

Acta Sesión Ordinaria N° 5/2013**Consejo Consultivo Nacional del Ministerio del Medio Ambiente****Jueves, 5 de septiembre de 2013**

Siendo las 11:15 hrs. del día jueves 5 de septiembre de 2013, según citación, se da inicio a la 4ª Sesión Ordinaria año 2013, del Consejo Consultivo Nacional del Ministerio del Medio Ambiente, presidida por la Ministra del Medio Ambiente, señora María Ignacia Benítez Pereira, en las oficinas de este Ministerio.

Asisten también a la sesión los siguientes consejeros:

1. Marcel Szantó Narea
2. Bárbara Saavedra Pérez
3. Alicia Esparza Méndez
4. Susana Jiménez Schuster
5. Alex Godoy Faúndez
6. Rodolfo Camacho Flores

Temas en Tabla:

1.- Revisión norma de emisión de calefactores

La Ministra del Medio Ambiente otorga la palabra al profesional de la División de Calidad del Aire, señor Bruno Carriquiry, quien presenta el anteproyecto con la propuesta de revisión de la norma de emisión de calefactores establecida por el D.S. N°39 de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente, norma que entrará en vigencia en octubre próximo. Se refiere brevemente al problema de la contaminación por uso de calefactores, a la estrategia del Ministerio del medio Ambiente para enfrentar el problema y explica las razones para la modificación en consulta, en especial se refiere a la falta de laboratorios que certifiquen el cumplimiento de la norma.

El consejero señor Camacho consulta por el origen del problema y si se debe a que el proceso de certificación es de alto costo.

El señor Carriquiry responde que en su opinión hay dudas e incertidumbres que han dilatado la decisión de invertir. Cree que el mercado espera una señal más clara sobre el número de calefactores que se van a certificar.

La señora Ministra del Medio Ambiente señala que los laboratorios existentes no son muchos, las universidades que estaban interesadas se retiraron del tema frente al cuestionamiento por el "lucro".

Ante consulta de la consejera señora Jiménez, el señor Carriquiry señala que la relación entre el certificador y el laboratorio es una relación entre privados. Ante consulta de la consejera señora Esparza, el señor Carriquiry señala que los laboratorios existentes son los de SICAL y de SERPRAM, quienes iniciaron certificación. En el caso de las universidades, sólo se mantiene interesada la Universidad de Temuco.

El consejero señor Godoy, menciona la posibilidad que se licite un proveedor y consulta la razón de no haber hecho uso de esa alternativa.

El señor Rodrigo Benítez, Jefe de la División Jurídica del Ministerio, responde que el Ministerio no tiene facultades para un proceso de ese tipo. Por otra parte, la modificación sometida a consulta genera incentivos para que el mercado provea de los servicios necesarios y el sistema de certificación comience a funcionar.

El señor Carriquiry continúa con su presentación y se refiere a los certificadores en proceso de autorización y a los laboratorios que han iniciado proceso.

La señora Ministra se refiere brevemente a las restricciones que tiene los laboratorios para realizar su trabajo y concluye señalando que a octubre no habrá capacidad instalada para certificar los calefactores como lo requiere la norma de emisión.

Los consejeros Camacho y Jiménez consultan por el precio de la certificación y el número de modelos.

La señora Ministra explica brevemente el mercado de los calefactores, como se distribuyen los modelos y su oferta en el país.

La consejera señora Esparza consulta si los mejores modelos son los más caros

El señor Carriquiry responde que no es así necesariamente pues hay dispersión de precios.

La consejera señora Esparza consulta por el impacto del certificado en el precio.

La señora Ministra aclara que sin el certificado el producto no se puede vender y se refiere al movimiento de la demanda ante el precio del calefactor.

El señor Carriquiry continúa con la presentación del anteproyecto y se refiere a la propuesta de aplazar la entrada en vigencia de la norma al 1° de abril de 2014, y dejar las estufas a pellets para 2015 y menciona las razones para ello.

La señora Ministra otorga la palabra al señor Ernesto Sariego, funcionario de la Superintendencia de Electricidad y Combustible, para que explique el protocolo de certificación.

La consejera señora Saavedra consulta por el avance de la estrategia del Ministerio en materia de contaminación por leña y por qué no se contempla definitivamente el cambio de tipo de calefacción y pregunta en cuanto tiempo se espera un resultado en el cambio de las emisiones.

El consejero señor Godoy señala que esperaba un debate sobre los límites de emisión y no sobre los procedimientos de medición, y consulta la razón para no poner término a la leña como combustible o se establece un monopolio a su respecto como ocurre con otros mercados. Pregunta qué pasará si no hay laboratorios cuando la norma esté vigente.

El señor Benítez aclara que la norma está dictada y que fue objeto de opinión por el Consejo Consultivo. Recuerda que lo que requiere opinión es el tema del procedimiento de medición pues los límites ya fueron fijados. Señala que la situación de una norma vigente que no cuenta con los laboratorios para su medición, supone enfrenta una difícil situación desde un punto de vista jurídico, lo que motiva la modificación propuesta.

El consejero señor Szantó consulta si el pellet se certifica como tal. Advierte que este producto puede enmascarar residuos peligrosos.

El señor Carriquiry responde mencionando la norma técnica para el pellet, que está ya oficializada, y que podría hacerse exigible.

La consejera señora Jiménez consulta por la forma de certificar y el rol de la SEC.

El señor Sariego de la SEC explica la forma en que funcionará el sistema de certificación e insiste que se trata de un tema entre privados.

La consejera señora Jiménez señala su preocupación ante los posibles monopolios que puedan afectar el precio de la certificación.

El señor Carriquiry se refiere brevemente a los elementos que aseguran la debida competencia en el tema.

El consejero señor Camacho se refiere al impacto de la norma que en su opinión no está en los aparatos certificados sino en los 100 mil aparatos que se venden hoy y que deberían ser sacados del comercio con la vigencia de la norma.

