

From: Pablo Pastén González <ppasten@ing.puc.cl>
Sent: Friday, April 23, 2021 22:45
To: Catalina Manzur Giacobbe <CManzur@mma.gob.cl>
Subject: Re: Acta 2º sesión CCN - para revisión

Hola Catalina,
Adjunto minuta con algunas sugerencias menores y la minuta donde detallo comentarios y sugerencias a cada anteproyecto.
Saludos cordiales,
Pablo

Pablo A. Pastén, PhD
Associate Professor, Hydraulic & Environmental Engineering
Principal Investigator, CEDEUS
Pontificia Universidad Católica de Chile
ppasten@ing.puc.cl / +56 2 2354 4227 / +56 2 2354 4219
[ResearcherID](#) / [ORCID](#) / [CEDEUS](#) / [PUC](#) / [QS](#)
Address: Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago, CHILE

MINUTA COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

REUNIÓN N°2 2021 CONSEJO CONSULTIVO NACIONAL MMA

Tema I. Anteproyecto del Plan de Descontaminación por clorofila "a", transparencia Y fósforo disuelto, para la cuenca del Lago Villarrica

Res. Exenta N° 437 de 25 de Mayo de 2020

El anteproyecto da cuenta de un esfuerzo pionero e importante considerando que este es el primer plan de descontaminación asociado a una norma secundaria de calidad del agua. Además, el cuerpo regulado corresponde a un lago, que sin duda tiene una dinámica compleja en términos de evaluación del transporte y destino de contaminantes, donde no existe abundancia de datos y estudios. Por esta razón, este producto está bien logrado dentro de la información disponible. Hay que entender este esfuerzo como un proceso que requiere ir mejorando y puliendo aspectos en la medida que se disponga más información, pero que va en la dirección correcta.

Los comentarios, observaciones y sugerencias son los siguientes:

1. Plazos y metas

- 1.1. Se recomienda justificar con mayor profundidad la expectativa de 15 años para el cumplimiento del DS 19/2013 (p.19). Las primeras medidas se tomarían los primeros 3 años y tendrían un tiempo de respuesta de 12 años. La referencia citada para sustentar este valor (Jeppensen et al., 2015) analiza un conjunto de lagos del hemisferio norte y sugiere que nuevos equilibrios para el fósforo se alcanzan en 10-15 años. Parece necesario justificar si estos valores serían aplicables al Lago Villarrica, especialmente a la luz de la discusión que realizan los mismos autores en el último párrafo de su trabajo: *"The general re-oligotrophication response patterns described here can be regarded only as a guideline when discussing the response of a particular lake. Each lake is unique in many respects and may exhibit a specific trajectory, as reflected in the appendices and figures presented (see also Moss et al., 2005). Further, although this study covers a wide range of lake types and climate zones, most of the lakes are situated in northern Europe and are relatively shallow"*. También cabe el espacio para modificar esta expectativa si corresponde como resultado de una evaluación más específica para el caso del Lago Villarrica.

- 1.2. El Artículo 64 indica que se realizará una auditoría al Plan en un plazo de cuatro años. Parece conveniente adelantar la auditoría inicial a un plazo de 2- 3 años para evaluar la implementación de las medidas. Considerando un tiempo de residencia de 2-4 años, se espera que las medidas tomadas en los primeros 2-3 años tengan fuerte incidencia en los resultados. Por lo tanto se hace necesario verificar su implementación para reaccionar oportunamente en aquellos casos que no se hayan cumplido.
- 1.3. La Tabla 12 presenta la reducción requerida por tipo de emisor para el fósforo total. Se indica una reducción del 100% para las Aguas residuales domiciliarias sin saneamiento en borde lago (correspondiente a 1,22 toneladas/año). Se solicita aclarar qué parte se traspasaría a otro tipo de fuente de emisión como Servicios Sanitarios Rurales (SSR) o Empresas de Servicios Sanitarios (ESS).
- 1.4. La Tabla 12 presenta una reducción de 1,22 toneladas/año para aguas domiciliarias sin saneamiento en borde lago y en zona rural. Se solicita aclarar por qué se apunta exactamente a la misma reducción en ton/año que aquellas en borde lago, considerando que el aporte de fósforo total de las aguas residuales domiciliarias sin saneamiento en zona rural es 3-4 veces mayor. Se entiende que el % de reducción sea menor por su distancia al lago, sólo que resulta extraño que se llegue exactamente al mismo valor.
- 1.5. La reducción por fuente de emisión del fósforo total de la Tabla 12 supone la definición de criterios de costo-efectividad, proporcionalidad entre las fuentes emisoras y disponibilidad de tecnologías de tratamiento y abatimiento para los diversos rubros. No se encontró explicación de esto en los antecedentes del Anteproyecto ni se encuentra la referencia en el texto al estudio de costo-efectividad de cada medida y disponibilidad de tecnologías.
- 1.6. La Tabla 12 indica un 0% de reducción de fósforo total para las Empresas de Servicios Sanitarios (ESS). Sin embargo, al inicio del documento y también en el AGIES del Anteproyecto, se menciona como medida de reducción de emisiones una norma de emisión para las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS). Por esta razón, resulta extraño que la reducción de emisiones relativas a ESS presentada en la Tabla 12 sea de 0%. Esto podría ser por crecimiento poblacional o nuevas conexiones, pero no queda claro. Se sugiere aclarar esta aparente inconsistencia.

