INFORME DE ANTECEDENTES TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DEFINITIVO DE LAS NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL RÍO VALDIVIA

DOCUMENTO PREPARADO POR:

DEPARTAMENTO DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

DIVISIÓN DE RECURSOS NATURALES Y BIODIVERSIDAD

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

Diciembre de 2021

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3

1.1 CUENCA DEL RÍO VALDIVIA 3

1.2 PROCEDIMIENTO PARA LA DICTACIÓN DE NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL 6

1.3 ELABORACIÓN DE LAS NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL RÍO VALDIVIA 9

1.4 PROCESO DE CONSULTA INDÍGENA 10

1.5 LÍNEA DE TIEMPO PROCESO DE ELABORACIÓN NSCA CUENCA RÍO VALDIVIA 11

2. FUNDAMENTACIÓN TÉCNICA 13

2.1 OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN 13

2.2 DEFINICIÓN DE LAS ÁREAS DE VIGILANCIA 14

2.3 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS A NORMAR 21

2.4 DEFINICIÓN DE TABLA DE CLASES DE CALIDAD 27

2.5 DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS DE CUMPLIMIENTO 33

2.6 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA CUENCA 34

2.7 DETERMINACIÓN DE VALORES UMBRALES DE LAS NORMAS 36

3. REFERENCIAS 40

4. ANEXOS 43

1. Introducción

El presente informe entrega los antecedentes, información y análisis realizados para el proceso de elaboración del proyecto definitivo de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Valdivia (en adelante "Proyecto Definitivo").

La información presentada en este informe considera los antecedentes contenidos en el expediente público de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Valdivia (en adelante "NSCA cuenca río Valdivia"), el análisis de las observaciones formuladas en la etapa de Consulta Pública, en virtud de lo indicado en el artículo 20 del D.S. N°38 de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), que "Aprueba Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión" y los acuerdos a los cuales se arribó en el proceso de consulta indígena del anteproyecto de estas normas iniciado mediante Resolución Exenta N° 783, de 2018, del Ministerio del Medio Ambiente y que constan en el acta de acuerdos y desacuerdos de fecha 27 de agosto de 2021.

Los antecedentes presentados en este informe fueron puestos a disposición del Departamento de Economía Ambiental para la actualización del Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES), como parte del proceso de elaboración del Proyecto Definitivo.

1.1 Cuenca del río Valdivia

La cuenca del río Valdivia se encuentra ubicada en las regiones de La Araucanía y Los Ríos, tiene una superficie aproximada de 10.330 km^2, y se compone principalmente por las subcuencas de los ríos Cruces y Calle Calle.

Con un caudal medio anual de 67 m^3/s [1], el río Cruces nace en la parte noreste de la cuenca, en la vertiente occidental de los cerros situados entre los lagos Villarrica y Calafquén, para luego tomar un curso suroriental hasta la confluencia con el río Calle Calle, dando origen al río Valdivia, en la ciudad homónima, a una distancia de 15 km de la bahía de Corral, el cual tiene un caudal medio mensual de 436 m^3/s [2]. Por su parte, la subcuenca del río Calle Calle, se origina en el extremo poniente del lago Lacar, en el nacimiento del río Huahum y se extiende hasta la confluencia del río Calle Calle con el río Cruces.

La parte alta de la cuenca del río Valdivia está formada por un sistema fluviolacustre, en la cual existe un número importante de grandes lagos conectados entre sí, respecto de los cuales destacan los lagos Calafquén, Pirihueico, Neltume, Panguipulli y Riñihue (Cade-idepe, 2004). La parte baja de esta cuenca está formada por el río San Pedro, el cual constituye el desagüe del lago Riñihue, para continuar con el río Calle Calle y, posteriormente, por un complejo sistema estuarial

---

[1] Promedio caudales medios mensuales 2010-2019 de la estación Río Cruces en Rucaco, Código BNA 10134001-5. Disponible en: https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes

[2] Promedio caudales medios mensuales 2010-2019 de la estación Río Calle Calle en Pupunahue, Código BNA 10122003-6. Disponible en: https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes

formado por los ríos Calle Calle, Cruces y Valdivia.

Los estuarios corresponden a cuerpos de agua costeros semicerrados que se extienden hasta el límite efectivo de la influencia de la marea, dentro del cual el agua salada que ingresa por una o más conexiones libres con el mar abierto, o cualquier otro cuerpo de agua salina, es diluida significativamente con agua dulce derivada de la escorrentía superficial y puede sustentar organismos eurihalinos, ya sea durante una parte o la totalidad de su ciclo de vida. Los estuarios poseen una función biológica irremplazable en la producción y el desarrollo de numerosas especies, a tal punto que son reconocidos como verdaderas "áreas de crianza" y hábitats promotores para el desarrollo de larvas de distintas especies de peces, debido a su alta producción biológica, tanto primaria como secundaria. Es por ello que históricamente los estuarios han sido focos de asentamientos humanos, lo que actualmente representa el difícil desafío de protección de estos ecosistemas altamente complejos y sensibles. Uno de los estuarios más importantes del centro-sur de Chile es el del río Valdivia, el cual reviste una gran importancia ambiental y económica, registrándose en los últimos años un gran incremento de las actividades productivas asociadas a la cuenca (UACh, 2008)[3].

El sistema estuarial de la cuenca del río Valdivia corresponde al tipo neotectónico, positivo y de mezcla parcial (Pino et al. 1994; Pino, 1995). Con un régimen de mareas semidiurnas (registrando las mayores diferencias de alturas de marea durante la noche) y de tipo micromareal, es decir, con rangos mareales que no superan los 2 metros. La circulación mareal estuarial es reflejo de la interacción entre mareas y topografía submarina, existiendo en el caso del estuario de los ríos Valdivia y Calle Calle un canal principal bien desarrollado y escasas planicies submareales e intermareales. Otra característica importante es la existencia de canales mareales que comunican estuarios, como el canal Cantera que une los estuarios Valdivia y Tornagaleones y el canal Cau-Cau, que comunica los estuarios Cruces y Valdivia (UACh-UCSC, 2007)[4].

El estuario del río Calle Calle – Valdivia tiene su límite superior en la localidad de Pishuinco (39° 48' 15''S, 73° 05' 30''W), lugar hasta donde se hace sentir el efecto de la onda de marea. Este límite se origina en la definición de un estuario, como un cuerpo de agua costero donde ocurre mezcla de agua salada y dulce, a través de una conexión libre con el mar, y que se extiende hasta el límite de influencia de la onda mareal (UACh, 2007)[5].

En la parte terminal del estuario del río Cruces, se ubica el humedal río Cruces, con una superficie de 4.877 ha. Éste corresponde a un humedal costero estuarial, que se formó como consecuencia del hundimiento del terreno por el terremoto de 1960, el cual, con el objetivo de preservar el patrimonio natural del país, fue declarado "Santuario de la Naturaleza Río Cruces y Chorocamayo" (Decreto Supremo N° 2.734, del 3 de junio de 1981, del Ministerio de Educación). Adicionalmente, por ser un sitio de relevancia para las especies, comunidades, ecosistemas en general y en

[3] Folio 259 del expediente público de las NSCA cuenca río Valdivia.

[4] Folio 33 del expediente público de las NSCA cuenca río Valdivia.

[5] Folio 16 del expediente público de las NSCA cuenca río Valdivia.

particular para aves acuáticas y peces, el 27 de julio del año 1981 fue declarado Humedal de Importancia Internacional en el marco de la Convención de Ramsar, denominado "Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter" (N°6CL001, Lista RAMSAR). Además, su valor intrínseco desde la perspectiva de la biodiversidad, este humedal permite el control de la erosión, retención de sedimentos, retención de nutrientes, estabilización del clima, el control de caudales, control de sedimentación, almacenaje de aguas, lo que reduce los riesgos de inundación para la población y presenta un gran valor por su potencial uso en recreación, turismo e interés educacional (UCT,2010; UCT, 2012)[6].

Según información del Censo 2017, en la cuenca del río Valdivia habita una población de aproximadamente 300 mil habitantes, de los cuales alrededor de 70 mil se consideran pertenecientes a un pueblo indígena u originario. De acuerdo con el catastro de uso de suelo y vegetación de CONAF (2014)[7], modificado por el MMA el 2019[8], los principales usos de suelos de la cuenca del río Valdivia corresponden a bosque[9] (49%), praderas y matorrales (25%) y terrenos silvícolas (17%). Las principales actividades económicas asociadas a la cuenca y al sistema estuarial corresponden a actividades silvoagropecuarias, agrícolas, ganaderas, industriales y actividades de acuicultura (cultivos de mitílidos y salmónidos). Además, esta cuenca es de importancia turística para la región de Los Ríos y en ella se realizan actividades de pesca deportiva, destacándose además su uso como fuente de provisión de agua potable (UCT,2012). En ella se encuentran tres Zonas de Interés Turístico (ZOIT): Valdivia, Corral y Panguipulli (Subsecretaría de Turismo, 2020).

La cuenca del río Valdivia destaca por la alta biodiversidad y endemismo de las especies presentes en la cuenca. Estudios señalan que en esta cuenca habitan al menos 61 especies de microalgas, 120 especies de plantas acuáticas, 67 especies de invertebrados acuáticos, 119 especies de aves, 2 especies de mamíferos acuáticos y 25 especies de fauna íctica (CEA, 2003; Oporto, 2006; Oporto 2009; Praus et al., 2011; UCT, 2012; UCT, 2009[10]; UACh, 2016). De este total de especies, 27 especies se encuentran en categoría de conservación. Además, según Habit & Victoriano (2012), la cuenca del río Valdivia se encuentra entre las cuencas más ricas en peces nativos del país. Entre estas especies destaca *Diplomystes camposensis* (tollo, bagre), especie microendémica exclusiva de la cuenca del río Valdivia, cuyo hábitat presenta importantes amenazas actuales y potenciales por contaminación, fragmentación, artificialización, y por la introducción de especies piscícolas exóticas (Arratia, 1987; Vila, 2006) y *Percilia gillissi* (carmelita) especie endémica del centro-sur

---

[6] Folios 2438 y 2558 del expediente público de las NSCA cuenca río Valdivia.

[7] Disponible para descarga en: http://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7B15CA318D-12F7-486B-A2AB-C0BAF8903ED6%7D

[8] Incorpora información relevante desde el punto de vista ambiental, tal como la creación de la categoría silvicultura para agregar las plantaciones forestales.

[9] Bosque nativo y bosque mixto.

[10] Folio 926 del expediente público de las NSCA cuenca río Valdivia.

de Chile.

1.2 Procedimiento para la dictación de Normas Secundarias de Calidad Ambiental

La Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, en su artículo 2°, letra ñ), define a las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (en adelante "NSCA") como *"aquellas que establecen los valores de las concentraciones y períodos máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza"*.

En base a lo anterior, las NSCA son un instrumento de gestión ambiental que, en el caso del medio hídrico, permiten conservar o preservar los ecosistemas acuáticos de cuencas hidrográficas, a través de la mantención o mejoramiento de la calidad de las aguas de la cuenca y, consecuentemente, contribuyen a la conservación de las funciones ecológicas de estos ecosistemas, así como de los servicios ecosistémicos que estos proveen.

El procedimiento para la dictación de NSCA se encuentra establecido en el Decreto Supremo N°38, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que "Aprueba Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión" (en adelante "Reglamento").

En específico, el artículo 6° del referido Reglamento, indica que este proceso "*comprenderá las siguientes etapas: desarrollo de estudios científicos, análisis técnico y económico, consulta a organismos competentes, públicos y privados, y análisis de las observaciones formuladas. Todas las etapas deberán tener una adecuada publicidad*".

En este sentido, las etapas señaladas y los plazos establecidos para cada una de ellas se resumen en la Figura 1.

