

C. Suprema ordenó someter a Estudio de Impacto Ambiental a Bocamina II

T.F./A.A./A.H.

Ayer, la Corte Suprema ordenó a Endesa someter a un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) el proyecto de ampliación de la central termoeléctrica Bocamina II, ubicada en Coronel.

En fallo unánime, la Tercera Sala acogió el recurso de protección presentado por

la Confederación Nacional de Federaciones de Pescadores Artesanales de Chile, luego de que la Comisión de Evaluación Ambiental de la VIII Región determinara que sólo era necesaria la presentación de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

Dicho actuar fue calificado de arbitrario por el máximo

tribunal, afirmando que sólo mediante el EIA "es posible establecer si las modificaciones introducidas a la planta generadora importarán el mejoramiento ambiental y no un peligro o daño para el entorno en que se ubica". El presidente de la Confepach, Hugo Arancibia, valoró la resolución y señaló

que "vamos en la línea correcta, haciendo presión para que se cumpla la normativa ambiental", dado el efecto del proyecto en el ecosistema. Fuentes de Endesa afirmaron que la resolución no atrasará la puesta en marcha de la central, prevista para el segundo semestre de este año. ●



►► La planta aumentará de 350 mw a 370 mw su capacidad instalada. FOTO: CAMILA LASALLE



MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE ANTEPROYECTO DE NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO VALDIVIA (EXTRACTO)

Por Resolución N° 478, del 1 de junio de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, se aprobó el anteproyecto mencionado y se ordenó someterlo a consulta.

Dicha resolución ordena publicarlo en extracto que es del tenor siguiente:

OBJETIVO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

Estas normas de calidad ambiental tienen por objetivo asegurar la conservación del patrimonio ambiental y preservación de los ecosistemas hídricos, de manera que en dichos cursos de agua se salvaguarden sus comunidades acuáticas, los usos y servicios ambientales que estos ecosistemas entregan a la sociedad en su conjunto.

ÁMBITO TERRITORIAL DE APLICACIÓN

Subcuencas de los ríos San Pedro, Calle Calle, Cruces y Valdivia, en toda su extensión.

VIGENCIA

Entrarán en vigencia el día en que se publique en el Diario Oficial, el Decreto Supremo que las establezca.

FISCALIZADORES

Superintendencia del Medio Ambiente, Dirección General de Aguas y Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante.

INFORME DE CALIDAD

La Superintendencia del Medio Ambiente, con la colaboración del Ministerio del Medio Ambiente, coordinarán a las autoridades competentes en la elaboración de un Informe de Calidad destinado a divulgar el cumplimiento de las normas secundarias de calidad ambiental contenidas en el presente decreto. Dicho informe será de conocimiento público y será publicado anualmente, exceptuando el primero que tiene un plazo diferente.

PROGRAMA DE VIGILANCIA

El control de las normas secundarias de calidad ambiental deberá efectuarse de acuerdo a un Programa de Vigilancia aprobado por resolución de la Superintendencia de Medio Ambiente. Dicho programa será de conocimiento público y en él se señalarán, a lo menos, las áreas de vigilancia, las estaciones de monitoreo de calidad del agua en cada área de vigilancia, los parámetros a controlar, las frecuencias de monitoreo, las responsabilidades y las metodologías analíticas seleccionadas.

FUNDAMENTOS

Las principales actividades económicas asociadas a la cuenca y al sistema estuarial corresponden a las actividades silvoagropecuarias, agrícolas, ganaderas, industriales con un gran número de empresas de este rubro (principalmente empresas forestales e industriales de la madera) y, en menor medida, actividades de acuicultura (cultivos de mitilidos y salmónidos). Esta cuenca es de importancia turística para la región y en ella se realizan actividades de pesca deportiva (se registran 13 clubes), destacándose además su uso como fuente de provisión de agua potable. La población urbana, de la parte baja de la cuenca se concentra mayoritariamente en la ciudad de Valdivia, la cual en su mayoría posee servicios de alcantarillado y de tratamiento de aguas servidas. Todas estas actividades ejercen presión sobre la calidad de las aguas de la cuenca del río Valdivia, de tal manera que se hace necesaria la creación de instrumentos de gestión ambiental que permitan proteger la calidad de sus aguas y de su ecosistema.

Los principales antecedentes técnicos utilizados para el desarrollo de las normas secundarias de calidad fueron: el estudio Diagnóstico y Clasificación de los cuerpos y cursos de Agua según objetivos de calidad, de la Dirección General de Aguas (DGA), el estudio Recopilación y Análisis de Información

ÁREAS DE VIGILANCIA

| CAUCE | ÁREA DE VIGILANCIA | LÍMITES ÁREA DE VIGILANCIA | COORDENADAS UTM. | |
|-----------------|--------------------|---|------------------------|--------------------|
| | | | N | E |
| Río Cruces | RC I | De: nacimiento río Cruces Hasta: río Cruces Loncoche | 5.634.252 5.639.597 | 733.256 705.228 |
| Río Cruces | RC II | De: río Cruces Loncoche Hasta: río Cruces Rucaco | 5.639.597 5.620.006 | 705.228 680.443 |
| Río Cruces | RC III | De: río Cruces Rucaco Hasta: río Cruces Cahuincura | 5.620.006 5.620.787 | 680.443 667.634 |
| Río Cruces | RC IV | De: río Cruces Cahuincura Hasta: Río Cruces San Luis de Alba | 5.620.787 5.614.447 | 667.634 658.822 |
| Río Cruces | SNCA | De: Río Cruces desde la San Luis de Alba Hasta: Confluencia Río Cruces y Río Calle Calle | 5.614.447 5.590.372 | 658.822 648.860 |
| Río Valdivia | RV | De: Confluencia Río Cruces y Río Calle Calle Hasta: desembocadura en la Bahía de Corral | 5.590.372 5.585.128 | 648.860 637.966 |
| Río Calle Calle | RCC | De: Balsa San Javier (Antihue) Hasta: Confluencia Río Cruces y Río Calle Calle | 5.592.061 5.590.372 | 674.754 648.860 |
| Río San Pedro | RSP | De: Desahue Lago Riñihue Hasta: Antihue | 5.595.015 5.592.061 | 716.287 674.754 |

NIVELES DE CALIDAD AMBIENTAL POR ÁREAS VIGILANCIA

Para cada Área de Vigilancia identificada, se ha asignado un nivel de calidad ambiental para cada uno de los parámetros normados. Los valores máximos y mínimos están referidos a concentraciones en unidades totales, con la excepción de Aluminio y Hierro que corresponden a la fracción disuelta en el área de Vigilancia RC IV.

| ÁREAS DE VIGILANCIA | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| N° | Elemento o compuesto | Unidad | RSP | RCC | RV | RC I | RC II | RC III | RC IV | SNCA |
| 1 | pH | - | 6,5-8,0 | 6,5-8,5 | 6,5-8,5 | 6,0-7,5 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 |
| 2 | Oxígeno disuelto | mg/L | > 8,3 | > 8,9 | > 8 | > 9,4 | > 8,8 | > 9,7 | > 8,5 | > 8,5 |
| 3 | Conductividad eléctrica | µS/cm | 100 | 100 | - | 100 | 100 | 100 | 100 | - |
| 4 | Sulfato | mg/L | - | - | - | - | 3 | 7 | 7,8 | - |
| 5 | Sodio | mg/L | 4,6 | 4,6 | - | 4,4 | 4,8 | 8,3 | 7,9 | - |
| 6 | Cloruro | mg/L | 5,3 | 7,1 | - | 6,4 | 5,6 | 7,6 | 8,1 | - |
| 7 | Calcio | mg/L | 6,9 | 7,7 | - | 5,1 | 4,4 | 3,9 | - | - |
| 8 | Magnesio | mg/L | 4,7 | 1,5 | - | 1,9 | 1,9 | 1,8 | - | - |
| 9 | Potasio | mg/L | 2,6 | 1,8 | - | 0,75 | 2,1 | 2,2 | - | - |
| 10 | Aluminio | mg/L | 0,19 | 0,36 | 0,47 | 0,44 | 0,39 | 0,5 | 0,08 * | 0,22 |
| 11 | Cobre | mg/L | - | - | 0,02 | 0,02 | - | 0,02 | - | 0,03 |
| 12 | Cromo | mg/L | - | 0,013 | 0,02 | - | - | - | - | - |

2874

ORD. D.E. Nº 121999

ANT.: No hay

MAT.: Remite expediente digital proceso de elaboración Anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia.

SANTIAGO, 19 JUN. 2012

DE : SR. RICARDO IRARRÁZABAL SÁNCHEZ
MINISTRO (S) DEL MEDIO AMBIENTE

A : SRES. INTEGRANTES DEL CONSEJO CONSULTIVO
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

1.- Por Resolución Exenta Nº 478 del 01 de junio de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, se aprobó el Anteproyecto de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia y se ordenó someterlo a consulta.

2.- De acuerdo a lo establecido en el Decreto Supremo Nº 93, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, una vez publicada la resolución que aprueba el anteproyecto de una norma y que lo somete a consulta, se debe remitir copia del expediente al Consejo Consultivo de del Ministerio del Medio Ambiente, para que emita su opinión sobre el anteproyecto de la norma.

