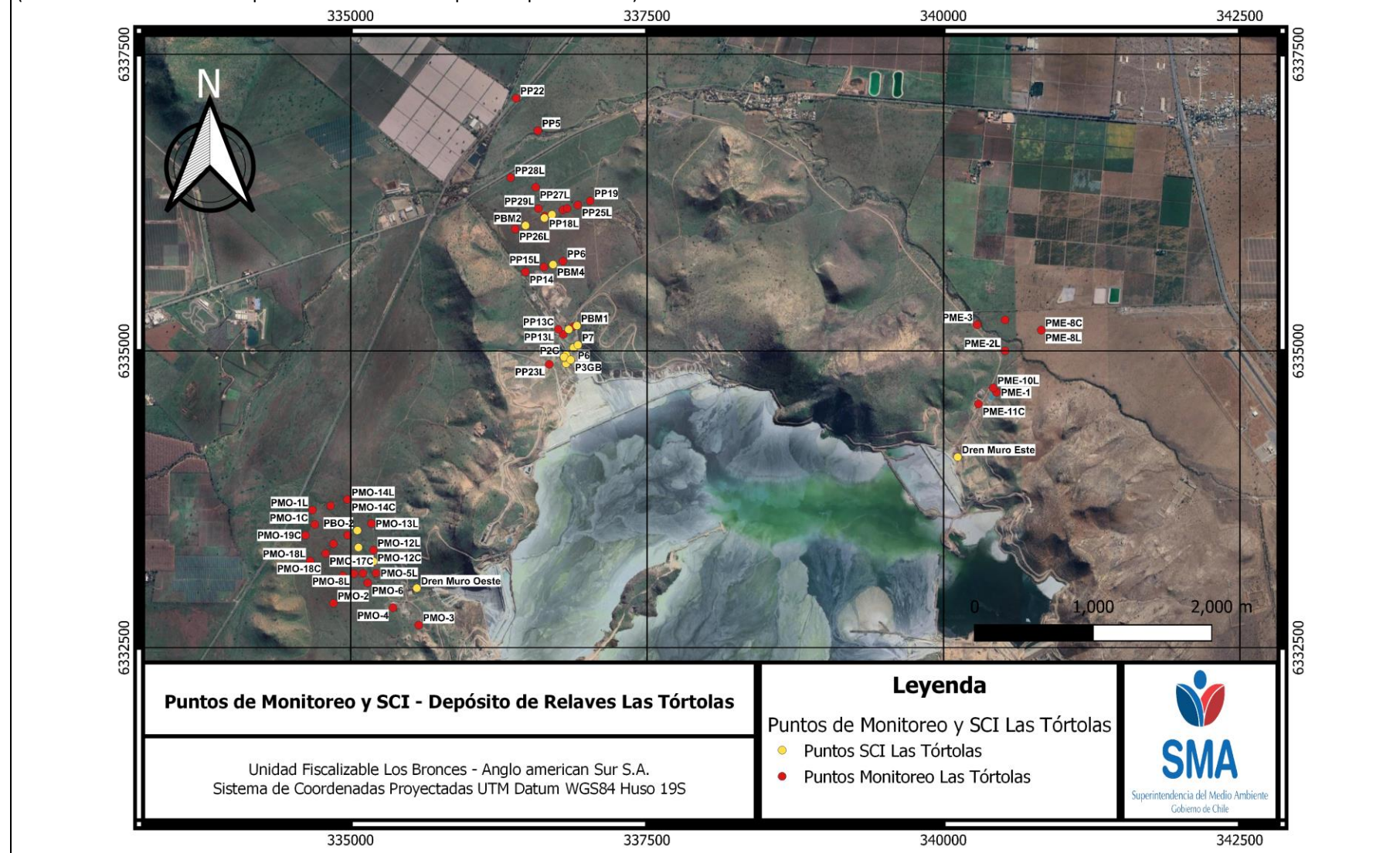


Figura 3. Puntos de monitoreo y SCI del componente “Agua” para el Muro Principal del DR “Las Tórtolas”

(Fuente: Elaboración SMA a partir de la información provista por el titular).

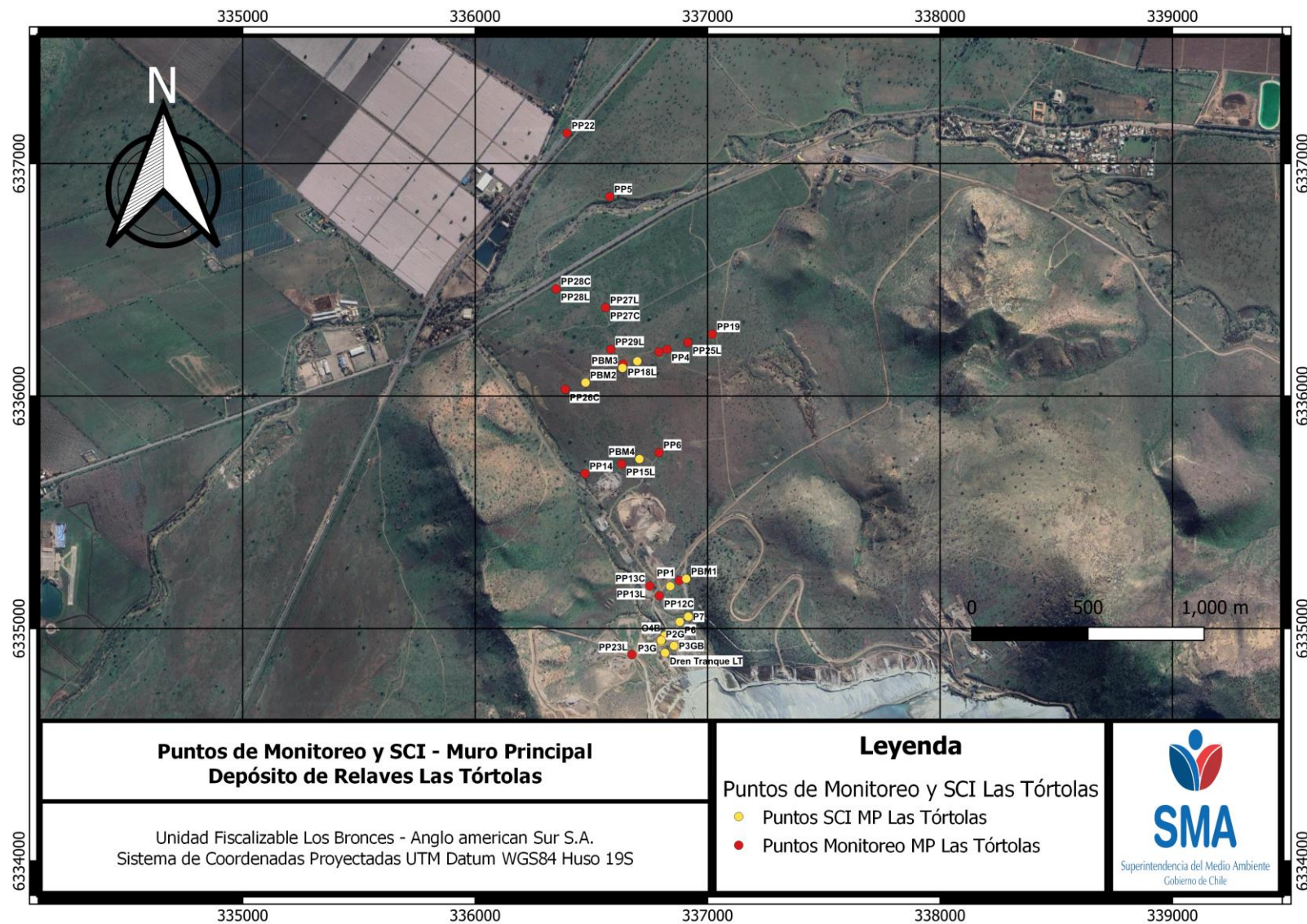


Figura 4. Puntos de monitoreo y SCI del componente “Agua” para el Muro Este del DR “Las Tórtolas”

(Fuente: Elaboración SMA a partir de la información provista por el titular).

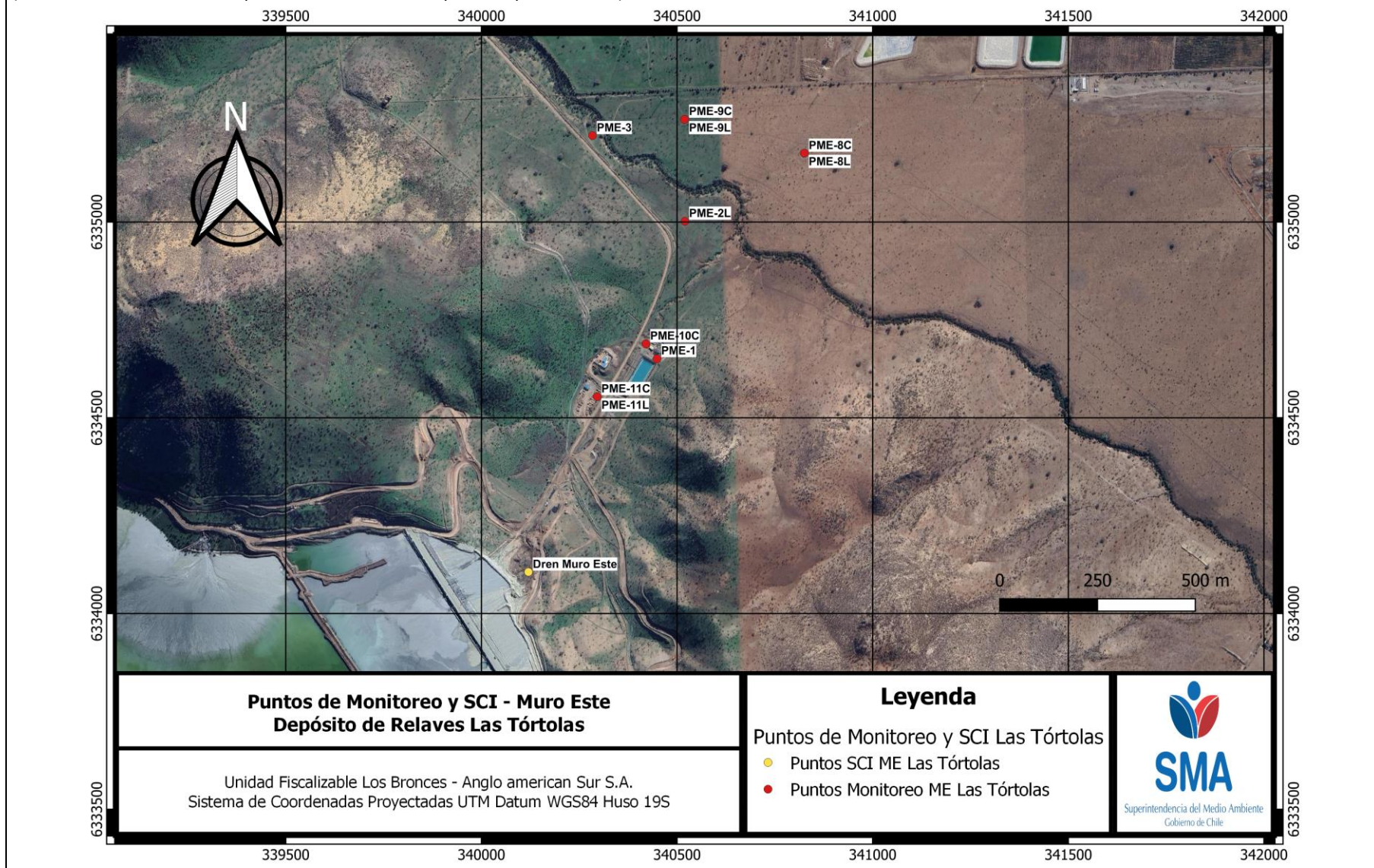
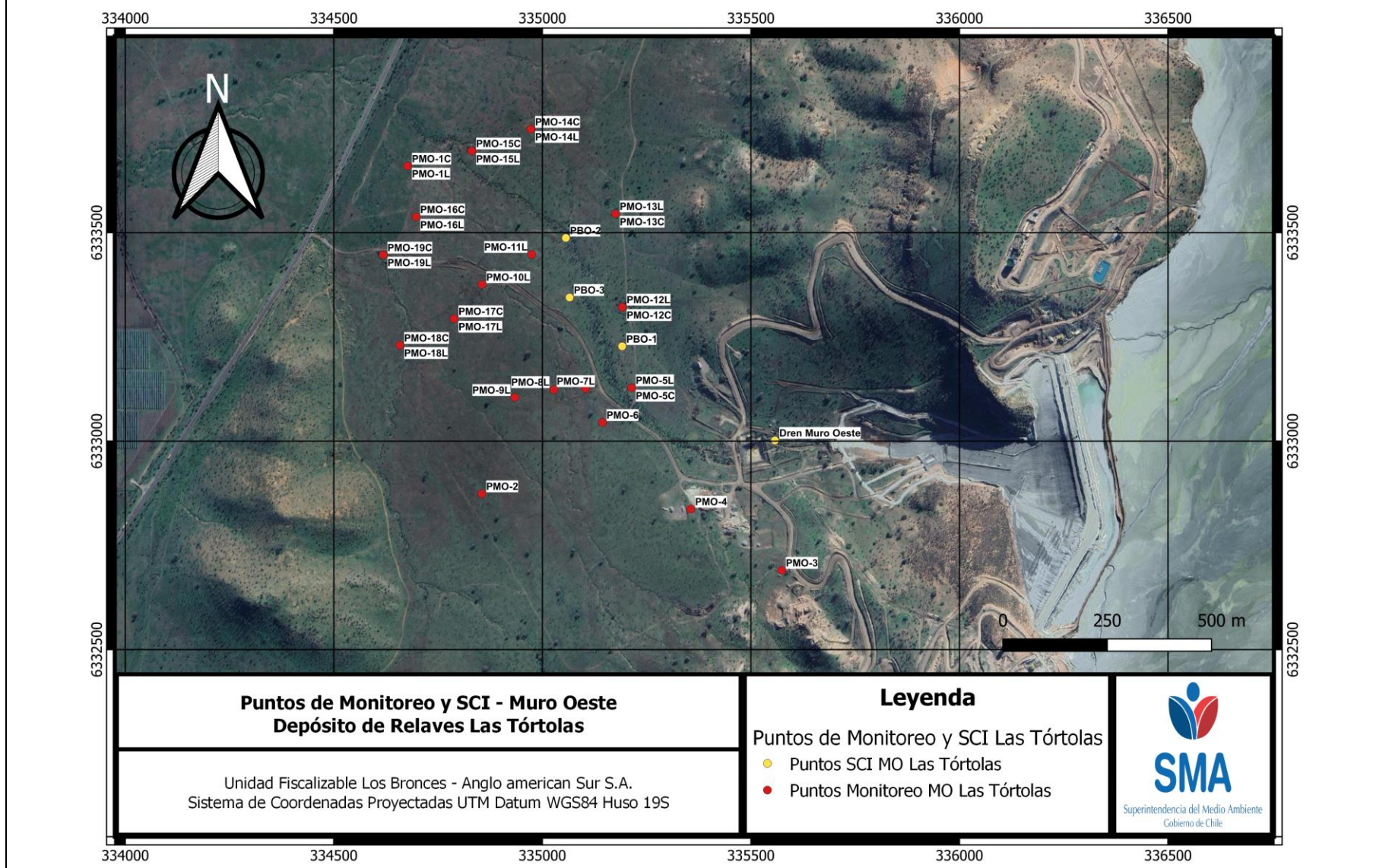


Figura 5. Puntos de monitoreo y SCI del componente “Agua” para el Muro Oeste del DR “Las Tórtolas”

(Fuente: Elaboración SMA a partir de la información provista por el titular).



3. INSTRUMENTOS DE CARÁCTER AMBIENTAL FISCALIZADOS

Identificación de Instrumentos de Carácter Ambiental fiscalizados					
Instrumento	N°/año	Fecha	Comisión / Institución	Título	Comentarios
RCA	3159/2007	26-11-2007	CONAMA Dirección Ejecutiva	Proyecto Desarrollo Los Bronces	En fase de operación (19-01-2013)
Res. Ex. SMA	1729/2021	02-08-2021	SMA	Tiene presente los antecedentes remitidos por Anglo American Sur S.A. y establece las condiciones para ejecutar las medidas adicionales de control de infiltraciones en el marco del considerando 8.3.2.a) de la RCA N°3159/2007, en relación a la operación del tranque de relaves “Las Tórtolas”	Asociada al proceso de fiscalización DFZ-2021-2180-XIII-RCA ⁷
Res. Ex. SMA	31/2022	06-01-2022	SMA	Aprueba “Instrucción General para la Vigilancia Ambiental del Componente Agua en Relación a Depósito de Relaves”.	A la fecha se han cumplido todos los plazos dispuestos en la resolución

RCA: Resolución de Calificación Ambiental

CONAMA: Comisión Nacional de Medio Ambiente

Res. Ex.: Resolución Exenta

SMA: Superintendencia del Medio Ambiente

⁷ Disponible en el enlace: <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1051406>.



4. ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN

4.1. Motivo de la Actividad de Fiscalización

Motivo		Descripción	
	Programada		
X	No programada	X	Denuncia
			Autodenuncia
		X	De Oficio
			Otro
		<p>Motivo: La actividad de fiscalización tiene su origen en base a lo siguiente:</p> <p><u>Res. Ex. SMA N°1729/2021</u>: que tiene presente los antecedentes remitidos por Anglo American Sur S.A. y establece las condiciones para ejecutar las medidas adicionales de control de infiltraciones en el marco del considerando 8.3.2.A) de la RCA N°3159/2007, en relación a la operación del tranque de relaves “Las Tórtolas”.</p> <p><u>Res. Ex. SMA N°31/2022</u>: que aprueba la “Instrucción General para la vigilancia Ambiental del Componente Agua en Relación a Depósitos de Relaves”.</p> <p><u>Denuncia ID 1102-XIII-2024</u>: referida a filtraciones en las paredes del DR “Las Tórtolas” y a la contaminación de la napa subterránea que afecta directamente a la provisión de agua potable.</p>	

4.2. Materias Específicas Objeto de la Fiscalización Ambiental

<ul style="list-style-type: none">• Estado de la conexión en línea asociada al componente “Agua” para el DR “Las Tórtolas”.• Estado de implementación de las medidas adicionales de control de infiltraciones comprometidas en el marco de la Res. Ex. SMA N°1729/2021.• Análisis de estabilidad química y control de infiltraciones.



4.3. Documentos revisados

ID	Nombre del documento revisado	Origen/Fuente	Observaciones
1	Res. Ex. SMA N°1729 de fecha 02 de agosto de 2021.	Resolución que <i>“Tiene presente los antecedentes remitidos por Anglo American Sur S.A. y establece las condiciones para ejecutar las medidas adicionales de control de infiltraciones en el marco del considerando 8.3.2.A) de la RCA N°3159/2007, en relación a la operación del tranque de relaves Las Tórtolas”</i> .	Documentación disponible en Anexo 1 .
2	Carta S-AAS402-0223-1596 de fecha 03 de febrero de 2023.	Carta del titular presentada en respuesta a la Res. Ex. SMA N°42 de fecha 06 de enero de 2023.	Documentación disponible en Anexo 2 .
3	Carta S-AAS402-0742-1991 de fecha 31 de julio de 2024 y Reporte de avance Plan de Reforzamiento SCI Tranque Las Tórtolas Segundo trimestre 2024, Tranque Las Tórtolas.	Informe de Seguimiento Plan de Mejoramiento Sistema de Control de Infiltraciones Tranque Las Tórtolas Segundo Trimestre de 2024, reporte trimestral presentado el día 31 de julio de 2024, en cumplimiento a lo dispuesto en el resuelvo segundo de la Res. Ex. SMA N°1729/2021.	Documentación disponible en Anexo 3 .
4	Correo electrónico remitido por la DGA con fecha 12 de julio de 2024.	Comunicación remitida por el Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la DGA, sobre la situación sectorial de las tramitaciones asociadas al DR “Las Tórtolas”.	Documentación disponible en Anexo 4 .
5	Oficio ORD. SMA N°2171 de fecha 10 de septiembre de 2024.	Mediante el Oficio ORD. SMA N°2171 de fecha 10 de septiembre de 2024, esta Superintendencia solicitó a la DGA un pronunciamiento actualizado sobre las solicitudes que Anglo American Sur S.A. mantiene en trámite y su estado actual, lo cual se encuentra pendiente de respuesta a la fecha de elaboración del presente Informe.	Documentación disponible en Anexo 5 .
6	Oficio ORD. DGA N°67, de fecha 29 de julio de 2022.	Respuesta DGA a lo consultado por medio de Oficio ORD. SMA N°629 de fecha 17 de marzo de 2022. Pronunciamiento técnico sobre la propuesta de indicadores para evaluar cambios de calidad de las aguas en los pozos de monitoreo aguas abajo de los muros este y oeste del tranque de relave “Las Tórtolas”, según lo comprometido en la Res. Ex. SMA N°1729/2021.	Documentación disponible en Anexo 6 .



ID	Nombre del documento revisado	Origen/Fuente	Observaciones
7	Datos históricos discretos del parámetro Sulfato de los distintos puntos de monitoreo del DR Las Tórtolas que cuentan con umbrales aguas abajo del Muro Principal, Muro Este y Muro Oeste (información disponible hasta mayo de 2024).	Planilla Excel que contiene compilado histórico (mayo de 2024) de monitoreo discreto del parámetro sulfato. Elaboración propia en base a la información de monitoreo de calidad de aguas presentada por el titular (Res. Ex. SMA N°894/2019) en cumplimiento a diversos requerimientos de información de esta Superintendencia.	Documentación disponible en Anexo 7 .
8	Documento titulado “Metodología para Construcción de Isoconcentraciones”, anexo presentación titular realizada por medio de Carta S-AAS402-0523-1655 de fecha 02 de junio de 2023.	Documento titulado “Metodología para Construcción de Isoconcentraciones”, presentado por el titular en respuesta a las Res. Ex. SMA N°832/2023.	Documentación disponible en Anexo 8 .
9	Oficio ORD. DGA N°37, de fecha 18 de julio de 2023.	Pronunciamiento técnico DGA en respuesta a lo consultado por medio de Oficio ORD. SMA N°1383 de fecha 09 de junio de 2023.	Documentación disponible en Anexo 9 .



5. HECHOS CONSTATADOS

5.1. Estado de la conexión en línea asociada al componente “Agua” para el DR “Las Tórtolas”

Número de Hecho Constatado: 1	Instrumento Fiscalizado: Res. Ex. SMA N°1729/2021 y Res. Ex. SMA N°31/2022
Documentación Revisada: ID 1 y 2.	
Origen del requerimiento de conexión en línea: <ol style="list-style-type: none">Con fecha 27 de marzo de 2019, en el marco de una actividad de fiscalización no programada a la unidad fiscalizable “LOS BRONCES - ANGLO AMERICAN SUR S.A.”, específicamente a las instalaciones del DR “Las Tórtolas” situado en la comuna de Colina de la Región Metropolitana (ver ubicación en Figura 1), fue posible evidenciar un afloramiento de aguas en el muro oeste del tranque de relaves.Atendida esta situación, y con el apoyo técnico de SERNAGEOMIN y la DGA, esta Superintendencia determinó que las medidas implementadas por Anglo American Sur S.A. no han sido suficientes para controlar las infiltraciones del DR “Las Tórtolas” conforme a los indicadores (umbrales) establecidos en sus instrumentos ambientales, existiendo entonces el deber de activar medidas adicionales conforme a lo dispuesto en la RCA N°3159/2007.El año 2021, Anglo American Sur S.A. presentó una propuesta actualizada con el plan de medidas adicionales a ejecutar para contener las infiltraciones del depósito, contemplando la habilitación de nuevos pozos de bombeo aguas abajo de los muros del depósito (muro principal, este y oeste), entre otras acciones.Mediante la Res. Ex. SMA N°1729, de fecha 02 de agosto de 2021 (ver Anexo 1), esta Superintendencia acogió el plan de medidas propuesto por la empresa, sujeto a una serie de condiciones que incluyen la entrega de estudios técnicos y reportes, además de la implementación del nuevo estándar de monitoreo para relaves que ha sido definido por este organismo, lo cual incorpora conexión en línea y reporte electrónico de los datos del componente “Agua”.Adicionalmente, mediante la Res. Ex. SMA N°31⁸, de fecha 06 de enero de 2022, que “Aprueba “Instrucción General para la Vigilancia Ambiental del Componente Agua en Relación a Depósitos de Relaves”, se requirió a los titulares de un grupo de relaves priorizados a nivel nacional (entre ellos, el DR “Las Tórtolas”), en base a ciertos criterios técnicos, i) establecer un sistema de conexión en línea con los sistemas de esta Superintendencia, y transmitir a este organismo los datos de los parámetros indicados en la presente Instrucción General, e ii) informar vía reporte electrónico, las mediciones de los parámetros discretos indicados en la presente Instrucción General.	
Exigencias: <ol style="list-style-type: none">En la Tabla 1 se resumen las especificaciones técnicas del sistema de monitoreo en línea implementado por el titular en el DR “Las Tórtolas”, desglosado según el subcomponente correspondiente (“Fuente/Control” y “Aguas Subterráneas”), lo cual responde a la clasificación y esquema general adoptado en la Res. Ex. SMA N°1729/2021 y Res. Ex. SMA N°31/2022.Para cada subcomponente, en la Tabla 1 se detallan los puntos de monitoreo asociados (ver su ubicación⁹ en la Figura 6), sus parámetros¹⁰ y la frecuencia de monitoreo y reporte.	

⁸ <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1171893>.

⁹ En la **Figura 6** se muestran todos los puntos de “Fuente/Control” y “Aguas subterráneas” comprometidos por el titular en el marco de lo exigido en la Res. Ex. SMA N°1729/2021, aun cuando no todos ellos se encuentran reportando datos en línea a la fecha.

¹⁰ Se consideraron los parámetros físico-químicos más relevantes desde el punto de vista del seguimiento y control de posibles infiltraciones, esto es, los parámetros pH y Conductividad Eléctrica, junto con los parámetros Caudal extraído desde los pozos de captura de infiltraciones y Nivel de agua subterránea en los pozos de observación. Adicionalmente, se consideró el parámetro Nivel de aguas subterráneas en algunos pozos de “Fuente/Control” registrados por el titular en forma voluntaria.



3. En conformidad con lo establecido en la Res. Ex. SMA N°1729, de fecha 02 de agosto de 2021, la conexión en línea con la SMA debía quedar habilitada a más tardar el día 31 de diciembre de 2021 para las obras de control de infiltraciones y antes del 30 de junio de 2022 en los puntos de monitoreo restantes.

Otras consideraciones:

1. **Periodo de análisis:** se cotejaron los datos de conexión en línea transmitidos por el titular hasta el día **13 de agosto de 2024.**

Resultados Examen de información:

1. **Corrección temprana** (ver **Anexo 2**): en virtud del estado de la conexión en línea del DR Las Tórtolas observado y verificado en el procedimiento de fiscalización desarrollado por esta Superintendencia en el mes de diciembre de 2022 (Informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2022-3049-XIII-RCA), es que por medio de la Res. Ex. SMA N°42 de fecha 06 de enero de 2023 se solicitó al titular Anglo American Sur S.A. corregir y/o justificar algunas materias asociadas al monitoreo en línea (catastro API y conexión en línea de todos los dispositivos y parámetros comprometidos; corregir y/o justificar según corresponda, diferencias en las coordenadas de los puntos de monitoreo registrados en el sistema API que no coinciden con lo informado históricamente a esta Superintendencia; analizar el motivo de la existencia de datos de transmisión en línea fuera de rango y/o enviados en una frecuencia distinta a la comprometida; reportar y describir las medidas y/o acciones ejecutadas durante los periodos en los cuales se detectó la activación de umbrales). Con fecha 03 de febrero de 2023, mediante carta S-AAS402-0223-1596, el titular presentó su respuesta al requerimiento de información de esta Superintendencia, indicando en síntesis que varias de las materias abordadas en el requerimiento de información habían sido corregidos y/o se estaba avanzando en adecuar y/o optimizar la transmisión de datos desde los distintos puntos de monitoreo comprometidos para el DR Las Tórtolas.
2. **Verificación de los puntos de monitoreo conectados:** se comprobó que el titular realizó el catastro API y la conexión en línea de 18 puntos de control y monitoreo (ver **Figura 6**), en cumplimiento de los compromisos de la Res. Ex. SMA N°1729/2021 y a lo dispuesto en la Res. Ex. SMA N°31/2022 (ver **Tabla 3**). Complementariamente, se hizo una comparación entre la ubicación informada por el titular para sus dispositivos catastrados en el sistema API y la ubicación informada por el titular en las planillas estandarizadas del componente “Agua” que han sido reportadas como parte de las obligaciones de la Res. Ex SMA N°1729/2021. De lo anterior, no se identificaron diferencias en el emplazamiento de los puntos de monitoreo que excedan una distancia lineal de 100 metros (valor de tolerancia máxima definido por esta Superintendencia) (ver **Tabla 2**).
3. **Verificación de forma asociada a los datos de conexión en línea:** se hizo un filtro a los registros definiendo un rango mínimo y un rango máximo para cada uno de los parámetros reportados (ver **Tabla 3**), lo cual fue realizado considerando las magnitudes admitidas en términos físico-químicos (por ejemplo, para el parámetro pH) y/o a partir de los registros históricos que han sido informados por el titular como parte de las obligaciones de la Res. Ex. SMA N°1729 y Res. Ex. SMA N°31/2022. En la **Tabla 4** se muestra el porcentaje de registros dentro de los rangos definidos por esta Superintendencia, pudiendo apreciarse que de todas las combinaciones posibles de puntos de monitoreo y parámetros (54 en total), en un 31,5% de éstas no se han reportado datos o mantienen menos de un 20% de sus registros dentro de los rangos (17 casos), situación que se evidencia especialmente en el parámetro **Nivel**, en el cual no han sido transmitidos datos válidos (o menor al 2% de los datos transmitidos) en ninguno de los 6 puntos de monitoreo de “Aguas Subterráneas” catastrados. Cabe destacar que todas las verificaciones y análisis del presente Informe se efectuaron sólo para aquellos registros comprendidos dentro de los rangos antes señalados.
4. **Verificación de la fecha de inicio en la conexión en línea:** como se observa en la **Tabla 3**, la evaluación de las fechas de inicio comprometidas en la Res. Ex. SMA N°1729/2021 (31 de diciembre de 2021 para las obras de control de infiltraciones y antes del 30 de junio de 2022 en los puntos de monitoreo restantes) arrojó los siguientes resultados por parámetro: para el parámetro **Nivel**, se inició la transmisión en línea dentro de plazo en 1 de los 10 dispositivos catastrados (6 dispositivos obligatorios); para el parámetro **pH**, se inició la transmisión en línea dentro de plazo en 7 de los 18 dispositivos catastrados; para el parámetro **Conductividad Eléctrica**, se inició la transmisión en línea dentro de plazo en 9 de los 18 dispositivos catastrados; y para el parámetro **Caudal**, no se inició la transmisión en línea dentro de plazo en ninguno de los 12 dispositivos catastrados. Visto lo anterior, respecto al plazo de inicio de la conexión en línea, el titular cumplió íntegramente con lo requerido por esta Superintendencia en sólo 1 de los 18 dispositivos catastrados (**PMO-08L**).



En términos generales, considerando todas las exigencias dadas por las combinaciones posibles de puntos de monitoreo y parámetros (54 en total), en un 68,5% de éstas no se han enviado registros dentro de los rangos considerados como válidos (16 casos) o se enviaron registros dentro de los rangos en una fecha posterior a la comprometida (21 casos).

5. **Verificación de la cantidad de registros reportados:** considerando la frecuencia de reporte comprometida (cada 8 horas), se hizo un conteo de la cantidad total de registros transmitidos a esta Superintendencia respecto de la cantidad total de registros que debieran haber sido enviados, desde la fecha de inicio comprometida para la conexión en línea (31 de diciembre de 2021 y 30 de junio de 2022), proporción con la que se calculó el porcentaje de registros informados por cada parámetro y punto de monitoreo (ver **Tabla 5**). Se descontaron aquellos casos en que el titular remitió más de un dato por estampa de tiempo, situación en que se optó por el mayor valor en el caso del Caudal, Nivel y Conductividad Eléctrica, y por el menor valor en el caso del pH, de forma de representar el escenario más desfavorable asociado a posibles efectos adversos sobre la calidad de las aguas. Así, fue posible comprobar que en ninguno de los 18 dispositivos catastrados se transmitió el 100% de los datos, lo que se aprecia especialmente en el parámetro **Nivel**, parámetro en el cual la transmisión de datos es prácticamente nula. Para todas las exigencias dadas por las combinaciones posibles de puntos de monitoreo y parámetros (54 en total), en un 40,7% de éstas no se han enviado registros dentro de los rangos o se ha enviado menos de un 20% de registros en la frecuencia comprometida (22 casos).

Del examen de información realizado, es posible concluir lo siguiente:

1. Se comprobó que a la fecha, y en cumplimiento a lo dispuesto en la Res. Ex. SMA N°1729/2021 y Res. Ex. SMA N°31/2022, el titular ha realizado el catastro API y la conexión en línea de 18 puntos de control y monitoreo (12 puntos de “Fuente/Control” y 6 puntos de “Aguas Subterráneas”).
2. Respecto al plazo de inicio de la conexión en línea, el titular cumplió íntegramente con lo requerido por esta Superintendencia en sólo 1 de los 18 dispositivos catastrados.
3. A partir del rango mínimo y máximo definido para cada uno de los parámetros reportados, fue posible determinar que de todas las combinaciones posibles de puntos de monitoreo y parámetros (54 en total), en un 31,5% de éstas no se han reportado datos o mantienen menos de un 20% de sus registros dentro de los rangos válidos (17 casos), situación que se evidencia especialmente en el parámetro **Nivel**, en el cual la transmisión de datos válidos es prácticamente nula en los 6 puntos de monitoreo de “Aguas Subterráneas” catastrados (dispositivos “**Sin envío**” de datos, o con un porcentaje de datos válidos menor al 2%).
4. Teniendo en consideración la frecuencia de reporte comprometida y el periodo de análisis hasta el día **13 de agosto de 2024**, se desprende que en ninguno de los 18 dispositivos catastrados se transmitió el 100% de los datos que deberían haber sido enviados, lo que se aprecia especialmente para el parámetro **Nivel**.
5. En la misma línea, es importante destacar que si bien el titular catastró voluntariamente el parámetro **Nivel** de los pozos de control de infiltraciones **P7**, **PBM1**, **PBM2** y **PBM3**, a la fecha, éstos no han transmitido ningún dato dentro de los rangos válidos definidos por esta Superintendencia para estos puntos.
6. Al comparar la situación actual de los datos de transmisión en línea con lo constatado el año 2022 (IFA DFZ-2022-3049-XIII-RCA), es posible señalar lo siguiente:
 - El punto de monitoreo **O4B** actualmente no se encuentra operativo por bajo caudal, sin embargo, según describe el titular en su último reporte de avance trimestral presentado en el marco de la Res. Ex. SMA N°1729/2021, se encuentra considerado dentro del denominado “Plan de Redesarrollo”, ya que cuenta con un derecho de aprovechamiento de aguas por un caudal de 1,6 l/s¹¹.

