

Minuta Técnica

Actualización de Informes Técnicos asociados a las Normas Secundarias de Calidad Ambiental de las aguas del Lago Llanquihue

Noviembre 2021

1. Contexto.

En relación a las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas del Lago Llanquihue, establecidas mediante el Decreto Supremo N°122/2009, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, la Superintendencia del Medio Ambiente es el organismo encargado de revisar y validar la información de las campañas de muestreo realizadas en el período de evaluación correspondiente, para elaborar anualmente un informe técnico de cumplimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental, el cual es derivado al Ministerio del Medio Ambiente y publicado en el portal SNIFA.

A la fecha, los expedientes asociados a la evaluación de cumplimiento de las NSCA Lago Llanquihue, son los siguientes:

Tabla 1. Expedientes publicados en SNIFA

Código	Año publicación	Período evaluado	Expediente
4073	2016	2013-2014	DFZ-2015-6192-X-NC-EI
5158	2017	2014-2015	DFZ-2016-4696-X-NC-EI
6825	2017	2015-2016	DFZ-2017-5421-X-NC-EI
41408	2018	2016-2017	DFZ-2018-2114-X-NC
44250	2019	2017-2018	DFZ-2019-1812-X-NC

Mediante el Oficio ORD. N° 29, de 2020, el Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas (**Anexo 1**), informa que el análisis ejecutado por su laboratorio para la cuantificación de Fósforo Total consta de dos etapas, la primera consistente en la transformación de todas las fracciones de Fósforo presentes a la forma Ortofosfato (método 4500-P J de SMEWW) para luego en una segunda etapa, cuantificar el contenido según método 4500-P E de SMEWW, que vale decir es el que efectivamente se señala como válido en el cuerpo de las NSCA Lago Llanquihue y su respectivo Programa de Vigilancia, y solicita que los datos de Fósforo Total sean reconsiderados y validados para la evaluación del cumplimiento normativo.

En consideración a los nuevos antecedentes presentados, esta Superintendencia ha procedido a realizar una revisión de los informes técnicos publicados en los que el análisis de Fósforo Total se había considerado inválido en base a la metodología analítica utilizada. De manera complementaria, se identificó un error en la definición de los días adecuados de almacenamiento de las muestras (previo a su análisis) en las muestras de Nitrógeno Total y especies nitrogenadas del periodo 2015-2018, y que la metodología utilizada para la obtención de resultados de Nitrógeno Total en verano 2014, invierno 2014 e invierno 2018, fue por cálculo mediante la suma de especies nitrogenadas, la que no se encuentra validada. Adicionalmente se corrigen errores puntuales en la data y se incorporan criterios de manejo de datos, lo que impacta en toda la evaluación del periodo 2013-2018.

Por todo lo anterior, se hace necesario actualizar la data utilizada para determinar la evaluación de cumplimiento de las normas secundarias del Lago Llanquihue presentada en los informes Técnicos de cumplimiento indicados en la **Tabla 1**, lo que se realiza mediante la presente minuta técnica y anexos.

2. Manejo y Validación de datos

Se introdujeron modificaciones en criterios de manejo de datos utilizados por esta Superintendencia relacionados al uso de funciones matemáticas y de cantidad de decimales, entre otros, y se corrigen errores puntuales en la data. Lo anterior, tiene un impacto en el cálculo de los valores ponderados y por ende, en la evaluación de cumplimiento normativo de todo el periodo 2013-2018.

En lo relacionado a la validación de la data, se realiza una revisión de 2 aspectos relacionados a los criterios técnicos de validación de un resultado analítico, esto es: i) Tiempo de preservación de cada muestra, previo a análisis, y ii) Validez de la metodología analítica.

Así, revisada la información, en lo que se refiere al tiempo de preservación de cada muestra, previo a análisis, tras un re-análisis de los días de almacenamiento, se observa lo siguiente:

- a. Dada la corrección de los días de almacenamiento de las muestras de Nitrógeno Total y sus especies nitrogenadas, se reconsideró la validez de las muestras del periodo 2013-2018 de dichos parámetros. Con ello, se identificó que todas ellas cumplen con el criterio de validación del tiempo de preservación.

