

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS**



# **INFORME SOBRE CALIDAD DE AGUA DEL LAGO PANGUIPULLI - MARZO 2017**

Presentado por:

**Universidad Austral de Chile  
Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, ICML  
Dr. Luciano Caputo**

**Financiamiento:** A petición de la Corporación de Adelanto Amigos de Panguipulli como aporte al desarrollo del proyecto "*Una Norma Secundaria de Calidad Ambiental para el Lago Panguipulli: participación público-privada para la conservación del territorio*". (Financiamiento parcial)

## Introducción

En el actual escenario de cambio global, particularmente aquel que afecta las cuencas hidrográficas de la Región de los Ríos, resulta prioritario generar información ambiental de carácter científico - técnico sobre los atributos limnológicos de los sistemas acuáticos. Esta información es necesaria para evaluar el estado de salud de los ecosistemas y elaborar estrategias de gestión y conservación.

Lago Panguipulli forma parte de la Red de Monitoreo Lacustre a cargo de la Red Mínima de monitoreo de Lagos (RL) de la Dirección General de Agua (DGA-MOP) y cuenta con datos históricos de calidad de agua desde los años 80s. Sin embargo, durante los últimos 3 años no se han realizado los monitoreos rutinarios de este lago por parte de la DGA, como organismo ejecutor. Actualmente se desconoce si Lago Panguipulli será incluido en la RL-DGA durante 2017. La eventual exclusión de este lago dentro de la RL-DGA es motivo de preocupación, no solo por el vacío que se podría generar en la base histórica de datos de calidad de agua del Lago; requisito fundamental para que este cuerpo de agua opte a un Normativa Secundaria de Protección Ambiental a futuro. Sino, también, genera inquietud en cuanto a la precarización y atomización de los mecanismos de fiscalización ambiental del Lago Panguipulli frente a eventos de contaminación, como los reportados en los últimos veranos en la Bahía principal del Lago homónimo.

En este contexto, el proyecto UACH de Vinculación con el Medio denominado "*Una Norma Secundaria de Calidad Ambiental para el Lago Panguipulli: participación público-privada para la conservación del territorio*" busca, entre otros, dar continuidad a la generación de información física, química y biológica del Lago Panguipulli que sirva de insumo para la elaboración de una futura Norma Secundaria de Calidad Ambiental para este lago. El presente informe de calidad del agua del lago constituye uno de los objetivos de dicho proyecto, donde la Corporación de Adelanto Amigos de Panguipulli, la Capitanía de Puerto y la Ilustre municipalidad de la ciudad destacan como actores clave junto con otras organizaciones ciudadanas y profesionales independientes.

### **Antecedentes generales del Lago Panguipulli**

Lago Panguipulli (39°43' S - 72°13'O) se encuentra ubicado en la precordillera de la Región de los Ríos, a 140 m s.n.m, y forma parte de una de las redes hidrográficas más complejas del país. El lago tiene una profundidad máxima de 268 m y una criptodepresión de 128 m. Su morfo-batimetría (Fig. 1) está asociada a su origen glaciar presentando una cubeta de forma sub-rectangular elongada, tipo fiordo, de 116,9 Km<sup>2</sup>. Los principales tributarios de este lago son: ríos Huanehue, Punir, Paillahuente, Niltre, Reca y Conquil. El lago tiene un único efluente, el río Enco, cuyas aguas desembocan en el Lago Riñihue. La cuenca hidrográfica de Lago Panguipulli es de 3811 km<sup>2</sup>, correspondiente a 32,6 veces el área del lago.

## **Métodos**

### Muestreo Limnológico

El monitoreo limnológico del Lago Panguipulli se realizó el 15 de marzo de 2017, fecha representativa de la estación de verano. El diseño general de muestreo es contrastable con el realizado por la DGA en años anteriores. Este monitoreo considero la toma de muestras de agua y registro de parámetros ambientales en 5 estaciones pelagiales del lago, cuya distribución espacial se detalla en la Figura 2 y Tabla 1. Adicionalmente este monitoreo incluyó el análisis de los parámetros químicos, Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) junto con el biológico coliformes (totales y fecales). Estos parámetros son de interés en cuanto respecta la elaboración y promulgación de una NSCA para los sistemas acuáticos, pero que no son contemplados en el monitoreo rutinario de la DGA.

### **Toma de muestras y análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos del agua**

#### Parámetros físicos:

Se registraron perfiles de temperatura, pH, conductividad eléctrica y clorofila a con una sonda multiparamétrica (Sea & Sun 90M, Sea & Sun Technology GmbH, Alemania) desde la superficie hasta los 100m de profundidad o en su defecto hasta la profundidad máxima (resolución vertical app. 0,3 m). La concentración de oxígeno disuelto se registró con una sonda YSI (Modelo NN) usando un sensor óptico. La transparencia del agua se midió usando el disco Secchi ( $\varnothing$  30 cm).

#### Parámetros químicos:

Las muestras de agua para el análisis de parámetros químicos se tomaron en 0-10-30-50 y 70 m de profundidad con una botella Uwitec (volumen 5 L). El agua se guardó en botellas de polietileno de 0,5 y 2,0 L volumen a una temperatura de 4-8°C para su transporte a los laboratorios de la Universidad Austral de Chile (LIMNOLAB y **Laboratorio de Alimentos y Aguas**) para su posterior análisis químico y biológico siguiendo la metodología descrita abajo:

## **Análisis de agua**

La metodología utilizada para medir los factores químicos y biológicos es la siguiente:

Nitrato: Método de Reducción con columna de cadmio y medición como nitrito según 4500-NO<sub>3</sub> – E Standard Methods APHA (2005). Límite de detección (MDL): 0,002 mg N-NO<sub>3</sub>/L. Segmented Flow Analysis Modul SKALAR (Holanda)

Fósforo Total (PT): Método de digestión ácida y Persulfato de Potasio según Koroleff (1983) y 4500-P B/5 Standard Methods APHA (2005). Límite de detección (MDL): 0,003 mg PPO<sub>4</sub>/L.

