

ANTECEDENTES PARA ELABORAR INFORME DE CALIDAD

**NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA
PROTECCIÓN DE LAS AGUAS DEL LAGO LLANQUIHUE.**

**Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos
Dirección General de Aguas - Ministerio de Obras Públicas**

Octubre 2017

1	INTRODUCCIÓN	3
2	METODOLOGÍA	3
3	RESULTADOS	5
3.1	AREA DE VIGILANCIA PUERTO OCTAY	7
3.1.1	RED DE CONTROL U OFICIAL – ESTACIÓN PUERTO OCTAY 2.	7
3.1.2	RED DE OBSERVACIÓN – ESTACIÓN PUERTO OCTAY 2.	9
3.2	AREA DE VIGILANCIA LITORAL FRUTILLAR	9
3.2.1	RED DE CONTROL U OFICIAL – ESTACIÓN FRUTILLAR 2	10
3.2.2	RED DE OBSERVACIÓN - ESTACIÓN FRUTILLAR 2.	11
3.3	ÁREA DE VIGILANCIA ENSENADA	12
3.3.1	RED DE CONTROL U OFICIAL – ESTACIÓN ENSENADA.	13
3.3.2	RED DE OBSERVACIÓN – ESTACIÓN ENSENADA ZMAX.	14
3.3.3	RED DE OBSERVACIÓN - ESTACIÓN Z MAX	14
3.4	AREA DE VIGILANCIA PUERTO VARAS	16
3.4.1	RED DE CONTROL U OFICIAL - ESTACIÓN PUERTO VARAS 2.	17
3.4.2	RED DE OBSERVACIÓN - ESTACIÓN PUERTO VARAS 2.	18
3.5	RESULTADO ÁREA DE VIGILANCIA NO OFICIALES	19
3.5.1	ÁREA DE VIGILANCIA NO OFICIAL: RÍO MAULLIN	19
3.5.2	ÁREA DE VIGILANCIA NO OFICIAL: RÍO PESCADO.	20
3.5.3	ÁREA DE VIGILANCIA NO OFICIAL: RÍO TEPU.	21
	A CONTINUACIÓN SE PRESENTAN LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS PARA EL PERÍODO 2017.	21
4	COMENTARIOS FINALES	21
5	ANEXOS	22
5.1	ANEXO 1: INFORMES DE ENSAYO ANAM.	22
5.2	ANEXO 2: INFORMES DE ENSAYO LADGA.	22
5.3	ANEXO 3: DATOS CTD.	22
5.4	ANEXO 4: RECEPCIÓN MUESTRAS LADGA.	22
5.5	ANEXO 5: ORD 394 DGA	22
5.6	ANEXO 6: INSTRUCTIVOS UTILIZADOS PARA EL MUESTREO DE LAGOS.	22

1 **INTRODUCCIÓN**

A través del Decreto Supremo N°122/2009 MINSEGPRES, publicado en el diario oficial el 4 de junio de 2010 que Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Lago Llanquihue (NSCA Lago Llanquihue), instauro la necesidad de formular un programa de monitoreo y control de las mismas llamado Plan de Vigilancia Ambiental (PVA). Este programa fue aprobado mediante RES DGA N°1207 de 18 de abril de 2012 que Aprueba el programa de Vigilancia de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Lago Llanquihue. Dicho Programa de Vigilancia se constituye como un instrumento para diagnosticar la calidad de aguas del lago Llanquihue para el control del Decreto Supremo N°122/2009 MINSEGPRES.

El Título IV Cumplimiento e informe de calidad, en su artículo 9° establece que el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), coordinará a la DGA y la Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR), en la elaboración de un informe de calidad destinado a divulgar el cumplimiento de las presentes normas secundarias de calidad de las aguas del lago Llanquihue. Dicho informe será de conocimiento público y será publicado anualmente. De manera complementaria, el Título V Fiscalización, en su artículo 10° señala que corresponderá a la Dirección General de Aguas y a la Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante controlar el cumplimiento de las normas Secundaria de Calidad ambiental contenidas en el presente decreto.

El Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos (DCPRH) de la Dirección General de Aguas (DGA) actúa como coordinador y ejecutante de las actividades ligadas al cumplimiento del programa de medición y control de la calidad ambiental de las aguas del lago Llanquihue, siendo responsable de realizar las actividades de recolección, medición, control y análisis de las muestras, así como también la elaboración del reporte en cuestión.

Considerando que el Lago Llanquihue ha sido catalogado como un Lago monomítico de invierno, se requiere hacer como mínimo dos campañas de monitoreo en el año, que permitan evaluar el comportamiento del Lago tanto en periodo de estratificación como en periodo de mezcla. De esta forma, la Red de Control debe contemplar al menos 2 monitoreos en el año. Este reporte, incorpora los resultados obtenidos de campañas realizadas en verano e invierno 2017.

2 **METODOLOGÍA**

Conforme a lo establecido en el plan de vigilancia aprobado a través de Res exenta DGA N°1207 abril de 2012, el monitoreo del Lago Llanquihue y sus características principales son las siguientes:

Tabla N°1 Ubicación de los puntos de medición de la red de control , expresados en sistemas de coordenadas UTM, datum WGS84, huso correspondiente y código BNA asociado.

Lago	Estaciones	Áreas de Vigilancia Asociadas	Coordenadas UTM Huso 19(*)	Código BNA
Llanquihue	1. Zmax	Pelagial (PEL)	696310E – 5447779N	10410011-2
	2. Ensenada	LL-E	701759E – 5436631N	10410009-0
	3. Puerto Octay 2	LI-O	680704E – 5457120N	10410012-0
	4. Frutillar 2	LI-F	671991E – 5444371N	10410013-9
	5. Puerto Varas 2	LI-V	673039E – 5429534N	10410014-7
	6. Río Tepu	Afluente al lago	184641 E – 5425092 N	10410001-5
	7. Río Pescado	Afluente al lago	648717E – 5430773N	10410003-1
	8. Río Maullín	Efluente al lago	666113E – 5429659N	10411003-7

Con respecto a la frecuencia de monitoreo, la NSCA del lago Llanquihue considera dos campañas de monitoreo al año, una en verano y otra en invierno. A continuación se describe el número de muestras tomadas por periodo estacional y punto de muestreo (tabla 2) y las fechas de muestreos del presente informe (tabla 3).

Tabla N°2: Número de muestras tomadas por periodo estacional y punto de muestreo.

Estaciones	Período estacional	Profundidad
Centro, Ensenada, Pto Octay 2, Frutillar 2, Pto Varas 2	Verano	0m /15m / 30m / 50m / 80m / 100m
	Invierno	0m /15m/ 30m / 100m
Río Tepu, Río Pescado, Río Maullin.	Verano e Invierno	Superficial

Tabla N°3: Fechas de realización de los muestreos por periodo estacional.

Campaña	Fecha de Muestreo
Verano	13, 14 y 15 Marzo 2017
Invierno	31 Julio de 2017, 01 y 02 agosto 2017

En relación con los parámetros medidos para el cumplimiento del DS 122/2009, estos se describen en la tabla 4, y los métodos utilizados y límites de detección asociados en la tabla 5.

Tabla N°4: Parámetros medidos para el cumplimiento de DS 122/2009.

