

EN LO PRINCIPAL: EVACÚA TRASLADO. OTROSÍ: ACOMPAÑA DOCUMENTOS.

SEÑOR  
SUPERINTENDENTE DEL MEDIO AMBIENTE



FERNANDO MOLINA MATTA y PAULINA SANDOVAL VALDÉS, ambos en representación, según consta en este expediente administrativo sancionador, de LÁCTEOS DEL SUR S.A. Rol Único Tributario N° 76.716.680-K, D-087-2017 cuya fiscal instructora es doña GABRIELA TRAMÓN PÉREZ, al Señor Superintendente del Medio Ambiente, respetuosamente digo:

Que, por este acto vengo en evacuar el traslado conferido en el resuelvo III de la Resolución Exenta N° 6, de fecha 23 de abril de 2018 (“Res. Ex. N°6/2018”), respecto de las actas de la diligencia realizadas por esta Superintendencia con fecha 27 de marzo del presente año, así como de sus anexos los que se incorporaron al expediente mediante la referida resolución.

El referido traslado se evacúa dentro de plazo en tanto el plazo original de 5 días hábiles otorgado por la Res. Ex. N°6/2018, fue ampliado en 2 días hábiles adicionales de acuerdo a lo dispuesto en el Resuelvo I de la Resolución Exenta N° 7, de fecha 9 de mayo de 2018 (“Res. Ex. N°7/2018”).

Respecto de las observaciones realizadas por los denunciados mediante escritos presentados con fecha 8 de mayo de 2018, desde ya las descartamos de plano; no obstante, nos reservamos el derecho a presentar nuestros descargos en una instancia posterior. En consecuencia, a continuación nuestras observaciones las que se refieren exclusivamente a los resultados de la diligencia realizada por la SMA el 27 de marzo de 2017, las que en términos generales dicen relación con los siguientes aspectos:

- (i) Los resultados permiten concluir que existe una mejora en los parámetros de calidad de agua lo que permite sostener la efectividad de la medida de suspensión de la descarga de Riles.
- (ii) No obstante ello, la calidad del agua del Estero Mulpulmo se mantiene alterada en determinados parámetros se explica por la existencia de múltiples fuentes difusas presentes antes y después de la Planta de Riles (“PTR”). Es decir, estamos frente a un sector donde ha existido diversas actividades agropecuarias, entre ellas, las desarrolladas por el propio denunciante, que han influido en que exista una descarga continua sobre el estero en análisis.

Ello se desprende de la superación de parámetros antes de la PTR, como ocurre con Coliformes Fecales y Cloruros, la disminución de Oxígeno Disuelto antes y después de la PTR y la existencia de aportes inorgánicos a la calidad del agua, en circunstancia que el aporte de la PTR es mayoritariamente orgánico.

- (iii) Es decir, es posible concluir de manera fehaciente que existe una alta intervención antrópica e histórica en el Estero Mulpulmo lo que sumado a sus especiales características físicas explica el estado de la calidad del agua.

**I. Respecto de la calidad de las aguas del Estero Mulpulmo y Yutreco.**

**1. Existe una mejora en los parámetros de calidad de agua lo que permite sostener la efectividad de la medida de suspensión de la descarga de Riles.**

- 1.1. De acuerdo a lo informado, la descarga de Riles se suspendió el día 15 de enero de 2018, fecha en que se dio inicio al riego de Riles de conformidad a lo aprobado en virtud de la Resolución Exenta N° 96/2017, tal como consta en el comprobante de aviso enviado a esta Superintendencia en el sistema de seguimiento ambiental.

Cabe destacar que la suspensión de la descarga de la Planta de Riles (“PTR”) ha significado una mejora en los parámetros monitoreados, tal como consta de los resultados de los muestreos realizados por la SMA.

- 1.2. A este respecto resulta relevante comparar los muestreos realizados por la SMA el 21 de abril de 2017 (Tabla N° 1), oportunidad en que la PTR se encontraba descargando sus Riles al Estero Mulpulmo, con los resultados de los muestreos realizados el día 27 de marzo de 2018 (Tabla N° 2), oportunidad en que la PTR ya había cesado la descarga.

- 1.3. De acuerdo a lo señalado en el Informe de Fiscalización DFZ-2017-4708-X-RCA-IA, la SMA concluye que existiría un aumento significativo en los parámetros de DBO5, Fósforo y Nitrógeno en el Estero Mulpulmo los que de tener “*valores indetectables aguas arriba*” habrían pasado a valores de 381mg/l, 7,55 mg/l y 23,1 mg/l respectivamente aguas abajo lo que habría provocado “*el deterioro del cuerpo de agua, causando un ambiente anóxico y por otro lado, el aumento de nutrientes mezclado con otros factores físicos, causa la eutroficación del Estero Mulpulmo, producto de la descarga de Riles con alta carga orgánica y nutrientes vertidos en el canal artificial, tributario de dicho estero*”.

Tabla N° 1. Resultados monitoreos SMA 21 de abril de 2017.

Parámetro	Unidad	E1	E2	E3	-
		170502203	170502202	170502204	170502205
Coliformes fecales	NMP/100 ml	920	49	170	9.200
DBO5	mg O2/L	< 2,0	7	363	381
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	3,07	4,52	22,3	23,1
Fosforo	mg/L	< 0,2	< 0,2	7,15	7,55
pH	-	7,2	7,24	6,84	6,99
Temperatura	°C	11,9	20,7	20,4	19,7
Cloruros	mg/L	7,48	67,4	158	171

\* Elaboración propia en base a los resultados de muestreos de la SMA.

- 1.4. Por su parte, los resultados del monitoreo realizado por la SMA el 27 de marzo de 2018, permiten comprobar que los parámetros identificados como aquellos que serían causantes de “ambiente anóxico y eutroficación” del estero presentan mejoras atribuibles a la suspensión de la descarga, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 2. Resultados monitoreos SMA 27 de marzo de 2018.

Parámetro Medido	Unidad/Infome	Mulpulmo costado camino antes de la Planta Mulpulmo	Mulpulmo después de la descarga de la PTR	Mulpulmo camino al interior Fundo Sr. Romero	Mulpulmo en casa Sr. Romero	Mulpulmo aguas arriba confluencia Yutreco	Aguas abajo confluencia Yutreco
Accites y Grasas	mg/l	< 4,2	< 4,2	< 4,2	< 4,2	< 4,2	< 4,2
Cloruros	mg/l	119	98	60	61	43	61
DBO5	mg/l	< 2	4	< 2	< 2	< 2	< 2
Hierro	mg/l	0.174	1.712	0.477	0.477	0.398	0.632
Fósforo	mg/l	< 0,033	0.272	0.86	0.29	< 0,033	0.11
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/l	1.54	2.15	1.09	1.59	1.5	1.65
Sólidos suspendidos totales	mg/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	14
Poder Espumógeno	mm	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8
pH	Unidad	7.4	6.5	6.4	6.8	7	6.8
T°	C°	12.7	13.5	13.5	14.4	12.5	13.6
Coliformes Fecales	NMP/100ml	3.000	16.000	130	80	7	110

\*Elaboración propia en base a los resultados de los muestreos ordenados por la SMA.

En efecto, y tal como muestra la tabla, el DBO5 de 363 mg/l pasó a tener valores de 4 mg/l. Por su parte, el Fósforo pasó de 7,15 mg/l a 0,272 mg/l. Por último, el Nitrógeno pasó de tener valores de 22,3 mg/l a 2,15mg/l.

Respecto de los parámetros Aceites y Grasas, Cloruros, Sólidos Suspendidos Totales y Poder Espumógeno también registraron una disminución. Por su parte, el Hierro se mantiene dentro de los mismos rangos.

Dicha situación se mantiene aguas abajo del Estero Mulpulmo hacia la confluencia con el Estero Yutreco, en los que se constata que los parámetros siguen disminuyendo o, bien, se mantienen constantes.

Todos los parámetros monitoreados se mantienen bajo los límites establecidos en el D.S. 90/00, los que si bien corresponden a una norma de emisión y no de calidad permiten sostener que la suspensión de la descarga ha tenido un efecto positivo en la calidad del agua del Estero Mulpulmo.

- 1.5. Para el caso de los Coliformes Fecales (CF), los que presentan un aumento en su concentración que no es posible desconocer, no es posible explicarlos por la actividad del proyecto sino debido a un conjunto de factores, unido a múltiples fuentes presentes en el área.

En efecto, como se deduce claramente de las propias mediciones realizadas por la SMA(materia que se desarrollará más adelante), existen otras fuentes presnetes en el área que claramente han incidido en la presencia de este contaminante en el estero. Adicionalmente, es necesario considerar que en el área posterior a la descarga de la Planta de Riles, se presenta un fenómeno de proliferación de carga bacteriana dado, entre otros factores, que existe escaso caudal y escurrimiento que presenta el Mulpulmo entre las estaciones medidas por la SMA al costado del camino antes de la Planta de Lácteos del Sur y antes del ingreso de agua que se realiza desde el Yutreco al Mulpulmo por la propiedad del Sr. Romero, uno de los denunciantes del proceso sancionatorio.

Es necesario considerar que el Estero Mulpulmo es un estero artificial, mayoritariamente de tramos rectos, de unos 2 a 6 metros de ancho, desprovisto de vegetación arbustiva en casi todo su recorrido, que se alimenta principalmente de infiltración de aguas subterráneas y lixiviación de predios que llegan a su lecho, mediante un sistema de canales artificiales construidos con el fin de drenar terrenos agrícolas, tal como consta en el informe que se adjunta.

Lo anterior, se pudo apreciar por parte de la SMA en la visita inspectiva realizada en la cual se pudo constatar que el Mulpulmo presenta un bajo caudal y escasa escorrentía

superficial en toda la sección que va desde el costado del camino al lado de la Planta y hasta el ingreso de un caudal de agua relevante proveniente desde el Yutreco.

1.6. En cuanto a los resultados de las mediciones de CF en el Estero Mulpulmo, éstos permiten realizar las siguientes afirmaciones que dan cuenta de otros factores, distintas a la descarga del PTR, que determinan la presencia de dicho contaminante:

(i) En el muestreo de la SMA del 21.04.2017, los registros de CF son del orden de 920 NMP/100 ml, superior a los registros obtenidos antes y después de la descarga de la PTR, con 49 y 170 NMP/100 ml, respectivamente.