- 1.7. Se sugiere incluir en forma explícita entre los indicadores de efectividad e implementación, el grado de cumplimiento de las nuevas normas de emisión a pisciculturas y PTAS.
- 1.8. En cuanto a la evaluación de los beneficios y costos del PDA Villarrica, se solicita indicar la fuente de información de la disposición a pagar (DAP), indicando si esta considera a los habitantes de la cuenca del Lago Villarrica y/o también a la población flotante.
- 1.9. El plazo para elaboración del reglamento para el manejo de lodos señalado en el Artículo 7 parece excesivo. Se estima que como parte del Plan la aplicación de este reglamento tiene incidencia en los resultados. Se sugiere acortarlo a 6-12 meses y empezar su preparación en paralelo.
- 1.10. El Artículo 48 establece un plazo para elaborar una estrategia de educación ambiental por parte de la SEREMI de Educación de la Región de la Araucanía. No queda claro el plazo en que esta estrategia deberá iniciarse. Se propone un plazo máximo de 6 meses.

2. Financiamiento y saneamiento rural

- 2.1. Los Artículos 11 y 12 mencionan que “se procurará ofrecer alternativas de financiamiento a la Municipalidad de Curarrehue” para la construcción e implementación de diversas obras. Se entiende que si las obras son requeridas para asegurar el cumplimiento del plan, el financiamiento debería ser asegurado para cumplir con las metas. Por lo tanto, se sugiere revisar u omitir este texto, que abre la posibilidad que no exista financiamiento y, por lo tanto, que el plan no se cumpla.
- 2.2. El Artículo 19 indica que se procurará obtener financiamiento sectorial, del FNDR o de la SUBDERE para que la SSSR ejecute un programa de saneamiento rural. Se entiende que esto sería adecuado para el componente de las obras y acondicionamiento en terrenos públicos, además posiblemente de la implementación de pilotos en terrenos privados. Se recomienda revisar las bases de estos fondos para asegurar que son aplicables para realizar obras de saneamiento a nivel intradomiciliario (terrenos privados) a nivel más extensivo.

- 2.3. El Artículo 13 indica que: “La operación del sistema de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas quedará en manos de él o los operadores del servicio sanitario (urbano/rural), de acuerdo con lo señalado en la Ley N° 20.998, que regula los servicios sanitarios rurales”. En la operación de este sistema es necesario la formación de un comité o cooperativa. Se sugiere aclarar cómo operará el mecanismo si el comité o cooperativa no se ha conformado.
- 2.4. El Artículo 16 indica que “...la SUBDERE y el Gobierno Regional, procurarán ofrecer financiamiento a las municipalidades de Villarrica y Pucón para implementar programas anuales de conexión de las viviendas que se encuentren dentro del área de concesión de servicios sanitarios, *priorizando aquellas que no enfrenten red de alcantarillado*”. Se sugiere priorizar también aquellas conexiones asociadas a familias vulnerables.
- 2.5. En relación al Artículo 16, en el área existen casas de veraneo que tienen fosas que debieran costear el mejoramiento. Alternativamente, se debería exigir que sus fosas sépticas sean inspeccionadas y vaciadas periódicamente, dependiendo de las características propias de cada sistema, de su localización y su diseño.
- 2.6. En el Artículo 16, parece pertinente explicitar que la empresa sanitaria (Aguas Araucanía) se encargará de las conexiones, debido a que dichas viviendas se encuentran dentro del área de concesión de servicios sanitarios.

3. Antecedentes de la cuenca

- 3.1. El Artículo 1 menciona que un ejemplo exitoso de gestión ambiental es el Lago Constanza de Alemania. Se sugiere incluir fuente bibliográfica y un mayor sustento de la pertinencia de este caso, dado que se consideran esa experiencia más adelante para el caso en análisis.
- 3.2. El Artículo 2 indica que las comunas de Villarrica, Pucón y Cunco tienen una población distribuida de forma equitativa entre el sector urbano y rural, a excepción de la comuna de Curarrehue. Sin embargo, en la Tabla 2, se observa que para Villarrica y Pucón aproximadamente el 65% del número de habitantes vive en zona urbana y el 35% en zona rural, lo cual se contradice con tener una población distribuida equitativamente. Esta diferencia es menor en términos del número de viviendas, por lo que se sugiere precisar que es a nivel de viviendas y no a nivel de número de habitantes, si ese fuera el caso.
- 3.3. El Artículo 2 señala que “El aumento poblacional en período estival se traduce en una fuerte presión de uso del territorio, por ejemplo, en la comuna de Pucón la población flotante en verano alcanza alrededor de un 50%, en Villarrica dicha población llega a alrededor de un 45% y en Curarrehue y Cunco, menos de un 5%”. Se sugiere precisar si estos porcentajes son sobre la población habitual o la población censada.

4. Concepto de calidad del agua para la población indígena

- 4.1. La Tabla 3 del Artículo 2 muestra claramente la amplia representación territorial de la población indígena en esta cuenca (66,4% en Curarrehue, mientras que Villarrica, Pucón y Cunco tienen más de un 27%). Considerando que la NSCA busca preservar servicios ecosistémicos, incluyendo aquellos culturales, falta considerar con mayor contundencia y profundidad el concepto de calidad del agua para la población indígena. Es fundamental que las medidas que contempla este Plan sea consistente con definiciones que pueden ser distintas a las tradicionales, especialmente considerando distintos usos ancestrales y distintas cosmovisiones, donde el agua y su calidad pueden ser un elemento central. En consecuencia, el anteproyecto debería explorar el significado de la calidad del agua para las comunidades indígenas en la cuenca, y considerarla en la formulación de medidas de control, fiscalizaciones, y monitoreos.