Parámetros	
1. Fisicoquímicos	Temperatura, Cond. Espec, pH, Oxígeno disuelto, % Sat. de oxígeno, Transparencia, Turbidez, DQO y sílice.
2. Nutrientes	Sílice, DQO, N-NO ₃ , N-NO ₂ , P-PO ₄ , Fósforo total, Nitrógeno total y N-NH ₄ <i>(Amonio y Ntotal requiere la contratación del análisis o la implementación de nuevas metodologías en el laboratorio de la DGA).</i>
3. Parámetros biológicos	Clorofila a (µg/m ³)
	Fitoplancton (cel/mL) (abundancia y composición) sólo en estaciones del lago y hasta 50 m de profundidad. <i>Requiere contratación del análisis y adquisición de implementos de muestreo.</i>
4. Perfil de CTD (oxígeno, temperatura y clorofila)	Perfil de temperatura, clorofila ⁽¹⁾ , oxígeno disuelto, Conductividad Eléctrica a través de sonda CTD Ysi modelo EXO 2

⁽¹⁾ La detección de clorofila mediante fluorescencia, consiste en que esta debe pasar desde su estado fundamental a un estado excitado, produciendo de esta manera la detección de clorofila. Muchas veces la clorofila pasa desde su estado excitado a su estado fundamental por exceso de luz solar, es decir, hay mayor luz de la que necesita para realizar la fotosíntesis, por lo que podría producirse una disminución en la lectura del sensor en las capas superficiales de agua.

Tabla N°5: Métodos de medición utilizada y límites de detección para cada parámetro

	Parámetros	Límite Detección	Unidad	Metodología
Red de control	Transparencia Secchi	-	m	-
	Conductividad	-	µS/cm	-
	pH	-	-	-
	O.D	-	mg/L	-
	O.D	-	% sat.	-
	Turbiedad	-	NTU	-
	Nitrógeno Total ⁽²⁾	0,01	mg/L	Calculo
	Clorofila "a"	-	µg/L	SCOR-Unesco
	Fósforo total	0,003	mg/L	SM 4500-P J.
	Sílice	1,00	mg/L	SM 4500-SiO2-C
	DQO	3,0	mg/L	HACH 8000

Red de observación	Perfiles Temperatura	-	°C	-
	Perfil de Oxígeno	-	mg/L	-
	Nitrato (NO ₃) ⁽²⁾	0,003	mg/L	SM 4500-NO3-E
	Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾	0,001	mg/L	ME-17-2007
	NH ₄ ⁽²⁾ (campaña de verano)	0,009	mg/L	SM 4500-NH3 F
	*NH ₄ ⁽²⁾ (campaña de invierno)	0,02	mg/L	SM 4500-NH3 D
	P - PO ₄	0,003	mg/L	SM 4500- P E.
	Fitoplancton	-	Nº células/L	-

⁽²⁾ Parámetro externalizado a Laboratorio ANAM.

Además, existen parámetros que no poseen metodologías específicas ya que son medidos “in situ”, mediante un equipo multiparámetro, este es calibrado con soluciones estándar de referencia, de acuerdo al instructivo uso de sondas¹.

Respecto a las metodologías de muestreo están definidas de acuerdo a los instructivos de muestreo de monitoreo de Lagos estos son:

- LADGA-IML-01 Procedimientos de muestreo para aguas de lagos naturales.
- LADGA-IML-04 Instructivo uso GPS.
- LADGA-IML-05 Instructivo Uso Ecosonda.
- LADGA-IML-06 Instructivo uso ADC Pro.
- LADGA-IML-07 Instructivo uso disco Secchi.
- LADGA-IML-08 Instructivo toma de muestra de fitoplancton.
- LADGA-IML-09 Instructivo de uso botella de Van Dorn.
- LADGA-IML-10 Instructivo llenado tablilla de terreno.
- LADGA-IML-11 Instructivo de filtrado de muestras para clorofila.

3 RESULTADOS

Las áreas de vigilancia de la NSCA de las aguas del lago Llanquihue corresponden a: Puerto Octay, Frutillar, Ensenada y Puerto Varas, cada área posee una estación de monitoreo georeferenciada a excepción del área de vigilancia ensenada que posee 2 estaciones: una oficial y otra de observación que coincide con el punto de máxima profundidad.

Cada área de vigilancia se compone de una **Red de control**, en la cual se verifica el cumplimiento de la NSCA del lago Llanquihue y de una **Red de observación** que tiene por objeto apoyar el análisis y recopilar información para decisiones futuras. (Figura 1).

¹ Instructivo uso de sondas multiparámetro LADGA LADGA-IM-09

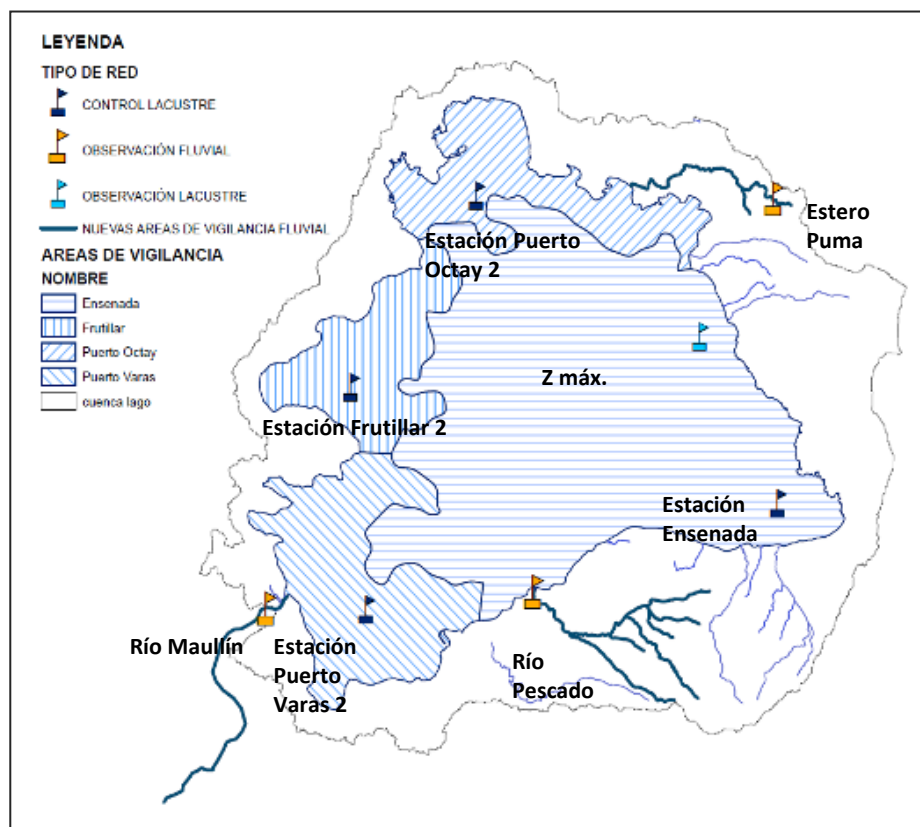


Figura N°1: Ubicación de la Áreas de Vigilancia Oficial Red de Control y sus estaciones de monitoreo

Consideraciones generales:

Para este reporte de antecedentes se presentan las siguientes consideraciones:

1. Respecto a las muestras de profundidad de 100 metros, estas corresponden a un valor de referencia debido a que se produce deriva por el movimiento del bote hay una variación de ± 5 metros.
2. Respecto a la red de observación, (1) el valor de Nitrato (descrito en los resultados) corresponde a NO_3 mg/L, para obtener N-NO_3 se multiplica la concentración obtenida en el análisis por el factor de conversión 0,22591 (2) el valor de Nitrito (descrito en los resultados) corresponde a NO_2 para obtener N-NO_2 multiplica la concentración dada en el análisis, por el factor de conversión 0,30447. Finalmente para el caso de Nitrogeno Amoniacal NH_4^+ (descrito en los resultados) se deberá multiplicar la concentración reportada por el factor de conversión 0,77649.
3. Respecto a la sobresaturación de Oxígeno² observada principalmente en verano hasta profundidades de 50 m y en invierno, en superficie, es altamente probable que se deba a la fotosíntesis, teniendo en cuenta que en este proceso se libera oxígeno puro (no aire) y que el aire tiene aproximadamente un 21% de oxígeno, por lo tanto durante el proceso se producen 5 veces más de oxígeno.
4. Aquellos resultados reportados con el símbolo "<" (menor que), indican que la concentración detectada en la muestra es menor al límite de detección del método de análisis empleado en el laboratorio, mientras que el símbolo "-" corresponde a ausencia de datos.
5. Según lo especificado en el PVA, la DGA es responsable de la medición de perfiles de temperatura y oxígeno en todas las estaciones de monitoreo del Lago. También se incorporan perfiles de Clorofila, conductividad eléctrica y pH. Todo lo anterior se adjunta en el Anexo 3.
6. Adicionalmente, en concordancia con la red de observación este Servicio tomó muestras de fitoplancton las cuales fueron externalizadas al centro EULA, sin embargo de acuerdo a lo informado en