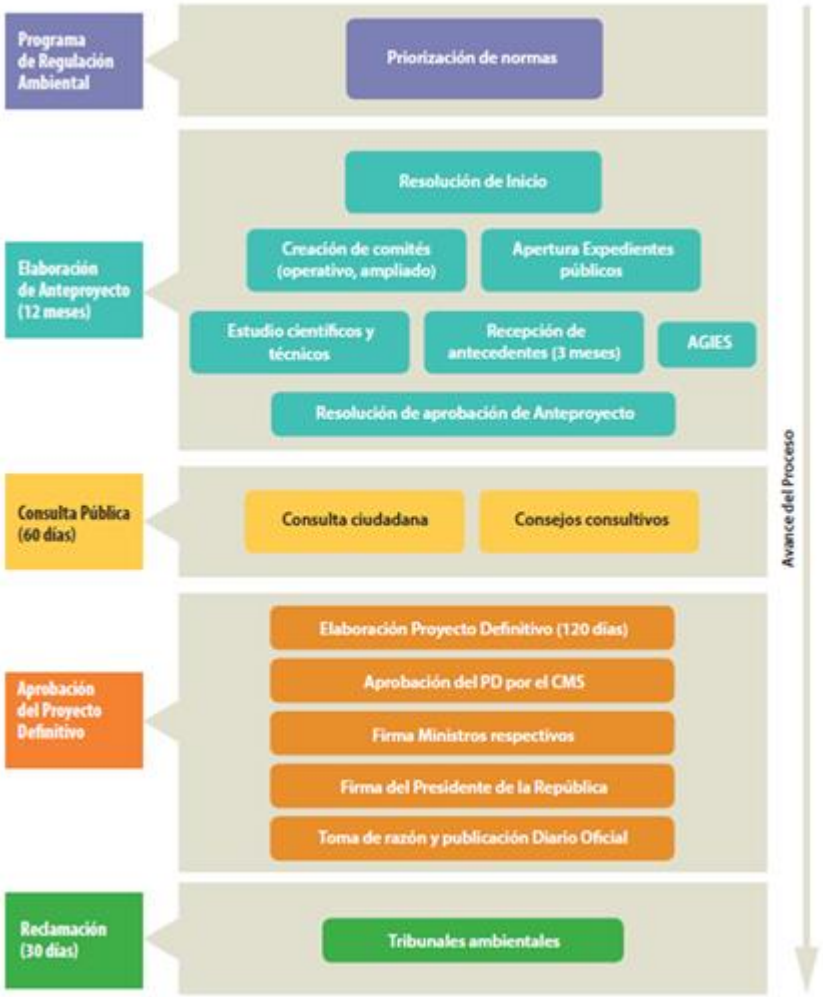


Figura 1. Etapas y plazos del proceso de elaboración de normas de calidad, según D.S. N° 38/2012 (MMA, 2017).

En términos generales pueden identificarse 4 etapas. En una primera instancia, se encuentra la Priorización de las Normas en el Programa de Regulación Ambiental por parte del Ministerio del Medio Ambiente. En efecto, tal como lo señala el Reglamento en el artículo 10°, "*Corresponderá al Ministro definir un programa de regulación ambiental que contenga los criterios de sustentabilidad y las prioridades programáticas en materia de políticas, planes y programas de dictación de normas de calidad ambiental y de emisión y demás instrumentos de gestión ambiental*".

La segunda etapa consiste en la Elaboración del Anteproyecto, descrita en el artículo 12 del Reglamento, el cual dispone que: "*La elaboración del Anteproyecto de norma se iniciará mediante resolución dictada al efecto por el Ministro una vez efectuada la publicación a que se refiere el artículo 10. Dicha etapa durará doce meses. El Ministro podrá encargar estudios u ordenar*

aquellas actividades necesarias para preparar el inicio de la elaboración del Anteproyecto de norma."

La tercera etapa es de Consulta Pública, ésta comienza una vez se haya publicado la Resolución de aprobación del Anteproyecto y, según lo indicado por el artículo 20 del Reglamento: "*Dentro del plazo de sesenta días, contado desde la publicación de la resolución señalada en el artículo 17, cualquier persona, natural o jurídica, podrá formular observaciones al contenido del anteproyecto de norma"*.

La cuarta etapa corresponde a la Elaboración del Proyecto Definitivo, la cual es descrita en el artículo 21 del Reglamento, señalándose que: "*Dentro de los 120 días siguientes de vencido el plazo a que se refiere el artículo precedente, considerando los antecedentes contenidos en el expediente y el análisis de las observaciones formuladas en la etapa de consulta, se elaborará el proyecto definitivo de norma*".

Adicionalmente, el artículo 22 del Reglamento indica los pasos a seguir una vez elaborado el proyecto definitivo de la norma, disponiendo que: "*Agotado el plazo a que hace referencia el artículo anterior, el Ministro remitirá el proyecto definitivo de norma al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad para su discusión y pronunciamiento, en conformidad a lo dispuesto en el artículo 71, letra f), de la ley N° 19.300*.

El proyecto definitivo de norma será conocido por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad en la sesión ordinaria o extraordinaria siguiente a la fecha de su presentación. El asunto deberá agregarse a la tabla respectiva".

Posteriormente, el proyecto definitivo debe ser sometido a consideración del Presidente de la República, según lo indicado en el artículo 23 del Reglamento: "*Emitido el pronunciamiento del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, el proyecto definitivo de norma será sometido a la consideración del Presidente de la República para su decisión*".

Finalmente, es importante indicar que nuestro ordenamiento jurídico establece un recurso especial de reclamación frente a los decretos supremos que establezcan Normas de Calidad Ambiental o de Emisión. El artículo 40 del Reglamento indica que: "*Los decretos supremos que establezcan normas primarias y secundarias de calidad ambiental y de emisión, serán reclamables ante el Tribunal Ambiental competente, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 50 de la ley N° 19.300, por cualquier persona que considere que no se ajustan a dicha ley y a la cual le causen perjuicio.*

El plazo para interponer el reclamo será de treinta días, contado desde la fecha de publicación del decreto en el Diario Oficial, o desde la fecha de su aplicación, tratándose de las regulaciones especiales para casos de emergencia".

1.3 Elaboración de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Valdivia

El proceso de elaboración de las NSCA cuenca río Valdivia comenzó, en principio en dos procesos separados, por una parte, mediante Resolución Exenta N° 393, de 31 de marzo de 2005, del Director Ejecutivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, se dio inicio a la dictación de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las aguas del río Cruces, X Región, mientras que mediante la Resolución Exenta N° 3.401, de 18 de diciembre de 2006, del Director Ejecutivo (S) de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, se dio inicio a la elaboración de las NSCA cuenca río Valdivia.

Posteriormente, mediante Resolución Exenta N° 947, de 14 de septiembre de 2010, se decide acumular los procesos antes referidos, debido principalmente a que el proceso de elaboración de las NSCA cuenca río Valdivia abarca, dentro de sus materias, el ámbito de aplicación de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas del río Cruces.

De esta manera, mediante Decreto Supremo N°1, de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, se dictaron las NSCA cuenca río Valdivia, las cuales a través de su publicación en el Diario Oficial entraron en vigencia el día 27 de noviembre de 2015.

Sin embargo, durante el año 2016 y, en virtud de lo establecido en el artículo 50 de la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y del artículo 17 N° 1 de la Ley N°20.600 que Crea los Tribunales Ambientales, el Tercer Tribunal Ambiental de Chile admitió a trámite las reclamaciones interpuestas en contra del Decreto Supremo referido, por Celulosa Arauco y Constitución S.A. (R-26-2016), Forestal Río Calle Calle S.A. (R-27-2016) y la Corporación Para el Desarrollo de la Región de Los Ríos (“CODEPROVAL”) (R-25-2016).

Posteriormente y luego de analizados los antecedentes, el Tercer Tribunal Ambiental de Chile dictó sentencia el 29 de septiembre de 2016, resolviendo:

- Rechazar la reclamación interpuesta por la empresa Forestal Calle Calle.
- Acoger las reclamaciones interpuestas por la corporación Codeproval y por la empresa Celulosa Arauco, solo por falta de motivación suficiente del decreto reclamado, como resultado de las diversas deficiencias sustantivas y adjetivas de los análisis generales del impacto económico y social.
- Anular el decreto reclamado, así como la Resolución Exenta N° 478, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba anteproyecto de NSCA cuenca río Valdivia, y todos los actos administrativos trámites dictados a partir de esta última.
- Ordenar al Ministerio del Medio Ambiente reanudar, en el más breve plazo posible, el procedimiento administrativo, a partir de la elaboración de un análisis general del impacto económico y social de las normas contenidas en el anteproyecto que el Ministerio del Medio Ambiente oficialice, dando cumplimiento al D.S. N° 38, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

- Posteriormente, en virtud de lo establecido en Arts. 764 y 767 del Código de Procedimiento Civil el Consejo de Defensa del Estado, en representación del Ministerio del Medio Ambiente interpuso un recurso de Casación en el fondo (Corte Suprema Rol N° 83344-2016) para impugnar la sentencia del Tercer Tribunal Ambiental de Chile. Finalmente, el 26 de julio de 2017, la Tercera Sala de la Corte Suprema resuelve rechazar el recurso de casación en el fondo deducido en contra de la sentencia del 29 de septiembre de 2016 del Tercer Tribunal Ambiental de Chile, quedando ésta a firme y ejecutoriada.

Dado lo anterior, y en cumplimiento de la sentencia, el Ministerio del Medio Ambiente reanudó el proceso de elaboración de las NSCA cuenca río Valdivia, a través de la Resolución Exenta N° 909, del 07 de septiembre de 2017, otorgando un plazo de tres meses para la generación del Anteproyecto y la elaboración del Análisis General del Impacto Económico y Social (en adelante "AGIES").

Mediante Resolución Exenta N° 1.431, del 15 de diciembre de 2017, del Ministerio del Medio Ambiente, se aprobó el anteproyecto de las NSCA cuenca río Valdivia (en adelante "Anteproyecto").

La consulta Pública del Anteproyecto se llevó a cabo entre el 26 de diciembre de 2017 y el 21 de marzo de 2018, recibiéndose un total de 109 observaciones de 28 observantes.

Además, el Anteproyecto fue sometido a la opinión del Consejo Consultivo Regional del Medio Ambiente de la Región de Los Ríos y al Consejo Consultivo Nacional.

Actualmente, la elaboración de las NSCA cuenca río Valdivia se encuentra priorizada en el Programa de Regulación Ambiental 2020-2021, aprobado mediante Resolución Exenta N° 440, del 26 de mayo de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente[11].

1.4 Proceso de Consulta Indígena

En virtud del Convenio 169 Sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes de la Organización Internacional del Trabajo y del Decreto Supremo N°66, de 2013, del Ministerio de Desarrollo Social, (en adelante "D.S. N° 66/2013") el Ministerio del Medio Ambiente dispuso, mediante la Resolución Exenta N° 783, del 30 de agosto de 2018, la realización de un proceso de consulta a pueblos indígenas sobre el Anteproyecto (en adelante "PCI"), convocándose para ello a los pueblos indígenas y sus instituciones representativas. El Proceso de Consulta Indígena se llevó a cabo con organizaciones del pueblo Mapuche que integran las comunas de Los Lagos, Valdivia, Lanco y San José de la Mariquina, correspondientes a la región de Los Ríos, y las comunas de Villarrica y Loncoche, correspondientes a la región de La Araucanía.

[11] Disponible en: https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/06/Publicacion-DO-Programa-Regulacion-Ambiental-2020-2021.pdf

El PCI contempló la implementación total de las cinco etapas señaladas en el artículo 16 del D.S. N° 66/2013, lo cual consta en el Informe de Sistematización elaborado por el Departamento Ciudadanía de la División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana del Ministerio del Medio Ambiente, de noviembre de 2021. Los acuerdos alcanzados durante este proceso constan en el acta de fecha 27 de agosto de 2021.

1.5 Línea de tiempo proceso de elaboración NSCA cuenca río Valdivia

En base a los antecedentes expuestos en las secciones 1.3 y 1.4 del presente informe, la Figura 2 presenta los hitos más relevantes en el proceso de elaboración de las NSCA cuenca río Valdivia.

Figura 2. Línea de tiempo de principales hitos del proceso de elaboración de las NSCA cuenca río Valdivia.

2. Fundamentación técnica

2.1 Objetivo y ámbito de aplicación

Las NSCA son instrumentos regulatorios cuyo objetivo es conservar o preservar los ecosistemas acuáticos, a través del mantenimiento o mejora de la calidad de las aguas continentales y marinas. Por tanto, el objeto de protección ambiental de las NSCA es la calidad de las aguas del área a normar, considerando ésta como el conjunto de características físicas, químicas y biológicas de las aguas, las cuales interactúan entre sí definiendo el hábitat disponible para las especies, y por tanto condicionando la presencia o ausencia de éstas, así como también el desarrollo y reproducción de las mismas. Al respecto, si bien para efectos de la gestión de la calidad de las aguas, así como también para el establecimiento de NSCA, se simplifica esta interacción mediante la medición y análisis de distintas variables de forma independiente (parámetros físicos, químicos y biológicos), es relevante tener en consideración que lo observado en el ecosistema es el resultado de la interacción de múltiples factores naturales y antrópicos.

De esta forma, las NSCA para cumplir su finalidad establecen como objetivo de la regulación que se cumplan determinados niveles de calidad de agua que representen la mantención o la recuperación de cada combinación de área de vigilancia y parámetro definida. Actualmente, estos niveles de calidad se definen teniendo como referencia los lineamientos establecidos en la Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en Aguas Continentales y Marinas (MMA, 2017) y, consecuentemente, mediante el análisis de la información de calidad de aguas disponible, de forma de establecer umbrales acordes a las características intrínsecas de cada área a normar. Adicionalmente, es importante señalar que el enfoque ecosistémico empleado en el diseño de las NSCA permite que estas normas contribuyan a la provisión de bienes y servicios de los ecosistemas que requieren de agua con condiciones adecuadas de calidad (por ejemplo, riego, turismo, pesca artesanal, entre otros) (MMA, 2017). En particular, las NSCA cuenca río Valdivia tienen por objetivo conservar o preservar los ecosistemas hídricos[12] y contribuir a la conservación de sus servicios ecosistémicos[13] a través de la mantención o mejora de la calidad de las aguas de la cuenca. Para abordar este objetivo, este instrumento de gestión ambiental establece determinados umbrales de calidad ambiental para cada área de vigilancia[14] y parámetro fisicoquímico establecido.