El consejero señor Godoy manifiesta estar por la aprobación del anteproyecto presentado.

La consejera señora Saavedra también se expresa en ese sentido, a pesar que en su opinión la norma no tiene mayor impacto.

El señor Benítez señala que el impacto de los 100 mil calefactores es inmediato.

La consejera señora Esparza señala su preocupación por el aumento del costo del artefacto debido a la exigencias de la certificación.

El señor Marcelo Fernández, Jefe de la División de Calidad del Aire del Ministerio, aclara que para los sectores más vulnerables se ha diseñado una política de recambio y alude a que el aparato es más eficiente y por lo tanto va a haber un ahorro en combustible.

El consejero señor Godoy se refiere a la necesidad de un aumento en el costo de la contaminación y cree que no debiera traspasarse al usuario.

La señora Ministra solicita la opinión del Consejo, quienes acuerdan por unanimidad de los consejeros presentes opinar favorablemente el anteproyecto presentado (Acuerdo N°2/2013).

2.- Norma Secundarias de Calidad de Aguas para los ríos Valdivia, Bio Bio y Maipo-Mapocho.

El consejero señor Camacho señala que se abstendrá de participar en este tema por estar vinculado al mismo.

La señora Ministra otorga la palabra al profesional de la División de Información e Economía Ambiental, señor Jorge León, quien presenta el estado del arte de la propuesta de normas secundarias de calidad de agua para las cuencas de los ríos Valdivia, Biobío y Maipo. El profesional de la misma unidad señor Francisco Donoso presenta el Análisis General del Impacto Económico y Social asociados a las normas mencionadas.

El Jefe de la División mencionada, señor Cristobal de la Maza explica la situación de los metales regulados en las normas y señala que en general han sido normados conforme a las exigencias internacionales.

El señor Donoso continúa la presentación y se refiere a la situación del río Valdivia.

El consejero señor Godoy consulta si el costo mencionado sería principalmente absorbido por la empresa CELCO.

El señor Cristobal de la Maza señala que tal situación se presentaría si las normas fuesen establecidas en función de la condición natural del sistema. Sin embargo, en el área de vigilancia del río Cruces, donde se ubica la empresa mencionada, el límite a fijar considerará las actuales RCA. Así en esta zona el objetivo ambiental propuesto no es alcanzar la condición natural si no reducir las actuales concentraciones a niveles concordantes con las RCA aprobadas.

La señora Ministra aclara la importancia de establecer valores que cumplan con normas internacionales, de manera de permitir que la calidad del río sea buena y al mismo tiempo compatible con la actividad económica.

El Jefe de la División de Recurso Naturales, Residuos y Evaluación de Riesgos, señor Leonel Sierralta, señala que la norma propuesta resulta adecuada para este sistema fluvial y que dada la dinámica propia de éste no se justifica pedir una norma más estricta.

La consejera señora Jiménez considera que el aumento de costo no determinaría una gran mejoría para el río. Señala que el beneficio sería marginal.

El consejero señor Godoy señala que una pequeña mejora puede ser relevante dependiendo del contaminante.

La señora Ministra explica que la actual calidad del tramo es igualmente segura y el aumento del costo sería injustificable.

La consejera señora Saavedra opina que no es relevante relevar el caso de CELCO pues no se está haciendo diferencia alguna a su respecto, sólo se menciona dado que es el único emisor del contaminante en cuestión.

El Jefe del Departamento de Asuntos Hídricos, señor Pedro Navarrete se refiere a los beneficios que traerán las normas y lo importante de la aprobación de esta política.

La consejera señora Saavedra considera que para el país tener estas normas secundarias es un salto cuántico y felicita que se haya introducido el monitoreo biológico. Consulta por la forma en que se implementará el monitoreo, y al respecto, señala que no debiera hablarse de costos pues se trata más bien de una inversión.

El consejero señor Godoy comparte la idea de cambiar el paradigma costo-beneficio y cree que efectivamente se trata de una inversión para el futuro y no de costos.

El señor Pedro Navarrete destaca las alianzas público-privado en el tema del monitoreo de la calidad de los ríos, sin perjuicio de las atribuciones de la Dirección General de Aguas.

El consejero señor Camacho pide que se dé respuesta a lo consultado por las empresas Anglo América y Aguas Andinas en relación a las NSCA de la cuenca del río Maipo.

El señor Benítez señala que se dejará constancia que se recibieron las peticiones pero agrega que el periodo para la consulta pública está cerrado.

El consejero señor Szantó comenta que muchos académicos le han manifestado que valoran el trabajo realizado por el Ministerio en esta materia.

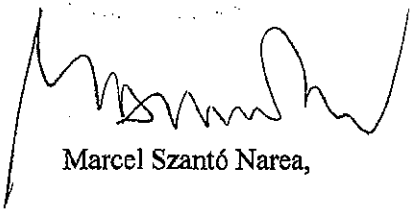
La consejera señora Esparza señala que respecto del punto sobre la calidad ambiental en el área de vigilancia del río Cruces que es afectado por CELCO, prefiere abstenerse, sin perjuicio que su opinión general es que se trata de buenas normas y está a favor de su aprobación.

La Ministra solicita la opinión de los consejeros, quienes opinan favorablemente las normas secundarias de calidad sometidas a consulta. La opinión cuenta con el voto favorable de todos los consejeros presentes, con excepción del consejero señor Camacho quien se abstiene y con la prevención hecha por la consejera señora Esparza (Acuerdo N°3/2013).