² Ibanez, Jorge G, Margarita Hernandez-Esparza, Carmen Doria-Serrano, Arturo Fregoso-Infante , y Mono Mohan-Singh. *Environmental Chemistry*. New York: Springer, 2006.
Wetzel, Robert. *Limnology: Lake and River Ecosystems*. San Diego: Elsevier, 2001.

el oficio DGA N°394 de fecha 11 de Septiembre de 2017 los resultados deben ser corregidos por un error del consultor, en consecuencia se entregarán una vez se tengan las versión corregida de los resultados.

- 7. Respecto a la estación en estero Puma no ha sido posible monitorearla debido a no encontrar un punto óptimo para realizar la toma de muestras. Sin perjuicio de lo anterior, se ha levantado información del estero Tepu el cual es afluente al lago Llanquihue.
- 8. La Dirección General De Aguas, estará siempre disponible para atender cualquier consulta respecto a los valores informados.

3.1 AREA DE VIGILANCIA PUERTO OCTAY

El área de vigilancia Puerto Octay representa la zona de la cuenca del Lago Llanquihue en la que se combinan las praderas con áreas fragmentadas de bosques y matorrales, además de incluir el sector urbano de Puerto Octay. En este sector de la cuenca se desarrollan actividades de ganadería, agricultura, turismo y acuicultura, así como actividades relacionadas al procesamiento de productos lácteos. Los límites del área de vigilancia se observan en la figura 2.

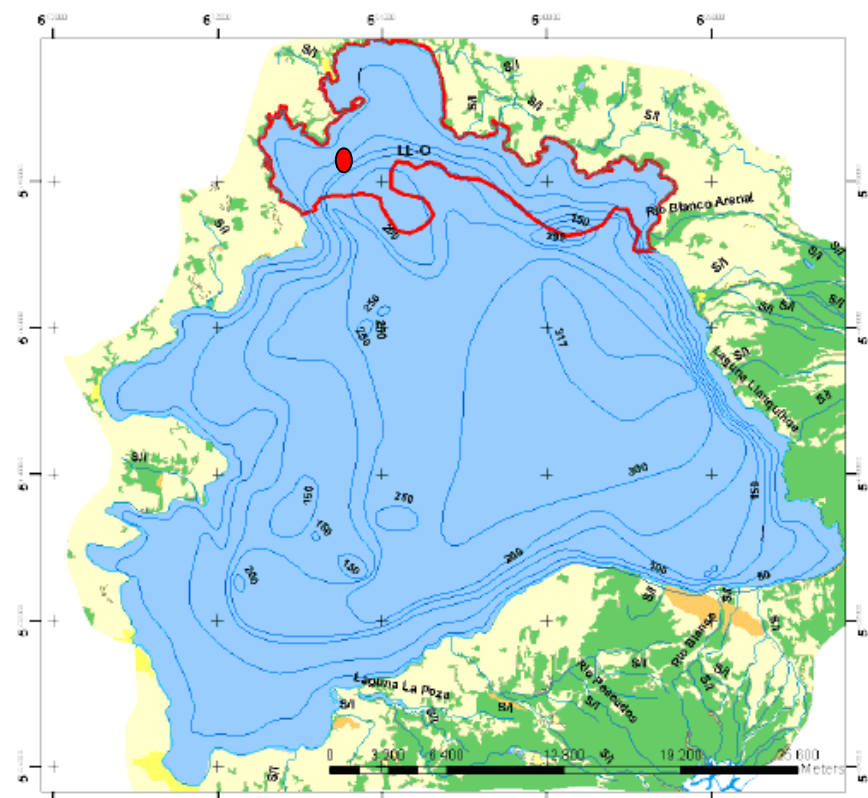


Figura N°2: Área de vigilancia Puerto Octay y su respectiva estación de control.

3.1.1 RED DE CONTROL U OFICIAL – ESTACIÓN PUERTO OCTAY 2.

La red de control u oficial se compone de la medición de parámetros fundamentales, con una frecuencia de 2 veces por año, para el periodo Enero 2017 – Diciembre 2017 (tabla 1).

Para evaluar el cumplimiento de la norma se monitoreó la estación definida en el Programa de Vigilancia denominada Puerto Octay 2. Para el monitoreo realizado en invierno, se utilizaron los datos de 0; 30 y 100 metros de profundidad, tal como quedó estipulado en el Plan de vigilancia de esta norma (tabla 2). En la época de verano se realizaron mediciones a 0; 15; 30; 50; 80 y 100 metros.

Tabla N°6: Resultados de la Red de Control, área de vigilancia Puerto Octay, según mediciones realizadas por la DGA. El símbolo “<” menor que, indica que la concentración detectada en la muestra es menor al LD del método de análisis empleado en el laboratorio.

Parámetros	Unidad	Profundidades	14-03-2017	02-08-2017	Responsable
Oxígeno disuelto	mg/L	0	9,69	11,25	DGA
		15	9,68	--	
		30	9,68	10,82	
		50	10,41	--	
		80	10,37	--	
		100	10,29	10,82	
Oxígeno disuelto	% saturación	0	102,8	101,1	DGA
		15	101,6	--	
		30	101,5	97,4	
		50	101,4	--	
		80	95,7	--	
		100	94,0	97,3	
pH	Unidades de pH	0	7,9	7,72	DGA
		15	7,86	--	
		30	7,83	7,71	
		50	7,53	--	
		80	7,19	--	
		100	7,15	89,3	
Fósforo total	mg/L	0	0,007	0,008	DGA
		15	0,008	--	
		30	0,008	0,009	
		50	0,009	--	
		80	0,007	--	
		100	0,007	0,008	
Nitrógeno total	mg/L	0	0,053	0,039	DGA
		15	0,057	--	
		30	0,088	0,052	
		50	0,078	--	
		80	0,049	--	
		100	0,091	0,090	
Clorofila a	µg/L	0	1,3	1,4	DGA
		15	1,4	--	
		30	1,2	2,0	
		50	1,3	--	
		80	0,7	--	
		100	1,0	2,1	
Conductividad	µS/cm	0	89,1	89,2	DGA
		15	88,8	--	
		30	88,5	89,3	
		50	88,2	--	
		80	87,8	--	
		100	88,1	89,3	
Turbiedad	NTU	0	-	-	DGA
		15	-	--	
		30	-	-	
		50	-	--	
		80	-	--	
		100	-	-	
Sílice	mg/L	0	< 1,00	< 1,00	DGA
		15	1,01	--	
		30	< 1,00	< 1,00	
		50	< 1,00	--	
		80	< 1,00	--	
		100	< 1,00	< 1,00	
Transparencia	m	----	17,5	11,5	DGA
DQO	mg/L	0	< 3,0	< 3,0	DGA

Parámetros	Unidad	Profundidades	14-03-2017	02-08-2017	Responsable
		15	< 3,0	--	
		30	< 3,0	< 3,0	
		50	< 3,0	--	
		80	< 3,0	--	
		100	< 3,0	< 3,0	

(-) No se realizó registro de datos por falla de sensor de turbiedad.
 (--) No corresponde registro de datos.