El ámbito de aplicación territorial de estas normas corresponde a la cuenca del río Valdivia, la cual se encuentra ubicada administrativamente en las regiones de La Araucanía y Los Ríos. Un mayor

---

[12] Ecosistemas Hídricos: sistemas dinámicos y complejos de organismos vivos y componentes abióticos, los que dependen significativamente de las aguas superficiales de la cuenca, que interactúan como una unidad funcional.

[13] Servicios Ecosistémicos: contribución directa o indirecta de los ecosistemas al bienestar humano. Los que se clasifican en servicios de provisión, regulación y mantención, y culturales.

[14] Área de Vigilancia: área de drenaje de un curso de agua continental superficial, o una parte de él, que se establece y delimita para efectos de asignar y controlar su calidad ambiental.

detalle de las características generales de esta cuenca y las especies presentes en ella se encuentra en la sección 1.1 del presente informe.

2.2 Definición de las áreas de vigilancia

Las áreas de vigilancia de NSCA corresponden a subdivisiones del área a normar en unidades espaciales que se delimitan para el control de la calidad de las aguas. Para definir estas áreas se realiza un análisis integral de la cuenca a normar, considerando la información disponible de forma espacializada, con esta información se realiza una subdivisión en áreas de vigilancia relativamente homogéneas y que faciliten la gestión de la calidad de las aguas una vez implementadas las NSCA.

Actualmente, las áreas de vigilancia se definen teniendo como referencia los lineamientos establecidos en la Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en Aguas Continentales y Marinas (MMA, 2017). Para estos efectos se recopila, sistematiza y analiza geográficamente información topográfica, administrativa y de carácter ambiental para delimitar áreas de vigilancia con información de calidad de aguas para cada una de ellas, que compartan características comunes en cuanto a condiciones ambientales y/o presiones, y que en términos de gestión faciliten la implementación de eventuales planes de prevención y/o descontaminación ambiental, en el caso de ser necesario.

Las NSCA cuenca río Valdivia establecen diez (10) áreas de vigilancia (Figura 3), que en el proyecto definitivo quedarán definidas por la delimitación de sub-áreas de drenaje de la cuenca del río Valdivia, cumpliendo los siguientes criterios:

- Delimitar áreas de vigilancia con características relativamente homogéneas, en relación a características propias de área, ya sean de tipo natural, asociadas a procesos y funciones de los ecosistemas y/o desarrollo de actividades antrópicas.
- Contar con información de calidad del agua en cada una de las áreas de vigilancia establecidas.
- Contar con, al menos, una estación de monitoreo de la Dirección General de Aguas (DGA) en cada una de las áreas definidas, con la finalidad de permitir un adecuado monitoreo y control de las NSCA cuenca río Valdivia.

Estas 10 áreas de vigilancia fueron definidas preliminarmente durante la elaboración del Anteproyecto, principalmente bajo el criterio de homogeneidad de las áreas de vigilancia. Posteriormente, debido a la actualización de información de base y gracias a los aportes recibidos durante el proceso de participación ciudadana y en el proceso de consulta indígena, se ajustaron los límites de algunas áreas de vigilancia. En particular, se actualizaron los siguientes aspectos relativos a la delimitación de las áreas de vigilancia:

- Actualización de la delimitación de áreas de drenaje de la cuenca del río Valdivia, utilizando ArcGIS Pro 2.5.0 con la extensión Spatial Analist y el conjunto de herramientas de hidrología, en base al uso del modelo digital de elevación (DEM) ALOS – PALSAR, corregido por CIREN el año 2016 para obtener mosaicos regionales del DEM ALOS a 12.5 m [15].
- Ajuste en la delimitación de las áreas de drenaje de la cuenca del río Valdivia en relación con los límites internacionales del país, para esto se utilizó la última información disponible de la Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Estado (DIFROL), el cual se encuentra basado en cartografía IGM 1:50.000 [16].
- Cambio de abreviatura de las áreas de vigilancia (AV) de los ríos Cruces y Calle Calle, con la finalidad de facilitar el uso de la nomenclatura de estas áreas:

AV - Anteproyecto	**AV - Proyecto Definitivo**
RCI	RCR1
RCII	RCR2
RCIII	RCR3
RCIV	RCR4
RCCI	RCC1
RCCII	RCC2
RCCIII	RCC3

- Modificación de la descripción del término del área de vigilancia RCC1 a "Río Calle Calle antes Balsa San Javier" en base a observaciones realizadas durante el proceso de Consulta Ciudadana[17].
- Modificación de las coordenadas de la estación de monitoreo del área de vigilancia RV, las cuales fueron redefinidas en terreno a solicitud de la Superintendencia de Servicios Sanitarios[18].

[15] Disponible en: http://www.ide.cl/index.php/imagenes-y-mapas-base

[16] Disponible en: http://www.ide.cl/index.php/limites-y-fronteras/item/1531-limites-internacionales-de-chile

[17] Observaciones ID 14 y 18 (detalladas en el archivo adjunto al Folio 4570 del expediente público de las NSCA cuenca río Valdivia).

[18] Folio 4606 del expediente público de las NSCA cuenca río Valdivia.

- Modificación de los límites de dos áreas de vigilancia en virtud de los acuerdos alcanzados en el proceso de Consulta Indígena (acta del 27 de agosto de 2021):
    - **RCR1:** incorporación del área de drenaje de la naciente del río Cruces, localizada en la comuna de Villarrica y considerada como no normada en el Anteproyecto, como parte de la primera área de vigilancia del río Cruces (RCR1).
    - **RV:** incorporación del área drenaje de los humedales Angachilla y Santo Domingo, localizado en la comuna de Valdivia y considerado como no normado en el Anteproyecto, al área de vigilancia del río Valdivia (RV), ya que este sector se encuentra dentro del área de drenaje natural de esta área de vigilancia.

Adicionalmente, es importante señalar que, en la definición de áreas de vigilancia del Proyecto Definitivo no se considerará como un área a normar la parte alta de la cuenca del río Valdivia, conformada por un sistema fluviolacustre descrito en la sección 1.1 del presente informe. Lo anterior se sustenta en el hecho que, si bien este sistema corresponde a parte de la cuenca aportante al área de vigilancia RSP y, por tanto, podría ser considerada en el diseño de NSCA de ecosistemas acuáticos fluviales, se ha decidido abordar el diseño de NSCA para estos lagos de forma independiente[19], con la finalidad de que el diseño normativo para la protección de los estos ecosistemas lénticos se ajuste a criterios técnicos específicos para la elaboración de NSCA de lagos (MMA, 2017).

Respecto a los puntos de monitoreo de estas normas para la evaluación del cumplimiento normativo, las áreas de vigilancia con características limnéticas (RCR1, RCR2, RCR3, RCR4, RSP y RCC1) serán controladas en el tramo final de cada área de vigilancia, de acuerdo con lo establecido en los lineamientos metodológicos del Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2017). Lo anterior se sustenta en que el flujo de agua de los ríos es unidireccional y, por tanto, la calidad del agua en el punto final de dichas áreas de vigilancia es representativa de las mismas. En cuanto las áreas de vigilancia ubicadas en el sistema estuarial (SNCA, RV, RCC2 y RCC3), donde la dirección y velocidad de la corriente es modulada por el ingreso de la marea (UACh-UCSC, 2007), éstas serán monitoreadas en un punto representativo de las mismas. Finalmente, es importante señalar que, para el control de todas las áreas de vigilancia, se ha considerado que las estaciones de control cuenten con información previa de calidad del agua.

[19] El Programa de Regulación Ambiental 2020-2021, aprobado mediante Res. Ex. N° 440, del 26 de mayo de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente, priorizó la elaboración de NSCA para la protección de las aguas de los lagos nor-patagónicos del sur de Chile en que se incluyen estos sistemas lacustres.

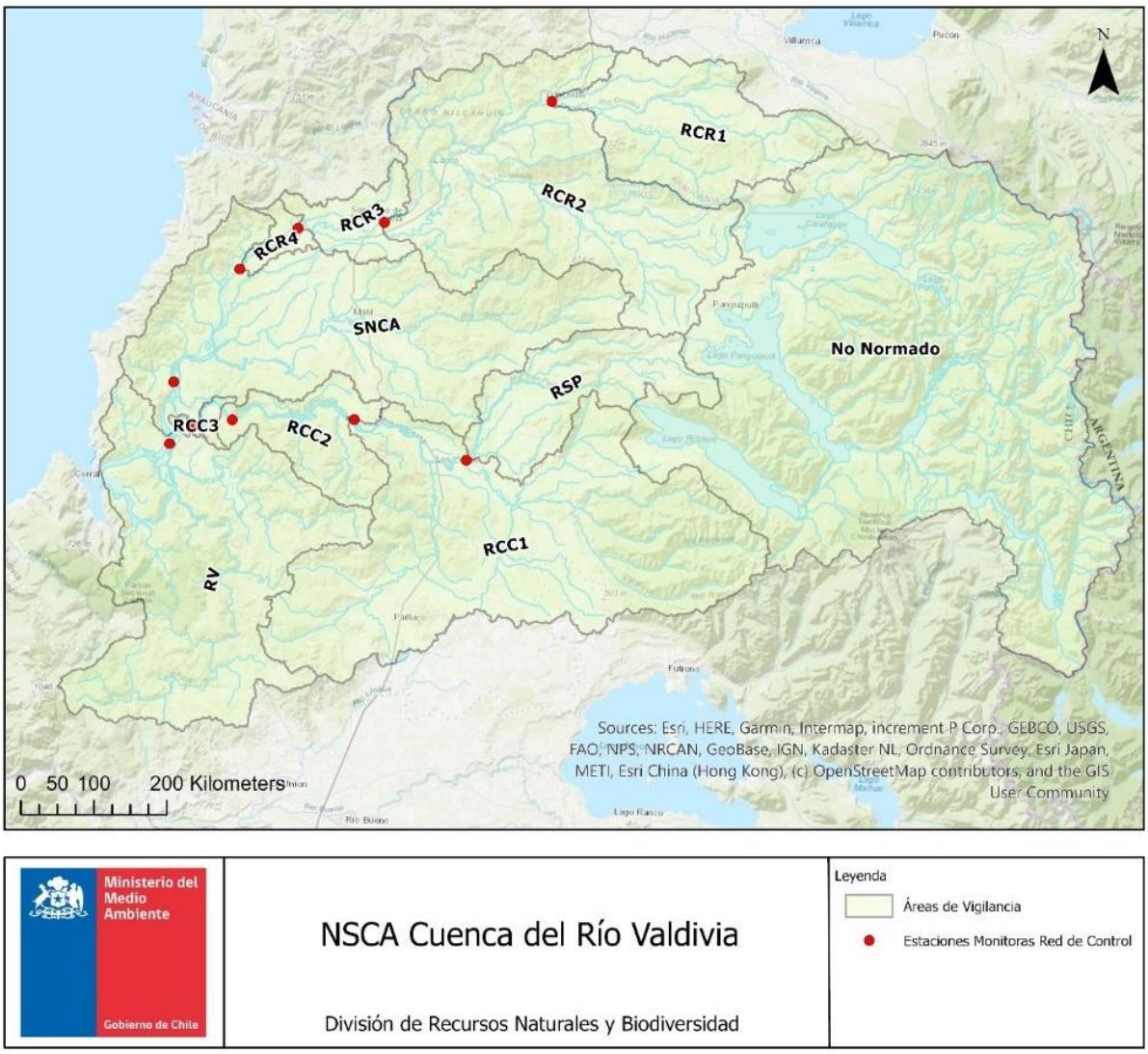
La Tabla 1 describe cada área de vigilancia que establecerá el Proyecto Definitivo, señalando sus coordenadas de inicio y término, así como también las coordenadas de las estaciones monitoras (EMO) de estas normas, que se considerarán para la Red de Control[20].

[20] Red de Control: red de monitoreo de la calidad de las aguas conformada por un conjunto de estaciones de monitoreo distribuidas en áreas de vigilancia en las cuales se determina el cumplimiento normativo de los parámetros establecidos en las normas secundarias de calidad ambiental (NSCA).

Tabla 1. Áreas de vigilancia que se establecerán en el proyecto definitivo de las NSCA cuenca río Valdivia y estaciones de monitoreo (EMO) que se considerarán para la Red de Control. Coordenadas en UTM WGS 84 – Huso 18.

