



Superintendencia del Medio Ambiente  
Gobierno de Chile

**INFORME TÉCNICO DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL**

**Examen de Información**

**LOS BRONCES – ANGLO AMERICAN SUR S.A.  
DEPÓSITOS DE RELAVES “PÉREZ-CALDERA 1” Y “PÉREZ-CALDERA 2”**

**ESTRATEGIA CONEXIÓN EN LÍNEA DEPÓSITOS DE RELAVES**

**DFZ-2022-3051-XIII-RCA**

**DICIEMBRE 2022**

	Nombre	Firma
Aprobado	<b>Verónica González Delfín</b>	<b>X</b> Verónica González D. Encargada Sección de Recursos Hídricos y Bi...
Elaborado	<b>Germán Daza Moya</b>	<b>X</b> Germán Daza M. Profesional Sección de Recursos Hídricos y B...



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. RESUMEN.....</b>	<b>2</b>
<b>2. IDENTIFICACIÓN DEL DEPÓSITO DE RELAVES ANALIZADO Y SU RED DE MONITOREO .....</b>	<b>4</b>
2.1. ANTECEDENTES GENERALES.....	4
2.2. UBICACIÓN Y LAYOUT.....	4
2.3. RED DE MONITOREO.....	5
<b>3. INSTRUMENTOS DE CARÁCTER AMBIENTAL FISCALIZADOS .....</b>	<b>6</b>
<b>4. ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN .....</b>	<b>7</b>
4.1. MOTIVO DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN .....	7
4.2. MATERIAS ESPECÍFICAS OBJETO DE LA FISCALIZACIÓN AMBIENTAL.....	7
<b>5. HECHOS CONSTATADOS.....</b>	<b>8</b>
5.1. ESTADO DE LA CONEXIÓN EN LÍNEA ASOCIADA AL COMPONENTE “AGUA” PARA LOS DR “PÉREZ-CALDERA 1” Y “PÉREZ-CALDERA 2” .....	8
5.2. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD QUÍMICA Y CONTROL DE INFILTRACIONES .....	14
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>21</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>23</b>



## 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 a los depósitos de relaves “Pérez-Caldera 1” y “Pérez-Caldera 2” (en adelante, DR “Pérez-Caldera 1” y DR “Pérez-Caldera 2”), de la unidad fiscalizable “LOS BRONCES – ANGLO AMERICAN SUR S.A.” en la Región Metropolitana, para el periodo definido hasta el día 29 de noviembre de 2022. Lo anterior es parte de la **estrategia de vigilancia ambiental de relaves**<sup>1</sup> 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.

En particular, la actividad consistió en evaluar el estado de la conexión y resultados del monitoreo en línea para parámetros críticos del subcomponente “Aguas Superficiales” (Caudal, pH y Conductividad Eléctrica), según lo establecido en la Res. Ex. SMA N°1606/2021 que “Tiene presente los antecedentes remitidos por Anglo American Sur S.A. y requiere la información complementaria que indica”, referente al compromiso voluntario de transmisión en línea por parte del titular. El análisis de los resultados consideró la comparación con los límites o umbrales aplicables que fueron propuestos por el mismo titular, para los parámetros analizados en el presente Informe.

En relación con el estado de la conexión en línea:

- **Verificación de los puntos de monitoreo conectados:** se comprobó que el titular realizó el catastro API y la conexión en línea para los 2 puntos de monitoreo comprometidos de forma voluntaria en la Res. Ex. SMA N°1606/2021. No se identificaron diferencias en el emplazamiento de los puntos de monitoreo respecto a lo informado por el titular en sus registros históricos remitidos a esta Superintendencia.
- **Verificación de forma asociada a los datos de conexión en línea:** a partir del rango mínimo y el rango máximo definido para cada uno de los parámetros reportados, fue posible determinar que de todas las combinaciones posibles de puntos de monitoreo y parámetros (5 en total), en todas éstas se han reportado más del 88% de los datos dentro de los rangos.
- **Verificación de la fecha de inicio en la conexión en línea:** considerando los registros comprendidos dentro de los rangos admitidos por esta Superintendencia, Anglo American Sur S.A. comenzó la transmisión en línea en el plazo establecido en su compromiso voluntario (11 de marzo de 2021), para todos los parámetros exigidos, en sólo 1 de los 2 dispositivos comprometidos.
- **Verificación de la cantidad de registros reportados:** teniendo en cuenta la frecuencia de reporte comprometida y el periodo de análisis hasta el día 29 de noviembre de 2022, se desprende que para todos los compromisos dados por las combinaciones posibles de puntos de monitoreo y parámetros (5 en total), en todos éstos se ha enviado menos de un 25% de registros en la frecuencia comprometida, habiéndose interrumpido la conexión en línea desde el día 23 de octubre de 2021.

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

- **Comparación entre monitoreos en línea y umbrales:** se definieron tres indicadores para contrastar los datos en línea con los umbrales propuestos por el titular en su compromiso voluntario, orientados a contar con una medida de la cantidad de registros fuera de los rangos asociados a los umbrales y de la diferencia o excedencia que ello representa.
- **Discusión de los resultados obtenidos:** para el periodo analizado, el parámetro pH se comportó de forma estable en los dos puntos de monitoreo del río San Francisco. No obstante lo anterior, al analizar el parámetro Conductividad Eléctrica, existe una cantidad importante de registros que superaron el umbral de 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Los datos muestran que los aumentos de Conductividad Eléctrica coincidieron con los aumentos de Caudal registrados en las mismas fechas.
- **Conclusión sobre la ocurrencia de posibles infiltraciones u otros efectos aguas abajo:** la revisión integrada de los parámetros en línea analizados dio cuenta de una superación reiterada del umbral de Conductividad Eléctrica, lo cual podría ser indicativo de potenciales efectos aguas abajo que deben ser investigados. Visto lo anterior, es importante destacar que la propuesta de monitoreo en línea que el titular presentó voluntariamente, incluye acciones y medidas concretas ante la superación de los umbrales. Al respecto, es de relevancia que el titular presente los medios de verificación que den cuenta de la ejecución de dichas acciones, con la finalidad de esclarecer si los incrementos de

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



Conductividad Eléctrica tienen relación con las obras o actividades asociadas a los depósitos de relaves u otras instalaciones de la faena minera Los Bronces, o si dicho comportamiento se debe a causas distintas.

En razón de lo expuesto precedentemente, esta Superintendencia activará los mecanismos de corrección temprana que correspondan, para que el titular Anglo American Sur S.A. rectifique, complemente y/o justifique los aspectos antes señalados que requieren de especial atención, con el fin de regularizar la conexión en línea DR "Pérez-Caldera 1" y DR "Pérez-Caldera 2" y actualizar en base a ello el análisis de control de infiltraciones u otros potenciales efectos aguas abajo de las instalaciones.

Finalmente, resulta fundamental que el titular reanude a la brevedad la conexión en línea con esta Superintendencia (la cual se encuentra interrumpida desde el día 23 de octubre de 2021), para que este organismo cuente con los datos necesarios que permitan hacer un seguimiento permanente y remoto para los puntos de monitoreo y parámetros que fueron comprometidos.



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

### 2.1. Antecedentes Generales

Nombre Depósito <sup>(1)</sup>	Región <sup>(1)</sup>	Provincia <sup>(1)</sup>	Comuna <sup>(1)</sup>	Tipo <sup>(1)</sup>	Estado <sup>(1)</sup>	Nombre Unidad Fiscalizable	Titular
Pérez-Caldera 1	Metropolitana	Santiago	Lo Barnechea	Tranque	Inactivo	LOS BRONCES – ANGLO AMERICAN SUR S.A.	Anglo American Sur S.A.
Pérez-Caldera 2	Metropolitana	Santiago	Lo Barnechea	Tranque	Inactivo	LOS BRONCES – ANGLO AMERICAN SUR S.A.	Anglo American Sur S.A.