Siendo las 13:00 horas se cierra la sesión.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

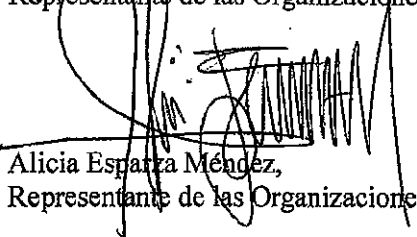

María Ignacia Benítez Pereira
Ministra del Medio Ambiente


Marcel Szantó Narea,

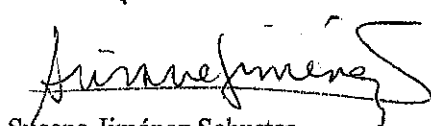
Científico representante del Consejo de Rectores de las Universidades chilenas



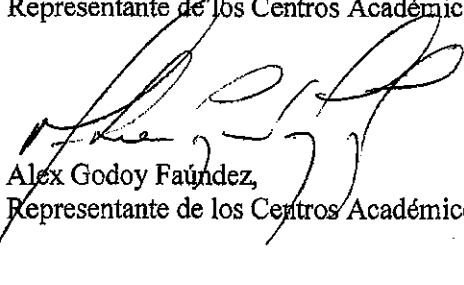
Bárbara Saavedra Pérez,
Representante de las Organizaciones No Gubernamentales



Alicia Esparrza Méndez,
Representante de las Organizaciones No Gubernamentales



Susana Jiménez Schuster
Representante de los Centros Académicos Independientes



Alex Godoy Faúndez,
Representante de los Centros Académicos Independientes



Rodolfo Camacho Flores
Representante del Empresariado, Secretario Ad Hoc.
Secretario Ad Hoc

**MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
CONSEJO CONSULTIVO**

Opinión sobre propuestas de normas secundarias de calidad ambiental para las aguas de los ríos Bio Bio, Valdivia y Maipo-Mapocho.

Acuerdo N° 3/2013

Santiago, 5 septiembre de 2013

En la sesión ordinaria del día 5 de septiembre 2013, del Consejo Consultivo del Ministerio del Medio Ambiente, presidido por la Ministra del Medio Ambiente, señora María Ignacia Benítez Pereira y con la asistencia además de los consejeros señoras y señores, Susana Jiménez, Barbara Saavedra Pérez, Alicia Esparza Méndez, Alex Godoy Faúndez, Rodolfo Camacho Flores y Marcel Szantó Narea, quien además actúa como secretario ad-hoc, se acordó emitir la siguiente opinión sobre las propuestas de normas secundarias de calidad ambiental para las aguas de los ríos Bio Bio, Valdivia y Maipo-Mapocho.

VISTOS:

Lo dispuesto en el artículo 77 de la Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente y en el artículo 12 del Reglamento del Consejo Consultivo, aprobado por el D.S. N° 25, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente, y

CONSIDERANDO:


Que la Ministra del Medio Ambiente ha solicitado al Consejo Consultivo su opinión sobre las propuestas de normas secundarias de calidad ambiental para las aguas de los ríos Bio Bio, Valdivia y Maipo-Mapocho.

Que luego de debatirse sobre el tema, y formularse opiniones y observaciones por parte de cada consejero, las que constan en el acta, el Consejo formula opinión respecto a la propuesta de normas secundarias de calidad ambiental señaladas.

SE ACUERDA:

1.- Emitir una opinión favorable respecto para las propuestas de normas secundarias de calidad ambiental para las aguas de los ríos Bio Bio, Valdivia y Maipo-Mapocho.

2.- La opinión mencionada contó con el voto favorable de los consejeros presentes en la sesión con excepción del consejero señor Camacho quien se abstuvo de opinar sobre el tema, y de la prevención de la consejera señora Esparza quien estuvo por opinar favorablemente las propuestas de normas secundarias y de abstenerse, sin perjuicio de lo anterior, respecto de la propuesta de calidad para el tramo del río Valdivia que es afectado por la empresa CELCO.



Marcel Szantó Narea
Secretario Ad-Hoc
Consejo Consultivo Nacional

002233



NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE CHILE

Documento Preparado Por:

Departamento de Asuntos Hídricos y Ecosistemas Acuáticos
Departamento de Economía Ambiental

Santiago, Noviembre 2013

Índice

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANÁLISIS DE LOS ANTEPROYECTOS DE NSCA	4
2.1 DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS DE VIGILANCIA	4
2.2 SELECCIÓN DE PARÁMETROS	4
2.3 NIVELES DE CALIDAD AMBIENTAL	4
3. METODOLOGÍA PROYECTO DEFINITIVO.....	6
3.1 DELIMITACIÓN ÁREAS DE VIGILANCIA	6
3.2 SELECCIÓN DE PARÁMETROS	8
3.3 NIVELES DE CALIDAD.....	9
3.3.1 Evaluaciones de riesgo ecológico	10
3.3.2 Clases de calidad: riesgo relativo	10
3.3.1 Objetivos ambientales.....	12
3.4 SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	15
4. ANEXOS.....	17

1. Introducción

El uso intensivo de cuerpos de agua como medios de recepción y dilución de contaminantes y nutrientes ha sido ampliamente asociado a cambios significativos en las funciones y estructura de los ecosistemas acuáticos.

En casos extremos, cuando los aportes de contaminantes desde las fuentes puntuales y difusas sobrepasan la capacidad de carga de los ecosistemas o producen aumento o disminución de la concentración de determinados parámetros fisicoquímicos relevantes para la biota se genera un deterioro que puede producir efectos adversos, tales como la aceleración de procesos de eutrofización, o la generación de toxicidad aguda y/o crónica, bioacumulación, biomagnificación o bioconcentración, etc. El nivel de impacto atribuible a esos aportes está determinado por las características de los cuerpos de aguas receptores (ej. características hidrológicas, hidrodinámicas, geomorfológicas), características de las emisiones (ej. parámetro, concentración, caudal, patrones de descarga, etc.) y los niveles de aportes difusos (ej. sobrefertilización, erosión de suelo por usos forestal y silvo-agropecuario).

Considerando estos antecedentes, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) ha impulsado dictación de Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA) para la protección de las aguas continentales superficiales de las principales cuencas del país (desde ahora NSCA-Agua), de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de dictación de normas (D.S. 93/95). Este mismo reglamento indica que el Anteproyecto de norma debe ser publicado en el diario oficial, para posteriormente ser sometido a la participación ciudadana, consejo consultivo y la evaluación del Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES).

