



MINUTA DCPRH N°: 003 /

SANTIAGO, 05 de enero de 2022.

MAT. : Seguimiento emergencia Ambiental Estero Camisas, Región de Coquimbo.

REF. : Minuta N°3 del 30 de noviembre de 2021, Dirección Regional de Aguas de Coquimbo.

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVO	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES	5
4. CONCLUSIONES	9
5. ANEXOS	10
Anexo A: Base de Datos	10
Anexo B: Normativa.....	10

1. INTRODUCCIÓN

Minera Los Pelambres reportó un incidente ambiental que habría ocurrido el día lunes 01 de noviembre de 2021, donde se recibe el aviso de que en el sector de Bajo Camisas se detecta la presencia de un escurrimiento de aguas provenientes de la cámara de inspección de las piscinas de emergencia que se ubican en el sector. MLP señala que el agua contenida en la piscina correspondería a agua de proceso drenada producto de los trabajos para el recambio de la tubería del Sistema de Recirculación de Aguas, en el marco del proyecto INCO (RCA N°16/18). Además, indica que la filtración quedó contenida en una superficie aproximada de 70 m² a unos 20 metros de distancia de la piscina y 70 m de distancia al estero Camisas.

A partir del reporte de incidente N°8721 y denuncias ciudadanas (ID 15676; 15687; 15697) por la filtración y escurrimiento de aguas industriales de recirculación antes descrito, localizada en el sector Camisas en la comuna de Salamanca, el Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos (DCPRH) elaboró el presente informe con la finalidad de analizar los resultados del monitoreo efectuado los días 04 y 23 de noviembre de 2021 y determinar si la información presentada es técnicamente suficiente de tal forma que permita asegurar que no existirá un deterioro en la calidad de las aguas del Estero Camisas y APR El Arrayán.

La metodología de trabajo realizada por parte del DCPRH, consistió en ordenar y revisar la información provista por la Dirección Regional de Aguas de Coquimbo; en segundo lugar, se compiló en una base de datos toda la información asociada a monitoreo de calidad de aguas, tanto superficiales como subterráneas; y luego, se procedió a la revisión de la información asociada a cada uno de los puntos de monitoreo (incluyendo su ubicación espacial) y también, se analizó en su conjunto la información de calidad de aguas entre la estación DGA y los puntos de interés y la respectiva norma de referencia asociada al consumo de agua (NCh409/05).

A modo de contexto, es importante señalar que el monitoreo se efectuó en 6 puntos tras el incidente ocurrido el 01-11-2021 y, adicionalmente, se cuenta con registros de calidad de agua en 2 puntos cercanos al área de interés, pero en distintas fechas a la del incidente. Para mayor información de los puntos de monitoreo, tales como coordenadas, tipo de muestra y rango de fecha con registros, ver la Tabla 1.

Tabla 1. Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua

Punto de Monitoreo	Tipo de Medición	Coordenadas ⁽¹⁾		Tipo de Muestra	Fechas con Registros
		Este (m)	Norte (m)		
CAM4	PSA Embalse Corrales	318.440	6.468.135	Agua Superficial	enero 2020 a febrero 2021
APR El Arrayán	Registro Histórico	314.580	6.470.831	Agua Subterránea	octubre 2016 y agosto 2018
Esteros Camisas Ag. Abajo E. Corrales	Puntual	318.318	6.468.557	Agua Superficial	04 y 23 noviembre 2021
Esteros Camisas Ag. Abajo Piscina Emergencia	Puntual	317.530	6.468.927	Agua Superficial	04 y 23 noviembre 2021
Pozo N°1 APR El Arrayán - Palquial	Puntual	315.289	6.471.060	Agua Subterránea	04 y 23 noviembre 2021
Pozo N°2 APR El Arrayán - Palquial	Puntual	315.500	6.470.876	Agua Subterránea	04 y 23 noviembre 2021