¹¹ Respecto al pozo **O4B**, es importante destacar que en la presentación realizada por el titular el día 11 de mayo de 2020, se indicó que este pozo formaba parte del sistema de control de infiltraciones del Muro Principal, pero que, sin embargo, no se encontraba operativo por contar con un bajo rendimiento (bajo caudal).

Posteriormente, en las planillas de reporte electrónico de calidad de aguas presentadas por el titular en el marco de la Res. Ex. SMA N°1729/2021 (planillas utilizadas como antecedentes durante la elaboración del Informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2022-3049-XIII-RCA del año 2022), se describió que el pozo **O4B** era parte de la primera línea de observación del Muro Principal, por lo que fue incluido como parte de la subcomponente “Aguas Subterráneas” en el análisis desarrollado el año 2022 por esta Superintendencia.

Según se logra desprender de los antecedentes presentados por el titular, actualmente el pozo **O4B** no está en uso por estar con bajo nivel, ni tampoco es utilizado para la toma de muestras de calidad de aguas (ya que no se ha entregado ningún dato de este pozo desde el año 2020).



- El titular corrigió/modificó en el catastro API la coordenada del punto **PBM2**, el cual actualmente coincide con la ubicación informada por el titular en las planillas estandarizadas del componente “Agua”, reportadas como parte de las obligaciones de la Res. Ex. SMA N°1729/2021.
- Se incluyó en el análisis del estado de la conexión en línea al punto de monitoreo **PP23**, el cual fue agregado en el catastro API como parte de la línea de monitoreo del Muro Principal.
- Respecto a la situación constatada el año 2022, a la fecha ha aumentado el cumplimiento asociado a los datos de transmisión en línea del parámetro **Caudal**. En esta línea, actualmente se registran 5 pozos de bombeo en los cuales se ha transmitido más del 50% de los datos que deberían haberse transmitido a la fecha.
- Sin perjuicio de lo anterior, aún existen carencias e incumplimientos importantes respecto a la transmisión de datos en línea, lo que se evidencia especialmente en el punto **PBM4** del componente “Fuente/Control” (el cual prácticamente no ha transmitido datos a la fecha), y en el parámetro **Nivel** de los dispositivos asociados a la componente “Aguas Subterráneas”.
- Se recalca que en enero de 2023, esta Superintendencia hizo un requerimiento de información a la empresa para atender las observaciones del IFA DFZ-2022-3049-XIII-RCA, muchas de las cuales no fueron corregidas y se mantienen a la luz del análisis actualizado expuesto en este Informe.
- Siendo así, se estima que ya fue superada la instancia para hacer una nueva corrección temprana de las desviaciones identificadas.

Sin perjuicio de lo anterior, según indica el último reporte de avance trimestral presentado por el titular en el marco de la Res. Ex. SMA 1729/2021 (reporte de avance del segundo trimestre de 2024), el pozo **O4B** actualmente forma parte del denominado “Plan de redesarrollo del Muro Principal”, ya que al contar con un derecho de aprovechamiento de aguas subterráneas por 1,6 l/s, el titular indicó que tiene proyectado reincorporarlo al sistema de control de infiltraciones del Muro Principal.



Registros

Subcomponente	N°	Punto de Monitoreo	Descripción	Parámetros ^(a)	Frecuencia de Monitoreo y Reporte
Fuente/Control	1	DREN MP LT	Dren o piscina - Muro Principal	Q, pH y CE	Cada 8 horas
	2	DREN ME LT	Dren o piscina - Muro Este	Q, pH y CE	Cada 8 horas
	3	DREN MO LT	Dren o piscina - Muro Oeste	Q, pH y CE	Cada 8 horas
	4	O4BG	Barrera hidráulica - Muro Principal	Q, pH y CE	Cada 8 horas
	5	P2G	Barrera hidráulica - Muro Principal	Q, pH y CE	Cada 8 horas
	6	P3G	Barrera hidráulica - Muro Principal	Q, pH y CE	Cada 8 horas
	7	P6	Barrera hidráulica - Muro Principal	Q, pH y CE	Cada 8 horas
	8	P7	Barrera hidráulica - Muro Principal	Q, pH, CE y NIVEL ^(b)	Cada 8 horas
	9	PBM1	Barrera hidráulica - Muro Principal	Q, pH, CE y NIVEL ^(b)	Cada 8 horas
	10	PBM2	Barrera hidráulica - Muro Principal	Q, pH, CE y NIVEL ^(b)	Cada 8 horas
	11	PBM3	Barrera hidráulica - Muro Principal	Q, pH, CE y NIVEL ^(b)	Cada 8 horas
	12	PBM4	Barrera hidráulica - Muro Principal	Q, pH y CE	Cada 8 horas
Aguas Subterráneas	13	PP1	Primera línea pozos de observación - Muro Principal	NIVEL, pH y CE	Cada 8 horas
	14	PP23	Primera línea pozos de observación - Muro Principal	NIVEL, pH y CE	Cada 8 horas
	15	PME-10L	Primera línea pozos de observación - Muro Este	NIVEL, pH y CE	Cada 8 horas
	16	PME-11L	Primera línea pozos de observación - Muro Este	NIVEL, pH y CE	Cada 8 horas
	17	PMO-05L	Primera línea pozos de observación - Muro Oeste	NIVEL, pH y CE	Cada 8 horas
	18	PMO-08L	Primera línea pozos de observación - Muro Oeste	NIVEL, pH y CE	Cada 8 horas

(a) Q: caudal; NIVEL: nivel de agua subterránea; pH: potencial de hidrógeno; CE: conductividad eléctrica.

(b) El parámetro Nivel no es obligatorio para puntos de monitoreo Fuente/Control, sin perjuicio de lo anterior, el titular realizó el catastro voluntario de este parámetro en los puntos de monitoreo P7, PBM1, PBM2 y PBM3.

Tabla 1.

Descripción medio de prueba: Resumen de las especificaciones técnicas del sistema de monitoreo en línea para los datos del componente “Agua”, requerido por esta Superintendencia e implementado por el titular para el DR “Las Tórtolas”. En amarillo se destacan los puntos de monitoreo de “Fuente/Control” y en rojo los puntos de monitoreo de “Aguas Subterráneas”. Elaboración SMA.



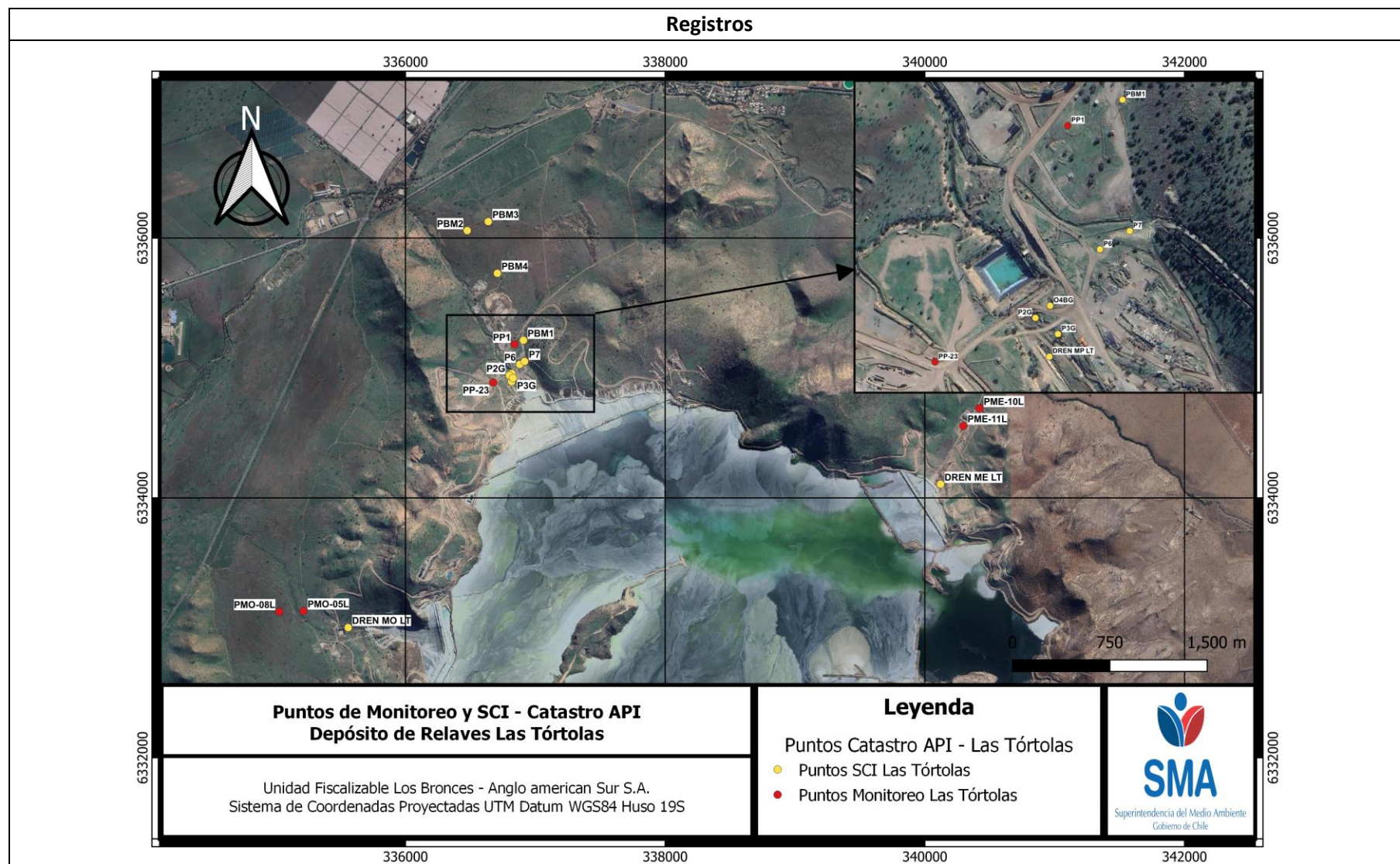


Figura 6.

Descripción medio de prueba: Vista general de los puntos de monitoreo registrados en el Catastro API por el titular para el DR “Las Tórtolas”. En amarillo se observan los 12 puntos asociados a “Fuente/Control” y en rojo se observan los 6 puntos de monitoreo asociado a “Aguas Subterráneas”. Elaboración SMA.



Registros

N°	Punto de Monitoreo	UTM Este Histórico (metros)	UTM Norte Histórico (metros)	UTM Este API (metros)	UTM Norte API (metros)	Diferencia (metros)
1	DREN MP LT	336817	6334895	336817	6334895	0
2	DREN ME LT	340120	6334106	340120	6334106	0
3	DREN MO LT	335557	6333001	335558	6333002	1.4
4	O4BG	-	-	336818	6334958	-
5	P2G	336799	6334943	336800	6334943	1.0
6	P3G	336800	6334949	336828	6334923	38.2
7	P6	336880	6335028	336880	6335028	0.0
8	P7	336916	6335051	336917	6335051	1.0
9	PBM1	336908	6335214	336908	6335214	0.0
10	PBM2	336474	6336057	336475	6336058	1.4
11	PBM3	336634	6336121	336637	6336127	6.7
12	PBM4	336707	6335729	336707	6335729	0.0
13	PP1	336878	6335206	336840	6335182	44.9
14	PP-23	336675	6334888	336675	6334888	0.0
15	PME-10L	340420	6334688	340421	6334689	1.4
16	PME-11L	340296	6334554	340296	6334554	0.0
17	PMO-05L	335214	6333128	335214	6333129	1.0
18	PMO-08L	335027	6333123	335028	6333124	1.4

Tabla 2.

Descripción medio de prueba: Comparación entre las coordenadas informadas en el catastro API y las coordenadas informadas como parte de las obligaciones de la Res. Ex. SMA N°1729/2021, en UTM Datum WGS 84, para los puntos de monitoreo del componente “Agua” asociados al DR “Las Tórtolas”. No existen dispositivos en los que se haya identificado una diferencia superior a una distancia lineal de 100 metros. Cabe destacar que respecto a la situación constatada el año 2022, el titular corrigió la coordenada del punto de monitoreo PBM2 registrada en el catastro API. Elaboración SMA.



Registros

N°	Punto de Monitoreo	Rango Mínimo Q (L/s)	Rango Máximo Q (L/s)	Rango Mínimo NIVEL (msnm)	Rango Máximo Nivel (msnm)	Rango Mínimo pH (upH)	Rango Máximo pH (upH)	Rango Mínimo CE (μS/cm)	Rango Máximo CE (μS/cm)	Fecha Primer Registro Q	Fecha Primer Registro NIVEL	Fecha Primer Registro pH	Fecha Primer Registro CE
1	DREN MP LT	0	S/R	N/A	N/A	0	14	0	10000	20/1/2023	N/A	24/12/2021	24/12/2021
2	DREN ME LT	0	S/R	N/A	N/A	0	14	0	10000	Sin envío	N/A	10/1/2022	31/12/2021
3	DREN MO LT	0	S/R	N/A	N/A	0	14	0	10000	20/1/2023	N/A	10/1/2022	31/12/2021
4	O4BG	0	S/R	S/R	S/R	0	14	0	10000	20/1/2023	N/A	Sin envío	Sin envío
5	P2G	0	100	S/R	S/R	0	14	0	10000	20/1/2023	N/A	Sin envío	Sin envío
6	P3G	0	100	S/R	S/R	0	14	0	10000	20/1/2023	N/A	Sin envío	Sin envío
7	P6	0	100	S/R	S/R	0	14	0	10000	20/1/2023	N/A	Sin envío	Sin envío
8	P7	0	S/R	450	700	0	14	0	10000	20/1/2023	N/A (Sin envío)	26/3/2022	30/11/2022
9	PBM1	0	S/R	450	700	0	14	0	10000	1/6/2022	N/A (Sin envío)	29/3/2022	29/3/2022
10	PBM2	0	S/R	450	700	0	14	0	10000	20/1/2023	N/A (Sin envío)	26/3/2022	26/3/2022
11	PBM3	0	100	450	700	0	14	0	10000	20/1/2023	N/A (Sin envío)	29/3/2022	31/3/2022
12	PBM4	0	100	S/R	S/R	0	14	0	10000	4/11/2022	N/A	Sin envío	Sin envío
13	PP1	N/A	N/A	450	700	0	14	0	10000	N/A	Sin envío	30/3/2022	30/3/2022
14	PP-23	N/A	N/A	450	1000	0	14	0	10000	N/A	Sin envío	30/3/2022	1/4/2022
15	PME-10L	N/A	N/A	450	700	0	14	0	10000	N/A	Sin envío	30/3/2022	30/3/2022
16	PME-11L	N/A	N/A	450	700	0	14	0	10000	N/A	Sin envío	30/3/2022	30/3/2022
17	PMO-05L	N/A	N/A	450	700	0	14	0	10000	N/A	Sin envío	30/3/2022	30/3/2022
18	PMO-08L	N/A	N/A	450	700	0	14	0	10000	N/A	20/5/2022	29/3/2022	29/3/2022

N/A: No aplica por ser un parámetro no comprometido para ser transmitido en línea.

S/R: Sin rango máximo asignado al dispositivo por no contarse con datos históricos en éste.

Sin envío: No ha transmitido datos en línea dentro del rango mínimo y rango máximo según los plazos establecidos por la Res. Ex. SMA N°1729/2021.

Tabla 3.

Descripción medio de prueba: Rango mínimo, rango máximo y fecha del primer registro en línea remitido por el titular a esta Superintendencia, para los puntos de monitoreo y parámetros del componente “Agua” asociados al DR “Las Tórtolas”. En amarillo se destacan los puntos de monitoreo de “Fuente/Control” y en rojo los puntos de monitoreo de “Aguas Subterráneas”. En negrita se destacan las situaciones en que no se han enviado registros dentro de los rangos (“Sin envío”) o se enviaron registros dentro de los rangos en forma posterior a la fecha comprometida para iniciar la conexión en línea (31 de diciembre de 2021 para las obras de control de infiltraciones y antes del 30 de junio de 2022 en los puntos restantes), lo cual corresponde a 37 casos respecto al total de 54 exigencias dadas por las combinaciones posibles de puntos de monitoreo y parámetros. Las fechas se presentan en formato de día-mes-año. Elaboración SMA.



Registros

N°	Punto de Monitoreo	% de Datos dentro de los Rangos de Q	% de Datos dentro de los Rangos de Nivel	% de Datos dentro de los Rangos de pH	% de Datos dentro de los Rangos de CE
1	DREN MP LT	100%	N/A	99.89%	99.89%
2	DREN ME LT	Sin envío	N/A	69.05%	69.12%
3	DREN MO LT	100%	N/A	87.53%	88.28%
4	O4BG	100%	N/A	Sin envío	Sin envío
5	P2G	100%	N/A	Sin envío	Sin envío
6	P3G	100%	N/A	Sin envío	Sin envío
7	P6	100%	N/A	Sin envío	Sin envío
8	P7	100%	N/A (Sin envío)	99.99%	82.28%
9	PBM1	100%	N/A (Sin envío)	99.96%	99.95%
10	PBM2	100%	N/A (Sin envío)	89.39%	80.58%
11	PBM3	100%	N/A (Sin envío)	92.91%	81.39%
12	PBM4	100%	N/A	Sin envío	Sin envío
13	PP1	N/A	Sin envío	100%	100%
14	PP-23	N/A	Sin envío	99.44%	99.82%
15	PME-10L	N/A	Sin envío	97.48%	98.39%
16	PME-11L	N/A	Sin envío	97.35%	97.35%
17	PMO-05L	N/A	Sin envío	99.78%	99.78%
18	PMO-08L	N/A	1.68%	99.98%	99.98%

N/A: No aplica por ser un parámetro no comprometido para ser transmitido en línea.

Sin envío: No ha transmitido datos en línea dentro del rango mínimo y rango máximo según los plazos establecidos por la Res. Ex. SMA N°1729/2021.

Tabla 4.

Descripción medio de prueba: Porcentaje de registros dentro de los rangos definidos por esta Superintendencia¹², para los puntos de monitoreo y parámetros del componente “Agua” asociados al DR “Las Tórtolas”. En amarillo se destacan los puntos de monitoreo de “Fuente/Control” y en rojo los puntos de monitoreo de “Aguas Subterráneas”. En negrita se destacan las situaciones en que no se han enviado registros dentro de los rangos (“Sin envío”) o que representan menos de un 20% de registros dentro de los rangos, lo cual corresponde a 17 casos respecto al total de 54 combinaciones posibles. Elaboración SMA.

¹² A mayor detalle, los rangos válidos definidos por esta Superintendencia (ver **Tabla 3**), fueron establecidos con el objetivo de evaluar la calidad de la información de transmisión de datos en línea asociada al depósito de relaves, en este sentido, los rangos fueron definidos con el objeto de considerar todos aquellos datos que contaran con sentido físico/químico o que se pudiera presumir que no correspondían a errores en los sensores de medición. Así también, para lo anterior se cotejaron los registros históricos disponibles.



Registros

N°	Punto de Monitoreo	% de Registros Informados para Q	% de Registros Informados para NIVEL	% de Registros Informados para pH	% de Registros Informados para CE
1	DREN MP LT	2.24%	N/A	83.38%	83.38%
2	DREN ME LT	Sin envío	N/A	55.42%	55.53%
3	DREN MO LT	1.36%	N/A	80.71%	81.71%
4	O4BG	99.36%	N/A	Sin envío	Sin envío
5	P2G	99.20%	N/A	Sin envío	Sin envío
6	P3G	54.31%	N/A	Sin envío	Sin envío
7	P6	96.41%	N/A	Sin envío	Sin envío
8	P7	28.51%	N/A (Sin envío)	63.27%	52.09%
9	PBM1	6.55%	N/A (Sin envío)	65.46%	65.46%
10	PBM2	7.67%	N/A (Sin envío)	65.42%	61.24%
11	PBM3	79.31%	N/A (Sin envío)	62.20%	54.98%
12	PBM4	0% ^(a)	N/A	Sin envío	Sin envío
13	PP1	N/A	Sin envío	25.63%	25.63%
14	PP-23	N/A	Sin envío	92.03%	92.03%
15	PME-10L	N/A	Sin envío	90.08%	91.01%
16	PME-11L	N/A	Sin envío	85.87%	85.87%
17	PMO-05L	N/A	Sin envío	68.49%	68.49%
18	PMO-08L	N/A	0% ^(a)	56.77%	56.77%

(a): Para el caso del parámetro Q en el punto de monitoreo PBM4 (1 dato) y el parámetro Nivel en el punto de monitoreo PMO-08L, se transmitieron registros válidos cercanos al 0%.

N/A: No aplica por ser un parámetro no comprometido para ser transmitido en línea.

Sin envío: No ha transmitido datos en línea dentro del rango mínimo y rango máximo según los plazos establecidos por la Res. Ex. SMA N°1729/2021.

Tabla 5.

Descripción medio de prueba: Porcentaje de registros informados respecto al total de registros comprometidos para la frecuencia exigida (cada 8 horas), para los puntos de monitoreo y parámetros del componente “Agua” asociados al DR “Las Tórtolas”. En amarillo se destacan los puntos de monitoreo de “Fuente/Control” y en rojo los puntos de monitoreo de “Aguas Subterráneas”. En negrita se destacan las situaciones en que no han enviado registros dentro de los rangos (“Sin envío”) o que representan menos de un 20% de registros informados en la frecuencia comprometida, lo cual corresponde a 22 casos respecto al total de 54 combinaciones posibles. Elaboración SMA.



5.2. Estado de implementación de las medidas adicionales de control de infiltraciones comprometidas en el marco de la Res. Ex. SMA N°1729/2021

Número de Hecho Constatado: 2	Instrumentos Fiscalizado: RCA N°3159/2007 y Res. Ex. SMA N°1729/2021
Documentación Revisada: ID 1, 3, 4 y 5.	
<p>Exigencias:</p> <ol style="list-style-type: none"> Sección 2.2.1.3, letra f) del Capítulo 2 del EIA del proyecto “Desarrollo Los Bronces”: <i>“Muro principal, El tranque de relaves Las Tórtolas cuenta con un sistema de intercepción de infiltraciones en la quebrada La Jarillo, inmediatamente aguas abajo del muro principal, consistente en una batería de 19 pozos de extracción dispuestos en una línea transversal a la quebrada. Todos los pozos penetran a lo menos 5 metros dentro de la roca basal y están habilitados tanto en las unidades de relleno sedimentario como en la roca fracturada subyacente, otorgando así una cobertura de control en toda la vertical.</i> Muros auxiliares, <i>En los muros auxiliares que requiere la ampliación del tranque se adoptará la medida de habilitar una cortina de inyecciones, como barrera física al flujo de potenciales infiltraciones. Esta medida es aplicable en estos muros de menor envergadura por la reducida potencia de los rellenos sedimentarios y la cercanía de la roca respecto del nivel del terreno. En estos muros también se considera habilitar pozos de monitoreo aguas abajo, de modo de verificar el adecuado control de las infiltraciones”.</i> Considerando 8.3.2. a) de la RCA N°3159/2007: <i>“Pozos PP-1, PP-6, PP-4 y PP-5: (...) Eventuales cambios de calidad en estos pozos activarían medidas adicionales de control de infiltraciones, tales como aumentos del caudal extraído en la batería de pozos (si los niveles dinámicos no estuvieran en su punto de máximo abatimiento) y/o la habilitación de pozos adicionales.</i> Pozos Monitoreo Muros Auxiliares: <i>(...) Eventuales cambios de calidad en estos pozos activarían medidas adicionales de control de infiltraciones” (énfasis agregado).</i> Res. Ex. SMA N°1729/2021, Considerando 6°, 7° y 8°: <i>“El día 27 de marzo de 2019, esta Superintendencia efectuó una inspección ambiental a la unidad fiscalizable “LOS BRONCES – ANGLO AMERICAN SUR S.A.”, lo cual incluyó las instalaciones del tranque de relaves Las Tórtolas”; “(...) en el marco de la referida inspección, (...) esta Superintendencia pudo constatar que: “En el sector de construcción del dren se observaron escurrimientos procedentes desde aguas arriba en dirección al muro. Una parte importante de este flujo provenía de afloramientos laterales del talud excavado para la construcción del dren, los cuales pudieron ser observados y fotografiados. El Encargado señaló que dichos afloramientos serían aguas de la cubeta del tranque que atraviesan el cerro por estructuras geológicas permeables, y que habrían estudios hidrogeológicos que lo avalan” (énfasis agregado); “(...) lo antes constatado fue informado al Servicio Nacional de Geología y Minería (en adelante “SERNAGEOMIN”) y a la Dirección General de Aguas (en adelante, “DGA”) para su conocimiento y fines pertinentes”.</i> Res. Ex. SMA N°1729/2021, Considerando 13°: <i>“(…) esta Superintendencia determinó que las medidas implementadas por Anglo American Sur S.A. no han sido suficientes para controlar las infiltraciones del tranque Las Tórtolas conforme a los indicadores (umbrales) establecidos en sus instrumentos ambientales, existiendo entonces el deber de activar medidas adicionales conforme a lo dispuesto en la RCA N°3159/2007. En este contexto, mediante la Resolución Exenta N°477, de fecha 16 de marzo de 2020, la SMA requirió –entre otros aspectos– informar acerca de las medidas de control de infiltraciones ya implementadas, junto con remitir una propuesta técnica con las medidas adicionales que deberán ser ejecutadas para contener el avance de las infiltraciones según lo establecido en el considerando 8.3.2.a) de la RCA N°3159/2007 (...)”.</i> Res. Ex. SMA N°1729/2021, Considerando 17°: <i>“(…) mediante presentación de fecha 17 de febrero de 2021, Anglo American Sur S.A. informó acerca del estado actualizado de las medidas adicionales propuestas para el SCI, remitiendo el documento titulado “Informe de Seguimiento y Actualización del Plan de Mejoramiento Sistema de Control de Infiltraciones Tranque Las Tórtolas”. En este informe el titular reportó ciertas modificaciones respecto a su presentación de mayo de 2020. En síntesis, la propuesta actualizada consiste en lo siguiente:</i> <ul style="list-style-type: none"> <i>En relación al muro principal:</i> <ul style="list-style-type: none"> <i>Infraestructura adicional: 10 sondajes diamantinos, 6 pozos de bombeo y 2 pozos de monitoreo.</i> 	



- Capacidad total de bombeo: caudal máximo de 50 L/s.
 - Actividades fase de construcción: programa de terreno, programa de modelación/mejora diseño del SCI, instalación de mejora del SCI, y tramitación de traslados de derechos de aprovechamiento de aguas.
 - Plazo de ejecución: las actividades se iniciaron el primer trimestre del año 2021, y se estima que se extenderán hasta el último trimestre del año 2022.
 - En relación al muro este:
 - Infraestructura adicional: entre 5 y 14 pozos de bombeo.
 - Capacidad total de bombeo: caudal máximo de 8 L/s.
 - Actividades fase de construcción: programa de terreno, programa de modelación/mejora diseño del SCI, instalación de mejora del SCI, y tramitación de traslados de derechos de aprovechamiento de aguas.
 - Plazo de ejecución: se proyecta iniciar las actividades el tercer trimestre del año 2021, y se estima que se extenderán hasta el segundo trimestre del año 2023.
 - En relación al muro oeste:
 - Infraestructura adicional: 3 pozos de bombeo y 13 pozos de monitoreo.
 - Capacidad total de bombeo: caudal máximo de 2 L/s.
 - Actividades fase de construcción: programa de terreno, programa de modelación/mejora diseño del SCI, instalación de mejora del SCI, y tramitación de traslados de derechos de aprovechamiento de aguas.
 - Plazo de ejecución: las actividades se iniciaron el tercer trimestre del año 2020 (programa de terreno ya finalizado), y se estima que se extenderán hasta el primer trimestre del año 2022.
 - En todos los casos, el titular indicó que la cantidad total de pozos dependerá del rendimiento de cada uno en su etapa de prueba, acotando que los pozos que no reúnan las condiciones para ser parte de las barreras hidráulicas, quedarán habilitados como pozos de monitoreo. Así también, informó que la totalidad de pozos de bombeo contarán con los derechos de agua correspondientes”.
6. **Res. Ex. SMA N°1729/2021, Resuelvo Primero, Tener Presente:** “Los antecedentes remitidos por **ANGLO AMERICAN SUR S.A.** en sus presentaciones del año 2020 y 2021 individualizadas en este acto, en lo que se refiere a las medidas de control de infiltraciones del tranque de relaves Las Tórtolas y a los datos del componente “Agua” asociados a su operación. En particular, esta Superintendencia acoge el plan de medidas adicionales reportado por el titular en su presentación de fecha 17 de febrero de 2021, mediante el documento titulado “Informe de Seguimiento y Actualización del Plan de Mejoramiento Sistema de Control de Infiltraciones Tranque Las Tórtolas”, pormenorizado en el considerando 17° de la presente resolución. Lo anterior, sujeto a las condiciones que se establecen en el punto resolutivo a continuación”.
7. **Res. Ex. SMA N°1729/2021, Resuelvo Segundo, Condiciones de Ejecución de Las Medidas de Control de Infiltraciones:** “Esta Superintendencia requiere establecer las siguientes condiciones para ejecutar las medidas adicionales de control de infiltraciones, en el marco del considerando 8.3.2.a) de la RCA N°3159/2007:
- En relación a las medidas adicionales de control de infiltraciones que se encuentran en ejecución por el titular, señaladas en el considerando 17° de la presente resolución:**
- **Reportes de avance:** deberán ser remitidos a esta Superintendencia reportes trimestrales dando cuenta del grado de ejecución de las medidas. Deberán incorporarse los respectivos medios de verificación con el avance de las distintas obras/acciones según los plazos comprometidos, incluyendo registros fotográficos, órdenes de compra, contratación de los servicios hidrogeológicos requeridos, resultados de terreno, entre otros.
 - **Reporte final:** una vez implementada la totalidad de las medidas, deberá remitirse un reporte final acreditando su completa ejecución en terreno. Deberán incorporarse los respectivos medios de verificación que den cuenta de ello, incluyendo las estratigrafías y perfiles de habilitación de los nuevos pozos de bombeo y monitoreo, los permisos sectoriales otorgados por DGA que amparen la operación de los pozos de bombeo, su rendimiento final, la fecha esperada para dar inicio a la extracción de agua, entre otros.



- **Plazos: Reportes de avance:** el primer reporte deberá ser presentado a esta Superintendencia durante el mes de agosto de 2021, con el objetivo de actualizar lo informado por el titular en su presentación de fecha 17 de febrero del presente año. Los siguientes reportes deberán ser ingresados durante los meses de octubre de 2021 (para informar el periodo entre julio y septiembre de 2021), enero de 2022 (para informar el periodo entre octubre y diciembre de 2021), abril de 2022 (para informar el periodo entre enero y marzo de 2022), julio 2022 (para informar el periodo entre abril y junio de 2022), y así sucesivamente hasta completar el periodo de ejecución de todas las medidas; y 2) **Reporte final:** deberá ser presentado dentro del mes siguiente al mes en que se termine la ejecución de la totalidad de las medidas comprometidas (...).”

Resultados Examen de información:

1. **Informe de Seguimiento Plan de Mejoramiento Sistema de Control de Infiltraciones Tranque Las Tórtolas Segundo Trimestre de 2024 (último reporte trimestral presentado a la fecha):** con fecha 31 de julio de 2024, en cumplimiento a lo dispuesto en el resuelto segundo de la Res. Ex. SMA N°1729/2021, el titular Anglo American Sur S.A. presentó el “Reporte de avance Plan de Reforzamiento SCI Tranque Las Tórtolas Segundo Trimestre 2024” (ver **Anexo 3**), el cual actualizó el estado de las medidas adicionales de control de infiltraciones comprometidas para DR “Las Tórtolas”. En síntesis, el titular indicó que:

- **Respecto al Mejoramiento del Sistema de Control de Infiltraciones del Muro Principal:**

- A la fecha se han incorporado al Sistema de control de Infiltraciones del Muro Principal:
 - o 9 pozos estratigráficos con perforación diamantina (DDH). 7 de estos pozos fueron habilitados como piezómetro, para el control del nivel freático.
 - o 5 pozos de monitoreo de calidad y nivel del agua subterránea.
 - o **3 pozos de bombeo**, que formarán el refuerzo de la barrera activa de control de infiltraciones del Muro Principal (rendimiento de los 3 pozos suman un total de 8,62 l/s).
- Adicionalmente, el titular presentó el avance actualizado al periodo 2022-2025 de la programación presentada en 2020 (ver **Figura 7**), en donde se describió que el cronograma se reforzó con un programa de mantención y limpieza que ha permitido maximizar la capacidad de bombeo de los pozos existentes, e incorporando nuevos puntos de monitoreo/bombeo y pozos pilotos de recarga artificial (inyección) que señala incrementarán la eficiencia del sistema de control de infiltraciones del sector.
- Por otro lado, respecto a la transmisión en línea, el titular indica que se resume a los siguientes puntos de monitoreo en el Muro Principal (Obras de Control de Infiltraciones y Pozos de Monitoreo Primera Línea):
 - o Cajón Final Sistema Drenos Muro Principal (Dispositivo **5795** en catastro API).
 - o Pozo de bombeo PBM3 (Dispositivo **6406** en catastro API).
 - o Pozo de bombeo PBM1 (Dispositivo **6404** en catastro API).
 - o Pozo de bombeo PBM2 (Dispositivo **6405** en catastro API).
 - o Pozo de bombeo P7 (Dispositivo **6403** en catastro API).
 - o Pozo de monitoreo PBM-06 (Dispositivo **6396** en catastro API).
 - o Pozo de monitoreo PP-23 (Dispositivo **6397** en Catastro API).
- Respecto a las tramitaciones sectoriales asociadas al Muro Principal que se mantienen con la DGA, el titular indica en síntesis que actualmente se encuentran en trámite:
 - o 3 solicitudes de cambio de punto de cambio de captación, presentadas en mayo de 2022, asociadas a los pozos de refuerzo de control de infiltraciones del Muro Principal (PBM-05, PBM-06 y P3GB).
 - o Solicitud asociada a la activación de la Circular N°3/2018, presentada en diciembre de 2023, la cual tiene el objetivo de aumentar el bombeo en los pozos existentes luego del programa de mantención y limpieza.
 - o Solicitud de polígono de control, presentada en la DGA el día 10 de marzo de 2024.