Estas etapas proporcionan nuevos antecedentes que deben ser incorporados para la confección del proyecto definitivo el cual es presentado para su aprobación al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.

La presente minuta tiene por objetivo sintetizar las modificaciones realizadas a los Anteproyectos de norma para las cuencas de los ríos Maipo, Biobío y Valdivia. En particular, la minuta está compuesta por dos secciones. La primera resume las observaciones y problemáticas que planteaban los Anteproyectos, mientras que la segunda se detalla la metodología generada por el Ministerio del Medio Ambiente con el fin de mejorar los decretos normativos.



2. Análisis de los Anteproyectos de NSCA

Los anteproyectos de NSCA para las cuencas de los ríos lo componen principalmente 3 etapas fundamentales: (i) delimitación de áreas de vigilancia, (ii) la selección de parámetros, y (iii) la determinación de niveles de calidad ambiental de cada parámetro. A continuación se hará mención de las conclusiones en cada una de estas tres etapas, las cuales surgieron de las observaciones de la ciudadanía, del consejo consultivo y/o del AGIES desarrollado para cada anteproyecto.

2.1 Delimitación de las áreas de vigilancia

Algunas de las áreas de vigilancia fueron definidas con estaciones de referencia ubicadas en sus inicios o zonas medias, no siendo representativas, entre otras, de las presiones generadas por las fuentes puntuales y difusas. En otros casos algunas áreas de vigilancia no cuentan actualmente con estaciones de control definidas.

Además, la participación ciudadana dio luces que en algunos casos no había necesidad de crear tantas áreas de vigilancia en función de las presiones de la cuenca, lo que tiene directa influencia en la complejidad y la gestión posterior de la norma.

2.2 Selección de parámetros

Se detectaron algunos parámetros menos prioritarios que otros en relación a los objetivos ambientales planteados en específico para las normas secundarias en ciertos tramos de los ríos.

Por otra parte, se detectaron parámetros con problemas de información (falta de ella o de calidad precaria para la utilización en una norma), problemas en la técnica de medición de un parámetro en la actualidad, y parámetros en una misma norma que describían el mismo fenómeno ambiental. Todos estos puntos generaban incertidumbre a la hora de evaluación de la norma.

El número de parámetros propuestos, unido al número de áreas de vigilancia, generaba que cada regulación contara con más de 500 límites normativos a cumplir, afectando directamente la gestión posterior del instrumento.

2.3 Niveles de calidad ambiental

Considerando las limitaciones expuestas, los análisis de cumplimiento realizados a los anteproyectos de NSCA de las cuencas de los ríos Maipo, Biobío y Valdivia, en el supuesto de que éstas estuviesen operativas, develaron que en general todas las áreas de vigilancia y todos los parámetros propuestos presentarían un alto número de incumplimientos (latencia y/o saturación)¹.

¹ Estos resultados sólo constituyen un escenario referencial, puesto que la evaluación del cumplimiento de las normas, una vez aprobadas, se lleva a cabo a través de un análisis que evalúa la representatividad de los datos, siendo posible excluir aquellos influenciados por fenómenos excepcionales y/o transitorios, tales como inundaciones, sequías, catástrofes naturales, terremotos, entre otros.



Los resultados obtenidos mostraron que, de estar operativas las NSCA de las cuencas de los ríos Maipo, Biobío y Valdivia, una proporción importante de los incumplimientos no podrían ser vinculados a fuentes puntuales, ya sea por la magnitud de las emisiones reportadas o bien por la falta de información disponible. Así, de forma acotada y con un nivel de certidumbre adecuado, se estimaron costos para una baja fracción de las saturaciones pronosticadas pero importantes en magnitud.

El uso de percentiles utilizando como criterio la calidad actual posee dos inconvenientes:

- a) En primer lugar, no hay una correlación con la calidad ecológica del área de vigilancia en cuestión, por lo que la aplicación de un percentil sólo mantiene la situación actual, independiente de la calidad ecológica. La evaluación visualizó inconsistencias como por ejemplo zonas con muy buen estado ecológico con superaciones de norma y sin presiones antrópicas, mientras otras zonas fuertemente impactadas no existían superaciones.
- b) La elección del percentil, en especial del percentil 66 (p66), no asegura la protección del medioambiente dado que 4 de cada 12 datos son eliminados del análisis, pudiendo generar una alta frecuencia de altas concentraciones de los parámetros en la columna de agua durante el período considerado para el cumplimiento (2-3 años). Sólo en el caso del Anteproyecto NSCA de Valdivia se consideraba que sólo 1 dato cada 4 durante cada año, y 1 cada 8 datos para un período de 2 años, pudiera sobrepasar la norma en el entendido que se utilizó además otro estadígrafo (p85) a diferencia de la propuesta de Biobío y de Maipo.