3.- En virtud de lo anteriormente indicado, me permito enviar a usted, en su calidad de miembro del Consejo Consultivo del Ministerio del Medio Ambiente, una copia digital del expediente público Rol Nº 07/06 y del referido anteproyecto. Asimismo se convocará con la debida anticipación la sesión del consejo respectiva para tratar este tema

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,



RICARDO IRARRÁZABAL SÁNCHEZ
MINISTRO (S)
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
MINISTRO (S)

Distribución:

| | |
|------------------------------|---|
| Sra. Bárbara Saavedra P. | Wild Life Conservation Society |
| Sra. Alicia Esparza M. | Instituto de Ecología Política |
| Sr. Luis Cifuentes L. | Centro de Medio Ambiente, Departamento Ingeniería Industrial /Pontificia Universidad Católica de Chile. |
| Sr. Marcel Szantó N. | Universidad Católica de Valparaíso |
| Sra. Susana Jiménez S. | Libertad y Desarrollo |
| Sr. Alex Godoy F. | Centro de Investigación para la Sustentabilidad de la Universidad Andrés Bello. |
| Sr. Francisco Veloso B. | Confederación de la Producción y el Comercio |
| Sr. Rodolfo Camacho F. | Bh Pbilliton |
| Sr. Gonzalo Gutiérrez G. | Asesor Central Unitaria de Trabajadores |
| Sr. José Manuel Antonio Diaz | Secretario Relaciones Internacionales Central Unitaria de Trabajadores. |
| Sra. Nicola Borregard de S. | Cámara Chilena Alemana |

C.c.:

- Gabinete, Ministerio del Medio Ambiente.
- Archivo División Jurídica, Ministerio del Medio Ambiente
- Archivo División de Política y Regulación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente
- Archivo Depto. Asuntos Hídricos
- Archivo expediente de la norma



02875

CONSTANCIA

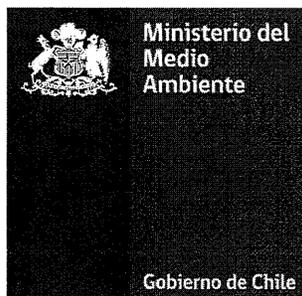
PIEZA EXCEPTUADA

De acuerdo al artículo N° 7 del **DS 93 de 1995** del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual ordena la formación de un expediente y que en su inciso tercero indica que quedarán exceptuadas de ingresar al expediente aquellas piezas, que por su naturaleza o por su volumen, no puedan agregarse las que deberán archivar en forma separada.

Se deja constancia de que se dejará en calidad de pieza exceptuada del expediente del Anteproyecto de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas de la Cuenca del río Valdivia el CD que contiene el expediente digital de este Anteproyecto, desde el Folio N° 0000 hasta el Folio N° 2872. Dicho Cd deberá ser archivado la SEREMI del Ministerio del Medio Ambiente, Región de los Ríos.

02875 JTA

02870



CONSTANCIA

PIEZA EXCEPTUADA

De acuerdo al artículo N° 7 del DS 93 de 1995 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, el cual ordena la formación de un expediente y que en su inciso tercero indica que quedarán exceptuadas de ingresar al expediente aquellas piezas, que por su naturaleza o por su volumen, no puedan agregarse las que deberán archivarse en forma separada.

Se deja constancia de que se dejará en calidad de pieza exceptuada del expediente del Anteproyecto de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas de la Cuenca del río Valdivia el CD que contiene los Informes Finales de los siguientes estudios:

1. Aproximación Ecotoxicológica y Evaluación de Riesgo Ecológico Teórico en apoyo a la Elaboración del Anteproyecto de N.S.C.A para la protección de las aguas de la Cuenca del Río Valdivia, Región de Los Ríos.
2. Evaluación de riesgo ecológico para el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter como apoyo a la elaboración del anteproyecto de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del rio Valdivia, Región de Los Ríos.
3. Evaluación de Riesgo Ecológico (Crónico) para el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter como apoyo a la elaboración del Anteproyecto de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia, Región de Los Ríos

Dichos estudios deberán ser archivados la SEREMI del Ministerio del Medio Ambiente, Región de los Ríos.



División de Políticas y Regulación Ambiental
Ministerio del Medio Ambiente

MEMORÁNDUM N°135

02876

DE : Karin Molt González.
División de Políticas y Regulación Ambiental

A : Alexander Hernández Alonso
Jefe de Comunicaciones

MAT. : Remite expediente digital, proceso de elaboración Anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia, y solicita subirlo a la página web.

FECHA: 19 de junio 2012

Junto con saludar cordialmente a usted, informo que mediante la Resolución Exenta N° 478 del 01 de junio de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente se aprobó el Anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia, Rol N° 07/06 y se ordenó someterlo a consulta. Por tal motivo, adjunto envío expediente digital y solicito tenga a bien hacer las gestiones necesarias para que dicho expediente esté disponible para la consulta pública, a la brevedad posible, en la página web del Ministerio del Medio Ambiente.

Sin otro particular y agradeciendo de antemano,

Karin Molt González
División de Política y Regulación Ambiental
Ministerio del Medio Ambiente


SBF/cph

- Archivo División de Política y Regulación Ambiental
- Expediente de las Normas

Cc: - Gabriel Mendoza, Oficina de Información a la Ciudadanía
- José Manuel Valdivieso, Dpto. Comunicaciones
- Álvaro González, Oficina de Tecnología de la Información

DE LA ETAPA DE CONSULTA A
ORGANISMOS COMPETENTES PUBLICOS Y PRIVADOS

2877

El Decreto Supremo N° 93 de 1995, Ministerio Secretaría General de la República (DO 26.10.1995) en su artículo 20 establece que dentro del plazo de sesenta días, contado desde la publicación en el Diario Oficial de la resolución que aprueba el Anteproyecto y lo somete a consulta, cualquier persona, natural o jurídica, podrá formular observaciones al contenido del anteproyecto de norma.

A continuación se incorporan a este expediente las observaciones ciudadanas recibidas en el marco del proceso de consulta pública.

Las siguientes observaciones fueron ingresadas al sistema electrónico *e-PAC Participación ciudadana en planes y normas*:

- Sr. Alberto Tacón
- Sr. Marcos Gaona
- Sra. Ingrid Schauenburg
- Sr Claudio Valdovinos, Centro de Ciencias Ambientales EULA Chile, Universidad de Concepción
- Sra. Andrea Piderit, en representación de:
 - Centro Transdisciplinario de Estudios Ambientales y Desarrollo Humano Sostenible de la Universidad Austral de Chile
 - Colegio Médico de Valdivia
 - Colegio Médico Veterinario de Valdivia
 - Acción por los Cisnes
 - Observatorio Ciudadano
 - Conservación Marina
 - Agrupación Transdisciplinaria de Estudiantes (ATRAE)
 - Agrupación Biósfera
 - Agrupación de Promotores de Desarrollo Social y Ambiental (PRODESAM)
 - Núcleo de Ideas para el Desarrollo Ecológico (NIDO)

Adicionalmente, a través de la oficina de partes de la SEREMI del Medio Ambiente de la Región de los Ríos, ingresó la observación del Sr. Sergio Carreño, en representación de Celulosa Arauco Constitución, Planta Valdivia.

Sr. Marcos Gaona

2878

SRS MIS OBSERVACIONES SON :

- 1.- EN TABLA Nº 2 NO APARECE EL PARAMETRO DBO5 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO LO CUAL ES UN PARAMETRO RELEVANTE EN ESPECIAL TOMAR MUESTRA CERCA DE GRANDES EMPRESAS CONTAMINANTES COMO LA PLANTA CELULOSA DE SAN JOSE DE LA MARIQUINA.

- 2.- NO APARECE TAMPOCO COMO MEDIR LOS OLORES QUE EMITE EN ESPECIAL ESA PLANTA LUEGO DE UN PROCESO DE MANTENCION DE LAS MAQUINAS Y NUEVA PUESTA EN MARCHA

- 3.- EN CIERTOS SECTORES EN LOS CUALES DE SABE DE EXISTENCIAS DE EMPRESAS COMO CELULOSA , MATADEROS , CERCA DEL RIO ETC SE DEBERIAN PRIORIZAR CIERTOS PARAMETROS AMBIENTALES, POR EJEMPLO, SI HAY UNA CELULOSA CERCA DE UN RIO LOS PARAMETROS RELEVANTES SON LA DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO

ATTE. MARCOS GAHONA

1.-Teniendo en cuenta el objetivo de recuperación de la calidad histórica del ecosistema del Río Cruces y del SNCA, solicitamos al MMA que modifique los valores de Sulfatos, Cloruros y Sodio propuestos para los tramos III y IV del Río Cruces basado en los valores de tales parámetros en las mediciones realizadas por CELCO-Arauco en 1995, 2002 y 2003, las que se encuentran certificadas y validadas por la autoridad ambiental correspondiente. Se solicita que estos nuevos valores no consideren los datos de calidad recogidos entre los años 2005 y 2009, con posterioridad a la puesta en marcha de la planta CELCO-Arauco, los que no representan situaciones de estabilidad natural al incluir los aportes de dicha industria.

2.-Solicitamos se incorporen los Cloratos en el Anteproyecto 2012, considerando los valores históricos para el Río Cruces registrados en la línea base de la DGA y los estudios de impacto previos a la instalación de la planta de CELCO-Arauco, junto con otros parámetros que también resultan fundamentales para evaluar la calidad ambiental de los ecosistemas presentes en la cuenca, tales como Temperatura, DBO, Coliformes, y Carbono orgánico orgánico (total y disuelto). La DBO y el Carbono orgánico son parámetros que típicamente corresponden a este tipo de actividad industrial siendo fundamentales para monitorear las descargas de dicha actividad debido a que altos niveles en estos parámetros provocan cambios drásticos en los ecosistemas acuáticos.

3.- Solicitamos que se incluyan los AOX y Cloratos, los que han mostrados niveles que sobrepasan con mucho las concentraciones históricas para los tramos III y IV del Río Cruces y para el SNCA aguas abajo de la descarga de la Planta Valdivia de CELCO-Arauco. Se trata por lo demás de compuestos con un impactos demostrados en la salud humana y la biota del cuerpo de agua.

4.- Solicitamos que se incluya el análisis de sedimentos en el respectivo Programa de Vigilancia. Respecto al análisis de cargas, solicitamos que éste sea realizado para cada parámetro propuesto y que los resultados sean considerado para la reformulación del Anteproyecto 2012, en conjunto con las observaciones ciudadanas recibidas por la autoridad ambiental. En relación a los biomonitoreos, solicitamos incluir en el Programa de Vigilancia el uso de bioindicadores y el desarrollo de bioensayos al menos dos veces al año

5.- Solicitamos se incluya en los fundamentos del Anteproyecto lo establecido en la Resolución 377/2005 de COREMA X respecto al origen del desastre que afecta al SNCA y a la necesidad de que CELCO-Arauco retire sus descargas de Riles desde el Río Cruces a fin de que el humedal del Río Cruces pueda recuperarse del agudo daño que lo ha venido afectando desde el 2004.

6.- De acuerdo a lo expresado por el MMA en los talleres de participación ciudadana, solicitamos que se incorporen al texto del Anteproyecto 2012 los objetivos de mantener y recuperar las calidades históricas de los ríos, estuarios y humedales cuya calidad de aguas se busca normar, señalando de forma explícita que en relación al Río Cruces y al SNCA dicho propósito supone recuperar la calidad histórica existente hasta antes del año 2004, cuando tal ecosistema se vio afectado por cambios ecológicos drásticos y de gran escala.