- Cabe destacar que según indica el titular en su último reporte, con el objetivo de optimizar la eficiencia de la barrera hidráulica operativa en el sector del Muro Principal, se encuentra en ejecución un programa de mantención y redesarrollo de los pozos de bombeo que componen la barrera hidráulica, en el cual se consideran los pozos de bombeo que cuentan con resolución de punto de captación, de acuerdo al detalle de la **Figura 8**.
- **Respecto al Mejoramiento del Sistema de Control de Infiltraciones del Muro Este:**
 - Debido a cambios en la programación, el titular reporta que existe un retraso en el inicio de las actividades de perforación de los nuevos pozos de monitoreo/bombeo en el Muro Este, el cual finalmente dio inicio en el tercer trimestre de 2023 (ver **Figura 9**).
 - El mismo reporte, indica que durante el primer trimestre de 2024, se continuó con el programa de perforación de pozos de refuerzo del sistema de control de infiltraciones en el sector Muro Este, agregando que, dependiendo de su rendimiento hídrico y caracterización química, estos serían habilitados como pozos de bombeo de control de infiltraciones y/o pozos de monitoreo de calidad de aguas subterráneas¹³.
 - Adicionalmente, respecto a las medidas adicionales en este sector, el titular señaló que actualmente se tiene planificada la perforación de un total de 10 plataformas (ver **Figura 10**), en donde a la fecha se encuentran habilitados 2 pozos de bombeo y 8 pozos de monitoreo (ver **Figura 11**).
 - Por otro lado, respecto a la transmisión en línea, el titular indica que se resume a los siguientes puntos de monitoreo en el Muro Este (Obras de Control de Infiltraciones y Pozos de Monitoreo Primera Línea):
 - Cajón Final Sistema Drenes Muro Este (Dispositivo **5800** en catastro API).
 - Pozo de monitoreo PME-10 (Dispositivo **6394** en catastro API).
 - Pozo de monitoreo PME-11 (Dispositivo **5395** en catastro API).
 - Finalmente, es importante destacar que el reporte no informa ninguna solicitud en trámite con la DGA que esté asociada al Sistema de Control de Infiltraciones del Muro Este.
- **Respecto al Mejoramiento del Sistema de Control de Infiltraciones del Muro Oeste:**
 - A la fecha se han incorporado 21 perforaciones al actual Sistema de control de Infiltraciones del Muro Oeste:
 - 5 pozos estratigráficos con perforación diamantina (DDH), de los cuales 3 fueron habilitados como piezómetros, para el control del nivel freático.
 - 13 pozos de monitoreo de calidad y nivel de agua subterránea.
 - **3 pozos de bombeo**, que formarán la barrera activa de control de infiltraciones en el sector del Muro Oeste (el rendimiento de los 3 pozos de bombeo suma un total de 1,7 l/s).
 - Adicionalmente, el titular describe que las actividades de construcción se desarrollaron durante 51 semanas, entre el 15 de julio de 2020 y el 5 de julio de 2021, y que actualmente actividades como mejoras del diseño e instalación del Sistema de Control de Infiltraciones, están a la espera de las tramitaciones DGA, antes de iniciar con el bombeo, observar la respuesta del sistema y definir posibles mejoras (ver **Figura 12**).
 - Por otro lado, respecto a la transmisión en línea, el titular indica que se resume a los siguientes puntos de monitoreo en el Muro Oeste (Obras de Control de Infiltraciones y Pozos de Monitoreo Primera Línea):
 - Cajón Final Sistema Drenes Muro Oeste (Dispositivo **5799** en catastro API).
 - Pozo de monitoreo PMO-05 (Dispositivo **6398** en catastro API).
 - Pozo de monitoreo PMO-08 (Dispositivo **6399** en catastro API).
 - Respecto a las tramitaciones sectoriales asociadas al Muro Oeste que se mantienen con la DGA, el titular indica en síntesis que actualmente se encuentran en trámite:
 - 3 solicitudes en trámite de cambio de punto de cambio de captación, presentadas en mayo de 2022, que están asociadas a los pozos de Refuerzo de Control de Infiltraciones del Muro Oeste (PBO-01, PBO-02 y PBO-03).

¹³ Según indica el titular en su presentación, en caso de que por su rendimiento el pozo sea habilitado como punto de monitoreo, se perforarán 2 pozos en una misma plataforma para mantener el monitoreo en el segmento somero (C) y profundo (L).



- Solicitud de polígono de control, presentada en la DGA el día 10 de marzo de 2024.

2. **Situación sectorial de los nuevos pozos de bombeo del DR “Las Tórtolas”:** con fecha 12 de julio de 2024, por medio de correo electrónico ingresado por el Departamento de Administración de Recursos Hídricos, la DGA remitió a esta Superintendencia un análisis de las tramitaciones sectoriales asociadas a los nuevos pozos de bombeo que forman parte del sistema de control de infiltraciones del titular (ver **Anexo 4**). A partir de este documento provisto por la DGA, se constata que las solicitudes que el titular mantiene en trámite sólo contemplan el sistema de control de infiltraciones del Muro Oeste y Muro Principal del DR, pues actualmente, no ha ingresado a trámite ninguna solicitud asociada al sistema de control de infiltraciones comprometido para el Muro Este en el marco de la Res. Ex. SMA N°1729/2021 (ver **Figura 13**). Mediante el Oficio ORD. SMA N°2171 de fecha 10 de septiembre de 2024 (ver **Anexo 5**), esta Superintendencia solicitó a la DGA un pronunciamiento actualizado sobre las solicitudes que el titular mantiene en trámite y su estado actual, lo cual se encuentra pendiente de respuesta a la fecha de elaboración del presente Informe.

Lo anterior es consistente con lo que fue informado por el titular en el último reporte trimestral entregado a la fecha en el contexto de la Res. Ex. SMA N°1729/2021, correspondiente al segundo trimestre del año 2024 (ver **punto 3 del presente Hecho Constatado**). En este informe, el titular señala que *“Debido a cambios de programación, existe un retraso en el inicio de las actividades de perforación de nuevos pozos de monitoreo/bombeo en este sector, cuyo inicio al plan de mejoramiento al Sistema de Control de Infiltraciones para del Muro Este del Tranque Las Tórtolas dio inicio en el tercer trimestre de 2023. Las actividades de construcción y actualización del modelo hidrogeológico se estiman se realizarán en un plazo total de 120 semanas”*. En el mismo reporte se presenta un cronograma de actividades (ver **Figura 9**), el cual tal como se mencionó en el punto anterior, proyecta que la tramitación sectorial con la DGA en el Muro Este sería iniciada no antes del tercer trimestre de este año 2024, extendiéndose hasta el último trimestre del año 2026.

3. **Catastro sistema API y transmisión en línea de datos asociados a los sistemas de control de infiltraciones:** se revisaron los datos de conexión en línea transmitidos a esta Superintendencia hasta el día **13 de agosto de 2024**. En dicha revisión, se comprobó que a la fecha, el titular ha realizado el catastro API de 18 puntos de monitoreo, e iniciado la transmisión en línea de cada uno de los parámetros catastrados en solo 12 de estos puntos (ver **Tabla 6**), los cuales sin embargo, no necesariamente corresponden a valores válidos para esta Superintendencia (ver más detalles en el **Hecho Constatado 5.1**).

Cabe destacar que, actualmente el titular no ha catastrado ni iniciado la transmisión en línea de ningún punto de monitoreo asociado a los nuevos pozos de control de infiltraciones comprometidos en el marco de la Res. Ex. SMA N°1729/2021 y/o informadas por el titular en su último reporte de avance trimestral (Informe de Seguimiento Plan de Mejoramiento Sistema de Control de Infiltraciones Tranque Las Tórtolas Segundo Semestre 2024).

Del examen de información realizado, es posible concluir lo siguiente:

1. Del análisis de los antecedentes presentados por el titular en el marco de los compromisos de la Res. Ex. SMA N°1729/2021 (reportes de avance trimestrales), fue posible verificar que a la fecha no se ha implementado ninguna de las medidas adicionales de control de infiltraciones (inicio de la operación de nuevos pozos de bombeo) comprometidas por el titular en sus presentaciones de fecha 25 de mayo de 2020 y 17 de febrero de 2021, en ninguno de los muros del DR “Las Tórtolas”. Dicho lo anterior, a la fecha, existe un retraso de más de 7 trimestres en la implementación de las medidas adicionales para el Muro Principal del DR, un retraso de más de 5 trimestres en la implementación de las medidas adicionales para el Muro Este y un retraso de más de 10 trimestres en la implementación de las medidas adicionales para el Muro Oeste.
2. Si bien de acuerdo a lo informado en los reportes presentados por el titular, existen ciertos avances en la construcción e implementación de las medidas adicionales de control de infiltraciones comprometidas, como son la perforación/construcción de varios pozos de bombeo/monitoreo en el Muro Principal, Muro Este y Muro



Oeste del DR¹⁴, según lo comunicado por la DGA, las solicitudes que el titular mantiene actualmente en trámite¹⁵, sólo contemplan los sistemas de control de infiltraciones del Muro Oeste y Muro Principal del DR, y no el sistema de control de infiltraciones asociado al Muro Este, en donde a la fecha no se ha ingresado ninguna solicitud a trámite.

3. Según el cronograma de actividades acompañado por el titular en el segundo reporte de avance semestral del año 2024, la tramitación sectorial con la DGA en el Muro Este sería iniciada no antes del tercer trimestre de este año 2024, extendiéndose hasta el último trimestre del año 2026, lo que representa un retraso de más de 3 años respecto al plazo considerado por el titular en su propuesta presentada a esta Superintendencia en febrero de 2021 (segundo trimestre del año 2023).
4. Adicionalmente, las medidas adicionales de control de infiltraciones que el titular indicó que implementaría en este mismo reporte de avance (segundo semestre de 2024), presentan algunas diferencias respecto de la propuesta presentada a esta Superintendencia en febrero de 2021, acogida por medio de la Res. Ex. SMA N°1729/2021. En específico, existen variaciones en la cantidad de pozos de bombeo y sus rendimientos proyectados¹⁶, en la cantidad de pozos de monitoreo¹⁷ y en los plazos de implementación inicialmente propuestos por el titular.
5. Por último, se destaca que ninguno de los pozos de bombeo asociados a las medidas adicionales de control de infiltraciones que el titular ha indicado se encuentran contruidos y/o en trámite sectorial en la DGA, están catastrados en el sistema API de esta Superintendencia y/o transmitiendo datos en línea. Vale decir, actualmente, no se han catastrado en el sistema API ninguno de los siguientes pozos de bombeo:
 - **Muro Principal:** PBM-05, PBM-06 y P3GB.
 - **Muro Este:** PBE-01 y PBE-02.
 - **Muro Oeste:** PBO-01, PBO-02 y PBO-03.

¹⁴ Tal como indicó el titular en su último reporte trimestral del segundo trimestre de 2024, en el **Muro Principal** se han incorporado 9 pozos estratigráficos de los cuales 7 fueron habilitados para el control de nivel freático, 5 pozos de monitoreo de calidad y nivel de agua y 3 pozos de bombeo; en el **Muro Este** se han incorporado 8 pozos de monitoreo de calidad de aguas y 2 pozos de bombeo; y en el **Muro Oeste** se han incorporado 5 pozos estratigráficos de los cuales 3 fueron habilitados para el control de nivel freático, 13 pozos de monitoreo de calidad y nivel de agua y 3 pozos de bombeo.

¹⁵ Solicitudes/autorizaciones DGA necesarias para poner en funcionamiento los distintos pozos de extracción de aguas (bombeo/control de infiltraciones) habilitados alrededor del DR Las Tórtolas. Cabe destacar, que las autorizaciones sectoriales DGA, se restringen exclusivamente a los pozos de extracción de aguas y no a los pozos de monitoreo.

¹⁶ **Muro Principal:** actualmente se tiene proyectado incorporar 3 pozos de bombeo al sistema de control de infiltraciones (de los 6 pozos de bombeo propuestos inicialmente), los cuales tienen un rendimiento de 8,62 l/s (menor a los 50 l/s proyectados inicialmente); **Muro Este:** actualmente, se tiene proyectado incorporar 2 pozos de bombeo al sistema de control de infiltraciones (de los 5 a 14 pozos de bombeo propuestos inicialmente), de los cuales se desconoce su rendimiento (el rendimiento proyectado inicialmente corresponde a 8 l/s); **Muro Oeste:** actualmente, se tiene proyectado incorporar 3 pozos de bombeo al sistema de control de infiltraciones (de los 3 pozos de bombeo propuestos inicialmente), los cuales tienen un rendimiento de 1,7 l/s (menor a los 2 l/s proyectado inicialmente).

¹⁷ **Muro Principal:** actualmente, se tiene proyectado incorporar 5 pozos de monitoreo en este muro (la propuesta inicial consideraba 6 pozos de monitoreo en este muro); **Muro Este:** actualmente, se tiene proyectado incorporar 8 pozos de monitoreo en este muro (la propuesta inicial no consideraba pozos de monitoreo en este muro); **Muro Oeste:** actualmente, se tiene proyectado incorporar 13 pozos de monitoreo en este muro (la propuesta inicial consideraba 13 pozos de monitoreo en este muro).



Registros

Tarea	Descripción	Duración	2022				2023				2024				2025			
		Semanas	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
1	Sector Muro Principal																	
1.3	Programa Modelación / Mejora diseño sistema control de infiltraciones	36																
1.4	Instalación de mejora del sistema de control de infiltraciones	36																
1.5	Tramitación Traslado de Derechos de Aprovechamiento de Agua (DGA)	120																
1.6	Activación Circular N°3 (DGA)	52																
1.7	Tramitación Autorización extracción por polígonos (DGA)	52																
1.8	Programa Terreno #2: sonda Dual Rotary (3 pozos de bombeo; 5 pozos de monitoreo; 2 pozos recarga artificial)	48																

Figura 7.

Descripción medio de prueba: Cronograma general de actividades asociado al mejoramiento del sistema de control de infiltraciones del Muro Principal del DR “Las Tórtolas”. Se observa que las actividades se extienden hasta el tercer trimestre de 2025. Imagen extractada del reporte de avance del segundo semestre de 2024, titulado “Informe de Seguimiento Plan de Mejoramiento Sistema de Control de Infiltraciones Tranque Las Tórtolas Q2 – 2024”, presentado por el titular en julio de 2024 en el marco de lo comprometido por medio de la Res. Ex. SMA N°1729/2021.



Registros

N°	Instalación	Pozo	Coordenadas UTM		Caudal pre-redesarrollo	Caudal post-redesarrollo	DPC
			ESTE	NORTE	(L/s)	(L/s)	(L/s)
1	Muro Principal	PBM-1	336,903	6,335,202	4.0	9.0*	4.0
2		PBM-2	336,480	6,336,045	4.4	17.0*	9.0
3		PBM-3	336,634	6,336,121	1.5	2.0	5.0
4		PBM-4	336,707	6,335,729	0.2	0.7	3.0
5		P3	336,801	6,334,972	0.2	0.83	5.0
6		P6	336,883	6,335,025	2.4	Pozo Dañado**	3.3
7		P7	336,920	6,335,049	1.4	2.2*	2.0
9		O4B	336,821	6,334,970	0.4	0.75	1.6
10		O4GB	336,823	6,334,958	0.2	Pendiente***	12.5
11		P2G	336,795	6,334,943	2.7	Pendiente***	30.0
12		P3G	336,828	6,334,923	11.5	Pendiente***	12.0

* Requiere Traslado de Derechos o Activación de Circular N°3/2018 (DGA) para incrementar extracción

** Se verifica daño durante inspección. Se perforará pozo de reemplazo

*** En programa Q3 de 2024

Figura 8.

Descripción medio de prueba: Listado de pozos de control de infiltraciones del Muro Principal del DR “Las Tórtolas” asociados al Plan de Redesarrollo. Se describe un aumento de caudal de extracción de los pozos posterior al “redesarrollo” de los pozos actualmente operativos. Imagen extractada del reporte de avance del segundo semestre de 2024, titulado “Informe de Seguimiento Plan de Mejoramiento Sistema de Control de Infiltraciones Tranque Las Tórtolas Q2 – 2024”, presentado por el titular en julio de 2024 en el marco de lo comprometido por medio de la Res. Ex. SMA N°1729/2021.



Registros

Tarea	Descripción	Duración	2023				2024				2025				2026			
		Semanas	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
3	Sector Muro Este																	
3.1	Programa de terreno sonda Dual Rotary (10 pozos de monitoreo/bombeo)	36																
3.2	Programa Modelación / Mejora diseño sistema control de infiltraciones	48																
3.3	Instalación de mejora del sistema de control de infiltraciones	36																
3.4	Tramitación Traslado de Derechos de Aprovechamiento de Agua	120																
3.5	Activación Circular N°3 (DGA)	52																
3.6	Tramitación Autorización extracción por polígonos (DGA)	52																

Figura 9.

Descripción medio de prueba: Cronograma general de actividades asociado al mejoramiento del sistema de control de infiltraciones del Muro Este del DR “Las Tórtolas”. Se observa que las actividades se extienden hasta el cuarto trimestre de 2026. Imagen extractada del reporte de avance del segundo semestre de 2024, titulado “Informe de Seguimiento Plan de Mejoramiento Sistema de Control de Infiltraciones Tranque Las Tórtolas Q2 – 2024”, presentado por el titular en julio de 2024 en el marco de lo comprometido por medio de la Res. Ex. SMA N°1729/2021.



Registros

N°	Instalación	Plataforma	Objetivo	Coordenadas UTM	
				ESTE	NORTE
1	Muro Este	PME23-01	Bombeo/Monitoreo	340027	6334905
2		PME23-02	Bombeo/Monitoreo	340731	6335062
3		PME23-03	Bombeo/Monitoreo	340632	6335169
4		PME23-04	Bombeo/Monitoreo	340511	6335164
5		PME23-05	Bombeo/Monitoreo	340660	6335283
6		PME23-06	Bombeo/Monitoreo	340413	6335265
7		PME23-07	Bombeo/Monitoreo	340966	6335036
8		PME23-08	Bombeo/Monitoreo	341127	6335305
9		PME24-01	Bombeo/Monitoreo	340576	6335159
10		PME24-02	Bombeo/Monitoreo	340673	6335120

Figura 10.

Descripción medio de prueba: Listado de plataformas de perforación planificadas en el Muro Este del DR “Las Tórtolas”. Según se describe, dichos pozos serán habilitados como puntos de bombeo y/o monitoreo dependiendo del rendimiento de estos. Imagen extractada del reporte de avance del segundo semestre de 2024, titulado “Informe de Seguimiento Plan de Mejoramiento Sistema de Control de Infiltraciones Tranque Las Tórtolas Q2 – 2024”, presentado por el titular en julio de 2024 en el marco de lo comprometido por medio de la Res. Ex. SMA N°1729/2021.



Registros

N°	Instalación	Pozo	Grupo	Coordenadas UTM	
				ESTE	NORTE
1	Muro Este	PME-12C	Monitoreo	340625	6334900
2		PME-12L	Monitoreo	340621	6334909
3		PBE-01	Bombeo	340627	6335159
4		PME-13C	Monitoreo	340733	6335055
5		PME-13L	Monitoreo	340731	6335061
6		PBE-02	Bombeo	340511	6335168
7		PME-14C	Monitoreo	340577	6335161
8		PME-14L	Monitoreo	340576	6335159
9		PME-15C	Monitoreo	340676	6335124
10		PME-15L	Monitoreo	340675	6335119

Figura 11.

Descripción medio de prueba: Listado de pozos de bombeo y monitoreo que se tiene planificado habilitar en el Muro Este del DR “Las Tórtolas”. Según describe el titular en su último reporte de avance, a la fecha se tiene planificado habilitar 2 nuevos pozos de bombeo y 8 nuevos pozos de monitoreo en el Muro Este del DR. Imagen extractada del reporte de avance del segundo semestre de 2024, titulado “Informe de Seguimiento Plan de Mejoramiento Sistema de Control de Infiltraciones Tranque Las Tórtolas Q2 – 2024”, presentado por el titular en julio de 2024 en el marco de lo comprometido por medio de la Res. Ex. SMA N°1729/2021.



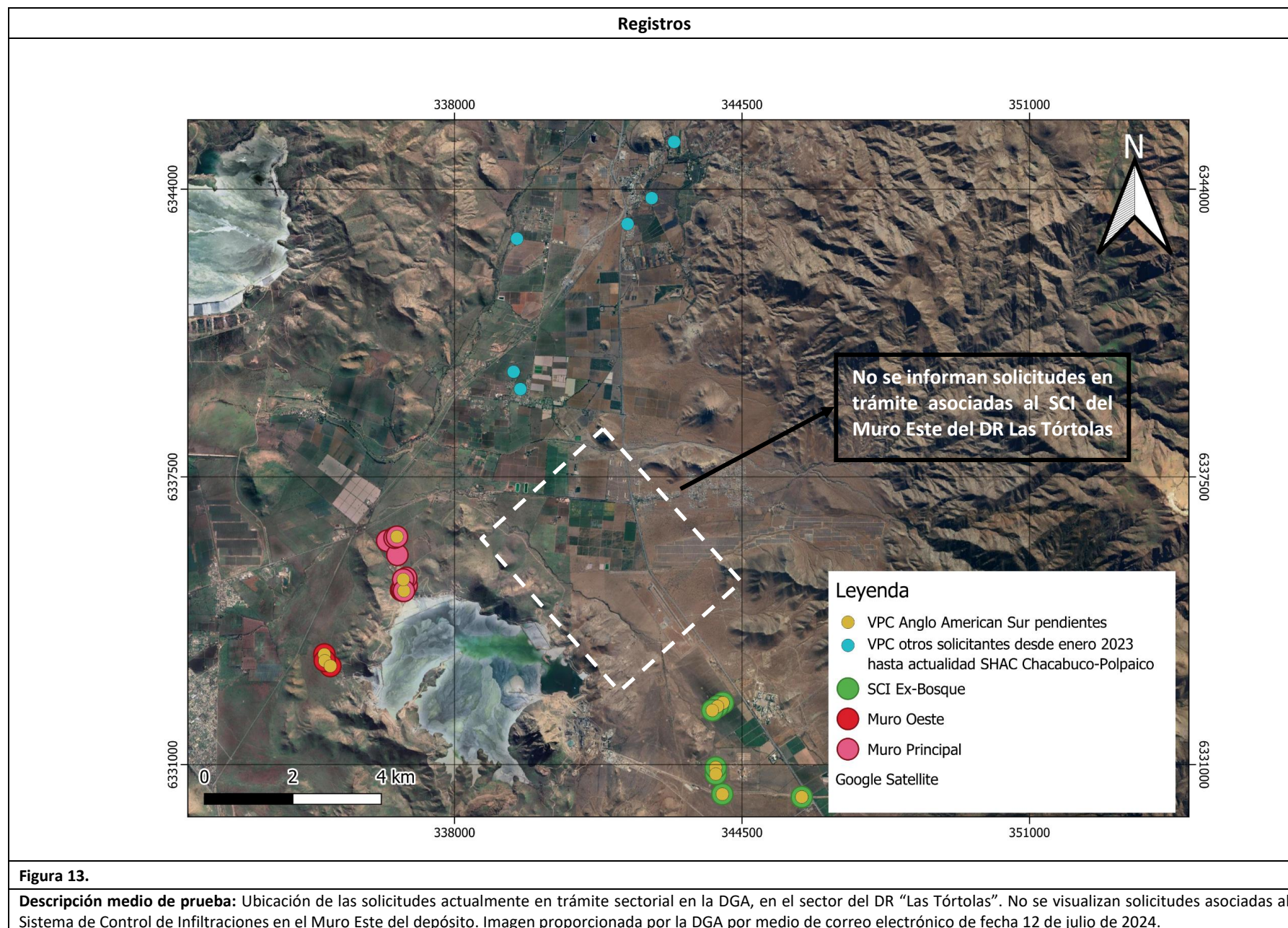
Registros

Tarea	Descripción	Duración	2022				2023				2024				2025			
		Semanas	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
2 Sector Muro Oeste																		
2.3	Programa Modelación / Mejora diseño sistema control de infiltraciones	26																
2.4	Instalación de mejora del sistema de control de infiltraciones	26																
2.5	Tramitación Traslado de Derechos de Aprovechamiento de Agua*	120																
2.6	Activación Circular N°3 (DGA)	52																
2.7	Tramitación Autorización extracción por polígonos (DGA)	52																

Figura 12.

Descripción medio de prueba: Cronograma general de actividades asociado al mejoramiento del sistema de control de infiltraciones del Muro Oeste del DR “Las Tórtolas”. Se observa que las actividades se extienden hasta el tercer trimestre de 2025. Imagen extractada del reporte de avance del segundo semestre de 2024, titulado “Informe de Seguimiento Plan de Mejoramiento Sistema de Control de Infiltraciones Tranque Las Tórtolas Q2 – 2024”, presentado por el titular en julio de 2024 en el marco de lo comprometido por medio de la Res. Ex. SMA N°1729/2021.





Registros

Subcomponente	N°	Punto de Monitoreo	Descripción	ID Dispositivo	Parámetros	Transmisión en línea
Fuente/Control	1	DREN MP LT	Infraestructura Control de Infiltraciones Muro Principal	5795	CE, pH	Si
				9170	Q	Si
	2	DREN ME LT	Infraestructura Control de Infiltraciones Muro Este	5800	CE, pH	Si
				5506	Q	No
	3	DREN MO LT	Infraestructura Control de Infiltraciones Muro Oeste	5799	CE, pH	Si
				5495	Q	Si
	4	O4BG	Infraestructura Control de Infiltraciones Muro Principal	6400	CE, pH	No
				9216	Q	Si
	5	P2G	Infraestructura Control de Infiltraciones Muro Principal	6401	CE, pH	No
				9215	Q	Si
	6	P3G	Infraestructura Control de Infiltraciones Muro Principal	6402	CE, pH	No
				9217	Q	Si
	7	P6	Infraestructura Control de Infiltraciones Muro Principal	9169	CE, pH	No
				9222	Q	Si
	8	P7	Infraestructura Control de Infiltraciones Muro Principal	6403	CE, pH, Nivel	Si
				9218	Q	Si
	9	PBM1	Infraestructura Control de Infiltraciones Muro Principal	6404	CE, pH, Nivel	Si
				9219	Q	Si
	10	PBM2	Infraestructura Control de Infiltraciones Muro Principal	6405	CE, pH, Nivel	Si
				9220	Q	Si
	11	PBM3	Infraestructura Control de Infiltraciones Muro Principal	6406	CE, pH, Nivel	Si
				9221	Q	Si
	12	PBM4	Infraestructura Control de Infiltraciones Muro Principal	9172	CE, pH	No
				9223	Q	Si (solo un dato)
Aguas Subterráneas	13	PP1	Primera Línea pozos de observación - Muro Principal	6396	CE, pH, Nivel	Si
	14	PP-23	Primera Línea pozos de observación - Muro Principal	6397	CE, pH, Nivel	Si
	15	PME-10L	Primera Línea pozos de observación - Muro Este	6394	CE, pH, Nivel	Si
	16	PME-11L	Primera Línea pozos de observación - Muro Este	6395	CE, pH, Nivel	Si
	17	PMO-05L	Primera Línea pozos de observación - Muro Oeste	6398	CE, pH, Nivel	Si
	18	PMO-08L	Primera Línea pozos de observación - Muro Oeste	6399	CE, pH, Nivel	Si

Tabla 6.

Descripción medio de prueba: Puntos de monitoreo y parámetros del componente “Agua” asociados al DR “Las Tórtolas” que han transmitido datos en línea a la fecha. En amarillo se destacan los puntos de monitoreo de “Fuente/Control” y en rojo los puntos de monitoreo de “Aguas Subterráneas”. Cabe destacar que, pese a existir datos en algunos parámetros catastrados, estos no necesariamente son válidos para esta Superintendencia (ver **Hecho constatado 5.1**). Elaboración SMA.



5.3. Análisis de estabilidad química y control de infiltraciones

Número de Hecho Constatado: 3	Instrumentos Fiscalizado: RCA N°3159/2007 y Res. Ex. SMA N°1729/2021
Documentación Revisada: ID 6, 7, 8 y 9.	
<p>Exigencias:</p> <ol style="list-style-type: none"> Sección 2.2.1.3, letra f) del Capítulo 2 del EIA del proyecto “Desarrollo Los Bronces”: <i>“Muro principal, El tranque de relaves Las Tórtolas cuenta con un sistema de intercepción de infiltraciones en la quebrada La Jarillo, inmediatamente aguas abajo del muro principal, consistente en una batería de 19 pozos de extracción dispuestos en una línea transversal a la quebrada. Todos los pozos penetran a lo menos 5 metros dentro de la roca basal y están habilitados tanto en las unidades de relleno sedimentario como en la roca fracturada subyacente, otorgando así una cobertura de control en toda la vertical.</i> Muros auxiliares, <i>En los muros auxiliares que requiere la ampliación del tranque se adoptará la medida de habilitar una cortina de inyecciones, como barrera física al flujo de potenciales infiltraciones. Esta medida es aplicable en estos muros de menor envergadura por la reducida potencia de los rellenos sedimentarios y la cercanía de la roca respecto del nivel del terreno. En estos muros también se considera habilitar pozos de monitoreo aguas abajo, de modo de verificar el adecuado control de las infiltraciones”.</i> Considerando 8.3.2. a) de la RCA N°3159/2007: <i>“Pozos PP-1, PP-6, PP-4 y PP-5: (...) Eventuales cambios de calidad en estos pozos activarían medidas adicionales de control de infiltraciones, tales como aumentos del caudal extraído en la batería de pozos (si los niveles dinámicos no estuvieran en su punto de máximo abatimiento) y/o la habilitación de pozos adicionales.</i> Pozos Monitoreo Muros Auxiliares: <i>(...) Eventuales cambios de calidad en estos pozos activarían medidas adicionales de control de infiltraciones” (énfasis agregado).</i> Res. Ex. SMA N°1729/2021, Resuelvo Tercero: <i>“Tener presente que el indicador para evaluar cambios en la calidad del agua en los pozos de monitoreo asociados al muro principal, se encuentra expresamente establecido en el expediente de evaluación de la RCA N°3159/2007, en lo específico, en el Anexo L “Control Infiltraciones Tranque Relaves” del EIA del proyecto “Desarrollo Los Bronces”: “(...) el flujo pasante (estimado en 5 l/s) provoca un incremento de niveles de sulfatos en los rellenos sedimentarios de la quebrada, pero acotado a un corto tramo aguas abajo de la batería de pozos (hasta la ubicación del pozo PP-1). Aguas abajo de dicho tramo es posible proyectar en el largo plazo la generación de una zona con niveles de sulfatos estabilizados en no más de 200 mg/l” (énfasis agregado). Así, <u>esta concentración de 200 mg/L de Sulfato es el indicador que deberá seguir siendo utilizado para efectos de evaluar el desempeño del SCI¹⁸ aguas abajo de la ubicación del pozo PP-1, tanto en los pozos existentes como en los nuevos que sean habilitados en esta zona</u>”.</i> Recomendación del servicio competente: mediante el Oficio ORD. DGA N°67, de fecha 29 de julio de 2022 (ver Anexo 6), la DGA se pronunció respecto a la propuesta de umbrales del titular para los muros auxiliares (Muro Este y Muro Oeste), aspecto comprometido en la Res. Ex. SMA N°1729/2021, recomendando algunas modificaciones en los umbrales para el parámetro discreto Sulfato (ver Tabla 8 y 9). Umbrales aplicables: dada la ausencia de umbrales para los parámetros que cuentan con transmisión en línea (Caudal, Nivel, pH y Conductividad Eléctrica), se realizó el análisis de estabilidad química y control de infiltraciones utilizando los datos del parámetro discreto Sulfato, el cual sí cuenta con umbral en distintos puntos de monitoreo, de acuerdo a lo definido por la RCA N°3159/2007 y a la Res. Ex. SMA N°1729/2021 (considerando las recomendaciones entregadas por la DGA en su Oficio ORD. DGA N°67/2021). En las Tablas 7, 8 y 9 se especifican los umbrales considerados para el análisis del parámetro discreto Sulfato, en los puntos de monitoreo del DR “Las Tórtolas” analizados en el presente Informe. En específico, se realizó el análisis en 29 puntos de monitoreo del depósito de relaves (ver Figura 14), 17 puntos de monitoreo en el Muro Principal (ver Figura 15), 4 puntos de monitoreo del Muro Oeste (ver Figura 17) y 8 puntos de monitoreo del Muro Este (ver Figura 16). 	

¹⁸ Sistema de control de infiltraciones.



Otras consideraciones:

1. **Periodo de análisis:** se cotejaron todos los datos discretos (históricos) de Sulfato reportados por el titular hasta mayo de 2024 (ver **Anexo 7**), de cada uno de los puntos de monitoreos que cuentan con umbrales aguas abajo del Muro Principal, Muro Este y Muro Oeste del DR “Las Tórtolas”.
2. **Perfiles de habilitación de los puntos de monitoreo:** existen varios puntos de monitoreo en los distintos muros del DR que cuentan con perfiles de habilitación doble, es decir, que cuentan con un perfil de habilitación corto “C” y un perfil de habilitación largo “L” (ver **Figura 18**). Estos perfiles fueron habilitados en virtud de las características específicas observadas durante los mapeos geológicos desarrollados por el titular (contenido de finos, grados de meteorización y fracturamiento, entre otras variables, ver **Anexo 8**)¹⁹.

Resultados Examen de información:

1. **Comparación entre monitoreos discretos del parámetro Sulfato y umbrales:** se definieron tres indicadores para contrastar los datos discretos de Sulfato con los umbrales aplicables. A saber:
 - **Indicador i1:** número de registros fuera de los rangos asociados a los umbrales aplicables.
 - **Indicador i2:** porcentaje de registros fuera de los rangos asociados a los umbrales aplicables respecto al total de registros reportados.
 - **Indicador i3:** promedio de las excedencias de los registros respecto a los umbrales aplicables.

En la **Tabla 10** se sintetizan los resultados obtenidos para los puntos de monitoreo y parámetros asociados al DR “Las Tórtolas”.

2. **Discusión de resultados obtenidos:** sobre la base de lo expuesto en la **Tabla 10**, se constata que en el periodo analizado se ha producido una activación reiterada de los umbrales de **Sulfato** en los puntos de monitoreo del depósito, especialmente en aquellos asociados al Muro Principal y Muro Este. En particular, para el caso de los umbrales de “Nivel 1” recomendados por la DGA en los Muros Este y Oeste, se produjo la activación en todos los puntos de monitoreo (12 de 12 puntos de monitoreo), para el caso de los umbrales de “Nivel 2” se produjo la activación en el 75% de los puntos de monitoreo (9 de 12 puntos de monitoreo), y para el caso del umbral de 200 mg/L en el Muro Principal, se produjo la activación en el 82,4% de los puntos de monitoreo (14 de 17 puntos de monitoreo). En cuanto a la magnitud de las excedencias (ver indicadores i3 en la **Tabla 10**), en 5 puntos del Muro Este se sobrepasan los umbrales en más de 400 mg/L y en 11 puntos de monitoreo del Muro Principal se sobrepasan los umbrales en más de 240 mg/L. Cabe destacar que 9 puntos del Muro Principal han reportado más del 70 % de sus datos por sobre el umbral de 200 mg/l definido en la RCA N°3159/2007, 6 puntos de monitoreo del Muro Este han reportado más del 90% de sus datos por sobre el umbral de “Nivel 1” recomendado por la DGA y más del 80% de sus datos por sobre el umbral de “Nivel 2”, y 1 punto de monitoreo del Muro Oeste ha reportado más del 70% de sus datos por sobre el umbral de “Nivel 1” recomendado por la DG, y más del 60% de sus datos por sobre el umbral de “Nivel 2”.
3. **Comportamiento histórico del parámetro Sulfato en el Muro Principal del DR “Las Tórtolas”:** de los registros históricos de concentración de Sulfato del Muro Principal, es posible observar que de los 17 puntos de monitoreo que cuentan con umbrales en este muro, 14 puntos de monitoreo han superado el umbral de 200 mg/L definido en la RCA N°3159/2007 en los últimos años (ver **Figura 19** a la **Figura 28**), siendo las únicas excepciones los pozos de monitoreo **PP14, PP19 y PP25L**.