5. Control de emisiones asociadas a fuentes puntuales

- 5.1. Dentro de las emisiones puntuales mencionadas en el Artículo 2, en el inventario de emisiones que generan contaminación en la cuenca del Lago Villarrica se caracteriza la emisión puntual de la planta de tratamiento de aguas servidas de Pucón. Esta aporta un 1,2% de fósforo total y un 1,5% de nitrógeno total a la cuenca del Lago Villarrica. Se sugiere agregar qué pasa con la planta de tratamiento de aguas servidas de Villarrica.
- 5.2. El Artículo 4 indica que para las pisciculturas existentes el monitoreo y reporte comienzan a partir de 2 a 4 años desde la publicación del Plan (p.26 Artículo 4). Considerando el gran impacto de esta medida en las cargas de fósforo al lago, se sugiere comenzar el monitoreo mucho antes de los 2 a 4 años.
- 5.3. Considerando que la reducción de la carga desde las pisciculturas es crítica para lograr los resultados, parece necesario que se estandarice la información que cada piscicultura debe reportar mensualmente a SERNAPESCA. También es necesario que la información actualizada esté disponible en línea para toda la comunidad, siendo éste un pilar del plan.
- 5.4. Para el cálculo del Contenido de fósforo en la biomasa producida se indica un 0,43%. Se sugiere añadir una referencia que respalde ese porcentaje.
- 5.5. El Artículo 10 menciona que en un plazo de dos años desde la publicación del decreto, las plantas nuevas y existentes de tratamiento de aguas servidas deben cumplir con el límite máximo de fósforo cuya concentración promedio diaria sea menor o igual a 2 mg/L. Esto a primera vista parece asimétrico y arbitrario respecto a la exigencia para las nuevas pisciculturas, de modo que resulta necesario justificarlo.
- 5.6. No queda claro cómo se cuantifica en las Tablas 11 y 12 las emisiones producto del bypass de aguas servidas desde las plantas de tratamiento a el lago. Se entiende que estos eventos pueden tener una frecuencia menor, pero no son ajenos a la operación de una planta que se diseña con una capacidad limitada. Aunque con menor probabilidad de ocurrencia, la operación de una planta supone que habrá eventos de lluvia que no será posible tratar y se deberán enviar al lago por un bypass. Estos eventos deben estimarse en los balances de masa de nitrógeno y fósforo.

6. Aguas residuales domiciliarias sin saneamiento

- 6.1. En relación al Artículo 17, se sugiere analizar la posibilidad de incluir catastros para las viviendas fuera del área de concesión. Se debería considerar la información de Censo 2017 sobre acceso a agua. También se sugiere mencionar el status de la regularización de las viviendas existentes en la zona, si es que esto influye de alguna manera en el catastro.
- 6.2. Con respecto a lo planteado en el Artículo 18 sobre nuevas viviendas que se instalen dentro de la zona de amortiguación (buffer), no se menciona con mayor detalle el cómo se definió la zona de amortiguación (aunque se entrega una definición general de esta en el Capítulo II: Definiciones).

7. Cobertura de suelo silvoagropecuario

- 7.1. El Artículo 24 menciona la forestación, reforestación y/o restauración de 2000 hectáreas, dentro del período de implementación del Plan. Como esta es una medida crítica para controlar las descargas difusas, se sugiere respaldar cómo este número es suficiente en el contexto de las metas planteadas. Esto debería realizarse sobre antecedentes técnicos o modelaciones concretas, más allá de criterios de oportunidad que hayan surgido en el transcurso de la elaboración del anteproyecto.
- 7.2. Sobre lo dispuesto en Artículo 24, se sugiere revisar la posibilidad de modelar el efecto de la revegetación en la erosión, con el fin de determinar dónde se logra mayor impacto positivo.
- 7.3. El Artículo 27 establece que todo predio forestal, agrícola, y/o ganadero con una superficie igual o mayor a 200 hectáreas que aplique fertilización de suelo deberá inscribirse en un registro. No se señala cómo se fiscalizará o asegurará que todos los predios que corresponda se inscriban en este registro.

8. Medidas de gestión para disminución indirecta de nutrientes

- 8.1. El Artículo 32, el cual señala que "...la Capitanía de Puerto del Lago Villarrica implementará un programa anual de fiscalización, con el objetivo de catastrar aguas residuales que sean descargadas al lago mediante tuberías no autorizadas...". Esto supone que habría un cierto nivel decreciente de descargas incontroladas en el lago. Si esto no se ha considerado, entonces la meta de reducción de 106.49 ton/año podría ser poco realista.
- 8.2. El Artículo 34 no especifica qué aspectos serán fiscalizados en el programa anual de fiscalización que implementará la SEREMI de Salud. Se sugiere esclarecer este punto.