Sra. Ingrid Schauenburg

Título IV Programa de Vigilancia

1.- Artículo 11º

Debiera establecerse ya en la norma la frecuencia mínima de medición de cada elemento o compuesto y en qué intervalo de frecuencia. Por ejemplo 1 vez por semana.

Las mediciones debieran ser en intervalos regulares. Y debieran ser al menos tres mediciones por mes en cada tramo a medir y en cada estación de monitoreo, para que sea representativo.

2.- Título V.

Metodologías de muestreo y análisis

Artículo 9º Tabla Nº 3 Metodologías de muestreo y condiciones de preservación de las muestras de agua

Fila 6

En la fila donde sale: "Descritas en el número 1060 del "Standart Methods" for Examination of Water and Wastewater".

Faltan datos de: Autor, Año, Edición entre otros. No sirve solamente el título. No es representativo.

3.-Artículo 8º

Sería interesante saber cuando una sequía afecte la representatividad de las muestras analizadas, causando su anulación de la incorporación de datos.

Al contrario si hubiera menos caudal de agua, producto de una sequía por ejemplo en el verano, se concentran más los contaminantes, lo cual es representativo del estado de los niveles de contaminantes. Si se considera sequía parte del verano, la norma daría espacio a interpretaciones ambiguas. Por lo cual es mejor sacar esa palabra de la futura norma.

Una inundación diluye los contaminantes, bajando los niveles de concentración y mejorando los niveles.

Ni una inundación ni una sequía debiera excluirse de las mediciones. Son parte de la meteorología habitual, y parte de la representatividad de lo que sucede con los contaminantes en la zona día a día.

Indicando la gama completa de concentraciones lo cual en promedio indica si se sobrepasa la norma o están bien los índices.

4.- Título IV Cumplimiento y Excedencias

2881

Artículo 7º

Así en PH también debiera considerarse un percentil sobre 85 al menos, si no 100, y no un percentil 15 y 85 móvil como se indica, lo cual es ambiguo e insuficiente para establecer un promedio representativo que permita medir si se excede la norma o no.

5.- F. Título IV Cumplimiento y Excedencias

Artículo 7º

El Oxígeno disuelto se debiera considerar igual que los demás elementos y compuestos sobrepasado con al menos un percentil de 85, en realidad debiera ser un percentil de 100, pero no un percentil de 15 (15 % de las mediciones es un valor muy bajo a considerar y no es representativo).

6.- Artículo 5º

Tabla Nº 2 Niveles de Calidad Ambiental por Áreas Vigilancia

La Norma Chilena Oficial 1333 Of. 78, modific. 1987 "Norma Chilena sobre requisitos de calidad del agua para diferentes usos" en su estándar para agua riego, considera una serie de elementos y compuestos más que no están en este anteproyecto de norma. Por ejemplo:

Arsénico, Bario, Berilio, Boro, Cadmio, Cianuro, Cobalto, Flúoruro, Litio, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plata, Plomo, Selenio, Vanadio.

Considerándose esencial la inclusión de estos elementos en esta norma, para realmente proteger las aguas de estos ríos y su entorno.

En el "Anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad para la protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Bio Bio" se incluyeron algunos de estos elementos nombrados que no están en el Anteproyecto de la cuenca del Río Valdivia tales como Amonio, Molibdeno, Cadmio, Mercurio, Plomo, excediendo en algunos casos los valores máximos para los estándares de calidad de agua de riego. Por lo que nuevamente se recalca de que debieran incluirse estos elementos y compuestos en el actual Anteproyecto.

B.

En la Tabla Nr. 2 del Artículo 5º

Hay áreas de vigilancia de tramos de ríos que están sin indicación de valores de nivel de calidad ambiental en algunos elementos o compuestos. Tal es el caso del tramo SNCA (Río Cruces desde San Luis de Alba a confluencia Río Cruces y Río Calle Calle) Tramo correspondiente al sector del Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter. No sale referencia de valores sobre Conductividad Eléctrica, Sulfato, Sodio, Cloruro, Calcio, Magnesio, Potasio, Cromo, Nitrato y Fosfato.

C.

En la Tabla Nr. 2 del Artículo 5º

Así también en el tramo RV (Río Valdivia desde confluencia Río Cruces y Río Calle Calle hasta desembocadura en la Bahía de Corral) faltan una serie de elementos también. Específicamente: Conductividad Eléctrica, Sulfato, Sodio, Cloruro, Calcio, Magnesio, Potasio.

D.

En la Tabla Nr. 2 del Artículo 5º

En los tramos RCI, RCII, RCIII, RCIV y SNCA que corresponden al Río Cruces desde su nacimiento hasta su afluencia con el Río Calle Calle pasando por el sector de la Planta de Celulosa y el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter no se indican valores a normar en el elemento Cromo y en Cobre faltan los valores en algunos tramos.

E.

En la Tabla Nr. 2 del Artículo 5º

En los valores Aluminio y Hierro en el tramo RCIV correspondiente a (Desde Río Cruces Cahuincura hasta Río Cruces San Luis de Alba) que comprende también parte del Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, cambia el indicador de medición pasando de miligramos por litro (mg/l) a una indicación que dice "referido al valor de la fracción disuelta" lo cual no tiene fundamento lógico, al menos se debiera explicitar mejor, porque no es congruente cambiar el parámetro de medición sin indicar peso a medir en un volumen dado.



OBSERVACIONES AL “ANTEPROYECTO DE NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO VALDIVIA”

1. Introducción

En el presente documento se presenta una revisión del *“Anteproyecto de normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia”*¹. Esta revisión ha considerado aspectos generales de ella, así como también particulares referentes las características sitio específicas de las áreas de vigilancia RSP, RC II y RC III definidas para la cuenca, especialmente en lo que concierne a sus objetos de conservación biológica y a los parámetros de calidad de agua normados. Las observaciones aquí incluidas, han estado basadas en la información generada en esta cuenca por el Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile de la Universidad de Concepción, en estudios de largo término desarrollados para dos proyectos de inversión o desarrollo en la Región de los Ríos, a saber: a) Central Hidroeléctrica San Pedro (área de vigilancia RSP), proyecto de Colbún S.A. y b) Planta de Celulosa Valdivia (áreas de vigilancia RC II y RC III).

2. Observaciones generales a la norma

Las normas secundarias de calidad ambiental tienen entre sus objetivos mas relevantes la *“protección y conservación de la calidad de las aguas”* del país. En este sentido, el *“Anteproyecto de normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia”* (NSCV), tiene como objetivo *“asegurar la conservación del patrimonio ambiental y preservación de los ecosistemas hídricos, de manera que en dichos cursos de agua se salvaguarden sus comunidades acuáticas, los usos y los servicios ambientales que los ecosistemas entregan a la sociedad en su conjunto”*. En este sentido,

¹ Resolución exenta N°478 del 1 de julio del 2012, del Ministerio del Medio Ambiente de la República de Chile.



las observaciones aquí entregadas han sido planteadas pensando, por una parte, en asegurar el cumplimiento de los objetivos de la norma, y por otra, permitir un uso sustentable del recurso hídrico aprovechando su capacidad asimilativa o de carga.

2.1 Ámbito de aplicación

En el texto de la norma no se menciona que esta cuenca es binacional, es decir compartida con el país vecino, ya que parte de ella se origina en el sector Argentino. Esta situación debe ser mencionada en la norma, y considerada al indicar los usos de la cuenca. En el hecho, la ciudad más grande de la subcuenca del río San Pedro, corresponde a la ciudad Argentina de San Martín de Los Andes localizada en las riberas del Lago Lácar, con una población de 31.690 habitantes. En el lado chileno, la ciudad más relevante es Los Lagos, en la parte media de la cuenca, con una población tres veces inferior a ella.

2.4 Criterios para el establecimiento de los valores propuestos

No se indican los criterios empleados, y los fundamentos de estos, para la definición de los valores propuestos en el anteproyecto para los diferentes parámetros. Aparentemente para algunos se han seguido criterios de reconocimiento internacional sin un análisis crítico de ellos según la realidad local de la cuenca (*e.g.* pH, Conductividad eléctrica y Oxígeno disuelto). Para otros parámetros, aparentemente la norma se basa en el análisis de información sitio-específica, pero sin mención del criterio empleado para la definición de los valores normados (*e.g.* Sodio, Cloruro, Calcio, Magnesio, Potasio, Aluminio, Cobre, Cromo, Hierro, manganeso, Zinc, Nitrato y Fosfato).

2.2 Ecosistemas acuáticos continentales normados

En la descripción de los aspectos más relevantes de la cuenca y de su sistema hidrológico en términos ecosistémicos, los autores omiten información importante en relación a la



relevancia de los sistemas lacustres en el control de aspectos hidrológicos y de calidad de agua de los cauces fluviales localizados aguas arriba y abajo de ellos. Desde un punto de vista sistémico no es posible normar la calidad de agua de los ecosistemas fluviales sin considerar la estructura, funcionamiento y de sus interacciones con los numerosos ecosistemas lacustres existentes en la cuenca, con una dinámica propia en cuanto a sus variaciones espacio-temporales de calidad de agua y una influencia relevantes en los cuerpos lóticos que originan. Por lo anterior se propone incorporar, considerar y analizar la relevancia de esta información existente en los ecosistemas lacustres de la cuenca (Valdovinos *et al.*, 2012).

2.3 Cumplimiento y excedencias

En relación al Título IV relativo a “cumplimiento y excedencias”, se indica que el cumplimiento de la norma debe verificarse de acuerdo a un “Programa de Vigilancia”, el cual no se adjunta al anteproyecto de norma. Ello es muy relevante para opinar sobre la representatividad del sitio del tramo del río definido para la verificación de la norma, además de conocer la frecuencia de muestreo establecida para determinar el percentil 85 móvil. Si la frecuencia fuera estacional, entonces la norma debiera verificarse con ocho valores por parámetro. En ese caso, el percentil 85 es siempre el segundo valor más elevado del total de ocho. Ello debe corregirse con un mayor número de muestreos a lo largo de los dos años.

Se recomienda explicitar en el Título IV artículo 8, dentro de los fenómenos excepcionales, el vulcanismo (por la historia geológica reciente del área), aún cuando ellos estén incluidos dentro de las catástrofes naturales que se mencionan. Además de los derrumbes de taludes que se presentan ocasionalmente en la zona del río afectada por el “Riñihuzo” que produce mayor turbidez del río.