Con lo anterior, no se identifican invalidaciones relacionadas al tiempo de preservación en ninguna muestra del periodo 2013-2018.

Por otra parte, en lo que se refiere a la validez de la metodología analítica, según los nuevos antecedentes, y tras un análisis de las condiciones de validación de las muestras informadas, se observa lo siguiente:

- b. El Fósforo Total presenta condiciones de invalidez en función de la inexistencia de datos y/o de las metodologías utilizadas para su cuantificación en todas las campañas del periodo 2013-2015. Por otra parte, todas las muestras del periodo 2016-2018 cumplen con los criterios de validación de la metodología analítica y por tanto son resultados válidos para efectuar la evaluación de cumplimiento de dicho periodo.
- c. El Nitrógeno Total mantuvo las condiciones de invalidez en función de la inexistencia de datos y/o de las metodologías utilizadas para su cuantificación en todas las campañas del periodo 2013-2018, a excepción de las campañas de verano 2014, invierno 2014 e invierno 2018, donde los resultados fueron invalidados porque su obtención fue mediante la suma de sus especies nitrogenadas y no a través de una de las metodologías validadas, esto es: Método Rodier o SMEWW 4500-N C.
- d. Los parámetros Conductividad, pH, Oxígeno disuelto (concentración y saturación), Turbiedad, Sílice, DQO, Transparencia y Clorofila "a" del periodo 2013-2018 mantienen su validez en base a la metodología analítica utilizada para su obtención, y por tanto son resultados válidos para efectuar la evaluación de cumplimiento de las NSCA lago Llanquihue.

De lo anterior, cabe hacer presente que en lo que respecta al Nitrógeno Total, se invalidan todos los resultados del periodo 2013-2018.

3. Evaluación de cumplimiento normativo

Los datos validados y los resultados de la evaluación de cumplimiento normativo de las NSCA del lago Llanquihue del periodo 2013-2018 se presentan en el **Anexo 2**.

A partir de los resultados validados, se obtuvieron los percentiles que permiten efectuar la evaluación normativa para cada periodo bienal del periodo 2013-2018, cuyos resultados se presentan en la **Tabla 2 a Tabla 5** siguientes.

Tabla 2. Resultados de la evaluación de cumplimiento normativo de cada periodo analizado entre 2013-2018 en Puerto Octay.

Parámetro	Unidad de medida	Valor norma	2013-2014		2014-2015		2015-2016		2016-2017		2017-2018	
			P33/P66	% Norma								
Conductividad	μS/cm	110	86,5	78,7%	84,1	76,4%	84,1	76,4%	88,9	80,8%	89,3	81,2%
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	7,72	-	7,72	-	7,84	-	7,80	-	7,68	-
Oxígeno Disuelto	mg/L	8,5	9,70	114,1%	9,98	117,4%	10,09	118,7%	10,05	118,3%	10,05	118,2%
Saturación de Oxígeno	% Saturación	85	96,6	113,6%	97,5	114,8%	97,5	114,8%	98,1	115,4%	93,0	109,4%
Turbiedad	NTU	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56	26,6%
Sílice	mg/L	1,83	0,85	46,2%	1,00	54,6%	1,00	54,6%	1,00	54,6%	1,00	54,6%
DQO	mg/L	4,8	4,48	93,4%	2,97	61,9%	2,97	61,9%	3,33	69,4%	1,83	38,0%
Transparencia	m	13,5	12,00	88,9%	15,50	114,8%	15,00	111,1%	11,50	85,2%	11,00	81,5%
Nitrógeno Total	mg/L	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	0,01	-	-	-	-	0,007	66,1%	0,008	84,6%	0,008	84,6%
Clorofila "a"	μg/L	1,4	0,37	26,2%	1,43	102,2%	1,43	102,2%	1,15	82,4%	1,92	137,2%

Resultado configura cumplimiento normativo.

Resultado configura cumplimiento normativo, en nivel de advertencia.

Resultado configura incumplimiento normativo.

Análisis referencial.