9. Rol de los modelos conceptuales y cuantitativos

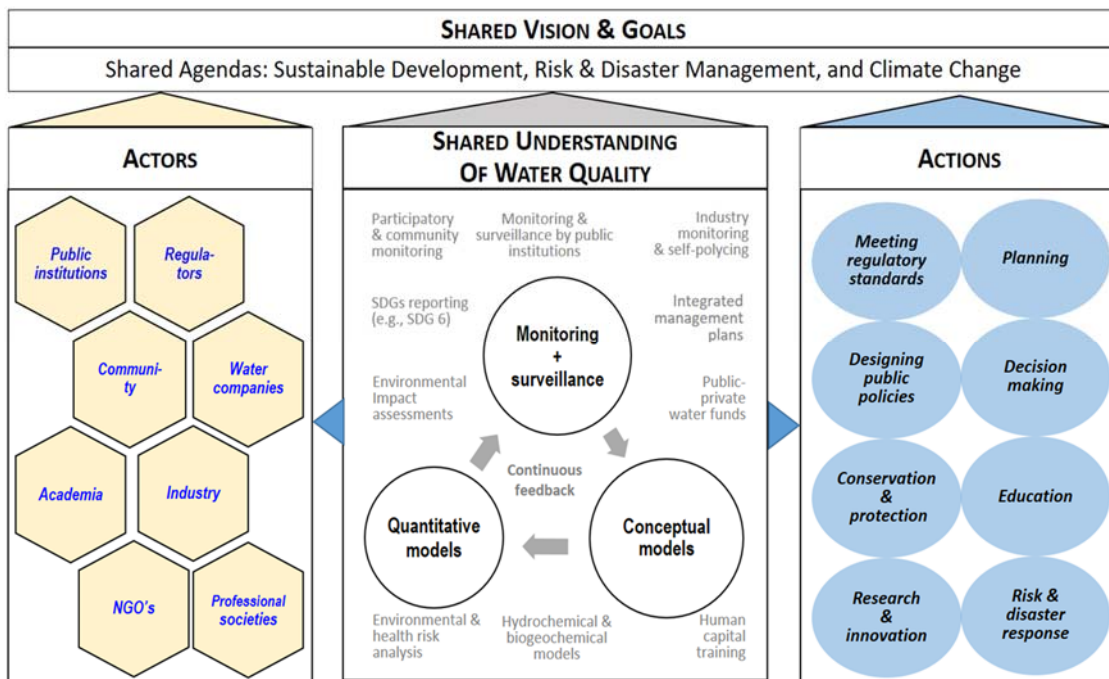
- 9.1. Por la naturaleza compleja del sistema en estudio, el anteproyecto contempla el uso de modelos conceptuales y cuantitativos. Estos modelos buscan aportar antecedentes científico-técnicos obetivos para lograr una mejor comprensión de los factores que regulan el comportamiento hidroquímico del sistema, el efecto de las presiones, y de las medidas de control que se adoptaron, o podrían adoptarse. Se considera muy pertinente y relevante el uso de este tipo de modelos.
- 9.2. Se sugiere aprovechar estos modelos como herramienta de enseñanza y aprendizaje continuo, involucrando a la comunidad y sus organizaciones. De esta forma, se puede propender hacia una comprensión compartida del sistema, que sin duda facilitará la generación de agendas compartidas. Esta no es una tarea sencilla y debería ser considerada explícitamente como parte del plan de
- 9.3. El Artículo 56 indica un plazo máximo de dos años desde la publicación del decreto para iniciar un estudio con el objetivo de entender el comportamiento del acuífero y su conexión con el Lago Villarrica. Asimismo, el Artículo 57 menciona un plazo de dos años para iniciar la actualización del modelo hidrodinámico y de calidad de agua del Lago Villarrica. En este sentido, se invita a considerar los modelos como herramientas dinámicas en continuo desarrollo y mejoramiento. Para esto, el plan debería considerar la generación de capacidades internas especializadas para sustentar el desarrollo y aplicación de tales modelos.

- 9.4. Se debería considerar capital humano para labores de difusión y enseñanza sistemática que apunten a la generación de competencias mínimas en líderes comunitarios, que los capaciten para entender los resultados de la modelación y de los monitoreos. Nuevamente, se estima que este componente es fundamental para la comprensión compartida del sistema y base para la generación de agendas compartidas.

10. Red de monitoreo: cobertura, frecuencia, y uso

- 10.1. Se considera necesario aumentar la cobertura espacial y frecuencia de la red de monitoreo ambiental. Independiente de la fiscalización que se lleve a cabo, se necesita contar con un monitoreo de alta resolución temporal en puntos estratégicos definido considerando fuentes puntuales y difusas. Esto, por ejemplo, puede ayudar entender mejor el efecto del bypass de aguas servidas hacia el lago en periodos de precipitaciones por sobre el caudal de diseño de las PTAS.
- 10.2. También se requiere mayor monitoreo para estudiar el efecto temporal y espacial sobre las concentraciones ambientales cuando la planta opera fuera de las especificaciones de diseño.
- 10.3. Los puntos y métodos de monitoreo que se consideran actualmente en el plan pueden no ser suficientes para identificar origen y/o destino de los contaminantes y por lo tanto esto puede impedir su adecuada gestión. Por ejemplo, el efecto del esfuerzo de reforestación podría ser evaluado y enfocado mejor si se dispusiera de parcelas experimentales que ayudaran a evaluar la movilización de P y N desde laderas tipo.
- 10.4. La Figura 5 (p. 22) asociada al AGIES indica que el aporte porcentual del costo del aumento de los monitoreos corresponde a un 0,6% del Plan (0,65 MM USD). Este monto es extremadamente modesto frente a otros costos asociados al Plan y se sugiere al menos cuadruplicar para la partida, especialmente considerando que esta es una experiencia pionera. Luego de los primeros 5-10 años, el análisis de la evolución de los resultados puede sugerir la conveniencia de reducir, mantener, o aumentar este esfuerzo.

- 10.5. El diseño del monitoreo debe entenderse integrado a un proceso de mejora continua de los modelos conceptuales y cuantitativos de calidad del agua. Los resultados de los monitoreos no sólo deben interpretarse a la luz del cumplimiento o no de la normativa y metas, sino también de su consistencia con las predicciones de los modelos conceptuales y cuantitativos. Esto es consistente con lo señalado anteriormente respecto a usar los modelos como una herramienta de aprendizaje para lograr un entendimiento compartido. Se sugiere considerar el esquema de la figura siguiente del libro Water Resources of Chile (Pastén, P. A., et al (2021). Water Quality, En: Fernández, B., and Gironás, J., eds., Water Resources of Chile, Springer).