Nitrógeno Total: Método de digestión básica con Hidróxido de Sodio y Persulfato de Potasio según Koroleff (1983) y 4500-N/C y 4500-NO<sub>3</sub> – E. Standard Methods APHA (2005). Límite de detección (MDL): 0,015 mg N/L. Segmented Flow Analysis Modul SKALAR (Holanda)

Clorofila-a: Medición con sonda multiparamétrica (Sea & Sun 90M)

Demanda Química de Oxígeno (mg DQO/L) NCh 2313/24. Of 1997, Limite de detección = 5

Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg DBO<sub>5</sub>/L): NCh 2313/5. Of 2005- Limite de detección = 2

Coliformes fecales (NMP/100 ml): SM 9221 E-Limite de detección= 1,8

Coliformes fecales (NMP/100 ml): SM 9221 B- Limite de detección= 1,8

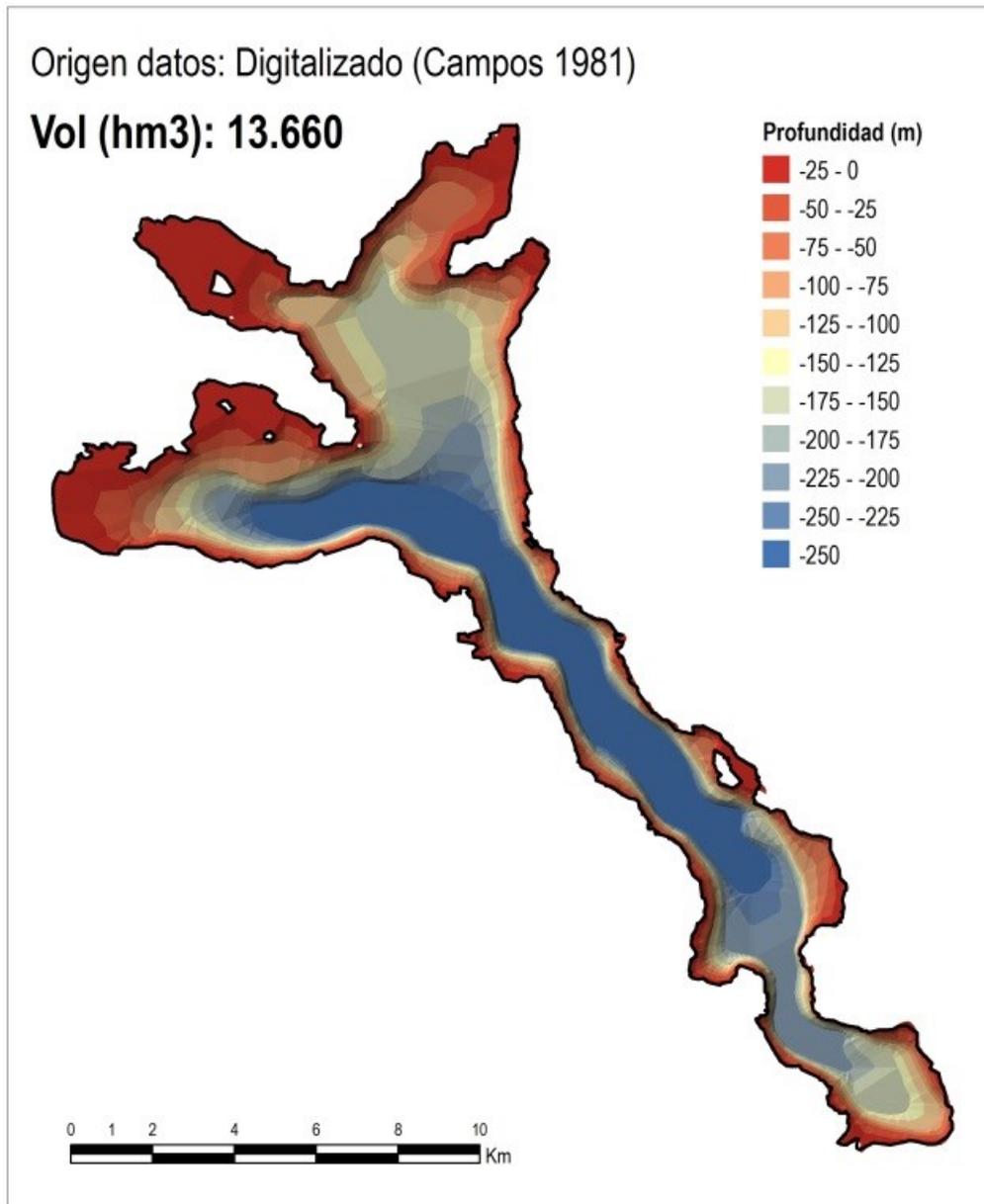


Figura 1. Mapa morfo-batimétrico de lago Panguipulli. Fuente: Análisis y reformulación de red de monitoreo de lagos Región de los Ríos (S.I.T N° 395, EULA –DGA, enero 2017)