3. Observaciones específicas al “Área de Vigilancia RSP”

3.1 Fuentes de información utilizadas para normar el “Área de Vigilancia RSP”

En el expediente técnico no se adjuntan los datos utilizados para la definición de los valores normados. No se explica porque se omitieron las dos principales bases de datos de calidad de agua existentes en la subcuenca, desarrolladas por el Centro de Ciencias Ambientales EULA de la Universidad de Concepción, aún cuando son parte de los expedientes públicos de los EIAs de dos proyectos de inversión muy relevantes en la cuenca. Estos corresponden a la “Línea de Base Ambiental” y el “Programa de Seguimiento Ambiental” de la calidad de agua del ecosistema fluvial, en el área de influencia del proyecto Central Hidroeléctrica San Pedro (CHSP) de Colbún S.A. Estos dos programas han permitido generar la más completa base de datos de calidad de agua del curso superior del Río San Pedro, específicamente en el tramo de río localizado entre la desembocadura del Lago Riñihue y la ciudad de Los Lagos (Figura 1). En este tramo se han monitoreado ocho puntos, considerando 31 parámetros y con una frecuencia estacional a lo largo del período 2005-2006 y 2009 a la fecha (2012). Los parámetros monitoreados han sido los siguientes: a) Indicadores físicos y químicos del ecosistema fluvial (Temperatura, pH, Conductividad eléctrica, Color verdadero, Color aparente); b) Sólidos (Sólidos disueltos, Sólidos suspendidos totales, Sólidos suspendidos inorgánicos, Sólidos suspendidos orgánicos); c) Parámetros asociados al oxígeno (Oxígeno disuelto, DBO₅, DQO); d) Cationes y dureza (Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Dureza total), e) Aniones (Cloruros); f) Nutrientes (Fósforo total, Amonio, Nitrito, Nitrato, Nitrógeno total); g) Contaminantes orgánicos (Fenoles totales, Hidrocarburos totales); h) Metales traza determinados en la fracción disuelta (Aluminio, Cobre, Hierro, Manganeso); i) Indicadores microbiológicos (Coliformes fecales, Coliformes totales).



3.2 Localización del “Área de Vigilancia RSP”

El área de vigilancia RSP está mal establecida, al considerar un tramo muy extenso en el cual se ha documentado una variabilidad natural de la calidad de las aguas a lo largo de él (Valdovinos & Parra, 2012). Este tramo está comprendido entre el lago Riñihue y la ciudad de Los Lagos, en cuyo tercio inferior se incorpora el río Quinchilca. El Título III, artículo 4 del anteproyecto de norma, establece áreas de vigilancia para la “aplicación y control” del cumplimiento de la norma. Específicamente, en la Tabla 1 se indica un sector RSP correspondiente al río San Pedro (y Calle-Calle; aguas abajo del río Quinchilca), mencionando que esta área se origina en el “desahue²” del Lago Riñihue en 5.595.015 S – 716.287³ E y termina en Antilhue en 5.592.061 N⁴ – 674.754 E. Al respecto, es necesario indicar para este tramo lo siguiente:

a) Ambos puntos geográficos están localizados en tierra, fuera del río San Pedro. El primero se localiza sobre una montaña a 800 m lineales del río San Pedro y a 1.840 m de la estación DGA localizada al inicio del río en el desagüe del Lago Riñihue (sector Hotel Riñimapu). El segundo punto se localiza en la localidad de Antilhue a 130 m del río. Estos errores debieran ser corregidos de la siguiente manera: a) Sector Antilhue: 5.592.085 m S - 675.821 m E (en el área del puente); b) Sector Desagüe Lago Riñihue: 5.594.024 m S – 717.861 m E (sector estación DGA).

b) El tramo RSP correspondiente al río San Pedro, se extiende aguas abajo del Lago Riñihue a lo largo de 60 km, recibiendo en su tercio inferior importantes aportes del río Quinchilca y de numerosos tributarios menores. Además desde su tramo medio e inferior recibe la influencia de amplias zonas agrícolas y ganaderas, a la cual se suma la influencia

²Debe decir “desagüe” según la Real Academia Española.

³UTM WS84 – Huso 18.

⁴Error: Debe decir Sur, en todas las coordenadas geográficas.



de la ciudad de Los Lagos con una población de 9.479 habitantes⁵. Lo anterior, determina que existen gradientes de calidad de agua desde el origen al término del tramo RSP (*e.g.* percentil 85% de nitrato de los últimos dos años, de la Tabla 2). Como no se dispone del expediente técnico que sustenta el anteproyecto de norma, no es posible determinar la base científica que soporta la extensión de este tramo.

3.3 El error de normar un tramo inferior con datos de su límite o porción superior

Lo lógico es que se hubiese contado con una base de datos robusta en el sector Antihue, y con esos datos normar los requisitos del tramo hacia arriba. La situación contraria, de normar con datos del inicio del tramo (fuertemente influenciada por las aguas del Lago Riñihue), es una situación errónea, ya que la mayor parte de los parámetros son influenciados (la mayoría de ellos incrementan sus valores) río abajo como consecuencia de la influencia agrícola y ganadera antes citada. No se puede extrapolar la información de una estación localizada al inicio del tramo a lo que ocurre río abajo y viceversa, considerando las cargas puntuales y difusas que se incorporan a lo largo de 60 km de río. Si se norma con datos del inicio del tramo, se puede tener que como “artefacto”, que los tramos localizados río abajo califiquen automáticamente como áreas de latencia o saturación, por el solo hecho de ser comparada con un tramo superior con características naturales diferentes.

De acuerdo a la información científica del río San Pedro que se ha originado como resultado de los estudios señalados en el numeral 1 del presente documento, el único tramo que es relativamente homogéneo en toda su extensión, y que cuenta con una base de datos sólida para soportar una norma de esta naturaleza, es el tramo de 38 km del río San Pedro localizado entre: a) Sector Desagüe Lago Riñihue: 5.594.024 m S – 717.861 m E (sector estación DGA) y b) Sector confluencia con el río Quinchilca: 5.586.243 m S – 692.315 m E. Como se mencionó anteriormente, en este tramo de 38 km se han realizado

⁵Según censo 2002.



monitoreos en forma estacional en ocho estaciones de muestreo, desde el 2005 al 2006 y desde el 2009 a la fecha, 31 parámetros de calidad de agua (muestreados y analizados por equipos y laboratorios acreditados, del Centro de Ciencias Ambientales EULA de la Universidad de Concepción; base de datos disponible en EULA, 2012).

3.4 Valores propuestos en el “Área de Vigilancia RSP”

Con respecto a los niveles de calidad normados para el tramo, en la Tabla 1 se presentan los valores propuestos en el anteproyecto para los 17 parámetros de calidad de agua del “Área de Vigilancia RSP”. Para cada parámetro se ha determinado el actual cumplimiento/incumplimiento del nivel que plantea el anteproyecto, considerado los datos de calidad de agua obtenidos en los ocho últimos muestreos estacionales del Programa de Seguimiento Ambiental del Río San Pedro (período: julio 2010 – abril 2012). De manera complementaria, en la Tabla 2 se muestran valores de los percentiles 85 de los parámetros de calidad de agua con los que se cuenta con información comparable, de las ocho estaciones de muestreo localizadas dentro del “Área de Vigilancia RSP” (julio 2010 – abril 2012). Para cada parámetro se indica cumplimiento/incumplimiento del valor que plantea el anteproyecto, y el número de veces que alguna medición puntual la ha superado en el conjunto de ocho mediciones. De acuerdo a lo anterior, los comentarios relativos a los valores normados por el anteproyecto en el “Área de Vigilancia RSP”, son los siguientes:

- a) De acuerdo a la información que se dispone, el único parámetro de calidad de agua cuyo percentil 85 supera la norma en el área de vigilancia RSP (Tabla 2), corresponde al nitrato, el cual ha sido superado en tres de las ocho estaciones. El valor o nivel de nitrato en el anteproyecto es de 0,08 mg/L y las tres estaciones que lo superan presentan rangos entre 0,10 y 0,18 mg/L. Los valores más elevados se presentan entre el tramo del río localizado entre el río Quinchilca y la ciudad de Los Lagos, y son explicados por un incremento de la actividad antropogénica en el



área, especialmente de la agricultura y ganadería. La Guía CONAMA (2004)⁶ no establece valores de referencia para este parámetro (si para Nitrito y Amonio). La revisión de la literatura internacional (ver Parra *et al.* 2012⁷), muestra que el valor guía para aguas de muy buena calidad para ecosistemas fluviales es de 5 mg/L. El valor que se indica en el anteproyecto de 0,08 mg/L es casi 60 veces más exigente que el considerado para aguas de muy buena calidad en numerosos países de América y Europa. Es importante destacar que al inicio del área de vigilancia RSP, en la desembocadura del Lago Riñihue, este valor fue superado puntualmente en una oportunidad, con una concentración de 0,18 mg/L en julio del 2011. Este valor también había sido superado en esta misma estación en julio del 2005 y marzo del 2010 con valores respectivos de 0,18 y 0,23 mg/L. Es importante destacar que la superación del valor que propone el anteproyecto para este parámetro se registró en un periodo en el cual no existía influencia del proyecto CHSP.

- b) Hay parámetros cuyos percentiles 85 no superan los valores del anteproyecto en ninguna de las estaciones. Sin embargo, históricamente han presentado datos puntuales que han superado lo planteado en el anteproyecto, lo anterior en la serie de datos de los últimos dos años (Tabla 2). El pH ha sido superado en las estaciones 1, 5 y 7; el Sodio ha sido superado en casi todas las estaciones (a excepción de la estación 4); y el Calcio ha sido superado en las estaciones 2 y 3. El rango normado para el pH de 6,5-8,5 se considera adecuado, considerando su relevancia para la biota acuática, en particular de organismos como exoesqueletos calcáreos como crustáceos (e.g. *Aegla*, *Samastacus*) y moluscos (e.g. *Chilina*, *Diplodon*). El valor que indica el anteproyecto para Sodio, de 4,6 mg/L, es particularmente exigente y no es congruente con el alto valor propuesto para Conductividad eléctrica de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Una situación similar corresponde al Calcio,

⁶CONAMA. 2004. Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago 18 pp.