11. Aspectos de forma

11.1. Artículo 1, Capítulo I:

- a) En el primer párrafo, quitar “el” en la siguiente oración: “...graficados en **el** la Figura 1, y tiene por objetivo...”
- b) Para una correcta comprensión del área donde regirá el Plan, se sugiere que se aumente el tamaño de los nombres de los principales ríos y lagos en la Figura 1.
- c) En punto 6. Sobre la evolución y condiciones de la calidad del agua en la Zona Saturada, poner las iniciales en mayúsculas donde se hace mención a la **Norma Secundaria de Calidad Ambiental**.

11.2. Artículo 2, Capítulo I, Antecedentes y Descripción de la Zona Saturada:

- a) Donde se señala “La cuenca del Lago Villarrica (véase Figura 1) está constituida por una serie de afluentes al lago y un curso de agua principal denominado Río Trancura.”, se sugiere no hacer distinción entre curso de agua y afluente para no confundir: “La cuenca del Lago Villarrica (véase Figura 1) está constituida por una serie de afluentes al lago, **el afluente principal es el Río Trancura.**”
- b) Donde se señala “El Lago Villarrica es una subcuenca del Río Toltén, tiene una superficie...”, se sugiere para mantener concepto de cuenca del lago Villarrica diferenciado del lago Villarrica: “La **cuenca** del Lago Villarrica es una subcuenca de la cuenca del Río Toltén, tiene una superficie...”
- c) Se sugiere borrar frase “Respecto a la distribución urbana y rural, según los datos del Censo 2017, se tiene lo siguiente:”
- d) Donde se señala: “Producto del aumento poblacional y el desarrollo de nuevas viviendas en el sector del borde lago (sur)...”, se sugiere indicar si se hace referencia al lago Villarrica, Caburgua o a ambos, ya que se habla de la cuenca en el título.
- e) Se sugiere incluir “de la cuenca” en la siguiente oración: “...en relación con el control de la contaminación **de la cuenca** del Lago Villarrica”, con el fin de reforzar la idea de que lo importante es trabajar sobre la cuenca para los planes y que esta es la que se protege.

11.3. Artículo 2, Capítulo I, Beneficios y costos del PDA Villarrica: En la Figura 5, no está visible el costo de disminuir la emisión de P por las PTAS. Se sugiere incluir en dicha tabla.

11.4. Artículo 6, Capítulo I:

- a) Con el fin de complementar la Tabla 5 y los párrafos en que la acompañan, se sugiere añadir un mapa con las estaciones y ríos mencionados.
- b) En Tabla 6, 7, 8, 9 y 10 se incluyen siglas como PEL-CE, LIT-PU, LTI-NO, etc. Se sugiere explicitar a qué hacen referencia.

11.5. Artículo 3, Capítulo II, Definiciones:

- a) Se sugiere incluir la definición de Nitrógeno Total y de Vivienda existente.
- b) Se sugiere revisar la definición de Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK), en especial donde se menciona "...refleja la cantidad total de nitrógeno en el agua analizada...", ya que esta forma de nitrógeno no incluye nitritos ni nitratos, por lo que puede llevar a una incorrecta interpretación.
- c) En ítem w) se menciona Ministerio o MMA. Esto podría generar confusión en el documento, ya que se mencionan otros ministerios en el texto, por lo que se sugiere solo dejar MMA y precisar en el documento al Ministerio que se refiere.
- d) En ítem mm) existe un espacio antes de la definición. Se sugiere corregir.
- e) En la definición bbb) de Veril 25, se menciona que "...en este caso corresponde al límite de la zona pelagial y litoral del lago.", si esta definición es aplicable en cualquier caso se sugiere aclarar. Revisar además si la última frase de dicho párrafo contribuye o no a la definición.

11.6. Artículo 39, Capítulo VI: Revisar referencia indexada al texto ya que hay un error en el formato.

11.7. Artículo 48, Capítulo VIII: Corregir donde dice: ..."buenas prácticas para la solución del problema..."

11.8. Artículo 50, Capítulo VIII: Falta el punto final.

Tema II. Anteproyecto de la revisión del Decreto Supremo N°90, de 2000

Res. Exenta N° 1475 de 31 de Diciembre de 2020

Este anteproyecto es un esfuerzo importante hacia la revisión de un decreto relevante para la calidad del agua a un nivel nacional. Dada su cobertura, tiene complejidades que le son propias de no considerar singularidades territoriales.

1. Aspectos generales y plazos

- 1.1. El plazo de cuarenta y dos meses para que fuentes emisoras existentes cumplan los límites máximos señalados en la Tabla N°3 parecen excesivos, considerando que no hay un cambio extensivo en los valores y parámetros.
- 1.2. El Artículo 19 menciona que los artefactos navales que califiquen como fuente emisora tendrán un plazo de dos años para cumplir con los límites establecidos en el decreto, contados desde la calificación. Se sugiere esclarecer si los establecimientos emisores existentes deben cumplir con los límites máximos permitidos de forma inmediata, o bien a los dos años como es el caso de los artefactos navales.
- 1.3. Se sugiere precisar en el Artículo 22 si se hace referencia a las fuentes descritas en el punto m.2 del mismo Anteproyecto, y en caso de no ser así, se sugiere esclarecer a qué fuentes se hace referencia, puesto que puede llevar a confusión con lo descrito en el Artículo 20.
- 1.4. El Inciso 10 menciona los beneficios que generarían las modificaciones propuestas en el Anteproyecto. Sin embargo, puede llevar a confusión el que se mencione que los cálculos se realizaron mediante tres metodologías, sin relacionarlas con los valores expuestos. Se sugiere aclarar a qué metodología corresponden los valores.
- 1.5. En el Inciso 12 del Considerando, se sugiere indicar el tiempo en que los beneficios financieros serían mayores que los costos de la implementación del Anteproyecto.
- 1.6. En cuanto a las disposiciones comunes esclarecidas en el Artículo 9, que indican “Si el contenido natural del cuerpo de agua receptor de un contaminante excede al indicado en las tablas 1 a 6, el límite máximo permitido de la descarga será igual a dicho contenido natural del cuerpo de agua receptor”, se sugiere revisar esta afirmación, ya que el contenido natural incluiría contaminación antrópica no reversible. En general

se busca mejorar la calidad de un cuerpo de agua, mientras que esta disposición acepta que se pueda usar un valor de base perturbado, sin propender a la mejora de esa condición.