Por otro lado, al comparar la situación observada en el Muro Principal en septiembre del año 2022 (fecha del IFA DFZ-2022-3049-XIII-RCA) con la situación observada en mayo de 2024 (fecha de los últimos registros entregados por el titular), es posible observar que las concentraciones de Sulfato han aumentado en 13 puntos de monitoreo (más del 76% del total de pozos de este muro) (ver **Tabla 11**), ocurriendo los aumentos más importantes (de más de 200 mg/L) en los puntos de monitoreo **PP4, PP24L, PP18L, PP29L, PP27C y PP22** (eje central de los puntos de monitoreo del Muro Principal, ver **Figura 29 y Figura 30**).

¹⁹ Cabe destacar, que para elaborar las figuras que comparan las concentraciones de Sulfato registradas en septiembre del año 2022 y en mayo del año 2024 en cada muro (**Figura 17 y Figura 18** en el Muro principal; **Figura 22 y Figura 23** en el Muro Oeste; y **Figura 30 y Figura 31** en el Muro Este), se consideraron los registros de concentración más desfavorables en cada punto de monitoreo, es decir, en aquellos puntos de monitoreo que contaban con dos perfiles de habilitación, se utilizaron los registros de concentración de mayor magnitud entre los perfiles corto (“C”) y largo (“L”). Lo anterior, considerando además que según los antecedentes provistos por el titular, la mayoría de los pozos habilitados en los 3 muros, presentan cribas exclusivamente en roca (una única unidad hidrogeológica)



4. **Comportamiento histórico del parámetro Sulfato en el Muro Este del DR “Las Tórtolas”:** de los registros históricos de concentración de Sulfato del Muro Este, es posible observar que de los 8 puntos de monitoreo que cuentan con umbrales, todos a la fecha han superado los umbrales definidos por la DGA en su Oficio Ord. DGA N°67/2022 (ver **Figura 31** a la **Figura 35**).
Tal como se muestra en las **Tabla 12** y **Tabla 13**, en donde se consideraron 10 puntos de monitoreo en el Muro Este (8 puntos de monitoreo con umbral definido por la DGA y 2 puntos de monitoreo sin umbral, ver **Figura 36**), 8 de los 10 puntos de monitoreo en este muro presentan concentraciones mayores que las observadas en el análisis realizado a finales del año 2022.
Al comparar la situación observada en septiembre del año 2022 con la situación de mayo de 2024 en el Muro Este (ver **Figura 37** y **Figura 38**), es posible observar que las concentraciones de Sulfato registradas en los puntos de monitoreo **PME-8C**, **PME-8L**, **PME-9C** y **PME-9L**, ubicados al final de la línea de monitoreo de este muro, han tenido los mayores aumentos en sus concentraciones (**229 mg/L**, **242 mg/L**, **347 mg/L** y **201 mg/L**, respectivamente), lo que podría advertir un avance de las infiltraciones en este muro del DR.
Del análisis anterior, es posible señalar que en el Muro Este es donde la situación reviste mayor preocupación, ya que tal como se aprecia en los gráficos históricos del parámetro Sulfato, las concentraciones van en aumento o sobrepasan los umbrales constantemente. Además, es importante destacar que, habiendo revisado las tramitaciones sectoriales con la DGA, asociadas al sistema de control de infiltraciones en el tranque de relaves “Las Tórtolas” (Res. Ex. SMA N°1729/2021), se confirmó que el titular aún no ha iniciado los trámites sectoriales asociados a la implementación de un sistema de control de infiltraciones en el Muro Este (ver más detalles en el **Hecho constatado 5.2 del presente informe**).
La situación de avance en el frente de infiltración es consistente además con lo observado por la DGA en su Oficio ORD. N°37, de fecha 18 de julio de 2023 (ver **Anexo 9**), donde dicho servicio también advierte sobre un incremento en las concentraciones de sulfato aguas abajo de todos los muros del depósito.
5. **Comportamiento histórico del parámetro Sulfato en el Muro Oeste del DR “Las Tórtolas”:** de los registros históricos de concentración de Sulfato del Muro Oeste, es posible observar que de los 4 puntos de monitoreo que cuentan con umbrales, las concentraciones han ido aumentando paulatinamente a lo largo del tiempo en 2 de ellos, a saber, los puntos de monitoreo **PMO-1L** y **PMO-10L** (ver **Figura 39** y **Figura 40**).
Si bien han ocurrido superaciones de umbrales en los 4 puntos de monitoreo con umbral del Muro Oeste (en los puntos de monitoreo **PMO-18L**, **PMO-1L** y **PMO-2** sólo han ocurrido superaciones puntuales del umbral N°1 definido por la DGA), la situación más compleja se evidencia en el punto de monitoreo **PMO-10L**, en donde desde junio del año 2022, todos los monitoreos han superado el umbral N°2 de 250 mg/l definido por la DGA en su Oficio Ord. DGA N°67/2022, alcanzando un máximo de 408 mg/L en el registro de mayo de 2024.
Sin perjuicio de lo anterior, a la fecha, la situación en el Muro Oeste no ha tenido cambios tan acentuados respecto a la situación observada en el año 2022 (ver **Figura 42** y **Figura 43**), en donde las concentraciones en los puntos de monitoreo de este muro (19 puntos en total, al considerar los puntos de monitoreo con y sin umbrales de Sulfato, ver **Figura 41**), ha empeorado en 9 puntos de monitoreo (ver **Tabla 14** y **15**), ocurriendo el cambio más relevante en el punto de monitoreo **PMO-10L** (aumento de **129 mg/l** en la concentración de sulfato de dicho punto, y único punto en donde el aumento de concentración supera los 100 mg/l).
6. **Relación con los objetos de protección ambiental:** respecto al avance de las infiltraciones y sus posibles implicancias ambientales aguas abajo de los muros del DR, en el mapa de la **Figura 44** se ha incluido la ubicación de los objetos de protección que pueden tener alguna relación con la calidad de las aguas subterráneas (cauces naturales, derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas de terceros y sistemas de Agua Potable Rural (APR)).
A partir de lo anterior, se concluye que las situaciones de mayor preocupación se evidencian en el Muro Principal y Muro Este del DR (ver **Figura 45** y **Figura 46**), en donde se registran altas concentraciones de Sulfato que están por sobre los umbrales de concentración definidos en la RCA del proyecto y recomendados por la DGA, en los puntos de monitoreo más alejados del depósito. En particular, en el punto de monitoreo **P22** (punto de monitoreo más alejado del Muro Principal), se registró una concentración de **587 mg/L**, por sobre el umbral RCA de 200 mg/L, por otro lado, en los puntos de monitoreo **PME-8L** y **PME-9C** (puntos de monitoreo más alejados del Muro Este), se registraron concentraciones de **897 mg/L** y **1166 mg/L** respectivamente, por sobre los umbrales DGA Nivel N°2 de 250 mg/L.
Respecto al Muro Principal (ver **Figura 45**), en las cercanías del punto de monitoreo **PP22** se ubican 34 derechos de aprovechamientos de aguas subterráneas de terceros y 2 sistemas de APR o derechos de aprovechamientos de aguas asociados a APR (APR Huechún a una distancia de 2,5 km y APR sin identificar a una



distancia de 2,4 km). Adicionalmente, próximo a este punto de monitoreo se ubican los cauces naturales del Estero Peldehue (360 metros aguas arriba del punto de monitoreo PP22) y Estero Chacabuco (700 metros aguas abajo del punto de monitoreo de PP22).

Por otro lado, respecto al Muro Este (ver **Figura 46**), en el sector cercano a los puntos de monitoreo **PME-9C/L** y **PME-8C/L**, se ubican 43 derechos de aprovechamientos de aguas subterráneas de terceros y 2 sistemas de APR o derechos de aprovechamientos de aguas asociados a APR (APR sin identificar a 2,5 km y 2,6 km). Ambos puntos de monitoreos se ubican aguas abajo del cauce natural del Estero Peldehue, a aproximadamente 200 metros.

Del análisis anterior, es posible concluir que:

- Respecto al Muro Principal, el frente de infiltración se habría extendido aguas abajo del cauce natural del Estero Peldehue y habría alcanzado el sector donde se ubican derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas de terceros (predios agrícolas).
- Respecto al Muro Este, el frente infiltración también se ha extendido aguas abajo del Estero Peldehue. Si bien no se cuenta con antecedentes que permitan evidenciar que se han alcanzado derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas de terceros, la información disponible mostraría que la infiltración se encuentra a no más de 630 metros del derecho de tercero más cercano.
- Respecto al Muro Oeste, no existe evidencia que permita asegurar que el frente de infiltración se haya extendido aguas abajo de este muro, de tal forma que afecte algún objeto de protección ambiental.

Del examen de información realizado, es posible concluir lo siguiente:

1. Sobre la base de los monitoreos discretos realizado por el titular, se constata que en el periodo histórico analizado se ha producido una activación reiterada de los umbrales de **Sulfato** en los puntos de monitoreo del depósito, especialmente en aquellos asociados al Muro Principal y Muro Este. La mayoría de los puntos de monitoreo del Muro Principal, Muro Este y Muro Oeste han visto sobrepasado alguno de sus umbrales (26 de 29 puntos de monitoreo, con la excepción de los puntos **PP14**, **PP19** y **PP25L** del Muro Principal). Por otro lado, es importante destacar que existen 12 puntos de monitoreo habilitados en el Muro Principal y en el Muro Este, en los cuales el 100% de los datos de concentración de Sulfato han sobrepasado alguno de sus umbrales (umbral de 200 mg/l definido en la RCA N°3159/2007 para el Muro Principal, y umbral de “Nivel 1” recomendado por la DGA para el Muro Este).
2. **Respecto al Muro Principal:**
 - De los 17 puntos de monitoreo que cuentan con umbrales de Sulfato en este muro, 14 puntos de monitoreo han superado el umbral de 200 mg/L definido en la RCA N°3159/2007 en los últimos años, siendo las únicas excepciones los pozos de monitoreo **PP14**, **PP19** y **PP25L**.
 - Al comparar la situación observada en el Muro Principal a finales del año 2022 con la situación observada en mayo de 2024, las concentraciones de Sulfato han aumentado en 13 puntos de monitoreo, en donde los aumentos más importantes (de más de 200 mg/L) ocurren en los puntos de monitoreo **PP4**, **PP24L**, **PP18L**, **PP29L**, **PP27C** y **PP22**, que se ubican en el eje central de los puntos de monitoreo del Muro Principal.
3. **Respecto al Muro Este:**
 - De los 8 puntos de monitoreo que cuentan con umbrales de Sulfato en este muro, todos a la fecha han superado los umbrales definidos por la DGA en su Oficio Ord. DGA N°67/2022.
 - De los 10 puntos de monitoreo considerados en el análisis comparativo desarrollado en el Muro Este, 8 de estos presentan concentraciones mayores que las registradas a finales del año 2022.
 - Al comparar la situación observada a finales del año 2022 con la situación de mayo de 2024 en el Muro Este, es posible observar que las concentraciones de Sulfato registradas en los puntos de monitoreo **PME-8C**, **PME-8L**, **PME-9C** y **PME-9L**, ubicados al final de la línea de monitoreo de este muro, han tenido aumentos importantes en sus concentraciones, lo que podría advertir un avance de las infiltraciones en este muro del DR.
 - Del análisis anterior, es posible señalar que en el Muro Este es donde la situación reviste mayor preocupación, ya que tal como se observa en los gráficos históricos del parámetro Sulfato, las concentraciones van en aumento o sobrepasan los umbrales constantemente. Además, es importante destacar que, habiendo revisado las tramitaciones sectoriales con la DGA, asociadas al sistema de control de infiltraciones en el tranque de relaves “Las Tórtolas” (Res. Ex.



SMA N°1729/2021), se confirmó que el titular aún no ha iniciado los trámites sectoriales asociados a la implementación de un sistema de control de infiltraciones en el Muro Este (ver más detalles en el **Hecho constatado 5.2 del presente informe**).

4. **Respecto al Muro Oeste:**

- De los 4 puntos de monitoreo que cuentan con umbrales de Sulfato, las concentraciones han ido aumentando paulatinamente en los puntos de monitoreo **PMO-1L y PMO-10L**.
- Si bien han ocurrido superaciones de umbrales en los 4 puntos de monitoreo con umbral del Muro Oeste, la situación más compleja se logra observar en el punto de monitoreo **PMO-10L**, en donde desde junio del año 2022, todos los monitoreos han superado el umbral N°2 de 250 mg/l definido por la DGA en su Oficio Ord. DGA N°67/2022, alcanzando un peak de 408 mg/L en el registro de mayo de 2024.
- Sin perjuicio de lo anterior, a la fecha, la situación en el Muro Oeste del DR “Las Tórtolas”, no ha tenido cambios tan acentuados respecto a la situación observada en septiembre del año 2022.

5. La situación de avance generalizado en el frente de infiltración es consistente además con lo observado por la DGA en su Oficio ORD. N°37, de fecha 18 de julio de 2023, donde dicho servicio también advierte sobre un incremento en las concentraciones de Sulfato aguas abajo de todos los muros del depósito, adicionalmente, también es consistente con lo que ya fue determinado por esta Superintendencia en sus Informes DFZ-2021-2180-XIII-RCA²⁰ y DFZ-2022-3049-XIII-RCA²¹, en los cuales se señala que “(...) esta Superintendencia verificó que ha existido un deterioro de la calidad de las aguas subterráneas en los puntos de monitoreo ubicados aguas abajo de la instalación, pudiendo determinarse que las medidas implementadas por Anglo American Sur S.A. no han sido suficientes para controlar las infiltraciones del DR “Las Tórtolas” conforme a los indicadores (umbrales) establecidos en sus instrumentos ambientales”.

6. De la revisión integrada del parámetro discreto Sulfato, se desprende que se mantiene la condición de infiltraciones relacionada con la operación del depósito, lo cual se ha traducido en una excedencia sistemática de los umbrales definidos en la RCA N°3159/2007 para el Muro Principal y de aquellos recomendados por la DGA para los Muros Este y Oeste. A partir de los antecedentes actualizados tenidos a la vista, sigue sin observarse una mejora en la calidad de las aguas, llegando ésta incluso a empeorar en algunos frentes (Muro Principal y Muro Este).

7. Cabe destacar que esta problemática dio origen a las medidas adicionales requeridas en la Res. Ex. SMA N°1729/2021, dentro de lo cual se incluyó la exigencia de habilitar nuevos pozos de bombeo y conectar en línea los dispositivos de control de extracciones, lo que no ha ocurrido a la fecha (ver más detalles en el Hecho constatado 5.2 del presente informe), con lo cual dicha problemática se mantiene sin solución.

8. **Respecto al avance de las infiltraciones y sus posibles implicancias ambientales aguas abajo de los muros del DR:**

- Respecto al Muro Principal, el frente de infiltración se habría extendido aguas abajo del cauce natural del Estero Peldehue y habría alcanzado el sector donde se ubican derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas de terceros (predios agrícolas).
- Respecto al Muro Este, el frente infiltración también se ha extendido aguas abajo del Estero Peldehue. Si bien no se cuenta con antecedentes que permitan evidenciar que se han alcanzado derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas de terceros, la información disponible mostraría que la infiltración se encuentra a no más de 630 metros del derecho de tercero más cercano.
- Respecto al Muro Oeste, no existe evidencia que permita asegurar que el frente de infiltración se haya extendido aguas abajo de este muro, de tal forma que afecte algún objeto de protección ambiental.

²⁰ Disponible en SNIFA, en el enlace <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1051406>.

²¹ Disponible en SNIFA, en el enlace <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1056389>.



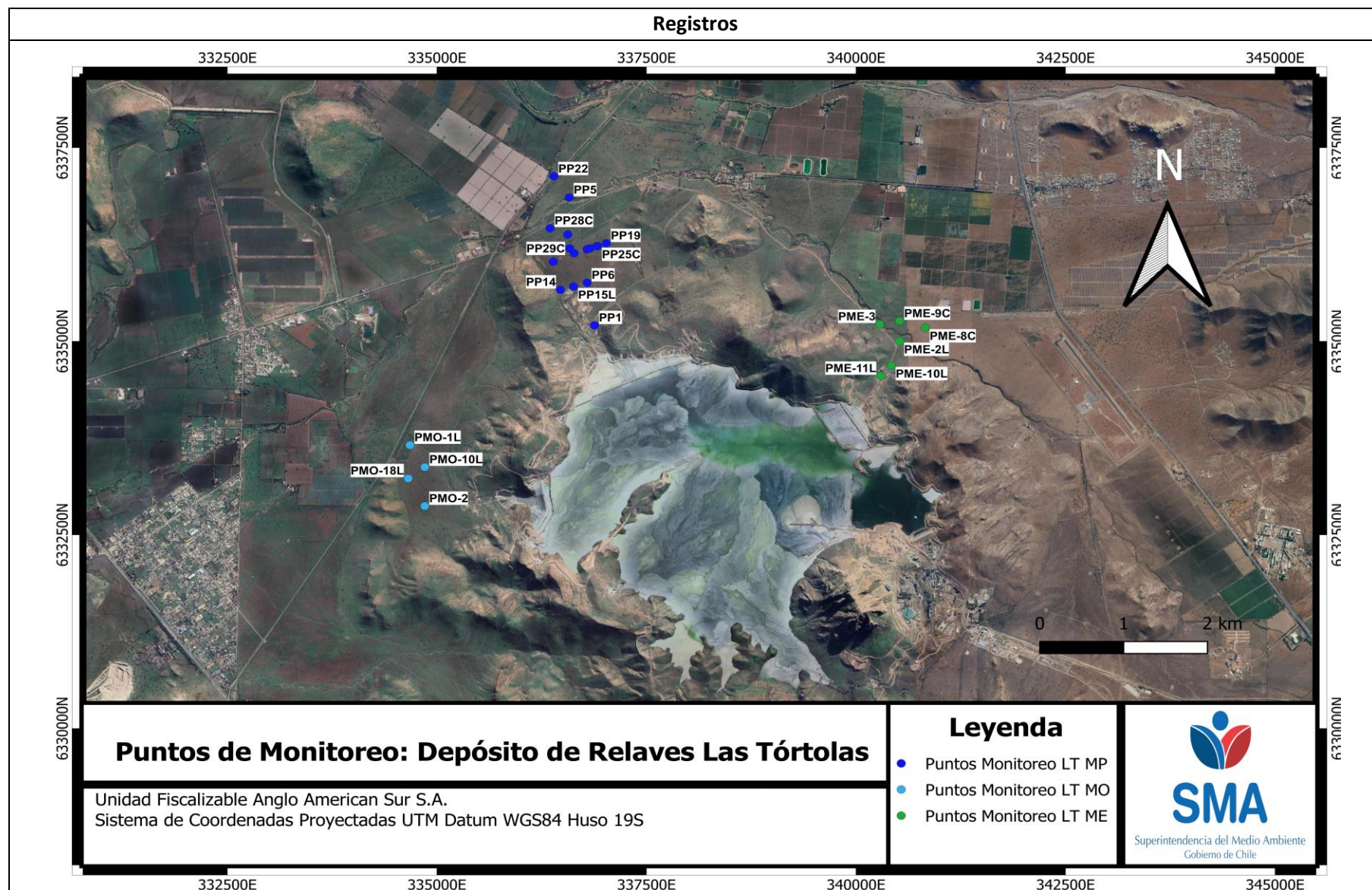


Figura 14.

Descripción medio de prueba: Vista general de los puntos de monitoreo que cuentan con umbrales para el parámetro Sulfato (SO_4) en el DR “Las Tórtolas”. En azul se observan los 17 puntos de monitoreo con umbrales de SO_4 en el Muro Principal, en celeste se observan los 4 puntos de monitoreo con umbrales de SO_4 en el Muro Oeste, y en verde se observan los 8 puntos de monitoreo con umbrales de SO_4 en el Muro Este. Elaboración SMA.



Registros

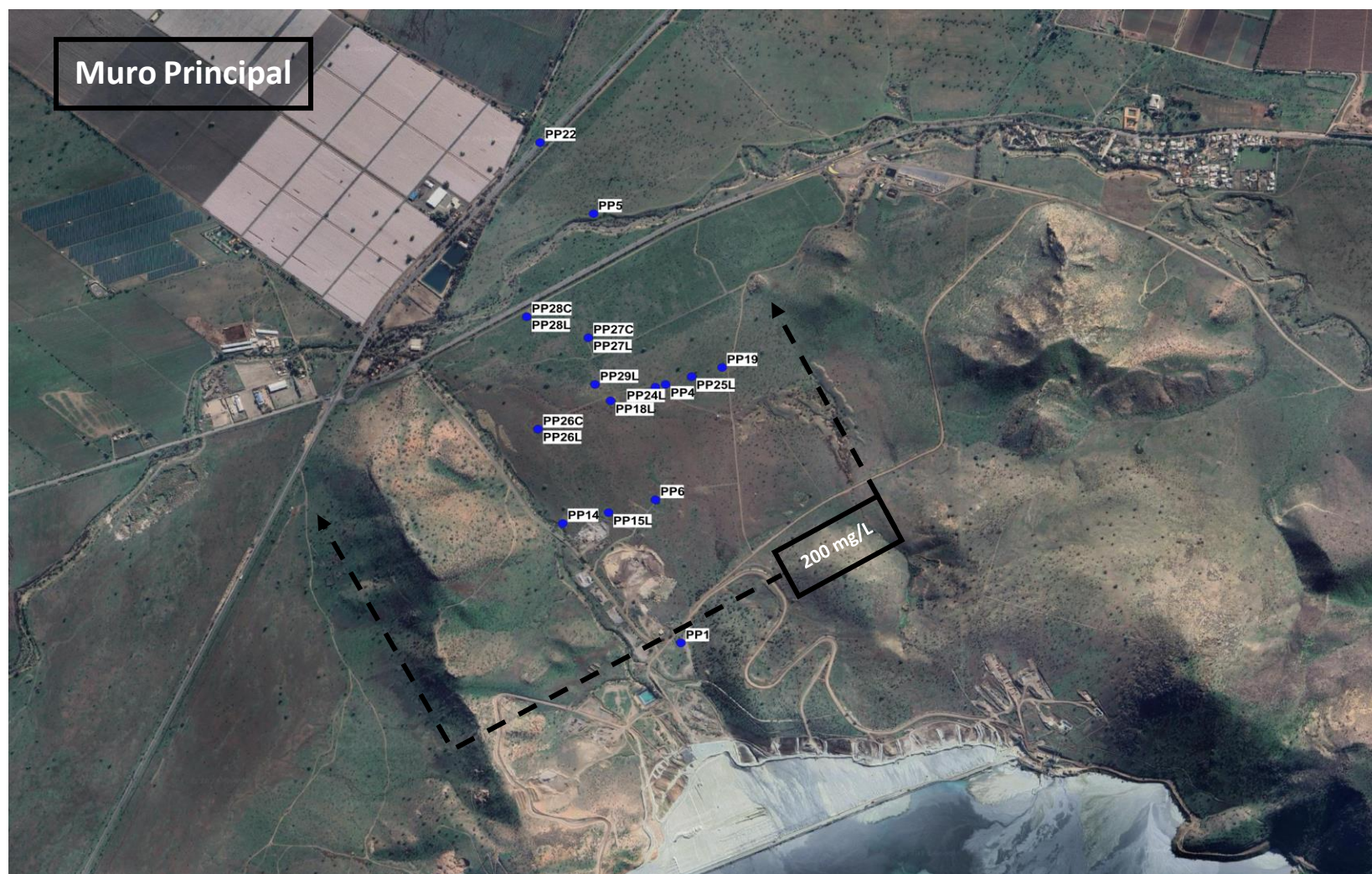


Figura 15.

Descripción medio de prueba: Vista local del Muro Principal del DR “Las Tórtolas”. Se observan en azul, los 17 puntos de monitoreo que cuentan con umbrales de concentración para el parámetro sulfato en este muro (PP14, PP15L, PP6, PP26C, PP26L, PP18L, PP24L, PP4, PP25L, PP19, PP29L, PP27C, PP27L, PP28C, PP28L, PP5 y PP22). Según se describe en el Anexo L del EIA del proyecto “Desarrollo Los Bronces” aprobado por la RCA N°3159/2007, aguas abajo del punto de monitoreo PP1 no deberían registrarse concentraciones de sulfato superiores a 200 mg/L. Elaboración SMA.



Registros



Figura 16.

Descripción medio de prueba: Vista local del Muro Este del DR “Las Tórtolas”. Se observan en verde, los 8 puntos de monitoreo que cuentan con umbrales de concentración para el parámetro sulfato en este muro (PME-11L, PME-10L, PME-2L, PME-3, PME-9C, PME-9L, PME-8C y PME-8L). Elaboración SMA.





Figura 17.

Descripción medio de prueba: Vista local del Muro Oeste del DR “Las Tórtolas”. Se observan en celeste, la ubicación de los 4 puntos de monitoreo que cuentan con umbrales de concentración para el parámetro sulfato en este muro (PMO-2, PMO-18L, PMO-10L y PMO-1L). Elaboración SMA.



Registros

N°	Punto de Monitoreo	Descripción	Umbrales		
			UN1 ^(a) DGA SO4 (mg/L)	UN2 ^(b) DGA SO4 (mg/L)	URCA ^(c) RCA SO4 (mg/L)
1	PP6	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200
2	PP15L	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200
3	PP14	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200
4	PP19	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200
5	PP25L	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200
6	PP4	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200
7	PP24L	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200
8	PP18L	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200
9	PP26L	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200
10	PP29C	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200
11	PP29L	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200
12	PP27C	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200
13	PP27L	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200
14	PP28C	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200
15	PP28L	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200
16	PP5	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200
17	PP22	Pozo monitoreo aguas Muro Principal - aguas abajo de PP1	N/A	N/A	200

(a) Umbral de Nivel 1 - DGA.

(b) Umbral de Nivel 2 - DGA.

(c) Umbral de la RCA N°3159/2007, Anexo L "Control Infiltraciones Tranque Relaves".

N/A: No aplica por ser un parámetro sin el respectivo umbral aplicable en el punto de monitoreo.

Tabla 7.

Descripción medio de prueba: Umbrales aplicables de Sulfato (SO4) para los puntos de monitoreo del componente "Agua" asociados al Muro Principal del DR "Las Tórtolas".
Elaboración SMA.



Registros

N°	Punto de Monitoreo	Descripción	Umbrales		
			UN1 ^(a) DGA SO4 (mg/L)	UN2 ^(b) DGA SO4 (mg/L)	URCA SO4
18	PME-08C	Pozo Monitoreo Aguas abajo primera línea - Muro Este	200	250	N/A
19	PME-08L	Pozo Monitoreo Aguas abajo primera línea - Muro Este	200	250	N/A
20	PME-09C	Pozo Monitoreo Aguas abajo primera línea - Muro Este	112.8	250	N/A
21	PME-09L	Pozo Monitoreo Aguas abajo primera línea - Muro Este	112.8	250	N/A
22	PME-10L	Pozo Monitoreo Aguas abajo primera línea - Muro Este	200	250	N/A
23	PME-11L	Pozo Monitoreo Aguas abajo primera línea - Muro Este	200	250	N/A
24	PME-2L	Pozo Monitoreo Aguas abajo primera línea - Muro Este	94.3	250	N/A
25	PME-3	Pozo Monitoreo Aguas abajo primera línea - Muro Este	310	369	N/A

N°	Punto de Monitoreo	Descripción	Umbrales		
			UN1 ^(a) DGA SO4 (mg/L)	UN2 ^(b) DGA SO4 (mg/L)	URCA ^(c) RCA SO4 (mg/L)
26	PMO-10L	Pozo Monitoreo Aguas abajo primera línea - Muro Oeste	215.9	250	N/A
27	PMO-18L	Pozo Monitoreo Aguas abajo primera línea - Muro Oeste	207.5	250	N/A
28	PMO-1L	Pozo Monitoreo Aguas abajo primera línea - Muro Oeste	95.5	250	N/A
29	PMO-2	Pozo Monitoreo Aguas abajo primera línea - Muro Oeste	54	250	N/A

(a) Umbral de Nivel 1 - DGA.

(b) Umbral de Nivel 2 - DGA.

(c) Umbral de la RCA N°3159/2007, Anexo L "Control Infiltraciones Tranque Relaves".

N/A: No aplica por ser un parámetro sin el respectivo umbral aplicable en el punto de monitoreo.

Tabla 8 y 9.

Descripción medio de prueba: Umbrales aplicables de Sulfato (SO4) para los puntos de monitoreo del componente "Agua" asociados al Muro Oeste y Muro Este del DR "Las Tórtolas".
Elaboración SMA.



Registros

N°	Punto de Monitoreo	Cantidad datos	SO4/UN1 ^(a) DGA			SO4/UN2 ^(b) DGA			SO4/URCA ^(c)		
			i1 (N)	i2 (%)	i3 (mg/L)	i1 (N)	i2 (%)	i3 (mg/L)	i1 (N)	i2 (%)	i3 (mg/L)
1	PP6	305	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	81	27%	430.9
2	PP15L	14	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6	43%	13.1
3	PP14	14	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0	0%	N/A
4	PP19	12	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0	0%	N/A
5	PP25L	25	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0	0%	N/A
6	PP4	124	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	30	24%	458.8
7	PP24L	16	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	16	100%	643.1
8	PP18L	15	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15	100%	945.4
9	PP26L	24	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	24	100%	269.9
10	PP29C	22	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8	36%	155.1
11	PP29L	25	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	25	100%	585.4
12	PP27C	19	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	19	100%	556.7
13	PP27L	25	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	25	100%	338.1
14	PP28C	22	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	22	100%	247.7
15	PP28L	25	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	18	72%	39.6
16	PP5	274	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4	1%	90.9
17	PP22	13	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11	85%	241.0
18	PME-08 (C)	27	27	100%	656.4	27	100%	606.4	N/A	N/A	N/A
19	PME-08 (L)	39	39	100%	644.5	39	100%	594.5	N/A	N/A	N/A
20	PME-09 (C)	27	27	100%	556.9	27	100%	419.7	N/A	N/A	N/A
21	PME-09 (L)	39	27	69%	105.9	11	28%	60.7	N/A	N/A	N/A
22	PME-10L	39	39	100%	102.8	32	82%	71.0	N/A	N/A	N/A
23	PME-11L	37	37	100%	1140.7	37	100%	1090.7	N/A	N/A	N/A
24	PME-2L	117	105	90%	868.9	95	81%	800.8	N/A	N/A	N/A
25	PME-3	118	38	32%	124.1	25	21%	110.7	N/A	N/A	N/A
26	PMO-10L	34	24.0	71%	93.9	21.0	62%	70.5	N/A	N/A	N/A
27	PMO-18L	33	1.0	3%	5.5	0.0	0%	N/A	N/A	N/A	N/A
28	PMO-1L	120	29.0	24%	12.0	0.0	0%	N/A	N/A	N/A	N/A
29	PMO-2	121	14.0	12%	47.1	0.0	0%	N/A	N/A	N/A	N/A

(a) Umbral de Nivel 1 - DGA.

(b) Umbral de Nivel 2 - DGA.

(c) Umbral de la RCA N°3159/2007, Anexo L "Control Infiltraciones Tranque Relaves".

N/A: No aplica por ser un parámetro sin el respectivo umbral aplicable en el punto de monitoreo.

Tabla 10.

Descripción medio de prueba: En las columnas se muestran los resultados de los indicadores i1, i2 e i3, calculados a partir de los datos discretos del parámetro Sulfato (SO4), reportados por el titular para cada punto de monitoreo que cuenta con umbrales. En negrita se destacan los casos en que existe más de un 50% de superaciones para los datos reportados (indicador i2) y la excedencia promedio que ello representa (indicador i3). Elaboración SMA.



Registros

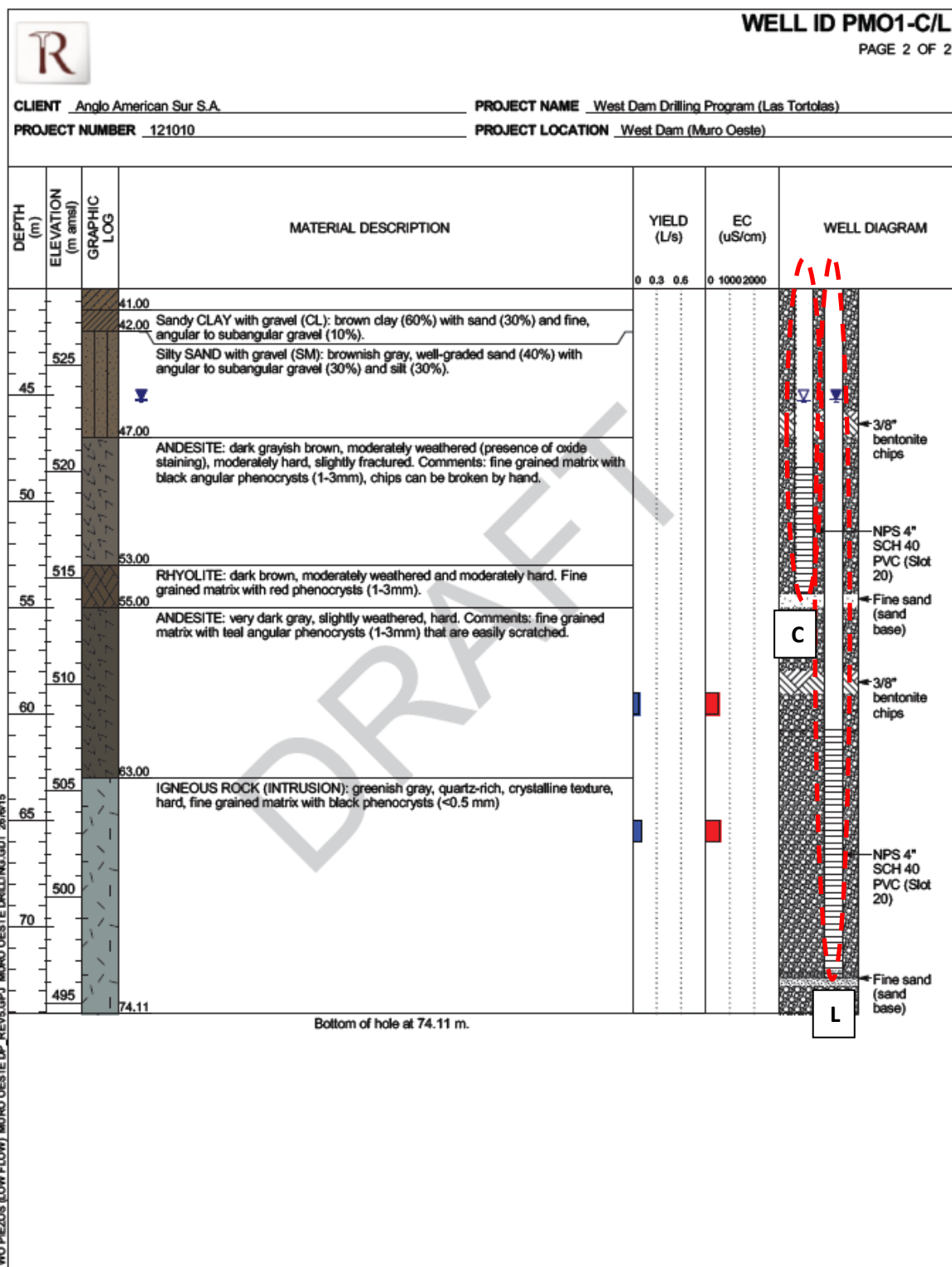


Figura 18.