3.1.2 RED DE OBSERVACIÓN – ESTACIÓN PUERTO OCTAY 2.

Para la estación Puerto Octay 2, se midieron los parámetros de la red de Observación con una frecuencia de 2 veces por año, los cuales son presentados en la tabla 2. Los resultados corresponden al periodo Enero 2017 – Diciembre 2017.

Tabla N°7. Resultados Red de Observación en el área de vigilancia Puerto Octay 2. El símbolo “menor que” (<) indica que la concentración detectada en la muestra es menor al límite de detección del método de análisis empleado en el laboratorio. La totalidad de estos parámetros fue medida por la DGA.

Parámetros	Unidad	Profundidades	14-03-2017	02-08-2017	Responsable
Fosfato P-PO4	mg/L	0	0,004	0,005	DGA
		15	< 0,003	--	
		30	0,003	0,005	
		50	< 0,003	--	
		80	0,006	--	
		100	0,007	0,005	
Nitrato NO3	mg/L	0	0,019	0,135	DGA
		15	0,024	--	
		30	0,019	0,068	
		50	0,018	--	
		80	0,034	--	
		100	0,030	0,133	
Nitrito NO2	mg/L	0	0,002	0,005	DGA
		15	0,002	--	
		30	0,003	0,005	
		50	< 0,001	--	
		80	< 0,001	--	
		100	< 0,001	0,006	
Nitrógeno Amoniacal NH ₄ ⁺	mg/L	0	0,028	< 0,02	DGA
		15	0,025	--	
		30	0,069	0,04	
		50	0,065	--	
		80	0,013	--	
		100	0,066	0,07	

(--) No corresponde registro de datos.

3.2 AREA DE VIGILANCIA LITORAL FRUTILLAR

El área de vigilancia de Frutillar representa la zona de la cuenca del Lago Llanquihue en la que predominan las praderas con escasa presencia de bosques y matorrales. (Figura 3).

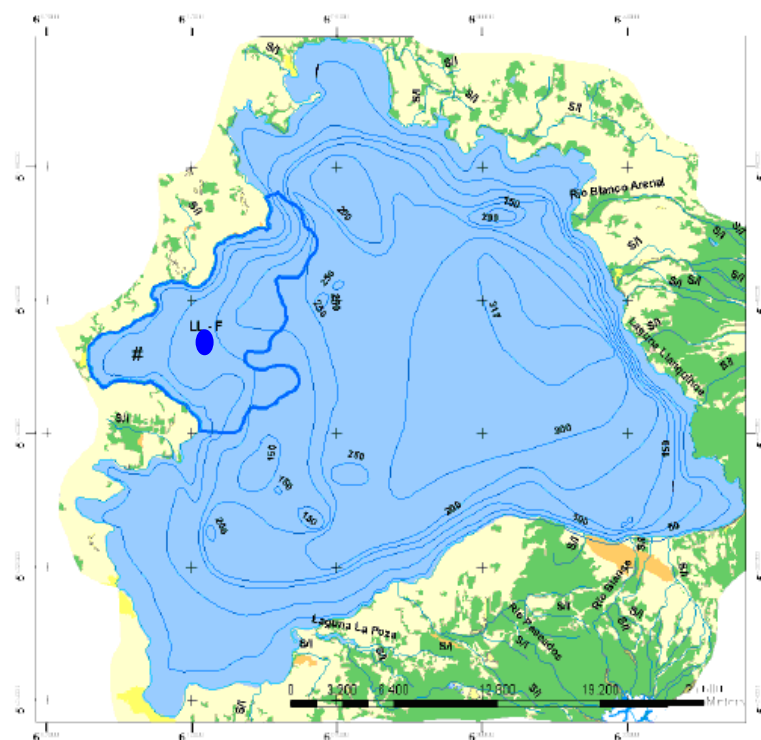


Figura N°3: Área de vigilancia Frutillar y su respectiva estación de control.

3.2.1 RED DE CONTROL U OFICIAL – ESTACIÓN FRUTILLAR 2

La red de control u oficial se compone de la medición de parámetros fundamentales, con una frecuencia de 2 veces por año, para el periodo Enero 2017 – Diciembre 2017 (tabla 8).

Tabla N°8: Resultados Red de Control, área de vigilancia FRUTILLAR según mediciones realizadas por la Dirección General de Aguas (DGA). El símbolo “<” menor que, indica que la concentración detectada en la muestra es menor al límite de detección del método de análisis empleado en el laboratorio.

Parámetros	Unidad	Profundidades	15-03-2017	01-08-2017	Responsable
Oxígeno disuelto	mg/L	0	9,95	11,30	DGA
		15	9,61	--	
		30	9,65	10,89	
		50	10,39	--	
		80	10,32	--	
		100	10,16	10,83	
Oxígeno disuelto	% saturación	0	104,5	102,4	DGA
		15	101,1	--	
		30	101,1	98,1	
		50	99,2	--	
		80	94,6	--	
		100	92,8	98,1	
pH	Unidades de pH	0	7,87	8,10	DGA
		15	7,81	--	
		30	7,72	7,80	
		50	7,44	--	
		80	7,19	--	
		100	7,09	7,80	
Fósforo Total	mg/L	0	0,006	0,010	DGA
		15	0,007	--	
		30	0,006	0,011	
		50	0,010	--	
		80	0,010	--	
		100	0,010	0,009	

Parámetros	Unidad	Profundidades	15-03-2017	01-08-2017	Responsable
Nitrógeno total	mg/L	0	0,735	0,031	DGA
		15	0,130	--	
		30	0,077	0,032	
		50	0,053	--	
		80	0,063	--	
		100	0,109	0,094	
Clorofila a	µg/L	0	1,3	1,4	DGA
		15	1,5	--	
		30	1,3	1,8	
		50	1,4	--	
		80	1,2	--	
		100	1,0	1,8	
Conductividad	µS/cm	0	89,9	88,8	DGA
		15	88,5	--	
		30	88,5	89,1	
		50	88,2	--	
		80	88,1	--	
		100	88,1	89,2	
Turbiedad	NTU	0	-	-	DGA
		15	-	-	
		30	-	-	
		50	-	-	
		80	-	-	
		100	-	-	
Sílice	mg/l	0	< 1,00	< 1,00	DGA
		15	< 1,00	--	
		30	< 1,00	< 1,00	
		50	< 1,00	--	
		80	< 1,00	--	
		100	< 1,00	< 1,00	
Transparencia	metros	-	17,0	11,5	DGA
DQO	mg/l	0	< 3,0	< 3,0	DGA
		15	< 3,0	--	
		30	< 3,0	< 3,0	
		50	3,2	--	
		80	< 3,0	--	
		100	< 3,0	< 3,0	

(-) No se realizó registro de datos por falla de sensor de turbiedad.

(--) No corresponde registro de datos.

3.2.2 RED DE OBSERVACIÓN - ESTACIÓN FRUTILLAR 2.

Los parámetros de observación fueron medidos con una frecuencia de 2 veces por año. La información en el periodo Enero 2017 - Diciembre 2017 se presenta en la siguiente tabla:

Tabla N°9: Resultados de la Red de Observación, área de vigilancia Frutillar 2 según mediciones realizadas por la DGA.

Parámetros	Unidad	Profundidades	15-03-2017	01-08-2017	Responsable
Fosfato P-PO ₄	mg/L	0	0,005	0,005	DGA
		15	0,004	--	
		30	0,005	0,007	
		50	0,006	--	
		80	0,007	--	
		100	0,010	0,005	
Nitrato NO ₃	mg/L	0	0,018	0,108	DGA
		15	0,025	--	
		30	0,028	0,097	
		50	0,024	--	
		80	0,026	--	
		100	0,048	0,133	

Nitrito NO ₂	mg/L	0	0,002	0,005	DGA
		15	0,003	--	
		30	0,004	0,006	
		50	0,003	--	
		80	0,005	--	
		100	0,001	0,008	
Nitrógeno Amoniacal NH ₄ ⁺	mg/L	0	0,701	< 0,02	DGA
		15	0,100	--	
		30	0,043	< 0,02	
		50	0,658	--	
		80	0,670	--	
		100	0,066	0,08	

(--) No corresponde registro de datos.