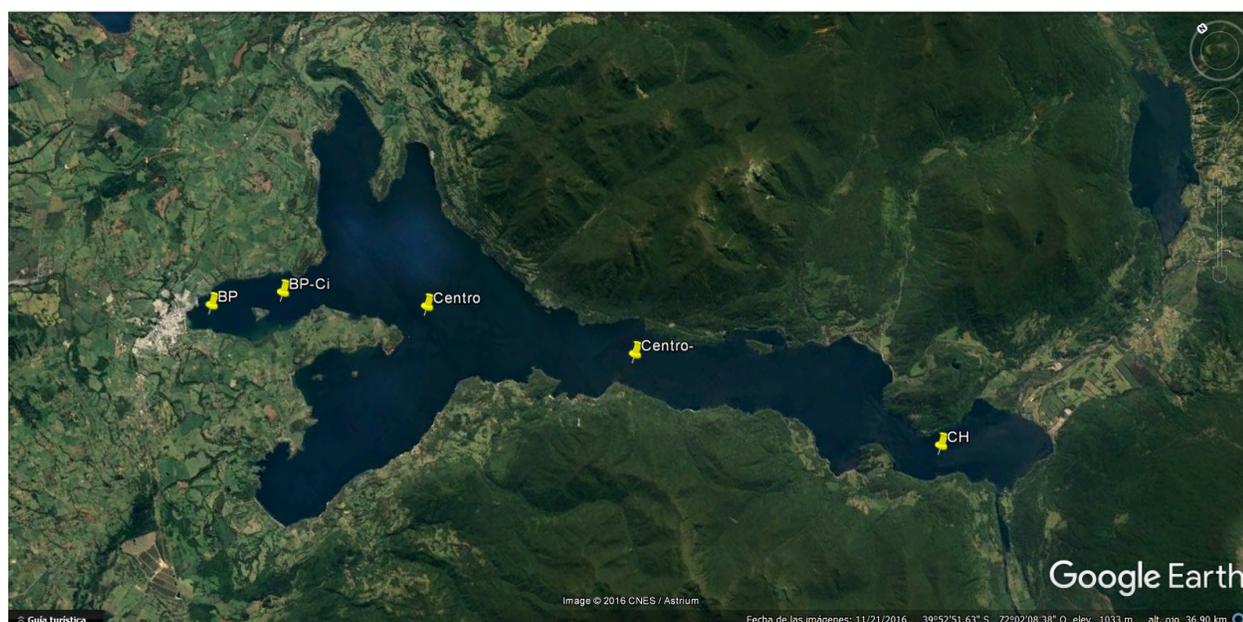


Figura 2. Ubicación de las estaciones de muestreo donde se perfiló la columna de agua y se colectaron muestras estratificadas de agua para análisis químicos y biológicos (ver Tabla 1)

Lago	Estación	Coordenadas	Muestras de agua	Observación
Panguipulli	BP, Bahía Panguipulli ( Muelle)	747759 - 5587222	Superficie (0m)	Prof. < 10m
	BP-Ci (B. Panguipulli - sector Isla)	732203- 5606570	Superficie (0m), 10,	
	Centro	736336 - 5603785	Superficie (0m), 10, 30, 50	RL-DGA vigente "desde 2014"
	Centro- 2	740025 - 5596366	Superficie (0m), 10, 30, 50 70	Centro: punto histórico DGA desde 1997 hasta 2014
	CH, Choshuenco	730761 - 5607720	Superficie (0m), 10, 30, 50 70	RL-DGA (histórico)
<b>Parámetros</b>				
Fisicoquímicos	Temperatura, conductividad específica, pH, oxígeno disuelto, Transparencia, Clorofila, DQO y DBO			
Nutrientes	Fósforo total (PT) y Nitrógeno total (NT), Sílice (SiO <sub>2</sub> ), Nitrato (NO <sub>3</sub> ),			
Perfiles CTD	Perfiles de temperatura, conductividad, oxígeno disuelto (% y mgL <sup>-1</sup> ) y fluorescencia (clorofila-a)			

Tabla 1. Resumen del diseño de muestreo con detalle de las estaciones y profundidades de colecta de agua con indicación de los parámetros analizados.



## Resultados

### Parámetros físicos

#### *Perfiles CTD*

La figura 2, muestra, de izquierda a derecha, los perfiles de temperatura y clorofila-a con indicación de la transparencia del agua (Disco de Secchi) registrados en las estaciones Bahía Panguipulli (BP-sector Muelle), Bahía Panguipulli (BP-Ci-sector Isla), Estación Centro (DGA desde 2014), Estación Centro-2 (histórica DGA hasta 2014) y Estación Bahía Choshuenco.

La temperatura superficial del agua del lago, a lo largo de su principal eje de variación, fue similar entre estaciones con valores entre los 18,9 y los 19,1 °C. En base a la distribución vertical de temperatura se observa que el lago presenta una estratificación térmica característica de primavera (noviembre) donde se puede observar un epilimnion (capa de agua superficial) que varía entre los 15 y 24 metros de amplitud, un metalimnion de aproximadamente 35-40 metros de espesor y un hipolimnion cuya base comienza a los 50 m hasta el fondo con una temperatura homogénea en torno a los 10 °C.

La concentración de clorofila en el epilimnion del lago fue baja y con un rango de variación de 0,2 a 1,2 ugL-1 en el eje longitudinal del cuerpo de agua. Estos valores son típicos de lagos oligotróficos. No obstante, cabe mencionar que se observa un incremento importante en la biomasa de clorofila registrada en la estación Muelle, la cual alcanza valores de concentración de clorofila de 0,8 ug L-1 registrada *in situ* (CTD) y de 1,19 ugL Chl-a cuando la clorofila es analizada en laboratorio usando espectrofotómetro, ver tabla 2 y Figura 2. En cuanto a la distribución vertical de clorofila (fitoplancton) se observa desarrollo de máximos de clorofila ubicados en torno a los 30 m, Figura 2 (área sombreada verde), con valores de concentración de clorofila de entre 0,8 a 1,2 ugL. No se dispone de información sobre las especies de microalgas que componen el fitoplancton del lago. El lago presenta una gran transparencia del agua como valores de profundidad de visión del disco del Disco de Secchi, de 11.5 a 13 m de profundidad. Para el caso de BP - sector muelle - la profundidad de visión del Disco de Secchi alcanzó la profundidad máxima de este punto de muestreo, 5 m.