Descripción medio de prueba: Ejemplo de los distintos perfiles de habilitación en algunos puntos de monitoreo habilitados alrededor del DR "Las Tórtolas". En el caso del punto de monitoreo PMO-1, se observa que existe un perfil de habilitación corto (C) y un perfil de habilitación largo (L). Imagen extractada de los antecedentes presentados por el titular en el marco de la Res. Ex. SMA N°1729/2021.



Registros

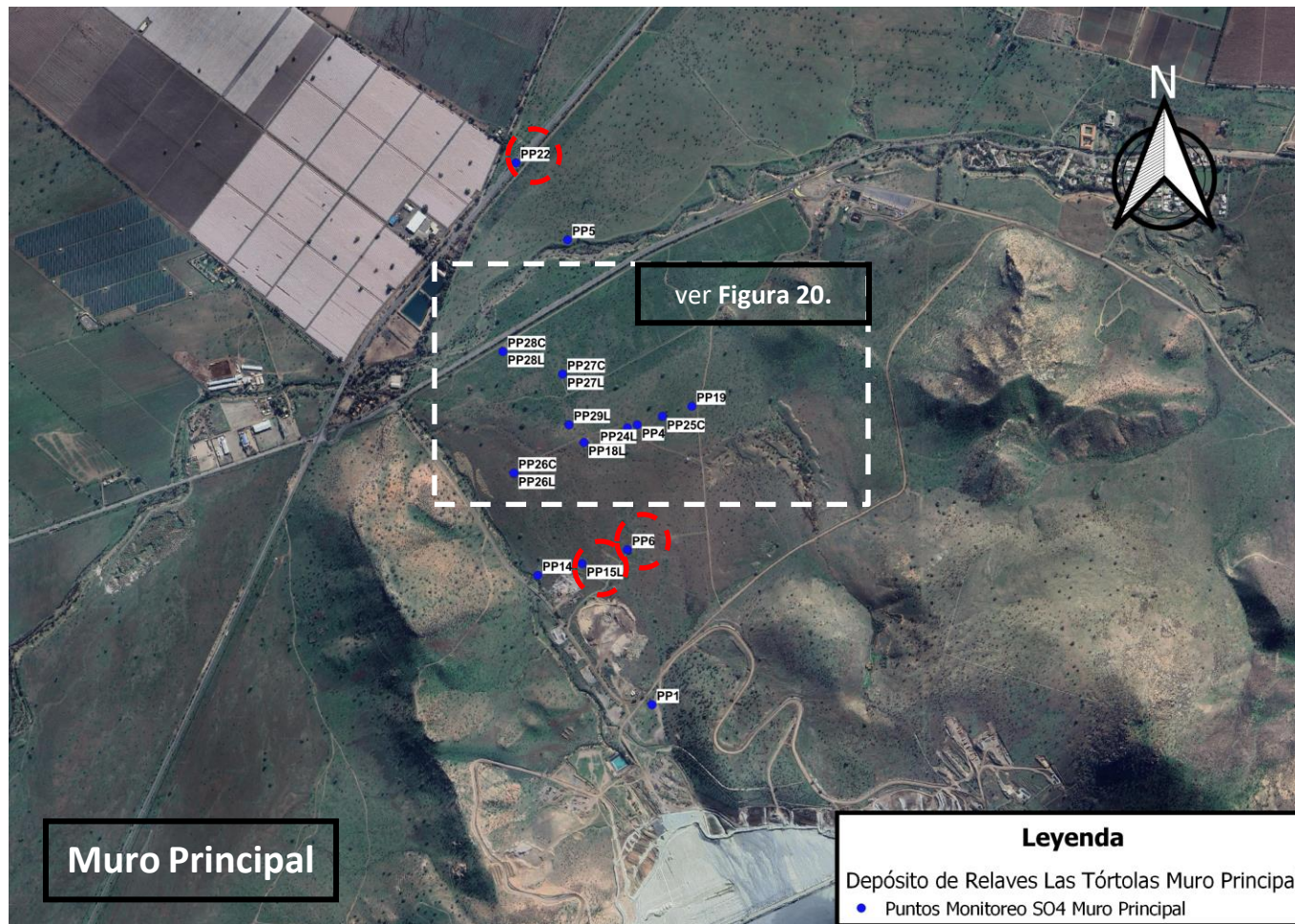


Figura 19.

Descripción medio de prueba: Se destacan en rojo los puntos de monitoreo del Muro Principal que posterior a septiembre del año 2022, han presentado superación de los umbrales definidos en la RCA N°3159/2007 para el parámetro Sulfato. Elaboración SMA a partir de los antecedentes remitidos por el titular.



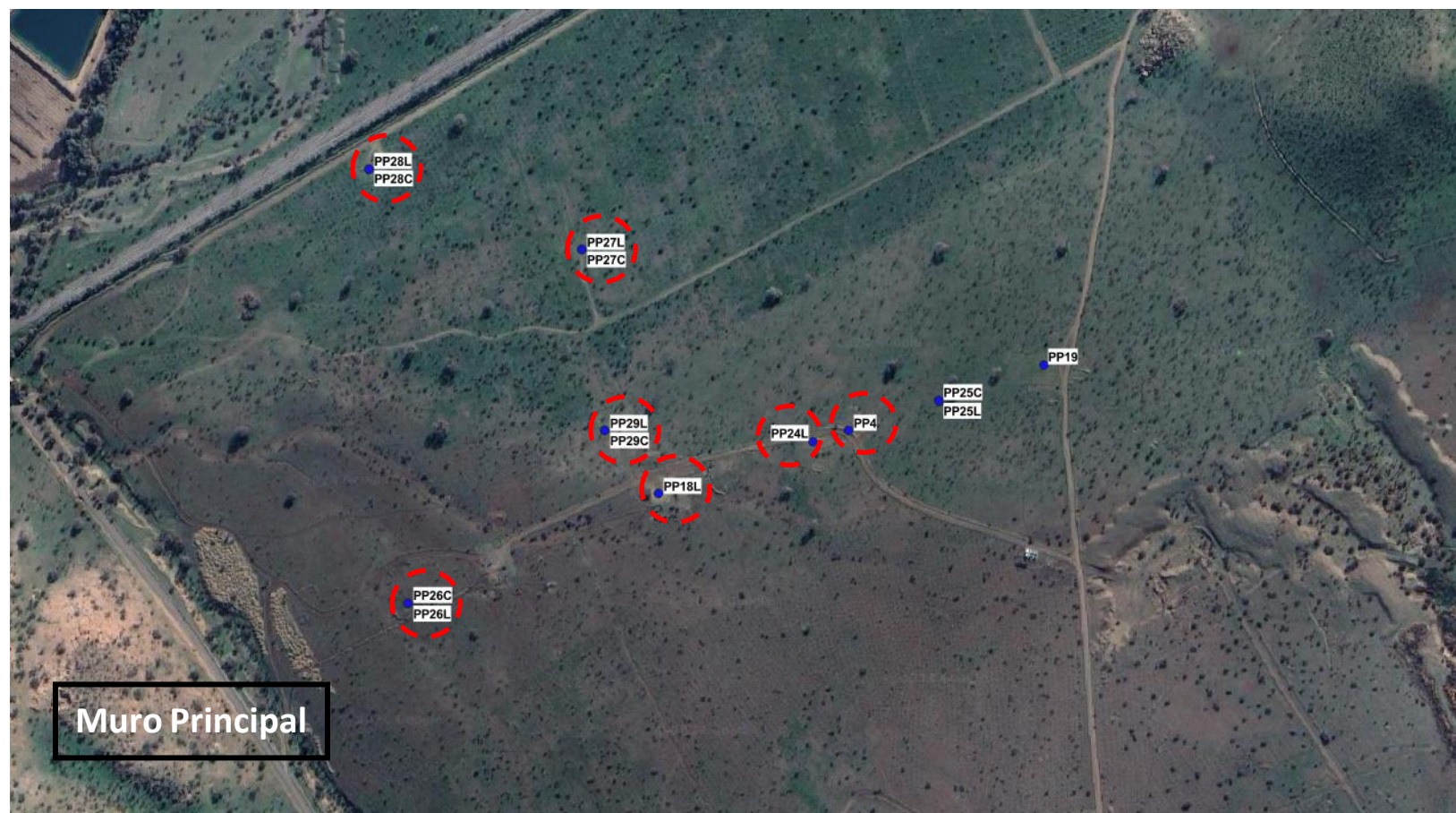


Figura 20.

Descripción medio de prueba: Zona con alta densidad de puntos de monitoreo destacada en la **Figura 19**. Se destacan en rojo los puntos de monitoreo del Muro Principal que posterior a septiembre del año 2022, han presentado superación de los umbrales definidos en la RCA N°3159/2007 para el parámetro Sulfato. Elaboración SMA a partir de los antecedentes remitidos por el titular.



Registros

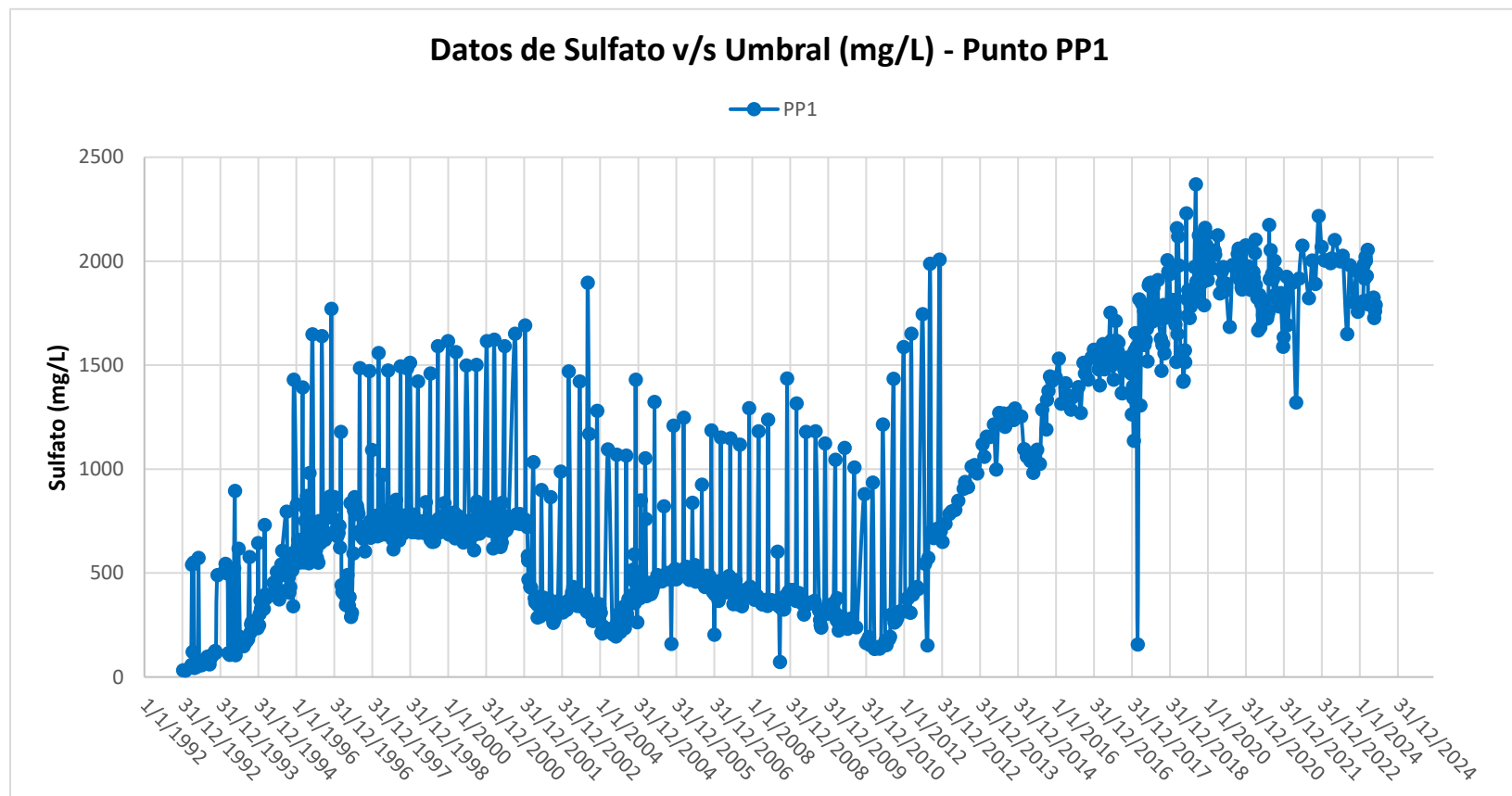


Figura 21.

Descripción medio de prueba: Comportamiento histórico del parámetro Sulfato en el punto de monitoreo PP1. Históricamente este punto de monitoreo aguas abajo del Muro Principal ha alcanzado concentraciones superiores a los 200 mg/L, registrando una concentración promedio de **1920 mg/L** desde septiembre de 2022. Punto de monitoreo de referencia existente en el Muro Principal, aguas abajo de este punto las concentraciones no pueden exceder los 200 mg/L. Elaboración SMA en base a los antecedentes presentados por el titular.



Registros

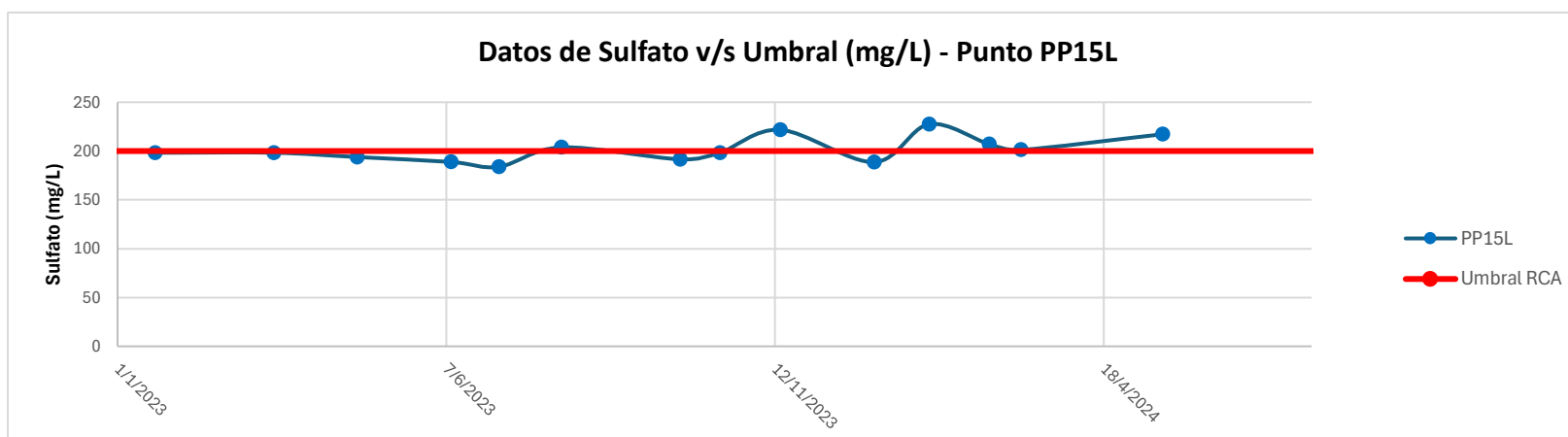
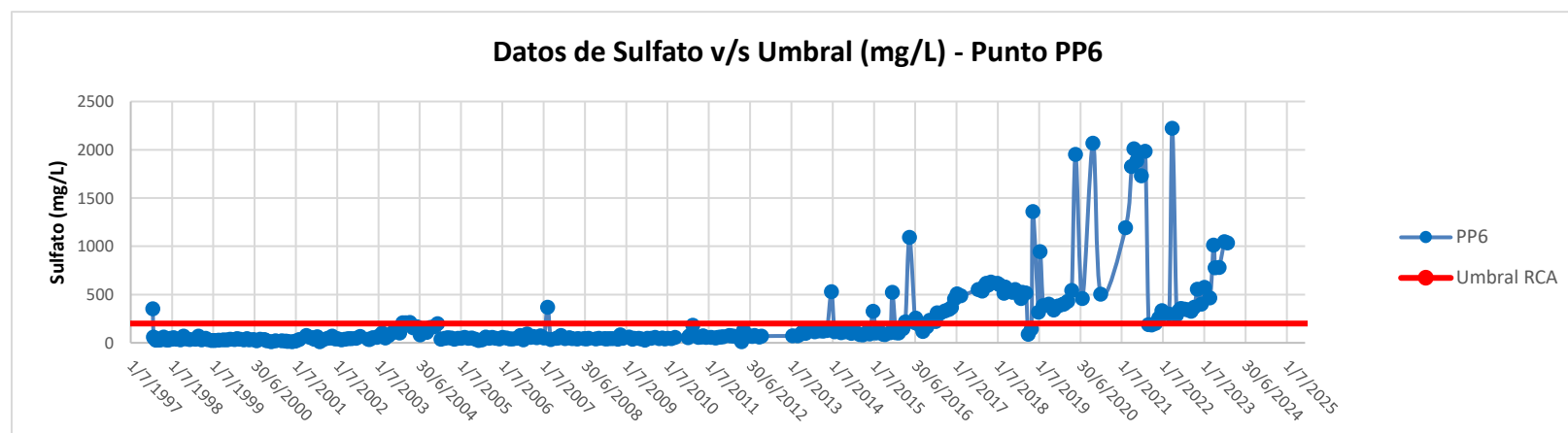


Figura 22.

Descripción medio de prueba: Comportamiento histórico del parámetro Sulfato en los puntos de monitoreo PP6 y PP15L. Se observan algunas superaciones del umbral de 200 mg/L en el punto de monitoreo PP15L, por otro lado, en el punto de monitoreo PP6, se presentan concentraciones variables por sobre el umbral de la RCA, alcanzando una concentración máxima de **2220 mg/L** en septiembre de 2022, y una concentración promedio de **561 mg/L** después septiembre de 2022. Elaboración SMA en base a los antecedentes presentados por el titular.



Registros

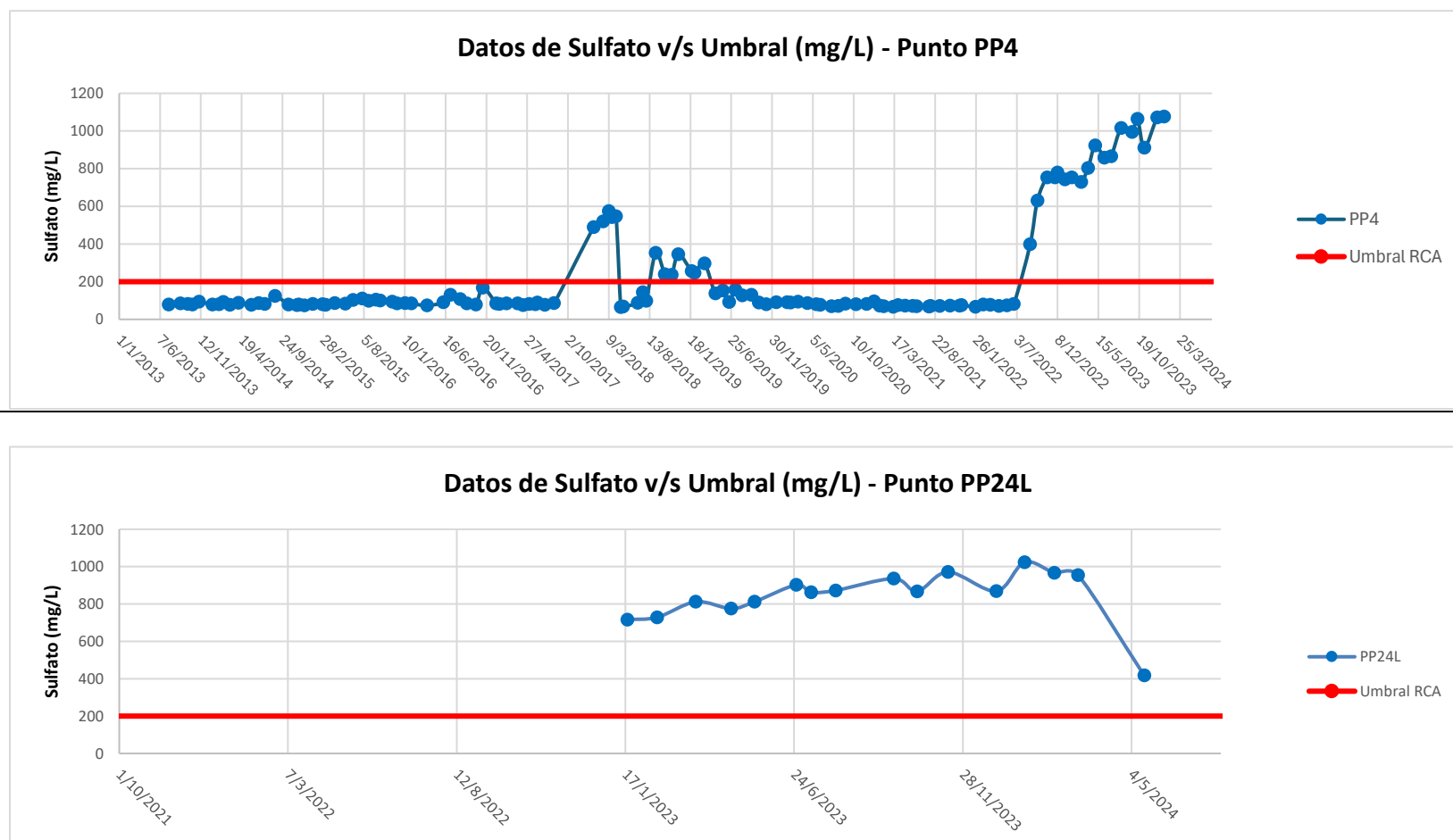


Figura 23.

Descripción medio de prueba: Comportamiento histórico del parámetro Sulfato en los puntos de monitoreo PP4 y PP24L. En el punto PP4, se observa que todos los registros posteriores a junio de 2022 superan el umbral de 200 mg/L, alcanzando un máximo de **1076 mg/L** en enero de 2024 (último registro). Por otro lado, el punto PP24L registra una concentración promedio de **843 mg/L**, y una concentración máxima de **1024 mg/L** en enero de 2024. Elaboración SMA en base a los antecedentes presentados por el titular.



Registros

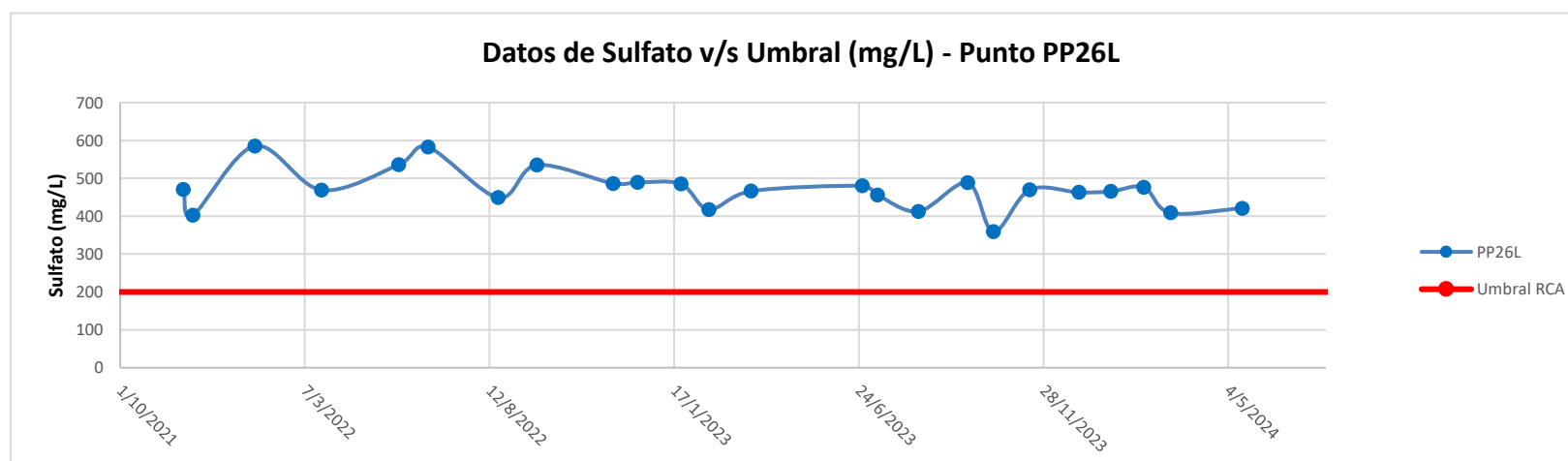
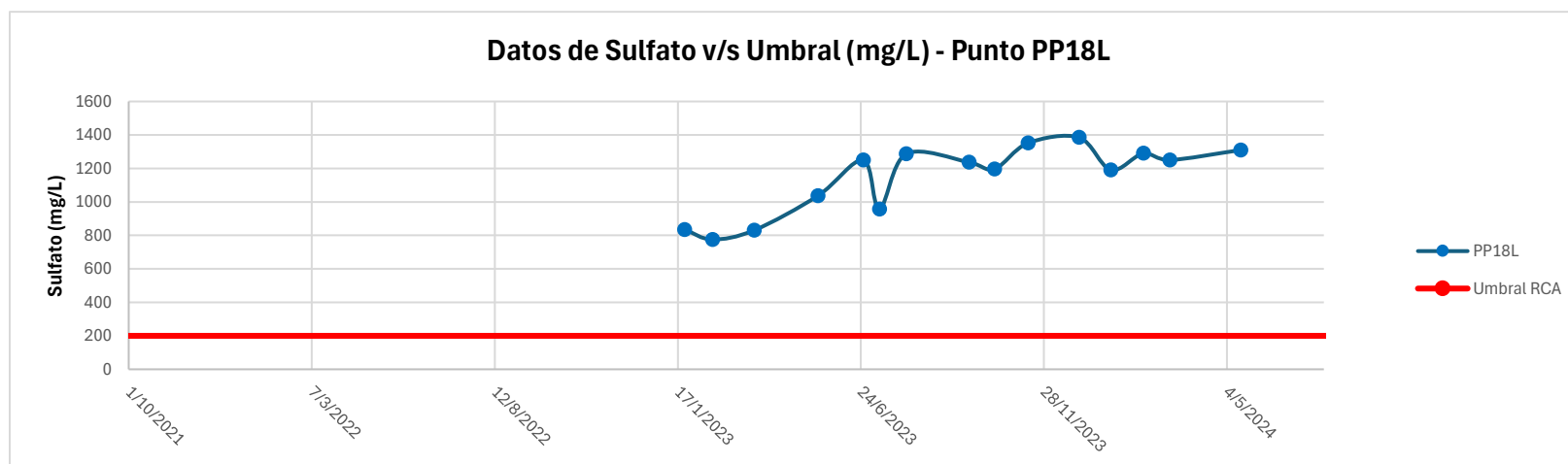


Figura 24.

Descripción medio de prueba: Comportamiento histórico del parámetro Sulfato en los puntos de monitoreo PP18L y PP26L. El punto PP18L registra una concentración promedio de **1145 mg/L** y el punto PP26L registra una concentración promedio de **470 mg/L**. Elaboración SMA en base a los antecedentes presentados por el titular.



Registros

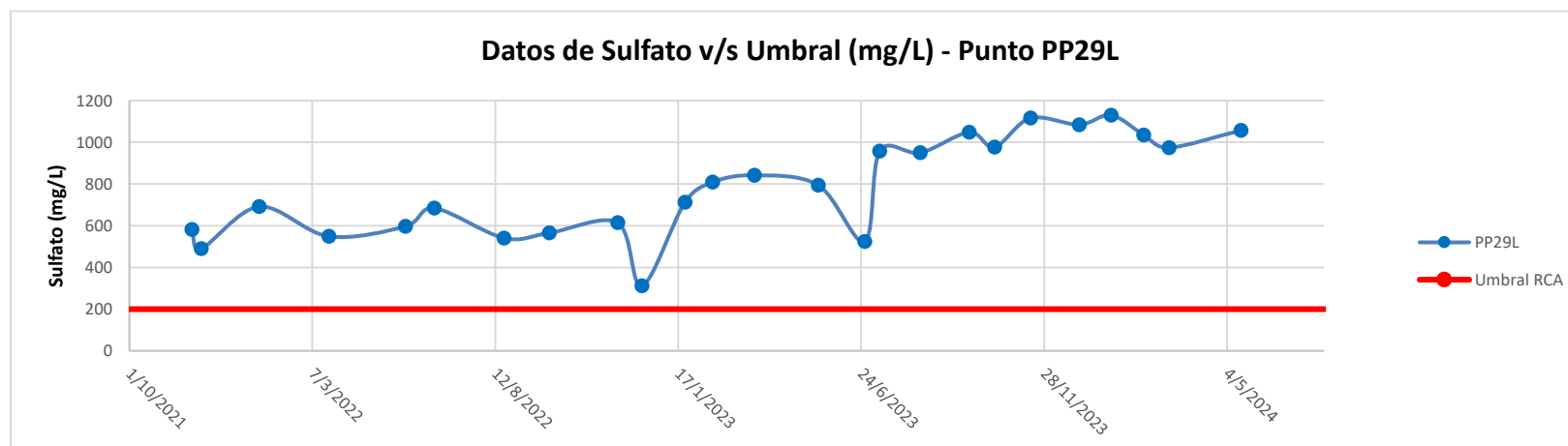
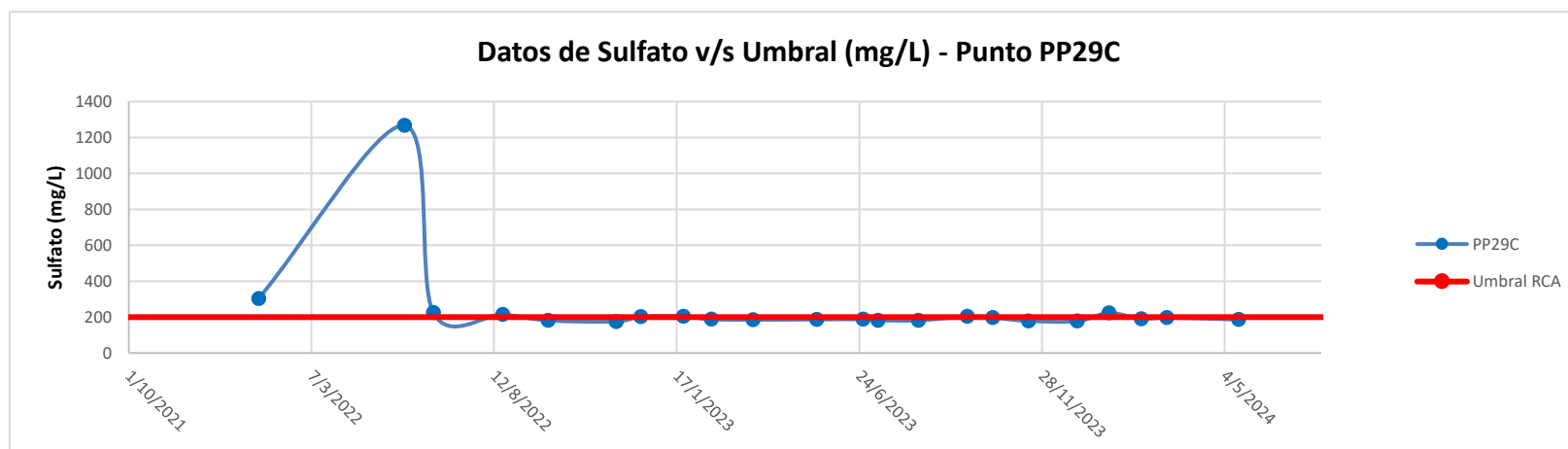


Figura 25.

Descripción medio de prueba: Comportamiento histórico del parámetro Sulfato en los puntos de monitoreo PP29C y PP29L. El punto PP29C registra una concentración promedio de **247 mg/L** (con un máximo de **1267 mg/L** en mayo de 2022) y el punto PP29L registra una concentración promedio de **785 mg/L** (con un máximo de **1135 mg/L** en febrero de 2024). Elaboración SMA en base a los antecedentes presentados por el titular.



Registros

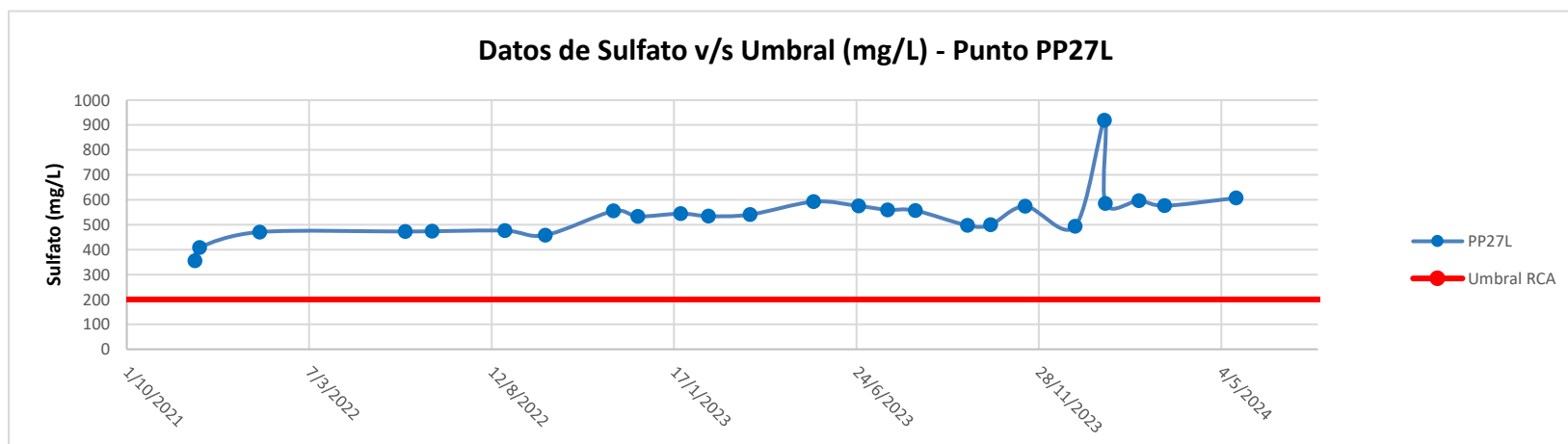
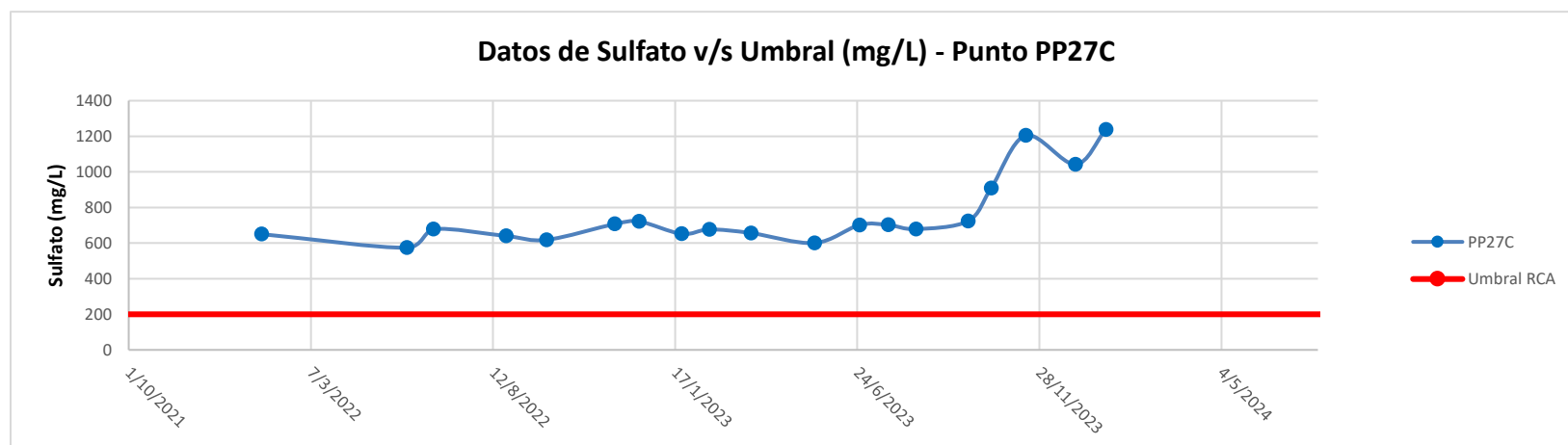


Figura 26.