3.3 ÁREA DE VIGILANCIA ENSENADA

El área de vigilancia de Ensenada, representa la zona de la cuenca del Lago Llanquihue con la menor intervención antrópica y se proyecta hacia el centro del lago siguiendo el veril de 170 m, (Figura 4).

La cuenca del lago vinculada con esta área de vigilancia está representada por abundante cobertura boscosa con presencia de praderas y matorrales en forma fragmentada, destacando la representación de dos áreas protegidas: el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales y la reserva Nacional Llanquihue. En esta área de vigilancia no hay ciudades, sino que zonas residenciales, destacando las localidades de Ensenada y las Cascadas, a los pies del Volcán Osorno, localidades que no cuentan con sistema de alcantarillado.

En este sector las actividades más relevantes corresponden a la acuicultura, el turismo y la explotación forestal. En el área de vigilancia Ensenada se concentra el mayor volumen de agua del lago, representa la zona pelagial y se encuentra la zona de profundidad máxima. Con el fin de obtener mayor información para el posterior análisis de la norma se monitorea también otra estación.

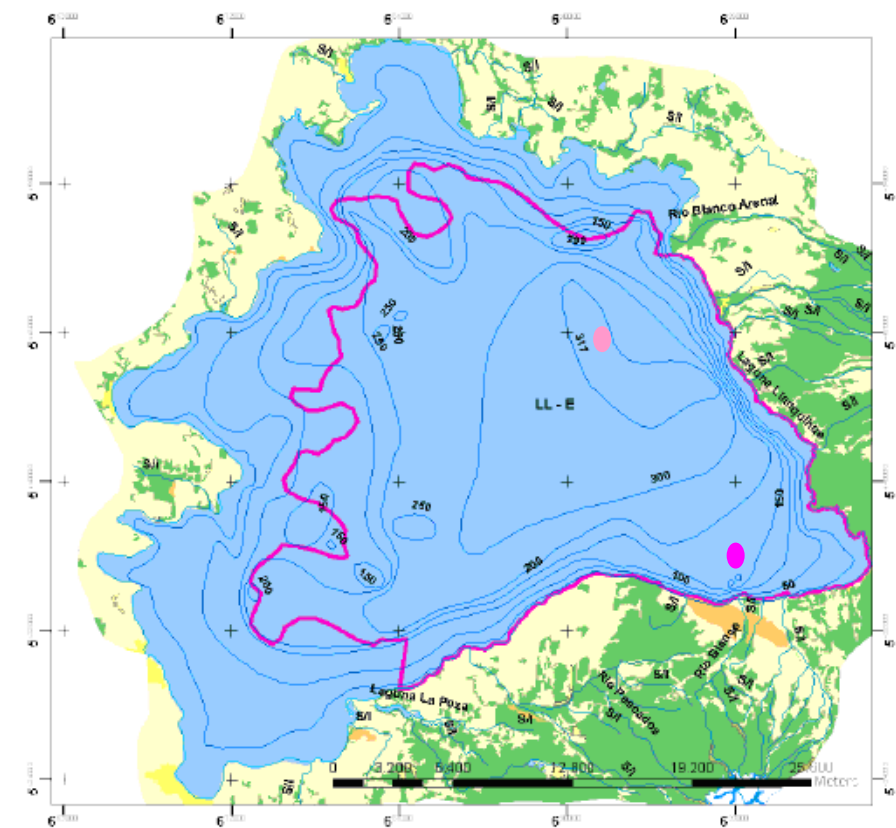


Figura N°4: Área de vigilancia Ensenada y su respectiva estación de control y observación Zmax.

3.3.1 RED DE CONTROL U OFICIAL – ESTACIÓN ENSENADA.

Los parámetros de control fueron medidos con una frecuencia de 2 veces por año. La información en el periodo Enero 2017 - Diciembre 2017 se presenta en la siguiente tabla:

Tabla N°10: Resultados de la Red de control, área de vigilancia Ensenada según mediciones realizadas por la DGA.

Parámetros	Unidad	Profundidades	13-03-2017	01-08-2017	Responsable
Oxígeno disuelto	mg/L	0	9,77	10,99	DGA
		15	10,01	--	
		30	10,03	10,68	
		50	10,52	--	
		80	10,81	--	
		100	10,76	10,61	
Oxígeno disuelto	% saturación	0	103,1	99,4	DGA
		15	104,6	--	
		30	104,6	96,9	
		50	101,2	--	
		80	99,4	--	
		100	98,1	96,3	
pH	Unidades de pH	0	7,70	7,70	DGA
		15	7,66	--	
		30	7,74	7,70	
		50	7,75	--	
		80	7,67	--	
		100	7,61	7,70	
Fósforo total	mg/L	0	0,007	0,009	DGA
		15	0,008	--	
		30	0,006	0,008	
		50	0,008	--	
		80	0,009	--	
		100	0,008	0,008	
Nitrógeno total	mg/L	0	0,560	0,030	DGA
		15	0,066	--	
		30	0,056	0,045	
		50	0,065	--	
		80	0,068	--	
		100	0,058	0,055	
Clorofila a	µg/L	0	1,4	1,0	DGA
		15	1,6	--	
		30	0,9	1,5	
		50	0,7	--	
		80	0,8	--	
		100	0,7	1,3	
Conductividad	µS/cm	0	89,3	89,1	DGA
		15	89,9	--	
		30	89,9	89,3	
		50	91,0	--	
		80	90,1	--	
		100	90,3	89,5	
Turbiedad	NTU	0	-	-	DGA
		15	-	-	
		30	-	-	
		50	-	-	
		80	-	-	
		100	-	-	
Sílice	mg/L	0	< 1,00	< 1,00	DGA
		15	< 1,00	--	
		30	< 1,00	< 1,00	
		50	1,06	--	
		80	< 1,00	--	
		100	< 1,00	< 1,00	

Parámetros	Unidad	Profundidades	13-03-2017	01-08-2017	Responsable
Transparencia	metros	-	13,5	11,0	DGA
DQO	mg/L	0	3,2	< 3,0	DGA
		15	< 3,0	--	
		30	< 3,0	< 3,0	
		50	< 3,0	--	
		80	< 3,0	--	
		100	< 3,0	< 3,0	

(-) No se realizó registro de datos por falla de sensor de turbiedad.
 (--) No corresponde registro de datos.

3.3.2 RED DE OBSERVACIÓN – ESTACIÓN ENSENADA.

La red de observación se compone por la medición de parámetros fundamentales con una frecuencia de 2 veces por año, para el periodo Enero 2017 – Diciembre 2017, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 11. Resultados Red de Control, área de observación estación Ensenada según mediciones realizadas por la Dirección General de Aguas (DGA).

Parámetros	Unidad	Profundidades	13-03-2017	01-08-2017	Responsable
Fosfato P-PO ₄	mg/L	0	0,005	0,006	DGA
		15	0,003	--	
		30	< 0,003	0,005	
		50	0,005	--	
		80	0,004	--	
		100	0,004	0,005	
Nitrato NO ₃	mg/L	0	0,037	0,047	DGA
		15	0,022	--	
		30	0,020	0,148	
		50	0,025	--	
		80	0,011	--	
		100	0,013	0,169	
Nitrito NO ₂	mg/L	0	0,002	0,005	DGA
		15	0,002	--	
		30	0,002	0,006	
		50	0,004	--	
		80	0,001	--	
		100	0,001	0,005	
Nitrógeno Amoniaca NH ₄ ⁺	mg/L	0	0,502	0,02	DGA
		15	0,041	--	
		30	0,037	< 0,02	
		50	0,029	--	
		80	0,047	--	
		100	0,034	0,02	

(--) No corresponde registro de datos.