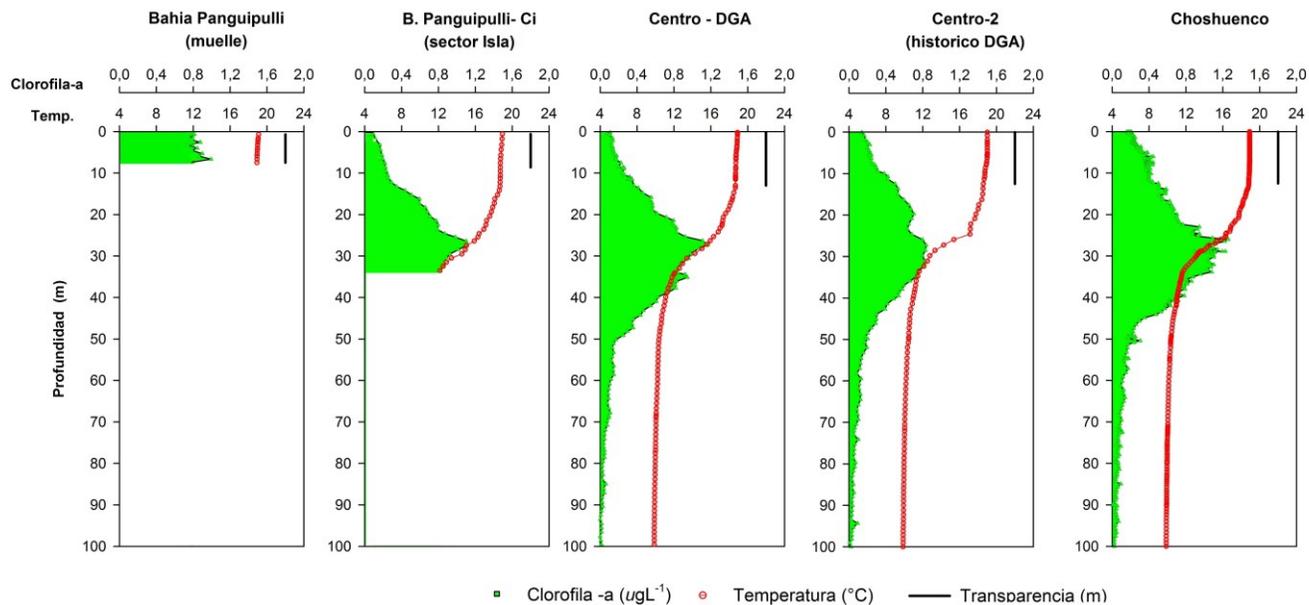


Figura 2. Perfiles de temperatura, clorofila -a y transparencia del agua (Secchi) registrados en las estaciones de monitoreo lacustre.

### Parámetros físicos, químicos y biológicos medidos en muestras de agua

En la tabla 2 y figura 3 se presentan los resultados de los análisis físico-químicos y biológicos del agua del Lago Panguipulli. Como norma el lago presenta aguas con valores de pH levemente alcalinos y valores de conductividad eléctrica bajos en torno a los 50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo cual indica que el agua del lago es diluida en cuanto a sales (mineralización). Estos valores son normales y típicos de lagos Nordpatagónicos. En cuanto a la concentración nutrientes Fósforo Total (PT) y Nitrógeno Total (NT), Nitrato ( $\text{NO}_3$ ) y la biomasa de Clorofila -a registramos valores de concentración que caen en el rango de la oligotrofia. Sin embargo, cabe destacar que un lago prístino debería tener concentraciones de fósforo menores a  $5 \mu\text{g P/L}$ , valores de concentración de NT  $< 40 \mu\text{g/L}$  y valores de  $\text{NO}_3$  bajo el límite de detección analítico. Para el caso del muestreo lacustre de marzo de 2017 (este informe), todos los nutrientes (TP, TN y  $\text{NO}_3$ ) presentan valores incrementados respecto al monitoreo de noviembre de 2017, con un incremento aproximado de un 15% (análisis conjunto de información como parte del informe final UACH, en desarrollo). Esta situación pone de manifiesto que el periodo estival tuvo impactos notables en el lago en cuanto a concentración de nutrientes exógenos. Para los parámetros DQO y DBO observamos valores que están bajo el límite de detección analítico (ver tabla 2, fig. 3).

Similar tendencia se observa para el parámetro coliformes fecales cuya densidad sólo superó el límite de detección analítico exclusivamente en las estaciones Bahía Panguipulli sector muelle (superficie) y en la estación Choshuenco (30 m). Para el caso del parámetro Coliformes totales registramos valores de densidad por sobre el límite de detección, en algunos casos valores bastante elevados, en todas las estaciones de muestreo y en profundidad. Esta situación es atípica y contrasta con los resultados del monitoreo de primavera (noviembre de 2016) donde sólo hubo registro de coliformes totales y fecales en la estación de monitoreo Bahía Panguipulli sector Muelle, lo cual coincidió con un evento de descarga de aguas negras en este sector lacustre. Tanto el incremento comparativo de nutrientes (TP, TN y NO<sub>3</sub>), como de coliformes entre las condiciones de primavera (noviembre 2016) y verano (marzo 2017) revelan un impacto importante del periodo estival en la calidad del agua del lago. Teniendo en cuenta que el lago es de un volumen enorme, sólo una gran carga de materia orgánica pudo generar aumentos como los registrados en marzo. Los lagos son sistemas resilientes a contaminación, pero paulatinamente van acumulando historia.

Estación	Prof. (m)	PT (ug/l)	NT (ug/l)	NO <sub>3</sub> (ug/l)	SiO <sub>2</sub> (mg/L)	Cl-a (ug/l)	pH	Cond. (uS/cm)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Coliformes Fecales NMP/100 ml	Coliformes Totales NMP/100 ml	Secchi (m)
BP (muelle)	0	8	65	9	n. s	1,19	7,6	50,4	<5	<2	23	790	5
<b>BP-Ci</b>	0	6	5	8	n. s	0,714	7.5	50.2	<5	<2	<1.8	1300	12.5
	10	6	57	7	n. s	0,952	7,6	50.3	<5	<2	<1.8	7900	
Centro	0	< 5	48	5	n. s	0,357	7,5	50.2	<5	<2	<1.8	170	11.5
	10	5	52	5	n. s	0,595	7,5	50.4	<5	<2	<1.8	330	
	30	5	57	5	n. s	1,19	7,2	48.4	<5	<2	<1.8	220	
Centro-2	0	5	59	1	5,8	0,595	7,6	50.6	<5	<2	<1.8	2300	13
	10	5	57	1	6	1,666	7,5	50.5	<5	<2	<1.8	1300	
	30	5	67	1	1,39	0,595	7,5	48.5	<5	<2	<1.8	2300	
	50	< 5	64	36	0,61	0,119	7,4	47.9	nd	nd	nd	nd	
CH	0	6	53	3	n. s	0,476	7,6	50.6	<5	<2	<1.8	1300	12.5
	10	7	6	4	n. s	1,19	7,5	50.5	<5	<2	<1.8	2310	
	30	< 5	55	7	n. s	0,952	7,3	48.4	<5	<2	2	330	
	50	5	63	39	n. s	1,19	7,4	47.9	nd	nd	nd	nd	

Tabla 2. Resumen de los resultados del análisis químico del agua para Fósforo Total (PT), Nitrógeno Total (NT), Nitrato (NO<sub>3</sub>), Sílice (SiO<sub>2</sub>), Conductividad eléctrica (uS/cm), Oxígeno Disuelto, pH, DBO, DQO y coliformes medidos en el agua colectada en los distintos sitios de muestreo del Lago Panguipulli, noviembre 2017.