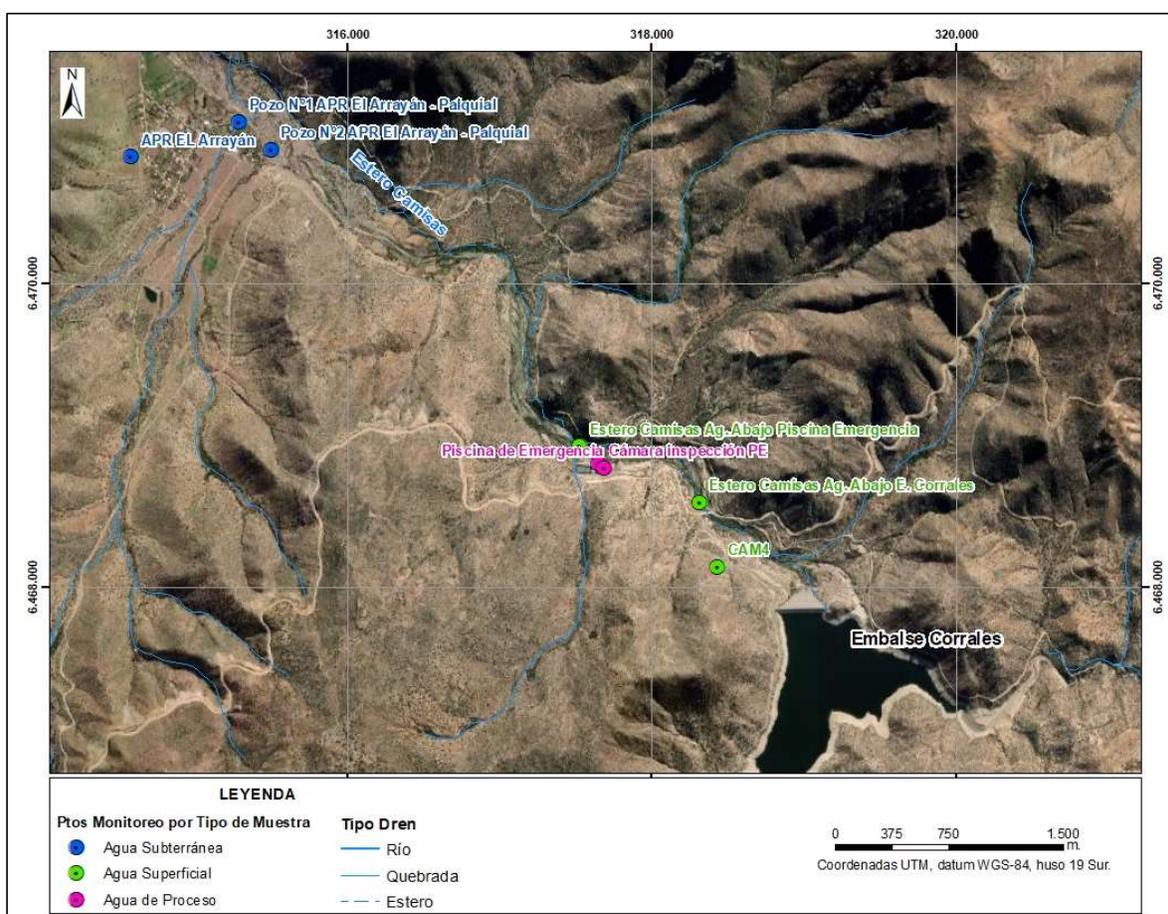
Punto de Monitoreo	Tipo de Medición	Coordenadas ⁽¹⁾		Tipo de Muestra	Fechas con Registros
		Este (m)	Norte (m)		
Cámara inspección PE	Puntual	317.653	6.468.814	Agua de Proceso	04 noviembre 2021
Piscina de Emergencia	Puntual	317.693	6.468.783	Agua de Proceso	04 noviembre 2021

⁽¹⁾ Coordenadas en UTM, datum WGS-84, huso 19 Sur.

Fuente: Elaboración Propia

Cabe señalar que los puntos de interés se ubican aguas arriba y aguas abajo de la filtración de las piscinas de emergencia de MLP. Además, se observa que los APR se encuentran aguas abajo de la filtración aproximadamente a 3km. En la Figura 1 se presenta la ubicación de los puntos de interés.