⁷Parra, O., R. Figueroa, C. Valdovinos, E. Habit & M. E. Díaz. 2012. Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del Sistema río Biobío (PMBB) 2004 – 2011: Aplicación del Anteproyecto de Norma de la Calidad del Agua del río Biobío. Biobío, Concepción (*en preparación*).



cuyo valor propuesto de 6,9 mg/L es muy bajo considerando que se trata de aguas que califican como “muy blandas”.

- c) El valor que indica el anteproyecto para Conductividad eléctrica, de 100 uS/cm, es prácticamente el doble de los valores actualmente existentes a lo largo del río San Pedro. El establecimiento de este límite no tiene sustento científico y da la posibilidad de aceptar cambios significativos en la química del ecosistema fluvial (e.g. aportes de NaCl derivados de la producción acuícola de smolts).
- d) Se están normando los metales totales y no los disueltos (*i.e.*, Aluminio, Hierro, Manganeso, Zinc), que son los biodisponibles y que son considerados en las normativas internacionales. Todas las mediciones hechas por EULA y exigidas por la autoridad ambiental se han realizado considerando metales en la fracción disuelta y no total (disuelta más particulada). Debieran normarse estos parámetros en la fracción disuelta, tal como propone la misma norma para el tramo RC IV (del río Cruces).
- e) Se está proponiendo normar fósforo, aún cuando la autoridad ambiental ha exigido el monitoreo de Fósforo total en los Programa de Seguimiento Ambiental (PSA) desarrollados en el área de vigilancia RSP para el proyecto CHSP de Colbún S.A. Dado lo anterior, no se cuenta con información para contrastar el valor de 0,02 mg/L que propone el anteproyecto para Fósforo. Las mediciones de fósforo total realizadas en RSP según las normativas internacionales califican como de “aguas de muy buena calidad” (<0,05 mg/L). Al respecto se propone considerar los resultados del trabajo de Woelfl *et al.* (2003), sobre los niveles de nutrientes del Lago Riñihue.
- f) Con respecto al Cloruro, el valor propuesto es de 5,3 mg/L, pero el límite de detección empleado en el PSA es de 10 mg/L, por lo cual no es posible contrastar el valor normado con los niveles existentes en RSP. Ello obliga a cambiar la



metodología de volumetría (seguida en la línea de base ambiental del EIA del proyecto CHSP), por cromatografía iónica que tiene un límite de detección de 0,08 mg/L.

- g) Tanto los percentiles 85 como los valores puntuales de los parámetros Magnesio, Potasio y Oxígeno disuelto, cumplen en todas las estaciones con los valores indicados en el anteproyecto.

TABLA 1. Valores propuestos por el anteproyecto para los 17 parámetros de calidad de agua del "Área de Vigilancia RSP". Para cada parámetro se ha determinado el actual cumplimiento/incumplimiento de la norma, considerado los datos de calidad de agua obtenidos en los ocho últimos muestreos estacionales del Programa de Seguimiento Ambiental del Río San Pedro, desarrollados en el marco de la RCA del proyecto CHSP de Colbún S.A.

| Nº | Elemento o compuesto | Unidad | Valor normado Río San Pedro | Aplicación de la norma a las estaciones del PSA-San Pedro, con los datos de los últimos dos años | Comentarios a la norma |
|----|-------------------------|--------|-----------------------------|--|---|
| 1 | pH | mg/L | 6,5-8,0 | Los percentiles 85 son cumplidos en las 8 estaciones. Ningún valor puntual de un total de 139 datos históricos han superado puntualmente el anteproyecto de norma. | El pH no es un elemento ni compuesto. En el título de la columna debiera decir "Parámetros de calidad de agua". |
| 2 | Oxígeno disuelto | uS/cm | >8,3 | Los percentiles 85 son cumplidos en las 8 estaciones. Ningún valor puntual histórico ha superado el anteproyecto de norma. | Es adecuado considerando los valores existentes en el área y los requerimientos de la vida acuática. |
| 3 | Conductividad eléctrica | mg/L | 100 | Los percentiles 85 son cumplidos en las 8 estaciones. Ningún valor puntual histórico ha superado la norma. El valor propuesto en el anteproyecto es prácticamente el doble de los valores actualmente existentes a lo largo del río San Pedro. | El valor de Conductividad eléctrica, 100 uS/cm, es prácticamente el doble de los valores actualmente existentes a lo largo del río San Pedro. El establecimiento de este límite no tiene sustento científico y da la posibilidad de aceptar cambios significativos en la química del ecosistema fluvial (e.g. aportes de NaCl derivados de la producción acuícola de smolts). |
| 4 | Sulfato | mg/L | - | Parámetro no indicado en el anteproyecto de norma. | Parámetro no normado. |
| 5 | Sodio | mg/L | 4,6 | Los percentiles 85 son cumplidos en las 8 estaciones. Ningún valor puntual de un total de 139 datos históricos han superado puntualmente el anteproyecto de norma. | El valor de Sodio de 4,6 mg/L es particularmente exigente y no es congruente con el alto valor propuesto en el anteproyecto de norma para Conductividad eléctrica, de 100 uS/cm. |
| 6 | Cloruro | mg/L | 5,3 | Los datos del PSA-San Pedro no son aplicables al proyecto de norma debido al elevado límite de detección utilizado (de 10 mg/L). | El límite de detección empleado en el PSA es de 10 mg/L. Ello obliga a cambiar la metodología de volumetría (seguida en la línea de base ambiental), por cromatografía iónica que tiene un límite de detección de 0,08 mg/L. |



| Nº | Elemento o compuesto | Unidad | Valor normado Río San Pedro | Aplicación de la norma a las estaciones del PSA-San Pedro, con los datos de los últimos dos años | Comentarios a la norma |
|----|----------------------|--------|-----------------------------|--|---|
| 7 | Calcio | mg/L | 6,9 | Los percentiles 85 son cumplidos en las 8 estaciones. Ningún valor puntual de un total de 139 datos históricos han superado puntualmente el anteproyecto de norma. | El valor de 6,9 mg/L es muy bajo considerando que se trata de aguas que califican como "muy blandas". |
| 8 | Magnesio | mg/L | 4,7 | Los percentiles 85 son cumplidos en las 8 estaciones. Ningún valor puntual histórico ha superado el anteproyecto de norma. | Se considera adecuado. |
| 9 | Potasio | mg/L | 2,6 | Los percentiles 85 son cumplidos en las 8 estaciones. Ningún valor puntual histórico ha superado el anteproyecto de norma. | Se considera adecuado. |
| 10 | Aluminio | mg/L | 0,19 | No se dispone de datos para comparar con el anteproyecto de norma debido a que se han medido en la fracción disuelta. | Se están normando los metales totales y no los disueltos, que son los biodisponibles y que son usados en las normativas internacionales. |
| 11 | Cobre | mg/L | - | Parámetro no propuesto en el anteproyecto de normado | Parámetro no normado |
| 12 | Cromo | mg/L | - | Parámetro no propuesto en el anteproyecto de normado | Parámetro no normado |
| 13 | Hierro | mg/L | 0,1 | No se dispone de datos para comparar con el anteproyecto de norma debido a que se han medido en la fracción disuelta. | Se están normando los metales totales y no los disueltos, que son los biodisponibles y que son usados en las normativas internacionales. |
| 14 | Manganeso | mg/L | 0,01 | No se dispone de datos para comparar con el anteproyecto de norma debido a que se han medido en la fracción disuelta. | Se están normando los metales totales y no los disueltos, que son los biodisponibles y que son usados en las normativas internacionales. |
| 15 | Zinc | mg/L | 0,02 | No se dispone de datos para comparar con el anteproyecto de norma debido a que se han medido en la fracción disuelta. | Se están normando los metales totales y no los disueltos, que son los biodisponibles y que son usados en las normativas internacionales. |
| 16 | Nitrato | mg/L | 0,08 | Los percentiles 85 son superados en 3 de las 8 estaciones. 12 valores de un total de 139 datos históricos han superado puntualmente el anteproyecto de norma. | El valor de 0,08 mg/L es particularmente exigente y se espera que sea superado en muchas oportunidades sin existir intervención en el río. |
| 17 | Fosfato | mg/L | 0,02 | No se cuenta con información de las concentraciones de Fosfato en el río, ya que la autoridad ha exigido la cuantificación de Fósforo total. | No se cuenta con información de las concentraciones de Fosfato en el río. Se está normando fosfato, aún cuando la autoridad ambiental ha exigido el monitoreo de Fósforo total en los Programa de Seguimiento Ambiental desarrollados en el área. |



TABLA 2. Valores de los percentiles 85 de los parámetros de calidad de agua con los que se cuenta con información comparable, de ocho estaciones de muestreo localizadas dentro del "Área de Vigilancia RSP", correspondientes al período julio 2010 – abril 2012. Para cada parámetro se indica cumplimiento/incumplimiento de la norma, y el número de veces que alguna medición puntual la ha superado en el conjunto de ocho mediciones.