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

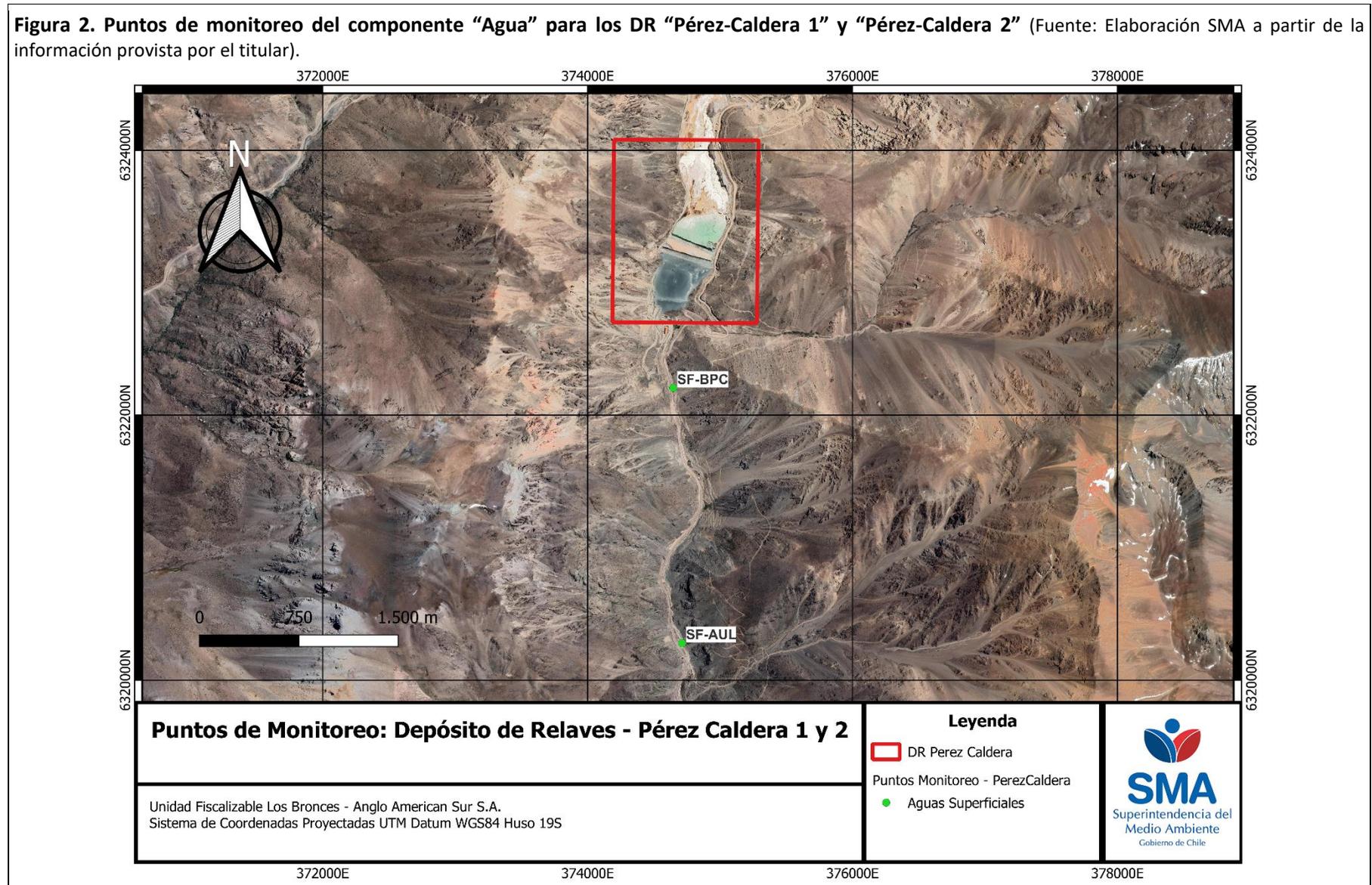
### 2.2. Ubicación y Layout

**Figura 1. Mapa de ubicación general de los DR “Pérez-Caldera 1” y “Pérez-Caldera 2” (Región Metropolitana)**  
(Fuente: Elaboración SMA).



### 2.3. Red de Monitoreo

**Figura 2. Puntos de monitoreo del componente “Agua” para los DR “Pérez-Caldera 1” y “Pérez-Caldera 2”** (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
Res. Ex. SMA	1606/2021	14-07-2020	SMA	Tiene presente los antecedentes remitidos por Anglo American Sur S.A. y requiere la información complementaria que indica	Compromiso de conexión en línea de carácter voluntario
RCA	3159/2007	26-11-2007	CONAMA Dirección Ejecutiva	Califica ambientalmente el Proyecto Desarrollo Los Bronces, presentado por Anglo American Sur S.A.	En fase de operación (19-01-2013)

**Res. Ex.:** Resolución Exenta

**SMA:** Superintendencia del Medio Ambiente

**RCA:** Resolución de Calificación Ambiental

**CONAMA:** Comisión Nacional de Medio Ambiente



#### 4. ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD DE FISCALIZACIÓN

##### 4.1. Motivo de la Actividad de Fiscalización

Motivo		Descripción	
X	Programada	Resolución Exenta N°2741 de fecha 30 de diciembre de 2021, que “Fija Programa y Subprogramas de Fiscalización Ambiental de Resoluciones de Calificación Ambiental para el año 2022”.	
	No programada		Denuncia
			Autodenuncia
			De Oficio
			Otro

##### 4.2. Materias Específicas Objeto de la Fiscalización Ambiental

<ul style="list-style-type: none"><li>• Estado de la conexión en línea asociada al componente “Agua” para los DR “Pérez-Caldera 1” y “Pérez-Caldera 2”</li><li>• Análisis de estabilidad química y control de infiltraciones</li></ul>
--