Asociado a esta variable, la temperatura de la E1 (11,9°C) es mucho más baja que la registrada en las 2 estaciones siguientes, con 20,7 y 20,4°C, respectivamente, lo que evidencia un aporte de una fuente difusa externa, previo a la PTR Planta Mulpulmo, y que confluye a la E1.

También se observa un incremento de CF desde 170 NMP/100 ml (E3 aguas abajo PTR) a 9.200 NMP/100 ml a 300 m aguas abajo de la descarga de la PTR (Informe 10502204 (E3) y 17022205), lo que evidencia un nuevo aporte difuso proveniente de una fuente externa de CF no relacionadas con la PTR, y que aumenta significativamente la carga de esta variable.

(ii) Por su parte, en el muestreo de la SMA del 27.03.18, los registros de CF son del orden de 3.000 NMP/100 ml en la E1 (antes de la PTR), y de 16.000 NMP/100 ml en la E3 (después de la PTR), lo que se verificó más de 2 meses (70 días) después de que la PTR dejó de descargar en el Estero Mulpulmo.

(iii) Ambos registros evidencian un aporte de CF no relacionadas con la PTR, y que mantienen el registro fuera de los límites establecidos por el D.S. 90/00, en monitoreos realizados en 247 días de diferencia (entre 21.04.2017 y 27.03.2018).

1.7. De esta forma, es posible concluir que existe una situación de mejora de la calidad del agua del Estero Mulpulmo en base a los parámetros objetivos monitoreados por la SMA, con excepción de los CF cuya proliferación se debe a los factores mencionados.

La mejora en los parámetros monitoreados permite sostener que la medida de suspensión de la descarga de Riles al Estero Mulpulmo ha sido efectiva para hacerse cargo de los efectos ocasionados por la descarga atribuible a la Planta de Riles de Lácteos del Sur, con la excepción de los CF cuyo aporte es atribuible a fuentes difusas, sumado a condiciones específicas en el tramo analizado, que no es posible vincular a la Planta de Riles.

**2. La calidad de agua del Estero Mulpulmo y Yutreco se mantiene alterada no obstante la paralización de la descarga, lo que se encuentra asociado al aporte de otras fuentes difusas.**

2.1. La presencia de otras descargas presentes en el área, es posible desprenderlos de parámetros constatados antes de la antigua descarga de la PTR, como ocurre con Coliformes Fecales y Cloruros, la disminución de Oxígeno Disuelto antes y después de la PTR y la existencia de aportes inorgánicos a la calidad del agua, en circunstancia que el aporte de la PTR es mayoritariamente orgánico.

2.2. Según lo expuesto, las variaciones en los parámetros medidos por SMA antes de la descarga de la planta de Riles (al costado del camino de la planta productiva de Lácteos del Sur), demuestran que existe una alteración de la calidad del agua no atribuible a la operación de la PTR.

En efecto, las muestras tomadas demuestran que existen CF que superan los límites máximos que establece el D.S. 90/00, tal como consta en los resultados de la SMA 4687352 en el cual se midieron 3.000 NMP/100ml.

Ello representa una variación considerable respecto de las muestras tomadas por la SMA el 21 de abril de 2017 en el mismo lugar y que presenta valores de 920 NMP/100ml, los que se encuentran bajo los límites del D.S. 90/00.

Dichos resultados permiten sostener que antes de la descarga existen fuentes difusas que aportan Coliformes Fecales al estero, los que no se encuentran influenciados por la descarga de la planta de Riles.

A este respecto, es relevante señalar que el Estero Mulpulmo (entre la estación SMA 4687352 al costado del camino de la Planta productiva y la estación SMA 4687523 después de la descarga de la Planta de Riles) bordea las instalaciones de mi representada, pero que asimismo existe entre éstas y el Mulpulmo un camino de acceso público por el cual acceden los residentes de las viviendas que se encuentran al costado de la planta de Riles, tal como muestra la siguiente figura.

Figura 1. Camino público entre la estación SMA 4687352 y la estación SMA 4687523.



De esta forma, no es posible descartar la existencia de otras fuentes difusas que puntualmente puedan haber descargado al Estero Mulpulmo antes de las mediciones realizadas considerando que la Planta de Riles no estaba descargando a dicha fecha, tal como pudo constatar la SMA.

- 2.3. Asimismo, se presenta una situación relevante respecto de los Cloruros, los que en el punto de monitoreo antes de la Planta de Lácteos del Sur (SMA 4687352), presenta valores superiores a los detectados después de la PTR. Ello se explica por la existencia de aportes de lixiviados de los predios agrícolas colindantes como por aportes difusos no asociados a la descarga de la Planta de Riles.

En efecto, el estero Mulpulmo está conectado a una red de canales de drenaje de predios agrícolas, que aportan contaminantes a sus aguas. Existen aportes difusos de lecherías, terneras, agroindustrias, y en general de la actividad agrícola del sector.

Ejemplo de lo anterior es la identificación de aportes difusos con una alta conductividad registrada en la Estación 1 (2273uS/cm), situación que podría explicarse en que esta estación recibe infiltración del predio ubicado al costado norte del camino, arrastrando nutrientes y sales de actividades agropecuarias como se evidencia en la siguiente figura.

Figura 2. Identificación de la posible ruta de aportes difusos de una alta conductividad al estero Mulpulmo (E1).



- 2.4. Por su parte, los muestreos de seguimiento que se han efectuado al Estero Yutreco y Mulpulmo durante los meses de enero a abril de 2018, para verificar el cumplimiento de la Nch 1.333/78 sobre vida acuática (los que se adjuntan), permiten concluir que existe una disminución de los niveles de Oxígeno Disuelto (OD) en el Estero Mulpulmo, tanto aguas arriba como abajo de la localización de la PTR, lo que sería producto de otros factores externos a la descarga del efluente de la PTR

En efecto, los muestreos indican que, aunque existe una mejora en los niveles de OD para todas las estaciones monitoreadas en el Estero Mulpulmo (E1 y E2 antes de la descarga PTR, y E3, después de la descarga PTR), ésta decae para todas las estaciones en abril de 2018. Sólo en el registro observado para el mes de enero (06/01/2018), el efluente de la PTR se descargó en el Estero Mulpulmo, para el resto de los registros observados (febrero a abril 2018), no existe influencia de la descarga de la PTR sobre el cuerpo receptor puesto que ésta ya había cesado.

- 2.5. Adicionalmente, en base a la relación entre DBO/DQO es posible concluir que los aportes contaminantes sobre ambos cuerpos de agua (Estero Mulpulmo y Yutreco) son de baja biodegradabilidad (mayoritariamente inorgánicos), los que no se encuentran relacionados con la operación de la Planta de Riles, ya que los resultados indican que su aporte es mayoritariamente orgánico.

Aún más, antes de la Planta de Riles, se presenta la menor relación de DBO/DQO de todas las estaciones monitoreadas, lo que se explica por la alta conductividad eléctrica, derivada de los aportes de nutrientes minerales provenientes de fertilización de predios, que son descargados como lixiviados hacia el estero, cuyo carácter inorgánico de difícil

biodegradación, determina la fluctuación de los registros de calidad de agua obtenidos en los distintos monitoreos, tal como se demuestra en el informe que se adjunta.

Dichos antecedentes evidencian que existe una intervención antrópica que afecta la calidad del agua del Estero Mulpulmo antes de la descarga de Riles, situación que ha sido una constante y que se explica por la existencia de fuentes difusas antes y después de la descarga de la Planta de Riles, lo que se evidencia por los resultados medidos después que ésta fue suspendida.

**3. Existe una alta intervención antrópica e histórica en el Estero Mulpulmo lo que sumado a sus especiales características físicas explica el estado de la calidad del agua.**

- 3.1. Como se indicó, los resultados analizados permiten inferir que el Estero Mulpulmo es un cuerpo de agua muy intervenido en su sección, donde se evidencia un escenario de intervención antrópica sistémica en el territorio, y que no tendrían sólo relación con alguna causalidad puntual, como la descarga de la planta de tratamiento de riles (PTR) Planta Mulpulmo.

Su entorno corresponde a suelo con pradera antropogénica, sin presencia de vegetación arbórea o bosque nativo ribereño que facilite la retención de nutrientes y sedimentos que escurren hacia el estero. El factor anterior, sumado a que las actividades agrícolas y ganaderas del entorno aportan con fósforo y nitrógeno, facilitan la sedimentación en el tramo estudiado, situación que se refleja en el sustrato fangoso y los Sólidos Suspendidos Totales (SST) en la totalidad de las estaciones de monitoreo.

A diferencia del Estero Yutreco, la ausencia de vegetación ribereña afecta la condición del Estero Mulpulmo. En efecto, la vegetación de ribera o bosques de ribera son fundamentales para el equilibrio ecológico, puesto que permiten procesar mayor cantidad de materia orgánica y capturar más nitrógeno, mejorar la cantidad y calidad del agua, facilitar el procesamiento de contaminantes y regular la luz que ingresa a los sistemas acuáticos.

- 3.2. Tal como se acredita en el informe que se adjunta, el estero Mulpulmo ha estado sometido a una fuerte presión de uso a lo largo de toda su extensión, debido a que históricamente se han vinculado fuertemente a los patrones de crecimiento económico de este territorio, especialmente a la agricultura, ganadería y lechería, situación que les ha generado un deterioro en su calidad de agua, patrones de escorrentía, sustrato y fauna acuática asociadas.

Por su parte, el manejo del agua que se realiza en los predios de explotación agropecuaria, tales como: las zanjas de drenaje en los predios, las extracciones de agua

desde el estero Yutreco y los aportes al estero Mulpulmo, barreras de lixiviación natural de las praderas, entre otras; afecta su continuidad hídrica, los flujos de energía y la escorrentía natural de estos cuerpos de agua.

Por último, existen un sinnúmero de fuentes difusas que contribuyen al deterioro de la calidad del agua del Mulpulmo tales como aportes difusos de lecherías, terneras, agroindustrias, y en general de la actividad agrícola del sector, las que se encuentran identificadas y georeferenciadas en los antecedentes que se adjuntan.