Cauce	Área de Vigilancia	Límites Área de Vigilancia	Coordenadas UTM referenciales de inicio y término		Estación Monitora (EMO) Coordenadas UTM		
			N	E	N	E	Código BNA
Río Cruces	**RCR1**	De: Naciente río Cruces	5.633.843	749.145	5.639.216	704.953	10130002-1
		Hasta: Río Cruces en Loncoche	5.639.216	704.953			
Río Cruces	**RCR2**	De: Río Cruces en Loncoche	5.639.216	704.953	5.621.274	680.179	10134006-6
		Hasta: Río Cruces aguas abajo Rucaco	5.621.312	680.163			
Río Cruces	**RCR3**	Hasta: Río Cruces aguas abajo Rucaco	5.621.312	680.163	5.620.448	667.389	10134003-1
		Hasta: Río Cruces en Cahuincura	5.620.448	667.389			
Río Cruces	**RCR4**	De: Río Cruces en Cahuincura	5.620.448	667.389	5.614.407	658.770	10135002-9
		Hasta: Río Cruces en San Luis de Alba	5.614.407	658.770			
Río Cruces	**SNCA**	De: Río Cruces en San Luis de Alba	5.614.407	658.770	5.597.711	648.966	10139000-4
		Hasta: Confluencia Río Cruces y Río Calle Calle	5.590.372	648.860			
Río Valdivia	**RV**	De: Frente Club de Yates aguas arriba Confluencia Río Cruces y Río Calle Calle	5.590.480	649.650	5.589.100	648.554	10144001-k
		Hasta: Desembocadura en bahía de Corral de los ríos Valdivia y Tornagaleones	5.583.721	638.387			

Río San Pedro	**RSP**	De: Desagüe Lago Riñihue	5.595.015	717.500	5.586.112	692.294	10113002-9
		Hasta: Río San Pedro aguas arriba confluencia río Quinchilca	5.586.045	691.925			
Río Calle Calle	**RCC1**	De: Río San Pedro aguas arriba confluencia río Quinchilca	5.586.045	691.925	5.592.119	675.706	10122004-4
		Hasta: Río Calle Calle antes de Balsa San Javier	5.592.245	674.754			
Río Calle Calle	**RCC2**	De: Río Calle Calle antes Balsa San Javier	5.592.245	674.754	5.592.106	657.641	10123007-4
		Hasta: Río Calle Calle en Cuesta Soto	5.593.991	656.144			
Río Calle Calle	**RCC3**	De: Río Calle Calle en Cuesta Soto	5.593.991	656.144	5.590.989	651.623	10144003-6
		Hasta: Frente Club de Yates aguas arriba Confluencia Río Cruces y Río Valdivia	5.590.480	649.650			



Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

NSCA Cuenca del Río Valdivia

División de Recursos Naturales y Biodiversidad

Leyenda
Áreas de Vigilancia
Estaciones Monitoras Red de Control

Figura 3. Áreas de vigilancia, establecidas en las NSCA cuenca río Valdivia. En puntos rojos se marcan las coordenadas referenciales de las estaciones monitoras de cada una de las áreas de vigilancia.

Finalmente, se destaca que en el Programa de Medición y Control de la Calidad Ambiental del Agua (PMCCA)[21] pueden considerarse otras estaciones de monitoreo adicionales y

[21] PMCCA: programa sistemático de monitoreo destinado a caracterizar, medir, controlar y evaluar la variación de la calidad de las aguas en un periodo y en un área determinada, con la finalidad de verificar el cumplimiento de las NSCA.

complementarias a las señaladas en la Tabla 1, como parte de la Red de Observación[22], con la finalidad de generar información complementaria y necesaria para la comprensión del estado de calidad de los cuerpos de agua de esta cuenca y sus ecosistemas asociados, así como para apoyar futuros procesos de revisión de estas normas.

2.3 Definición de parámetros a normar

Para la definición de parámetros a normar, durante la elaboración del Anteproyecto se realizó un análisis del listado de parámetros monitoreados por la DGA en la cuenca del río Valdivia, así como también de la pertinencia de incorporar otros parámetros de relevancia ambiental, ya sea porque son parámetros básicos del estado del ecosistema (ej. pH, oxígeno disuelto y nutrientes), por su toxicidad (ej. metales y compuestos orgánicos halogenados adsorbibles (AOX)), y/o por ser parámetros característicos de presiones antrópicas (ej. sales como cloruros y sulfatos). Como resultado de este proceso, en el Anteproyecto se estableció una propuesta de norma que consideraba 21 parámetros a normar. Posteriormente, durante el proceso de elaboración del Proyecto Definitivo, y en el marco de los lineamientos establecidos en la Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en Aguas Continentales y Marinas (MMA, 2017), se realizó una reevaluación de los parámetros, considerando un análisis actualizado de la información disponible, lo cual derivó en el establecimiento de 14 parámetros a normar.

La información base de la cuenca que fue analizada durante la elaboración del Proyecto Definitivo, con la que se llegó a la propuesta de 14 parámetros, consistió en:

- Catastro de uso de suelo y vegetación[23] (Anexo 1).
- Catastro de información de fuentes emisoras puntuales de contaminantes a cuerpos de agua superficiales al año 2019[24], información que fue revisada por la Seremi del Medio Ambiente de la Región de Los Ríos con el apoyo de la oficina regional de la Superintendencia del Medio Ambiente (Anexo 2).

---

[22] Red de Observación: red integrada por estaciones de la red de monitoreo de calidad de las aguas que incluyen parámetros adicionales y complementarios a los establecidos en las NSCA, o por estaciones adicionales a dicha red, con la finalidad de generar información complementaria y necesaria para la comprensión del estado de calidad de los cuerpos de agua y sus ecosistemas asociados, así como para apoyar futuros procesos de revisión de las NSCA.

[23] Cobertura usos de suelo 1:50.000 (CONAF, 2014. Disponible para descarga en: http://www.ide.cl/index.php/flora-y-fauna/item/1513-catastros-de-uso-de-suelo-y-vegetacion) modificada por el MMA el 2019.

[24] Para efectos del diseño de estas normas, estas fuentes corresponden a aquellas que realizan descargas a cuerpos de agua superficiales dentro de las áreas de vigilancia normadas de la cuenca del río Valdivia, debiendo cumplir con lo dispuesto en el D.S. MINSEGPRES N° 90/2000.

- Catastro de las fuentes difusas de contaminantes, asociadas a unidades fiscalizables, según información disponible al año 2019 en el Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA) y el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)[25].
- Análisis temporal y espacial de los monitoreos sistemáticos de calidad del agua en la cuenca entre los años 1987 y 2019.

El análisis mantuvo el criterio del Anteproyecto de normar parámetros de relevancia ambiental (básicos, tóxicos y/o indicadores de presiones antrópicas), considerando la actualización del análisis de las presiones antrópicas que tienen el potencial de generar efectos en la calidad de las aguas de la cuenca (fuentes puntuales y difusas) y, además, se evaluó el traspaso, desde la Red de Control a la Red de Observación de estas normas, de aquellos parámetros con información de emisiones insuficiente y/o que requiriesen un mayor periodo de monitoreo para recabar datos suficientes para caracterizar de forma adecuada dicho parámetro en la cuenca del río Valdivia. En consecuencia, de los 21 parámetros incluidos en el Anteproyecto, se consideró pertinente que 7 de ellos se traspasaran a la Red de Observación.

A continuación, se mencionan cada uno de esos parámetros y las razones para que sean incluidos en la Red de Observación y no en la de Red de Control de estas normas:

- <u>Sodio</u>
  La presencia de sodio en aguas continentales puede deberse a factores de origen natural como de origen antrópico (emisiones de fuentes puntuales y difusas). El sodio es un elemento vital para la biota acuática, ya que cumple un importante rol a nivel celular. En la cuenca del río Valdivia las concentraciones de sodio medidas en las estaciones monitoras de áreas de vigilancia limnéticas corresponden a valores inferiores a 20 mg/L[26]. Si bien este es un parámetro que muestra variabilidad espacial y temporal en la cuenca del río Valdivia y que es emitido por industrias presentes en la cuenca, se requiere contar con una mayor distribución espacial de mediciones de este parámetro para poder determinar la fracción de sodio que es de origen antrópico. La escasa información de emisiones de este parámetro se debe principalmente a que el sodio no se encuentra regulado en la norma de emisión vigente que es aplicable para descargas a aguas superficiales (D.S. MINSEGPRES N° 90/2000). En consecuencia, este parámetro será monitoreado en la Red de Observación para continuar recabando antecedentes que permitan comprender de mejor manera su origen para posteriormente evaluar la pertinencia de su incorporación a la Red de Control. No obstante lo anterior, variaciones de este parámetro en conjunto con las de otras sales, se verán reflejadas en el parámetro

[25] Fuentes que producen aportes indirectos y/o poseen el potencial riesgo de producir aportes directos a las concentraciones ambientales de los cuerpos de aguas superficiales, ya sea porque se trata de descarga de efluentes que son infiltrados o utilizados para riego, o aguas contactadas. Estos aportes escurren superficial y/o subterráneamente hacia los cuerpos de agua superficiales de esta cuenca, afectando la calidad de sus aguas.

[26] Basado en el percentil 80 de los datos de las áreas de vigilancia limnéticas.

Conductividad Eléctrica, el cual se mantiene regulado en la Red de Control de estas normas.

- Cromo total

El cromo es un elemento que se puede encontrar en el agua como cromo (III) o cromo (VI), siendo un elemento tóxico a bajas concentraciones, principalmente en su forma hexavalente (Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, n.d.-b). En la cuenca del río Valdivia, 98% de los monitoreos realizados hasta el año 2019 han registrado concentraciones de cromo total menores al límite de detección de la técnica analítica (actualmente 0,6 µg/L). De manera referencial, se puede mencionar que este valor es inferior a los recomendados por la EPA y de aquellos considerados como tóxicos para la mayoría de las especies evaluadas por Australia y Nueva Zelanda, para las fracciones antes mencionadas (EPA, n.d.; Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality, n.d.-b).

Por lo tanto, debido a que los valores de cromo total medidos en la cuenca son bajos, sin una variabilidad detectable en el tiempo, y a que no se han identificado en la cuenca del río Valdivia fuentes puntuales y/o difusas de relevancia para este parámetro, el cromo total será monitoreado como parte de la Red de Observación, de forma de mantener información actualizada de este parámetro y así detectar cambios en su tendencia que pudiesen justificar su inclusión futura en la Red de Control.

- Metales disueltos: aluminio, cobre, hierro, manganeso y zinc

Si bien se reconoce la importancia de normar concentraciones de metales disueltos en cuerpos de agua, dada la importancia de esta fracción en cuanto a la biodisponibilidad y toxicidad para la biota acuática (Adams et al., 2020), en las áreas de vigilancia de la cuenca del río Valdivia se cuenta, a 2019, con solo 15 datos de metales disueltos, que sumado a la ecotoxicidad sitio-específica de estos parámetros, aporta incertidumbre en relación con la variabilidad natural de estos metales en el tiempo, lo que dificulta la definición de umbrales de norma.

Atendidas las razones expuestas, este parámetro se ha incluido en la Red de Observación, buscando reforzar el monitoreo y aumentar la cantidad de datos disponibles de estos parámetros para, en la revisión de estas NSCA, definir su eventual incorporación en la red de control.

Al respecto, es importante señalar que la medición de metales totales considera tanto la fracción particulada como la disuelta. En general, la fracción disuelta es la que se encuentra más biodisponible para las especies, pero fracciones particuladas también pueden disponibilizarse frente a cambios en las condiciones del medio (Adams et al., 2020), por lo que es recomendable mantener el monitoreo tanto de las fracciones totales como de las disueltas.

Por lo tanto, las fracciones totales de estos metales, que consideran en su medición tanto la fracción disuelta como la particulada, se mantienen en la Red de Control, y el monitoreo

directo de metales disueltos se incorporará como parte de la Red de Observación, de forma que una vez que se cuente con mayor cantidad de datos y sea posible conocer con mayor certeza la variabilidad de estas fracciones, se evalúe la pertinencia de su incorporación futura a la Red de Control.

En conclusión, para la elaboración del proyecto definitivo de las NSCA cuenca río Valdivia se proponen 14 parámetros a normar: pH, Oxígeno Disuelto (OD), Conductividad Eléctrica (CE), Sulfato (SO4-), Cloruro (Cl-), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5), Aluminio Total (Al_tot), Cobre Total (Cu_tot), Hierro Total (Fe_tot), Manganeso Total (Mn_tot), Zinc Total (Zn_tot), Nitrógeno de Nitrato (N-NO3), Fósforo de Ortofosfato (P-PO4) y Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX). La Tabla 2 presenta un listado de dichos parámetros y la justificación de su selección.

Tabla 2. Parámetros a normar y justificación de selección.