3. Metodología proyecto definitivo

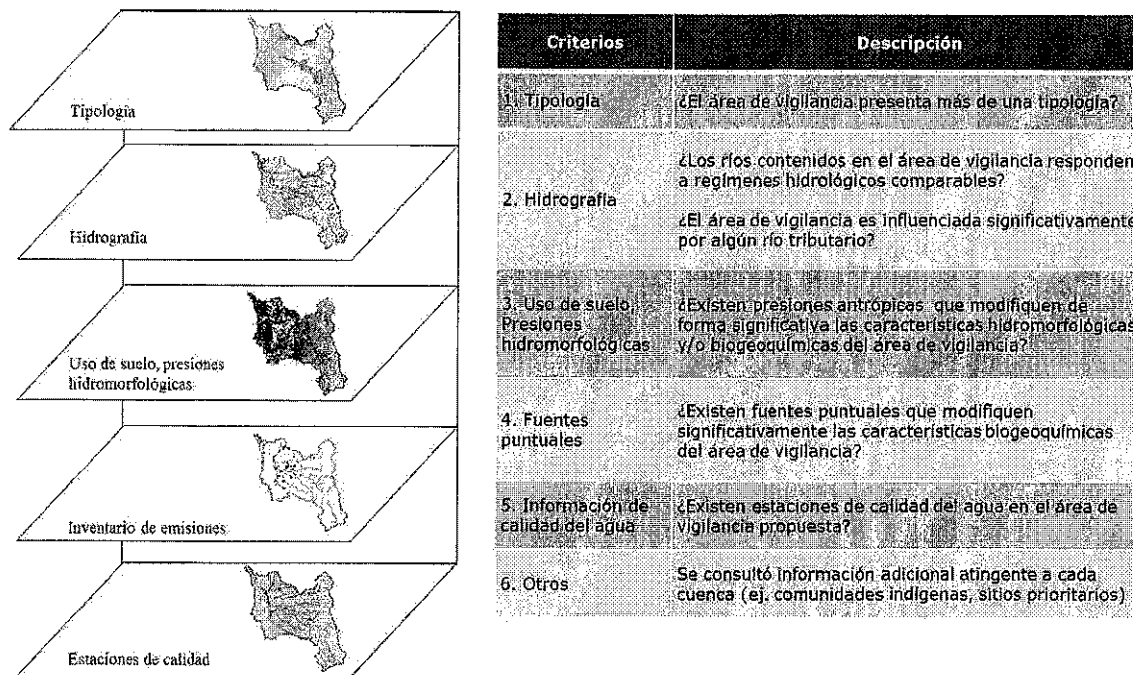
En virtud a los antecedentes expuestos en las secciones anteriores, el Ministerio del Medio Ambiente trabajó en la modificación de los anteproyectos de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales. Este esfuerzo supone la consolidación de una metodología estándar, aplicable a nivel nacional y que simultáneamente contemple las diferencias ecosistémicas y productivas propias de cada una de las ecorregiones del país.

Así, las modificaciones que se presentan a continuación se estructuran de la misma manera que el apartado anterior, dado respuesta a las observaciones que cada etapa y de la generación de la NSCA. Adicionalmente, es importante mencionar que este proceso contó con información adicional y/o actualizada en estos últimos años, así como asesorías nacionales e internacionales que permitieron una mayor robustez a la metodología implementada.

3.1 Delimitación áreas de vigilancia

Se revisaron los criterios para la definición de áreas de vigilancia y se readecuaron de tal manera que todas las cuencas usen los mismos criterios. Para ello se consideró que los patrones físico químicos observados en una estación de referencia no sólo obedecen a las características y presiones que caracterizan al curso de agua principal sino es respuesta de toda su área de drenaje. Siendo consecuente con este enfoque, los análisis realizados utilizaron como unidad mínima de trabajo las subsubcuencas definidas por la Dirección General de Aguas (DGA) (SSubc), siendo cada uno de estos elementos caracterizados con respecto a su tipología, hidrografía, uso de suelo, presiones hidromorfológicas, inventario de emisiones y cobertura de estaciones de calidad, entre otros (Figura 3-1/Figura 3-4).

Figura 3-1: Criterios utilizados para la delimitación de áreas de vigilancia. Ejemplo de mapas cuenca del río Biobío



La idea central de esta fase del trabajo fue delimitar áreas de vigilancia que permitiesen gestionar adecuadamente la calidad de los ecosistemas y que tendiesen a aislar los efectos producidos por presiones antrópicas significativas. El primer paso fue identificar al interior de cada cuenca zonas hidrográficas con igual tipología. Para esto se utilizaron los resultados de la consultoría "Generación de información cartográfica para el sistema de tipología de ríos y lagos de Chile", trabajo licitado por el Ministerio del Medio Ambiente y ejecutado por el Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Chile. En función de ellos fue posible agrupar subsubcuencas con características similares de altitud, pendiente del cauce, geología, composición del sustrato y caudal. La configuración obtenida permitió generar una propuesta de áreas de vigilancia, la cual fue validada o modificada en consideración de las características hidrológicas, hidromorfológicas, de cobertura de uso de suelo y del inventario de emisiones de cada cuenca. En particular, se utilizaron los datos de las estaciones de aforo DGA para verificar que las áreas de vigilancia propuestas resultasen coherentes en relación a los regímenes hidrológicos de los cursos de agua que contienen, o bien si alguna de ellas era significativamente influenciada por el ingreso de un río tributario, caso en el cual el área de vigilancia propuesta fue seccionada.

El siguiente paso fue analizar el uso de suelo de las áreas de drenaje y las presiones hidromorfológicas existentes. Para esto se consultó el Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile y diferentes coberturas cartográficas proporcionadas por servicios como DGA (ej. derechos de agua) y la Comisión Nacional de Riego (ej. canales de derivación), entre otros. Considerando esta información las áreas de vigilancia fueron validadas y/o modificadas en virtud del mosaico de usos (ej. cobertura



zonas agropecuarias, plantaciones forestales) y las modificaciones presentes a lo largo de los cauces normados (ej. extracciones de áridos, bocatomas con altos volúmenes de derivación, represas hidroeléctricas). De forma similar las áreas de vigilancia fueron también validadas y/o modificadas en función de los registros formales de emisión de residuos líquidos (D.S. 90, SISS), sistematizándose y espacializándose las descargas puntuales existentes (relación carga fuente emisora /carga río). Finalmente, a cada una de las áreas de vigilancia propuestas se le asignó una o más estaciones de referencia, ubicadas en puntos cercanos a la zona de cierre de cada una de estas unidades de gestión.

La aplicación de la metodología descrita se tradujo en una importante reducción de áreas de vigilancia en las cuencas de los ríos Maipo y Biobío y en un aumento de las áreas de vigilancia la cuenca del río Valdivia.