## **II. Respecto de la calidad del efluente de la Planta de Riles.**

En relación a los resultados tomados en la piscina donde se descarga los efluentes de la PTR, es necesario indicar que ellas no constituyen un incumplimiento de la norma de emisión, como erradamente sostiene el denunciante, dado que no existe descarga al estero Mulpulmo desde el mes de enero, tal como se informó que se está procediendo a la utilización para riego conforme lo dispone la RCA 96/2017. De ello da cuenta adicionalmente los certificados de autocontrol informados a la SMA desde el mes de febrero del presente año.

Con todo, en relación a los resultados, es necesario hacer presente que estos no son representativos a la operación en régimen de la planta de tratamiento, por lo que no puede inferirse la insuficiencia de las medidas como señalan los denunciantes. Ello dado que, tal como se comprometió en el Programa de Cumplimiento, se encuentra actualmente en pleno proceso de mejora de sus procesos, mediante (i) el recambio de aspersores por unos de uso en riles, para mejorar la distribución uniforme del ril sobre las camas de lombrices, (ii) recambio de aserrín por chip de madera o viruta en las camas de lombrices, (iii) Techado de cama de lombrices para evitar la incorporación de aguas lluvia al lecho de lombrifiltro, tal como pudo observarse en la visita a terreno, lo que afecta la calidad del efluente presente en el área donde se tomó la muestra.

Por ello, en el evento que se pretenda realizar muestras representativas ello solo procederá en el momento que se encuentra plenamente incorporados y ejecutados todas las mejoras que deberán culminar en el mes de junio del presente año.

## **III. Respecto a los muestreos realizados por ANAM a solicitud de la Superintendencia.**

Finalmente, no obstante lo ya señalado, es necesario indicar que nos hemos visto impedidos de verificar la validez del informe de análisis de toma de muestras realizado por el laboratorio ANAM en el año 2018.

Ello dado que, a diferencia de la toma de muestras efectuada por el laboratorio Hidrolab en el año 2017, no se ha acompañado el informe de ensayo que cumpla con los requisitos de la Resolución Exenta N° 1194, del año 2015 de la SMA. En él, se debe señalar el cumplimiento de los protocolos para la toma de muestra, elemento fundamental para verificar que se realizó de manera adecuada, y estar firmado por el inspector ambiental autorizado. En este mismo sentido, tampoco consta la declaración de ausencia de conflicto de intereses y de veracidad, autenticidad y exactitud del informe de resultado emitido.

Por ello, hasta que dichas formalidades no consten en el expediente, no puede darse por válido sus resultados.

**POR TANTO, Ruego al Sr. Superintendente,** tener por evacuado el traslado conferido mediante Res. Ex. N° 6 /2018 dentro de plazo y tener presente las observaciones realizadas por esta parte al Acta de la visita efectuada por funcionarios de la SMA con fecha 27 de marzo de 2018, así como a los resultados de los monitoreos efectuados.

**PRIMER OTROSÍ:** Ruego al Sr. Superintendente tener por acompañados los siguientes documentos:

1. Informe de “*Análisis De La Calidad Del Agua Del Estero Mulpulmo*”, preparado por José Zamorano Parraguéz y Andrés Ellwagner, y sus respectivos anexos. Atendido el peso y formato de los anexos, estos se acompañan en formato digital (CD), y corresponden a:
  - Muestras de calidad de agua de (i) ANAM (2018), (ii) Hidrolab (2017) y (iii) ACQ (2018)
  - Muestras Nch 1.333/78
  - Ortomosaico y KMZ
2. Copia del aviso realizado a la Superintendencia de Medio Ambiente respecto del inicio del riego autorizado por la RCA N° 96/2017.
3. Copia de los avisos de no descarga a la Planta de Riles presentados en el mes de febrero y marzo del año 2018.

**Jose Zamorano Parraguéz**

[jzamorano@faroverde.cl](mailto:jzamorano@faroverde.cl)

Faro Verde Ltda

**Andrés Ellwanger Reinecke**

[aer@isbchile.com](mailto:aer@isbchile.com)

ISB Chile SpA

Mayo 10, 2018.

### 1 INTRODUCCIÓN

El Estero Mulpulmo es un estero artificial, mayoritariamente de tramos rectos, de unos 2 a 6 metros de ancho, desprovisto de vegetación arbustiva en casi todo su recorrido, que se alimenta principalmente de infiltración de aguas subterráneas y lixiviación de predios que llegan a su lecho, mediante un sistema de canales artificiales construidos con el fin de drenar terrenos agrícolas. Este estero termina su recorrido uniéndose finalmente al estero Yutreco en la coordenada UTM (m) Norte: 5.509.108 y Este: 672.876 (Datum WGS84, Huso 18). El estero Mulpulmo ha estado sometido a una fuerte presión de uso a lo largo de toda su extensión, debido a que históricamente se han vinculado fuertemente a los patrones de crecimiento económico de este territorio, especialmente a la agricultura, ganadería y lechería, situación que les ha generado un deterioro en su calidad de agua, patrones de escorrentía, sustrato y fauna acuática asociadas, por lo que no es posible determinar con exactitud una causalidad única que permita identificar el origen de su estado trófico.

Habit y Parra (2001)<sup>1</sup> señalan que el sistema hidrológico de la mayoría de las cuencas de Chile se encuentra altamente modificado por la operación de numerosos canales de regadío, impactando negativamente la biota acuática. También Parra et al, (1999)<sup>2</sup>, identifica al aporte difuso de nutrientes como el principal factor que afecta la calidad del agua en los sectores medios de la cuenca del Río Damas, adquiriendo las fuentes puntuales mayor relevancia en el curso inferior (e.g., descargas de purinas de lecherías, de agroindustrias y domésticas). Esta situación coincide con el diagnóstico realizado por la DGA (2004)<sup>3</sup>, donde indica que los factores inciden en la calidad del agua en la cuenca del Río Bueno son: i) Contaminación difusa por aguas servidas, ii) Contaminación difusa por ganadería, iii) Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes, entre otros. En la zona de Mulpulmo, se aprecia un alto grado de intervención antrópica, dada principalmente por la construcción de un sistema de canales de drenaje, por existir una intensa actividad agrícola, industrial y ganadera asociada al trayecto de los esteros Mulpulmo y Yutreco (ver Figura 1).

- 
- 1 Habit, E. & Parra, O. 2001. Impacto ambiental de los canales de riego sobre la fauna de peces. Ambiente y Desarrollo XVII: 50-56.
  - 2 Parra, O., Valdovinos, C., Campos, H., Figueroa, R., Debels, P. & Zaror, C. 1999. Diagnóstico de la calidad del río Damas, X Región, lineamientos para un plan de prevención y/o descontaminación. Informe Final, Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción: 1-286.
  - 3 DGA, 2004, Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad. Cuenca del Río Bueno. Diciembre 2004

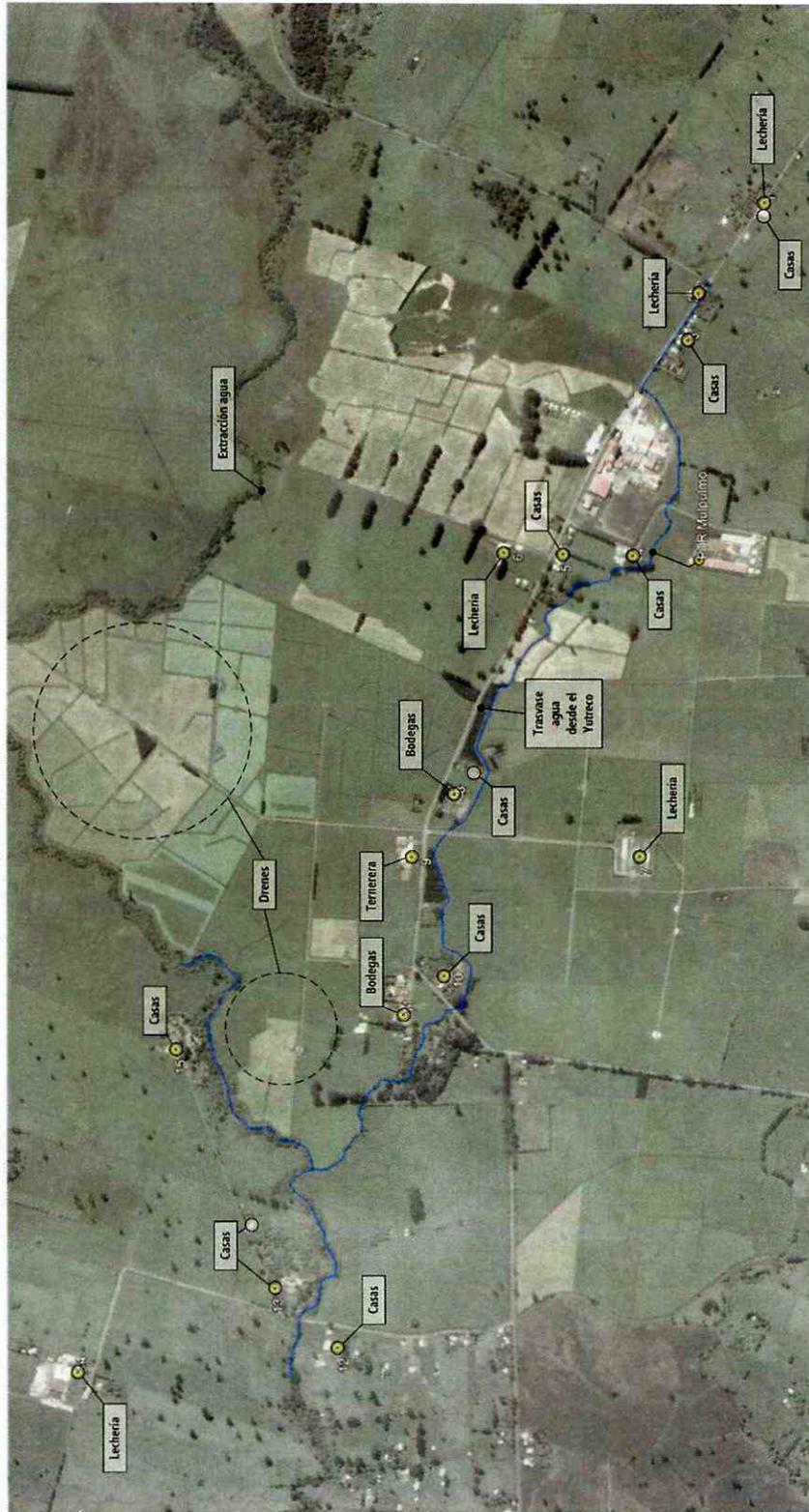


Figura 1: Área de intervención antrópica

## 2 IDENTIFICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN ESTERO Mulpulmo

En los últimos 12 meses, se han realizado 4 campañas de monitoreo de la calidad de las aguas del Estero Mulpulmo. La Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) condujo 2 monitoreos a partir de procesos de fiscalización ambiental, en abril de 2017 (21.04.2017) y marzo de 2018 (27.03.2018), además, un monitoreo realizado por la ETFA AGQ Chile en mayo de 2018 (06.04.2018), registros in situ realizados en la misma fecha anterior, utilizando un equipo multiparamétrico con registro georreferenciado; y 3 monitoreos de NCh1.333/78 para vida acuática realizados por ETFA AGQ Chile, en enero (06.01.2018), febrero (20.02.2018) y marzo (29.03.2018) del año 2018. A continuación, se identifican las estaciones asociadas a los monitoreos señalados anteriormente:

### 2.1 Monitoreo SMA 2017 (21.04.2017)

La SMA ubica 5 estaciones en el Estero Mulpulmo: 2 antes y 2 después de la descarga de la Planta de Tratamiento del Ril (PTR) en el estero, y 1 estación en el punto de descarga del efluente de la PTR en el estero. La tabla y figura siguientes muestra la localización de estas estaciones:

Tabla 1: Identificación estaciones muestreo SMA 21.04.2017 (Datum WGS84 H18)

Estación		Coordenada UTM (m)		Estación SMA
id	Descripción	Norte	Este	
E1	Estero Mulpulmo antes de Planta Mulpulmo	5.508.173	675.026	170502203
E2	Estero Mulpulmo 120 m arriba descarga Planta Riles	5.508.148	674.555	170502202
E3	Estero Mulpulmo 100 m abajo descarga Planta Riles	5.508.375	674.465	170502204
E4	Estero Mulpulmo 300 m abajo descarga Planta Riles	5.508.383	674.463	170502205
-	Efluente Planta Riles	5.508.041	674.547	170502201



Figura 2: Estaciones de muestreo SMA 21.04.2017

2.2 Monitoreo SMA 2018 (27.03.2018)

La SMA registra 7 estaciones de monitoreo, de las cuales 4 se localizadas aguas arriba y debajo de la descarga de la PTR Planta Mulpulmo, y 1 estación localizada en la piscina final PTR Planta Mulpulmo. En la fecha de monitoreo, la PTR se encontraba disponiendo los riles en riego, y no se descarga al estero Mulpulmo desde mediados de enero de 2018 (70 días sin descarga al estero). La tabla y figura siguientes muestra la localización de estas estaciones:

Tabla 2: Identificación estaciones muestreo SMA 27.03.2018 (Datum WGS84 H18)

Estación		Coordenada UTM (m)		Estación SMA
id	Descripción	Norte	Este	
E1	Estero Mulpulmo antes de Planta Mulpulmo	5.508.173	675.026	4687352
E3	Estero Mulpulmo después de la descarga Planta Riles	5.508.148	674.555	4687523
E4	Estero Mulpulmo en cruce a lechería Romero	5.508.741	673.803	4687534
-	Planta Riles Planta Mulpulmo	5.508.037	674.561	4687351



Figura 3: Estaciones de muestreo SMA 27.03.2018

### 2.3 Monitoreo ETFA AGQ 2018 (06.04.2018)

Se analizan los resultados obtenidos del monitoreo de 4 estaciones, 2 aguas arriba y 2 aguas abajo de la PTR Planta Mulpulmo. En la fecha de monitoreo, la PTR se encontraba disponiendo los riles en riego, y no se descarga al estero Mulpulmo desde mediados de enero de 2018 (80 días sin descarga al estero). La tabla y figura siguientes muestra la localización de estas estaciones:

Tabla 3: Identificación de las estaciones de monitoreo AGQ (Datum WGS84 H18)

Estación		Coordenada UTM (m)		Estación
id	Descripción	Norte	Este	
E1	Estero Mulpulmo antes de Planta Mulpulmo	5.508.171	675.035	E1
E2	Estero Mulpulmo antes de descarga Planta Riles	5.508.116	674.679	E2
E3	Estero Mulpulmo después de la descarga Planta Riles	5.508.150	674.565	E3
E4	Estero Mulpulmo zona cruce Ruta U-159	5.508.678	673.384	E4



Figura 4: Estaciones de muestreo AQQ 06.04.2018

### 2.4 Monitoreo NCh1.333/78

Las estaciones de monitoreo NCh1333/78 Mod 84 para vida acuática responden al seguimiento de calidad de agua, realizado por AGQ Chile en 5 estaciones: 1 antes de la PTR Planta Mulpulmo, y las otras, en el Estero Yutreco, aguas arriba y aguas debajo de la descarga del estero Mulpulmo en el Estero Yutreco.



Figura 5: Puntos de muestreo sobre Estero Yutreco y Mulpulmo

Tabla 4: Identificación de las estaciones de monitoreo NCh1333/78 (Datum WGS84 H18)

Estación		Coordenada UTM (m)		Estación NCh1333/78
id	Descripción	Norte	Este	
-	Estero Yutreco, 100m aguas arriba descarga E. Mulpulmo	5.509.173	672.944	1
-	Estero Yutreco, 100m aguas abajo descarga E. Mulpulmo	5.509.208	672.832	2
-	Estero Yutreco, 500m aguas abajo descarga E. Mulpulmo	5.509.144	672.477	3
-	Estero Yutreco nuevo punto de descarga PTR	5.509.142	675.196	4
E2	Estero Mulpulmo 170m aguas arriba descarga PTR	5.508.075	674.744	5

### 3 RESULTADOS

Tabla 5: Caracterización de la calidad del agua por registro in situ para las estaciones evaluadas.

Variable	Unidad	E1	E2	E3	E4
Temperatura	°C	8,4	12,48	13,2	14,2
Oxígeno disuelto	ppm	5,41	2,16	1,15	7,69
Oxígeno disuelto	% sat	46,6	20,4	11,1	75,1
pH	-	6,97	7,08	6,98	7,23
Conductividad	uS/cm	2.273	759	864	270
TDS	mg/L	1.477	493	561	175

Tabla 6: Caracterización de la calidad del agua por registro ETFA AGQ para las estaciones evaluadas.

Variable	Unidad	E1	E2	E3	E4
Aceites y Grasas	mg/L	< 10	< 10	< 10	< 10
Coliformes Fecales	NMP	>1,6 10E3	>1,6 10E3	>1,6 10E3	240
DBO5	mg/L O2	6,80	6,80	6,20	6,80
Fósforo Total	mg/L	0,261	0,675	0,700	0,350
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	2,3	3,4	3,9	2,3
Nitrógeno Nitrato	mg/L	< 0,5	10,8	9,16	2,33
Nitrógeno Nitrito	mg/L	< 0,13	0,50	0,52	< 0,13
Poder Espumógeno	mm	< 1	< 1	< 1	< 1

Tabla 7: Resultados muestreo SMA 2017 (21.04.2017)

Parámetro	Unidad	E1	E2	E3	-
		170502203	170502202	170502204	170502205
Coliformes fecales	NMP/100 ml	920	49	170	9.200
DBO5	mg O2/L	< 2,0	7	363	381
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	3,07	4,52	22,3	23,1
Fosforo	mg/L	< 0,2	< 0,2	7,15	7,55
pH	-	7,2	7,24	6,84	6,99
Temperatura	°C	11,9	20,7	20,4	19,7
Cloruros	mg/L	7,48	67,4	158	171

Tabla 8: Resultados muestreo SMA 2018 (27.03.2017)

Parámetro	Unidad	E1	E2	E3	-
		4687352	4687353	4687354	4687355
Coliformes fecales	NMP/100 ml	3.000	16.000	130	80
DBO5	mg O2/L	< 2	4	< 2	< 2
DQO	mg O2/L	34	29	14	17
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	1,54	2,15	1,09	1,59
Fosforo	mg/L	< 0,33	0,272	0,86	0,29



INFORME RAZONADO  
ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO Mulpulmo

Parámetro	Unidad	E1	E2	E3	-
		4687352	4687353	4687354	4687355
pH	-	7,4	6,5	6,4	6,8
Temperatura	°C	12,7	13,5	13,5	14,4
Cloruros	mg/L	119	98	60	61

Tabla 9: Resultados monitoreo NCh1.333/78 - Vida Acuática Estero Yutreco y Mulpulmo (06/01/2018)

Característica	Requisito	Unidad	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Hidrocarburos	Ausencia	P/A	A	A	A	A	A
Oxígeno Disuelto	> 5	mg/L O <sub>2</sub>	8,33	2,37	2,03	7,92	1,79
pH	6 - 9	-	6,84	6,34	6,37	6,96	6,32
Temperatura	+ 3	°C	14,4	15,7	15,7	14,4	14,9
Color Verdadero	Natural	Pt/Co	30,0	40,0	40,0	20,0	50,0
Sólidos Flotantes Visibles y Espumas No Naturales	Ausencia	P/A	A	A	A	A	A
Sólidos Sedimentables	Natural	mL/Lh	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Turbidez	+ 30	NTU	3,98	4,95	3,03	3,04	10,0
Alcalinidad Total	> 20	mg/L CaCO <sub>3</sub>	50,0	100	100	56,3	62,5

Tabla 10: Resultados monitoreo NCh1.333/78 - Vida Acuática Estero Yutreco y Mulpulmo (20/02/2018)