N°	Parámetro	Justificación de selección
1	pH	Es importante normar el pH no solo por su impacto directo sobre las especies, sino que también por su efecto sobre la toxicidad de otros parámetros. Khayatzadeh & Abbasi (2010) describen metales pesados que pueden formar compuestos, por ejemplo con carbonatos, sulfatos y materia orgánica. En general, estos compuestos presentan baja toxicidad para las especies acuáticas y una parte de estos precipita y se acumula en los sedimentos del fondo. Sin embargo, cuando baja el pH, por ejemplo, por lluvia ácida o por fuentes de contaminación que favorecen la actividad biológica anaeróbica, los metales pesados pueden resuspenderse en la columna de agua y afectar a la biota acuática por su gran toxicidad (MMA, 2017).
2	Oxígeno disuelto	El oxígeno disuelto es un parámetro fundamental en el agua, siendo esencial para el metabolismo de organismos acuáticos aeróbicos (CCME, 2007).
3	Conductividad Eléctrica	La conductividad eléctrica es un parámetro relacionado con las concentraciones de iones disueltos en el agua, tales como sodio, cloruros y sulfatos. La presencia de sales en aguas dulces, puede generar estrés salino, afectando la osmoregularización de las especies. Las sales en cuerpos de agua dulce pueden tener tanto un origen natural (geología) como antrópico (MMA, 2017).
4	Sulfato	La presencia de sales en aguas dulces, como aquellas compuestas por sulfatos y cloruros, puede generar estrés salino, afectando la osmoregularización de las especies. Las sales en cuerpos de agua dulce pueden tener tanto un origen natural (geología) como antrópico (MMA, 2017). Descargado principalmente a través de fuentes puntuales (celulosas/papeleras).
5	Cloruro	La presencia de sales en aguas dulces, como aquellas compuestas por sulfatos y cloruros, puede generar estrés salino, afectando la osmoregularización de las especies. Las sales en cuerpos de agua dulce pueden tener tanto un origen natural (geología) como antrópico (MMA, 2017).

		Descargado principalmente a través de fuentes puntuales (acuicultura, plantas de tratamiento de aguas servidas, celulosas/papeleras).
6	Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5)	La demanda biológica de oxígeno (DBO_5) es la cantidad de oxígeno necesaria para la oxidación bioquímica de la materia orgánica a dióxido de carbono en cinco días. La DBO_5 es un indicador de la concentración másica de compuestos orgánicos biodegradables. Con esta variable se mide la cantidad de oxígeno consumido por bacterias y otros microorganismos heterótrofos al degradar la carga orgánica en el agua en un periodo, frecuentemente, de 5 días. Es importante normar este parámetro, porque la degradación de materia orgánica puede producir una demanda de oxígeno en el agua, tal que la concentración de oxígeno puede disminuir por debajo de valores necesarios para la vida acuática, especialmente en el caso de vertebrados (crustáceos, peces, entre otros) (MMA, 2017). Se considera como un parámetro complementario a la medición de oxígeno disuelto. Asociado principalmente a la descarga de compuestos orgánicos biodegradables de fuentes puntuales (industrial en general, plantas de tratamiento de aguas servidas, celulosas/papeleras, agroindustria, acuicultura). Asociado al aporte de compuestos orgánicos biodegradables de fuentes difusas (aguas servidas crudas, ganadería, depósitos de basura).
7	Aluminio total	Sobre determinadas concentraciones, los metales pueden ser tóxicos para la biota acuática. La geología del país hace que en muchas zonas las aguas naturalmente presenten altas concentraciones de sales y metales. En varias cuencas, por ejemplo, en los ríos Valdivia y Biobío, se observan valores altos de aluminio y hierro, provocados por arrastres de material en la escorrentía superficial, especialmente con las primeras lluvias intensas de otoño o invierno. Sin embargo, siempre se debe revisar, si las prácticas antrópicas del entorno de la cuenca o del cuerpo de agua marina, pueden aumentar este efecto, por ejemplo, la minería o silvicultura (MMA, 2017). Parámetro que muestra variaciones espaciales en la cuenca. Descargado principalmente a través de fuentes puntuales (plantas de tratamiento de agua potable, sistemas de agua potable rurales, celulosas/papeleras). Aportado principalmente por fuentes difusas (explotación de áridos, transporte de sedimentos).
8	Cobre total	Sobre determinadas concentraciones, los metales pueden ser tóxicos para la biota acuática. La biodisponibilidad del cobre para los organismos acuáticos depende de la concentración total, de su estado de oxidación y de su combinación con otras moléculas. La toxicidad del cobre sobre tales organismos está principalmente asociada a su forma iónica (Cu2+). Existen varios estudios que sugieren la existencia de una relación directa entre la toxicidad del cobre y determinadas variables ambientales (folio 3278vta, DVD).

		Aportado principalmente por fuentes difusas (explotación de áridos, transporte de sedimentos, industria forestal).
9	Hierro total	Sobre determinadas concentraciones, los metales pueden ser tóxicos para la biota acuática. La geología del país hace que en muchas zonas las aguas naturalmente presenten altas concentraciones de sales y metales. En varias cuencas, por ejemplo, en los ríos Valdivia y Biobío, se observan valores altos de aluminio y hierro, provocados por arrastres de material en la escorrentía superficial, especialmente con las primeras lluvias intensas de otoño o invierno. Sin embargo, siempre se debe revisar, si las prácticas antrópicas del entorno de la cuenca o del cuerpo de agua marina, pueden aumentar este efecto, por ejemplo, la minería o silvicultura (MMA, 2017). Parámetro que muestra variaciones espaciales en la cuenca. Descargado principalmente a través de fuentes puntuales (plantas de tratamiento de agua potable, sistemas de agua potable rurales, celulosas/papeleras). Aportado principalmente por fuentes difusas (explotación de áridos, transporte de sedimentos).
10	Manganeso total	Sobre determinadas concentraciones, los metales pueden ser tóxicos para la biota acuática. El manganeso es un metal que puede bioacumularse en peces y afectar su crecimiento (MMA, 2017). Aportado principalmente por fuentes difusas (explotación de áridos, transporte de sedimentos).
11	Zinc total	Sobre determinadas concentraciones, los metales pueden ser tóxicos para la biota acuática. El zinc es un metal que puede bioacumularse en peces y macroinvertebrados (MMA, 2017). Aportado principalmente por fuentes difusas (explotación de áridos, transporte de sedimentos).
12	Nitrógeno de nitrato	Parámetro asociado al estado trófico de los ecosistemas acuáticos. Esta forma química de nitrógeno es muy soluble, por eso está fácilmente disponible y aumenta los niveles de trofía de los ecosistemas (MMA, 2017). El contenido de nutrientes en los cursos de agua depende, en gran medida, del aporte de éstos por el escurrimiento de aguas desde la superficie que drena hacia cada una de las áreas de vigilancia, así como también de las numerosas viviendas que no cuentan con cobertura de alcantarillado, teniendo soluciones particulares de aguas servidas. Descargado principalmente a través de fuentes puntuales (plantas de tratamiento de aguas servidas, acuicultura, agroindustria). Aportado principalmente a través de fuentes difusas (aguas servidas crudas, agricultura, ganadería, depósitos de basura).

13	Fósforo de ortofosfato	Parámetro asociado al estado trófico de los ecosistemas acuáticos. El Ortofosfato es el fósforo inorgánico, incluyendo los fosfatos condensados. Existe biota que se alimenta de esta forma química de fósforo, pero también hay especies que utilizan el fósforo orgánico disuelto (< 0,45 µm) o particulado (>0,45 µm) (MMA, 2017). En ríos, el fósforo total (disuelto + particulado y orgánico + inorgánico) es normalmente el parámetro limitante del estado trófico del ecosistema (MMA, 2017). El contenido de nutrientes en los cursos de agua depende, en gran medida, del aporte de éstos por el escurrimiento de aguas desde la superficie que drena hacia cada una de las áreas de vigilancia, así como también de las numerosas viviendas que no cuentan con cobertura de alcantarillado, teniendo soluciones particulares de aguas servidas. Sin embargo, también es relevante considerar que en la geología del territorio chileno existen tipos de rocas que pueden aportar fósforo a los recursos hídricos y explicar algunos incrementos locales o estacionales de fósforo total y sus fracciones (MMA, 2017). Descargado principalmente a través de fuentes puntuales (plantas de tratamiento de aguas servidas, acuicultura, agroindustria). Aportado principalmente a través de fuentes difusas (aguas servidas crudas, agricultura, ganadería).
14	Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX)	Los compuestos orgánicos halogenados adsorbibles (AOX) corresponden a la suma de todos compuestos orgánicos de halógenos (Cloro, Bromo, Yodo y Flúor) adsorbibles. Especialmente los grupos de organoclorados y de organobromados contienen compuestos muy tóxicos para la vida acuática y para las personas. Los compuestos organoclorados son altamente persistentes (Hellawell, 1989), ya que su hidrofobicidad permite su concentración en el ambiente, en compartimentos como los sedimentos y tejidos grasos (proceso de bioacumulación). Además, por ser de difícil biodegradación son concentrados a lo largo de la cadena trófica (proceso de biomagnificación), observándose este fenómeno hasta en aves y mamíferos marinos que se alimentan de especies acuáticas (MMA, 2017). La toxicidad depende de su composición, en la industria del papel se generan AOX persistentes de elevada toxicidad, que generan efectos tóxicos que varían desde carcinogenicidad y mutagenicidad a toxicidad aguda (Singh & Chandra, 2019). Parámetro con variaciones significativas en el tiempo y espacio. Descargado principalmente a través de fuentes puntuales (celulosas/papeleras, plantas de tratamiento de aguas servidas, plantas de tratamiento de agua potable).

2.4 Definición de Tabla de Clases de Calidad

Las tablas de clases de calidad son una herramienta para evaluar el estado de los ecosistemas acuáticos en relación con la calidad fisicoquímica del agua de la cuenca. Las tablas se construyen con 5 clases de calidad, cada una de las cuales corresponde a un rango de concentración. El valor señalado en cada clase representa el valor máximo de su rango, por lo que su valor mínimo viene

dado por el valor señalado en la clase anterior. Estos rangos se fijan en base a la mayor cantidad de información biológica, ecotoxicológica, estadística y otros antecedentes relacionados con el estado de los ecosistemas acuáticos que se encuentre disponible (MMA, 2017).

La Tabla de Clases de Calidad de la cuenca del río Valdivia para la elaboración del Proyecto Definitivo (Tabla 4) presenta la clasificación de los valores de concentraciones ambientales para los distintos parámetros normados. Estas clases son definidas en virtud de alguno de los criterios establecidos en la Tabla 3, los cuales en su mayoría se relacionan con la variabilidad de los datos disponibles de calidad de aguas en la cuenca. Al respecto hay dos excepciones:

- El establecimiento de un rango único de pH para la Clase 1 a la Clase 4, fue definido en función del análisis de los datos de pH observados en la cuenca del río Valdivia. Adicionalmente, se utilizó como referencia lo recomendado por la Directiva 2006/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo[27], relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces, y de manera referencial el rango establecido en las normas de calidad primaria para la protección de aguas continentales superficiales y estuarinas aptas para actividades de recreación con contacto directo (D.S. MINSEGPRES N° 143 y N° 144, del año 2009). Es importante señalar, que el rango definido corresponde a valores característicos de esta cuenca.
- La definición de la Clase 4 para Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5) se realizó utilizando referencias internacionales, en particular el valor de 10 mg/L recomendado por la normativa de Protección Ambiental de South Australia (calidad del agua) del 2003 (Versión 2009)[28]. Lo anterior, considerando la cantidad de datos reportados para este parámetro en todas las áreas de vigilancia (15 datos al 2019) y, a que es esperable que el estuario (en particular el humedal Río Cruces, por las características propias de este ecosistema palustre) presente mayores valores de este parámetro que el resto de la cuenca.

Adicionalmente, es relevante señalar que para Conductividad Eléctrica y los iones Sulfato y Cloruro, el cálculo de percentiles para determinar todas las clases de calidad se realizó solo con los datos disponibles de las estaciones ubicadas en áreas de vigilancia con características limnéticas (RCR1, RCR2, RCR3, RCR4, RSP y RCC1), ya que para aquellas áreas de vigilancia que se encuentran ubicadas en el estuario estos parámetros presentan una alta variabilidad natural, que responde directamente a la intrusión salina y por tanto en dichas áreas de vigilancia no son parámetros normados. Además, para la determinación de la Clase 1 y la Clase 2 no se utilizó como referencia los datos del área de vigilancia RSP, ya que las aguas que drenan por esta área tienen como origen el desagüe del lago Riñihue, cuya calidad se encuentra influenciada por las características hidrodinámicas propias de un sistema lacustre, por lo que en la elaboración del Proyecto Definitivo se optó por no considerarla como una condición referencial para el resto de

[27] Disponible en: https://www.boe.es/doue/2006/264/L00020-00031.pdf

[28] Disponible en: https://esdat.net/Environmental%20Standards/Australia/SA/Environmental%20Protection%20Water%20Quality%202003.pdf).

la cuenca. Por ejemplo, para el parámetro Manganeso Total el percentil 50 de esta área de vigilancia es 0,0025 mg/L, en cambio aguas abajo es 0,01 mg/L, lo que demuestra la influencia de estos ecosistemas lénticos en la hidroquímica de las aguas de los cauces efluentes de estos sistemas.

Los datos físico-químicos usados para la determinación de los percentiles que definen las clases de calidad provienen de la base de datos DGA 1987-2019[29] de las estaciones de monitoreo definidas para cada área de vigilancia que se establecerá en el Proyecto Definitivo (Tabla 1), complementados con datos de otras estaciones monitoras de la DGA que cuentan con información de calidad de aguas en la cuenca, ya que 7 de las 10 estaciones monitoras a utilizarse para la Red de Control de estas normas comenzaron a operar a partir del año 2016, motivo por el cual ha sido necesario complementar dicha información para analizar la variabilidad de la calidad de las aguas.