## 5. HECHOS CONSTATADOS

### 5.1. Estado de la conexión en línea asociada al componente “Agua” para los DR “Pérez-Caldera 1” y “Pérez-Caldera 2”

<b>Número de Hecho Constatado:</b> 1	<b>Instrumento Fiscalizado:</b> Res. Ex. SMA N°1606/2021
<p><b>Origen del requerimiento de conexión en línea:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Con fecha 19 de mayo de 2020, Anglo American Sur S.A. presentó a esta Superintendencia una propuesta piloto de seguimiento al comportamiento físico químico asociado a los DR “Pérez-Caldera 1” y DR “Pérez-Caldera 2” (ver ubicación en <b>Figura 1</b>), denominada “Estrategia de implementación para seguimiento y monitoreo de Tranques de Relaves, Propuesta piloto Tranque de Relaves Pérez Caldera”. Las especificaciones de la propuesta se indican a continuación:<ul style="list-style-type: none"><li>- Realizar una conexión en línea y transmisión en tiempo real de los parámetros Caudal, Temperatura, pH y Conductividad Eléctrica, a medirse en el curso del río San Francisco, aguas abajo del DR “Pérez-Caldera 2”. La estación de monitoreo se ubicará a una distancia máxima de 1 km medida hacia aguas abajo del muro del depósito. Por su parte, la conexión en línea se materializará según los lineamientos técnicos establecidos en la Resolución Exenta N°252, de 2020, de la SMA que “Aprueba Instructivo técnico para la Conexión en Línea con los Sistemas de Información de la Superintendencia del Medio Ambiente”. Para ello, se propone que la SMA disponga de una API que permita la conexión en línea de los sistemas de monitoreo y la transmisión de los datos pertinentes, teniendo presente lo indicado en la Resolución Exenta N°254, de 2020, de la SMA que “Aprueba Manual API REST – SMA. Versión 1.0 – Febrero 2020”. Lo anterior, para configurar un sistema de alertas tempranas, de tal forma de propiciar una corrección oportuna de cualquier desviación que pueda detectarse.</li></ul></li><li>2. Mediante la Res. Ex. SMA N°2111, de fecha 21 de octubre de 2020, y teniendo en cuenta las recomendaciones del SERNAGEOMIN y la DGA, esta Superintendencia formuló observaciones técnicas a la propuesta de monitoreo del titular, requiriendo ciertos ajustes y complementos, entre ellos, generar un Protocolo de Respuesta con umbrales de alerta y acciones concretas, e incorporar un periodo de “marcha blanca” para evaluar los resultados y desempeño preliminar.</li><li>3. Mediante presentación de fecha 02 de diciembre de 2020, Anglo American Sur S.A. dio respuesta a las observaciones formuladas, presentando una nueva propuesta de monitoreo con los antecedentes requeridos. Así también, incorporó una segunda estación de monitoreo ya existente en el río San Francisco, situada aguas abajo de la primera estación propuesta, y precisó que la frecuencia de reporte de los registros será cada 30 minutos.</li><li>4. Mediante la Res. Ex. SMA N°1606, de fecha 14 de julio de 2021 (ver <b>Anexo 1</b>), esta Superintendencia acogió la propuesta de monitoreo, requiriendo además ciertos antecedentes adicionales con el fin de zanjar todos los elementos técnicos involucrados y asegurar una adecuada operación en régimen del sistema de monitoreo ante posibles contingencias o incidentes. Como parte de lo anterior, se solicitaron los registros físico-químicos históricos en formato de planilla Excel con los formatos de la Resolución Exenta N°894/2019 SMA que “Dicta Instrucciones para la Elaboración y Remisión de Informes de Seguimiento Ambiental del Componente Ambiental Agua”, además de requerirse una versión actualizada de los Planes de Contingencia y Emergencia de la faena minera Los Bronces, incorporando los elementos de detección y aviso del sistema de monitoreo asociado a los DR “Pérez-Caldera 1” y “Pérez-Caldera 2”.</li><li>5. Mediante presentación de fecha 30 de julio de 2021 (ver <b>Anexo 2</b>), Anglo American Sur S.A. acompañó los antecedentes complementarios requeridos por este organismo.</li></ol> <p><b>Exigencias:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. En la <b>Tabla 1</b> se resumen las especificaciones técnicas del sistema de monitoreo en línea comprometido para los DR “Pérez-Caldera 1” y DR “Pérez-Caldera 2”, para el subcomponente “Aguas Superficiales”. Se detallan los puntos de monitoreo asociados (2 en total, ver su ubicación en la <b>Figura 2</b>), sus parámetros<sup>2</sup> y la frecuencia de monitoreo y reporte.</li></ol>	

<sup>2</sup> 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 el parámetro Caudal pasante en el río San Francisco.



2. En conformidad con lo establecido en su compromiso voluntario, el plazo que fue informado por Anglo American Sur S.A. para el inicio de su conexión en línea es a partir del 11 de marzo de 2021.

**Otras consideraciones:**

1. **Periodo de análisis:** se cotejaron los datos de conexión en línea transmitidos por el titular hasta el día 29 de noviembre de 2022.

**Resultados Examen de información:**

1. **Verificación de los puntos de monitoreo conectados:** se comprobó que el titular realizó el catastro API y la conexión en línea para los 2 puntos de monitoreo comprometidos en la Res. Ex. SMA N°1606/2021 (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 fueron reportados en respuesta a lo requerido en la Res. Ex. SMA N°1606/2021 (ver **Anexo 2**). De lo anterior, se identificó que existe coincidencia en las coordenadas de ambas fuentes de información (ver **Tabla 2** y **Figura 3**).
2. **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 fueron informados por el titular en respuesta a lo requerido en la Res. Ex. SMA N°1606/2021 (ver **Anexo 2**). 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 (5 en total), en todas éstas se han reportado más del 88% de los datos dentro de los rangos. Cabe destacar que todas las verificaciones y análisis del presente Informe se efectuaron sólo para aquellos registros comprendidos dentro de los rangos antes señalados.
3. **Verificación de la fecha de inicio en la conexión en línea:** como se observa en la **Tabla 3**, la evaluación de la fecha de inicio establecida en el compromiso voluntario del titular (11 de marzo de 2021) arrojó los siguientes resultados por parámetro: para el parámetro **Caudal**, se inició la transmisión en línea dentro de plazo en el único dispositivo comprometido; para el parámetro **pH**, se inició la transmisión en línea dentro de plazo en los 2 dispositivos comprometidos; y para el parámetro **Conductividad Eléctrica**, se inició la transmisión en sólo 1 de los 2 dispositivos comprometidos. Visto lo anterior, respecto al plazo de inicio de la conexión en línea, el titular cumplió íntegramente con su compromiso voluntario en sólo 1 de los 2 dispositivos comprometidos.
4. **Verificación de la cantidad de registros reportados:** considerando la frecuencia de reporte comprometida (cada 30 minutos), 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 (11 de marzo de 2021), 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 y Conductividad Eléctrica y Profundidad, 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 2 dispositivos comprometidos se transmitió el 100% de los datos. A mayor detalle, para todos los compromisos dados por las combinaciones posibles de puntos de monitoreo y parámetros (5 en total), en todos éstos se ha enviado menos de un 25% de registros en la frecuencia comprometida, habiéndose interrumpido la conexión en línea desde el día 23 de octubre de 2021.



**Registros**

Subcomponente	N°	Punto de Monitoreo	Descripción	Parámetros <sup>(a)</sup>	Frecuencia de Monitoreo y Reporte
Aguas Superficiales	1	SF-BPC	Río San Francisco, 500 metros aguas abajo del DR "Pérez-Caldera 2"	pH y CE	Cada 30 minutos
	2	SF-AUL	Río San Francisco, 2,4 kilómetros aguas abajo del DR "Pérez-Caldera 2"	Q, pH y CE	Cada 30 minutos

(a) Q: Caudal; pH: Potencial de Hidrógeno; CE: Conductividad Eléctrica.

**Tabla 1**

**Descripción medio de prueba:** Resumen de las especificaciones técnicas del sistema de monitoreo en línea para los datos del componente "Agua", comprometido de forma voluntaria por el titular Anglo American Sur S.A. para los DR "Pérez-Caldera 1" y "Pérez-Caldera 2". Los dos puntos de monitoreo corresponden al subcomponente "Aguas Superficiales", específicamente al río San Francisco ubicado aguas abajo de los depósitos. Elaboración SMA.