Característica	Requisito	Unidad	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Hidrocarburos	Ausencia	P/A	A	A	A	A	A
Oxígeno Disuelto	> 5	mg/L O <sub>2</sub>	5,90	3,20	5,10	4,20	4,40
pH	6 - 9	-	6,50	6,60	6,50	6,40	6,90
Temperatura	+ 3	°C	18,5	20,5	19,4	16,2	27,9
Color Verdadero	Natural	Pt/Co	20	20	20	10	15
Sólidos Flotantes Visibles y Espumas No Naturales	Ausencia	P/A	A	A	A	A	A
Sólidos Sedimentables	Natural	mL/Lh	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Turbidez	+ 30	NTU	4,30	2,70	2,27	3,37	11,4
Alcalinidad Total	> 20	mg/L CaCO <sub>3</sub>	17,9	62,5	59,4	59,4	56,3

Tabla 11: Resultados monitoreo NCh1.333/78 - Vida Acuática Estero Yutreco y Mulpulmo (29/03/2018)

Característica	Requisito	Unidad	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Hidrocarburos	Ausencia	P/A	A	A	A	A	A
Oxígeno Disuelto	> 5	mg/L O <sub>2</sub>	10,8	8,90	7,20	7,20	6,0
pH	6 - 9	-	6,80	6,80	6,70	6,40	6,70
Temperatura	+ 3	°C	17,6	17,5	16,0	15,0	14,8
Color Verdadero	Natural	Pt/Co	200	50	40	20	15
Sólidos Flotantes Visibles y Espumas No Naturales	Ausencia	P/A	A	A	A	A	A
Sólidos Sedimentables	Natural	mL/Lh	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Turbidez	+ 30	NTU	10,4	2,53	3,81	3,07	7,46
Alcalinidad Total	> 20	mg/L CaCO <sub>3</sub>	66,3	51,1	68,5	57,8	133

#### 4 DISCUSION Y ANÁLISIS

Los resultados obtenidos muestran un escenario de intervención antrópica sistémica en el territorio, y que no tendrían sólo relación con alguna causalidad puntual, como la descarga de la planta de tratamiento de riles (PTR) Planta Mulpulmo. Esto se evidencia porque la calidad de agua medida durante las campaña de monitoreos, muestran aportes difusos después de la PTR (E3 y E4), así como se obtienen registros de parámetros muy superiores a los registrados, aguas arriba de la PTR (E1 y E2).

En el muestreo de la SMA 21.04.17, tenemos que los registros de CF son del orden de 920 NMP/100 ml, superior a los registros obtenidos antes y después de la descarga de la PTR, con 49 y 170 NMP/100 ml, respectivamente. Asociado a esta variable, tenemos que la temperatura de la E1 (11,9°C) es mucho más baja que la registrada en las 2 estaciones siguientes, con 20,7 y 20,4°C, respectivamente, lo que evidencia un aporte de una fuente difusa externa, previo a la PTR Planta Mulpulmo, y que confluye a la E1. También se observa un incremento de CF desde 170 NMP/100 ml (E3 aguas abajo PTR) a 9.200 NMP/100 ml a 300 m aguas abajo de la descarga de la PTR (Informe 10502204 (E3) y 17022205), lo que evidencia un nuevo aporte difuso proveniente de una fuente externa de CF no relacionadas con la PTR, y que aumenta significativamente la carga de esta variable.

En el muestreo de la SMA 27.03.18, tenemos que los registros de CF son del orden de 3.000 NMP/100 ml en la E1 (antes de la PTR), y de 16.000 NMP/100 ml en la E3 (después de la PTR), más de 2 meses (70 días) después de que la PTR dejó de descargar en el Estero Mulpulmo. Ambos registros evidencian un aporte de CF no relacionadas con la PTR, y que se mantiene el registro fuera de los límites establecidos por la DS90/00 MMA, en monitoreos realizados en 341 días de diferencia (entre 21.04.2017 y 27.03.2018).

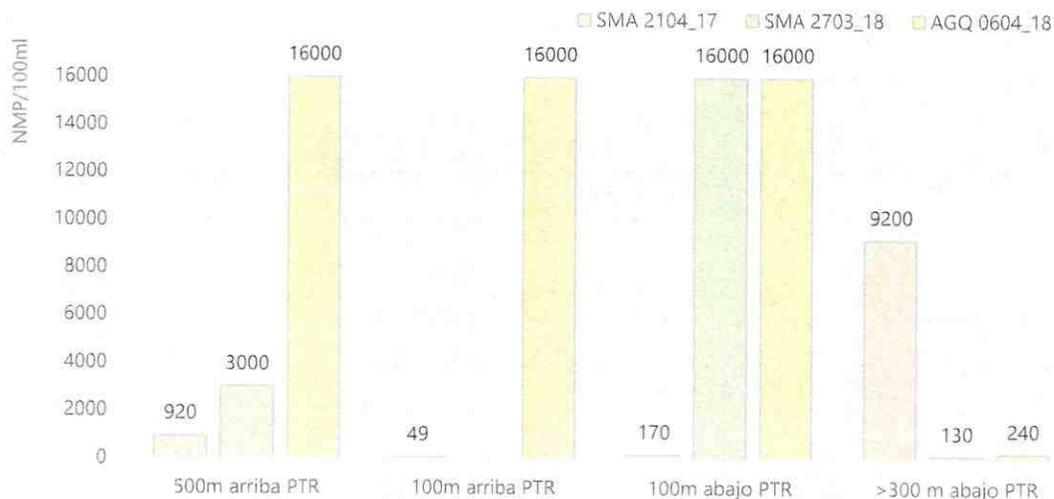


Gráfico 1: Coliformes fecales registrados para 4 estaciones en Estero Mulpulmo

En los muestreos de NCh1333/78 Mod 84 Vida Acuática se observa que, aunque existe una mejora en los niveles de oxígeno disuelto (OD) para todas las estaciones monitoreadas en el Estero Mulpulmo

(E1 y E2 antes de la descarga PTR, y E3, después de la descarga PTR), esta decae para todas las estaciones en abril de 2018 (ver gráfico siguiente). Sólo en el registro observado para el mes de enero (06/01/2018), el efluente de la PTR se descargó en el Estero Mulpulmo, para el resto de los registros observados (febrero a abril 2018), no se evidencia influencia de la descarga de la PTR sobre el cuerpo receptor, lo que permite concluir que la disminución de los niveles de OD en el Estero Mulpulmo, tanto aguas arriba como abajo de la localización de la PTR, sería producto de otros factores externos a la descarga del efluente de la PTR.

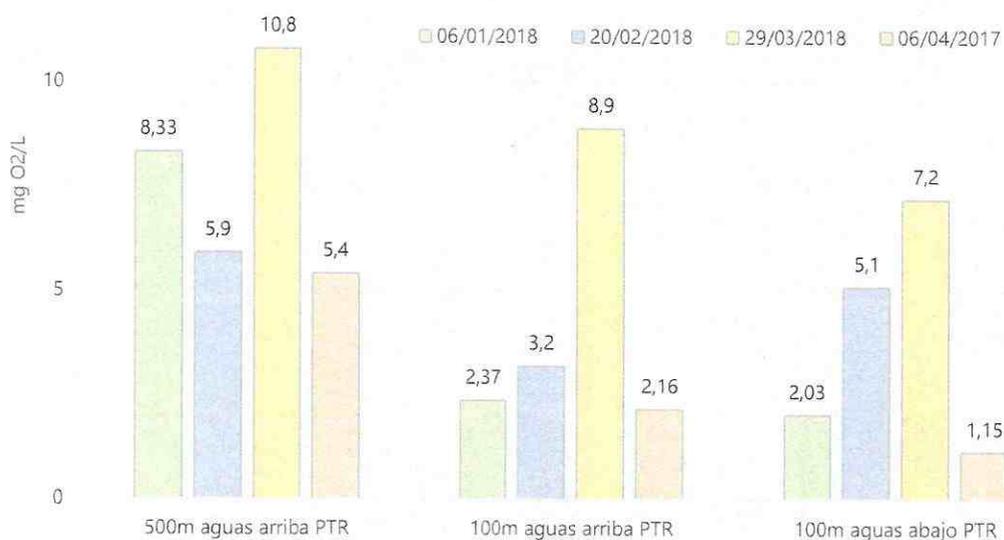


Gráfico 2: Registros de OD de enero a abril 2018, para 3 estaciones en el Estero Mulpulmo

En los registros de la SMA 2018 (27.03.2018), para los parámetros DBO y DQO, tenemos que analizando la relación DBO/DQO, se observa que para todas las estaciones monitoreadas en el Estero Mulpulmo y en el Estero Yutreco, se obtiene una relación  $<0,5$ . Esto implica condiciones de baja biodegradabilidad y contenido mayoritariamente inorgánico (Metcalf & Eddy, 2003)<sup>4</sup>, para ambos esteros (ver Tabla 12).

Tabla 12: Relación DBO/DQO para 7 estaciones en Estero Mulpulmo y Yutreco

Informe SMA	E. Yutreco	E. Mulpulmo aguas abajo PTR				arriba PTR	interior PTR
	4687357	4687356	4687355	4687354	4687353	4687352	4687351
DBO/DQO	0,11	0,13	0,12	0,14	0,10	0,06	0,43

La relación DBO/DQO fue 0,11 en el Estero Yutreco (SMA 4687356) aguas arriba de la descarga del Estero Mulpulmo. Incluso tenemos la menor relación DBO/DQO con 0,06 (SMA 4687352) a 500 m aguas arriba PTR, que se explica en parte, por la alta conductividad eléctrica del lugar con 2.273  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (ver Tabla 5), muy superior a la registrada agua debajo de la PTR con 864  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Esta relación para la

4 Metcalf & Eddy. 2003. Wastewater Engineering: Treatment and reuse. Mc Graw Hill, New York, N.Y. 5 Ed. Pp 2048.

muestra al interior de la PTR (piscina de bombeo a riego de los riles), la relación DBO/DQO fue mayor a todas las obtenidas para el conjunto de estaciones en el Estero Mulpulmo y estero Yutreco, con 0,43 (SMA 4687351), lo que indica que la característica del RIL de la PTR difiere de las condiciones aguas arriba y aguas abajo monitoreadas, con mayor presencia de compuestos orgánicos. La presencia de contaminantes inorgánicos se explica por los aportes de nutrientes minerales provenientes de fertilización de predios, aportados como lixiviados hacia ambos esteros, cuyo carácter inorgánico de difícil biodegradación, determina la fluctuación de los registros de calidad de agua obtenidos en los distintos monitoreos. Esto permite evidenciar la existencia de aportes de fuentes difusas contaminantes, tanto aguas arriba como abajo de la localización de la PTR.