Adicionalmente, dado que la base de datos de la DGA no cuenta con datos de calidad de aguas para el parámetro AOX, se complementó la base de datos con los resultados de los monitoreos de este parámetro realizados por Celulosa Arauco y Constitución S.A. – Planta Valdivia (en adelante "CELCO") en el periodo 1994-2019, que son reportados por medio de sus informes de seguimiento ambiental a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) [30], y con los resultados del monitoreo realizado por la Universidad Austral de Chile (UACh), en el marco del "Programa de Monitoreo Ambiental del Humedal Río Cruces y sus Tributarios"[31]. En Resumen, la base de datos consolidada corresponde a la base de datos DGA 1987-2019 de las estaciones de monitoreo definidas en la Tabla 1, complementada de la siguiente forma:

- Datos de la estación monitora del área de vigilancia RCC1 (código BNA 10122004-4, vigente desde junio de 2016) se complementó con base de datos 1987-2015 de la estación DGA código BNA 10122001-K. Es importante señalar que, ambas estaciones se encuentran distanciadas por menos de 500 m.
- Datos de la estación monitora del área de vigilancia RCR2 (código BNA 10134006-6, vigente desde junio de 2016) se complementó con base de datos 1987-2003 de la estación DGA código BNA 10134001-5, separadas por aproximadamente 1,5 km, ya que los datos de dicha estación son previos al inicio de operación de la planta de CELCO Valdivia y no hay intervenciones de relevancia entre ambas estaciones. Adicionalmente, para el periodo noviembre 2005 - junio 2016, se complementa con los datos de la estación DGA código

[29] La actualización de la información de monitoreos fisicoquímicos se fundamenta en disponer de la mejor información disponible para la toma de decisiones, así como también responde a reiteradas observaciones realizadas en el proceso de Consulta Ciudadana, las cuales solicitan utilizar para el diseño normativo información más actualizada.

[30] Informes disponibles en: https://snifa.sma.gob.cl/UnidadFiscalizable/Ficha/2564.

[31] Informe disponible en: https://www.cehum.org/monitoreo/

BNA 10134004-K (vigente desde noviembre de 2005), ya que la estación DGA código BNA 10134001-5 se encuentra en zona de dilución.

- Datos del área de vigilancia RCR4 se complementaron con datos de calidad de aguas de la base de datos 1995-2003 y 2014-2018 de la estación de CELCO Planta Valdivia denominada "E3" (entrada del humedal) y con los datos de la estación "San Luis" monitoreados por la UACh. Cabe destacar que, los datos disponibles para el periodo 2004 – junio 2016 no fueron considerados, ya que el estándar de operación de CELCO en dicho periodo difería del actual. Actualmente se realiza el tratamiento del efluente con policloruro de aluminio y polímero cumpliendo la calidad del efluente comprometida en la Resolución Exenta N°70, de 2008, de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Los Ríos, que calificó favorablemente el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Incorporación de un sistema de filtración por membranas al tratamiento de efluentes y otras mejoras ambientales en la Planta Valdivia".
- Datos de las áreas de vigilancia RCC3 y SNCA se complementaron con datos de AOX de las estaciones monitoreadas por la UACh "Río Calle Calle" y "Punucapa", respectivamente.

La Tabla 3 presenta los criterios utilizados para la definición de las clases de calidad para la elaboración del Proyecto Definitivo las NSCA cuenca del río Valdivia.

Tabla 3. Definición clases de calidad y criterios de definición de cada una de ellas por parámetro[32].

Clase 1: Excelente	Concentraciones ambientales de referencia para la cuenca. Criterios de definición por parámetro: 1) Percentil 50 de la distribución de todos los datos de calidad fisicoquímica del agua del área de vigilancia de referencia (aquella con mejor valor de percentil 50 para el respectivo parámetro).
Clase 2: Óptima	Concentraciones ambientales consideradas como óptimas para la conservación y preservación de los ecosistemas acuáticos. Criterios de definición por parámetro: 1) Percentil 95 de la distribución de todos los datos de calidad fisicoquímica del agua del área de vigilancia con menor valor de percentil 95 para el respectivo parámetro.

[32] **Percentil:** Corresponde al valor en la posición "k" de la serie de valores medidos y ordenados de forma creciente para cada área de vigilancia y parámetro ($X1 \leq X2 ... \leq Xk ... \leq Xn-1 \leq Xn$). La posición "k" se calcula por medio de la siguiente fórmula: $k = q*n$, donde "q" corresponde al valor del percentil deseado, tal que una proporción de los datos se encuentren bajo de la fracción "q", y "n" corresponde al número de valores efectivamente medidos durante el periodo analizado. Si el valor "k" no corresponde a un número entero, éste deberá ser aproximado al número entero más próximo.

	2) Percentil 5 de la distribución de todos los datos de calidad fisicoquímica del agua del área de vigilancia con mayor valor de percentil 5 para el respectivo parámetro. Exclusivo para oxígeno disuelto.
Clase 3: Aceptable	Concentraciones ambientales medianamente aceptables que representan un ecosistema con perturbación antrópica. Criterios de definición por parámetro: 1) Valor de la media de las concentraciones definidas en la Clase 2 y la Clase 4. 2) Percentil 50 de la distribución de todos los datos de calidad fisicoquímica del agua del área de vigilancia con mayor valor de percentil 50. Exclusivo para Fósforo de Ortofosfato y Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX), donde los valores obtenidos con el criterio anterior son elevados para ser considerados como aceptable para la cuenca del río Valdivia.
Clase 4: Mala	Concentraciones ambientales que pueden producir riesgo de daños en la estructura y funciones del ecosistema o en algunas especies en particular. Criterios de definición por parámetro: 1) Percentil 95 de la distribución de todos los datos de calidad fisicoquímica del agua del área de vigilancia con mayor valor de percentil 95. Para el caso específico del Hierro Total, se utiliza el segundo mayor valor, ya que el primer valor es muy elevado y debe ser clasificado como Clase 5. 2) Percentil 5 de la distribución de todos los datos de calidad fisicoquímica del agua del área de vigilancia con menor valor de percentil 5. Exclusivo para oxígeno disuelto. 3) Valor internacionalmente recomendado como máximo para la protección de biota acuática. Específico para Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5).
Clase 5: Muy Mala	Concentraciones ambientales inaceptables. Criterios de definición por parámetro: 1) Valores superiores al valor establecido como clase 4. 2) Valores menores al valor establecido como clase 4. Exclusivo para oxígeno disuelto.

La Tabla 4 presenta la Tabla de Clases de Calidad para la elaboración del Proyecto Definitivo, en concordancia con los criterios y consideraciones anteriormente expuestos.

Tabla 4. Tabla de Clases de Calidad de la cuenca del río Valdivia por parámetros, señalando entre paréntesis el criterio de utilizado, definidos en Tabla 3.

Parámetro	Unidad	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5

pH	-	6,0 - 9,0				< 6,0 ó > 9,0 (1 y 2)
OD	mg/L	10 (1)	8 (2)	7 (1)	6 (2)	< 6 (2)
CE	uS/cm	33 (1)	60 (1)	110 (1)	159 (1)	> 159 (1)
SO4-	mg/L	1 (1)	4 (1)	18 (1)	32 (1)	> 32 (1)
Cl-	mg/L	2 (1)	5 (1)	11 (1)	17 (1)	> 17 (1)
DBO5	mg/L	< 2 (1)	2 (1)	6 (1)	10 (3)	> 10 (1)
Al_tot	mg/L	0,025 (1)	0,072 (1)	0,73 (1)	1,38 (1)	> 1,38 (1)
Cu_tot	mg/L	0,0005 (1)	0,0014 (1)	0,011 (1)	0,021 (1)	> 0,021 (1)
Fe_tot	mg/L	0,09 (1)	0,16 (1)	0,8 (1)	1,46 (1)	> 1,46 (1)
Mn_tot	mg/L	0,0044 (1)	0,0059 (1)	0,05 (1)	0,096 (1)	> 0,096 (1)
Zn_tot	mg/L	0,005 (1)	0,008 (1)	0,02 (1)	0,034 (1)	> 0,034 (1)
N-NO3	mg/L	0,043 (1)	0,13 (1)	0,31 (1)	0,48 (1)	> 0,48 (1)
P-PO4	mg/L	0,003 (1)	0,007 (1)	0,01 (2)	1 (1)	> 1 (1)
AOX	mg/L	0,005 (1)	0,006 (1)	0,02 (2)	0,056 (1)	> 0,056 (1)

Finalmente, las diferencias entre las tablas de clases de calidad del Anteproyecto y la Tabla 4, y consecuentemente en los valores norma, se explican principalmente por la actualización de la información de calidad del agua que fue analizada.

Destaca la incorporación, desde el año 2016, de nuevas estaciones de monitoreo de calidad de agua de la DGA que abarcan todas las áreas de vigilancia propuestas en estas normas, y el monitoreo de todos los parámetros propuestos en el Anteproyecto, lo cual permitió recopilar y posteriormente analizar información de calidad del agua sitio-específica para cada área de vigilancia y parámetro propuesto.

Lo anterior, junto con la incorporación en el diseño normativo de los lineamientos establecidos en la Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en Aguas Continentales y Marinas (MMA, 2017), el análisis de las observaciones recibidas durante el proceso de participación ciudadana[33], y la incorporación de los acuerdos alcanzados durante el

[33] Esto incluye el análisis actualizado de la información disponible de calidad de aguas de la cuenca (al 2019), la consecuente selección de parámetros a normar y, sus niveles de calidad ambiental por área de vigilancia, considerando la factibilidad técnica y económica de su cumplimiento en el diseño normativo.

Proceso de Consulta Indígena, que derivarán en el perfeccionamiento y robustecimiento de estas normas.

Por lo tanto, el diseño del Proyecto Definitivo busca abordar las brechas de información de calidad de calidad del agua identificadas en los procesos de consulta del Anteproyecto, logrando diseñar un instrumento regulatorio que considere una mayor cobertura espacial y temporal en el análisis de la mejor información disponible.

2.5 Definición de los criterios de cumplimiento

El cumplimiento de las NSCA se evalúa, en la mayoría de los casos, a través de un análisis estadístico prestablecido en el cuerpo del Decreto Supremo que las aprueban (MMA 2017). Sin perjuicio de lo anterior, pueden considerarse criterios de cumplimiento adicionales, tales como la excedencia del valor umbral establecido en las NSCA en un cierto número de monitoreos consecutivos y/o en un tiempo predefinido.

El cumplimiento de las NSCA cuenca río Valdivia deberá verificarse anualmente, de acuerdo al Programa de Medición y Control de la Calidad Ambiental (PMCCA), el cual deberá dictarse en un plazo máximo de seis meses desde la publicación del Decreto Supremo que apruebe estas normas.

En cuanto a los criterios de cumplimiento, el Proyecto Definitivo considerará doce (12) monitoreos al año, con representatividad mensual, estableciendo que se consideran sobrepasadas las normas ante una o más de las siguientes circunstancias:

1) Cuando el percentil 85 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas para un parámetro, considerando un período de dos años calendarios consecutivos, supere los valores establecidos en las normas.
2) Para el control del oxígeno disuelto, cuando el percentil 20 de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas, considerando un período de dos años calendarios consecutivos, sea menor a los valores establecidos en las normas.
3) En el caso del control de pH, cuando el percentil 20 y/o el percentil 85, de los valores de las concentraciones de las muestras analizadas, considerando un período de dos años calendarios consecutivos, se encuentre fuera del rango establecido en las normas.
4) Si en un año de monitoreo, uno o más parámetros superan al menos en tres (3) oportunidades los límites establecidos en las normas.

El aumento de la frecuencia de monitoreo en relación con el Anteproyecto se justifica en el acta de acuerdos del PCI, de fecha 27 de agosto de 2021 y en las observaciones recibidas en el proceso de consulta pública de estas normas[34]. Por lo tanto, para la evaluación de cumplimiento de las NSCA cuenca río Valdivia se contará con 24 datos de cada parámetro por área de vigilancia (2

[34] Observaciones ID 14 y 18 (detalladas en el archivo adjunto al Folio 4570 del expediente público de las NSCA cuenca río Valdivia).

años con 12 monitoreos cada uno), lo que conlleva que el percentil 85 y el percentil 20 correspondan a los datos en la posición 20 y la posición 5, respectivamente (en ambos casos se excluyen 4 datos en la comparación con los niveles de calidad ambiental de estas normas).

Adicionalmente, al aumentar la frecuencia de monitoreo se considera oportuno que se consideren sobrepasadas las NSCA si uno o más parámetros superan al menos en 3 oportunidades los límites establecidos en un año de monitoreo (cuarto criterio), es decir en un 25% de los meses de un año.

2.6 Análisis del estado actual de la cuenca

El análisis del estado actual de la cuenca es un ejercicio que se hace para evaluar, utilizando los criterios de cumplimiento establecidos (percentil 85/20 de los dos últimos años), en qué clase de calidad se encuentra cada parámetro normado en cada área de vigilancia. Además, permite predecir el comportamiento que tendría la implementación de la normativa bajo el supuesto que los patrones medidos y observados se repitiesen en el futuro.