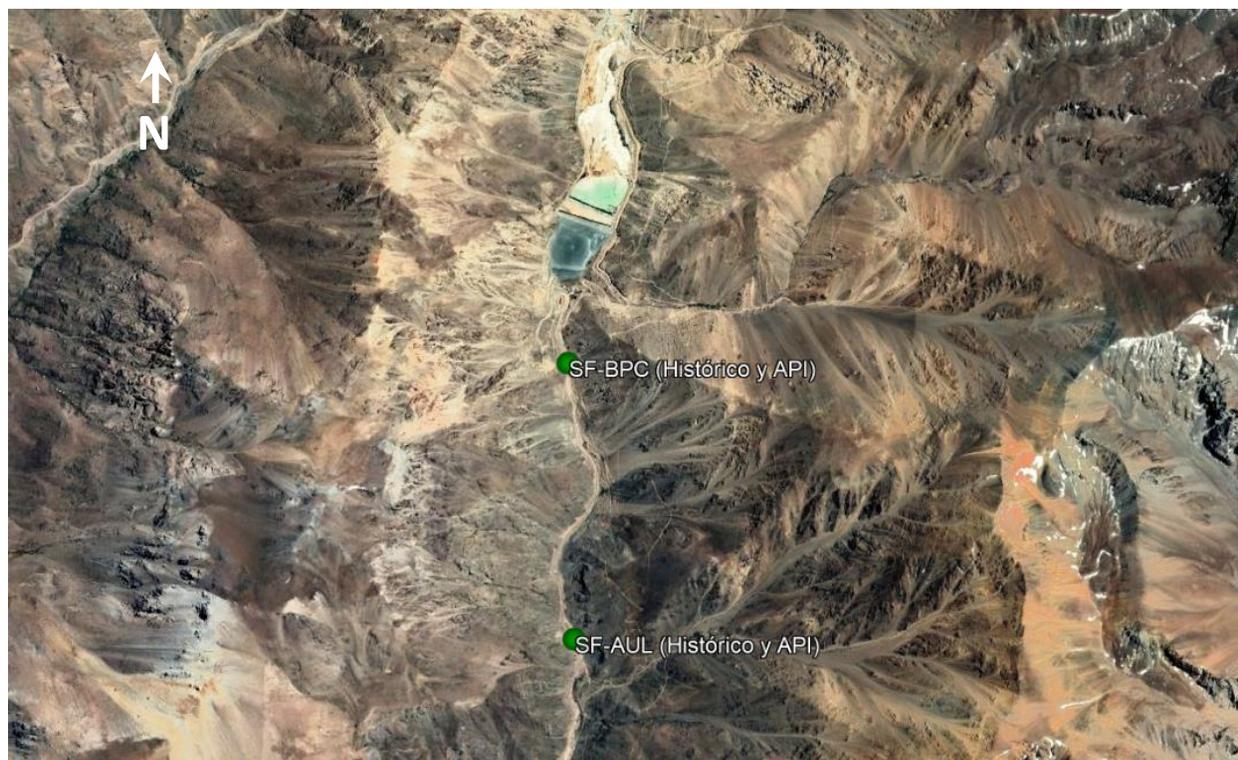
### Registros

N°	Punto de Monitoreo	UTM Este Histórico (metros)	UTM Norte Histórico (metros)	UTM Este API (metros)	UTM Norte API (metros)	Diferencia (metros)
1	SF-BPC	374646	6322206	374646	6322206	0,0
2	SF-AUL	374713	6320280	374713	6320280	0,0

**Tabla 2**

**Descripción medio de prueba:** Comparación entre las coordenadas informadas en el catastro API y las coordenadas informadas en respuesta a lo requerido en la Res. Ex. SMA N°1606/2021, en UTM Datum WGS 84, para los puntos de monitoreo del componente “Agua” asociados a los DR “Pérez-Caldera 1” y “Pérez-Caldera 2”. Se identificó que existe coincidencia en las coordenadas de ambas fuentes de información. Elaboración SMA.

### Registros



**Figura 3**

**Descripción medio de prueba:** Comparación entre la ubicación informada en el catastro API y la ubicación informada en respuesta a lo requerido en la Res. Ex. SMA N°1606/2021, para los puntos de monitoreo del componente “Agua” asociados a los DR “Pérez-Caldera 1” y “Pérez-Caldera 2” (aguas abajo de los depósitos de relaves en el río San Francisco). Elaboración SMA.



### Registros

N°	Punto de Monitoreo	Rango Mínimo Q (L/s)	Rango Máximo Q (L/s)	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 pH	Fecha Primer Registro CE
1	SF-BPC	N/A	N/A	0	14	0	10000	N/A	10-03-2021	10-03-2021
2	SF-AUL	0	20000	0	14	0	10000	11-01-2021	11-01-2021	<b>14-04-2021</b>

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

**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 a los DR “Pérez-Caldera 1” y “Pérez-Caldera 2”. En negrita se destacan las situaciones en que se enviaron registros dentro de los rangos en forma posterior a la fecha comprometida por el titular para iniciar la conexión en línea (11 de marzo de 2021), lo cual corresponde a 1 caso respecto al total de 5 combinaciones posibles. 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 pH	% de Datos dentro de los Rangos de CE
1	SF-BPC	N/A	100%	99,93%
2	SF-AUL	99,85	100%	88,13%

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

**Tabla 4**

**Descripción medio de prueba:** Porcentaje de registros dentro de los rangos definidos por esta Superintendencia, para los puntos de monitoreo y parámetros del componente “Agua” asociados a los DR “Pérez-Caldera 1” y “Pérez-Caldera 2”. Se observa que en todos los casos se ha reportado más del 88% de los datos dentro de los rangos definidos. Elaboración SMA.

N°	Punto de Monitoreo	% de Registros Informados para Q	% de Registros Informados para pH	% de Registros Informados para CE
1	SF-BPC	N/A	20,62%	20,60%
2	SF-AUL	13,99%	14,02%	13,91%

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

**Tabla 5**

**Descripción medio de prueba:** Porcentaje de registros informados respecto al total de registros comprometidos para la frecuencia propuesta por el titular (cada 30 minutos), para los puntos de monitoreo y parámetros del componente “Agua” asociados a los DR “Pérez-Caldera 1” y “Pérez-Caldera 2”. En negrita se destacan las situaciones que representan menos de un 25% de registros informados en la frecuencia comprometida, lo cual corresponde a 5 casos respecto al total de 5 combinaciones posibles. Elaboración SMA.



## 5.2. Análisis de estabilidad química y control de infiltraciones

Número de Hecho Constatado: 2	Instrumento Fiscalizado: Res. Ex. SMA N°1606/2021
<p><b>Exigencias:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li><b>Presentación de Anglo American Sur S.A., de fecha 02 de diciembre de 2020 (ver Anexo 3):</b> en respuesta a la Res. Ex. SMA N°2111/2020, el titular Anglo American Sur S.A. presentó una propuesta piloto de seguimiento y monitoreo a implementar en el río San Francisco, señalando en síntesis que:<ul style="list-style-type: none"><li>“(…) una variación y el registro de valores extremos de pH o conductividad eléctrica sí pueden reflejar un evento o contingencia que pudiera estar afectando la calidad del agua del río (en donde corresponda) activar un protocolo de respuesta y comunicación a terceros fuera de la operación”.</li><li>Respecto a los umbrales de alerta para el parámetro <b>pH</b> se propone que éstos “(…) <u>serán los respectivos límites inferior y superior de la norma NCh 1333 para Agua de Riego, 5,5 y 9,0 UpH respectivamente. Esto en consideración a que agua con pH dentro del rango definido en la norma puede ser utilizada sin restricciones por usuarios aguas abajo, y por lo tanto no habría ninguna situación que alertar</u>”.</li><li>Respecto al umbral alerta del parámetro <b>Conductividad Eléctrica</b> se propone que “(…) <u>el umbral de alerta sea el valor de 1.500 µS/cm, que corresponde al valor indicado en la NCh 1333 como límite superior del segundo de cuatro rangos de calidad del agua</u>”.</li><li>Respecto a la definición del criterio para establecer cuándo se producirá la activación (y desactivación) de los referidos umbrales, se indica que “<u>Los valores del monitoreo serán registrados cada ½ hora, o sea 48 registros diarios de cada parámetro. (...) Teniendo presente los tiempos disponibles para reacción, se considera razonable establecer como criterio para activar la alerta y protocolos de comunicación la tercera medición consecutiva de un valor de pH o CE que sobrepase los umbrales de alerta. Esto es que, al mantenerse la situación detectada por 90 minutos, se activará la alerta. Este criterio da tiempo para que el personal de la operación a cargo del monitoreo pueda verificar en terreno la correcta operación de los sensores y confirmar la validez de las mediciones</u>”.</li></ul></li><li><b>Res. Ex. SMA N°1606, de fecha 14 de julio de 2021:</b> en forma posterior a las presentaciones del titular Anglo American Sur S.A. de fechas 02 de diciembre de 2020 y 11 de marzo de 2021, esta Superintendencia acogió la propuesta de monitoreo, requiriendo además la siguiente información complementaria:<ul style="list-style-type: none"><li>Definir un umbral para el parámetro Caudal como parte del Protocolo de Respuesta del sistema de monitoreo, con el objeto de controlar potenciales flujos aluvionales y también como un indicador para proteger la cuenca ante eventos hidrológicos extremos. El umbral deberá ser estimado como una tasa de cambio de caudal que permita detectar aumentos importantes de flujo en cortos periodos de tiempo.</li><li>Presentar una versión actualizada de los Planes de Contingencia y Emergencia de la faena minera Los Bronces, incorporando los elementos de detección y aviso del sistema de monitoreo asociado al depósito Pérez-Caldera. En particular, dichos Planes deberán contener acciones concretas en el evento de superarse los umbrales del Protocolo de Respuesta definido por el titular para el río San Francisco, incluyendo al menos una fase de investigación y la aplicación de medidas, en caso de concluirse que existe incidencia de los depósitos en tal evento.</li></ul></li><li><b>Presentación de Anglo American Sur S.A., de fecha 30 de julio de 2021:</b> en respuesta a Resolución Exenta SMA N°1606/2021, el titular Anglo American Sur S.A. presenta la siguiente propuesta de umbral para el parámetro <b>Caudal</b>:<ul style="list-style-type: none"><li>“<u>Como sistema de Alerta Temprana, se define como umbral para el caudal medido en la estación SF-AUL de 14 m3/segundo (14.000 l/s). A partir de esta superación de umbral de alerta temprana, se comenzará a realizar un monitoreo de forma de identificar incrementos consecutivos de hasta 10%, superado este incremento, se procederá a activar el Plan General de Respuesta ante Emergencias, así como el Plan de Emergencia del Río San Francisco</u>”.</li></ul></li><li><b>Presentación de Anglo American Sur S.A., de fecha 30 de julio de 2021, documento 3.1 “Protocolo de Comunicación en caso de afectación a cauce”, numeral 6.2:</b> “<u>Ante la eventualidad de ocurrencia de una contingencia o emergencia, se reportará dicho evento a través de un “Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias” a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y al SEREMI del Medio Ambiente en un plazo no superior a 48 horas. Dicho informe contendrá:</u><ul style="list-style-type: none"><li><u>Antecedentes relativos al evento o accidente (tipo y causa; fecha; hora; sustancia, residuo, emisiones al aire u otra relacionada con la contingencia; duración del evento; acciones de control ejecutadas; personas afectadas, etc.).</u></li></ul></li></ol>	