Estas fuentes contaminantes sobre las aguas de los esteros, son consistente con lo señalado por Parra et al (1999)<sup>5</sup>, quien identifica al aporte difuso de nutrientes como el principal factor que afecta la calidad del agua en zonas con actividad agropecuaria, tales como: i) aportes difusos de materia orgánica/inorgánica, ii) aportes de lixiviados altos en DBO (lechería, casas, purines, etc) y fertilizantes inorgánicos, ajenos a la operación de la PTR, ya que ocurre tanto aguas arriba como debajo de la descarga.

Estos resultados, permiten inferir que el Estero Mulpulmo es un cuerpo de agua muy intervenido en su sección, es aparentemente un canal artificial, donde se evidencia un escenario de intervención antrópica sistémica en el territorio, y que no tendrían sólo relación con alguna causalidad puntual, como la descarga de la planta de tratamiento de riles (PTR) Planta Mulpulmo. Su entorno corresponde a suelo con pradera antropogénica, sin presencia de vegetación arbórea o bosque nativo ribereño que facilite la retención de nutrientes y sedimentos que escurren hacia el estero (Jefferies, 1989)<sup>6</sup>, (Bunn et al., 1999)<sup>7</sup>, (Carothers, 1977)<sup>8</sup>, con secciones transversales uniformes tipo trapezoidal, y secciones longitudinales rectas, especialmente es sus primeros tramos. El factor anterior, sumado a que las actividades agrícolas y ganaderas del entorno aportan con fósforo y nitrógeno (Arango & Sánchez, 2009)<sup>9</sup>, facilitan la sedimentación en el tramo estudiado, situación que se refleja en el sustrato fangoso y los Sólidos Suspendidos Totales (SST) en la totalidad de las estaciones de monitoreo.

A diferencia del Estero Yutreco, la ausencia de vegetación ribereña afecta la condición del Estero Mulpulmo (ver Figura 6). La vegetación de ribera o bosques de ribera son fundamentales para el equilibrio ecológico, siendo un área de transición entre hábitats terrestres y acuáticos, en sus

- 
- 5 Parra, O., Valdovinos, C., Campos, H., Figueroa, R., Debels, P. & Zaror, C. 1999. Diagnóstico de la calidad del río Damas, X Región, lineamientos para un plan de prevención y/o descontaminación. Informe Final, Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción: 1-286.
  - 6 Jefferies, D. 1989. The changing otter population of Britain 1700-1989. *Biological Journal of the Linnean Society* 38: 61-69.
  - 7 Bunn, S. & Arthington, A. 2002. Basic Principles and Ecological Consequences of Altered Flow Regimes for Aquatic Biodiversity. *Environmental Management* 30: 492-507
  - 8 Carothers, S. 1977. Importance, preservation, and management of riparian habitats: an overview. In: R.R. Jonson & D.A. Jones (eds.), *Importance, Preservation, and Management of Riparian Habitats: a Symposium*, pp. 2-4. USDA Forest Service General Technical Report RM-43. US Government Print Office, Washington, DC.
  - 9 Arango L & Sánchez P (2009) Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea en sistemas anaerobios tipo USAB. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca. Colombia.

diferentes estratos verticales, incluidas las herbáceas. Weisberg et al. (2013)<sup>10</sup> dan cuenta del papel ecológico significativo que cumple esta vegetación en la conservación de los servicios ecosistémicos asociados a las riberas. Estas zonas permiten procesar mayor cantidad de materia orgánica y capturar más nitrógeno, mejorar la cantidad y calidad del agua, facilitar el procesamiento de contaminantes y regular la temperatura y luz que ingresa a los sistemas acuáticos de mejor manera que aquellos sin este tipo de vegetación, reduciendo las probabilidades de afectar negativamente los ecosistemas río abajo (Scarsbrook et al. 2001)<sup>11</sup>, (Sirombra y Mesa, 2010)<sup>12</sup>. Además, los sistemas ribereños pueden categorizarse como hábitat diverso, dinámico y complejo (Sweeney et al. 2004)<sup>13</sup>, frecuentemente fértiles y productivos, debido principalmente a su ubicación cercana a los cursos y cuerpos de agua, donde los depósitos aluviales proporcionan un suelo rico en nutrientes y materia orgánica (Granados et al. 2006)<sup>14</sup>.

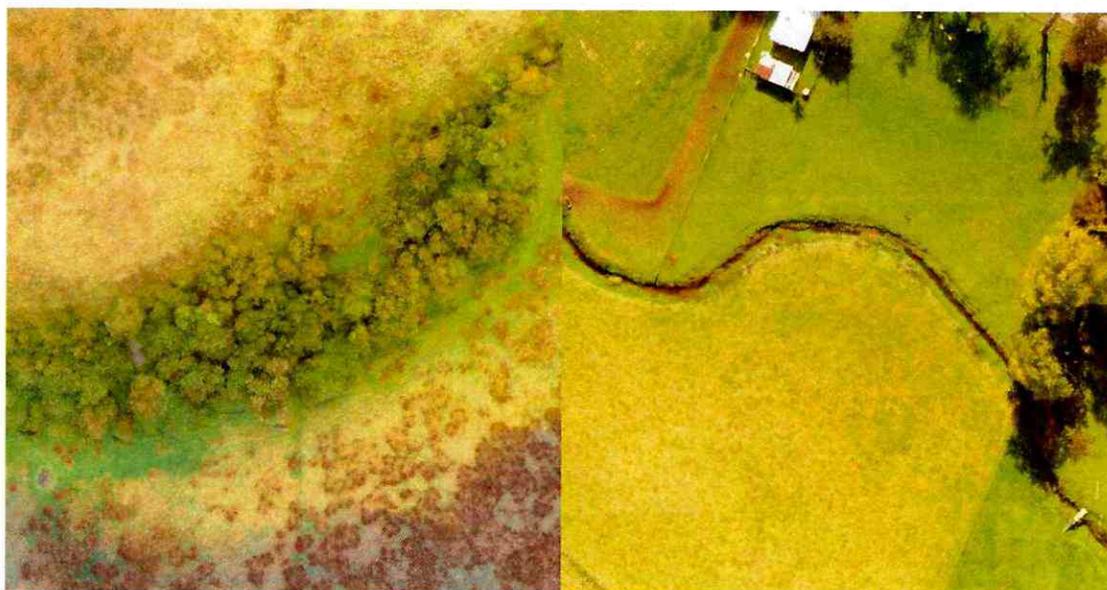


Figura 6: Vista comparada Estero Yutreco (izq) versus Estero Mulpulmo (der)

De acuerdo con Tamayo (2016)<sup>15</sup> el estero Mulpulmo posee un bajo caudal, similar a un canal de regadío, altamente intervenido por las actividades lecheras y ganaderas de la zona, donde además

- 10 Weisberg P, Mortenson, S., Dilts, T. 2013. Gallery Forest or Herbaceous Wetland? The need for multi-target perspective in riparian restoration planning. *Restoration Ecology* 21(1): 12-16.
- 11 Scarsbrook M., Quinn, J., Halliday, J. & Morse, R. 2001. Factors controlling litter input dynamics in streams draining pasture, pine, and native forest catchments. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 35: 751-762.
- 12 Sirombra M, Mesa, L. 2010. Composición florística y distribución de los bosques ribereños subtropicales andinos del Río Lules, Tucumán, Argentina. *Revista de Biología Tropical* 58(1): 499-510.
- 13 Sweeney B, Bott, T., Jackson, J., Kaplan, K., Newbold, J., Standley, L., Hession, W. & Horwitz, R. 2004. Riparian deforestation, stream narrowing and loss of stream ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101(39): 14132-14137.
- 14 Granados D, Hernández, M. & López, G. 2006. Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 12(1): 55-69.
- 15 Tamayo, M. 2016. Línea base medio humano proyecto de riego de praderas mediante aspersión de Mulpulmo. ISB Chile, febrero 2016. Disponible en: [http://seia.sea.gob.cl/archivos/2016/05/11/Linea\\_base\\_medio\\_humano\\_-\\_Mulpulmo\\_FINAL\\_22\\_FEBRERO.pdf](http://seia.sea.gob.cl/archivos/2016/05/11/Linea_base_medio_humano_-_Mulpulmo_FINAL_22_FEBRERO.pdf)

señala que: *"Previo al cruce del predio de la planta Lácteos del Sur, el estero pasa por las parcelas de propietarios colindantes como el sr. Cea y otros dueños como Sr. Cárcamo. Estos también hacen uso del Mulpulmo aportando desagües derivados de las actividades ganaderas y lecheras"; "...todos los predios colindantes y en el área de influencia del proyecto, sostienen un uso territorial de faenas agro-ganaderas".*

El estero Mulpulmo, está conectado a una red de canales de drenaje de predios agrícolas, que aportan contaminantes a sus aguas. Existen aportes difusos de lecherías, terneras, agroindustrias, y en general de la actividad agrícola del sector. Ejemplo de lo anterior es la identificación de aportes difusos con una alta conductividad registrada en la Estación 1 (2273uS/cm), situación que podría explicarse en que esta estación se recibe infiltración del predio ubicado al costado norte del camino, arrastrando nutrientes y sales de actividades agropecuarias (ver Figura 7).