Tabla 3. Resultados de la evaluación de cumplimiento normativo de cada periodo analizado entre 2013-2018 en Ensenada

Parámetro	Unidad de medida	Valor norma	2013-2014		2014-2015		2015-2016		2016-2017		2017-2018	
			P33/P66	% Norma								
Conductividad	μS/cm	110	86,2	78,3%	84,0	76,4%	84,0	76,4%	89,4	81,3%	90,0	81,8%
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	7,50	-	7,66	-	7,86	-	7,70	-	7,64	-
Oxígeno Disuelto	mg/L	8,5	10,06	118,4%	10,06	118,4%	10,14	119,3%	10,17	119,6%	10,55	124,1%
Saturación de Oxígeno	% Saturación	85	94,7	111,4%	94,7	111,4%	94,8	111,5%	96,6	113,7%	95,5	112,4%
Turbiedad	NTU	2,4	1,55	64,5%	1,55	64,5%	-	-	-	-	-	-
Sílice	mg/L	1,77	0,62	35,3%	0,62	35,3%	1,00	56,5%	1,00	56,5%	1,00	56,5%
DQO	mg/L	6	2,00	33,3%	2,00	33,3%	3,03	50,5%	3,01	50,1%	3,00	50,0%
Transparencia	m	16	11,50	71,9%	11,50	71,9%	14,50	90,6%	11,00	68,8%	11,00	68,8%
Nitrógeno Total	mg/L	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	0,01	-	-	-	-	0,008	80,0%	0,008	80,6%	0,008	79,2%
Clorofila "a"	μg/L	1,4	0,43	31,0%	0,62	44,1%	0,70	50,0%	0,80	57,2%	1,32	94,4%

Resultado configura cumplimiento normativo.

Resultado configura cumplimiento normativo, en nivel de advertencia.

Resultado configura incumplimiento normativo.

Análisis referencial.

Tabla 4. Resultados de la evaluación de cumplimiento normativo de cada periodo analizado entre 2013-2018 en Puerto Varas.

Parámetro	Unidad de medida	Valor norma	2013-2014		2014-2015		2015-2016		2016-2017		2017-2018	
			P33/P66	% Norma								
Conductividad	μS/cm	110	86,1	78,3%	82,8	75,3%	82,8	75,3%	88,7	80,7%	89,4	81,2%
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	7,73	-	7,68	-	7,74	-	7,86	-	7,86	-
Oxígeno Disuelto	mg/L	8,5	9,33	109,7%	9,91	116,5%	9,97	117,3%	9,97	117,3%	10,05	118,2%
Saturación de Oxígeno	% Saturación	85	92,2	108,4%	97,9	115,2%	97,9	115,2%	98,5	115,9%	95,5	112,4%
Turbiedad	NTU	2,5	1,12	44,8%	1,12	44,8%	-	-	-	-	0,21	8,4%
Sílice	mg/L	1,8	0,66	36,7%	0,66	36,7%	1,00	55,6%	1,00	55,6%	1,00	55,6%
DQO	mg/L	5	6,00	120,0%	2,00	40,0%	2,00	40,0%	3,00	60,0%	3,00	60,0%
Transparencia	m	12,5	8,00	64,0%	8,00	64,0%	14,00	112,0%	9,50	76,0%	9,50	76,0%
Nitrógeno Total	mg/L	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	0,01	-	-	-	-	0,011	110,1%	0,011	110,1%	0,009	88,0%
Clorofila "a"	μg/L	1,4	0,38	27,4%	0,98	70,1%	0,87	62,1%	1,17	83,4%	1,58	112,9%

Resultado configura cumplimiento normativo.

Resultado configura cumplimiento normativo, en nivel de advertencia.

Resultado configura incumplimiento normativo.

Análisis referencial.

Tabla 5. Resultados de la evaluación de cumplimiento normativo de cada periodo analizado entre 2013-2018 en Frutillar.