Descripción medio de prueba: Comportamiento histórico del parámetro Sulfato en los puntos de monitoreo PP27C y PP27L. El punto PP27C registra una concentración promedio de **756 mg/L** (con un máximo de **1238 mg/L** registrado en enero de 2023) y el punto PP27L registra una concentración promedio de **538 mg/L** (con un máximo de **918 mg/L** registrado en enero de 2024). Elaboración SMA en base a los antecedentes presentados por el titular.



Registros

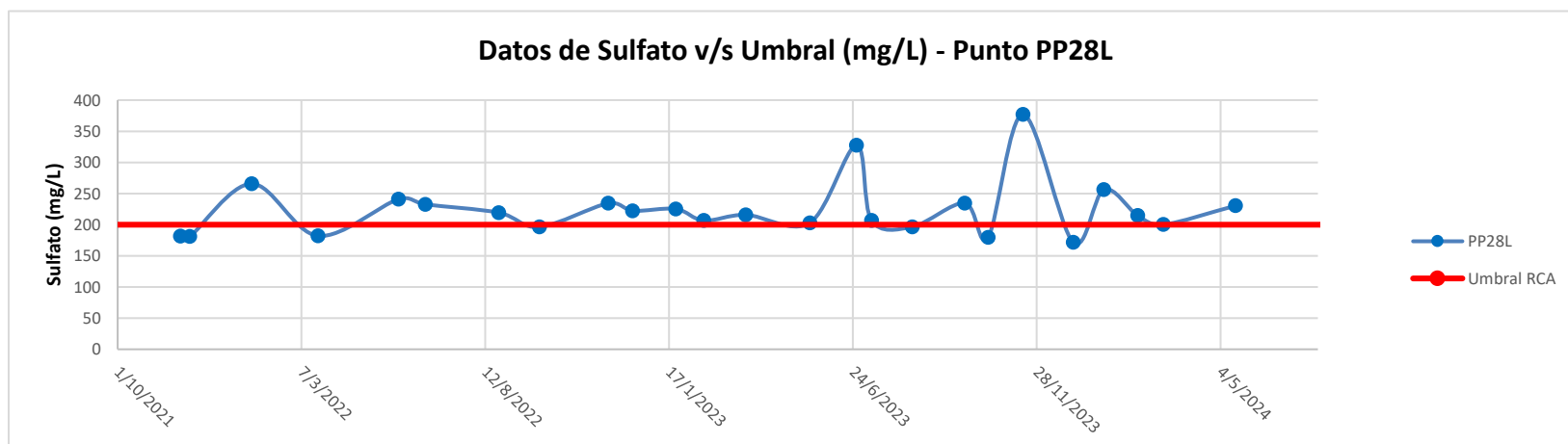
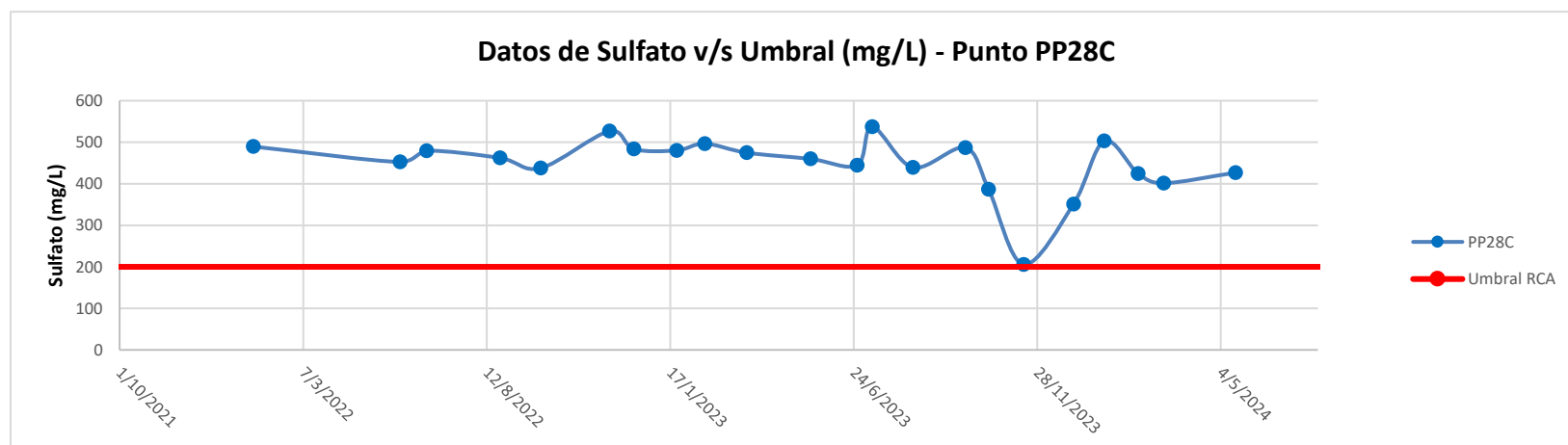


Figura 27.

Descripción medio de prueba: Comportamiento histórico del parámetro Sulfato en los puntos de monitoreo PP28C y PP28L. El punto PP28C registra una concentración promedio de **447 mg/L** y el punto PP28L registra una concentración promedio de **224 mg/L**. Elaboración SMA en base a los antecedentes presentados por el titular.



Registros

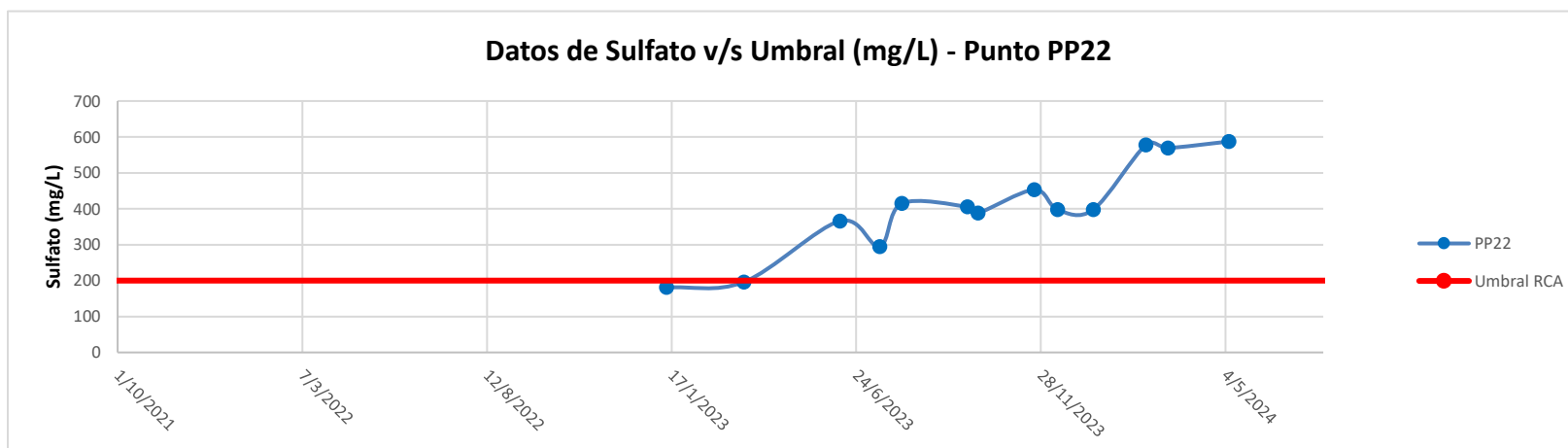
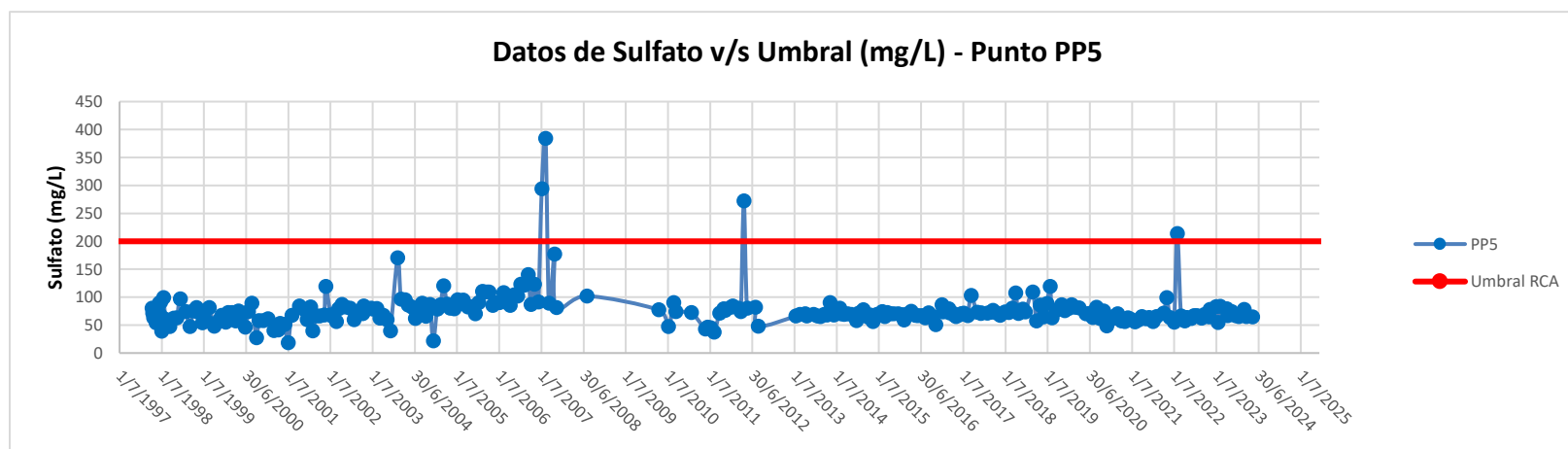


Figura 28.

Descripción medio de prueba: Comportamiento histórico del parámetro Sulfato en los puntos de monitoreo PP5 y PP22. El punto PP5 se registran algunas (4) superaciones del umbral de 200 mg/L, por otro lado, el punto PP22 registra una concentración promedio de **402 mg/L** (con un máximo de **587 mg/L** registrado en mayo de 2024). Elaboración SMA en base a los antecedentes presentados por el titular.



Registros

N°	Nombre Punto Monitoreo	SO4 2024 (mg/l)	Fecha Monitoreo 2024	SO4 2022 (mg/l)	Fecha Monitoreo 2022	Diferencia Concentración (mg/l)
1	PP6	1032.31	23/1/2024	2220.2	21/9/2022	-1187.89
2	PP15L	217.21	16/5/2024	198.26	19/1/2023	18.95
3	PP14	40.57	17/5/2024	30.04	19/1/2023	10.53
4	PP19	130	25/1/2024	78.76	19/1/2023	51.24
5	PP25L	81.73	16/5/2024	83.34	28/9/2022	-1.61
6	PP4	1002.47	10/5/2024	630.2	21/9/2022	372.27
7	PP24L	954.56	15/3/2024	716.46	19/1/2023	238.1
8	PP18L	1309.89	16/5/2024	834.88	23/1/2023	475.01
9	PP26L	421	16/5/2024	535.15	22/9/2022	-114.15
10	PP29C	186.2	16/5/2024	181.42	28/9/2022	4.78
11	PP29L	1056.67	16/5/2024	565.1	28/9/2022	491.57
12	PP27C	1238.6	25/1/2024	618.29	28/9/2022	620.31
13	PP27L	607.02	17/5/2024	458.15	28/9/2022	148.87
14	PP28C	426.72	17/5/2024	437.68	28/9/2022	-10.96
15	PP28L	230.43	17/5/2024	196.34	28/9/2022	34.09
16	PP5	64.25	7/5/2024	57.4	29/9/2022	6.85
17	PP22	587.14	7/5/2024	180.59	13/1/2023	406.55

Tabla 11.

Descripción medio de prueba: Comparación entre los datos discretos de Sulfato registrados en septiembre de 2022²² y mayo de 2024²³ en los puntos de monitoreo del Muro Principal del DR “Las Tórtolas”. Se observa que en 13 de los puntos de monitoreo las concentraciones han aumentado, siendo los aumentos más importantes (más de 200 mg/l) aquellos registrados en los puntos de monitoreo PP4, PP24L, PP18L, PP29L, PP27C y PP22 (eje central). Adicionalmente, es importante destacar que en 14 de los 17 puntos de monitoreo se han registrado concentraciones por sobre el umbral de 200 mg/L (con la excepción de los puntos PP14, PP19 y PP25L). Elaboración SMA a partir de los antecedentes presentados por el titular.

²² Para el caso de los puntos de monitoreo PP15L, PP14, PP19, PP24L, PP18L y PP22, los primeros datos de concentración de sulfato disponibles son aquellos registrados en el mes de enero de 2023.

²³ Para el caso de los puntos de monitoreo PP6, PP19 y PP27C, los últimos datos de concentración de sulfato disponibles son aquellos registrados en el mes de enero de 2024; por otro lado, para el caso del punto de monitoreo PP24L el último registro disponible corresponde al mes de marzo de 2024.



Registros

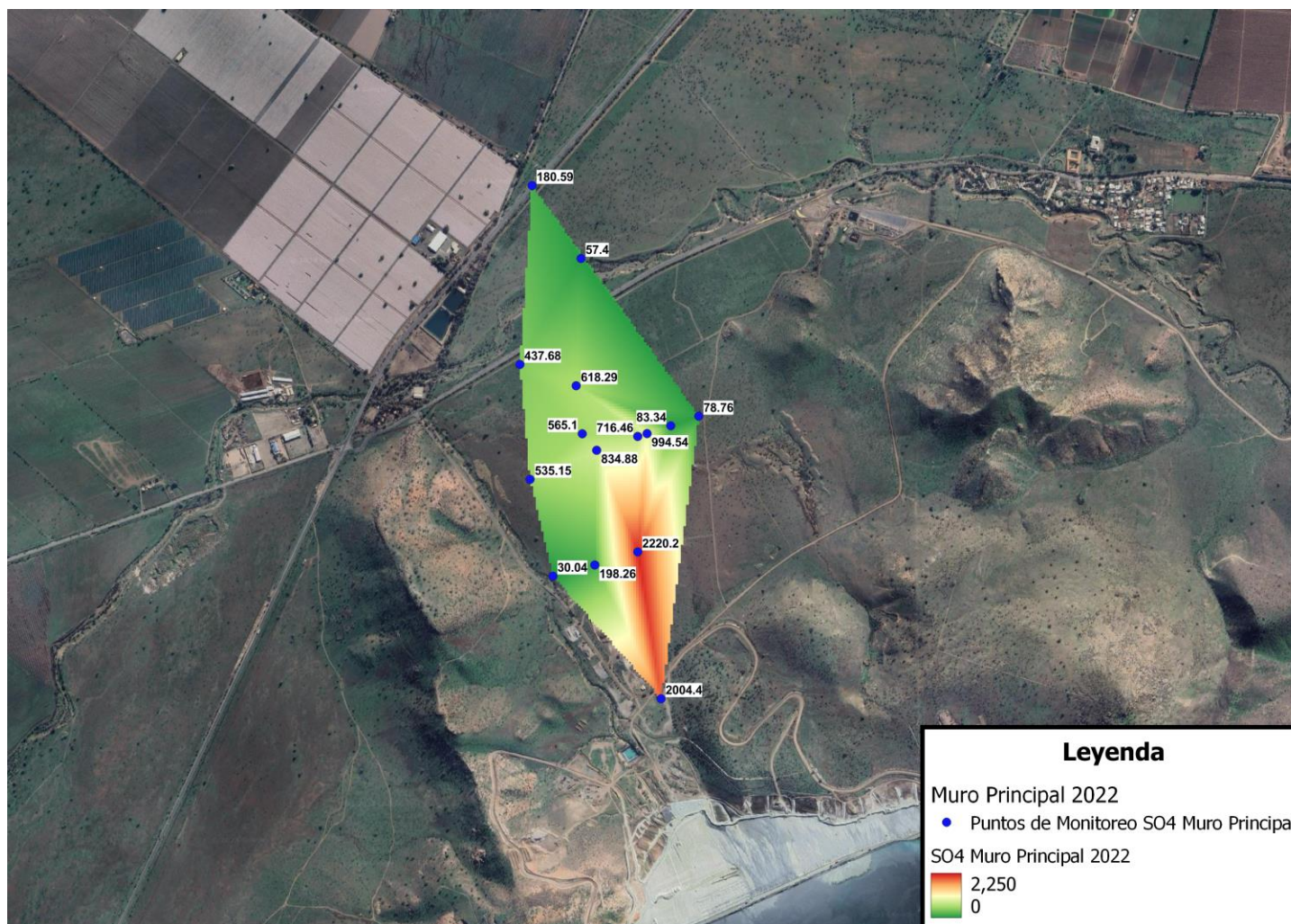


Figura 29.

Descripción medio de prueba: Interpolación de las concentraciones de Sulfato registradas a septiembre del año 2022 en los puntos de monitoreo del Muro Principal del DR “Las Tórtolas”. Para el caso de los puntos de monitoreo PP15L, PP14, PP19, PP24L, PP18L y PP22 se consideraron los datos registrados en el mes de enero de 2023, que corresponden a los primeros datos disponibles en estos puntos, ver detalle en **Tabla 11**. En septiembre de 2022, el punto de monitoreo PP6 alcanza un peak de 2220.2 mg/l. Elaboración SMA realizada a partir de los antecedentes presentados por el titular.



Registros

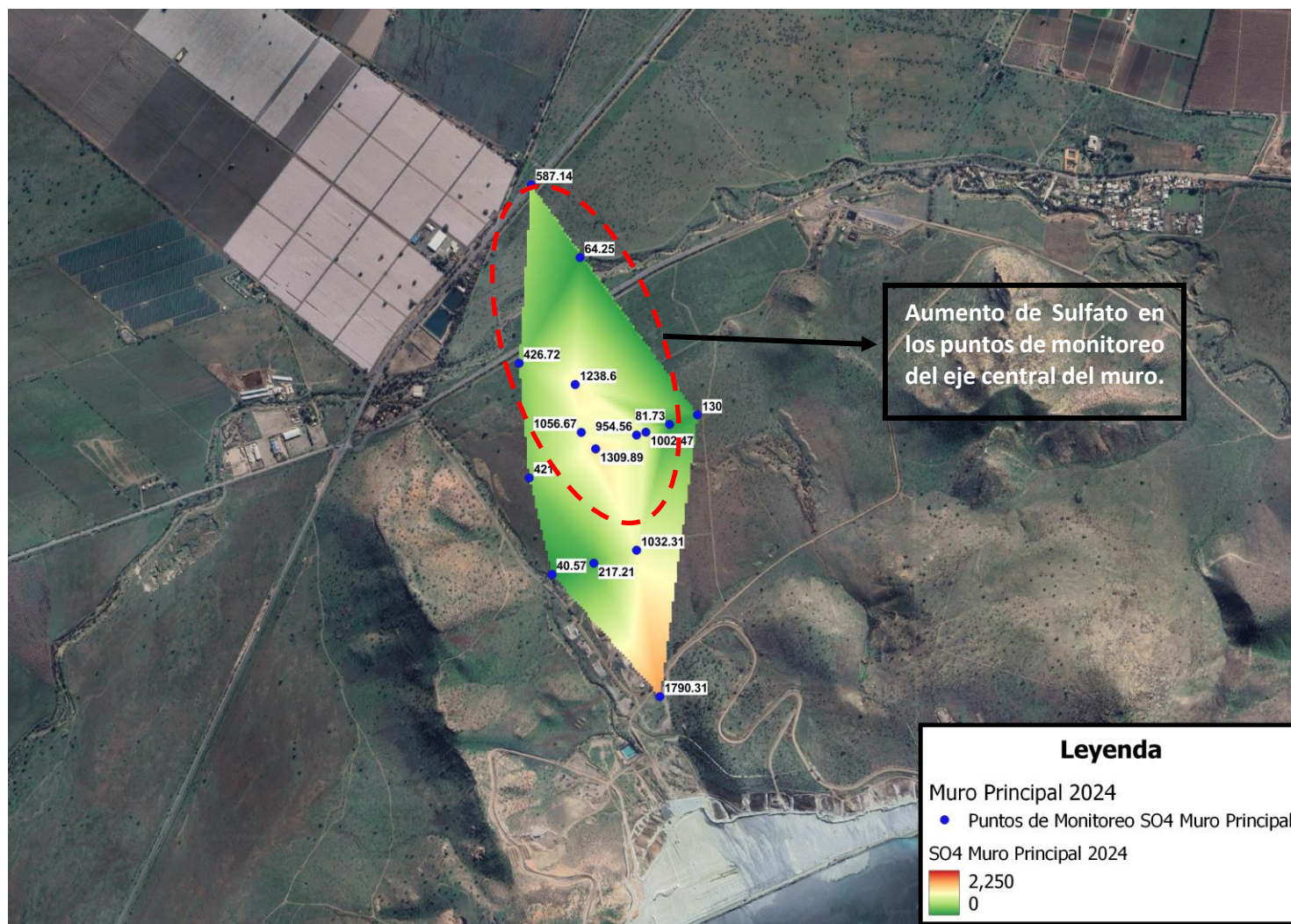


Figura 30.

Descripción medio de prueba: Interpolación de las concentraciones de Sulfato registradas en el año 2024 en los puntos de monitoreo del Muro Principal del DR "Las Tórtolas" (ver detalle en **Tabla 11**). Se observa que respecto a septiembre de 2022, existe un aumento en las concentraciones de los puntos de monitoreo del eje central del muro (PP6, PP4, PP18L, PP29L, PP27C y PP22). Elaboración SMA realizada a partir de los antecedentes presentados por el titular.



Registros

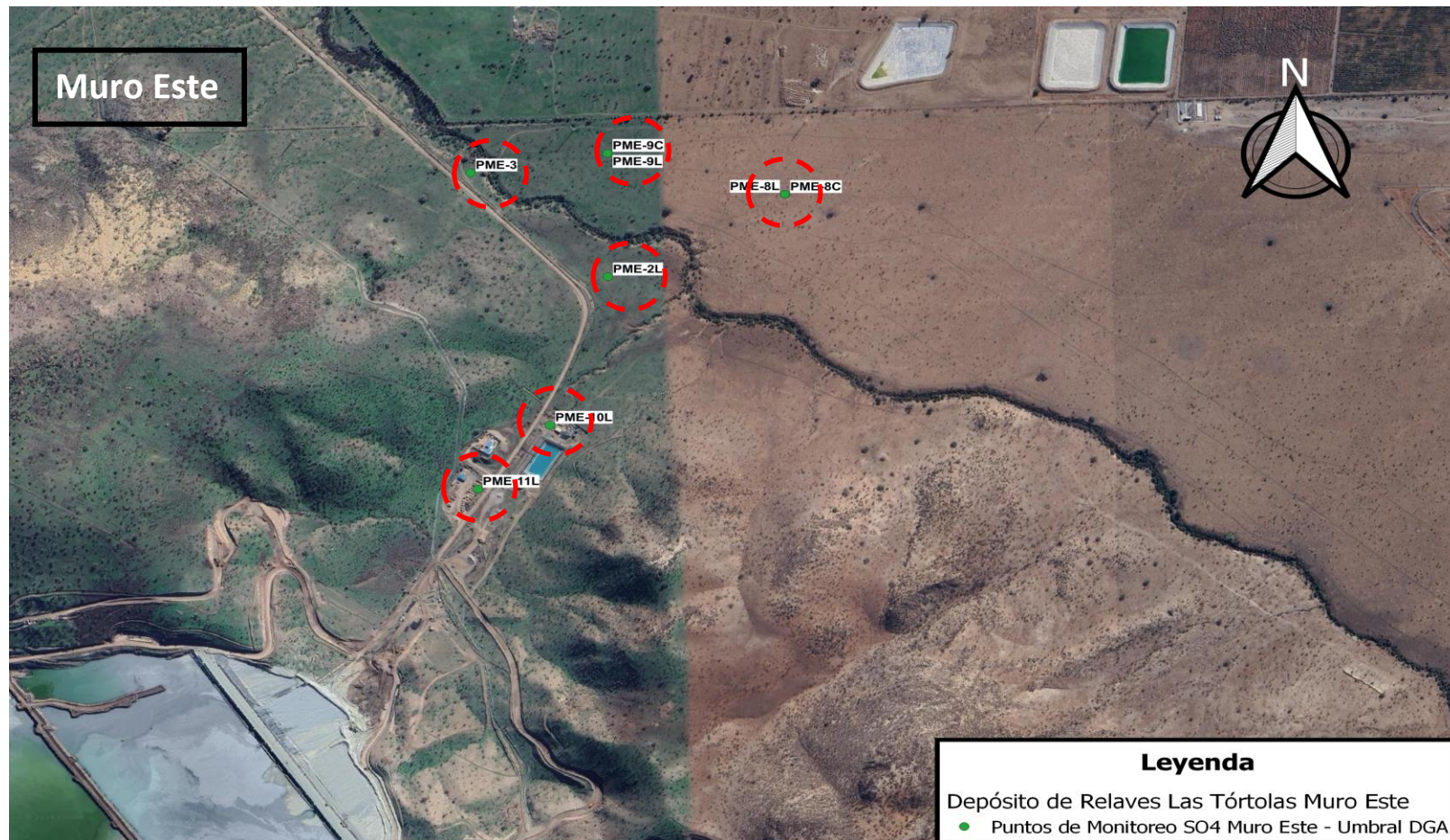


Figura 31.

Descripción medio de prueba: Se destacan en rojo los puntos de monitoreo del Muro Este que posterior a septiembre del año 2022, han presentado superación de los umbrales definidos por la DGA para el parámetro Sulfato. Elaboración SMA a partir de los antecedentes remitidos por el titular.



Registros

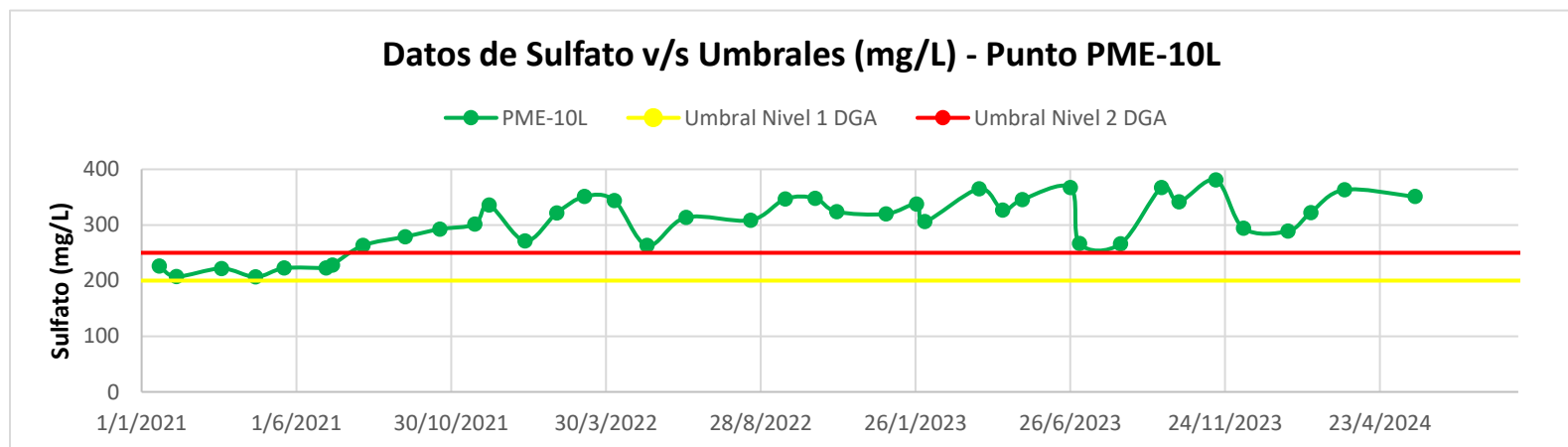
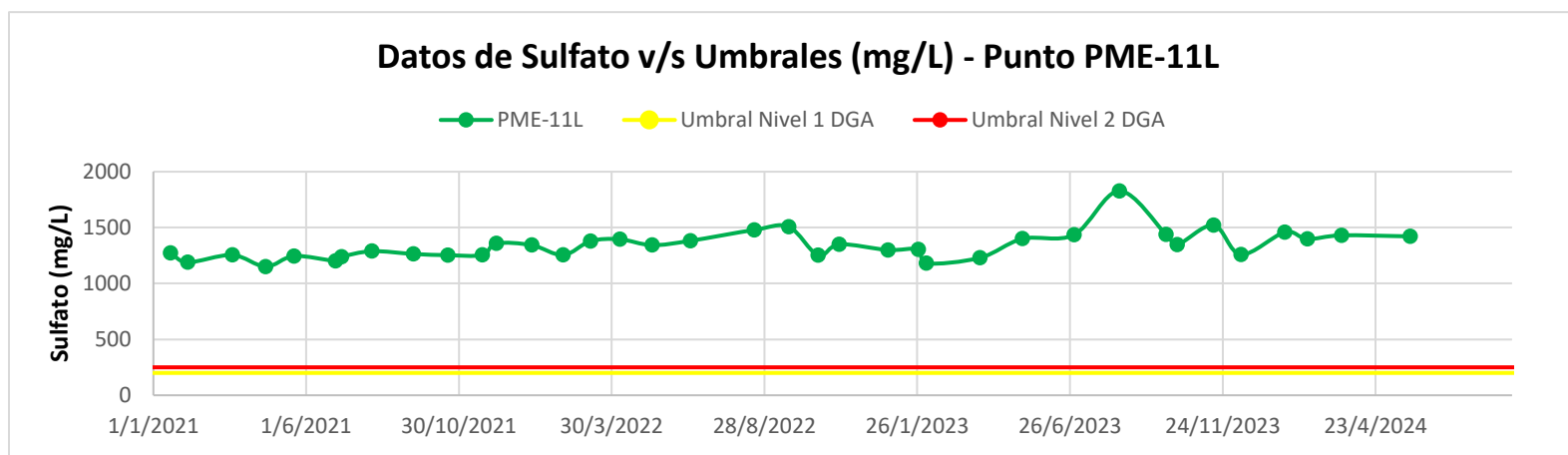


Figura 32.

Descripción medio de prueba: Comportamiento histórico del parámetro Sulfato en los puntos de monitoreo PME-11L y PME-10L. Se observa que en el punto PME-11L, todos los registros de concentración de Sulfato superan los umbrales definidos por la DGA (concentración promedio de **1340 mg/L** y peak de **1827 mg/L** registrado en agosto de 2023), por otro lado, se observa también que, desde agosto de 2021, todas las concentraciones del punto PME-10L superan los umbrales definidos por la DGA (concentración promedio de **302 mg/L**). Elaboración SMA en base a los antecedentes presentados por el titular.



Registros

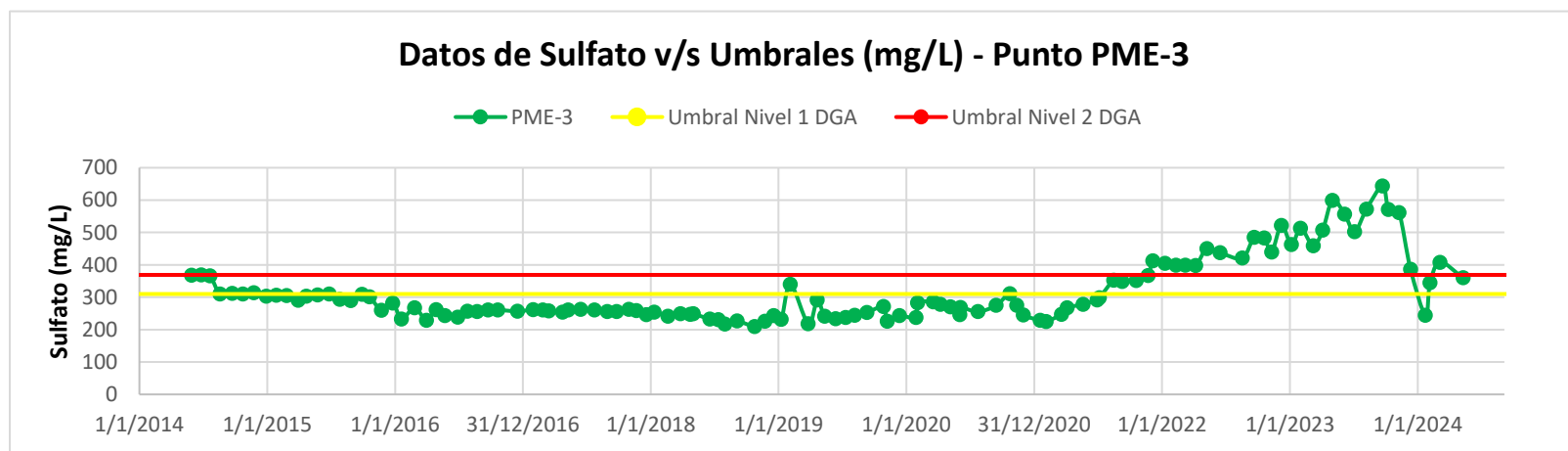
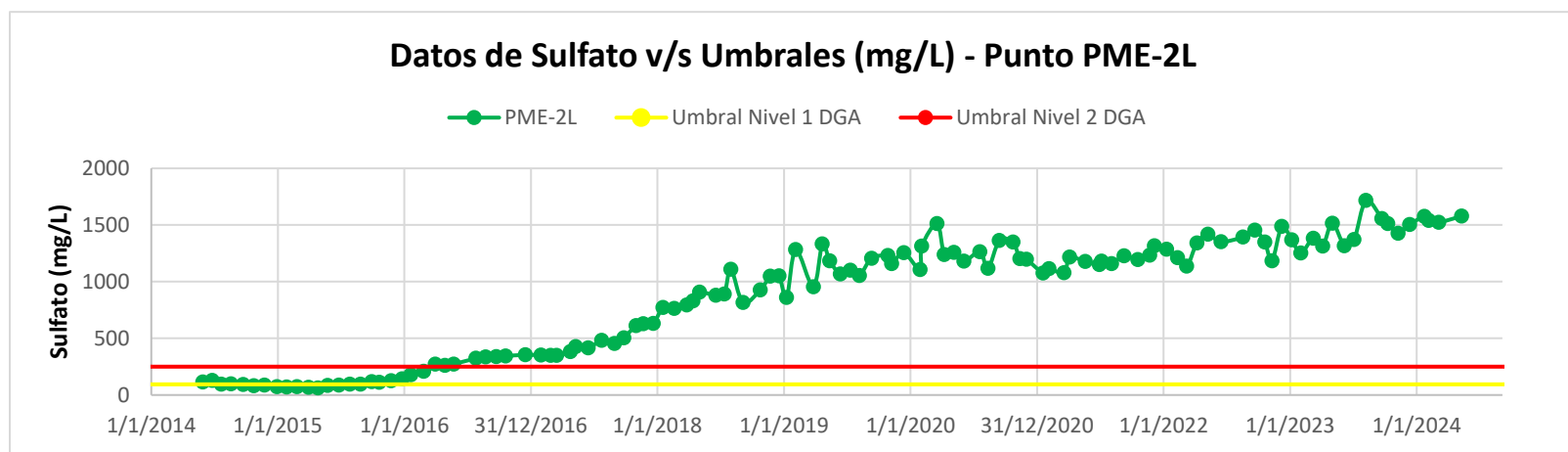


Figura 33.