2. Definiciones (Artículo 5)

- 2.1. De acuerdo al Inciso l) Fuente emisora, punto 1.2, que menciona que deben sumarse todas las cargas de cada uno de los contaminantes, se plantea la posibilidad de sumarse considerando volúmenes, debido a que podría ser un incentivo a dividir RILes o no mezclarlos (lo que podría eventualmente diluir las cargas).
- 2.2. A lo largo del documento del Anteproyecto se menciona el término de capacidad de dilución. Se sugiere que se incluya su definición en la sección de definiciones.
- 2.3. La definición de DBO5 no se encuentra en el Anteproyecto, siendo que sí estaba incluida en el DS90. Se sugiere incluir tal definición, o bien definir este término como nota al pie de la Tabla A.
- 2.4. El Anteproyecto no considera el caso de los “contaminantes emergentes”. Estos contaminantes provienen de efluentes industriales, aguas servidas tratadas, escorrentía urbana, operaciones agroindustriales, y otras fuentes (Wilkinson, Hooda et al. 2017). También, como el caso del perclorato, pueden provenir de fuentes naturales. Son sustancias que representan riesgos para la salud humana o de ecosistemas, pero para los cuales sólo se dispone evidencia reciente de su ocurrencia e impactos. Cuando son descargados a cuerpos de agua o la atmósfera se transportan y/o participan en reacciones químicas o biológicas, siendo algunos degradados, mientras otros son persistentes. Algunos ejemplos son los microcontaminantes orgánicos, los productos farmacéuticos que no son mineralizados en las plantas de tratamiento, los productos de cuidado personal y la propagación de la resistencia a antibióticos (Martinez 2009, Carraro, Bonetta et al. 2016, Carvalho and Santos 2016, Vikesland, Pruden et al. 2017) Ellos limitan las opciones de aguas tratadas y lodos digeridos desde plantas de tratamiento de aguas servidas (e.g. Bondarczuk, Markowicz et al. 2016).

Dado que representan contaminantes que se podrían descargar puntualmente a cuerpos receptores y pueden producir su contaminación, corresponde considerarlos

en esta norma. Esto debe lograrse, al menos a nivel de definición, y considerando un mecanismo que asegure su monitoreo en los casos que la literatura científica de cuenta de su presencia en aguas de Chile. Tale es el caso de diversos contaminantes para los cuales se ha reportado su presencia en ambientes acuáticos protegidos por esta norma (e.g., Miranda and Castillo 1998, Miranda and Zemelman 2002, Cabello 2004, Leiva, Yanez et al. 2004, Barra, Popp et al. 2005, Silva, Loyola et al. 2005, Parker 2009, Millanao, Barrientos et al. 2011, Baron, Gago-Ferrero et al. 2013, Rozas, Vidal et al. 2016, Alonso, Figueroa et al. 2017, Llorca, Farre et al. 2017). Se recomienda revisar el listado de referencias al final de este documento para determinar los contaminantes emergentes y los lugares donde se han detectado.

Al ser este un tema que cobra mayor relevancia para la protección de los sistemas acuáticos, la definición de contaminante emergente debe incluirse en el anteproyecto. Esto, sin perjuicio que se da espacio en el Artículo 50 del Anteproyecto mencionando *“contaminantes adicionales”*, y el Artículo 27 donde se indica que *“La autoridad fiscalizadora establecerá, mediante resolución, un programa de autocontrol de la fuente emisora el que establecerá los contaminantes a monitorear...”*. Sin embargo, no existe un mecanismo sistemático que identifique los contaminantes que de acuerdo a la evidencia disponible de estudios científicos se deba considerar caso a caso.

Este Anteproyecto es una oportunidad para relevar la temática de los contaminantes emergentes, estableciendo un mecanismo de vigilancia activo, caracterizar su ocurrencia (distribución, concentraciones), y recolectar antecedentes para futuras modificaciones a esta normativa. La normativa debería establecer periódicamente una búsqueda de la literatura técnica científica que reporte la ocurrencia de contaminantes no regulados en sistemas acuáticos chilenos, gatillando su vigilancia en los casos que se justifique.

- 2.5. El artículo 5 e) señala que la Dirección General de Aguas determinará el caudal disponible para dilución de acuerdo con la metodología para determinar el caudal disponible para dilución contenida en la resolución correspondiente. Sin embargo, en el Anteproyecto no se identifica esta resolución. Esta metodología debería incluir aspectos de sequía/cambio climático, y temas de variabilidad por operación.

3. Descargas no reguladas

3.1. El Artículo 3 indica que la aplicación del D.S. N°90 no será aplicable a las aguas de contacto. Al respecto, es importante mencionar que después del dictamen N°67.514/ 2009 de 3 de diciembre de 2009 de la Contraloría General de la República, que indica que las aguas de contacto no pueden considerarse residuos líquidos industriales por no ser atribuibles a un proceso de producción, la CONAMA hizo presente la necesidad que: *“...esas aguas queden sujetas a algún estatuto jurídico particular, o bien a una medida en el marco del sistema de evaluación de impacto ambiental”* También añadió que *“se encuentra actualmente en estudio una modificación del precitado decreto 90, de 2000, proceso que considera y reconoce el problema de las aguas de contacto de la minería, sin perjuicio del establecimiento de una solución aplicable a todas las aguas de contacto”*.