3.3.3 RED DE OBSERVACIÓN - ESTACIÓN Z MAX

Como una forma de complementar la información obtenida en los muestreos se determinó monitorear el punto de máxima profundidad del lago el cual está ubicado en el área de vigilancia Ensenada (Tabla 12).

Tabla N°12. Resultados de la red de Observación, estación Z-max según mediciones realizadas por la Dirección General de Aguas.

Parámetros	Unidad	Profundidades	13-03-2017	01-08-2017	Responsable
Oxígeno disuelto	mg/L	0	9,90	11,22	DGA
		15	10,03	--	
		30	10,10	10,74	
		50	10,58	--	
		80	10,89	--	
		100	10,87	10,67	

Parámetros	Unidad	Profundidades	13-03-2017	01-08-2017	Responsable
Oxígeno disuelto	% saturación	0	104,8	101,8	DGA
		15	105,1	--	
		30	105,4	97,4	
		50	102,4	--	
		80	100,1	--	
		100	99,1	96,8	
pH	Unidades de pH	0	7,10	7,70	DGA
		15	7,15	--	
		30	7,23	7,70	
		50	7,38	--	
		80	7,40	--	
		100	7,38	7,70	
Fósforo total	mg/L	0	0,008	0,008	DGA
		15	0,008	--	
		30	0,017	0,009	
		50	0,007	--	
		80	0,012	--	
		100	0,008	0,008	
Nitrógeno total	mg/L	0	0,062	0,052	DGA
		15	0,072	--	
		30	0,093	0,121	
		50	0,058	--	
		80	0,059	--	
		100	0,063	0,067	
Clorofila a	µg/L	0	0,5	1,1	DGA
		15	1,5	--	
		30	0,8	1,5	
		50	0,9	--	
		80	0,7	--	
		100	0,6	1,7	
Conductividad	µS/cm	0	89,1	89,1	DGA
		15	89,6	--	
		30	89,7	89,3	
		50	89,9	--	
		80	89,9	--	
		100	90,1	89,4	
Turbiedad	NTU	0	-	-	DGA
		15	-	--	
		30	-	-	
		50	-	--	
		80	-	--	
		100	-	-	
Sílice	mg/L	0	< 1,00	< 1,00	DGA
		15	< 1,00	--	
		30	< 1,00	< 1,00	
		50	< 1,00	-	
		80	< 1,00	-	
		100	< 1,00	< 1,00	
Transparencia	metros	-	18,0	15,5	DGA
DQO	mg/L	0	< 3,0	< 3,0	DGA
		15	3,4	--	
		30	7,0	< 3,0	
		50	< 3,0	--	
		80	< 3,0	--	
		100	< 3,0	< 3,0	

(-) No se realizó registro de datos por falla de sensor de turbiedad.
 (--) No corresponde registro de datos.

Tabla N°13. Resultados de la red de Observación, estación Z-max según mediciones realizadas por la Dirección General de Aguas.

Parámetros	Unidad	Profundidades	13-03-2017	01-08-2017	Responsable
Fosfato P-PO4	mg/L	0	0,004	0,006	DGA
		15	< 0,003	--	
		30	< 0,003	0,006	
		50	0,004	--	
		80	0,008	--	
		100	0,005	0,006	
Nitrato NO ₃	mg/L	0	0,015	0,130	DGA
		15	0,018	--	
		30	0,025	0,255	
		50	0,015	--	
		80	0,021	--	
		100	0,018	0,141	
Parámetros	Unidad	Profundidades	13-03-2017	01-08-2017	Responsable
Nitrito NO ₂	mg/L	0	0,002	0,006	DGA
		15	0,002	--	
		30	0,002	0,005	
		50	0,002	--	
		80	0,004	--	
		100	0,004	0,005	
Nitrógeno Amoniacal NH ₄ ⁺	mg/L	0	0,046	0,03	DGA
		15	0,059	--	
		30	0,061	0,08	
		50	0,042	--	
		80	0,036	--	
		100	0,042	0,04	

(--) No corresponde registro de datos.

3.4 AREA DE VIGILANCIA PUERTO VARAS

El área de vigilancia de Puerto Varas representa la zona de la cuenca del Lago Llanquihue con el mayor despeje vegetacional, representando casi exclusivamente praderas y zonas urbanas Puerto Varas y Llanquihue (Figura 5). En esta área sólo se reciben aguas servidas en caso de descargas de emergencia (aliviadero de tormenta) puesto que existe un sistema de tratamiento que descarga las aguas servidas de la ciudad, al río Maullín coordenadas N 5428590 E 665482. En este sector de la cuenca se desarrollan actividades industriales y de servicio, además de ganadería, agricultura y turismo.

Se destaca en este periodo que a 7 km de la estación de monitoreo de la DGA en el litoral de Puerto Varas, han ocurrido eventos de vertido de aguas sin tratar por parte de la empresa sanitaria.

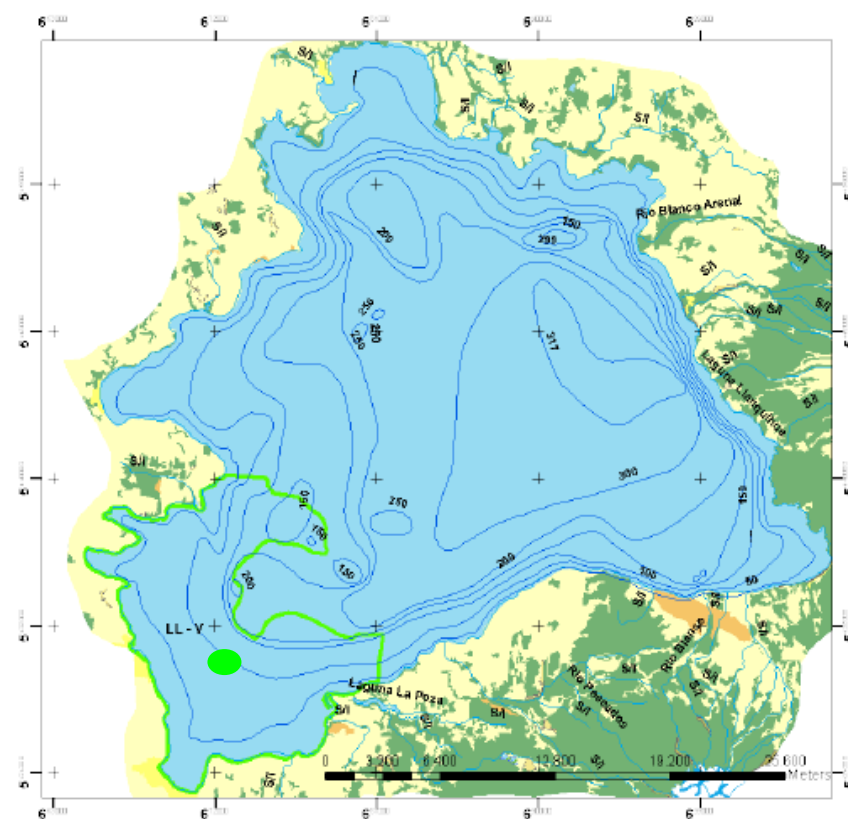


Figura N°5: Área de vigilancia Puerto Varas y su respectiva estación de control.

3.4.1 RED DE CONTROL U OFICIAL - ESTACIÓN PUERTO VARAS 2.

La red de control u oficial se compone por la medición de parámetros fundamentales con una frecuencia de 2 veces por año, para el periodo 2017. En esta estación se realizaron los monitoreos en todas las fechas indicadas en el Plan de Vigilancia de esta Norma.