Descripción medio de prueba: Comportamiento histórico del parámetro Sulfato en los puntos de monitoreo PME-2L y PME-3. Ambos puntos registran un incremento progresivo de las concentraciones de Sulfato. Se observa que los puntos de monitoreo PME-2L y PME-3, registran peaks de **1715 mg/L** y **643 mg/L**, respectivamente. Elaboración SMA en base a los antecedentes presentados por el titular.



Registros

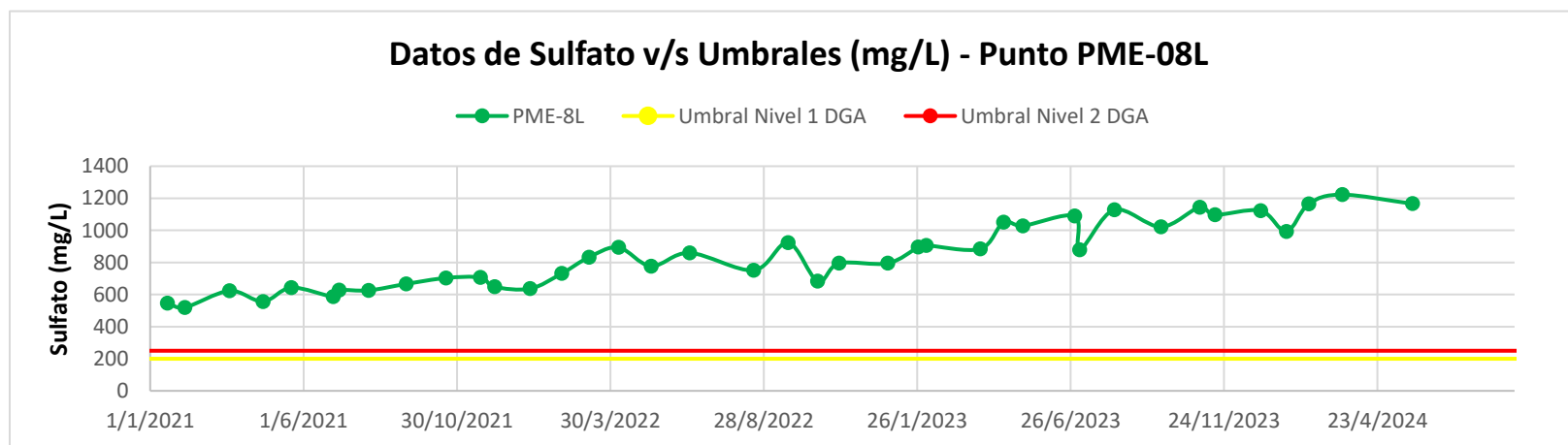
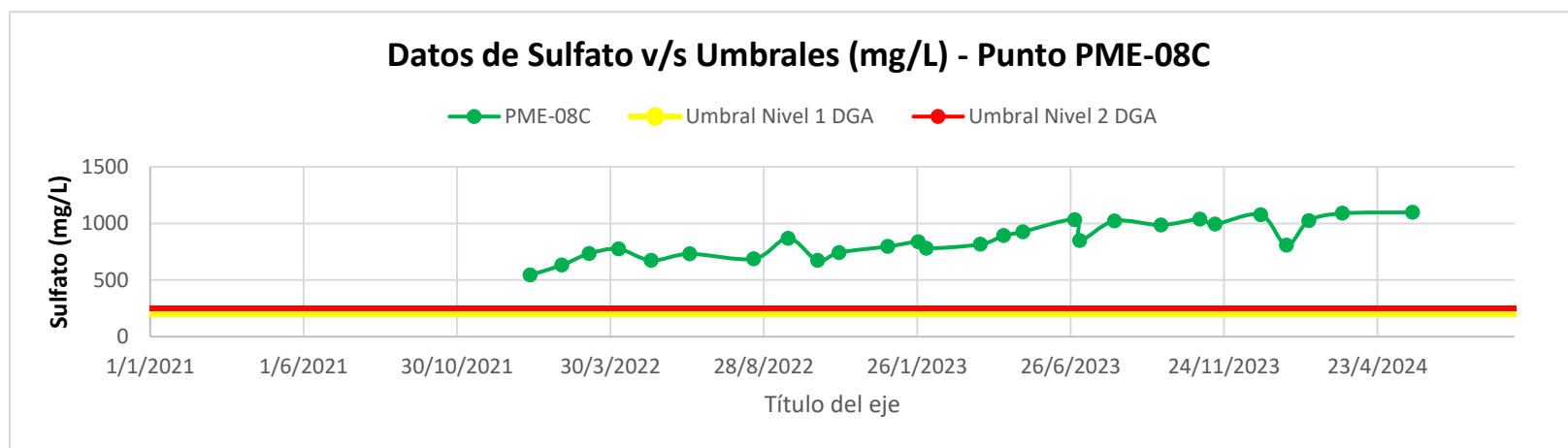


Figura 34.

Descripción medio de prueba: Comportamiento histórico del parámetro Sulfato en los puntos de monitoreo PME-8C y PME-8L. Ambos puntos registran todas las concentraciones por sobre los umbrales definidos por la DGA y presentan un incremento progresivo de las mismas. El punto de monitoreo PME-8C registra una concentración promedio de **856 mg/L** (con máximo de **1097 mg/L** registrado en mayo de 2024) y el punto de monitoreo PME-8L registra una concentración promedio de **844 mg/L** (con un máximo de **1222 mg/L** registrado en marzo de 2024). Elaboración SMA en base a los antecedentes presentados por el titular.



Registros

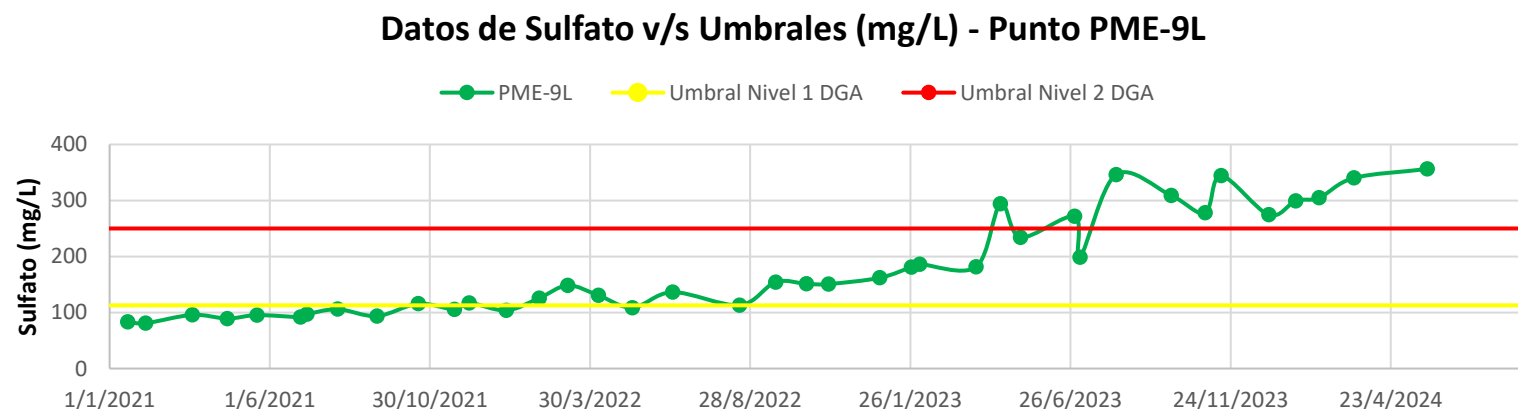
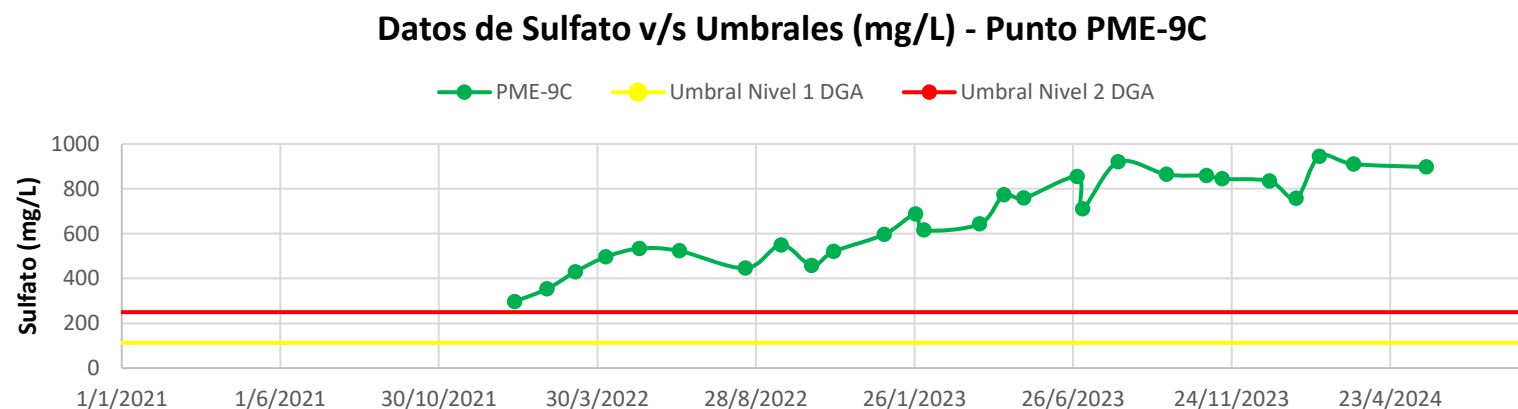


Figura 35.

Descripción medio de prueba: Comportamiento histórico del parámetro Sulfato en los puntos de monitoreo PME-9C y PME-9L. Ambos puntos registran un incremento progresivo de las concentraciones. El punto de monitoreo PME-9C registra una concentración promedio de **670 mg/L** (con un máximo de **944 mg/L** registrado en febrero de 2024) y el punto de monitoreo PME-9L registra una concentración máxima de **356 mg/L** en mayo de 2024 (último registro). Elaboración SMA en base a los antecedentes presentados por el titular.



Registros

N°	Nombre Punto Monitoreo	SO4 (mg/l)	Fecha Monitoreo 2024	SO4 (mg/l)	Fecha Monitoreo 2022	Diferencia Concentración (mg/l)
18	PME-8C	1097.92	27/5/2024	868.87	21/9/2022	229.05
19	PME-8L	1166.35	27/5/2024	923.56	21/9/2022	242.79
20	PME-9C	897.16	27/5/2024	549.63	21/9/2022	347.53
21	PME-9L	356.17	27/5/2024	154.38	21/9/2022	201.79
22	PME-10L	351.04	27/5/2024	346.83	21/9/2022	4.21
23	PME-11L	1421.5	27/5/2024	1507.34	21/9/2022	-85.84
24	PME-2L	1577.72	10/5/2024	1454.6	21/9/2022	123.12
25	PME-3	359.8	10/5/2024	485.4	21/9/2022	-125.6

Tabla 12.

Descripción medio de prueba: Comparación entre los datos discretos de Sulfato registrados en septiembre de 2022 y mayo de 2024, en los puntos de monitoreo del Muro Este del DR “Las Tórtolas” que cuentan con umbrales. Se observa que las concentraciones han aumentado en 6 puntos de monitoreo, sin embargo, a mayo de 2024, todos los puntos de monitoreo superan los umbrales de concentración de sulfato definidos por la DGA. Elaboración SMA a partir de los antecedentes presentados por el titular.



Registros

N°	Nombre Punto Monitoreo	SO4 2024 (mg/l)	Fecha Monitoreo 2024	SO4 2022 (mg/l)	Fecha Monitoreo 2022	Diferencia Concentración (mg/l)
-	PME-1	200.64	10/5/2024	182.12	27/1/2023	18.52
-	PME-10C	1585.89	24/1/2024	1300.1	18/8/2022	285.79

Tabla 13.

Descripción medio de prueba: Comparación entre los datos discretos de Sulfato registrados en agosto de 2022²⁴ y mayo de 2024²⁵, en los puntos de monitoreo del Muro Este del DR “Las Tórtolas” que no cuentan con umbrales. Se observa que las concentraciones han aumentado en ambos puntos de monitoreo, alcanzando en el caso del punto de monitoreo PME-10C una concentración de **1585 mg/L** (último valor de concentración reportado por el titular para este punto en enero de 2024). Elaboración SMA a partir de los antecedentes presentados por el titular.

²⁴ Para el caso del punto de monitoreo PME-1, el primer dato de concentración de sulfato disponible corresponde al registrado en el mes de enero de 2023; por otro lado, para el caso del punto de monitoreo PME-10C, se utilizó el dato de agosto de 2022 ya que no se cuenta con registro en el mes de septiembre de 2022.

²⁵ Para el caso del punto de monitoreo PME-10C, el último dato disponible corresponde al registrado en el mes de enero de 2024.



Registros



Figura 36.

Descripción medio de prueba: Puntos de monitoreo en el Muro Este en donde se cuenta con registros de concentraciones de Sulfato para el periodo comprendido entre septiembre de 2022 y mayo del 2024.



Registros

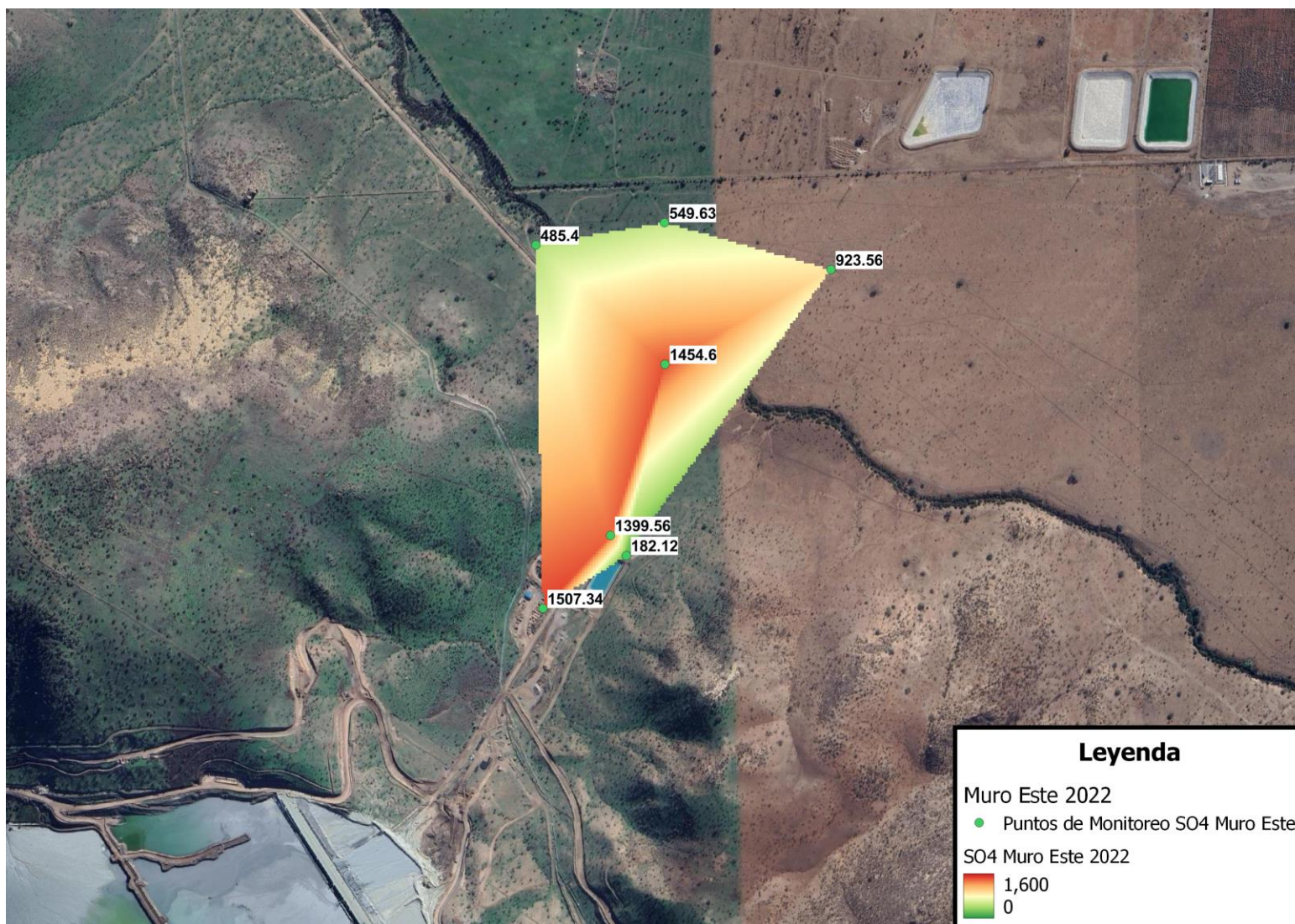


Figura 37.

Descripción medio de prueba: Interpolación de las concentraciones de Sulfato registradas en septiembre del año 2022 en los puntos de monitoreo del Muro Este del DR “Las Tórtolas”. Para el caso de los puntos de monitoreo PME-1 y PME-10C, se consideraron los datos de concentración registrados en el mes de enero de 2023 y agosto de 2022 respectivamente, ya que no existían registros de septiembre de 2022 en estos puntos, ver detalle en **Tabla 13**. Elaboración SMA realizada a partir de los antecedentes presentados por el titular.



Registros

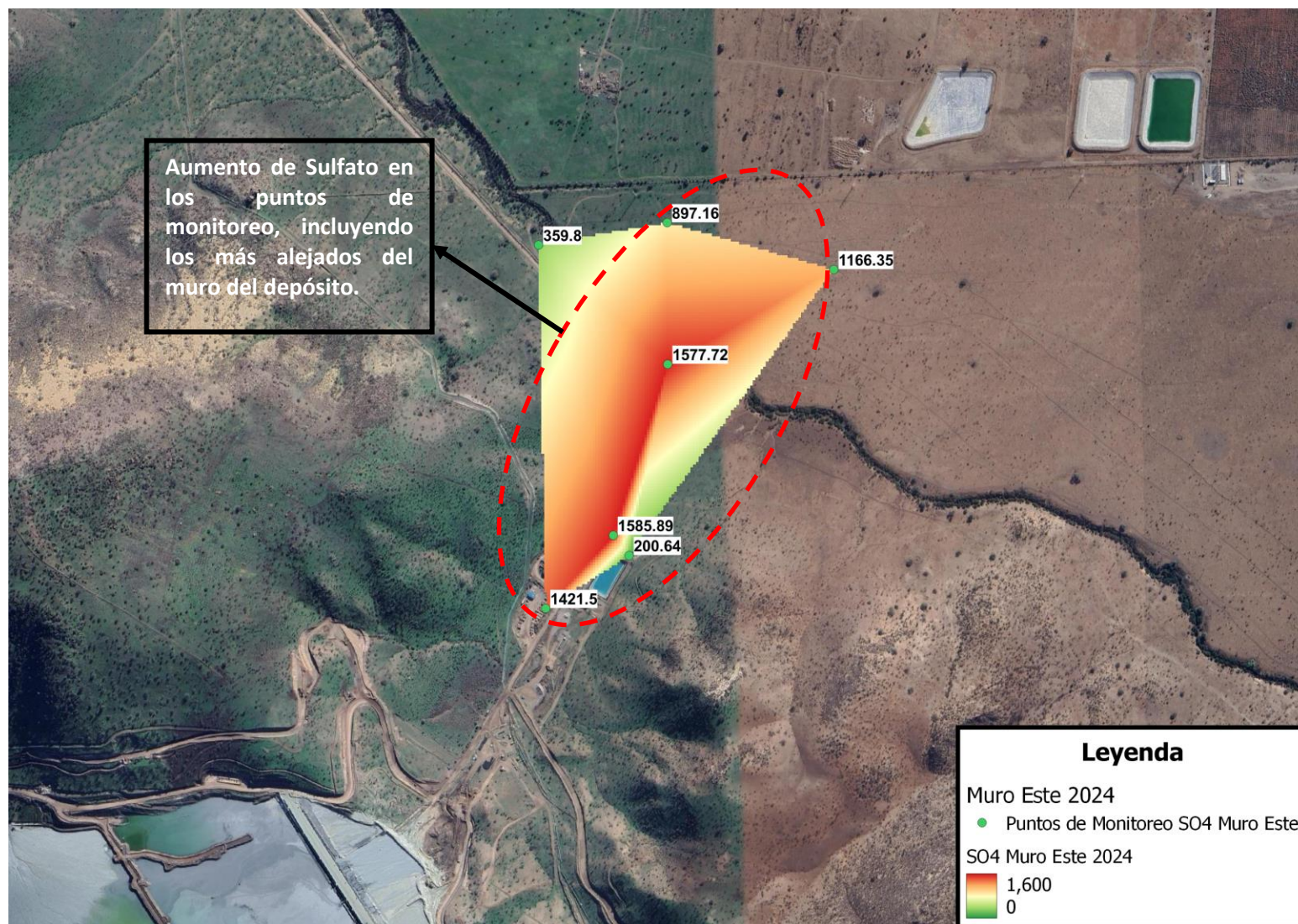


Figura 38.

Descripción medio de prueba: Interpolación de las concentraciones de Sulfato registradas en mayo de 2024 en los puntos de monitoreo del Muro Este del DR “Las Tórtolas” (ver detalle en **Tabla 13**). Se observa que respecto al mes de septiembre del año 2022, se produce un aumento en las concentraciones registradas en los puntos de monitoreo PME-8C, PME-8L, PME-9C y PME-9L, ubicado al final de la línea de monitoreo. Elaboración SMA realizada a partir de los antecedentes presentados por el titular.





Figura 39.

Descripción medio de prueba: Se destacan en rojo los puntos de monitoreo del Muro Oeste que posterior a septiembre del año 2022, han presentado superación de los umbrales definidos por la DGA para el parámetro Sulfato. Elaboración SMA a partir de los antecedentes remitidos por el titular.



Registros

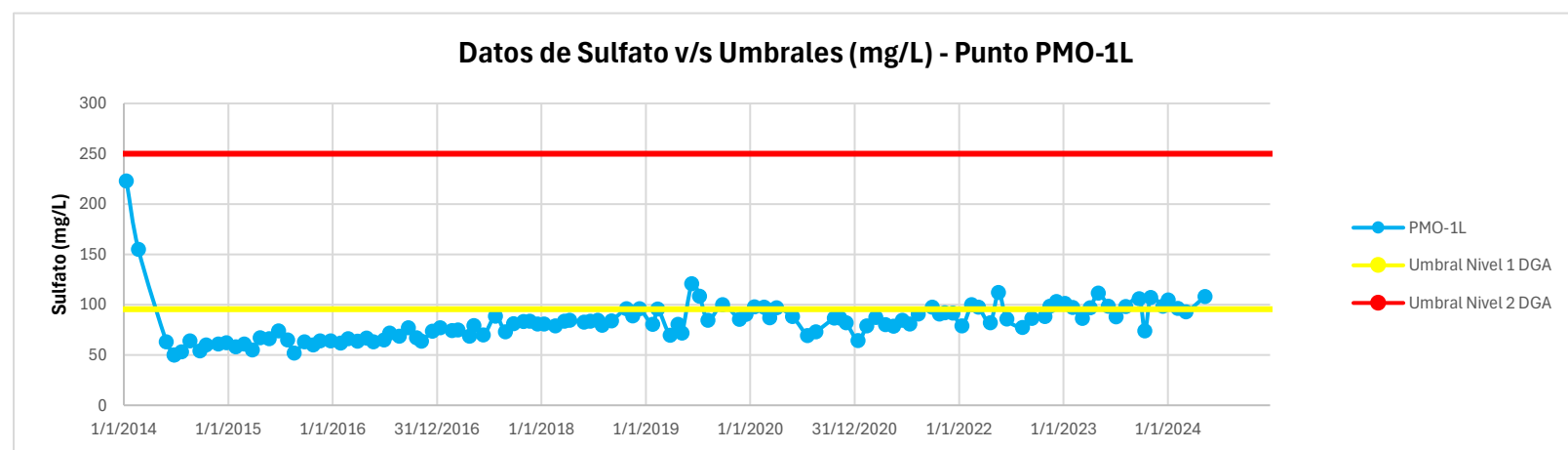
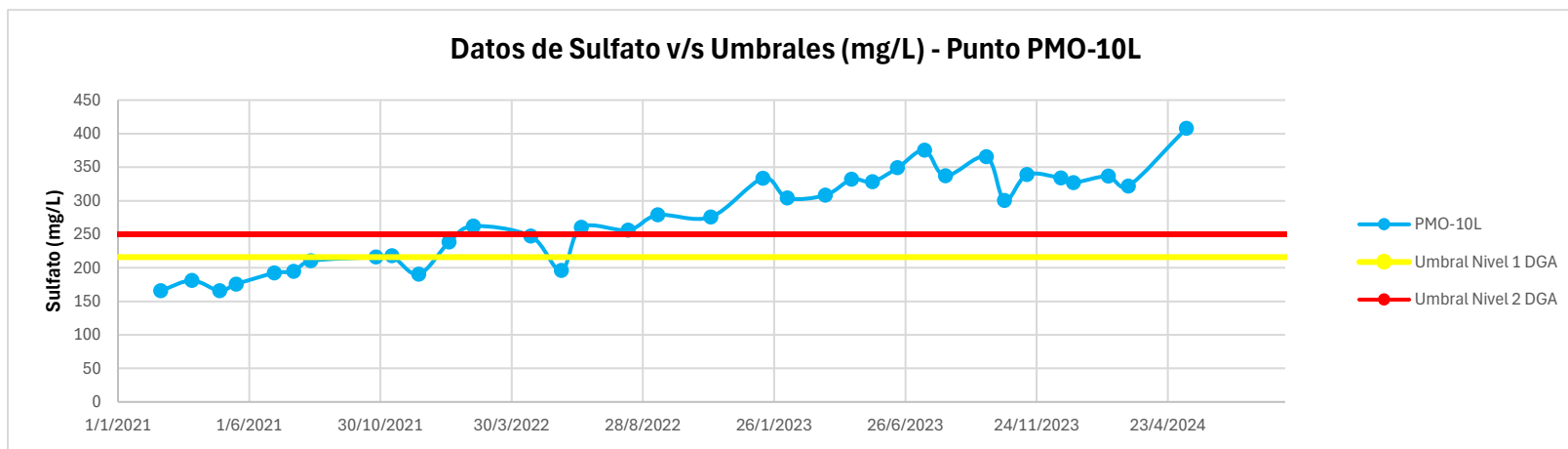


Figura 40.

Descripción medio de prueba: Comportamiento histórico del parámetro Sulfato en los puntos de monitoreo PMO-10L y PMO-1L. A partir de junio de 2022, todos los registros del punto de monitoreo PMO-10L superan el umbral N°2 definido por la DGA de 250 mg/L, por otro lado, en el punto de monitoreo PMO-1L, han ocurrido varias superaciones del umbral N°1 definido por la DGA (95.5 mg/L) desde septiembre de 2022. Elaboración SMA en base a los antecedentes presentados por el titular.



Registros

N°	Nombre Punto Monitoreo	SO4 2024 (mg/l)	Fecha Monitoreo 2024	SO4 2022 (mg/l)	Fecha Monitoreo 2022	Diferencia Concentración (mg/l)
26	PMO-10L	408	14/5/2024	278.62	14/9/2022	129.38
27	PMO-18L	103.74	14/5/2024	138.74	14/9/2022	-35
28	PMO-1L	108.15	10/5/2024	86.3	13/9/2022	21.85
29	PMO-2	28.71	10/5/2024	33.7	14/9/2022	-4.99

Tabla 14.

Descripción medio de prueba: Comparación entre los datos discretos de Sulfato registrados en septiembre del año 2022 y mayo de 2024 en los puntos de monitoreo del Muro Oeste del DR “Las Tórtolas” que cuentan con umbrales. Se observa que en 2 de los puntos de monitoreo las concentraciones han aumentado, ocurriendo el aumento más importante en el punto de monitoreo PMO-10L (más de 100 mg/l). Elaboración SMA a partir de los antecedentes presentados por el titular.



Registros

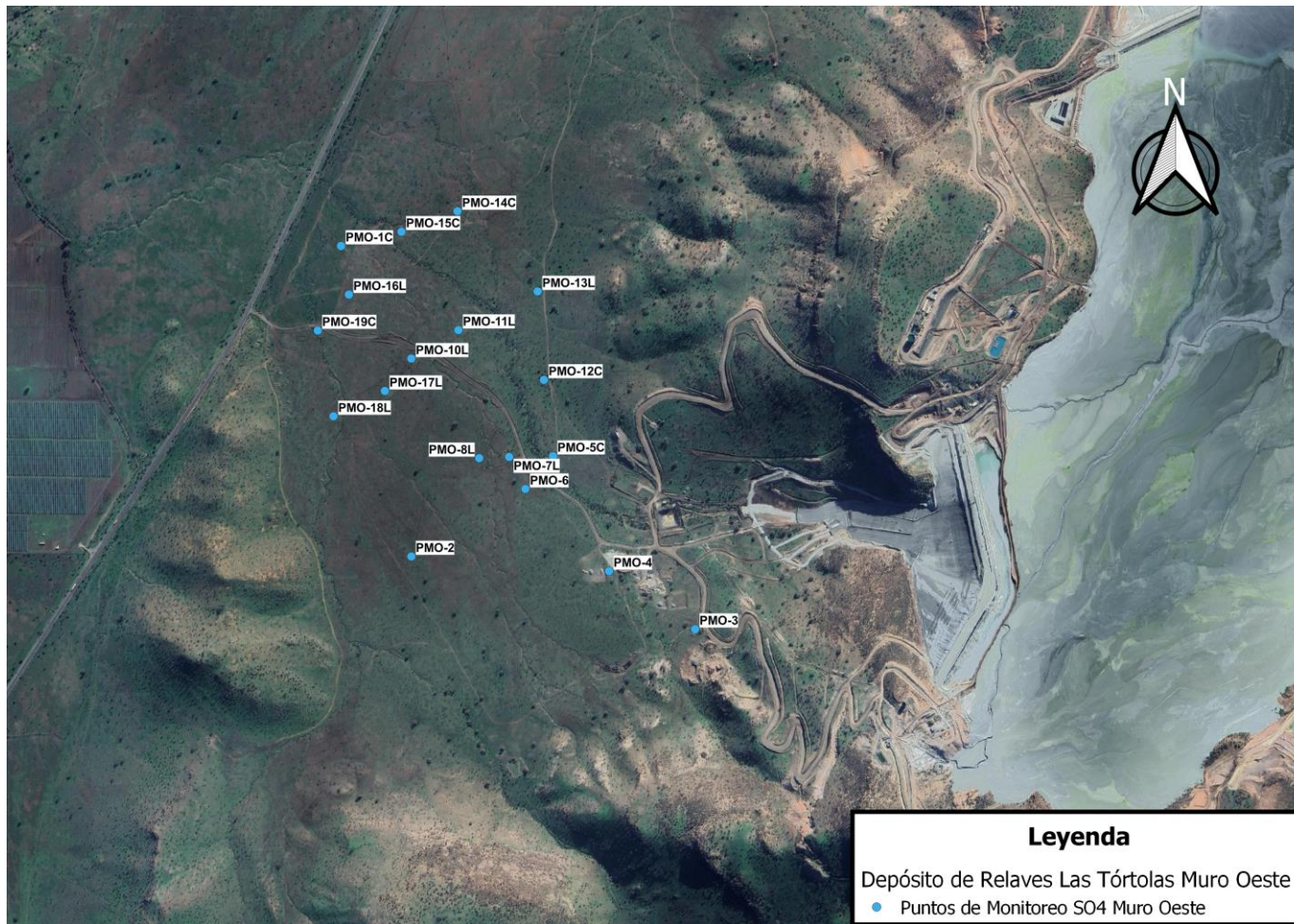


Figura 41.

Descripción medio de prueba: Puntos de monitoreo en el Muro Oeste en donde se cuenta con registros de concentraciones de Sulfato para el periodo comprendido entre los meses de septiembre de 2022 y mayo del 2024.



Registros

N°	Nombre Punto Monitoreo	SO4 2024 (mg/l)	Fecha Monitoreo 2024	SO4 2022 (mg/l)	Fecha Monitoreo 2022	Diferencia Concentración (mg/l)
-	PMO-11L	30.74	15/5/2024	35.38	14/9/2022	-4.64
-	PMO-12C	1882.48	9/5/2024	1849.78	15/9/2022	32.7
-	PMO-13L	151.12	9/5/2024	119.7	15/9/2022	31.42
-	PMO-14C	288	14/5/2024	248.08	14/9/2022	39.92
-	PMO-15C	675.05	14/5/2024	617.46	14/9/2022	57.59
-	PMO-16L	146.44	14/5/2024	133.92	14/9/2022	12.52
-	PMO-17L	131.44	14/5/2024	97.54	14/9/2022	33.9
-	PMO-19C	47.43	14/5/2024	116.9	13/9/2022	-69.47
-	PMO-1C	113.57	10/5/2024	39.9	13/9/2022	73.67
-	PMO-3	47.52	15/5/2024	81.12	13/9/2022	-33.6
-	PMO-4	1218.95	15/5/2024	1244.99	13/9/2022	-26.04
-	PMO-5C	1096.04	9/5/2024	1126.06	15/9/2022	-30.02
-	PMO-6	722.89	15/5/2024	872.97	15/9/2022	-150.08
-	PMO-7L	139.51	15/5/2024	171.56	15/9/2022	-32.05
-	PMO-8L	850.31	15/5/2024	1008.15	14/9/2022	-157.84

Tabla 15.