La Tabla 5 presenta el análisis del estado actual de la cuenca del río Valdivia, el cual se realiza en base a los criterios de cumplimiento establecidos en la sección 2.5 (percentil 85 y/o 20), durante el periodo 2018-2019.

Tabla 5. Estado actual de la cuenca del río Valdivia (periodo 2018-2019).

Parámetro	RCR1	RCR2	RCR3	RCR4	SNCA	RV	RSP	RCC1	RCC2	RCC3
pH	6,52 - 6,98	6,6 - 7,24	6,38 - 7,09	6,14 - 6,87	6,45 - 7,28	6,69 - 7,2	6,81 - 7,3	6,8 - 7,53	6,71 - 7,04	6,75 - 7,36
OD	9,17	9,48	8,6	6,03	8,34	7,52	9,12	8,54	7,7	8,21
CE	38	109	136	129	-	-	46	47	-	-
SO4-	5,8	14,6	14,6	13	-	-	4,9	4,9	-	-
Cl-	2	11,2	15,4	13	-	-	2,3	2	-	-
DBO5	2	2	2	2	4	3	2	2	2	2
Al_tot	0,077	0,139	0,141	0,077	0,103	0,063	0,045	0,046	0,033	0,039
Cu_tot	0,0008	0,0014	0,0017	0,0016	0,0011	0,001	0,0007	0,0009	0,0013	0,0007
Fe_tot	0,65	0,39	0,45	0,34	0,48	0,28	0,07	0,46	0,13	0,14
Mn_tot	0,0264	0,0265	0,0235	0,0242	0,0307	0,0162	0,0043	0,0049	0,0067	0,0059
Zn_tot	0,005	0,005	0,013	0,006	0,009	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
N-NO3	0,108	0,151	0,148	0,13	0,169	0,088	0,065	0,076	0,053	0,081
P-PO4	0,011	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,007	0,008	0,009	0,007
AOX	-	-	-	0,042	0,016	-	-	-	-	-

2.7 Determinación de valores umbrales de las normas

La determinación de los valores umbrales para el Proyecto Definitivo, para cada parámetro y área de vigilancia, se realiza teniendo en consideración el objetivo de las NSCA cuenca río Valdivia, la Tabla de Clases de Calidad (Tabla 4), la calidad actual de la cuenca (Tabla 5) y el aumento de la frecuencia de monitoreo desde un monitoreo estacional a un monitoreo mensual.

Para determinar los valores norma, y de acuerdo con los lineamientos establecidos en la Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en Aguas Continentales y Marinas (MMA, 2017), se utiliza como valor umbral de norma aquel que representa el límite superior de cada clase, ya que éste corresponde a un valor característico que proviene del análisis de los datos de calidad de agua de la cuenca realizado. En general, las clases 2 y 4 representan concentraciones observadas en áreas de vigilancia de la cuenca en un 5% de los datos analizados, mientras que la clase 3 representa una condición intermedia. Al respecto, es esperable que las áreas de vigilancia con menores valores de determinados parámetros, y que no han experimentado tendencias al alza de acuerdo a los datos disponibles, presenten una calidad actual en las clases 1 o 2, y por el contrario, que aquellas áreas de vigilancia con mayores valores se encuentren en una clase de calidad 4 o 5. En términos generales, estas normas establecerán que aquellos parámetros que en determinadas áreas de vigilancia tienen una calidad actual en Clase 4 o Clase 5 deben ser recuperados al valor de la Clase 3 (concentraciones ambientales aceptables), mientras que el resto de los parámetros y áreas de vigilancia deben mantener su calidad ambiental en valores inferiores al límite de la Clase 3. Al respecto, hay dos excepciones, Oxígeno Disuelto y Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5) en las áreas de vigilancia RCR4 y SNCA, respectivamente.

Para el caso del parámetro Oxígeno Disuelto, en las áreas de vigilancia limnéticas (RCR1, RCR2, RCR3, RSP y RCC1), se establecerá como umbral la misma clase de calidad que la calidad actual, siendo para todas ellas una Clase 2 (óptima), a excepción del área de vigilancia RCR4 donde las mediciones de Oxígeno Disuelto sugieren que valores de 6 mg/L son comunes para esta área en particular. Al respecto, es importante reiterar que valores superiores a 6 mg/L (Clase 4) son recomendados internacionalmente para la protección de biota acuática[35]. Para el caso de las áreas de vigilancia estuarinas (RCC2, RCC3, RV y SNCA), se establecerá como límite el valor de 7 mg/L (Clase 3), ya que a pesar de que los valores de calidad actual de algunas de estas áreas corresponden a Clase 2, los datos disponibles muestran que valores de 7 mg/L están dentro de la variabilidad temporal de estas áreas, en particular para un parámetro con fluctuaciones naturales diarias como el oxígeno disuelto.

Los límites de DBO_5 que se definirán para todas las áreas de vigilancia de las NSCA cuenca río Valdivia tienen por objetivo mantener la calidad actual de la cuenca. Dado que se cuenta con 15 datos de monitoreo de este parámetro en cada área de vigilancia, se considera oportuno en general normar este parámetro en un valor de Clase 3 (6 mg/L), ya que existe escasa información

[35] Normativa de Protección Ambiental de South Australia (calidad del agua) del 2003 (Versión 2009) (disponible en: https://esdat.net/Environmental%20Standards/Australia/SA/Environmental%20Protection%20Water%20Quality%202003.pdf).

de la variabilidad temporal del mismo. La excepción a lo anterior, corresponde al área de vigilancia SNCA, donde se establecerá el valor de la Clase 4 (10 mg/L) como valor norma, tomando en consideración que en el santuario se han monitoreado valores de 8 mg/L y técnicamente resulta razonable que en el humedal los valores de este parámetro sean superiores que en el resto de la cuenca.

Para el parámetro Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX), se ha definido el valor de 0,01 mg/L como valor de Clase 2, dados los límites de detección de las técnicas analíticas disponibles para la medición de dicho parámetro. Consecuentemente, este será el valor normativo definido para el área de vigilancia SNCA, por la relevancia de proteger a las especies del Humedal río Cruces de estos compuestos de elevada toxicidad. Cabe señalar que, por los criterios utilizados, se normará este parámetro donde existen datos suficientes para analizar las variaciones temporales del mismo, es decir, en las áreas de vigilancia RCR4 y SNCA.

Finalmente, se señala que actualmente la DGA realiza 4 monitoreos de calidad del agua en cada estación monitora de las áreas de vigilancia establecidas. En el proyecto definitivo, éstas aumentarán a 12 campañas de monitoreo con representatividad mensual. En consecuencia, los valores norma serán definidos considerando que podrían existir variaciones, en comparación a las condiciones observadas a la fecha, en la estimación de los estadígrafos utilizados para la evaluación del cumplimiento de estas normas. Lo anterior, debido a potenciales situaciones recurrentes con efectos temporales en la calidad de las aguas en meses que no han sido monitoreados frecuentemente por la DGA en esta cuenca. Por lo tanto, los parámetros cloruros, aluminio, cobre, hierro, manganeso, zinc y fósforo de ortofosfato serán normados en Clase 3 (aceptable). En particular, esto se aplica para los parámetros cuyas concentraciones establecidas como Clase 3 fueron consideradas adecuadas para mantener las condiciones de la cuenca.

La Tabla 6 presenta los niveles de calidad ambiental por área de vigilancia para los 14 parámetros a normar en el Proyecto Definitivo.

Tabla 6. Niveles de calidad ambiental por área de vigilancia de las NSCA cuenca río Valdivia.

N°	Elemento o compuesto	Unidad	RCR1	RCR2	RCR3	RCR4	SNCA	RV	RSP	RCC1	RCC2	RCC3
1	pH	-	6,0-8,5	6,0-8,5	6,0-8,5	6,0-8,5	6,0-8,5	6,0-8,5	6,0-8,5	6,0-8,5	6,0-8,5	6,0-8,5
2	Oxígeno disuelto	mg/L	> 8	> 8	> 8	> 6	> 8	> 7	> 8	> 8	> 7	> 7
3	Conductividad Eléctrica	uS/cm	60	110	110	110	-	-	60	60	-	-
4	Sulfato	mg/L	18	18	18	18	-		18	18	-	-
5	Cloruro	mg/L	11	11	11	11	-	-	11	11	-	-
6	Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	6	6	6	6	10	6	6	6	6	6
7	Aluminio (total)	mg/L	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
8	Cobre (total)	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
9	Hierro (total)	mg/L	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
10	Manganeso (total)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
11	Zinc (total)	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
12	Nitrógeno de nitrato	mg/L	0,13	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,13	0,13	0,13	0,13
13	Fósforo de ortofosfato	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
14	Comp. Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX)	mg/L	-	-	-	0,02	0,01	-	-	-	-	-

De acuerdo con el estado actual de la cuenca (sección 2.6) y los valores umbrales establecidos en la Tabla 6, los parámetros y áreas de vigilancia que serán recuperados mediante un potencial plan de descontaminación corresponden a los presentados en la Tabla 8.

Tabla 8: Parámetros y Áreas de Vigilancia a ser recuperados.

Parámetro	**Área de Vigilancia**
Conductividad Eléctrica	RCR3 y RCR4
Cloruro	RCR2, RCR3 y RCR4
Fósforo de Ortofosfato	RCR1
Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX)	RCR4 y SNCA

La Tabla 9 presenta un resumen de la propuesta normativa, indicado el número total de combinaciones de parámetros y áreas de vigilancias a normar e información relativa a las excedencias, considerando la información contenida en la Tabla 6 y el estado actual de cuenca (Tabla 5).

Tabla 9: Descriptores de la propuesta normativa

N° total de normas	130
N° total de eventuales saturaciones	8
Parámetros con eventuales saturaciones	Conductividad Eléctrica Cloruro Fósforo de Ortofosfato Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX)
% de saturación	6,2%

3. Referencias

Adams, W., Blust, R., Dwyer, R., Mount, D., Nordheim, E., Rodriguez, P. H., & Spry, D. (2020). Bioavailability assessment of metals in freshwater environments: A historical review. *Environmental Toxicology and Chemistry*, *39*(1), 48-59.

Arratia, G. (1987). Description of the primitive family Diplomystidae (Suliformes, Teleostei, Pises): Morphology, taxonomy and phylogenetic implications. *Bonner Zoologische Monographien*, *24*: 1-120.

Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality. (n.d.-a). Toxicant default guideline values for aquatic ecosystems – technical briefs. Recuperado el día 21 de septiembre 2020 de https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/water-quality-toxicants/toxicants.

Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality. (n.d.-b). Chromium in freshwater and marine water. Recuperado el día 21 de septiembre 2020 de https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/water-quality-toxicants/toxicants/chromium-2000.

Australian & New Zealand Guidelines for Fresh & Marine Water Quality. (n.d.-c). Zinc in freshwater and marine water. Recuperado el día 21 de septiembre 2020 de https://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/guideline-values/default/water-quality-toxicants/toxicants/zinc-2000.

Cade-Idepe. (2004). Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según objetivos de Calidad, desarrollado por Cade-Idepe, Consultores en ingeniería.

CCME, 2007. Canadian Council of Ministers of the Environment, 2007 Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life.

CEA. (2003). Guía de los Humedales del Río Cruces. Ediciones CEA. 140 pp.

Dodds, W. K., Jones, J. R., & Welch, E. B. (1998). Suggested classification of stream trophic state: distributions of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen, and phosphorus. *Water Research*, *32*(5), 1455-1462.

EPA. (n.d.). National Recommended Water Quality Criteria – Aquatic Life Criteria Table. U.S. Environmental Protection Agency. Recuperado el día 21 de septiembre 2020 de https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table.

Habit, E., Victoriano, P. (2012). Composición, origen y valor de conservación de la Ictiofauna del Río San Pedro (Cuenca del Río Valdivia, Chile). *Gayana (Concepción), 76*(Supl. 1).

Hellawell, J. M. (1989). Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. *Elsevier Applied Science*, 45-77.

Khayatzadeh, J., & Abbasi, E. (2010, April). The effects of heavy metals on aquatic animals. In *The 1st International Applied Geological Congress, Department of Geology, Islamic Azad University–Mashad Branch, Iran, Vol. 1*, 26-28).

Ministerio del Medio Ambiente. (2017). Guía para la Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental en Aguas Continentales y Marinas. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.

Nürnberg, G. K. (1996). Trophic state of clear and colored, soft-and hardwater lakes with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and fish. *Lake and Reservoir Management*, *12*(4), 432-447.

Oporto, J. (2006). Prospección del Huillín (Lontra provocax) en la zona media del río Cruces, Provincia de Valdivia. Corporación Terra Australis. 31 pp.

Oporto, J. (2009). Monitoreo del Huillín (Lontra provocax) y su hábitat en la zona de influencia de la planta Valdivia de Celulosa Arauco y Constitución, Región de los Ríos. 70 pp.