- La identificación del área afectada y su extensión (ya sea en cauces, cursos de agua superficial y suelo fuera de la Operación), para limpiar el o los recursos naturales que hayan sido afectados (suelo, agua, ecosistemas y especies)".
- 5. **Presentación de Anglo American Sur S.A., de fecha 30 de julio de 2021, documento 3.2 "Plan de Emergencia vertimiento de sustancias al río San Francisco", numeral 5:** "Las alertas se producirán una vez que alguno de los parámetros identificados supere el umbral indicado por más de 3 mediciones consecutivas, **con lo cual se procederá a activar el monitoreo de parámetros químicos en el agua superficial para la identificación del origen de la afectación.** La medición de parámetro será con frecuencia diaria, hasta que se dé por cerrada la alerta".
- 6. **Umbrales aplicables:** en la **Tabla 6** se especifican los umbrales correspondientes a los puntos de monitoreo asociados a los DR "Pérez-Caldera 1" y DR "Pérez-Caldera 2", para los parámetros de conexión en línea **Caudal, pH y Conductividad Eléctrica**. De acuerdo a lo comprometido por el titular, en caso de activarse los umbrales, Anglo American Sur S.A. debe proceder con la activación de las acciones indicadas en su presentación de fecha 30 de julio de 2021 (ver exigencias N°4 y N°5).

**Otras consideraciones:**

1. **Periodo de análisis:** se cotejaron los datos de conexión en línea transmitidos por el titular hasta el día 29 de noviembre de 2022.

**Resultados Examen de información:**

1. **Comparación entre monitoreos en línea y umbrales:** se definieron tres indicadores para contrastar los datos en línea 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 diferencias entre los registros y los umbrales mínimos y/o máximos, según corresponda<sup>3</sup>.

En la **Tabla 7** se sintetizan los resultados obtenidos para los puntos de monitoreo y parámetros asociados a los DR "Pérez-Caldera 1" y "Pérez-Caldera 2".

2. **Discusión de resultados obtenidos:** sobre la base de lo expuesto en la **Tabla 7**, se constata que en el periodo analizado, el parámetro **pH** se comporta de forma estable en los dos puntos de monitoreo del río San Francisco (ver gráficos con la series de tiempo de los puntos "SF-BPC" y "SF-AUL" en la **Figura 4**), ocurriendo la activación de los umbrales en casos puntuales, sólo en el 0,16% de los datos reportados y sin alcanzar las tres mediciones consecutivas establecidas como criterio de activación. No obstante de lo anterior, al analizar el parámetro **Conductividad Eléctrica**, existe una cantidad importante de registros que superan el umbral de 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , por más de las tres mediciones consecutivas (ver **Figura 5**), observándose en particular que en el punto de monitoreo "SF-BPC", el 3,69% de los datos supera el umbral definido en un promedio de 1049  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (indicador i3), y que en el punto de monitoreo "SF-AUL", el 6,06% de los datos supera el umbral en un promedio de 996  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (indicador i3).

Revisados en detalle los *peaks* registrados en ambos puntos de monitoreo para el parámetro **Conductividad Eléctrica**, fue posible determinar que existe coincidencia temporal con los aumentos de **Caudal** registrados en el cauce para las mismas fechas (ver **Figuras 5 y 6**). A mayor detalle, se observó que los valores máximos de Conductividad Eléctrica registrados en mayo, junio, agosto y septiembre de 2021, coinciden con los valores máximos de Caudal registrados en las mismas fechas.

En cuanto a la magnitud de los caudales reportados, éstas se mantienen lejos del umbral máximo establecido en 14000 L/s (ver **Figura 6.a**).

3. **Conclusión sobre la ocurrencia de posibles infiltraciones u otros efectos aguas abajo:** la revisión integrada de los parámetros en línea analizados dio cuenta de una superación reiterada del umbral de **Conductividad Eléctrica**, lo cual podría ser indicativo de potenciales efectos aguas abajo que deben ser investigados. Visto lo anterior, es importante destacar que la propuesta de monitoreo en línea que el titular presentó voluntariamente, incluye acciones y medidas concretas ante la superación de los umbrales, tales como: 1) "**Protocolo de Comunicación en caso de afectación a cauce**", que define que "*Ante la eventualidad de*

<sup>3</sup> Este indicador se calcula únicamente con los registros fuera de los rangos asociados a los umbrales aplicables. En específico para el parámetro pH, se considera la diferencia negativa respecto al umbral mínimo y la excedencia respecto al umbral máximo.



*ocurrencia de una contingencia o emergencia, se reportará dicho evento a través de un “Informe Preliminar de Emergencias y/o Contingencias” a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y al SEREMI del Medio Ambiente en un plazo no superior a 48 horas”, y 2) “Plan de Emergencia vertimiento de sustancias al río San Francisco”, que da lugar a “(...) activar el monitoreo de parámetros químicos en el agua superficial para la identificación del origen de la afectación”. Al respecto, es de relevancia que el titular presente los medios de verificación que den cuenta de la ejecución de las acciones anteriores, con la finalidad de esclarecer si los incrementos de Conductividad Eléctrica tienen relación con las obras o actividades asociadas a los depósitos de relaves u otras instalaciones de la faena minera Los Bronces, o si dicho comportamiento se debe a causas distintas.*



### Registros

N°	Punto de Monitoreo	Umbral Máximo Q (L/s)	Umbral Mínimo pH (upH)	Umbral Máximo pH (upH)	Umbral Máximo CE (μS/cm)
1	SF-BPC	N/A	5,5	9,0	1500
2	SF-AUL	14000	5,5	9,0	1500

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

**Tabla 6**

**Descripción medio de prueba:** Umbrales aplicables de Caudal (Q), pH y Conductividad Eléctrica (CE) para los puntos de monitoreo del componente "Agua" asociados a los DR "Pérez-Caldera 1" y "Pérez-Caldera 2". Elaboración SMA.

