

**ARMADA DE CHILE  
COMANDANCIA EN JEFE Va ZONA NAVAL  
GOBERNACIÓN MARÍTIMA DE PUERTO MONTT**



**INFORME TÉCNICO:**

**NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL  
LAGO LLANQUIHUE.**

**DIVISIÓN MEDIO AMBIENTE ACUÁTICO Y COMBATE A LA CONTAMINACIÓN  
DEPARTAMENTO DE INTERESES MARÍTIMOS  
GOBERNACIÓN MARÍTIMA DE PUERTO MONTT**

**PUERTO MONTT, 03 DE OCTUBRE 2016.**



Informe preparado por:

Marcela Henríquez Brunet  
Encargada Medio Ambiente y Combate a la contaminación  
Gobernación Marítima de Puerto Montt

Jaime Saravia Vásquez  
Encargado Medio Ambiente y Combate a la contaminación  
Gobernación Marítima de Puerto Montt

En base a los antecedentes técnicos remitidos por:

Carolina Valdebenito Jamett  
Encargada P.O.A.L.  
Departamento de Preservación del Medio Ambiente Acuático  
DIRINMAR



## 1.- ANTECEDENTES

### 1.1 Antecedentes Generales:

- a) **Identificación de la actividad, proyecto o fuente fiscalizada:** Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Lago Llanquihue.
- b) **Región:** X Región de Los Lagos.
- c) **Ubicación de la actividad, proyecto o fuente fiscalizada:** Provincia Llanquihue, Comunas: Puerto Varas, Llanquihue y Puerto Octay.
- d) **Organismo encargado de monitoreo:** DIRECTEMAR y DGA

### 1.2 Introducción

El programa de vigilancia del lago Llanquihue se realiza en conjunto con la Dirección General de Aguas (DGA) y DIRECTEMAR, en el marco del D.S. (MINSEGPRES) N° 122 del 17 de noviembre de 2009, que establece la citada norma de calidad ambiental y cuyo programa de vigilancia (DGA N° 1207 (exenta), 2012) constituye un instrumento para diagnosticar la calidad del agua del Lago Llanquihue en forma periódica y permanente, permitiendo con ello velar por la mantención de la calidad del agua del lago, a través de un enfoque de gestión preventiva.

Considerando que el lago Llanquihue ha sido catalogado como un lago monomítico de invierno (1 mezcla por año) se requiere hacer como mínimo dos campañas de monitoreo por año, para evaluar el comportamiento del lago tanto en período de estratificación como en período de mezcla. El presente informe corresponde al monitoreo en periodo de mezcla.



Monitoreo:

- a. La campaña estival año 2016, se realizó entre 08 y 09 de agosto.
  - b. El muestreo fue ejecutado por profesionales de DIRECTEMAR y la Dirección General de Aguas:
    - Marcela Henríquez                      Gobernación Marítima de Puerto Montt
    - Jaime Saravia                              Gobernación Marítima de Puerto Montt
    - Carolina Valdebenito                      DIRINMAR
    - Cristian Vega                                DGA
    - Marysol Azcar                                DGA
2. Las estaciones, profundidades (Tabla 1) y parámetros a monitorear por áreas de vigilancia, tanto de la red oficial como la red de observación, son las comprendidas en el Programa de Vigilancia, y las consideradas por DIRECTEMAR.

**TABLA 1. COORDENADAS ESTACIONES DE MONITOREO**

<b>ESTACIÓN</b>	<b>COORDENADA NORTE</b>	<b>COORDENADA ESTE</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>
LI-F (Frutillar)	5444371	671991	0-30-100
LI-O (Puerto Octay)	5457120	680704	0-30-100
LI-V (Puerto Varas)	5429534	673039	0-30-100
LI-E (Ensenada)	5436632	701758	0-30-100

Nota: Z Máx corresponde al punto de máxima profundidad del lago. Este lugar no está incluido como punto de monitoreo del Plan de Vigilancia de la Norma y se realiza como estación de observación, en la medida que los recursos y condiciones climáticas lo permitan.