Pino, M. Structural Estuaries. (1995). In G. PERILLO (Ed.) Geomorphology and Sedimentology of Estuaries. *Elsevier*, 227-239.

Pino, M., Perillo, G.M. &. Santamarina, P. 1994. Residual fluxes in a cross section in the Valdivia river estuary, Chile*. Estuary, Coastal and Shelf Sciences, 38*, 491-505.

Praus S., Palma M., Domínguez R. (2011). La Situación Jurídica de las Actuales Áreas Protegidas de Chile. Creación de un sistema nacional integral de áreas protegidas para Chile. Proyecto GEF-PNUD-MMA. Santiago. 478 pp.

Riva, M. C., López Ribas, D. (1996). AOX y medio ambiente. *Boletín Intexter (U.P.C), N° 109,* 59-67*.*

Singh, A. K., & Chandra, R. (2019). Pollutants released from the pulp paper industry: Aquatic toxicity and their health hazards. *Aquatic toxicology*, *211*, 202-216.

Subsecretaría de Turismo. (n.d.). ZOIT declaradas. Recuperado el día 26 de noviembre 2020 de http://www.subturismo.gob.cl/zoit/zoit-declaradas-2/

UACH. (2007). Recopilación y Análisis de Información Ambiental Existente de Los Estuarios de los ríos Calle-Calle y Valdivia, Informe Técnico realizado para CODEPROVAL por la Universidad Austral de Chile (UACH).

UACH. (2008). Recopilación y Análisis de Información en apoyo para la elaboración del Anteproyecto NSCA para las aguas la cuenca del río Valdivia. Estudio Técnico desarrollado por la Universidad Austral de Chile para CONAMA, Región de Los Ríos.

UACH. (2016). Informe Final. Programa de monitoreo Ambiental del Humedal del Río Cruces y sus tributarios.

UACH-UCSC. (2007). Modelamiento Hidrodinámico del sistema estuarial de los ríos Valdivia, Cruces y Calle Calle. Estudio Técnico desarrollado por la Universidad Austral de Chile y la Universidad Católica de la Santísima Concepción para CONAMA, Región de Los Lagos.

UCT. (2009). 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. Estudio Técnico desarrollado por la Universidad Católica de Temuco para CONAMA, Región de Los Ríos.

UCT. (2010). Evaluación de riesgo ecológco 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. Estudio Técnico desarrollado por la Universidad Católica de Temuco para CONAMA, Región de Los Ríos.

UCT. (2012). Identificación, Cuantificación y Recopilación de Valores Económicos para los Servicios Ecosistémicos de la Cuenca del Río Valdivia. Estudio Técnico desarrollado por la Universidad Católica de Temuco para el Ministerio del Medio Ambiente.

Vila, I., Veloso, A., Schlatter, R., Ramirez, C. (2006). Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile.

4. Anexos

Anexo 1: Cartografía usos de suelo cuenca del río Valdivia

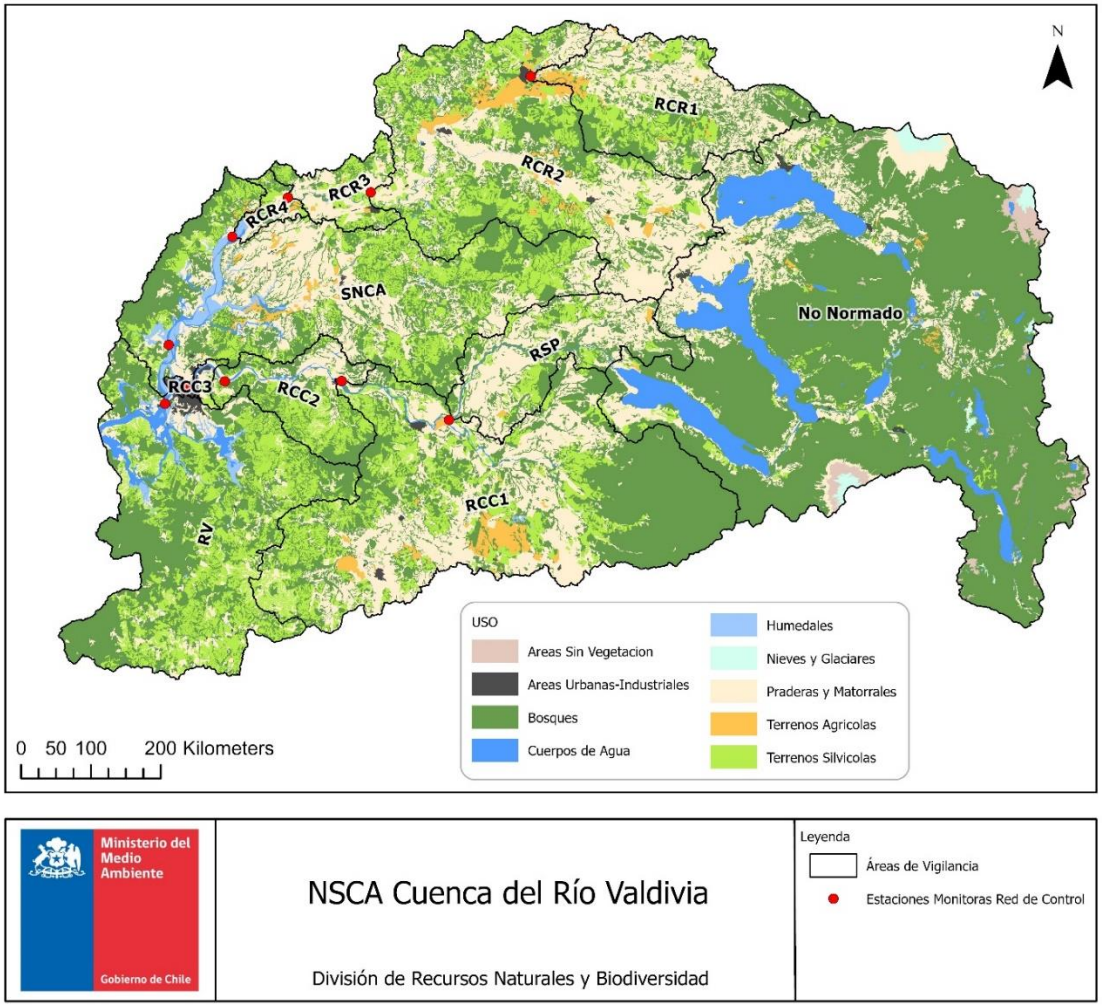


Figura A.1. Usos de suelo por área de vigilancia de las NSCA cuenca río Valdivia (elaboración propia, 2020).

Anexo 2: Catastro de fuentes puntuales al año 2019

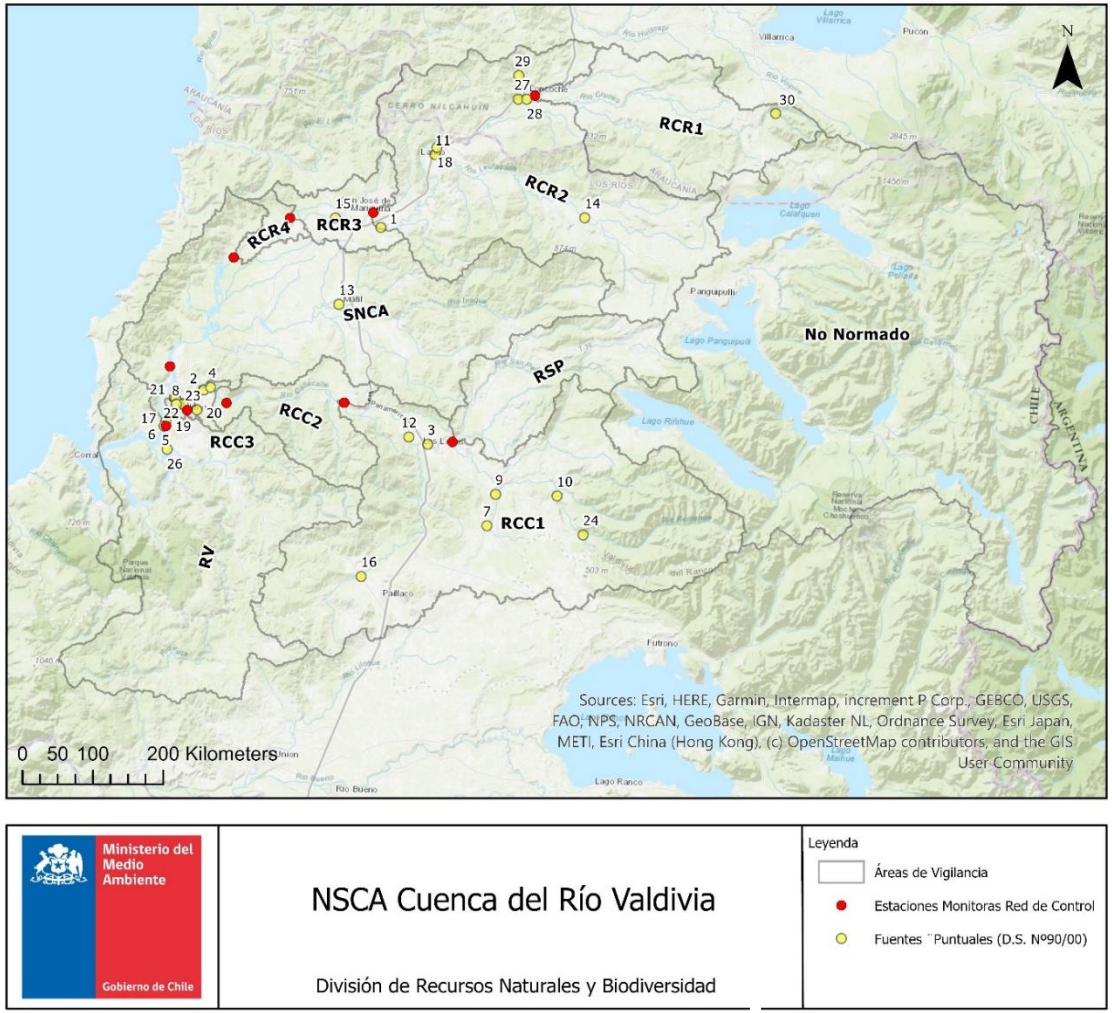


Figura A.2. Fuentes puntuales en las áreas de vigilancia de las NSCA cuenca río Valdivia (elaboración propia, 2020). El listado de las fuentes puntuales se encuentra en Tabla A.1.

Tabla A.1. Fuentes puntuales presentes en las áreas de vigilancia de la cuenca del río Valdivia, al 2019.

ID	Unidad Fiscalizable	Categoría	SubCategoría Económica
1	CELCO VALDIVIA	Instalación fabril	Planta de papeles y cartones
2	FRIVAL	Equipamiento Agroindustrias	Matadero / frigorífico
3	PROLESUR	Agroindustrias	Elaboración de productos lácteos
4	CARTULINAS VALDIVIA	Instalación fabril	Planta de papeles y cartones
5	EDAS	Saneamiento Ambiental	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
6	PT KUNSTMANN	Agroindustrias	Vinificación / producción de alcohol
7	CENTRO HUITE	Pesca y Acuicultura	Centro de cultivo de peces
8	INFODEMA	Forestal	Planta procesadora de Madera (tratamiento / remanofacturación)
9	PISCICULTURA PICHICO	Pesca y Acuicultura	Centro de cultivo de peces
10	PISCICULTURA PUCARA	Pesca y Acuicultura	Centro de cultivo de peces
11	PTAS LANCO	Saneamiento Ambiental	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
12	PTAS LOS LAGOS	Saneamiento Ambiental	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
13	PTAS MAFIL	Saneamiento Ambiental	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
14	PTAS MALALHUE	Saneamiento Ambiental	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
15	PTAS MARIQUINA	Saneamiento Ambiental	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
16	PTAS PAILLACO	Saneamiento Ambiental	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
17	PTAS TOROBAYO	Saneamiento Ambiental	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
18	OCEAN SPRAY LANCO	Saneamiento Ambiental	Planta de tratamiento de RILes
19	CONDOMINIO TOROBAYO	Vivienda e Inmobiliarios	Conjunto habitacional
20	LEVADURAS COLLICO	Instalación fabril	Plantas procesadoras de alimentos (no agrícola)
21	UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE	Equipamiento	Establecimiento educacional
22	UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE 2	Equipamiento	Establecimiento educacional

23	UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE 3	Equipamiento	Establecimiento educacional
24	AQUASAN S.A. (CENTRO TRAFUN)	Pesca y Acuicultura	Centro de cultivo de peces
25	PROYECTO INMOBILIARIO BRISAS DE TOROBAYO	Saneamiento Ambiental	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
26	FORESTAL RIO CALLE CALLE	Forestal	Aserradero
27	PTAS LONCOCHE	Saneamiento Ambiental	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
28	PTAS RILES CHILESUR	Saneamiento Ambiental	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas
29	PISCICULTURA WENUY	Pesca y Acuicultura	Centro de cultivo de peces
30	PISCICULTURA SECTOR CHESQUE ALTO	Pesca y Acuicultura	Centro de cultivo de peces