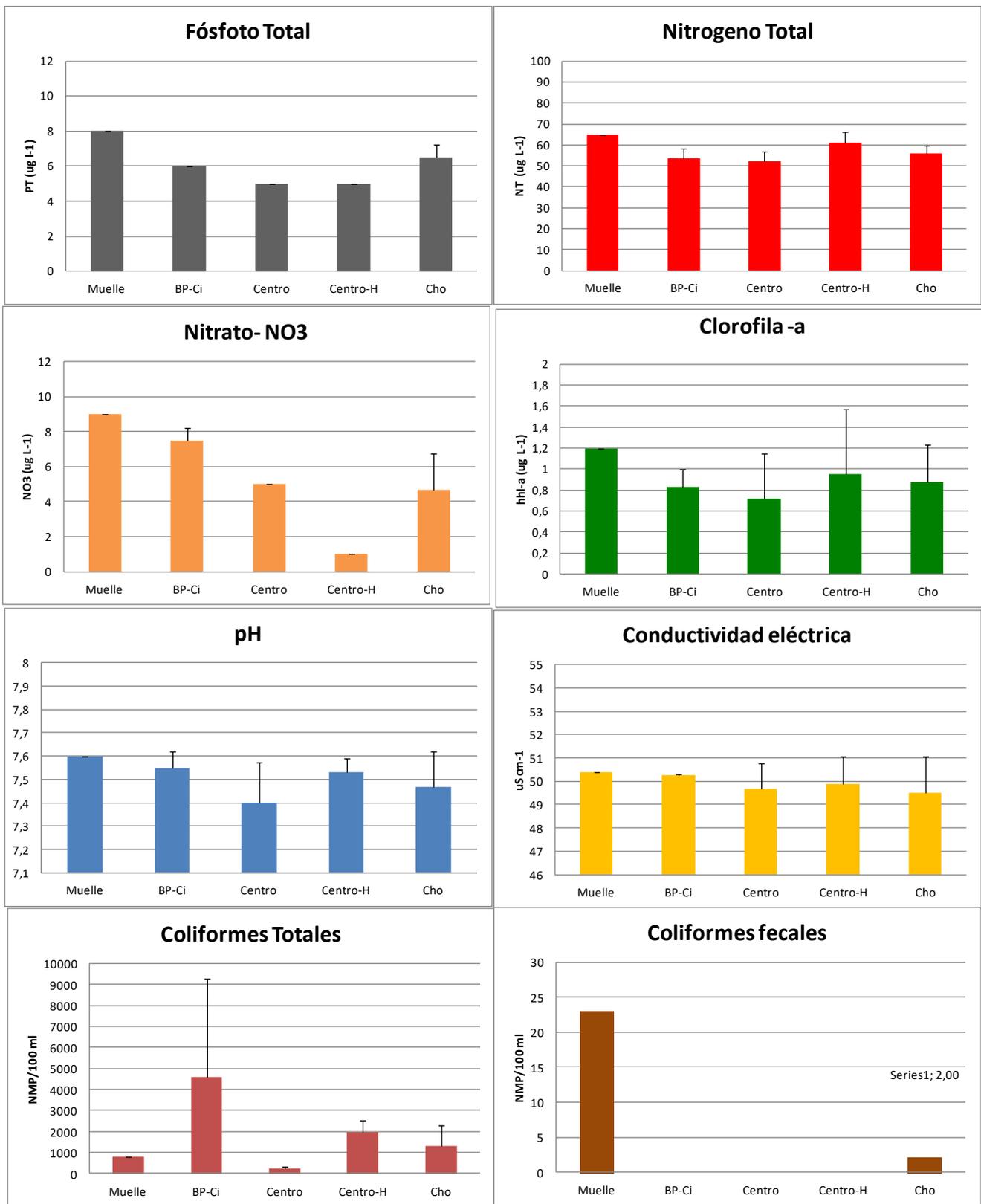


Figura 3. Variabilidad espacial de los principales parámetros: TP, TN, NO3, Chl-a, pH, Conductividad eléctrica, Coliformes totales y fecales, medidos en marzo de 2017 en las distintas estaciones de monitoreo lacustre.

## Conclusión

- En base al muestreo realizado el 15 de marzo se puede concluir lo siguiente: el lago presenta concentraciones globales de nutrientes y biomasa de clorofila que caen dentro del rango de la oligotrofia. Sin embargo, se registra un incremento importante en la concentración de los nutrientes respecto al muestreo previo de primavera. En particular destacan los incrementados valores de NT y sobre todo  $\text{NO}_3$ .
- De forma similar a lo registrado en el monitoreo de noviembre de 2016, Bahía Panguipulli sector muelle destaca por presentar los valores más elevados de nutrientes y clorofila respecto a las otras estaciones de monitoreo.
- A lo largo de todo el lago se registran concentraciones atípicas de coliformes totales, situación que ameritaría nuevos estudios.

Se concluye que existe heterogeneidad espacial en la calidad del agua del Lago Panguipulli, siendo la estación Bahía Panguipulli sector muelle la que presenta condiciones en el rango superior de la oligotrofia, atípicas para un lago Nordpatagónico y persistentes en el tiempo.