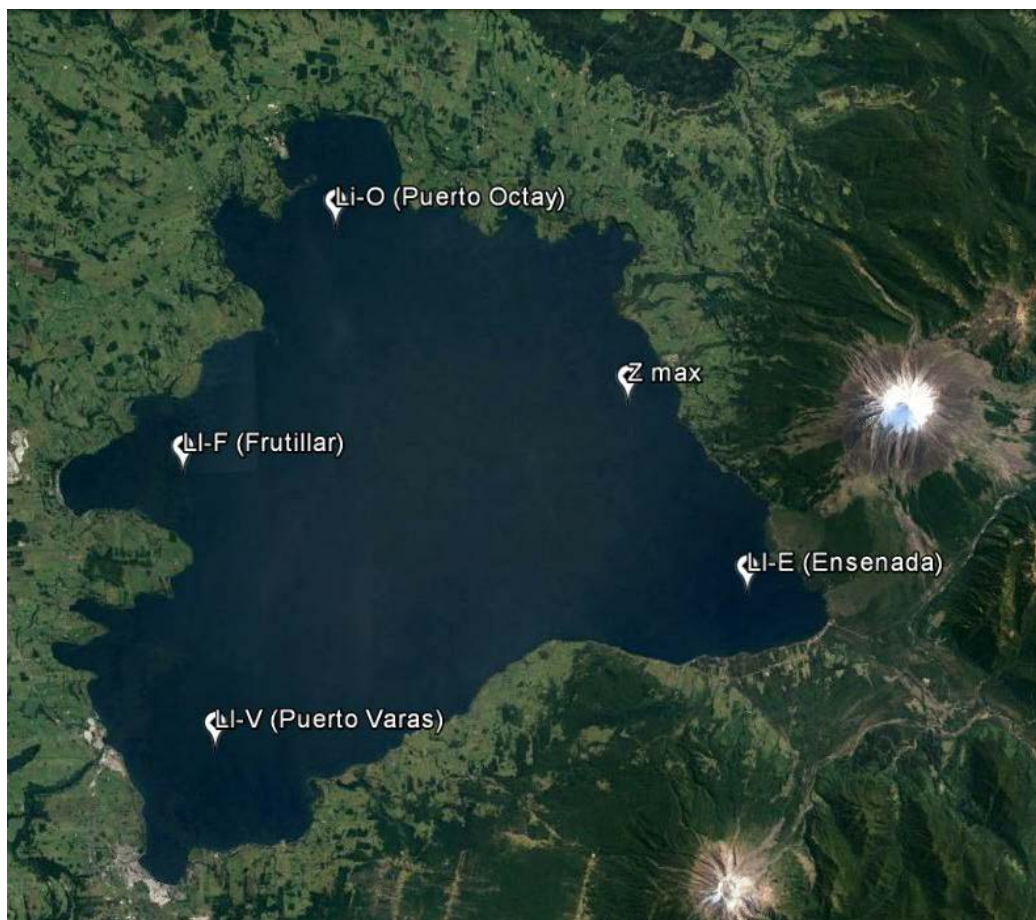


Figura 1.- Área de vigilancia establecida en la norma secundaria de calidad para el lago Llanquihue.

3. El plan de monitoreo en el marco de la norma secundaria, abarca diferentes parámetros que se analizaron en la matriz acuosa en 3 profundidades (0-30 y 100 m) entre DIRECTEMAR y la DGA Dichos análisis fueron realizados por el laboratorio SGS Chile Ltda.

Los parámetros comprometidos a realizar por DIRECTEMAR, junto con la metodología analítica y los límites de detección son los siguientes:

**TABLA 2. PARÁMETROS A MONITOREAR POR DIRECTEMAR**

MATRIZ ACUOSA			
PARÁMETRO	PROFUNDIDAD (m)	METODOLOGÍA	LÍMITE DE DETECCIÓN (mg/L)
Hidrocarburos Totales (H.T.)	0	SM 5520 F Ed., 2012, NCh 2313-7	0.5
Sílice Reactiva	0-30-100.	SM 4500- $\text{SiO}_2$ C Ed. 22, 2012	5
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	0-30-100.	SM 5220 D Ed. 22, 2012	2
Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $\text{DBO}_5$ )	0-30-100.	SM 5210 B Ed. 22, 2012	2

## II.- MATERIALES Y MÉTODOS

1. Para las muestras de agua, se empleó el siguiente material:

- a. 1 Botella tipo Niskin de 10 Litros de capacidad con sus respectivos pesos y mensajeros más cabo de 100 m, por otra parte se utilizó una unidad marítima, defender, de la Capitanía de Puerto Montt, como plataforma de muestreo.
- b. Las muestras de aguas fueron contenidas en los siguientes envases:
  - Botella de plástico 1 L sin preservante (**DBO5**).
  - Botella de plástico de 1 L, sin preservante (**Sílice reactiva**).
  - Botella de plástico de 1 L, preservada a  $\text{pH} < 2$ , con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  de 99% de pureza (**DQO**).
  - 2 botellas de vidrio boca ancha de 1 L, preservadas a  $\text{pH} < 2$  con HCl de 99% de pureza (**Hidrocarburos Fijos**).
  - Botella de vidrio color ámbar de 200 ml, sin preservante (**Hidrocarburos volátiles**).