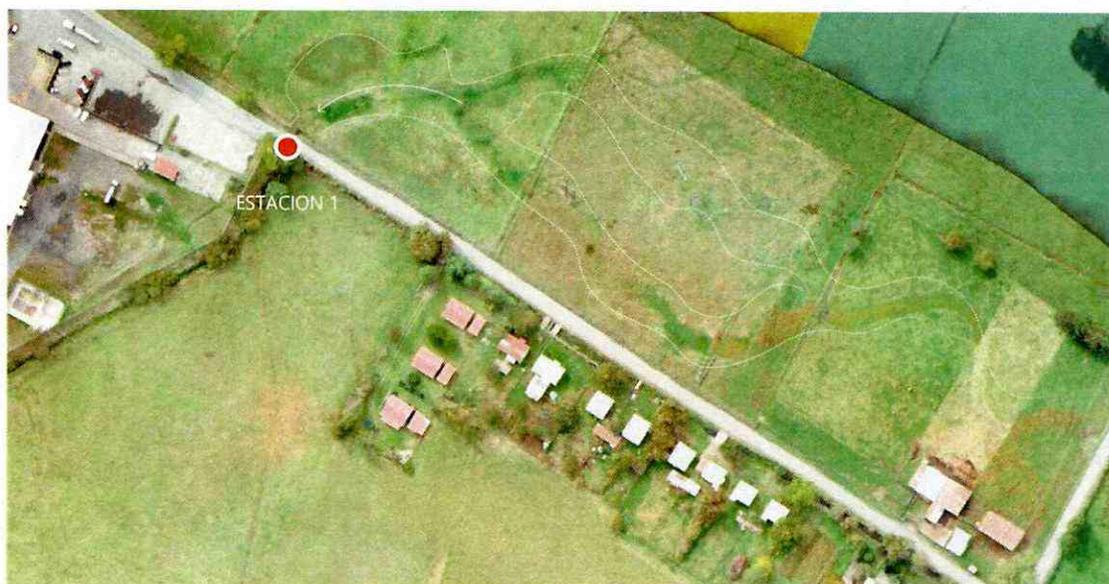


Figura 7: Identificación de la posible ruta de aportes difusos de una alta conductividad al estero Mulpulmo (E1)



Figura 8: Extracción de agua desde el estero Yutreco al estero Mulpulmo.  
(5.509.230 N y 674.751 E, WGS84 H18)

Habit y Parra (2001)<sup>16</sup> señalan que el sistema hidrológico de la mayoría de las cuencas de Chile se encuentra altamente modificado por la operación de numerosos canales de regadío, impactando negativamente la biota acuática. También Parra et al, (1999)<sup>17</sup>, identifica al aporte difuso de nutrientes como el principal factor que afecta la calidad del agua en los sectores medios de la cuenca del Río Damas, adquiriendo las fuentes puntuales mayor relevancia en el curso inferior (e.g., descargas de purinas de lecherías, de agroindustrias y domésticas). Estas actividades existen en la zona de Mulpulmo desde hace mucho tiempo, donde es posible identificar, además de la Planta Mulpulmo, actividades tales como: i) Extracciones de agua ii) Actividades agropecuarias; iii) Praderas de cultivos; iv) Intervenciones de cauces; v) Redes de drenaje vi) Viviendas, entre otros; y tienen un efecto significativo sobre los cuerpos de agua existentes en el área.

Se evidencian actividades antrópicas altamente contaminantes que afectan directamente al Estero Mulpulmo, 1.100m después de la PTR, donde se descargan percolados de ensilaje con gran poder de contaminación (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), y de acuerdo con Ansorena (1992)<sup>18</sup>, es el residuo más contaminante de los producidos en explotaciones agrícolas. Su demanda de oxígeno se encuentra entre las más altas entre varios tipos de efluentes, alcanzando entre los 30.000 a 80.000 mg/L de DBO, (Dumont, 1992)<sup>19</sup>.

- 
- 16 Habit, E. & Parra, O. 2001. Impacto ambiental de los canales de riego sobre la fauna de peces. Ambiente y Desarrollo XVII: 50-56.
- 17 Parra, O., Valdovinos, C., Campos, H., Figueroa, R., Debels, P. & Zaror, C. 1999. Diagnóstico de la calidad del río Damas, X Región, lineamientos para un plan de prevención y/o descontaminación. Informe Final, Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción: 1-286.
- 18 Ansorena, J. 1992. Impacto de la agricultura en el medio ambiente: Contaminación agraria puntual. Laboratorio agrario de Fraisoro, Dip. Foral de Gipuzkoa, País Vasco, España. SUSTRAI N°26, 3er Trimestre. 1992
- 19 Dumont, J. 1992. Impacto ambiental de la actividad ganadera. INIA Remehue. Pp 4.



Figura 9: Detalle del aporte de percolados por ensilaje al Estero Mulpulmo  
(5.508.774 N y 673.764 E, WGS84 H18)

Los efectos por descarga de percolados de ensilaje son significativos, debido a que los lixiviados son ricos en ácidos orgánicos que aportan corrosividad al medio, efecto que se acentúa en época estival cuando el cauce del Mulpulmo está en su menor nivel. Esta situación tendría una relación directa con la generación COV (Compuestos Orgánicos Volátiles) produciendo olores que afectan a las viviendas aguas abajo a 600 m aguas, producto del aporte de los lixiviados.



Figura 10: Actividades agrícola intensiva aledaña a PTR, con canal de drenaje hacia Estero Mulpulmo (5.508.013 N y 674.520 E, WGS84 H18)

En la figura superior, se muestra que existen múltiples actividades agropecuarias en el sector Mulpulmo, como es el caso de la imagen, donde se evidencia cultivo intensivo de maíz para forraje, en un predio colindante con canales de drenaje, que conectan con el punto de descarga de la PTR, y que son aportes de nutrientes inorgánicos/orgánicos, derivados de procesos de fertilización.



Figura 11: Cultivos agrícolas intensivos y viviendas  
(5.508.150 N y 674.565 E, WGS84 H18)



Figura 12: Abrevadero y/o paso de animales en Estero Mulpulmo  
(5.508.685 N y 673.459 E, WGS84 H18)



Figura 13: Viviendas con descargas de detergentes al Estero Mulpulmo, cerca de la E3  
(5.508.235 N y 674.533 E, WGS84 H18)



Figura 14: Viviendas con animales de granja en el Estero Mulpulmo  
(5.508.685 N y 673.459 E, WGS84 H18)



Figura 15: Otras actividades antrópicas  
(5.508.685 N y 673.459 E, WGS84 H18)



Figura 16: Drenes con descarga al Estero Mulpulmo, entre E3 y E4  
(5.508.737 N y 673.515 E, WGS84 H18)



Figura 17: Sección del Estero Mulpulmo con drenes y tranques de acumulación de aguas entre E3 y E4 (5.508.635 N y 674.035 E, WGS84 H18)

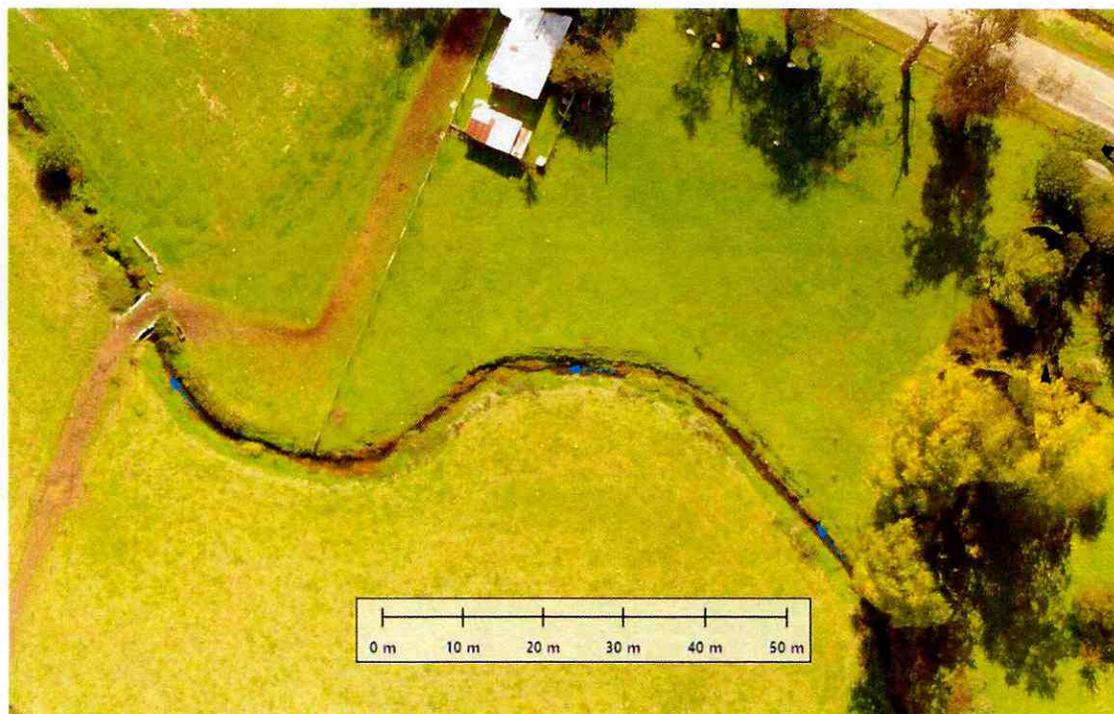


Figura 18: Sección del Estero Mulpulmo después de la estación E3 (<2 m ancho). (5.508.442 N y 674.404 E, WGS84 H18)

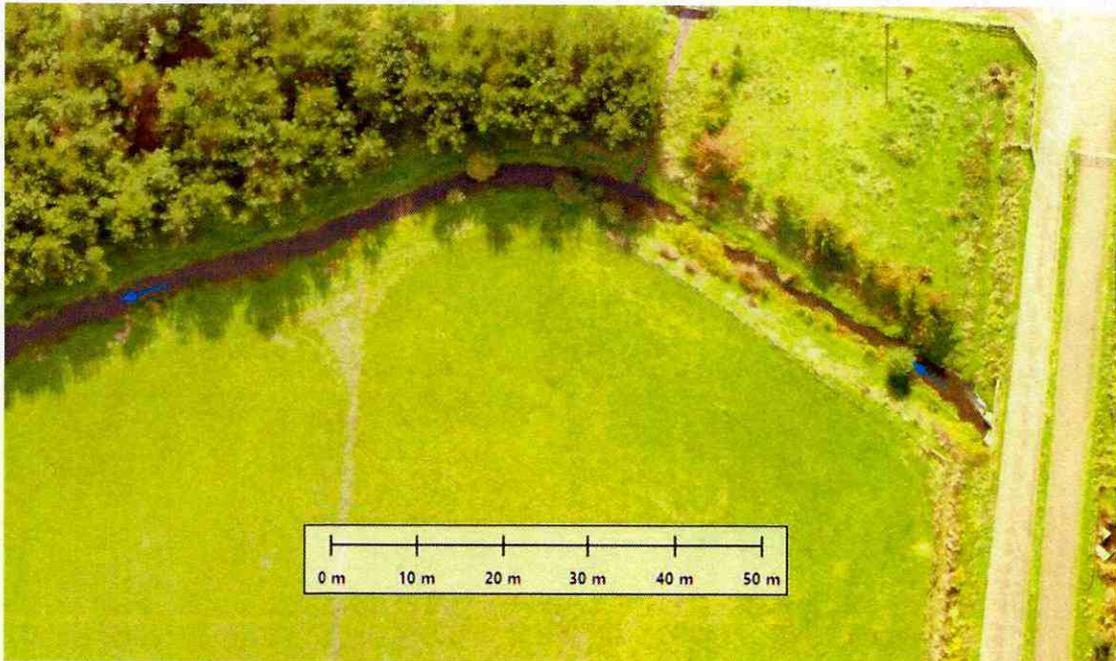


Figura 19: Sección del Estero Mulpulmo con aporte de agua del Estero Yutreco antes de E4 (<4 m ancho).  
(5.508.746 N y 673.708 E, WGS84 H18)