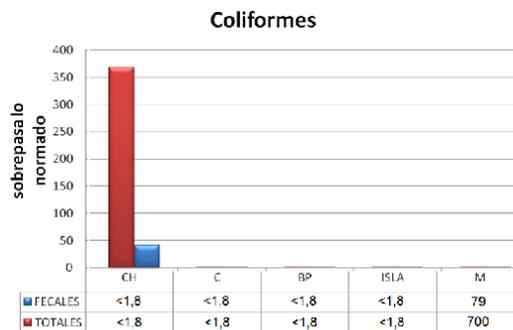
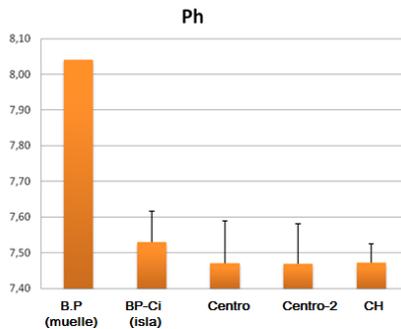
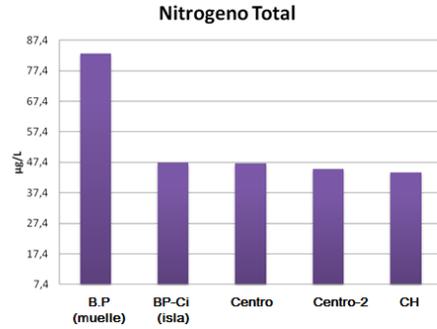
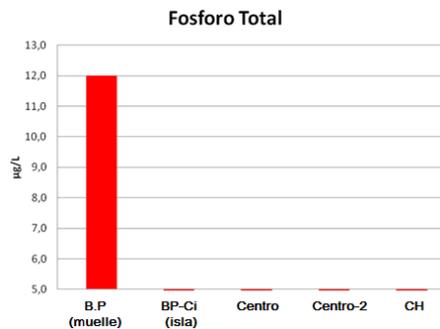
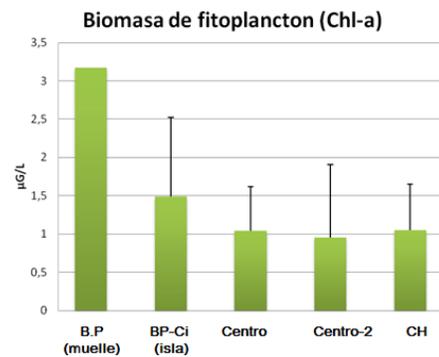
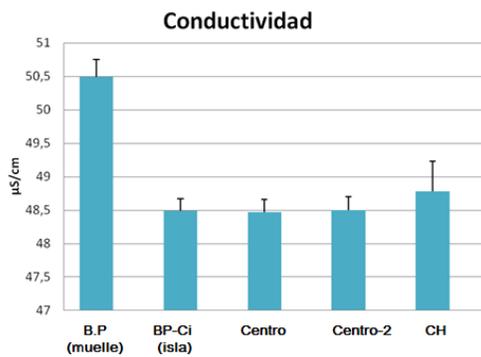
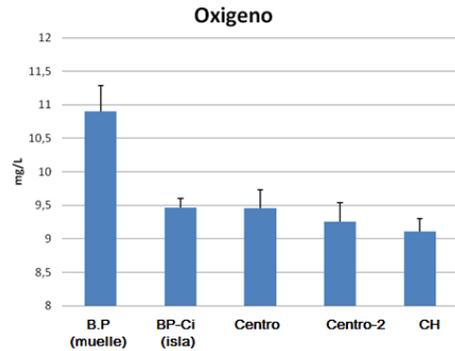
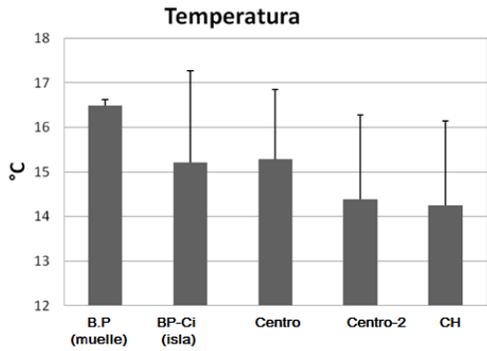
- El ingreso de materia orgánica externa al lago promueve la eutrofización de esta bahía y del lago en su conjunto.
- Es muy necesario obtener datos sobre los ingresos y egresos de agua para establecer un balance hídrico, el cual es fundamental para estimar la capacidad de carga de este lago, particularmente la bahía.
- Es necesario proteger la calidad ambiental del lago, el cual, por sus características naturales, representa un importante activo turístico para la región, entre otros.

Los resultados de este estudio sugieren fuertemente que Bahía Panguipulli - sector Muelle y BP Ci-Sector isla son candidatos idóneos para establecer estaciones de vigilancia periódicas sobre la calidad del agua.

Se sugiere dar continuidad al estudio del lago, particularmente durante el verano, e implementar, si posible, trampas de sedimento en Bahía Panguipulli para evaluar la magnitud del ingresos y sedimentación de MO aloctona. También se sugiere implementar sistemas de medición desatendido de algunos parámetros clave que permitirían detectar de forma temprana cambios en la calidad física y química del agua con énfasis en los sectores con mayor riesgo por descargas de materia orgánica.

## ANEXO i

Variación espacial de los parámetros de calidad de agua (promedio en columna de agua) registrados en Lago Panguipulli (NOVIEMBRE 2016- Informe municipal)



	CH	C	BP	ISLA	M
■ FCALES	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	79
■ TOTALES	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	700

Anexo 2. Antecedentes sobre Eutrofización de Lagos, extraído de Informe UACH- DGA

## ASPECTOS GENERALES SOBRE EL PROBLEMA DE EUTROFIZACION DE LAGOS

Desde los años 1950 se ha detectado a nivel mundial que muchos lagos han y están sufriendo un aumento de ingreso de nutrientes, especialmente fósforo (P) y nitrógeno (N) específicamente nitrato y amonio, iniciando procesos de eutrofización. Estos nutrientes provienen en gran parte de fertilizantes, desechos humanos y de animales y de la contaminación atmosférica, y están estrechamente relacionados con el uso de los suelos y las actividades antropogénicas en la cuenca hidrográfica incluyendo las actividades de salmonicultura. El aumento de los nutrientes limitantes (P en el hemisferio Norte, P y N en el hemisferio Sur) genera la base para el crecimiento de los productores primarios (algas y macrófitas) y se produce un incremento de su biomasa y de su productividad primaria, proceso denominado “eutrofización”.

En comparación a la eutrofización natural, el cual es un proceso lento de miles de años, la eutrofización antropogénica es un proceso que cambia el ecosistema en muy corto tiempo, muchas veces sólo en algunos años o décadas. Los efectos de la eutrofización son considerados como negativos para el ecosistema, porque producen una mala calidad de agua. Los efectos negativos más importantes son:

- aumento de la abundancia, biomasa y productividad primaria de algas/macrófitas
- cambio de especies en cada nivel trófico: algas, zooplancton, peces, bentos
- aumento de algas azules, que potencialmente producen toxinas
- aumento de la abundancia, biomasa y productividad de organismos heterotróficos
- disminución de la transparencia (visibilidad) y de la zona eufótica (1% luz superficial) del agua
- aumento de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)
- disminución del oxígeno, principalmente en el hipolimnion del lago durante la estratificación térmica en verano
- otros efectos como muerte de peces, aparición de algas tóxicas (provenientes de algas azules-verdes) etc.