Tabla N°14. Resultados de la red de Observación, estación Z-max según mediciones realizadas por la Dirección General de Aguas.

Parámetros	Unidad	Profundidades	14-03-2017	01-08-2017	Responsable
Oxígeno disuelto	mg/L	0	9,68	11,42	DGA
		15	9,69	--	
		30	9,75	10,84	
		50	10,49	--	
		80	10,31	--	
		100	10,20	10,85	
Oxígeno disuelto	% saturación	0	101,8	102,2	DGA
		15	102,0	--	
		30	101,1	98,2	
		50	98,1	--	
		80	94,7	--	
		100	93,2	98,2	
pH	Unidades de pH	0	7,78	8,10	DGA
		15	7,79	--	
		30	7,67	7,80	
		50	7,35	--	
		80	7,09	--	
		100	6,98	7,80	
Fósforo total	mg/L	0	0,007	0,008	DGA
		15	0,005	--	
		30	0,005	0,009	
		50	0,008	--	
		80	0,008	--	
		100	0,008	0,009	

Parámetros	Unidad	Profundidades	14-03-2017	01-08-2017	Responsable
Nitrógeno total	mg/L	0	0,680	0,053	DGA
		15	0,679	--	
		30	0,031	0,066	
		50	0,723	--	
		80	0,055	--	
		100	0,736	0,021	
Clorofila a	µg/L	0	1,4	1,4	DGA
		15	2,2	--	
		30	0,9	1,7	
		50	1,0	--	
		80	0,7	--	
		100	0,8	1,5	
Conductividad	µS/cm	0	88,9	89,9	DGA
		15	88,4	--	
		30	88,6	89,2	
		50	88,0	--	
		80	88,1	--	
		100	88,1	89,3	
Turbiedad	NTU	0	-	-	DGA
		15	-	-	
		30	-	-	
		50	-	-	
		80	-	-	
		100	-	-	
Sílice	mg/L	0	< 1,00	< 1,00	DGA
		15	< 1,00	--	
		30	< 1,00	< 1,00	
		50	< 1,00	--	
		80	< 1,00	--	
		100	< 1,00	< 1,00	
Transparencia	metros	-	17,5	9,5	DGA
DQO	mg/L	0	< 3,00	< 3,00	DGA
		15	< 3,00	--	
		30	< 3,00	< 3,00	
		50	< 3,00	--	
		80	< 3,00	--	
		100	< 3,00	< 3,00	

(-) No se realizó registro de datos por falla de sensor de turbiedad.

(--) No corresponde registro de datos.

3.4.2 RED DE OBSERVACIÓN - ESTACIÓN PUERTO VARAS 2.

La red de observación la componen diferentes parámetros estos se miden con una frecuencia de 2 veces por año. La información disponible corresponde al periodo 2017 y se presenta en la siguiente tabla:

Tabla N°15. Resultados de la red de Observación, estación Puerto varas 2 según mediciones realizadas por la Dirección General de Aguas.

Parámetros	Unidad	Profundidades	14-03-2017	01-08-2017	Responsable
Fosfato P-PO4	mg/L	0	0,006	0,005	DGA
		15	0,005	--	
		30	< 0,003	0,007	
		50	0,007	--	
		80	0,005	--	
		100	0,007	0,006	
Nitrato NO ₃	mg/L	0	0,023	0,126	DGA
		15	0,033	--	
		30	0,017	0,199	
		50	0,015	--	
		80	0,017	--	

		100	0,035	0,058	
Nitrito NO ₂	mg/L	0	< 0,001	0,005	DGA
		15	0,002	--	
		30	0,002	0,007	
		50	0,002	--	
		80	0,002	--	
		100	0,002	0,006	
Nitrógeno Amoniacal NH ₄ ⁺	mg/L	0	0,674	0,03	DGA
		15	0,675	--	
		30	0,014	0,03	
		50	0,740	--	
		80	0,029	--	
		100	0,725	<0,02	

(--) No corresponde registro de datos.

3.5 RESULTADO ÁREA DE VIGILANCIA NO OFICIALES

Estas áreas de vigilancia han sido priorizadas debido a que se consideran relevantes por reflejar el comportamiento de la cuenca en términos de conexión con los cuerpos de agua en relación con su valor desde el punto de vista biológico y debido a las actividades humanas que ejercen presión sobre dichas áreas. Las áreas corresponden a Río Maullín, Río Pescado y Río Tepu.

El análisis de los ríos tiene como objetivo principal percibir la carga que ingresa y que sale de los principales afluentes y efluente del lago.

3.5.1 ÁREA DE VIGILANCIA NO OFICIAL: RÍO MAULLIN

El río Maullín es el único desagüe del Lago Llanquihue. Tiene un caudal medio anual aproximado de 70 m³/s, el cual es relativamente constante debido a la regulación lacustre de su cuenca. Actualmente cuenta con una estación de monitoreo. Sin embargo, ésta se encuentra aguas abajo de las juntas con los ríos Negro y Calabozo, por lo que representa la sumatoria de las tres subcuencas (Lago Llanquihue, río Negro y río Calabozo).

Por lo anterior, se incorporó una nueva estación de vigilancia en el desagüe del Lago que permita evaluar las características de la única descarga del Lago, este punto se ubica aguas arriba de la descarga de la Planta de tratamiento de Puerto Varas (N 5428590 y E 665482). Figura N° 6.

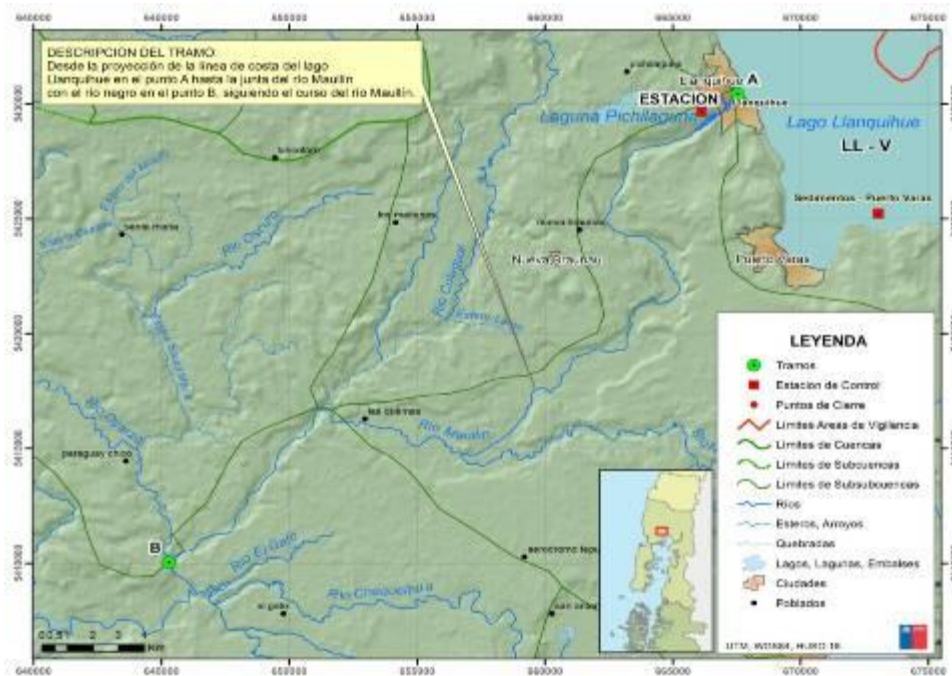


Figura N°6: Ubicación estación Río Maullín.

Se realizaron 2 monitoreos en el desagüe del lago Llanquihue, en el periodo 2017, los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N°16. Resultados de parámetros comprometidos en el programa de vigilancia estación Río Maullin, según mediciones realizadas por la Dirección General de Aguas.