2. Todas las muestras de agua fueron almacenadas en Caja de Plumavit con gelpack en su interior, y entregados a personal del Laboratorio SGS, junto a correspondientes cartas custodia.

### III.- MEDICIONES IN SITU

1. Equipamiento provisto por laboratorio SGS:

- a. Botella tipo Niskin
- b. Sonda multiparamétrica marca YSI.

2. Equipamiento provisto por la DGA:

- a. Disco secchi, botella Van Dorm de 8 litros, Multisonda HIDROLAB DS5 X, Altímetro, Anemómetro digital, Higrómetro, GPS 128 (Garmin)

### IV.- MEDICIONES EN TERRENO

1. MATRIZ ACUOSA

Las muestras de aguas fueron tomadas los días 08 y 09 de agosto, en conjunto con la DGA quien apoyó con las mediciones in situ.

Las siguientes tablas entregan los datos *in situ* medidos en las distintas estaciones consideradas en la Norma secundaria de calidad para el lago Llanquihue.

**TABLA 3. DATOS DE TERRENO PARA EL ÁREA DE VIGILANCIA PUERTO OCTAY**

Nombre estación: LI-O (Puerto Octay)	
Coordenadas Geográficas:	5444371 N; 671991 E
Fecha / Hora de monitoreo:	08 de agosto de 2016 / 12:00 PM
Tº ambiente (°C):	13.2
Humedad relativa (%):	74.3%
Presión atmosférica (milibar):	1020
Velocidad viento (m/s):	1.3
Oleaje:	calmado
Nubosidad:	6/8 nublado
Profundidad de la estación (m):	126
Disco secchi (m):	15

Parámetros <i>in situ</i> Sonda HIDROLAB DS5 X	Profundidades		
	0.5 m	30 m	100 m
Hora muestreo	12:00	12:15	13:30
T° agua (°C)	11.55	11.50	11.49
Conductividad (uS/cm)	79.2	79.1	78.6
pH	7.98	7.86	7.75
O <sub>2</sub> (mg/l)	10.26	10.67	10.17
Saturación de O <sub>2</sub> (%)	100	104.6	98.9
Turbiedad (NTU)	n.d.	n.d.	n.d.

**TABLA 4. DATOS DE TERRENO PARA EL ÁREA DE VIGILANCIA ZONA MÁXIMA**

Nombre estación: LI-Z MAX (Zona máxima)			
Coordenadas Geográficas	5457120 N; 680704 E		
Fecha/Hora de monitoreo:	08 de agosto de 2016 / 13:35 PM		
T° ambiente (°C):	20		
Humedad relativa (%):	55.8		
Presión atmosférica (milibar):	1019		
Velocidad viento (m/s):	1.1		
Oleaje:	Calmado		
Nubosidad:	6/8 nublado		
Profundidad de la estación (m):	300		
Disco secchi (m):	17		
Parámetros <i>in situ</i> Sonda HIDROLAB DS5 X	Profundidades		
	0.5 m	30 m	100 m
Hora muestreo	13:30	13:45	14:00
T° agua (°C)	11.67	11.53	11.52
Conductividad (uS/cm)	78.9	78.8	78.9
pH	7.86	7.82	7.93
O <sub>2</sub> (mg/l)	10.19	10.21	10.16
Saturación de O <sub>2</sub> (%)	99.8	99.3	98
Turbiedad (NTU)	n.d.	n.d.	n.d.

**TABLA 5. DATOS DE TERRENO PARA EL ÁREA DE VIGILANCIA ENSENADA**

Nombre estación: LI-E (Ensenada)	
Coordenadas Geográficas:	5429534 N; 673039 E
Fecha / Hora de monitoreo:	09 de Agosto de 2016 / 10:00 AM
T° ambiente (°C):	13.4





<b>Humedad relativa (%):</b>	68.5		
<b>Presión atmosférica (milibar):</b>	1016		
<b>Velocidad viento (m/s):</b>	0		
<b>Oleaje:</b>	Calmado		
<b>Nubosidad:</b>	Nublado 1/8		
<b>Profundidad de la estación (m):</b>	155		
<b>Disco secci (m):</b>	21.42		
<b>Parámetros <i>in situ</i> Sonda HIDROLAB DS5 X</b>	<b>Profundidades</b>		
	<b>0.5</b>	<b>30 m</b>	<b>100 m</b>
Hora muestreo	10:00	10:15	10:30
T° agua (°C)	11.53	11.52	11.51
Conductividad (uS/cm)	89.7	89.6	87.6
pH	8.01	7.94	8.11
O <sub>2</sub> (mg/l)	10.20	10.16	10.17
Saturación de O <sub>2</sub> (%)			
Turbiedad (NTU)	n.d.	n.d.	n.d.