En forma general se puede decir, que el aumento de los nutrientes produce **un aumento de la productividad del lago** - acompañado por un cambio de especies en cada nivel trófico -, además de un aumento en la degradación de la materia orgánica (MO). Durante esa degradación

se consume oxígeno (respiración microbiana principalmente: oxidación de la MO) produciendo una disminución de este gas en el agua hasta llegar a condiciones anaeróbicas. Esta disminución de oxígeno comienza primero sobre el sedimento del lago y luego se extiende en el hipolimnion del lago hasta llegar a condiciones anóxicas que causan la muerte de la mayoría de los organismos.

Además de los efectos ecosistémicos, la eutrofización afecta también al hombre, porque cambia no sólo el aspecto estético del lago (cambio de color desde azul hacia verde) sino también los potenciales usos del agua (p.e. para recreación, potabilidad, pesca etc.).

## **CLASIFICACIÓN DE TROFÍA**

Para caracterizar el estado trófico de los lagos generalmente se utilizan los principales parámetros descriptores de calidad de agua empleados por los principales índices de trofia en la literatura:

- clorofila-a
- transparencia del agua (profundidad de visión del Disco de Secchi/zona eufótica
- concentración de nutrientes P y N

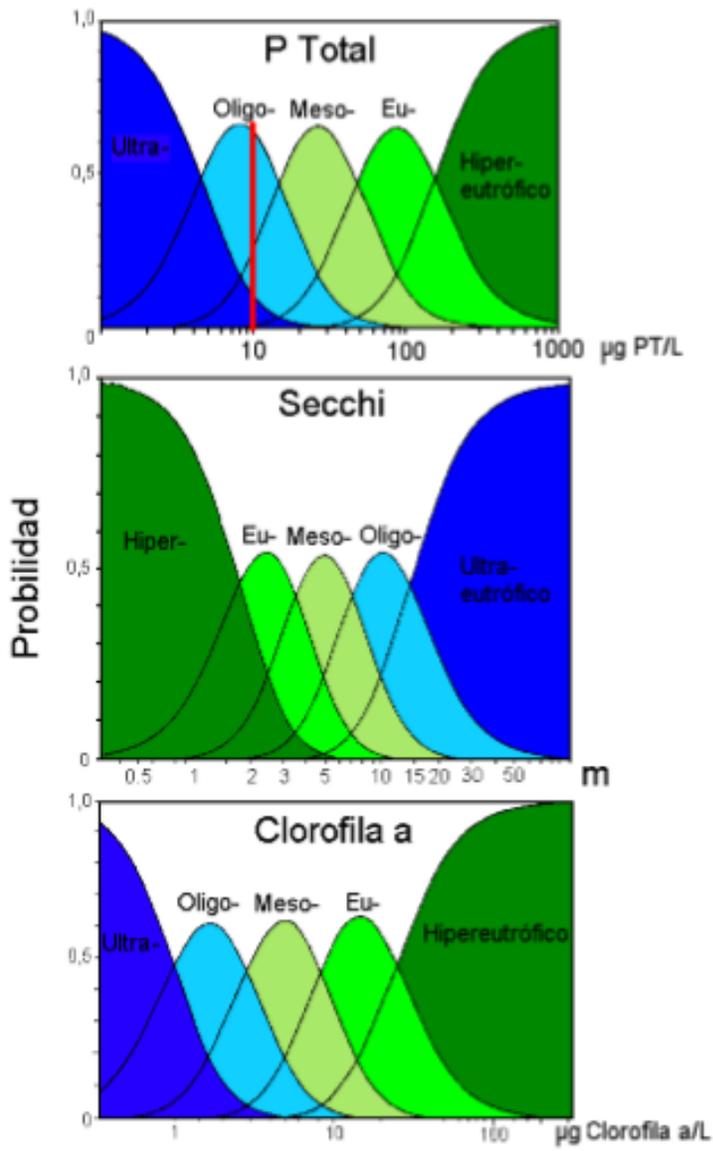
La tabla 1 reporta los índices de la literatura para evaluar el estado de los sistemas, que son por ejemplo el índice propuesto por Dillon y Carlson, de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD, 1982) y la clasificación trófica propuesta por la Guía CONAMA para la elaboración de Normas Secundarias en Chile (Tabla 1).

Se observa que existen ciertas diferencias en los rangos propuestos para caracterizar los diferentes estados tróficos.

**Tabla 1 Clasificación trófica según la literatura**

		<b>Dillon 1975</b>	<b>Carlson 1977</b>	<b>OECD 1982</b>	<b>Nürnberg 1996</b>	<b>Guía NS Tabla 2</b>
<b>Secchi (m)</b>	<b>Ultraoligo-</b>	-	-	-	-	> 20
	<b>Oligo</b>	> 5	> 4	12-6	> 4	≥ 10
	<b>Meso</b>	5-2	4-2	6-3	4-2	10-5
<b>Clorofila a (µg/l)</b>	<b>Ultra-oligo-</b>	-	-	-	-	< 1
	<b>Oligo-</b>	≤ 2,1 (< 5,7)	< 2,6	1-2,5 (< 8)	<3,5	1- 3
	<b>Meso</b>	≤ 5,6 (< 15)	2,6-7,3	2,5-8 (< 25)	3,5-9	3 - 10
<b>P Total (µg P/l)</b>	<b>Ultraoligo-</b>	-	-	-	-	< 5
	<b>Oligo-</b>	≤ 10	≤ 12	4-10	<10	≤ 10
	<b>Meso</b>	≤ 20	12-24	10-35	10-30	≤ 20
<b>N Total (µg N/l)</b>	<b>Ultraoligo-</b>	-	-	-	-	-
	<b>Oligo-</b>	-	-	< 350	< 350	≤ 250
	<b>Meso</b>	-	-	350-650	350-650	≤ 400

Esto tiene que ver con el hecho, que una clasificación trófica usando valores límites máximos y mínimos es un procedimiento "técnico-práctico", que no refleja adecuadamente el escenario real del estado trófico de un lago, que se debería describir con un modelo probabilístico (Fig. 2). Según la propuesta de Vollenweider & Kerekes, 1980, se puede deducir una determinada probabilidad (1 = 100%, 0 = 0%) para clasificar el estado de lago que tiene una cierta concentración de P total, clorofila a o transparencia. Por ejemplo, un lago con una concentración promedio de 10 µg P/L se clasificaría con un probabilidad de 68% como oligotrófico y con una probabilidad de 25% como mesotrófico (véase línea roja en la figura 2). No obstante de estas limitaciones en este informe se usará la clasificación "técnica-prac-tica" presentada en la tabla 1 para evaluar el estado trófico de los lagos, simplemente por su utilidad más simple.