A mas de 10 años de lo señalado por CONAMA, se estima necesario y urgente incluir la aplicación del D.S. N°90 a las aguas de contacto. Los altos contenidos de metales y metaloides, altas sales disueltas como sulfatos, y bajos pH hacen que la descarga de tales aguas a cuerpos de agua superficial limite seriamente sus usos para otros fines. Por otra parte estas aguas comúnmente se observan como descargas puntuales a cuerpos de agua superficial, ya sea a través de túneles de descarga y/o a través de la red de drenaje natural o artificial que ocurre como fruto de la alteración geomorfológica asociada a la operación minera.

3.2. El Artículo 3 también indica que la norma de emisión no será aplicable a los sistemas de evaluación y drenaje de aguas lluvias, salvo que entren en contacto con residuos líquidos. En diversas partes del mundo se ha constatado que las aguas lluvias pueden transportar contaminantes que contaminan los cuerpos receptores (metales, metaloides, aceites y grasas, hidrocarburos, etc.). Se recomienda revisar el trabajo de Caracterización de la calidad de las aguas lluvias urbanas de Santiago, de Montt, Rivera, Fernández y Valenzuela presentado en el XVI Congreso de la Sochid ([link](#)). Adicionalmente, las redes de drenaje urbano corresponden a obras diseñadas que pueden verter en forma puntual a cuerpos receptores. En consecuencia, se estima que esta norma debería considerar requerimientos para este tipo de efluentes.

3.3. El Artículo 3 indica que la normativa no incluirá las descargas asociadas a excedencias del caudal de diseño en sistemas de conducción y tratamiento de aguas servidas a

través de vertederos o aliviaderos de tormenta (problema típicamente conocido como “combined sewer overflows”). También indica que la SISS instruirá a las sanitarias sobre los criterios de uso de estos vertederos. Sin perjuicio de lo anterior, se sugiere que se requieran condiciones adicionales, tales como las indicadas en los “Nueve controles mínimos” que ha establecido la EPA de Estados Unidos para minimizar el impacto de estos efluentes (ver por ejemplo [este link](#)).

4. Límites máximos

- 4.1. La Tabla N°1, en la presenta los límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales sin capacidad de dilución. Al respecto:
 - a) el límite máximo permitido de DBO₅ establecido por la Directiva Europea es de 25 mgO₂/L, por lo que el valor permitido en el presente Anteproyecto de 35 mgO₂/L puede es permisivo;
 - b) el límite permitido para el fósforo total es alto en comparación con el valor fijado por la Directiva Europea, de 2 y 1 mg/l (especialmente si no hay capacidad de dilución, e.g., lagos). El agua servida (efluente) va muchas veces por debajo de ese valor;
 - c) los límites máximos de Nitrógeno total Kjeldahl y de sólidos suspendidos totales también se consideran altos en comparación con los valores fijados por la Directiva Europea, de 15 ó 10 mg/L para el nitrógeno total Kjeldahl y de 35 mg/L para sólidos suspendidos totales.
- 4.2. Con respecto a la Tabla N°2, de límites permitidos considerando la capacidad de dilución del cuerpo de agua receptor, se considera que con el límite de 300 mgO₂/L de DBO₅ se podrían mantener los emisarios de aguas servidas, por lo que se sugiere reducir este valor.
- 4.3. Con respecto a la Tabla N°5 sobre límites máximos de concentración para descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos, fuera del ancho de la zona de protección litoral, se estima que el valor de 300 mg/L para sólidos suspendidos totales es alto, por lo que se sugiere revisar.

- 4.4. Surgen dudas sobre el razonamiento para no considerar parámetros de DBO₅ y Nitrógeno en descargas marinas fuera de la zona de protección litoral. Se podría precisar si se debe a que se considera la capacidad infinita de dilución del mar.
- 4.5. En la Tabla N°4, se sugiere que en la información aclaratoria al final de la tabla se indique qué organismo define las áreas aptas para acuicultura y/o incluir mapa correspondiente.

5. Monitoreo

- 5.1. Con respecto al Párrafo 2°: Consideraciones generales para el monitoreo, se plantea reevaluar el Artículo 30, debido a que al estar dentro de dicha sección, parece no aportar al programa de monitoreo, sino que describe lo ya establecido en párrafos anteriores.
- 5.2. De acuerdo a lo descrito en el Artículo 33 sobre el número de muestras puntuales a considerar para la composición de la muestra compuesta, en el punto b) se menciona el caso en que la descarga sea igual o superior 4 horas. En este punto se sugiere aclarar si es durante todo el tiempo de la descarga, ya que no está explícito. En las secciones posteriores se habla de días de muestreo, por lo que, de acuerdo a esto, una descarga de más de 4 horas correspondería a un día.
- 5.3. Analizando lo expuesto en la Tabla N°8 del Anteproyecto, se cree necesario aumentar la frecuencia de monitoreo, ya que parece insuficiente contar con una muestra al año si se trata de descargas menores a 100.000 m³/mes o 3 muestras al año si son mayores al millón de m³/año, entendiendo que estas muestras no requieren de un sistema de tratamiento.

6. Aspectos de forma

- 6.1. En las tablas N°1 a N°6, se entrega una nota al pie de la cada tabla, mencionando que los valores de las concentraciones de límites permisibles se refieren a concentraciones totales, por lo que de acuerdo a esto, puede resultar redundante colocar, por ejemplo fósforo total.