Figura 1. Ubicación de los Puntos de Monitoreo de Calidad de Agua



Fuente: Elaboración Propia

2. OBJETIVO

Entregar y analizar los resultados del seguimiento de la calidad de las aguas del Estero Camisas y APR el Arrayán realizados los días 04 y 23 de noviembre de 2021.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

El primer resultado consiste en la base de datos que contiene los siguientes campos: punto de monitoreo, parámetros de laboratorio e in situ, valor y unidad reportada en el certificado de laboratorio, valor umbral de acuerdo a la norma de referencia (NCh 409/05) e identificación de si se supera o no el límite máximo permisible de dicha norma, nombre de laboratorio que analizó la muestra, código de certificado de laboratorio y/o muestra, entre otros.

En función de la base de datos descrita anteriormente, se obtiene que cada punto tiene distinta cantidad de parámetros monitoreados en cada fecha, sin embargo, se destaca que tanto aguas arriba como aguas abajo de la filtración se analizó un set de parámetros superior a 40 analitos. Para mayor detalle ver la Tabla 2.

Tabla 2. Recuento de Parámetros de acuerdo con cada Campaña de Monitoreo

Punto de Monitoreo	Recuento de Parámetros por Campañas								
	Año	2016	2018	2020			2021		
Mes	oct	ago	ene	feb	dic	ene	feb	nov	
Día	4	8	30	26	18	28	25	4	23
APR El Arrayán	26	22	-	-	-	-	-	-	-
CAM4	-	-	47	47	49	42	42	-	-
Cámara Inspección PE	-	-	-	-	-	-	-	27	-
Estero Camisas Ag. Abajo E. Corrales	-	-	-	-	-	-	-	43	46
Estero Camisas Ag. Abajo Piscina Emergencia	-	-	-	-	-	-	-	44	46
Piscina de Emergencia	-	-	-	-	-	-	-	27	-
Pozo N°1 APR El Arrayán - Palquial	-	-	-	-	-	-	-	43	46
Pozo N°2 APR El Arrayán - Palquial	-	-	-	-	-	-	-	43	46

(-): sin información.

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentan los resultados de pH y conductividad de los diferentes puntos de monitoreo y en las distintas campañas de muestreo, ver Tabla 3 y Tabla 4, respectivamente.

Tabla 3. Valor Reportado pH

Punto de Monitoreo	pH						
	Año	2016	2018	2020			2021
Mes	oct	ago	ene	feb	dic	ene	feb
Día	4	8	30	26	18	28	25
APR El Arrayán	6,76	7,10	-	-	-	-	-
CAM4	-	-	7,29	7,50	8,19	7,73	8,06

(-): sin información.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. Valor Reportado Conductividad

Punto de Monitoreo	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)								
	Año	2016	2018	2020			2021		
	Mes	oct	ago	ene	feb	dic	ene	feb	nov
	Día	4	8	30	26	18	28	25	4
APR El Arrayán	307	346	-	-	-	-	-	-	-
CAM4	-	-	323	341	396	328	327	-	-
Estero Camisas Ag. Abajo E. Corrales	-	-	-	-	-	-	-	432	406
Estero Camisas Ag. Abajo Piscina Emergencia	-	-	-	-	-	-	-	448	426
Pozo N°1 APR El Arrayán - Palquial	-	-	-	-	-	-	-	432	478
Pozo N°2 APR El Arrayán - Palquial	-	-	-	-	-	-	-	409	457

(-): sin información.

Fuente: *Elaboración Propia*

A partir de la información presentada en la tabla N°1 de la Resolución Exenta de la SMA N°2395 de fecha de 05 de noviembre de 2021, la cual contiene los resultados de la medición in situ de pH y conductividad tanto de la piscina como de la filtración en la cámara de inspección, es posible dimensionar el orden de magnitud de dichos parámetros, los que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Conductividad y pH in situ Cámara de Inspección y Piscina de Emergencia MLP

Punto de Monitoreo	pH	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Piscina Emergencia	10,42	5.009
Cámara de Inspección	9,02	4.963