| | Estación 1 | Estación 2 | Estación 3 | Estación 4 | Estación 5 | Estación 6 | Estación 7 | Est. 2a |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------|------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| pH | | | | | | | | |
| Percentil 85% últimos 2 años | 7,6 | 7,8 | 7,6 | 7,6 | 7,8 | 7,8 | 7,9 | 7,8 |
| Valor normado | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 |
| Cumplimiento de la norma | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple |
| Superación de medición | <u>2 veces</u> | Nunca | Nunca | Nunca | <u>1 vez</u> | Nunca | <u>2 veces</u> | Nunca |
| Conductividad (uS/cm) | | | | | | | | |
| Percentil 85% últimos 2 años | 47,4 | 47,6 | 48,4 | 48,9 | 48,5 | 48,8 | 48,9 | 48,2 |
| Valor normado | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Cumplimiento de la norma | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple |
| Superación de medición | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca |
| Calcio (mg/L) | | | | | | | | |
| Percentil 85% últimos 2 años | 5,05 | 5,08 | 5,00 | 4,99 | 5,09 | 4,96 | 4,80 | 5,01 |
| Valor normado | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,9 |
| Cumplimiento de la norma | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple |
| Superación de medición | Nunca | <u>1 vez</u> | <u>1 vez</u> | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca |
| Magnesio (mg/L) | | | | | | | | |
| Percentil 85% últimos 2 años | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,3 |
| Valor normado | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 | 4,7 |
| Cumplimiento de la norma | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple |
| Superación de medición | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca |
| Sodio (mg/L) | | | | | | | | |
| Percentil 85% últimos 2 años | 3,8 | 4,5 | 4,4 | 4,0 | 3,9 | 3,9 | 3,8 | 3,9 |
| Valor normado | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 4,6 |
| Cumplimiento de la norma | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple |
| Superación de medición | <u>2 veces</u> | <u>2 veces</u> | <u>3 veces</u> | Nunca | <u>2 veces</u> | <u>1 vez</u> | <u>4 veces</u> | <u>1 vez</u> |
| Potasio (mg/L) | | | | | | | | |
| Percentil 85% últimos 2 años | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Valor normado | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 |
| Cumplimiento de la norma | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple |
| Superación de medición | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca |
| Nitrato (mg/L) | | | | | | | | |
| Percentil 85% últimos 2 años | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,17 | 0,18 | 0,10 |
| Valor normado | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| Cumplimiento de la norma | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | Si cumple | <u>No cumple</u> | <u>No cumple</u> | <u>No cumple</u> |
| Superación de medición | <u>1 vez</u> | Nunca | Nunca | Nunca | Nunca | <u>5 veces</u> | <u>5 veces</u> | <u>1 vez</u> |



| | Estación 1 | Estación 2 | Estación 3 | Estación 4 | Estación 5 | Estación 6 | Estación 7 | Est. 2a |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| Oxígeno disuelto (mg/L) | | | | | | | | |
| Percentil 85% últimos 2 años | 10,7 | 10,8 | 11,1 | 11,1 | 11,1 | 11,2 | 11,3 | 11,5 |
| Valor normado | >8,3 | >8,3 | >8,3 | >8,3 | >8,3 | >8,3 | >8,3 | >8,3 |
| Cumplimiento de la norma | Si cumple | Si cumple |
| Superación de medición | Nunca | Nunca |

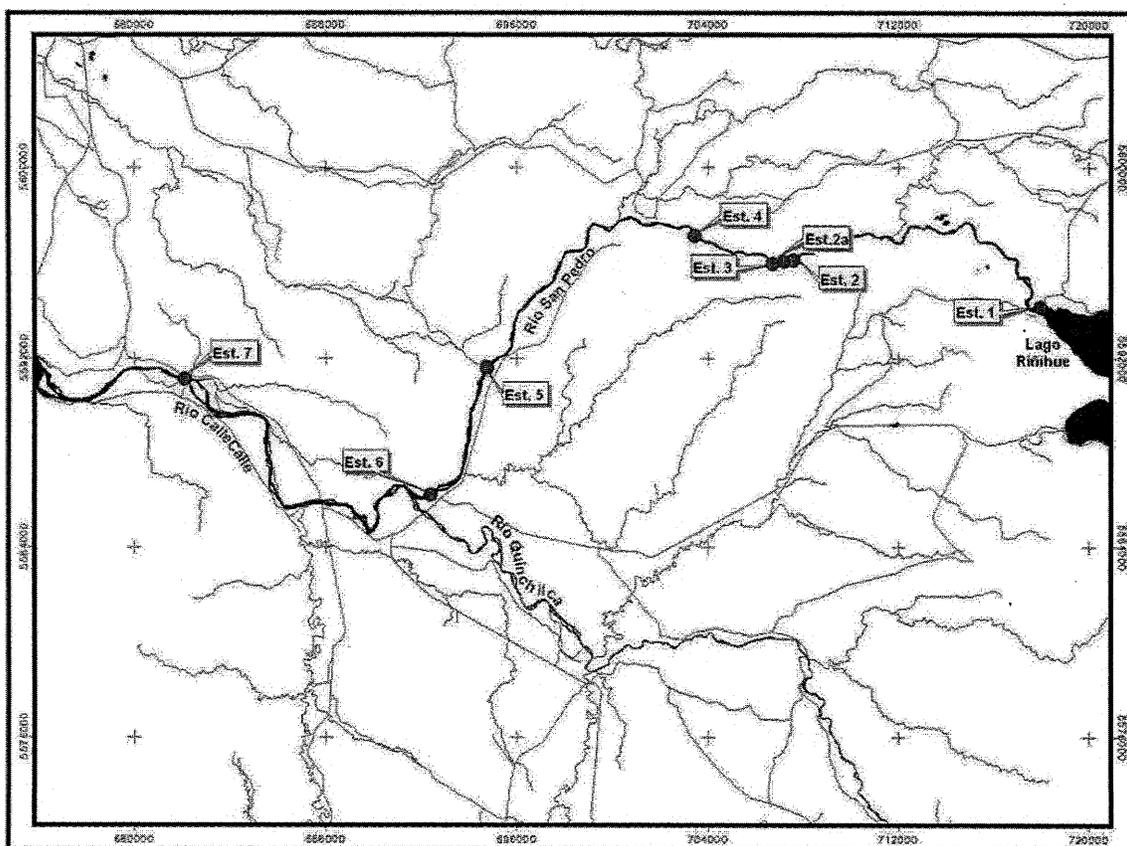


FIGURA 1. Mapa general del área de estudio en el curso superior del Río San Pedro, y localización de las ocho estaciones de muestreo de calidad de agua.



4. Observaciones específicas al las “Áreas de Vigilancia RC I a RC IV”

4.1 Objetivos de la norma y comunidades acuáticas de los tramos normados

Como se mencionó en la introducción, las normas secundarias de calidad ambiental tienen por objetivo la *“protección y conservación de la calidad de las aguas”* del país. En este sentido, el *“Anteproyecto de normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia”* (NSCV), tiene como objetivo *“asegurar la conservación del patrimonio ambiental y preservación de los ecosistemas hídricos, de manera que en dichos cursos de agua se salvaguarden sus comunidades acuáticas, los usos y los servicios ambientales que los ecosistemas entregan a la sociedad en su conjunto”*. En el caso específico de la subcuenca del río Cruces incluida en la NSCV, el establecimiento de niveles de calidad es de gran relevancia ambiental, no sólo para los tramos normados en el ecosistema fluvial (áreas de vigilancia RCI a RC IV), sino también para aquellos localizados río abajo, en particular en el tramo SNCA correspondiente al Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter. Existe un continuo fluvial que se extiende desde los ríos de cabecera de esta subcuenca, hasta su ingreso al santuario. Desde un punto de vista hidro-geomorfológico, es posible reconocer a lo largo de este continuo una clara zonación longitudinal, la cual también se ve claramente reflejada en las comunidades acuáticas. Aguas arriba del puente Rucaco, correspondiente a las áreas de vigilancia RC I y RC II, el río Cruces presenta características de una típica zona ritral, con una secuencia escalonada de rápidos-remansos (o pozones), con la presencia de fondos de bolones y una alta biodiversidad de organismos acuáticos (*e.g.* microalgas perifíticas, macroinvertebrados bentónicos y peces). Río abajo de este tramo, correspondiente a las áreas de vigilancia RC III y RC IV, el río pierde pendiente, presentando características típicamente hiporitales y de transición entre ritrón y potamón. En esta áreas se manifiesta un incremento de la fracción fina en los sedimentos que se traduce en una disminución y modificación general de la biodiversidad del área. La reducción de la



velocidad de flujo, hace que en esta zona ocurra una importante sedimentación de material fino, que causa una drástica reducción de los microhábitats disponibles para la biota acuática en las zonas de ritones. Finalmente, el río ingresa al tramo SNCA, en el cual el sistema presenta características potamales y palustres, con una dominancia de aguas someras y fondos blandos, con la total ausencia de hábitats de bolones y de la típica comunidad biológica que allí habita.

Para el análisis de la norma, es relevante el reconocimiento de tales zonas hidrogeomorfológicas a lo largo del cauce normado, ya que cada una de ellas presenta determinadas comunidades biológicas con claras diferencias en composición/riqueza de especies, y grados de sensibilidades a la contaminación acuática. Desde este punto de vista, el área claramente sensible a lo largo del río Cruces corresponde a su tramo medio-superior, incluyendo a las áreas situadas aguas arriba del Puente Rucaco (RC I y RC II). Esta zona es la que incluye a la mayor riqueza de especies, y a su vez la que tiene a los taxa más sensibles o exigentes en términos ecológicos a los efectos de la contaminación en la cuenca. En esta zona se localizan numerosos taxa de macroinvertebrados bentónicos, altamente sensibles a la contaminación acuática (*e.g.* Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera). Aguas abajo de esta zona (RCIII y RC IV), incluyendo al santuario (SNCA), la diversidad de macroinvertebrados decae significativamente, y los taxa son reemplazados por grupos reconocidamente más tolerantes a la contaminación acuática (*e.g.* Anelida, Diptera, Coleoptera) (ver UACH, 2005).

De acuerdo a lo señalado anteriormente, dado que la norma pretende salvaguardar a las comunidades acuáticas, en el caso específico de la subcuenca del río Cruces (ver UACH, 2005), ella debe cautelar en primer lugar la protección de los taxa más sensibles a la contaminación. Estos taxa (a nivel de familias), que se localizan en los tramos RC I y RC II, ordenados de menor a mayor tolerancia (ver Figueroa *et al.* 2003), son los siguientes: (a) Tolerancia 1: Austroperlidae, (b) Tolerancia 2: Hydrobioscidae, Limnephilidae, (c) Tolerancia 3: Glossosomatidae, Grypopterygidae, Leptophlebiidae, Aeglididae. En este



sentido, los niveles de calidad ambiental de los 16 parámetros normados en estos tramos, no deberán tener efectos agudos ni crónicos sobre estas taxa altamente sensibles. De esta forma, se garantizará que no se vean afectados los restantes componentes de la comunidad acuática que son más tolerantes que ellos, incluyendo a los peces, localizados en el mismo tramo, situados río abajo o en el santuario. En otras palabras, para que la norma pueda cumplir su objetivo de salvaguardar a las comunidades acuáticas, los niveles de calidad de los parámetros deberán ser determinados en función de las taxa más sensibles presentes en el área, los cuales fueron señalados anteriormente.