Figura 20: Sección del Estero Mulpulmo en E4 (<9 m ancho).  
(5.508.662 N y 673.396 E, WGS84 H18)



Figura 21: Diferencias de tamaño y flujo en el Estero Mulpulmo ente las estaciones E2, E3 y E4



Figura 22: Vista desde Ruta U-159 del caudal de trasvase desde Estero Yutreco a Mulpulmo  
Fuente: SMA, 2018 (5.508.629 N y 674.159 E, WGS84 H18)

Adicional a lo anterior, se detectó en este estero, puntos irregulares y muy rudimentarios para la extracción de agua (ver Figura 23), los que facilitan la instalación de sistemas de extracción forzada de agua con fines de riego agrícola.



Figura 23: Modificación de sección del Estero Mulpulmo.  
(5.508.678 N y 673.384 E, WGS84 H18)



Figura 24: Extracción de agua desde el estero Yutreco a canal colector de drenaje predial.  
(5.509.377 N y 674.539 E, WGS84 H18)



Figura 25: Sistemas de drenes asociados al estero Yutreco  
(5.509.871 N y 673.987 E, WGS84 H18)



Figura 26: Sistemas de drenes asociados al estero Yutreco bordeando cauce Estero Yutreco  
(5.509.349 N y 673.129 E, WGS84 H18)

Como se muestra en las figuras superiores, la actividad agrícola del sector genera paulatinamente una modificación en los cuerpos de agua. El canal colector de los drenes de los campos, evita la lixiviación natural de los predios, afectando la escorrentía del estero. Esto se evidencia en el Estero Yutreco, al comparar las Figura 25 y Figura 26, donde en esta última se aprecia una disminución significativa del cauce.



Figura 27: Zona de unión del sistema de canales de drenaje con estero Yutreco y Mulpulmo.  
(5.509.136 N y 672.946 E, WGS84 H18)

Las aguas lixiviadas de los predios son canalizadas y retornadas al Estero Yutreco en un punto ubicado a 83 m antes de su unión con el estero Mulpulmo (ver Figura 27), siendo prácticamente una sección artificial del estero, ya que se evidencia que es una prolongación del canal colector del drenaje de los predios, los cuales aportan materia orgánica y sedimento a esa sección del estero.

## 5 CONCLUSIÓN

El manejo del agua que se realiza en los predios de explotación agropecuaria, tales como: las zanjas de drenaje en los predios, las extracciones de agua desde el estero Yutreco y los aportes al estero Mulpulmo, barreras de lixiviación natural de las praderas, entre otras; afecta su continuidad hídrica, los flujos de energía y la esorrentía natural de estos cuerpos de agua.

Los registros de coliformes fecales evidencian aportes difusos provenientes de una fuente externa no relacionados con la Planta de Tratamiento de Riles de la Planta Mulpulmo, tanto aguas arriba como aguas debajo de la descarga de la PTR en el Estero Mulpulmo, y que aumenta significativamente la carga de esta variable.

La disminución de los niveles de OD en el Estero Mulpulmo sería producto de otros factores externos a la descarga del efluente de la PTR, ya que los niveles bajaron tanto aguas arriba como abajo de la localización de la PTR, y luego de más de 70 días de no evidenciar descarga de la PTR en el Estero Mulpulmo.

La relación DBO/DQO muestra que existen aportes de elementos mayoritariamente inorgánicos al Estero Mulpulmo, que no tienen vínculo con la operación de la PTR, ya que la relación DBO/DQO para el RIL tratado de la PTR fue mayor a todas las obtenidas para el conjunto de estaciones, tanto aguas arriba como aguas debajo de la descarga de la PTR en el Estero Mulpulmo.

Aunque los parámetros fisicoquímicos dan una información extensa de la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas, no aportan información de su influencia en la vida acuática, correspondiente a un momento puntual del registro de la muestra (Orozco et al, 2005)<sup>20</sup>. La mayoría de los parámetros monitoreados para la evaluación de la calidad del agua de los esteros Mulpulmo y Yutreco, son de carácter fisicoquímico y no reflejan las posibles alteraciones existentes que hayan podido suceder tiempo atrás (Alba-Tercedor, 1996)<sup>21</sup>.

No existe una línea base para establecer una responsabilidad directa sobre una determinada actividad, toda vez que los resultados obtenidos muestran un escenario de intervención antrópica sistémica en el territorio, tanto por el aporte de contaminantes de diferentes fuentes (lixiviados, percolados, descargas directas (difusas y permanentes), como de modificaciones significativas sobre los cauces de los esteros Mulpulmo y Yutreco; lo que no tendría sólo relación con alguna causalidad puntual, tal como la descarga de la planta de tratamiento de riles (PTR) Planta Mulpulmo, sino de múltiples actividades antrópicas.

Finalmente, se concluye que el estero Mulpulmo ha estado sometido a una fuerte presión de uso a lo largo de toda su extensión, debido a que históricamente se han vinculado fuertemente a los patrones de crecimiento económico de este territorio; especialmente a la agricultura, ganadería y lechería, situación que les ha generado un deterioro en su calidad de agua, patrones de escorrentía, sustrato y otras, por lo que no es posible determinar con exactitud una causalidad única que permita identificar el origen de su estado trófico.

---

20 Orozco, C., Pérez, A., González, M., Rodríguez, F., & Alfayate, J. 2005. Contaminación Ambiental. Una visión desde la Química. Tercera edición, Thomson Ed. Spain Paraninfo, S.A.

21 Alba-Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA). *Ameria* 2: 203-213.



Comprobante de Cambios Realizados por el Titular a sus Resoluciones de  
Calificación Ambiental (RCA).

Fecha Comprobante: 30-01-2018 8:15:31

Información del Titular:

Nombre: LACTEOS DEL SUR S.A.  
Rut: 76716680-K

Estimado(a) titular, la siguiente información ha quedado registrada en la base de datos de la Superintendencia:

Datos de la RCA N° / Año: 0096/2016

Gestión, acto o faena mínima que da cuenta del inicio de ejecución del proyecto:	La gestión o acto mínimo de la instalación de las tuberías que servirán para conducir el rill hasta el sistema de riego. Luego el inicio del riego se realizará con fecha 15 de Enero de 2018
Fase del Proyecto:	En fase de operación
Fecha inicio Fase :	08-01-2018
Dirección fuente fiscalizada:	El proyecto se emplaza en terreno privado identificado como Parcela 2 LtB y Parcela 3 St 6, de propiedad del titular localizadas en el sector de mulpulmo, comuna de osorno, provincia de osorno, región de los lagos
Huso Geográfico:	Huso 18 Sur (Territorio Continental, desde Constitución al sur)
Coordenada Norte:	5508775
Coordenada Este:	675033
Via Ingreso:	DIA
Fecha Via Ingreso:	16-05-2016
Región Desarrollo del Proyecto:	X Región de los Lagos
Comuna Desarrollo del Proyecto:	Osorno



## Certificado de Autocontrol

### Datos Generales

<b>Folio</b>	000000025995	<b>Fecha de Ingreso al Sistema</b>	20/03/2018
<b>Tipo de Control</b>	Autocontrol	<b>Período de Evaluación</b>	02/2018
<b>RUT</b>	76.716.680-K	<b>Fecha Envío</b>	20/03/2018
<b>Empresa</b>	LACTEOS DEL SUR S.A.		
<b>Establecimiento</b>	LACTEOS DEL SUR SA MULPULMO		
<b>Ducto</b>	Canal Artificial, Af. río Yutreco		

### Notificación de "No Descarga"

<b>Fecha de Ingreso</b>	20/03/2018
<b>Motivo</b>	<p>De acuerdo a lo establecido en la Resolución de calificación ambiental N° 96 del año 2007 en la cual se aprueba el proyecto riego de riles de planta mulpulmo, es que el mes de febrero de 2018 se procedió a regar la totalidad del Ril Tratado en la PTR de Planta Mulpulmo, razón por la cual no se realizaron descargas a aguas superficiales. se adjunta carta de gerente de producción y además informe de caudales diarios regados y un análisis del ril para un día de riego.</p>



## Certificado de Autocontrol

### Datos Generales

<b>Folio</b>	000000026695	<b>Fecha de Ingreso al Sistema</b>	20/04/2018
<b>Tipo de Control</b>	Autocontrol	<b>Período de Evaluación</b>	03/2018
<b>RUT</b>	76.716.680-K	<b>Fecha Envío</b>	20/04/2018
<b>Empresa</b>	LACTEOS DEL SUR S.A.		
<b>Establecimiento</b>	LACTEOS DEL SUR SA Mulpulmo		
<b>Ducto</b>	Canal Artificial, Af. río Yutreco		

### Notificación de "No Descarga"

<b>Fecha de Ingreso</b>	20/04/2018
<b>Motivo</b>	<p>De acuerdo a lo establecido en la Resolución de calificación ambiental N° 96 del año 2007 en la cual se aprueba el proyecto riego de riles de planta mulpulmo, es que el mes de Marzo de 2018 se procedió a regar la totalidad del Ril Tratado en la PTR de Planta Mulpulmo, razón por la cual no se realizaron descargas a aguas superficiales. se adjunta carta de gerente de producción y además informe de caudales diarios regados y un análisis del ril para un día de riego.</p>