N°	Punto de Monitoreo	Q/Umbral Máximo			pH/Umbral Mínimo y Umbral Máximo				CE/Umbral Máximo		
		i1 (N)	i2 (%)	i3 (L/s)	i1 (N)	i2 (%)	i3- (upH)	i3+ (upH)	i1 (N)	i2 (%)	i3 (μS/cm)
1	SF-BPC	N/A	N/A	N/A	0	0,00%	0,00	0,00	<b>229</b>	<b>3,69%</b>	<b>1049</b>
2	SF-AUL	0	0,00%	0,00	7	0,16%	0,72	0,00	<b>254</b>	<b>6,06%</b>	<b>996</b>

i1: número de registros fuera de los rangos asociados a los umbrales aplicables.

i2: porcentaje de registros fuera de los rangos asociados a los umbrales aplicables respecto al total de registros reportados.

i3-: promedio de las diferencias negativas respecto al umbral mínimo de pH.

i3+: promedio de las excedencias respecto al umbral máximo de pH.

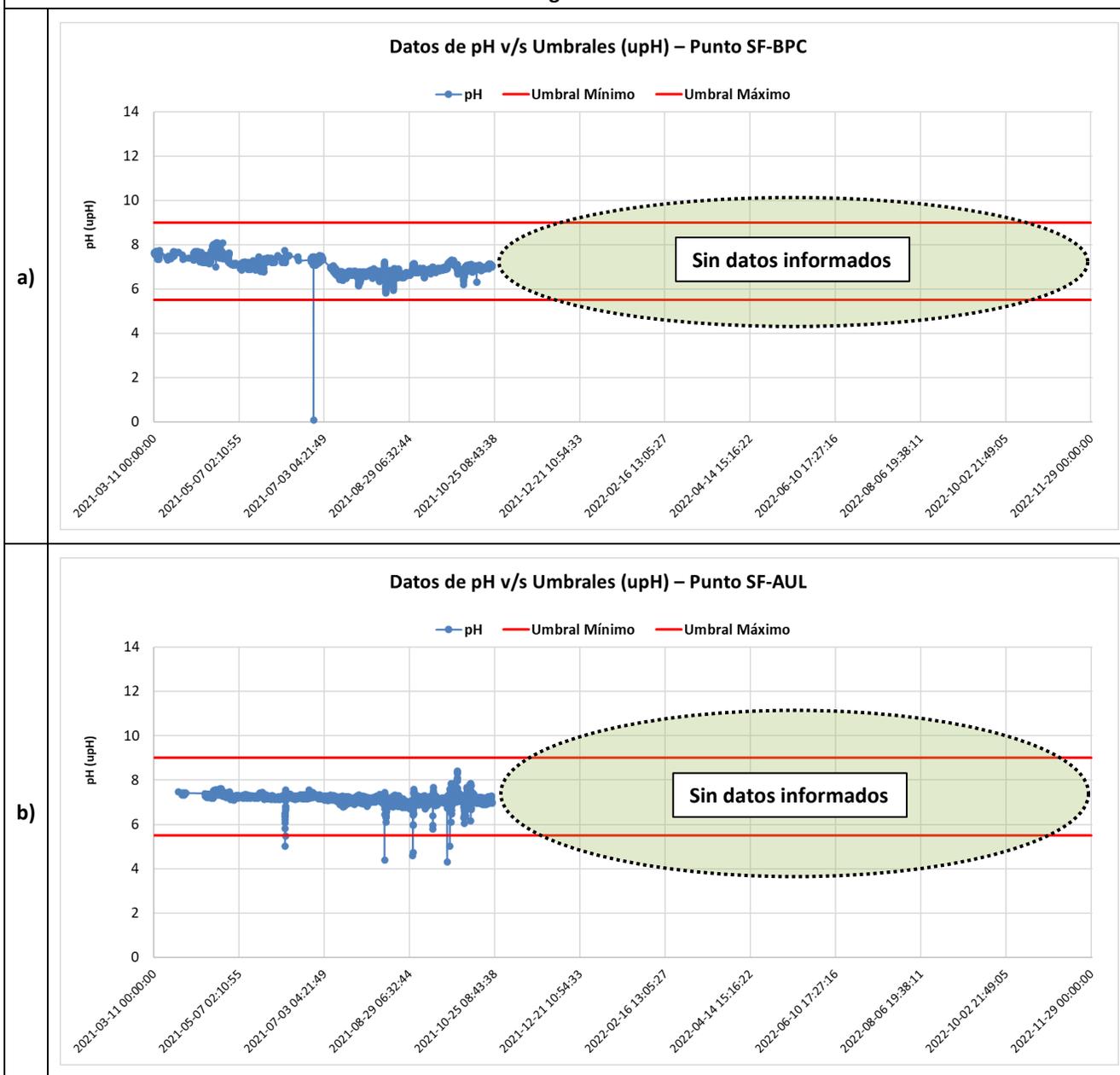
N/A: No aplica por ser un parámetro sin umbral aplicable en el punto de monitoreo.

**Tabla 7**

**Descripción medio de prueba:** Resumen de la comparación entre monitoreos en línea y umbrales aplicables de Caudal (Q), pH y Conductividad Eléctrica (CE) para los puntos de monitoreo del componente "Agua" asociados los DR "Pérez-Caldera 1" y "Pérez-Caldera 2". En las columnas se muestran los resultados de los indicadores i1, i2 e i3. Para el cálculo de los indicadores se excluyeron los registros de pH iguales o cercanos a 0 upH, los cuales presumiblemente se deberían a un error de los sensores de medición. En negrita se destacan los casos asociados a CE, que representan la mayor cantidad de superaciones en el periodo analizado (indicador i2) y la excedencia promedio que ello representa (indicador i3). Elaboración SMA.



## Registros



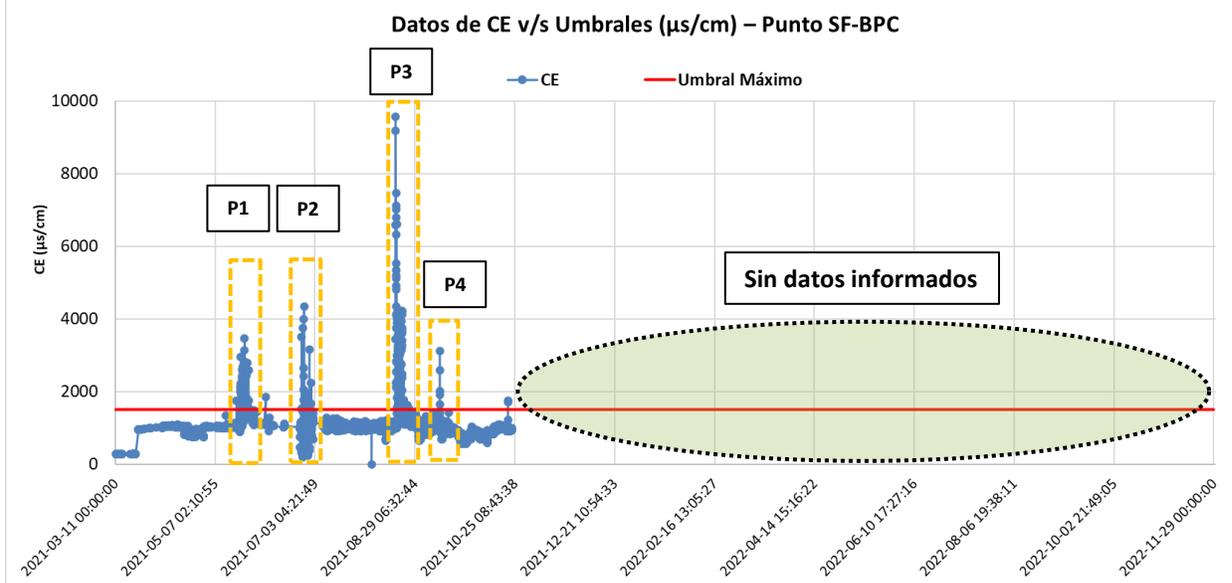
**Figura 4**

**Descripción medio de prueba:** Comparación entre los datos en línea de pH y los umbrales aplicables para los puntos de monitoreo: **a)** SF-BPC y **b)** SF-AUL, asociados a los DR “Pérez-Caldera 1” y “Pérez-Caldera 2”. Se observa en ambos casos que una baja cantidad de los registros se encuentra fuera de los umbrales. En verde se destacan las lagunas de información más prolongadas que fueron identificadas (conexión en línea interrumpida desde el día 23 de octubre de 2021). Algunos de los registros enviados son iguales a 0, lo que presumiblemente se debería a un error en los sensores de medición. Las fechas se presentan en formato de año-mes-día. Elaboración SMA.