En cuanto a los peces, en el área del río Cruces se han registrado nueve especies nativas que deben ser protegidas; e.g. *Percilia gillisi*, *Galaxias maculatus*, *Cauque mauleanum*, *Trichomycterus areolatus*, *Diplomystes sp.*, *Bacilichthys australis*, *Cheirodon australis*, *Percichthys trucha*, *Galaxias platei* y *Geotria australis* (Campos, 1995), las cuales presentan una amplia distribución en la cuenca del río Valdivia (Valdovinos *et al.* 2012, Habit & Victoriano, 2012). Además de estas especies nativas, según Campos (1995), en el área existen otras especies introducidas como los salmónidos *Oncorhynchus mykiss* y *Salmo trutta*. Estas dos especies son reconocidas mundialmente por su exigencia de aguas de buena calidad, sin embargo, son más tolerantes para muchos parámetros de calidad de agua que las especies ícticas nativas y los macroinvertebrados señalados anteriormente.

4.2. Niveles de calidad ambiental por áreas de vigilancia

4.2.1 Oxígeno disuelto

Los niveles de oxígeno disuelto en el agua dependen de una serie de factores físicos, químicos y biológicos. La saturación de oxígeno, el cual en las aguas dulces es controlada principalmente por la temperatura del agua. Estas dos variables se correlacionan de manera negativa, en la cual a mayor temperatura, menores son las concentraciones de oxígeno disuelto presente en el agua. En condiciones naturales, la temperatura media del



agua se incrementa río abajo desde las zonas ritrales a las potamales por efecto de una mayor insolación, por lo cual los niveles medios de oxígeno disuelto en el agua tienden a decrecer en la misma dirección de flujo.

En la Tabla 3 se indican los valores normados de oxígeno disuelto (OD) a lo largo del río Cruces. En la zona superior de su recorrido (RC I), en la zona de ritrón caracterizada por aguas más frías y turbulentas lo que favorece la oxigenación de las aguas, se establece un nivel mínimo permisible de 9,4 mg/L, seguido por un valor de 8,8 mg/L en su sector inferior (RC II). En condiciones cercanas a la saturación de oxígeno, como las esperadas para estas dos áreas de vigilancia, se espera que estos valores se cumplan en caso que la temperatura del agua no supere los 17°C en RC I y los 20°C en RC II, situación que generalmente se presenta en este tramo. Aguas abajo, al inicio de la zona hiporitral (RC III), se establece un nivel mínimo permisible de 9,7 mg/L, que no sigue el patrón esperado de un descenso de las concentraciones de oxígeno río abajo, explicado por un incremento de la temperatura media de las aguas. Para poder cumplir con esas concentraciones de oxígeno, las temperaturas del río no debieran superar los 15°C, situación que no se cumple en los períodos de estiaje. No se comprende cómo los autores de la norma justifican un valor de 9,7 mg/L, que no se ajusta al patrón de variabilidad natural a lo largo del río, ni a los valores de saturación de oxígeno asociados a la temperatura media del agua. En la zona inferior, al término de la zona hiporitral (RC IV), se establece un nivel mínimo permisible de 8,8 mg/L, similar al normado en el área de vigilancia RC II, el cual es razonable asumiendo una saturación de oxígeno de 100% a temperaturas inferiores a 20°C.

Existe una gran cantidad de información a nivel mundial sobre el efecto de las concentraciones de oxígeno sobre los organismos acuáticos. Normas exigentes como la de Canadá e Italia (Norma de Lombardía), tienen valores mínimos permisible para ríos de 6,5 (CCME, 1999) y 7,0 mg/L (Parra *et al.* 1998), respectivamente. Por otra parte, el Acuerdo N° 210 del Consejo de Ministros de Conama, del 12 de diciembre de 2002, relativo a



procedimiento para la dictación de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Aguas Marinas (Guía Conama, 2004), señala un valor superior a 7,5 mg/L para aguas de “Clase Excepcional” y de 7,5 mg/L para aguas de “Clase 1” o de muy buena calidad.

Desde un punto de vista del objetivo de salvaguardar a las comunidades acuáticas, al comparar los valores normados a lo largo del río Cruces, desde RC I a RC IV, se constata que estos son valores son altamente exigentes y claramente están por sobre los requerimientos reales de las comunidades acuáticas que se desean salvaguardar. Estudios realizados en ríos del sur de Chile, con una comunidad acuática comparable a la existente en el tramo RC I y RCII (Figueroa *et al.* 2003), se ha demostrado que niveles de oxígeno de 6,3 mg/L permiten albergar comunidades de macroinvertebrados bentónicos de Clase IBH 1, que corresponden a “Excelente Calidad”.

4.2.2 Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica promedio de los ríos del mundo es de aproximadamente 220 uS/cm, pudiendo variar entre 10 y 1.000 uS/cm, y está en estrecha relación con los sólidos disueltos totales (TDS). En el caso del río Cruces, se estableció arbitrariamente un nivel de calidad ambiental para este parámetro de 100 uS/cm, independientemente de la zona del río que se trate.

La revisión más reciente relativa a los efectos de la conductividad eléctrica sobre los organismos del mundo, fue realizada por Carr & Rickwood (2008), como soporte a la norma canadiense de protección de la vida acuática (CCME, 2011a). Esta revisión consideró el análisis de 15 casos de estudio en los cuales se asocia este parámetro con efectos sobre la biota acuática fluvial. Uno de esos casos de estudio, correspondió al realizado sobre macroinvertebrados bentónicos del río Damas señalado anteriormente (Figueroa *et al.* 2003), y que posee una comunidad similar a la existente en el río Cruces



en las áreas de vigilancia RC I y RC II. Carr & Rickwood (2008), concluyeron que debe normarse un valor de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para la protección de la vida acuática (Norma Canadiense) (Tabla 3). La Guía Conama (2004) señala un valor inferior a 600 mg/L para aguas de "Clase Excepcional" y entre 600 y 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para aguas de "Clase 1" o de muy buena calidad. Por otra parte, la Norma de Lombardía (Italia), que es la que se ha estado aplicando para el caso de la cuenca hidrográfica del río Biobío por más de 17 años (Parra *et al.* 1998), establece un valor de 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para aguas de Clase I (muy buena calidad). Los ríos de la Patagonia Chilena han sido considerados dentro de los más prístinos del mundo (Valdovinos 2006, 2008). Dentro de este amplio territorio se localiza la cuenca del río Aysén, que se caracteriza además de su buena calidad de agua, por su relevante biodiversidad, dentro de la cual se encuentran los mismos taxa mayores de macroinvertebrados existentes en el río Cruces (ver Oyenedel *et al.*, 2008; Valdovinos *et al.* 2010). Al analizar los datos sobre los parámetros de calidad de agua de la cuenca del río Aysén, se ha constatado que la mayoría de ellos caen dentro de la "Clase Excepcional", establecidas en la *"Guía Conama para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas"* (Conama 2004). Esta clase es de calidad superior a la de "muy buena calidad" (Clase 1), y "que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la República. Esta calidad es adecuada también para la conservación de las comunidades acuáticas y demás usos definidos cuyos requerimientos de calidad sean inferiores a esta Clase". Para resguardar la "Clase Excepcional" de este río, en el *"Anteproyecto de normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Aysén"*, aplicaron para varios de los parámetros normados, un criterio de aún mejor calidad, equivalente al 50% del valor de "Clase Excepcional". Como se muestra en la Tabla 3, en el caso de la conductividad eléctrica se propuso normar un valor de 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con el objeto de salvaguardar la extraordinaria calidad de sus aguas. El río Cruces presenta una condición comparable a la del río Aysén y se propone adoptar un criterio similar, normando 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en todas las áreas de vigilancia.



TABLA 3. Comparación de los valores normados en el río Cruces en las áreas de vigilancia RC I – IV, con los valores máximos históricos registrados en las áreas RC II – III, y con normas de referencia comparativas consideradas en Chile y en otras regiones del mundo, con ecosistemas fluviales comparables (Norma Canadiense, Guía Conama, Norma de Lombardía, Anteproyecto de Norma del río Aysén). Se indica además, una propuesta de valores a normar en el río Cruces.

| Valores de referencia / Parámetros | Oxígeno disuelto (mg/L) | Conductividad eléctrica (mS/cm) | Sulfato (mg/L) | Cloruro (mg/L) | Nitrato (mg/L) |
|---|--|---------------------------------|----------------|--|---|
| Condiciones sitio específicas del río Cruces⁸ | | | | | |
| Valores normados en RC I | >9,4 | 100 | - | 6,4 | 0,2 |
| Valores normados en RC II | >8,8 | 100 | 3 | 5,6 | 0,19 |
| Valores normados en RC III | >9,7 | 100 | 7 | 7,6 | 0,2 |
| Valores normados en RC IV | >8,5 | 100 | 7,8 | 8,1 | 0,5 |
| Máximos históricos en tramos RC II – RC III ⁹ | 5,9 ¹⁰ | 236 | 42 | 21,3 | 1,02 |
| Normas de referencia comparativa | | | | | |
| Norma Canadiense para la protección vida acuática | 9,5 ¹¹ - 6,5 ¹² | 500 | 500 | 120 ¹³ - 640 ¹⁴ | 13 ¹⁵ - 550 ¹⁶ |
| Guía Conama ¹⁷ – Clase Excepcional ¹⁸ | >7,5 | <600 | <120 | <80 | SC |
| Guía Conama – Clase 1 ¹⁹ | 7,5 | 600-750 | 120-150 | 80-100 | SC |
| Norma de Lombardía ²⁰ – Clase A ²¹ | 7,0 | 1000 | 150 | 150 | 5 |
| Anteproyecto de norma Río Aysén ²² | >7,5 | 300 | 60 | 40 | - |
| Valores propuestos a normar en RC I – RC IV | >7,5 | 300 | 60 | 40 | 2,5 |

⁸ Los valores normados corresponden a los indicados en el documento: Aprueba anteproyecto de normas secundarias de calidad ambiental

⁹ Valores históricos compilados por ARAUCO S.A.

¹⁰ Para el caso del oxígeno disuelto, se indica el valor mínimo histórico registrado en el río Cruces.

¹¹ Valor para estados tempranos de desarrollo en aguas frías (<20°C).

¹² Valor para otros estados de desarrollo en aguas frías (<20°C).

¹³ Valor de Cloruro para exposición de largo término.

¹⁴ Valor de Cloruro para exposición de corto término.

¹⁵ Valor de Nitrato para exposición de largo término.

¹⁶ Valor de Nitrato para exposición de corto término.