Fuente: *Elaboración propia extraído de la Tabla N°1 Res Ex.SMA N°2395/2021.*

Sumado a lo anterior, se realizó la toma de muestra tanto de la cámara de inspección como de la piscina de emergencia el día 04 de noviembre de 2021, las cuales fueron analizadas por el laboratorio ETFA Hidrolab con un set idéntico de 27 parámetros (tal como se describió en la Tabla 2 del presente documento). Los parámetros considerados en el análisis corresponden a: Aluminio Disuelto, Aluminio Total, Arsénico Total, Boro Total, Cadmio Total, Calcio Total, Cobalto Total, Cobre Disuelto, Cobre Total, Cromo Total, Hierro Total, Magnesio Total, Manganeso Disuelto, Manganeso Total, Mercurio Total, Molibdeno Disuelto, Molibdeno Total, Níquel Disuelto, Níquel Total, Plata Total, Plomo Disuelto, Plomo Total, Potasio Total, Selenio Total, Sodio Total, Zinc Disuelto, Zinc Total.

Es relevante mencionar que, los parámetros anteriormente expuestos (metales y metaloides) no evidencian concentraciones por sobre la norma de referencia de consumo de agua, por lo que, en caso de alcanzar al recurso hídrico, ya sea superficial o subterráneo, es muy probable que sus concentraciones continúen por debajo de los límites máximos permisibles asociados a la norma de referencia NCh409/05, debido principalmente a fenómenos de transporte y fisicoquímicos, tales como filtración y/o dilución según sea el caso.

Complementando a lo anterior, se identificó aquellos parámetros que superan al límite máximo permisible de la norma chilena de referencia 409 en los demás puntos de monitoreo. Es relevante señalar que la fiscalización de la NCh 409/05 se realiza en la

salida del servicio de agua potable, por lo que no es competencia de la DGA sino de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y el Servicio de Salud.

En la Tabla 6 se observan 6 parámetros que superan el límite máximo permisible de dicha norma, estos son: coliformes fecales, fenol, hierro total, magnesio total, manganeso total y mercurio total; en distintas campañas de monitoreo y puntos de muestreo.

Por otra parte, de acuerdo con el incidente de filtración desde la cámara de inspección y de la piscina de emergencia de MLP del 01 de noviembre del 2021, tanto en la campaña del 04 de noviembre como en la campaña del 23 del mismo mes, se supera la norma de referencia para los parámetros de Fenol y Coliformes Fecales, en los puntos ubicados aguas arriba y aguas abajo del incidente.

Para el caso de la superación del límite máximo permisible de Fenol, se identifican cuatro puntos de muestreo donde se supera, éstos son: Estero Camisas Aguas Abajo Embalse Corrales, Estero Camisas Aguas Abajo Piscina Emergencia, Pozo N°1 y N°2 APR El Arrayán – Palquial. Además, se observa que en todos los casos el valor reportado corresponde a <0,1 mg/l, equivalente al límite de detección de fenol según la metodología de análisis del laboratorio Hidrolab. Cabe señalar que, en la norma de referencia la concentración de fenoles corresponde a 0,002 mg/l. Para efectos del presente análisis se considera que la concentración de fenol es igual a la del límite de detección (0,1 mg/l) siendo superior al LMP de la NCh409/05 (0,002 mg/l).

Sumado a lo anterior, para el caso de Coliformes Fecales se observa que sólo en dos puntos de monitoreo se supera el límite máximo permisible de la norma de referencia, éstos son: Estero Camisas Aguas Abajo Embalse Corrales y Estero Camisas Aguas Abajo Piscina Emergencia. Se destaca que la superación de la norma de referencia corresponde a una misma campaña, la cual se efectuó el 23 de noviembre de 2021, los valores reportados son 330 y 11 NMP/100 ml, respectivamente. Cabe señalar que, la norma de referencia tiene un valor umbral de 5 NMP/100 ml.