Parámetro	Unidad de medida	Valor norma	2013-2014		2014-2015		2015-2016		2016-2017		2017-2018	
			P33/P66	% Norma								
Conductividad	μS/cm	110	86,2	78,3%	78,5	71,4%	78,9	71,8%	88,4	80,4%	89,1	81,0%
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	7,62	-	7,52	-	7,80	-	7,85	-	7,85	-
Oxígeno Disuelto	mg/L	8,5	10,12	119,0%	10,12	119,0%	10,02	117,9%	10,02	117,9%	9,94	117,0%
Saturación de Oxígeno	% Saturación	85	98,4	115,8%	99,2	116,7%	97,3	114,4%	97,3	114,4%	94,4	111,0%
Turbiedad	NTU	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21	10,2%
Sílice	mg/L	1,84	0,84	45,9%	0,84	45,9%	1,00	54,3%	1,00	54,3%	1,00	54,3%
DQO	mg/L	4,9	6,00	122,4%	3,13	63,9%	2,40	48,9%	3,00	61,2%	3,04	62,1%
Transparencia	m	14	9,50	67,9%	17,00	121,4%	15,00	107,1%	11,50	82,1%	11,50	82,1%
Nitrógeno Total	mg/L	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	0,01	-	-	-	-	0,010	100,2%	0,010	100,5%	0,011	109,2%
Clorofila "a"	μg/L	1,4	0,43	30,5%	0,53	37,7%	0,79	56,6%	1,27	90,5%	1,74	124,2%

4. Conclusiones

A partir de la información recopilada en las campañas realizadas en el periodo 2013-2018, en las cuatro estaciones definidas como Red de Control, se efectuó la evaluación de cumplimiento normativo de las NSCA del lago Llanquihue de los periodos bienales 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016, 2016-2017 y 2017-2018, cuyos resultados generales se muestran en la **Tabla 6**.

Al respecto, se determina la evaluación de cumplimiento normativo según se indica a continuación:

- a) Conductividad: se verifica **cumplimiento normativo** en Puerto Octay, Puerto Varas y Frutillar en 2013-2014, 2016-2017 y 2017-2018 y en Ensenada en 2016-2017, y **cumplimiento normativo referencial** en todas las estaciones en el periodo 2014-2015 y 2015-2016, y en Ensenada en 2013-2014 y 2017-2018.
- b) pH: se verifica **cumplimiento normativo** en Puerto Octay, Puerto Varas y Frutillar en 2013-2014, 2016-2017 y 2017-2018 y en Ensenada en 2016-2017, y **cumplimiento normativo referencial** en todas las estaciones en el periodo 2014-2015 y 2015-2016, y en Ensenada en 2013-2014 y 2017-2018.
- c) Oxígeno Disuelto (concentración y saturación): se verifica **cumplimiento normativo** en Puerto Varas en 2013-2014, en Puerto Octay, Puerto Varas y Frutillar en 2016-2017 y 2017-2018 y en Ensenada en 2016-2017, y **cumplimiento normativo referencial** en Puerto Octay, Puerto Varas y Frutillar en 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016, y en Ensenada en 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016 y 2017-2018.
- d) Turbiedad: se verifica **cumplimiento normativo referencial** en todas las áreas de vigilancia (Puerto Octay, Ensenada, Puerto Varas y Frutillar), en todo el periodo 2013-2018.
- e) Sílice: se verifica **cumplimiento normativo** en Puerto Octay, Puerto Varas y Frutillar en 2013-2014, 2016-2017 y 2017-2018, en Puerto Octay en 2014-2015 y 2015-2016, y en Ensenada en 2016-2017, y **cumplimiento normativo referencial** en Ensenada en 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016 y 2017-2018.
- f) Demanda Química de Oxígeno (DQO): se verifica **incumplimiento normativo** en Puerto Varas y Frutillar en 2013-2014, **cumplimiento normativo** en Puerto Octay en 2013-2014 y 2014-2015 y en Ensenada, Puerto Varas y Frutillar en 2016-2017, y **cumplimiento normativo referencial** en Ensenada en 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016 y 2017-2018, en Puerto Varas y Frutillar en 2014-2015 y 2015-2016, y en Puerto Octay en 2016-2017.