Descripción medio de prueba: Comparación entre los datos discretos de Sulfato registrados en septiembre de 2022 y mayo de 2024, en los puntos de monitoreo del Muro Oeste del DR “Las Tórtolas” que no cuentan con umbrales. Se observa que las concentraciones han aumentado en 7 puntos de monitoreo, sin embargo, las situaciones de mayor preocupación ocurren en los pozos PMO-12C, PMO-15C, PMO-4, PMO-5C, PMO-6 y PMO-8L, en donde las concentraciones de Sulfato registran valores por sobre los 600 mg/L. Elaboración SMA a partir de los antecedentes presentados por el titular.



Registros

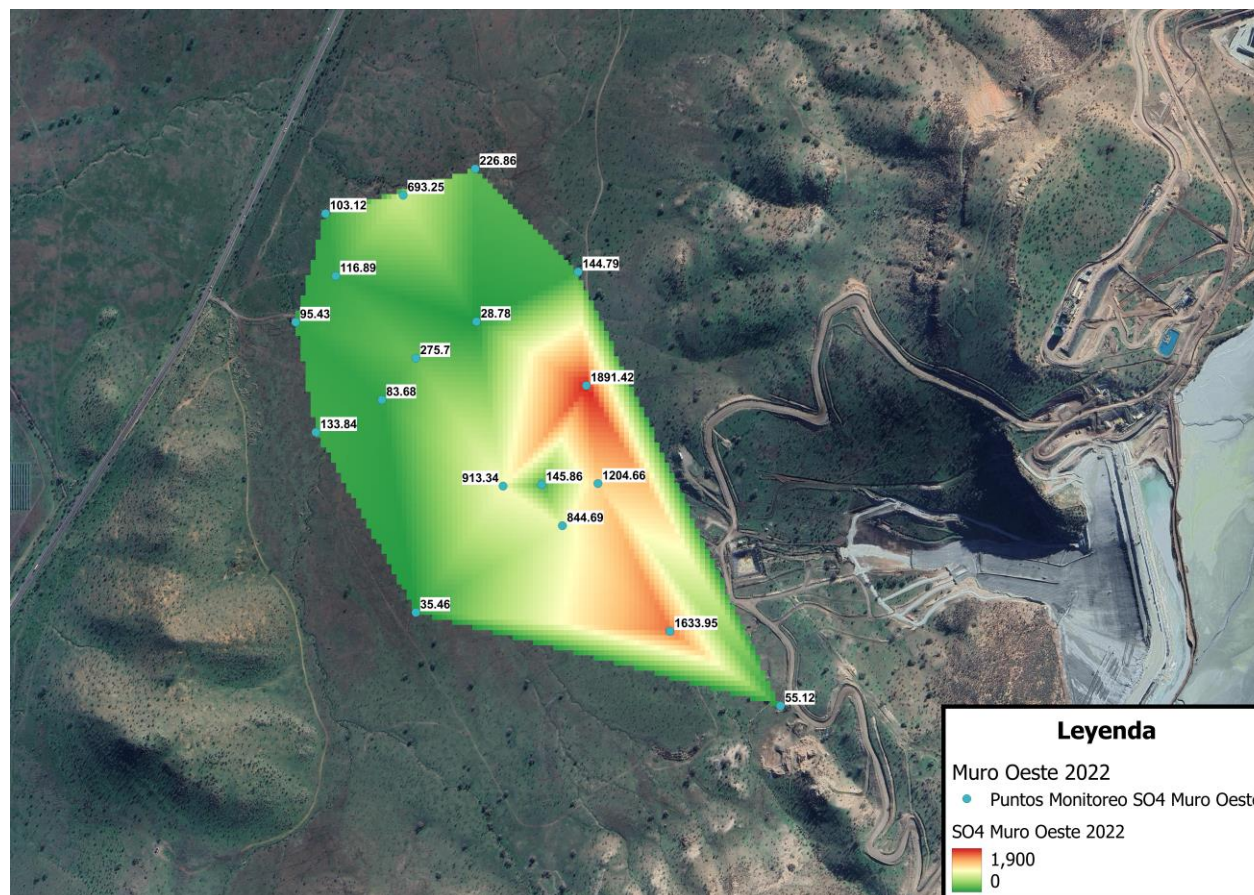


Figura 42.

Descripción medio de prueba: Interpolación de las concentraciones de Sulfato registradas en septiembre de 2022 en los puntos de monitoreo del Muro Oeste del DR “Las Tórtolas” (ver detalle en **Tabla 14** y **Tabla 15**). Dada la baja densidad de puntos con umbral de concentraciones de Sulfato en este muro (4 puntos de monitoreo con umbral), se utilizaron todos los puntos de monitoreo con registros de concentración de sulfato (18 puntos de monitoreo). Elaboración SMA realizada a partir de los antecedentes presentados por el titular.



Registros

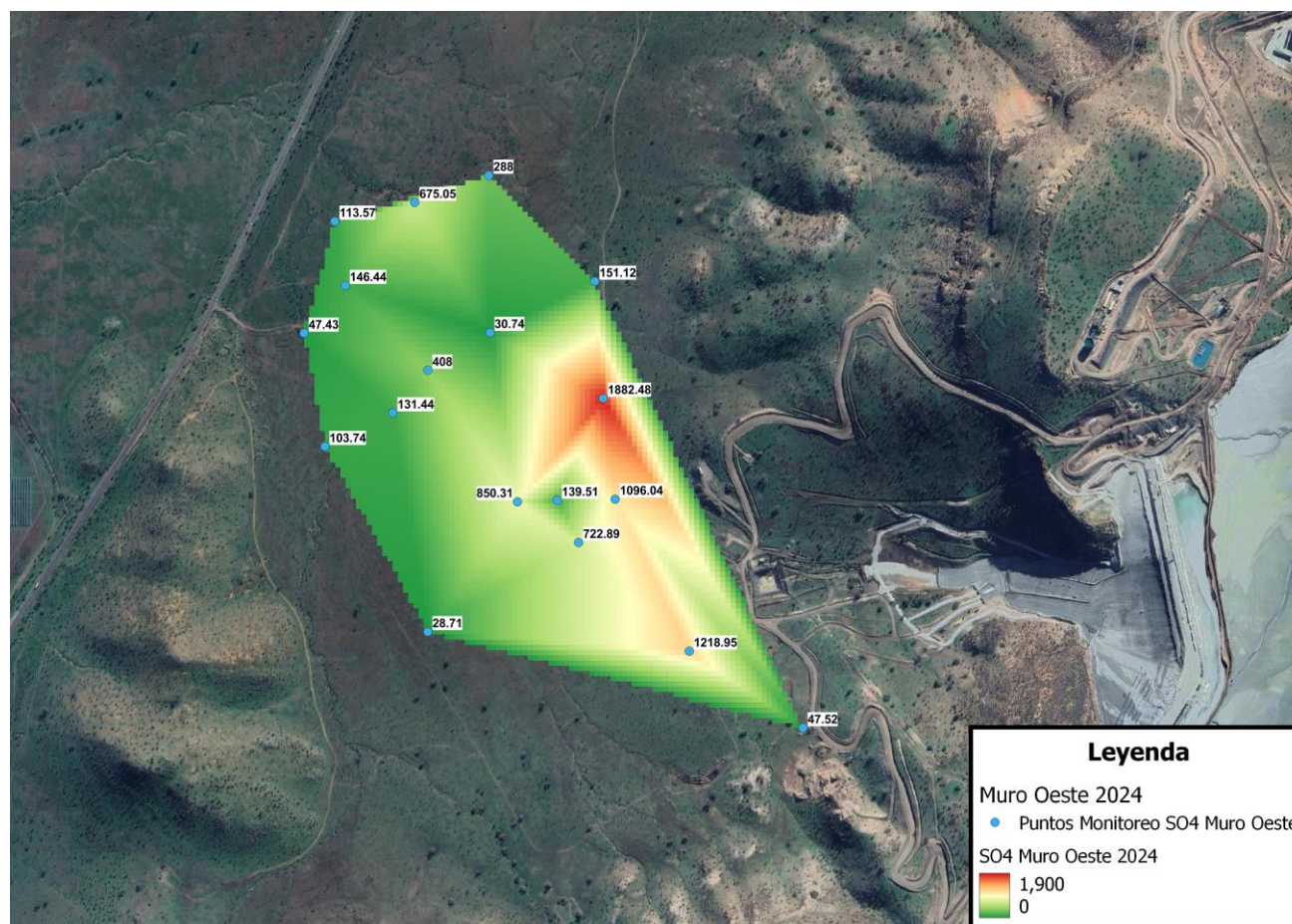


Figura 43.

Descripción medio de prueba: Interpolación de las concentraciones de Sulfato registradas en mayo de 2024 en los puntos de monitoreo del Muro Oeste del DR “Las Tórtolas” (ver detalle en **Tabla 14** y **Tabla 15**). Se observa que el comportamiento en las concentraciones es similar a la registrada en septiembre de 2022, sin visualizarse cambios tan acentuados. Elaboración SMA realizada a partir de los antecedentes presentados por el titular.



Registros

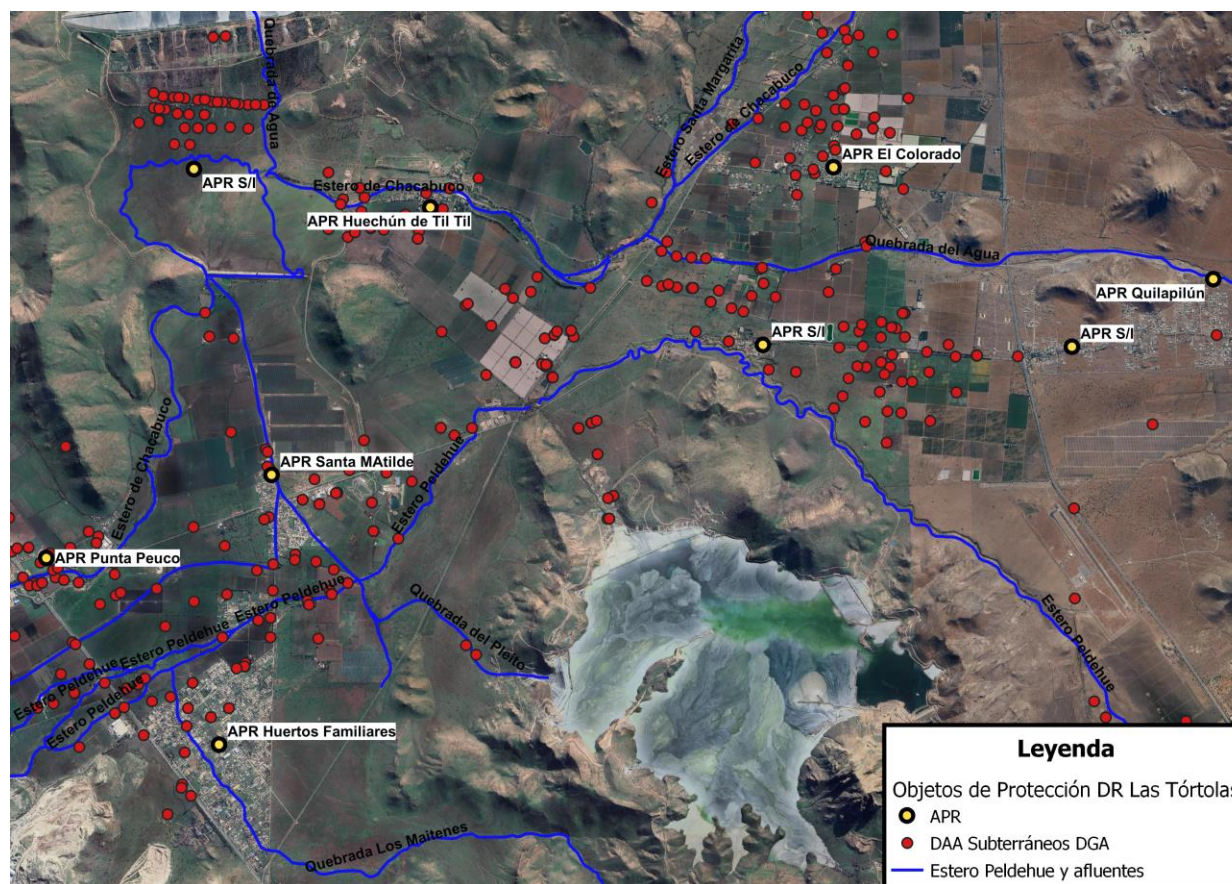


Figura 44.

Descripción medio de prueba: Vista general del DR “Las Tórtolas” y ubicación de los objetos de protección cercanos, relacionados con la calidad de las aguas subterráneas. Los puntos amarillos representan los Sistema de Agua Potable Rural (APR) (DOH) y/o derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas asociados a APR (DGA), los puntos rojos corresponden a los derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) subterráneas ubicados en las cercanías del DR. Adicionalmente en líneas azules, se muestran los cauces naturales del Estero Peldehue y Estero Chacabuco ubicados en las cercanías del DR. Elaboración SMA realizada a partir de los antecedentes públicos de la DOH y DGA.



Registros

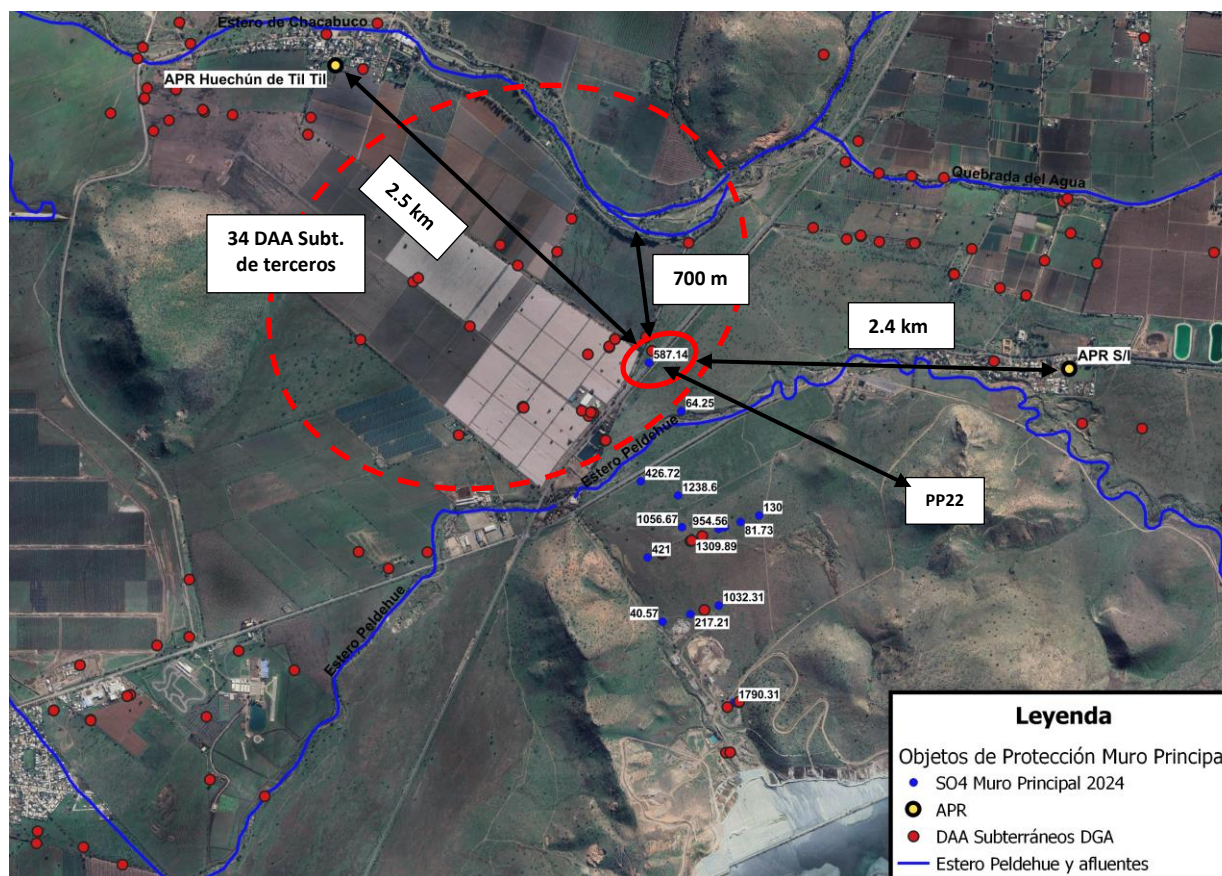


Figura 45.

Descripción medio de prueba: Objetos de protección cercanos al Muro Principal del DR “Las Tórtolas”. En la Figura se observa que cercano al punto de monitoreo PP22, en el cual se registró una concentración de Sulfato por sobre los umbrales de la RCA N°3159/2007 (**587.54 mg/L** en mayo de 2024), se ubican 34 derechos de aprovechamientos de aguas subterráneas de terceros (destacados en elipse de color rojo), dos sistemas de APR o derechos de aprovechamientos de aguas asociados a APR (APR Huechún a 2,5 km y APR sin identificar a 2,4 km), y los cauces naturales Estero Peldehue y Estero Chacabuco (a 700 metros de PP22). Elaboración SMA en base a la información pública disponible en la DGA y DOH y a los antecedentes presentados por el titular.



Registros

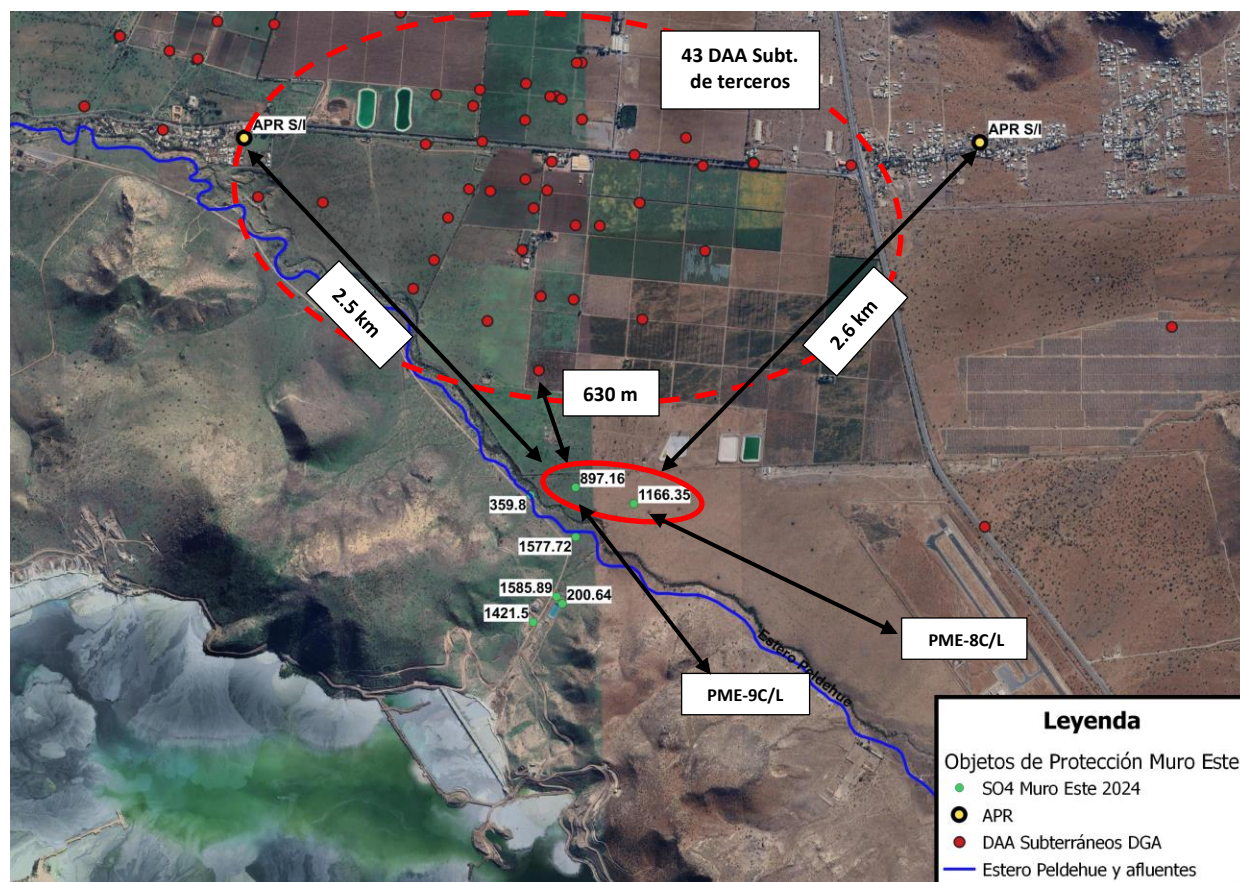


Figura 46.

Descripción medio de prueba: Objetos de protección cercanos al Muro Este del DR “Las Tórtolas”. En la Figura se observa que cercano a los puntos de monitoreo PME-9C/L y PME-8C/L, en los cuales se registraron concentraciones de Sulfato por sobre los umbrales de Nivel 2 definidos por la DGA (**897 mg/L** y **1166 mg/L**, respectivamente, en mayo de 2024), se ubican 43 derechos de aprovechamientos de aguas subterráneas de terceros (destacados en elipse de color rojo), 2 sistemas de APR o derechos de aprovechamientos de aguas asociados a APR (APR’s sin identificar a 2,5 km y 2,6 km), y el cauce natural Estero Peldehue. Elaboración SMA en base a la información pública disponible en la DGA y DOH y a los antecedentes presentados por el titular.



6. CONCLUSIONES

En consideración a los hechos constatados del numeral 5 del presente Informe, se verifican los siguientes hallazgos:

N° Hecho constatado	Medida/Exigencia asociada	Hallazgos
5.1	Conexión en línea asociada al componente “Agua” para el DR “Las Tórtolas” (Res. Ex. SMA N°1729/2021 y Res. Ex. SMA N°31/2022)	<p>Respecto al plazo de inicio de la conexión en línea, el titular cumplió íntegramente con lo requerido por esta Superintendencia en sólo 1 de los 18 dispositivos catastrados.</p> <p>A partir del rango mínimo y máximo definido para cada uno de los parámetros reportados, fue posible determinar que de todas las combinaciones posibles de puntos de monitoreo y parámetros (54 en total), en un 31,5% de éstas no se han reportado datos o mantienen menos de un 20% de sus registros dentro de los rangos válidos (17 casos), situación que se evidencia especialmente en el parámetro Nivel, en el cual la transmisión de datos válidos es prácticamente nula en los 6 puntos de monitoreo de “Aguas Subterráneas” catastrados (dispositivos “Sin envío” de datos, o con un porcentaje de datos válidos menor al 2%).</p> <p>Teniendo en consideración la frecuencia de reporte comprometida y el periodo de análisis hasta el día 13 de agosto de 2024, se desprende que en ninguno de los 18 dispositivos catastrados se transmitió el 100% de los datos que deberían haber sido enviados, lo que se aprecia especialmente para el parámetro Nivel.</p> <p>Se recalca que en enero de 2023, esta Superintendencia hizo un requerimiento de información a la empresa para atender las observaciones del IFA DFZ-2022-3049-XIII-RCA, muchas de las cuales no fueron corregidas y se mantienen a la luz del análisis actualizado expuesto en este Informe.</p> <p>Siendo así, se estima que ya fue superada la instancia para hacer una nueva corrección temprana de las desviaciones identificadas.</p>
5.2	Implementación de las medidas adicionales de control de infiltraciones comprometidas (Considerando 8.3.2. a) de la RCA N°3159/2007; Res. Ex. SMA N°1729/2021, Resuelvo Primero)	Del análisis de los antecedentes presentados por el titular en el marco de los compromisos de la Res. Ex. SMA N°1729/2021 (reportes de avance trimestrales), fue posible verificar que a la fecha no se ha implementado ninguna de las medidas adicionales de control de infiltraciones (inicio de



N° Hecho constatado	Medida/Exigencia asociada	Hallazgos
		<p>la operación de nuevos pozos de bombeo) comprometidas por el titular en sus presentaciones de fecha 25 de mayo de 2020 y 17 de febrero de 2021, en ninguno de los muros del DR “Las Tórtolas”. Dicho lo anterior, a la fecha, <u>existe un retraso de más de 7 trimestres en la implementación de las medidas adicionales para el Muro Principal del DR “Las Tórtolas”, un retraso de más de 5 trimestres en la implementación de las medidas adicionales para el Muro Este y un retraso de más de 10 trimestres en la implementación de las medidas adicionales para el Muro Oeste.</u></p> <p>Si bien de acuerdo a lo informado por el titular, existen ciertos avances en la construcción e implementación de las medidas adicionales de control de infiltraciones comprometidas, como son la perforación/construcción de varios pozos de bombeo/monitoreo en el Muro Principal, Muro Este y Muro Oeste del DR, según lo comunicado por la DGA, las solicitudes que el titular mantiene actualmente en trámite, <u>sólo contemplan los sistemas de control de infiltraciones del Muro Oeste y Muro Principal del DR, y no el sistema de control de infiltraciones asociado al Muro Este, en donde a la fecha no se ha ingresado ninguna solicitud a trámite.</u></p> <p>Según el cronograma de actividades acompañado por el titular en el segundo reporte de avance semestral del año 2024, la tramitación sectorial con la DGA en el Muro Este sería iniciada no antes del tercer trimestre de este año 2024, extendiéndose hasta el último trimestre del año 2026, <u>lo que representa un retraso de más de 3 años respecto al plazo considerado por el titular en su propuesta presentada a esta Superintendencia en febrero de 2021 (segundo trimestre del año 2023).</u></p>
5.3	Estabilidad química y control de infiltraciones (Sección 2.2.1.3, letra f) del Capítulo 2 del EIA del proyecto “Desarrollo Los Bronces”; Considerando 8.3.2. a) de la RCA N°3159/2007; Res. Ex. SMA N°1729/2021, Resuelvo Tercero; Oficio ORD. DGA N°67/2021).	<p>En el periodo histórico analizado (datos discretos de Sulfato hasta mayo del año 2024) se ha producido una activación reiterada de los umbrales de Sulfato en los puntos de monitoreo del depósito, especialmente en aquellos asociados al Muro Principal y Muro Este. La mayoría de los puntos de monitoreo del Muro Principal, Muro Este y Muro Oeste han visto sobrepasado alguno de sus umbrales (26 de 29 puntos de monitoreo, con la excepción de los puntos PP14, PP19 y PP25L del Muro Principal). Por otro lado, existen 12 puntos de monitoreo habilitados en el Muro Principal y en el Muro Este, en los cuales el 100% de los datos de concentración de Sulfato han sobrepasado alguno de sus umbrales</p>



N° Hecho constatado	Medida/Exigencia asociada	Hallazgos
		<p>(umbral de 200 mg/l definido en la RCA N°3159/2007 para el Muro Principal, y umbral de “Nivel 1” recomendado por la DGA para el Muro Este).</p> <p>Respecto al Muro Principal:</p> <ul style="list-style-type: none"> De los 17 puntos de monitoreo que cuentan con umbrales de Sulfato en este muro, <u>14 puntos de monitoreo han superado el umbral de 200 mg/L</u> definido en la RCA N°3159/2007 en los últimos años, siendo las únicas excepciones los pozos de monitoreo PP14, PP19 y PP25L. Al comparar la situación observada en el Muro Principal a finales del año 2022 con la situación observada en mayo de 2024, las concentraciones de Sulfato han aumentado en 13 puntos de monitoreo, en donde los aumentos más importantes (de <u>más de 200 mg/L</u>) ocurren en los puntos de monitoreo PP4, PP24L, PP18L, PP29L, PP27C y PP22, que se ubican en el eje central de los puntos de monitoreo del Muro Principal. <p>Respecto al Muro Este:</p> <ul style="list-style-type: none"> De los 8 puntos de monitoreo que cuentan con umbrales de Sulfato en este muro, <u>todos a la fecha han superado los umbrales definidos por la DGA en su Oficio Ord. DGA N°67/2022</u>. De los 10 puntos de monitoreo considerados en el análisis comparativo desarrollado en el Muro Este, 8 de estos presentan concentraciones mayores que las registradas a finales del año 2022. Al comparar la situación observada a finales del año 2022 con la situación de mayo de 2024 en el Muro Este, es posible observar que las concentraciones de Sulfato registradas en los puntos de monitoreo PME-8C, PME-8L, PME-9C y PME-9L, ubicados al final de la línea de monitoreo de este muro, han tenido aumentos importantes en sus concentraciones, <u>lo que podría advertir un avance de las infiltraciones en este muro del DR</u>. Del análisis anterior, <u>es posible señalar que en el Muro Este es donde la situación reviste mayor preocupación</u>, ya que tal como se observa en los gráficos históricos del parámetro Sulfato, las concentraciones van en aumento o sobrepasan los umbrales constantemente. Además, es importante destacar que, habiendo revisado las tramitaciones sectoriales con la DGA, asociadas al sistema de control de



N° Hecho constatado	Medida/Exigencia asociada	Hallazgos
		<p>infiltraciones en el tranque de relaves “Las Tórtolas”, se confirmó que el titular aún no ha iniciado los trámites sectoriales asociados a la implementación de un sistema de control de infiltraciones en el Muro Este.</p> <p>Respecto al Muro Oeste:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De los 4 puntos de monitoreo que cuentan con umbrales de Sulfato, las concentraciones han ido aumentando paulatinamente en los puntos de monitoreo PMO-1L y PMO-10L. • Si bien han ocurrido superaciones de umbrales en los 4 puntos de monitoreo con umbral del Muro Oeste, la situación más compleja se logra observar en el punto de monitoreo PMO-10L, en donde desde junio del año 2022, todos los monitoreos han superado el umbral N°2 de 250 mg/l definido por la DGA en su Oficio Ord. DGA N°67/2022, <u>alcanzando un peak de 408 mg/L en el registro de mayo de 2024.</u> • Sin perjuicio de lo anterior, a la fecha, la situación en el Muro Oeste del DR “Las Tórtolas”, no ha tenido cambios tan acentuados respecto a la situación observada en septiembre del año 2022. <p>La situación de avance generalizado en el frente de infiltración es consistente además con lo observado por la DGA en su Oficio ORD. N°37, de fecha 18 de julio de 2023, donde dicho servicio también advierte sobre un incremento en las concentraciones de Sulfato aguas abajo de todos los muros del depósito, adicionalmente, también es consistente con lo que ya fue determinado por esta Superintendencia en sus Informes DFZ-2021-2180-XIII-RCA y DFZ-2022-3049-XIII-RCA, en los cuales se señala que “(...) esta Superintendencia verificó que ha existido un deterioro de la calidad de las aguas subterráneas en los puntos de monitoreo ubicados aguas abajo de la instalación, pudiendo determinarse que las medidas implementadas por Anglo American Sur S.A. no han sido suficientes para controlar las infiltraciones del DR “Las Tórtolas” conforme a los indicadores (umbrales) establecidos en sus instrumentos ambientales”.</p> <p>De la revisión integrada del parámetro discreto Sulfato, se desprende que se mantiene la condición de infiltraciones relacionada con la operación del depósito, lo cual se ha traducido en una excedencia</p>



N° Hecho constatado	Medida/Exigencia asociada	Hallazgos
		<p>sistemática de los umbrales definidos en la RCA N°3159/2007 para el Muro Principal y de aquellos recomendados por la DGA para los Muros Este y Oeste. A partir de los antecedentes actualizados tenidos a la vista, sigue sin observarse una mejora en la calidad de las aguas, llegando ésta incluso a empeorar en algunos frentes (Muro Principal y Muro Este).</p> <p>Cabe destacar que esta problemática dio origen a las medidas adicionales requeridas en la Res. Ex. SMA N°1729/2021, dentro de lo cual se incluyó la exigencia de habilitar nuevos pozos de bombeo y conectar en línea los dispositivos de control de extracciones, lo que no ha ocurrido a la fecha, con lo cual <u>dicha problemática se mantiene sin solución</u>.</p> <p>Respecto al avance de las infiltraciones y sus posibles implicancias ambientales aguas abajo de los muros del DR:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Respecto al Muro Principal, el frente de infiltración se habría extendido aguas abajo del cauce natural del Estero Peldehue y habría alcanzado el sector donde se ubican derechos de aprovechamiento de aguas subterráneos de terceros (predios agrícolas). • Respecto al Muro Este, el frente infiltración también se ha extendido aguas abajo del Estero Peldehue. Si bien no se cuenta con antecedentes que permitan evidenciar que se han alcanzado derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas de terceros, la información disponible mostraría que la infiltración se encuentra a no más de 630 metros del derecho de tercero más cercano. • Respecto al Muro Oeste, no existe evidencia que permita asegurar que el frente de infiltración se haya extendido aguas abajo de este muro, de tal forma que afecte algún objeto de protección ambiental.



7. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	SMA: Res. Ex. SMA N°1729, de fecha 02 de agosto de 2021, que tiene presente los antecedentes remitidos por Anglo American Sur S.A. y establece las condiciones para ejecutar las medidas adicionales de control de infiltraciones en el marco del considerando 8.3.2.a) de la RCA N°3159/2007, en relación a la operación del tranque de relaves “Las Tórtolas”.
2	SMA y Titular: Res. Ex. SMA N°42 de fecha 06 de enero de 2023, y respuesta del titular presentada mediante Carta S-AAS402-0223-1596 de fecha 03 de febrero de 2023.
3	Titular: Informe de Seguimiento Plan de Mejoramiento Sistema de Control de Infiltraciones Tranque Las Tórtolas Segundo Trimestre de 2024, reporte trimestral presentado el día 31 de julio de 2024, en cumplimiento a lo dispuesto en el resuelvo segundo de la Res. Ex. SMA N°1729/2021.
4	DGA: Correo electrónico remitido con fecha 12 de julio de 2024.
5	SMA: Oficio ORD. SMA N°2171 de fecha 10 de septiembre de 2024.
6	DGA: Oficio ORD. DGA N°67 de fecha 29 de julio de 2022.
7	Titular: Datos discretos de Sulfato hasta mayo de 2024.
8	Titular: Documento titulado “Metodología para Construcción de Isoconcentraciones”, presentado por el titular en respuesta a la Res. Ex. SMA N°832/2023.
9	DGA: Oficio ORD. DGA N°37, de fecha 18 de julio de 2023.

Antecedentes disponibles en el siguiente enlace: [Anexos IFA DFZ-2024-2464-XIII-RCA ESTRATEGIA CONEXIÓN EN LÍNEA Y SISTEMA DE CONTROL DE INFILTRACIONES DEL DEPÓSITOS DE RELAVES LAS TÓRTOLAS.](#)