Tabla 6. Parámetros que superan el LMP de la Norma de Referencia (NCh409)

Punto de Monitoreo	Fecha de Muestreo	Parámetros	Unidad	Valor Reportado	Valor Umbral NCh 409	LD	Nombre Laboratorio
APR El Arrayán	04/10/2016	Hierro Total	mg/l	5	0,3	-	LABDGA
APR El Arrayán	04/10/2016	Mercurio Total	mg/l	<0,002	0,001	-	LABDGA
CAM4	30/01/2020	Coliformes Fecales	NMP/100ml	23	5	-	U.La Serena
CAM4	30/01/2020	Magnesio Total	mg/l	7807	125	-	U.La Serena
CAM4	30/01/2020	Manganeso Total	mg/l	0,204	0,1	-	U.La Serena
CAM4	18/12/2020	Manganeso Total	mg/l	0,569	0,1	-	U.La Serena
CAM4	28/01/2021	Manganeso Total	mg/l	0,674	0,1	-	U.La Serena
Estero Camisas Ag. Abajo E. Corrales	04/11/2021	Fenol	mg/l	<0,1	0,002	<0,1	Hidrolab

Punto de Monitoreo	Fecha de Muestreo	Parámetros	Unidad	Valor Reportado	Valor Umbral NCh 409	LD	Nombre Laboratorio
Estero Camisas Ag. Abajo E. Corrales	23/11/2021	Coliformes Fecales	NMP/100ml	330	5	<1,8	Hidrolab
Estero Camisas Ag. Abajo E. Corrales	23/11/2021	Fenol	mg/l	<0,1	0,002	<0,1	Hidrolab
Estero Camisas Ag. Abajo Piscina Emergencia	04/11/2021	Fenol	mg/l	<0,1	0,002	<0,1	Hidrolab
Estero Camisas Ag. Abajo Piscina Emergencia	23/11/2021	Coliformes Fecales	NMP/100ml	11	5	<1,8	Hidrolab
Estero Camisas Ag. Abajo Piscina Emergencia	23/11/2021	Fenol	mg/l	<0,1	0,002	<0,1	Hidrolab
Pozo N°1 APR El Arrayán - Palquial	04/11/2021	Fenol	mg/l	<0,1	0,002	<0,1	Hidrolab
Pozo N°1 APR El Arrayán - Palquial	23/11/2021	Fenol	mg/l	<0,1	0,002	<0,1	Hidrolab
Pozo N°2 APR El Arrayán - Palquial	04/11/2021	Fenol	mg/l	<0,1	0,002	<0,1	Hidrolab
Pozo N°2 APR El Arrayán - Palquial	23/11/2021	Fenol	mg/l	<0,1	0,002	<0,1	Hidrolab

LMP: Límite Máximo o Mínimo Permisible según la norma de referencia.

LD: Límite de Detección.

(-): sin información.

Fuente: Elaboración Propia

4. CONCLUSIONES

A partir de la información presentada en los ítems anteriores, se concluye que:

- La calidad de las aguas del Estero Camisas y APR El Arrayán no evidencia afectación con ocasión del derrame de MLP desde la cámara de inspección y piscina de emergencia, sustentado principalmente porque los parámetros que superan la norma de referencia NCh 409/05 corresponden a parámetros como concentración de fenol y coliformes fecales, ambos sin ser vinculantes al agua de proceso caracterizada por pH básicos (del orden de 9 a 10) y altas conductividades (del orden de 5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Además, el agua contenida en la piscina de emergencia y en la cámara de inspección en cuanto a metales y metaloides no superan la norma de referencia para el consumo de agua potable.
- En el caso de los parámetros como hierro, magnesio, manganeso y mercurio todos expresados en su fracción total, superan la norma de referencia asociado al consumo de agua en campañas de monitoreo previas al incidente denunciado (2016, 2020 y 2021), en los puntos denominados APR El Arrayán y CAM4. Además, no se evidencia una tendencia o constante en la superación del límite máximo permisible, sino más bien corresponde a una superación puntual de la concentración.
- Para el caso de los puntos de monitoreo: APR El Arrayán, Estero Camisas Aguas Abajo Embalse Corrales, Estero Camisas Aguas abajo Piscina de Emergencia, Pozo N°1 y N°2 APR El Arrayán – Palquial, en que se supera la norma en la concentración de fenol y mercurio total, éstas corresponden a valores reportados en el certificado de laboratorio equivalentes al límite de detección, lo que conlleva a concluir que se desconoce con exactitud si realmente supera a la norma de referencia o no, dado que dicho límite de detección es mayor que el valor umbral normado.
- Por último, es posible concluir que los puntos de monitoreo y su distribución espacial fueron correctamente definidos, tomando muestras tanto aguas arriba como aguas abajo del incidente.