3.2 Selección de parámetros

Como se comentó anteriormente la DGA y otros organismos del Estado como la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR), además de diversos programas científicos o privados, tienen desplegada una red de monitoreo de parámetros físico químicos en los cursos de agua de las principales macrocuencas de Chile. De forma conjunta en nuestro país existe un marco normativo que demanda el monitoreo de diversos parámetros en los puntos de descarga de las fuentes puntuales².

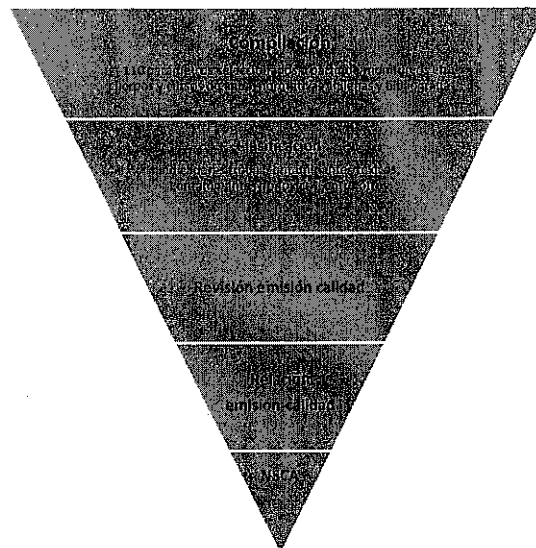
Se procedió a la sistematización de la información de parámetros físico químicos monitoreados en los ecosistemas acuáticos de Chile, que incorporó la actualización de toda la información incluida en los anteproyectos. Luego se caracterizó cada parámetro según su rol en instrumentos de gestión similares a las NSCA. Para esto se consultó experiencias internacionales como por ejemplo la Directiva Marco del Agua Europea³ o las guías técnicas de Australia y Nueva Zelanda⁴. La idea central fue caracterizar los parámetros compilados según nivel de toxicidad y/o como descriptores de los sistemas (ej: pH, oxígeno disuelto, conductividad). El siguiente paso fue analizar, a nivel de cuenca, la relación existente entre los parámetros monitoreados en los cursos de agua y los emitidos desde las fuentes puntuales, la finalidad de esto fue seleccionar parámetros que una vez incluidos en las NSCA puedan ser gestionados a través de medidas o acciones concretas (emisión-calidad). En este sentido se tuvo en consideración que existen numerosos parámetros cuya concentración en los sistemas acuáticos no responden solamente a una emisión en particular sino a variados procesos biogeoquímicos con componente natural o a la combinación de diversas emisiones desde las fuentes puntuales y difusas.

² Se destacan las Normas de Emisión que regulan las descargas de residuos líquidos hacia sistemas de alcantarillado (D.S N°609/1998), aguas marinas y continentales superficiales (D.S N°90/2000) y aguas subterráneas (D.S N°46/2002).

³ Real Decreto 60/2011, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas.

⁴ ANZECC, A. (2000). "Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality." Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand, Canberra: 1-103.

Figura 3-2: Esquema de la selección de parámetros incluidos en los proyectos definitivos de NSCA para la protección de aguas superficiales.



Fuente: Elaboración propia

Finalmente en conocimiento del inventario de emisiones y estimando indirectamente los posibles aportes difusos, se realizó un ranking de los parámetros más relevante en cada cuenca considerando su nivel de toxicidad e influencia de su carga total en relación a la transportada por los ríos (Figura 3-2). En función de estos análisis fueron seleccionados un número acotado de parámetros por cuenca, indicativos de los procesos y patrones físico-químicos de los sistemas a normar y de las presiones identificadas a nivel de fuentes puntuales y difusas de emisión.

3.3 Niveles de calidad

Una vez delimitadas las áreas de vigilancia y seleccionados los parámetros a incluir en las propuestas definitivas de NSCA, el siguiente paso correspondió al establecimiento de una metodología que permitiese definir niveles de calidad. En concreto el enfoque utilizado se basó en dos fuentes de información, la primera proveniente de Evaluaciones de Riesgo Ecológico (ERE) y la segunda correspondiente a los datos obtenidos desde la red de monitoreo de parámetros físico químicos. En presencia de ambos elementos se optó por realizar una verificación cruzada, determinándose si los niveles de protección informados por las aproximaciones de ERE se correspondían con los datos recopilados *in situ* en los cursos a normar.

A nivel internacional, en experiencias como la desarrollada en la Comunidad Europea, la clasificación del estado ecológico y por ende la gestión de los ecosistemas acuáticos se realiza a través de la definición de clases de calidad. Comúnmente se establecen cinco niveles de calidad que cubren desde la muy buena (clase 1) a la muy mala condición físico química (clase 5). La selección de estos niveles de calidad supone conocer con certeza los reales umbrales de protección y/o afectación de cada parámetro a normar (ERE).

En los casos donde la información físico química fue el único elemento de decisión, se estimaron niveles de riesgo relativos en relación a los gradientes espaciotemporales de cada



cuenca. Los valores obtenidos de esta última aproximación fueron igualmente validados en torno a datos de ERE reportados para ecosistemas acuáticos comparables, tanto de ámbito nacional como internacional.

3.3.1 Evaluaciones de riesgo ecológico

Una de las características más relevantes de aproximaciones de ERE es que permiten establecer estándares de calidad de agua en función del nivel de protección de las comunidades acuáticas locales, definidos en base a curvas de distribución de sensibilidad de especies (SSD por sus siglas en inglés). Así, esta metodología destaca por permitir una aproximación a la probabilidad que ocurran o estén ocurriendo efectos adversos en sistemas ecológicos por exposición de un ecosistema a determinadas sustancias contaminantes (agentes xenobióticos).

Entre las cuenca analizadas, la del río Valdivia destacó por la factibilidad de utilizar información de ERE⁵ para el establecimiento de niveles de calidad de 5 metales disueltos.