**Fig. 1** Modelo probabilístico para la clasificación de la trofia (EPA-822-B00-001, 2000).

## ANEXO III

## INFORME DE LABORATORIO ANALISIS DE AGUAS – UACH



ACREDITACION  
LE 274 – LE 275 – LE 276  
LE 720 – LE 721 – LE 1003  
LE 1004 – LE 1008 – LE 1069



Universidad Austral de Chile  
Instituto de Medicina Preventiva Veterinaria



## RT 35- INFORME DE ENSAYOS N° Q/225-236/2017

Prohibida la reproducción total o parcial del informe, sin autorización escrita del emisor

Página 1 de 2

RELATIVO AL CLIENTE						
Razón social: <b>LUCIANO CAPUTO (Proyecto Panguipulli)</b>						
RUT: 13.334.843-3						
Dirección: UACH - CML						
Fono contacto: 9-74798376 / Anexo 3473						
Solicitante ensayos: Luciano Caputo						
RELATIVO A LA MUESTRA						
Recepción de muestras		Fecha: 16.03.2017		Hora: 09:30		
Matriz: Agua cruda						
Responsable del muestreo: Muestra proporcionada por el cliente						
IDENTIFICACION SEGUN CLIENTE	MUESTREO				*T° RECEPCIÓN (°C)	
	Lugar	día	hora	T (°C)		
Q-225 Agua de lago, CH 0	Lago Panguipulli	15.03.2017	14:00	No indica	6,0 y 5,0	
Q-226 Agua de lago, CH 10			14:15			
Q-227 Agua de lago, CH 30			14:30			
Q-228 Agua de lago, BP 0			14:45			
Q-229 Agua de lago, BP 10			14:50			
Q-230 Agua de lago, BP 30			15:00			
Q-231 Agua de lago, CI 0			15:30			
Q-232 Agua de lago, CI 10			15:40			
Q-233 Agua de lago, C 0			16:05			
Q-234 Agua de lago, C 10			16:20			
Q-235 Agua de lago, C 30			16:45			
Q-236 Agua de lago, MUE 0			17:00			
RELATIVO A LOS ENSAYOS						
Fecha y hora resultados finales: 31.03.2017/09:20			Fecha emisión informe: 03.04.2017			
RESULTADOS ENSAYOS QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS						
ENSAYOS	METODOLOGIA	Límite de detección	Q-225	Q-226	Q-227	Q-228
pH	NCh 2313/1. Of 1995	No aplica	7,6 (15,5°C)	7,5 (14,5°C)	7,3 (14,2°C)	7,5 (14,4°C)
Demanda Química de Oxígeno (mg DQO/L)	NCh 2313/24. Of 1997	5	<5	<5	<5	<5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg DBO5/L)	NCh 2313/5. Of 2005	2	<2	<2	<2	<2
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	SM 9221 E	1,8	<1,8	<1,8	2	<1,8
Coliformes totales (NMP/100 ml)	SM 9221 B	1,8	1.300	2.300	330	170

## OBSERVACIONES:

\*Temperaturas medidas a frascos testigos para ensayos físico-químicos y microbiológicos, respectivamente.

Dirección: Edificio Federico Saecker 5° nivel Campus Isla Teja - Valdivia Chile Cañilla 567  
Fono: 56 63 2293838 - 56 63 2221435 email: preventilabaguas@uach.cl - preventilabaguas@uach.cl  
FECHA ACTUALIZACIÓN: Enero 2017/MSOCPO/RUE

**RT 35- INFORME DE ENSAYOS N° Q/225-236/2017**

Prohibida la reproducción total o parcial del informe, sin autorización escrita del emisor

Página 2 de 2

RESULTADOS ENSAYOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS						
ENSAYOS	METODOLOGIA	Límites de detección	Q-229	Q-230	Q-231	Q-232
pH	NCh 2313/1. Of 1995	No aplica	7,5 (14,0°C)	7,2 (14,2°C)	7,5 (14,4°C)	7,6 (14,1°C)
Demanda Química de Oxígeno (mg DQO/L)	NCh 2313/24. Of 1997	5	<5	<5	<5	<5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg DBO5/L)	NCh 2313/5. Of 2005	2	<2	<2	<2	<2
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	SM 9221 E	1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Coliformes totales (NMP/100 ml)	SM 9221 B	1,8	330	2.200	1.300	7.900

RESULTADOS ENSAYOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS						
ENSAYOS	METODOLOGIA	Límites de detección	Q-233	Q-234	Q-235	Q-236
pH	NCh 2313/1. Of 1995	No aplica	7,6 (14,0°C)	7,5 (14,7°C)	7,5 (14,5°C)	7,6 (15,6°C)
Demanda Química de Oxígeno (mg DQO/L)	NCh 2313/24. Of 1997	5	<5	<5	<5	<5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg DBO5/L)	NCh 2313/5. Of 2005	2	<2	<2	<2	<2
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	SM 9221 E	1,8	<1,8	<1,8	<1,8	23
Coliformes totales (NMP/100 ml)	SM 9221 B	1,8	2.300	1.300	2.300	790

**OBSERVACIONES:** Los resultados son válidos solo para las muestras proporcionadas por el cliente.

SM: Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 2012.

Fecha y hora inicio ensayo pH: 16.03.2017/12:50

Fecha y hora inicio ensayo DQO: 16.03.2017/11:00

Fecha y hora inicio ensayo DBO5: 16.03.2017/13:30

Fecha y hora inicio ensayo Coliformes fecales: 16.03.2017/12:05

Fecha y hora inicio ensayo Coliformes totales: 16.03.2017/12:05



Tec. Bio. Ind. Natacha Zamora Muñoz  
Jefe Técnico (S) Área Química

LABORATORIO DE AGUAS Y SANEAMIENTO  
INSTITUTO DE MEDICINA PREVENTIVA VETERINARIA  
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE



Ing. Alim. Marcos Sagredo Casilla  
Gerente Técnico

2017