5. ANEXOS

A continuación, se presentan dos Anexos, el primero corresponde a la base de datos utilizada para el presente informe y análisis de calidad de las aguas, y el segundo corresponde a un extracto de la normativa de referencia utilizada en dichos análisis.

Anexo A: Base de Datos

Este anexo corresponde a una planilla Excel que contiene los puntos de monitoreo, parámetros de laboratorio e in situ, valor y unidad reportada en el certificado de laboratorio, valor umbral de acuerdo a la norma de referencia (NCh 409/05) e identificación de si se supera o no el límite máximo permisible de dicha norma, nombre de laboratorio que analizó la muestra, código de certificado de laboratorio y/o muestra, entre otros.

Se facilita el siguiente link para proceder a la descarga de la base de datos de calidad de aguas:

<https://drive.google.com/drive/folders/1mbY9OI1U2QBnXf0Q5MANHvvcp-ncRHOB?usp=sharing>

Anexo B: Normativa

A continuación, se presenta un extracto de los límites máximos y mínimos permisibles, para el cumplimiento de los requisitos de calidad del agua potencialmente afectados en la zona de interés correspondiente al consumo agua potable rural. La norma asociada corresponde a la Norma Chilena NCh409/1 Of.2005 la cual presenta los requisitos de calidad del agua para el agua potable. Dicha norma se utilizó para el análisis de calidad de agua del presente documento.

En la Tabla A.1 se presentan los límites máximos permisibles de acuerdo con la NCh 409/05, destacando en color naranja los parámetros que eventualmente superan la normativa de interés en las campañas vinculadas al incidente denunciado.

Tabla A.1. Extracto de Límites Permisibles según la NCh409

Parámetros	Máx. NCh 409	Unidad	Tipo
Amoniaco	1,5	mg/l	Organoléptica/Inorgánicos
Arsénico Total	0,01	mg/l	Químico/No Esencial
Benceno	10,00	ug/L	Químico/Orgánico
Cadmio Total	0,01	mg/l	Químico/No Esencial
Cianuro Total	0,05	mg/l	Químico/No Esencial
Cloruro	400,0	mg/l	Organoléptica/Inorgánicos
Cobre Total	2,0	mg/l	Químico/Esencial
Coliformes Fecales	5,0	NMP/100ml & Ausencia de E. Coli	Microbiológicos
Color	20,0	Pt-Co	Organoléptica/Físicos
Cromo Total	0,05	mg/l	Químico/Esencial
Fenol	2,0	ug/L	Organoléptica/Orgánicos
Fluoruro Total	1,5	mg/l	Químico/Esencial
Hierro Total	0,3	mg/l	Químico/Esencial
Magnesio Total	125,0	mg/l	Químico/Esencial

Parámetros	Máx. NCh 409	Unidad	Tipo
Manganeso Total	0,1	mg/l	Químico/Esencial
Mercurio Total	0,001	mg/l	Químico/No Esencial
Nitrato	50,0	mg/l	Químico/No Esencial
Nitrito	3,0	mg/l	Químico/No Esencial
Olor	Inodora	-	Organoléptica/Físicos
pH in situ	6.5-8.5	Adimensional	Organoléptica/Inorgánicos
Plomo Total	0,05	mg/l	Químico/No Esencial
Razón Nitrato + Nitrito	1,0	mg/l	Químico/No Esencial
Sabor	Insípida	-	Organoléptica/Físicos
Selenio Total	0,01	mg/l	Químico/Esencial
Sólidos Disueltos Totales	1500,0	mg/l	Organoléptica/Inorgánicos
Sulfato	500,0	mg/l	Organoléptica/Inorgánicos
Tetracloroetano	40,0	ug/L	Químico/Orgánico
Tolueno	700,0	ug/L	Químico/Orgánico
Turbiedad in situ	20,0	UNT & Media mensual \leq 2	Microbiológicos
Xileno	500,0	ug/L	Químico/Orgánico
Zinc Total	3,0	mg/l	Químico/Esencial

Fuente: Elaboración Propia extraído de la norma NCh409/05.