¹⁷ CONAMA. 2004. Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas. Conama, 18 pp. Acuerdo N° 210 del Consejo de Ministros de CONAMA, del 12 de diciembre de 2002, relativo a procedimiento para la dictación de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Aguas Marinas.

¹⁸ Según CONAMA 2004, "Indica un agua de mejor calidad que la Clase 1, que por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la República. Esta calidad es adecuada también para la conservación de las comunidades acuáticas y demás usos definidos cuyos requerimientos de calidad sean inferiores a esta Clase".

¹⁹ Según CONAMA 2004, corresponden a aguas de "Muy buena calidad". "Indica un agua adecuada para la protección y conservación de las comunidades acuáticas, para el riego irrestricto y para los usos comprendidos en las Clases 2 y 3".

²⁰ Norma de referencia de mayor larga data utilizada en un río de Chile. Corresponde a la norma de Lombardía Risorse 1984 - Piano regionale di Risanamento della Acque della Lombardia Studio sui corpi idrici superficiali. Regione Lombardia, Milano. En ausencia en Chile de normas de referencia, esta ha sido utilizada por el Programa de Monitoreo de la Calidad de Agua del río Biobío (PMBB) por más de 17 años. Esta norma fue seleccionada en el Biobío por ser considerada la que más se acerca a las condiciones limnológicas de los ríos del centro-sur de Chile.

²¹ La Clase A de la Norma de Lombardía, indica aguas de "Muy buena calidad".



4.2.3 Sulfato

En la NSCA se normó este parámetro en las áreas de vigilancia RC II a RC IV, con valores comprendidos entre 3 y 7,8 mg/L. La norma Canadiense (Singleton, 2000), establece un límite máximo de 500 mg/L (Tabla 3), ya que sobre dicha concentración se comienzan a detectar efectos sobre algunas especies de la comunidad acuática (criterio basado en una revisión mundial de los efectos del sulfato). La Guía Conama (2004) es más exigente que la canadiense, señalando un valor inferior a 120 mg/L para aguas de "Clase Excepcional" y entre 120 - 150 mg/L para aguas de "Clase 1" o de muy buena calidad. La Norma de Lombardía (Italia), que se ha estado utilizando en la cuenca del río Biobío establece un valor máximo permisible de 150 mg/L para aguas de Clase I (muy buena calidad). En el caso de la cuenca del río Aysén, dada la extraordinaria pureza de sus agua en cuanto a este parámetro, en el anteproyecto de norma de este río se ha establecido un valor más exigente que el de 120 mg/L indicado por la Guía Conama (2004) para "Clase Excepcional", equivalente al 50% de esta concentración es decir, de 60 mg/L. Al igual que en el caso de la conductividad eléctrica, el río Cruces presenta una condición comparable a la del río Aysén y se propone adoptar un criterio similar, normando 60 mg/L en todas las áreas de vigilancia.

4.2.4 Cloruro

La NSCA estableció para las cuatro áreas de vigilancia, valores de concentraciones de Cloruro que varían entre 5,6 y 8,1 mg/L. La norma canadiense (CCME, 2011b), es significativamente menos restrictiva para este parámetro, estableciendo un límite máximo de 120 mg/L para exposiciones de largo término, y de 640 mg/L para las de corto término (Tabla 3). Se ha determinado experimentalmente que sobre dichas concentraciones se comienzan a detectar efectos sobre algunas especies de la comunidad acuática (criterio basado en una revisión mundial de los efectos del sulfato), al comenzar a detectarse

²² República de Chile. Anteproyecto de normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Aysén. 12 pp.



efectos sobre especies altamente sensibles a este parámetro, como los moluscos bivalvos Sphaeriidae (familia también presente en el río Cruces). El 50% de las especies dulceacuícolas estudiadas a nivel mundial, han mostrado efectos a concentraciones superiores a 1000 mg/L. La Guía Conama (2004), es más exigente que la canadiense, señalando un valor inferior a 80 mg/L para aguas de “Clase Excepcional” y entre 80 – 100 mg/L para aguas de “Clase 1” o de muy buena calidad. Por otra parte, la Norma de Lombardía (Italia), establece un valor máximo permisible de 150 mg/L para aguas de Clase I (muy buena calidad).

En el caso de la cuenca del río Aysén, dada la extraordinaria pureza de sus aguas en cuanto a cloruros, en el anteproyecto de norma de este río se ha establecido un valor aún más exigente que el de 80 mg/L indicado por la Guía Conama (2004) para “Clase Excepcional”. El valor normado equivale al 50% de esta concentración es decir, de 40 mg/L. El río Cruces presenta una condición comparable a la del río Aysén y se propone adoptar un criterio similar, normando 40 mg/L en todas las áreas de vigilancia.

4.2.5 Nitrato

La NSCA estableció para las cuatro áreas de vigilancia valores que varían entre 0,2 y 0,5 mg/L. La norma Canadiense (CCME, 2012), es menos exigente y establece un límite máximo permisible de 13 mg/L para exposiciones de largo término y de 550 mg/L para las de corto término (Tabla 3). La Guía Conama (2004), al igual que el anteproyecto de norma del río Aysén, no incluyen valores guía para este parámetro. La Norma de Lombardía (Italia), establece un valor máximo permisible de 5 mg/L para aguas de Clase I (muy buena calidad). Con el objeto de salvaguardar los niveles de nitrato en el río Cruces, se propone normar un valor un 50% más exigente que el considerado para aguas de Clase 1 señalado anteriormente, es decir, de 2,5 mg/L. Es importante señalar que desde un punto de vista limnológico, esta concentración califica dentro de la categoría de mesotrofia (1-5 mg/L), lo



que permite una moderada productividad biológica en el ecosistema fluvial y una adecuada mantención de las comunidades acuáticas que soporta.

5. Bibliografía

- Campos, H. 1995. Estudios de línea base para evaluación de impacto ambiental de la planta de celulosa de Valdivia. Estudio N° 7; Investigaciones sobre la calidad del agua del río Cruces y estudios limnológicos.
- Carr, G.M. & C.J. Rickwood. 2008. Water Quality Index for Biodiversity Technical Development Document. Report prepared for Biodiversity Indicators Partnership, World Conservation Monitoring Center, 219 Huntingdon Road, Cambridge CB3 0DL, United Kingdom. 64 p.
- CCME. 1999. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Dissolved oxygen (freshwater). In: Canadian environmental quality guidelines. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg. 6 pp.
- CCME. 2011. Canada's Freshwater Quality in a Global Context Indicator. Data Sources and Methods. March 2011. Canadian Council of Ministers of the Environment. Cat.#: En4-144/3-2011E-PDF.
- CCME. 2011. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Chloride. In: Canadian environmental quality guidelines. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg. 16 pp.
- CCME. 2012. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Nitrate. In: Canadian environmental quality guidelines. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg. 17 pp.
- Conama. 2004. Guía Conama para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas. Conama, 18 pp.
- EULA. 2012. Programa de seguimiento ambiental de la calidad de agua del ecosistema fluvial, en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica San Pedro (Muestreo #15 – Abril 2012). Informe técnico elaborado por el Centro de Ciencias Ambientales EULA de la Universidad de Concepción, Chile. 71 pp.



- Figueroa, R., Valdovinos, C., Araya, E. & O. Parra. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76: 191-201.
- Habit, E. & P. Victoiriano. 2012. Composición, origen y valor de conservación de la ictiofauna del río San Pedro (cuenca del río valdivia, Chile). En: Valdovinos, C. & O. Parra (Editores) (2012) *Peces nativos del río San Pedro (Chile): estudios poblacionales, comunitarios y de hábitats, para su conservación y seguimiento ambiental*. Gayana (volumen especial): 10-23.
- Oyanedel, A., C. Valdovinos, M. Azócar, C. Moya, G. Mancilla, P. Pedreros & R. Figueroa. 2008. Patrones de distribución espacial de los macroinvertebrados bentónicos de la cuenca del río Aysén (Patagonia chilena). *Gayana* 72(1): 105-121.
- Parra, O., C. Valdovinos, R. Figueroa & A. Acuña. 1998. Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del Sistema Río Biobío. Fase II: 1995-1997. Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción. Imp. Valverde S.A. 42 pp.
- República de Chile. Anteproyecto de normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Aysén. 12 pp.
- Singleton, H.J. 2000. *Ambient Water Quality Guidelines for Sulphate*, Ministry of Water, Land and Air Protection Government of British Columbia. 5 pp.
- UACH. 2005. Estudio sobre origen de mortalidades y disminución poblacional de aves acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia - Informe Final Universidad Austral de Chile. Dirección regional CONAMA Xa Región de Los Lagos. 539 pp.
- Valdovinos, C. 2008. Invertebrados dulceacuícolas. En: Conama, Eds. *Biodiversidad de Chile. Patrimonio y desafíos*. Ocho Libros Editores, 3ra Ed. Santiago de Chile. :202-223.
- Valdovinos, C., A. Kiessling, M. Mardones, C. Moya, A. Oyanedel, J. Salvo, V. Olmos & O. Parra. 2010. Distribución de macroinvertebrados (Plecoptera y Aeglidae) en ecosistemas fluviales de la Patagonia chilena: ¿Muestran señales biológicas de la



- evolución geomorfológica postglacial? *Revista Chilena de Historia Natural* 83: 267-287.
- Valdovinos, C. (Ed.). 2006 Biodiversidad dulceacuícola de Chile. In: *Gayana, International Journal of Biodiversity, Oceanology and Conservation*. 70 (1). 162 pp.
- Valdovinos, C. & O. Parra (Editores) (2012) Peces nativos del río San Pedro (Chile): estudios poblacionales, comunitarios y de hábitats, para su conservación y seguimiento ambiental. *Gayana* (volumen especial). 116 pp.
- Valdovinos, C., E. Habit, A. Jara, P. Piedra, J. González & J. Salvo. 2012. Dinámica espacio-temporal de 13 especies de peces nativos en un ecotono lacustre-fluvial de la cuenca del río Valdivia (Chile). En: Valdovinos, C. & O. Parra (Editores) (2012) Peces nativos del río San Pedro (Chile): estudios poblacionales, comunitarios y de hábitats, para su conservación y seguimiento ambiental. *Gayana* (volumen especial): 45-58.
- Woelfl, S., L. Villalobos & O. Parra. 2003. Trophic parameters and method validation in Lake Riñihue (North Patagonia, Chile) from 1978-1997. *Revista Chilena de Historia Natural* 76(3): 459-474.