- g) Transparencia: se verifica **incumplimiento normativo** en Puerto Octay, Puerto Varas y Frutillar en 2013-2014 y todas las áreas de vigilancia (Puerto Octay, Ensenada, Puerto Varas y Frutillar) en 2016-2017 y 2017-2018, **cumplimiento normativo** en Puerto Octay en 2014-2015 y 2015-2016, y **cumplimiento normativo referencial** en Ensenada en 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016 y en Puerto Varas y Frutillar en 2014-2015 y 2015-2016.
- h) Nitrógeno Total: se verifica **cumplimiento normativo referencial** en todas las áreas de vigilancia (Puerto Octay, Ensenada, Puerto Varas y Frutillar) en todo el periodo 2013-2018.
- i) Fósforo Total: se verifica **incumplimiento normativo** en Puerto Varas y Frutillar en 2016-2017 y en Frutillar en 2017-2018, **cumplimiento normativo** en Puerto Octay en 2016-2017 y 2017-2018, en Ensenada en 2016-2017 y en Puerto Varas en 2017-2018, y **cumplimiento normativo referencial** en todas las áreas de vigilancia (Puerto Octay, Ensenada, Puerto Varas y Frutillar) en el periodo 2013-2016 y en Ensenada en 2017-2018.
- j) Clorofila "a": se verifica **incumplimiento normativo** en Puerto Octay en 2014-2015, 2015-2016 y 2017-2018, y en Puerto Varas y Frutillar en 2017-2018, **cumplimiento normativo** en todas las áreas de vigilancia (Puerto Octay, Ensenada, Puerto Varas y Frutillar) en el periodo 2016-2017, y **cumplimiento normativo referencial** en todas las áreas de vigilancia (Puerto Octay, Ensenada, Puerto Varas y Frutillar) en el periodo 2013-2014, en Ensenada, Puerto Varas y Frutillar en 2014-2015 y 2015-2016 y en Ensenada en 2017-2018.

En conclusión, se establece el incumplimiento de las NSCA lago Llanquihue por: i) DQO en las áreas de vigilancia Puerto Varas y Frutillar en 2013-2014, ii) Transparencia en las áreas de vigilancia Puerto Octay, Puerto Varas y Frutillar en 2013-2014 y en todas las áreas de vigilancia (Puerto Octay, Ensenada, Puerto Varas y Frutillar) en los periodos 2016-2017 y 2017-2018, iii) Fósforo Total en las áreas de vigilancia Puerto Varas y Frutillar en el periodo 2016-2017 y en Frutillar en 2017-2018, y iv) Clorofila "a" en el área de vigilancia Puerto Octay en los periodos 2014-2015, 2015-2016 y 2017-2018 y en las estaciones Puerto Varas y Frutillar en 2017-2018.

Se actualizan así, los Informes Técnicos de Cumplimiento **DFZ-2015-6192-X-NC-EI**, **DFZ-2016-4696-X-NC-EI**, **DFZ-2017-5421-X-NC-EI**, **DFZ-2018-2114-X-NC** y **DFZ-2019-1812-X-NC** en los aspectos señalados en la presente minuta y anexos, y se confirma su contenido en todo lo demás.

Tabla 6: Resumen de resultados de la evaluación de cumplimiento normativo de cada periodo analizado entre 2013-2018 en cada área de vigilancia.

Parámetro	2013-2014				2014-2015				2015-2016				2016-2017				2017-2018			
	Puerto Octay	Ensenada	Puerto Varas	Frutillar	Puerto Octay	Ensenada	Puerto Varas	Frutillar	Puerto Octay	Ensenada	Puerto Varas	Frutillar	Puerto Octay	Ensenada	Puerto Varas	Frutillar	Puerto Octay	Ensenada	Puerto Varas	Frutillar
Conductividad																				
pH																				
Oxígeno Disuelto																				
Saturación de Oxígeno																				
Turbiedad																				
Sílice																				
DQO																				
Transparencia																				
Nitrógeno Total																				
Fósforo Total																				
Clorofila "a"																				



5. Anexos

Anexo 1. Oficio ORD. N° 29, de 2020, el Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas.

Anexo 2. Planilla Excel “Evaluación de Cumplimiento NSCA Llanquihue_2013-2019”.