PARÁMETROS		14-03-2017	31-07-2017
1	Oxígeno disuelto (OD) mg/L	9,78	10,86
2	Saturación de Oxígeno (Sat) mg/L	103,8	98,4
3	pH	8,14	6,96
4	Fósforo total (PT) mg/L	0,009	0,008
5	Nitrógeno total (NT) mg/L	0,053	0,044
6	Clorofila “a” (Chla) µg/L	1,4	1,3
7	Conductividad eléctrica (Cond) µs/cm	89,5	89,0
8	Turbiedad (Turb) NTU	-	-
9	Fosfato (P-PO ₄) mg/L	0,004	0,004
10	Nitrato (NO ₃) mg/L	0,019	0,134
11	Nitrito (NO ₂) mg/L	0,003	0,006
12	Sílice (Si) mg/L	< 1,00	< 1,00

(-) No se realizó registro de datos por falla de sensor de turbiedad.

3.5.2 ÁREA DE VIGILANCIA NO OFICIAL: RÍO PESCADO.

El río Pescado es el principal afluente del Lago Llanquihue, con un caudal promedio anual aproximado de 3,29 m3/s y un régimen de alimentación pluvial. Su cuenca de drenaje es de 71,2 m2 y representa un 9,7% de la superficie de la hoya del Lago Llanquihue.

La microcuenca se inicia en los faldeos del volcán Calbuco, en una zona cubierta principalmente por bosques y se desarrolla hacia el oeste, pasando por zonas de cobertura menos densa hasta llegar al Lago Llanquihue en un sector dominado por praderas, Figura 7.

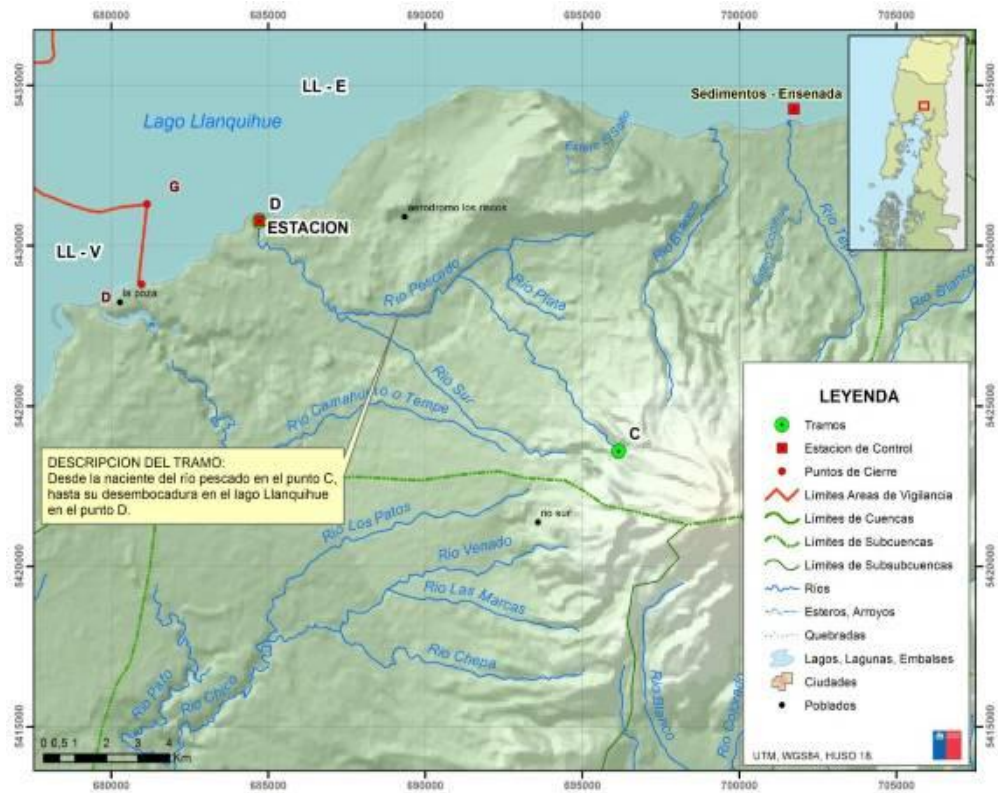


Figura N°7: Ubicación estación Río Pescado.

A continuación se presentan los resultados del análisis de los parámetros para el período 2017.

Tabla N°17. Resultados de parámetros comprometidos en el programa de vigilancia estación Río Pescado, según mediciones realizadas por la Dirección General de Aguas.

PARÁMETROS		15-03-2017	31-07-2017
1	Oxígeno disuelto (OD) mg/L	11,01	12,67
2	Saturación de Oxígeno (Sat) mg/L	104,1	100,7
3	pH	7,42	7,04
4	Fósforo total (PT) mg/L	0,012	0,012
5	Nitrógeno total (NT) mg/L	0,092	0,090
6	Clorofila “a” (Chla) µg/L	0,4	1,5
7	Conductividad eléctrica (Cond) µs/cm	38,4	33,8
8	Turbiedad (Turb) NTU	-	-
9	Fosfato (P-PO4) mg/L	0,009	0,007
10	Nitrato (NO ₃) mg/L	0,010	0,361
11	Nitrito (NO ₂) mg/L	0,003	0,010
12	Sílice (Si) mg/L	7,95	7,02

(-) No se realizó registro de datos por falla de sensor de turbiedad.

3.5.3 ÁREA DE VIGILANCIA NO OFICIAL: RÍO TEPU.

A continuación se presentan los resultados del análisis de los parámetros para el período 2017.

Tabla N°18. Resultados de parámetros comprometidos en el programa de vigilancia estación Río Tepu, según mediciones realizadas por la Dirección General de Aguas.

PARÁMETROS		15-03-2017	31-07-2017
1	Oxígeno disuelto (OD) mg/L	9,95	11,47
2	Saturación de Oxígeno (Sat) mg/L	101,4	98,0
3	pH	7,71	6,32
4	Fósforo total (PT) mg/L	0,021	0,011
5	Nitrógeno total (NT) mg/L	0,312	0,266
6	Clorofila “a” (Chla) µg/L	0,1	1,1
7	Conductividad eléctrica (Cond) µs/cm	69,3	64,1
8	Turbiedad (Turb) NTU	-	-
9	Fosfato (P-PO4) mg/L	0,008	0,007
10	Nitrato (NO ₃) mg/L	0,213	0,997
11	Nitrito (NO ₂) mg/L	0,003	0,008
12	Sílice (Si) mg/L	12,17	11,44

(-) No se realizó registro de datos por falla de sensor de turbiedad.

4 COMENTARIOS FINALES

El reporte efectuado por la Dirección General de Aguas de la calidad de aguas del Lago Llanquihue cumple en su mayoría con lo aprobado en el Plan de Vigilancia Ambiental ya sea en frecuencia, tiempo de analisis de las muestras, como en los parámetros analizados.

Dentro del periodo 2017 informado, existieron parámetros no reportados debido a fallas técnicas por ejemplo turbiedad, la cual es medida *in-situ* mediante sondas multiparámetros.

Los análisis de Nitrógeno en todas sus fracciones fueron subcontratados al laboratorio ANAM.

5 ANEXOS

Todos los anexos descritos a continuación se adjuntan en formato digital

- 5.1 Anexo 1: Informes de ensayo ANAM.
- 5.2 Anexo 2: Informes de ensayo LADGA.
- 5.3 Anexo 3: Datos CTD.
- 5.4 Anexo 4: Recepción muestras LADGA.
- 5.5 Anexo 5: ORD 394 DGA Notifica diferencias de información de fitoplancton en lagos reportada anteriormente por la DGA.
- 5.6 Anexo 6: Instructivos utilizados para el muestreo de Lagos.