Como se mencionó anteriormente, la decisión de utilizar este tipo de metodología supuso comparar los valores obtenidos (ERE) con registros colectados en los cursos de aguas a normar, utilizándose como fuentes de información los monitoreos realizados por DIRECTEMAR y la Universidad Austral de Chile. Este proceso de verificación permitió verificar que los valores definidos como NSCA no fuesen significativamente distintos a los patrones físico-químicos de los ecosistemas y, por otra parte, que estos reflejasen potenciales condiciones de protección. En función de su alto nivel de utilidad se espera que en años venideros la utilización de ERE se constituya como un elemento central en las metodologías de diseño y dictación de NSCA.

3.3.2 Clases de calidad: riesgo relativo

Tal como se explicó anteriormente, en la cuenca del río Valdivia la conjunción entre análisis de ERE y monitoreos *in situ* permitió establecer clases de calidad con metodologías similares a las aplicadas internacionalmente. Sin embargo, en general las macrocuencas de Chile no cuentan con evaluaciones de riesgo ecológico, siendo la experiencia del río Valdivia un hito importante de ser replicado. En este escenario el Ministerio del Medio Ambiente optó por adaptar la generación de clases de calidad en función de la información existente. Así, el enfoque metodológico utilizado buscó caracterizar los patrones espaciales de cada parámetro con el fin de identificar zonas indicativas de las mejores y peores condiciones de calidad del agua (Figura 3-3Figura 3-3).

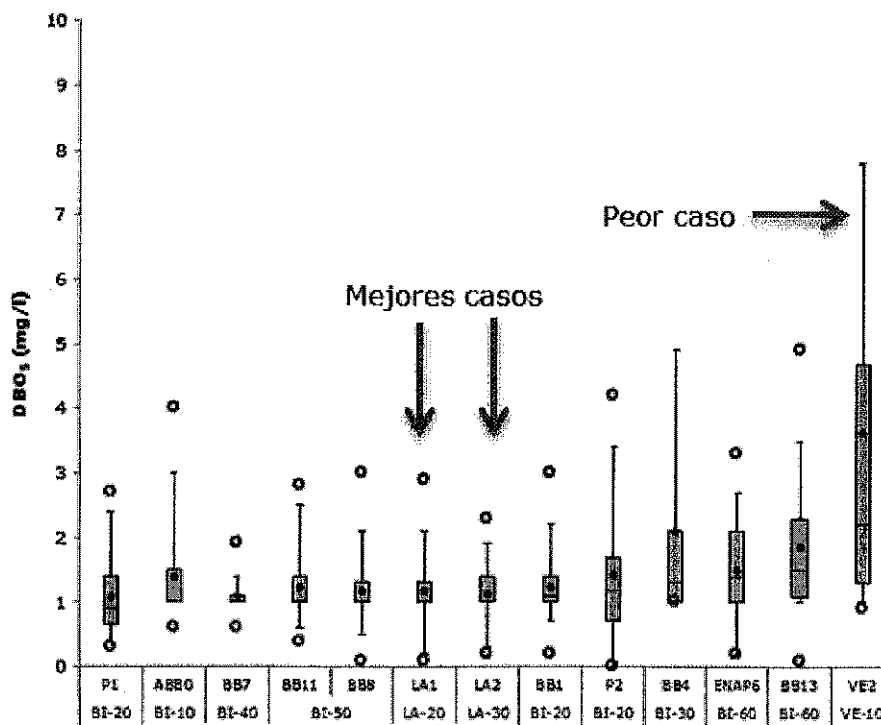
En específico los criterios utilizados fueron: la clases 1 y 2 se definieron en base a los patrones registrados en la o las mejores estaciones de monitoreos y correspondieron a los percentiles 50 (clase 1) y 95 (clase 2) respectivamente; la clase 4 se fijó como el percentil 95 de la o las peores estaciones; luego las restantes clases correspondieron al valor medio entre las clases 2 y 4 (clase 3) y a los valores superiores a los definidos como clase 4 (clase 5) (Figura 3-4Figura 3-4). Para los casos de los parámetros oxígeno disuelto y pH mínimo,

⁵ Evaluación de riesgo ecológico teórico, Evaluación de riesgo ecológico agudo para el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter y Evaluación de Riesgo Ecológico Crónico.

cuyo objetivo ambiental supone restringir valores mínimos, el criterio de definición de clase varió utilizándose el percentil 5 en vez del percentil 95.

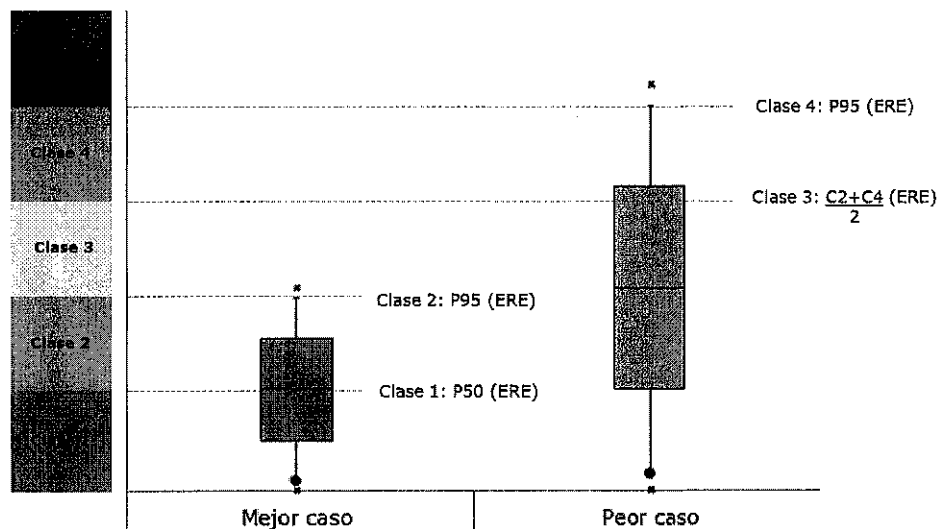
A escala temporal, se optó por analizar los datos contenidos entre los años 2001 y 2012, periodo que describe adecuadamente los procesos hidrológicos de las cuencas evaluadas y permite evaluar la entrada en vigencia del Decreto Supremo N°90. De forma complementaria una vez definidos los valores umbrales de cada clase de calidad, éstos fueron validados en relación con antecedentes de riesgo ecológico reportados en ecosistemas comparables y con Normas internacionales para la protección de biota acuática.