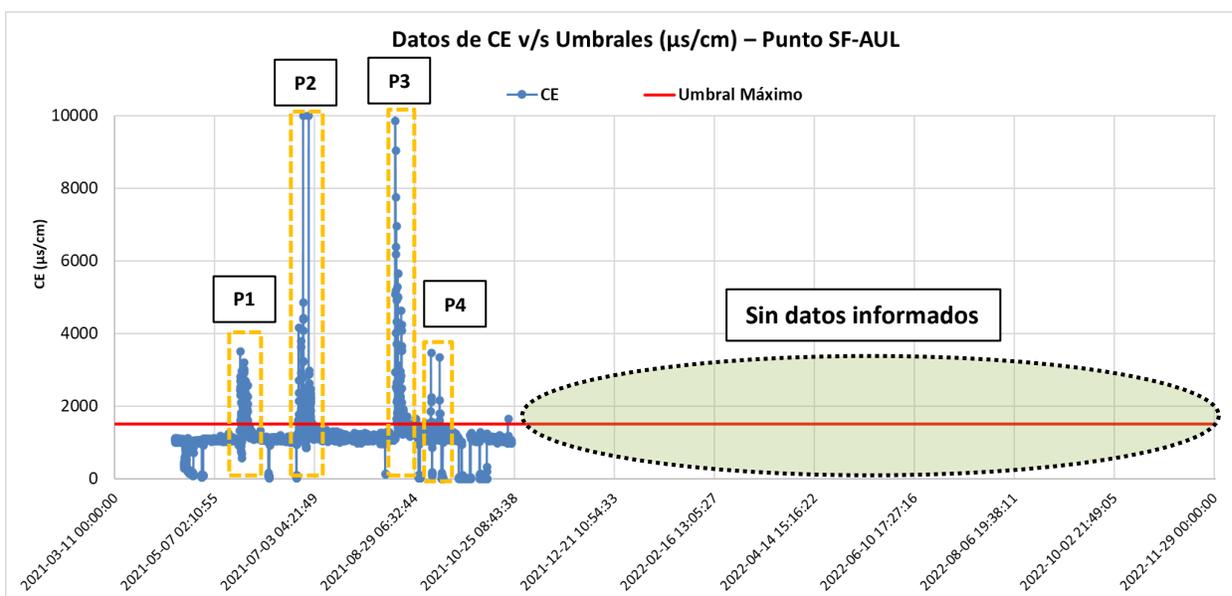


## Registros

a)



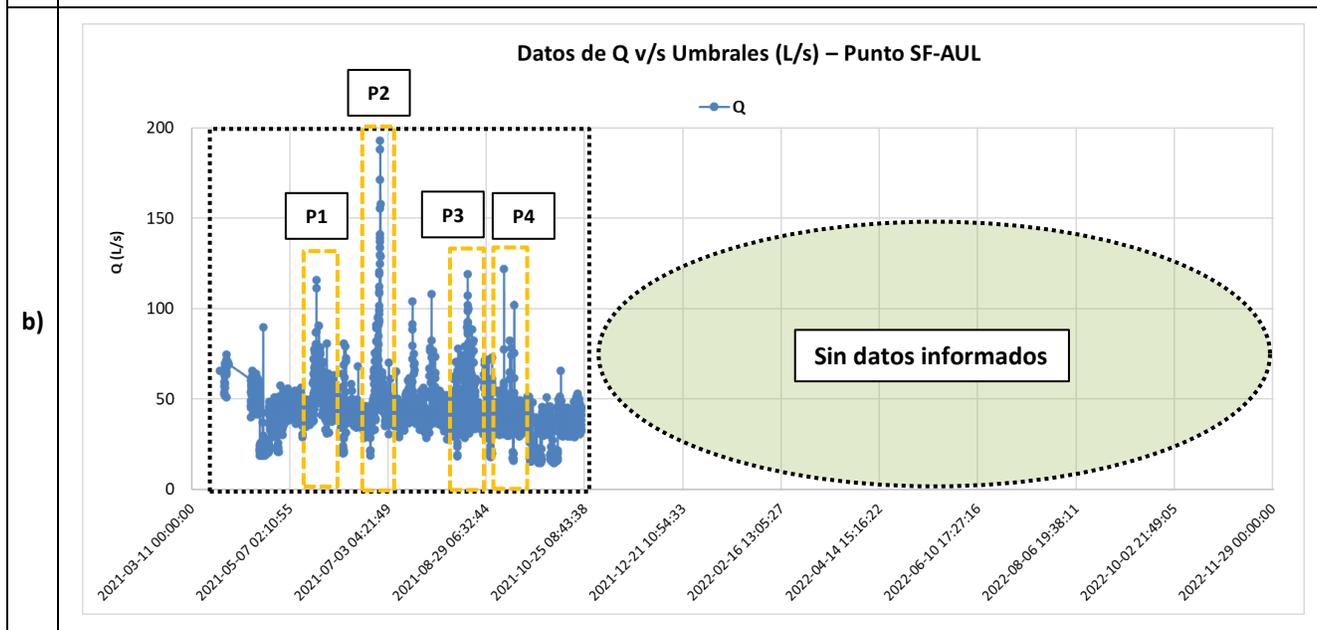
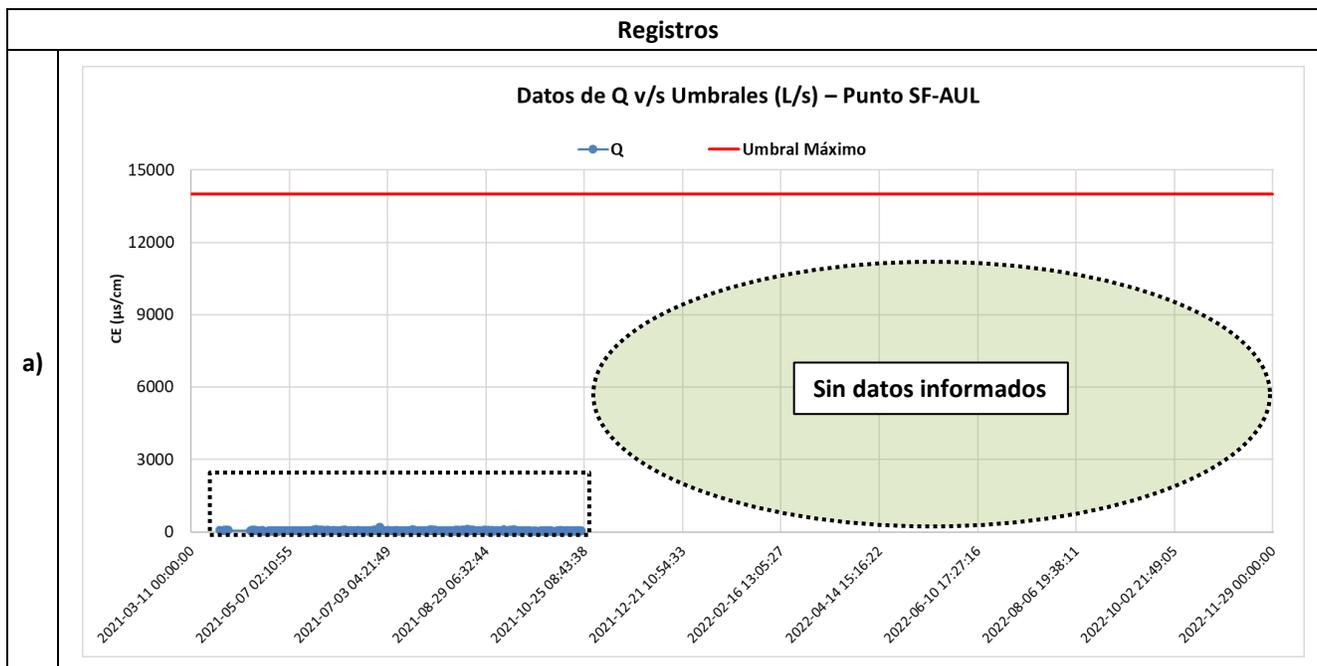
b)