- 6.2. Inciso Considerando, punto 10.0: Se sugiere llamar a los “costos de recuperación” a los que se hace mención, como “costos de recuperación evitados”, de modo de aportar claridad al documento y conforme a lo descrito en el AGIES.
- 6.3. Inciso q) de Definiciones, se sugiere revisar la unidad de medida para Sólidos sedimentables, ya que no queda clara. Puede corresponder a mL/L por hora.
- 6.4. Inciso r) por otra parte, se sugiere aclarar si m’ corresponde a la pendiente en grados o en %. Además, el mapa referencial y tabla que precisa la longitud y latitud en el mismo inciso no cuentan con nombre de Figura y de Tabla.
- 6.5. Tabla N°1: Se sugiere incluir en la tabla el punto de separador de miles para ser consistente con los otros valores (sulfato no lo incluye).
- 6.6. Artículo 23: Con objeto de precisar, se sugiere incluir la palabra “natural” en la siguiente frase: “Las fuentes emisoras existentes que descarguen en un cuerpo lacustre natural o en un cuerpo fluvial...”

Referencias

- Alonso, A., R. Figueroa and P. Castro-Diez (2017). "Pollution Assessment of the Biobío River (Chile): Prioritization of Substances of Concern Under an Ecotoxicological Approach." Environmental Management **59**(5): 856-869.
- Baron, E., P. Gago-Ferrero, M. Gorga, I. Rudolph, G. Mendoza, A. M. Zapata, S. Diaz-Cruz, R. Barra, W. Ocampo-Duque, M. Paez, R. M. Darbra, E. Eljarrat and D. Barcelo (2013). "Occurrence of hydrophobic organic pollutants (BFRs and UV-filters) in sediments from South America." Chemosphere **92**(3): 309-316.
- Barra, R., P. Popp, R. Quiroz, C. Bauer, H. Cid and W. von Tumpling (2005). "Persistent toxic substances in soils and waters along an altitudinal gradient in the Laja River Basin, Central Southern Chile." Chemosphere **58**(7): 905-915.
- Bondarczuk, K., A. Markowicz and Z. Piotrowska-Seget (2016). "The urgent need for risk assessment on the antibiotic resistance spread via sewage sludge land application." Environment International **87**: 49-55.
- Cabello, F. C. (2004). "Antibiotics and aquaculture in Chile: Implications for human and animal health." Revista Medica De Chile **132**(8): 1001-1006.
- Carraro, E., S. Bonetta, C. Bertino, E. Lorenzi, S. Bonetta and G. Gilli (2016). "Hospital effluents management: Chemical, physical, microbiological risks and legislation in different countries." Journal of Environmental Management **168**: 185-199.

- Carvalho, I. T. and L. Santos (2016). "Antibiotics in the aquatic environments: A review of the European scenario." Environment International **94**: 736-757.
- Leiva, S., M. Yanez, L. Zaror, H. Rodriguez and H. Garcia-Quintana (2004). "Antimicrobial activity of actinomycetes isolated from aquatic environments in Southern Chile." Revista Medica De Chile **132**(2): 151-159.
- Llorca, M., M. Farre, E. Eljarrat, S. Diaz-Cruz, S. Rodriguez-Mozaz, D. Wunderlin and D. Barcelo (2017). "REVIEW OF EMERGING CONTAMINANTS IN AQUATIC BIOTA FROM LATIN AMERICA: 2002-2016." Environmental Toxicology and Chemistry **36**(7): 1716-1727.
- Martinez, J. L. (2009). "Environmental pollution by antibiotics and by antibiotic resistance determinants." Environmental Pollution **157**(11): 2893-2902.
- Millanao, A., M. Barrientos, C. Gomez, A. Tomova, A. Buschmann, H. Dolz and F. C. Cabello (2011). "Injudicious and excessive use of antibiotics: Public health and salmon aquaculture in Chile." Revista Medica De Chile **139**(1): 107-118.
- Miranda, C. D. and G. Castillo (1998). "Resistance to antibiotic and heavy metals of motile aeromonads from Chilean freshwater." Science of the Total Environment **224**(1-3): 167-176.
- Miranda, C. D. and R. Zemelman (2002). "Bacterial resistance to oxytetracycline in Chilean salmon farming." Aquaculture **212**(1-4): 31-47.
- Parker, D. R. (2009). "Perchlorate in the environment: the emerging emphasis on natural occurrence." Environmental Chemistry **6**(1): 10-27.
- Rozas, O., C. Vidal, C. Baeza, W. F. Jardim, A. Rossner and H. D. Mansilla (2016). "Organic micropollutants (OMPs) in natural waters: Oxidation by UV/H₂O₂ treatment and toxicity assessment." Water Research **98**: 109-118.
- Silva, J., P. Loyola, J. Galleguillos, Y. Rodriguez, P. Colque-Navarro, R. Mollby and I. Kuhn (2005). "Prevalence of antibiotic resistant Enterococcus spp in waste waters in the north of Chile." Revista Medica De Chile **133**(10): 1201-1210.
- Vikesland, P. J., A. Pruden, P. J. J. Alvarez, D. Aga, H. Burgmann, X. D. Li, C. M. Manaia, I. Nambi, K. Wigginton, T. Zhang and Y. G. Zhu (2017). "Toward a Comprehensive Strategy to Mitigate Dissemination of Environmental Sources of Antibiotic Resistance." Environmental Science & Technology **51**(22): 13061-13069.
- Wilkinson, J., P. S. Hooda, J. Barker, S. Barton and J. Swinden (2017). "Occurrence, fate and transformation of emerging contaminants in water: An overarching review of the field." Environmental Pollution **231**: 954-970.