**TABLA 6. DATOS DE TERRENO PARA EL ÁREA DE VIGILANCIA FRUTILLAR**

<b>Nombre estación: LI-F (Frutillar)</b>			
<b>Coordenadas Geográficas:</b>	5436632N; 701758E		
<b>Fecha de monitoreo:</b>	09 de agosto de 2016 / 11:49 AM		
<b>T° ambiente (°C):</b>	17.8		
<b>Humedad relativa (%):</b>	63.5		
<b>Presión atmosférica (milibar):</b>	1016		
<b>Velocidad viento (m/s):</b>	0.7		
<b>Oleaje:</b>	Calmado		
<b>Nubosidad:</b>	0/0		
<b>Profundidad de la estación (m):</b>	113		
<b>Disco secci (m):</b>	15.58		
<b>Parámetros <i>in situ</i> Sonda HIDROLAB DS5 X :</b>	<b>Profundidades</b>		
	<b>0.5</b>	<b>30 m</b>	<b>100 m</b>
Hora muestreo	11:49	12:15	12:30
T° agua (°C)	11.57	11.52	11.41
Conductividad (uS/cm)	78.9	78.7	79.2
pH	7.94	7.80	7.91
O <sub>2</sub> (mg/l)	10.28	10.24	9.90
Saturación de O <sub>2</sub> (%)			
Turbiedad (NTU)	n.d.	n.d.	n.d.



**TABLA 7. DATOS DE TERRENO PARA EL ÁREA DE VIGILANCIA PUERTO VARAS**

Nombre estación: LI-V (Puerto Varas)			
<b>Coordenadas Geográficas:</b>	5436632N; 701758E		
<b>Fecha de monitoreo:</b>	09 de agosto de 2016 / 13:30 PM		
<b>Tº ambiente (°C):</b>	16.9		
<b>Humedad relativa (%):</b>	60.8		
<b>Presión atmosférica (milibar):</b>	1015		
<b>Velocidad viento (m/s):</b>	0.5		
<b>Oleaje:</b>	Calmado		
<b>Nubosidad:</b>	2/8		
<b>Profundidad de la estación (m):</b>	140		
<b>Disco secci (m):</b>	16.42		
<b>Parámetros <i>in situ</i></b>	<b>Profundidades</b>		
<b>Sonda HIDROLAB DS5 X :</b>	<b>0.5</b>	<b>30 m</b>	<b>100 m</b>
Hora muestreo	13:30	13:45	14:00
Tº agua (°C)	11.64	11.51	11.40
Conductividad (uS/cm)	78.9	78.8	78.3
pH	7.89	7.86	7.97
O <sub>2</sub> (mg/l)	10.29	10.30	10.19
Saturación de O <sub>2</sub> (%)			
Turbiedad (NTU)	n.d.	n.d.	n.d.

## V.- RESULTADOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

**TABLA 8. RESULTADO ANÁLISIS QUÍMICO EN LA COLUMNA DE AGUA.**

<b>MATRIZ ACUÁTICA</b>					
<b>ESTACIÓN PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DBO<sub>5</sub> A 20°C</b>	<b>DQO</b>	<b>HIDROCARBUROS TOTALES</b>	<b>SÍLICE REACTIVA</b>
LI-E (0 )	mg/L	<2	<2	<5	0.8
LI-E (30)	mg/L	<2	<2	-	0.8
LI-E (100)	mg/L	<2	<2	-	0.8
LI-O (0)	mg/L	<2	<2	<5	0.5
LI-O (30)	mg/L	<2	<2	-	<0.5
LI-O (100)	mg/L	<2	<2	-	<0.5
LI-V (0)	mg/L	<2	<2	<5	0.7
LI-V (30)	mg/L	<2	<2	-	0.7
LI-V (100)	mg/L	<2	<2	-	0.7
LI-F (0)	mg/L	<2	<2	<5	0.8
LI-F (30)	mg/L	<2	<2	-	0.8
LI-F (100)	mg/L	<2	<2	-	0.8
Z MAX (0)	mg/L	<2	<2	<5	0.5
Z MAX (30)	mg/L	<2	<2	-	<0.5
Z MAX (100)	mg/L	<2	<2	-	<0.5

INFORMES DE ANÁLISIS: ES16-39584, ES16-39590, ES16-39871, ES16-39877, ES16-39880.

## VI.- CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio, el parámetro de sílice reactiva presenta niveles sobre los límites de detección para las estaciones de Ensenada, Frutillar y Puerto Varas. Por otro lado, las estaciones de Puerto Octay y Z Máx no exceden los límites de detección en ninguno de los parámetros.