**Figura 5**

**Descripción medio de prueba:** Comparación entre los datos en línea de Conductividad Eléctrica (CE) y los umbrales aplicables para los puntos de monitoreo: **a)** SF-BPC y **b)** SF-AUL, asociados a los DR “Pérez-Caldera 1” y “Pérez-Caldera 2”. Se observa en ambos casos que una proporción relevante de los registros supera el umbral. En verde se destacan las lagunas de información más prolongadas que fueron identificadas (conexión en línea interrumpida desde el día 23 de octubre de 2021). En amarillo se destacan los valores máximos registrados durante la transmisión de datos: **P1)** entre el 20 y el 26 de mayo de 2021, **P2)** entre el 24 y el 30 de junio de 2021, **P3)** entre el 18 y el 23 de agosto de 2021, y **P4)** entre el 06 y el 15 de septiembre de 2021. Algunos de los registros enviados son iguales a 0, lo que presumiblemente se debería a un error en los sensores de medición. Las fechas se presentan en formato de año-mes-día. Elaboración SMA.





**Figura 6**

**Descripción medio de prueba:** Datos en línea de Caudal (Q) en el punto de monitoreo SF-AUL asociado a los DR “Pérez-Caldera 1” y “Pérez-Caldera 2”. Se muestran dos visualizaciones: **a)** comparación con el umbral aplicable y **b)** vista de detalle en la escala de los datos recibidos (0 L/s a 200 L/s). Se observa que ninguno de los registros enviados ha superado el umbral. En verde se destacan las lagunas de información más prolongadas que fueron identificadas (conexión en línea interrumpida desde el día 23 de octubre de 2021). En amarillo se destacan los valores máximos registrados durante la transmisión de datos: **P1)** entre el 20 y 26 de mayo de 2021, **P2)** entre el 24 y el 30 de junio de 2021, **P3)** entre el 18 y el 23 de agosto de 2021, y **P4)** el 06 y el 15 de septiembre de 2021. Las fechas se presentan en formato de año-mes-día. Elaboración SMA.



## 6. CONCLUSIONES

De las actividades de fiscalización ambiental realizadas, esta Superintendencia logró verificar lo siguiente respecto a los datos de conexión en línea asociados a los DR “Pérez-Caldera 1” y DR “Pérez-Caldera 2”:

En relación con el estado de la conexión en línea:

- **Verificación de los puntos de monitoreo conectados:** se comprobó que el titular realizó el catastro API y la conexión en línea para los 2 puntos de monitoreo comprometidos de forma voluntaria en la Res. Ex. SMA N°1606/2021. No se identificaron diferencias en el emplazamiento de los puntos de monitoreo respecto a lo informado por el titular en sus registros históricos remitidos a esta Superintendencia.
- **Verificación de forma asociada a los datos de conexión en línea:** a partir del rango mínimo y el rango máximo definido para cada uno de los parámetros reportados, fue posible determinar que de todas las combinaciones posibles de puntos de monitoreo y parámetros (5 en total), en todas éstas se han reportado más del 88% de los datos dentro de los rangos.
- **Verificación de la fecha de inicio en la conexión en línea:** considerando los registros comprendidos dentro de los rangos admitidos por esta Superintendencia, Anglo American Sur S.A. comenzó la transmisión en línea en el plazo establecido en su compromiso voluntario (11 de marzo de 2021), para todos los parámetros exigidos, en sólo 1 de los 2 dispositivos comprometidos.
- **Verificación de la cantidad de registros reportados:** teniendo en cuenta la frecuencia de reporte comprometida y el periodo de análisis hasta el día 29 de noviembre de 2022, se desprende que para todos los compromisos dados por las combinaciones posibles de puntos de monitoreo y parámetros (5 en total), en todos éstos se ha enviado menos de un 25% de registros en la frecuencia comprometida, habiéndose interrumpido la conexión en línea desde el día 23 de octubre de 2021.

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

- **Comparación entre monitoreos en línea y umbrales:** se definieron tres indicadores para contrastar los datos en línea con los umbrales propuestos por el titular en su compromiso voluntario, orientados a contar con una medida de la cantidad de registros fuera de los rangos asociados a los umbrales y de la diferencia o excedencia que ello representa.
- **Discusión de los resultados obtenidos:** para el periodo analizado, el parámetro pH se comportó de forma estable en los dos puntos de monitoreo del río San Francisco. No obstante lo anterior, al analizar el parámetro Conductividad Eléctrica, existe una cantidad importante de registros que superaron el umbral de 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Los datos muestran que los aumentos de Conductividad Eléctrica coincidieron con los aumentos de Caudal registrados en las mismas fechas.
- **Conclusión sobre la ocurrencia de posibles infiltraciones u otros efectos aguas abajo:** la revisión integrada de los parámetros en línea analizados dio cuenta de una superación reiterada del umbral de Conductividad Eléctrica, lo cual podría ser indicativo de potenciales efectos aguas abajo que deben ser investigados. Visto lo anterior, es importante destacar que la propuesta de monitoreo en línea que el titular presentó voluntariamente, incluye acciones y medidas concretas ante la superación de los umbrales. Al respecto, es de relevancia que el titular presente los medios de verificación que den cuenta de la ejecución de dichas acciones, con la finalidad de esclarecer si los incrementos de Conductividad Eléctrica tienen relación con las obras o actividades asociadas a los depósitos de relaves u otras instalaciones de la faena minera Los Bronces, o si dicho comportamiento se debe a causas distintas.

En razón de lo expuesto precedentemente, esta Superintendencia activará los mecanismos de corrección temprana que correspondan, para que el titular Anglo American Sur S.A. rectifique, complemente y/o justifique los aspectos antes señalados que requieren de especial atención, con el fin de regularizar la conexión en línea DR “Pérez-Caldera 1” y DR “Pérez-Caldera 2” y actualizar en base a ello el análisis de control de infiltraciones u otros potenciales efectos aguas abajo de las instalaciones.



Finalmente, resulta fundamental que el titular reanude a la brevedad la conexión en línea con esta Superintendencia (la cual se encuentra interrumpida desde el día 23 de octubre de 2021), para que este organismo cuente con los datos necesarios que permitan hacer un seguimiento permanente y remoto para los puntos de monitoreo y parámetros que fueron comprometidos.



## 7. ANEXOS

N° Anexo	Nombre Anexo
1	Res. Ex. SMA N°1606, de fecha 14 de julio de 2021, que tiene presente los antecedentes remitidos por Anglo American Sur S.A. referente a la conexión en línea de carácter voluntario y solicita información complementaria que indica.
2	Presentación del titular Anglo American Sur S.A., de fecha 30 de julio de 2021, en respuesta a la Res. Ex. SMA N°1606/2021.
3	Presentación del titular Anglo American Sur S.A., de fecha 02 de diciembre de 2020, en respuesta a la Res. Ex. SMA N°2111/2020.