Figura 3-3: Ejemplo de la selección de estaciones de referencia para la generación de clases de calidad. Los datos presentados corresponden a la cuenca del río Biobío.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-4: Esquema fijación clases de calidad.



Fuente: Elaboración propia

El producto final de esta etapa es tener, para cada parámetro seleccionado y área de vigilancia definida, 5 niveles de clases de calidad. Posteriormente, en la etapa del objetivo ambiental se define el nivel de norma a alcanzar en base de los criterios que se explicarán a continuación.

3.3.1 Objetivos ambientales

Se recabaron antecedentes sobre el estado de conservación de cada unidad de gestión, a nivel de paisaje, hidromorfología y biota. Como primer paso se analizó la interacción espacial entre las áreas de vigilancia y las áreas bajo protección oficial del Estado, tales como parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, sitios prioritarios y santuarios de la naturaleza. Esto permitió identificar las secciones de las cuencas donde ya existen ciertos instrumentos de gestión destinados a la preservación de la naturaleza y conservación del patrimonio ambiental.

El siguiente paso correspondió a la caracterización de las componentes hidromorfológica y biológica. Para esto se recopilaban y/o generaban indicadores de condición, los cuales variaron en especificidad según los estudios disponibles en cada cuenca. Así por ejemplo en la cuenca del río Biobío se analizaron los patrones de presencia y/o ausencia de especies acuáticas nativas que fuesen descriptoras de procesos de perturbación antrópica (Tabla 3-1 Tabla 3-1).

De forma similar en la cuenca del río Maipo se utilizó la información existente sobre indicadores biológicos e hidromorfológicos, principalmente referidas a la aplicación de: i) el índice SIGNAL (Stream Invertebrates Grade Number-Average Level), indicador biológico adaptado a la realidad nacional y que consiste en la identificación de familias de macroinvertebrados bentónicos en cada estación de monitoreo, para las cuales se establece un valor de tolerancia (EULA 2008; EULA 2009) y ii) el índice IHG, desarrollado por Ollero et al (2008) y que se constituye como una de las herramientas que permite evaluar la condición hidromorfológica y el estado ecológico de sistemas fluviales (Figura 3-5 Figura 3-5, Figura 3-6 Figura 3-6).



Se analizaron los estudios principalmente faunísticos (zoobentos y peces) realizados en cada cuenca.

A pesar de comprender a dos ecorregiones distintas (mediterránea en el caso de Maipo y BíoBío y Lagos Valdivianos en caso de Valdivia) el listado de taxa revisados, en cuanto el bentos, no difiere significativamente entre las tres (Maipo=70; BíoBío=89 y Valdivia=67). El listado sistematizado, se revisó con los puntajes asignados por Figueroa (2007) para la región Mediterránea de Chile, tanto para el índice ChBMWP como para ChSignal (ChBMWP/nºfamilias) revisados ahí. El grado de tolerancia a la contaminación está dado por un puntaje asignado a cada familia en una escala de 10 a 1, desde las más sensibles a las más tolerantes. Este puntaje ha sido revisado dentro de la literatura científica y son altamente confiables. Esto se hizo de esa manera ya que trabajos más exhaustivos sobre calibración de los distintos índices se encuentran en desarrollo, y los datos fueron insuficientes como para aplicar de manera directa en la asignación de clases de calidad química y posteriormente la fijación de las normas de calidad secundarias.

Sólo la Ecorregión mediterránea presenta una gran variabilidad a nivel de familias (19 a 89), y esta variabilidad tiene importantes implicancias en la aplicación del índice por lo tanto el análisis se enfocó en tres puntos:

- a) Determinar los rangos de parámetros químicos monitoreados en el mismo momento de la muestra biológica para relacionar la presencia de familias sensibles con ese rango de valores químicos, aplicando algunos factores de seguridad a través del resultado del índice (en clases de calidad biológica) como respuesta de la comunidad bentónica completa en cada muestreo.
- b) Determinar las zonas más impactadas de la cuenca y las con menor grado de impacto.
- c) Determinar que grupos de familias se asocian a los sectores ritrales y potamales en los ríos de la cuenca (preferencias de hábitat) y determinar en base a su rol trófico y fuentes de alimentación, su correlación con el contenido de metales y nutrientes en esos sectores para aplicar lo más fielmente el principio preventivo de la Ley 19.300.

En cuanto a la temporalidad de los muestreos biológicos aplicados en bentos es consenso científico que no representan sólo el estado del ecosistema acuático en el momento de la muestra, sino también las condiciones durante el desarrollo de las especies que se encuentran, es decir, que integran tanto los datos físico-químicos como fluviométricos a los que han sido expuestos los individuos de la comunidad, en un plazo de tiempo que dependerá del tiempo de desarrollo de cada taxa, pero que en ningún caso superará el año debido a ciclos anuales, y que como mínimo debieran reflejar 3 meses hacia delante o atrás lo que se asimilaría al muestreo de DGA correspondiente a una estación del año. El foco de los muestreos ha sido el período de primavera tardía (sep-nov) por comprender una buena aproximación a los meses donde la comunidad biológica se encuentra mejor representada.

Tabla 3-1: Recopilación de información biológica como apoyo para el establecimiento de niveles de calidad en la cuenca del río Biobío. E: Especie posiblemente extinta. P: Especie con registros actuales de presencia, AD: Especie no presente según distribución geográfica histórica y preferencias de hábitat, SR: especie sin

registros actuales, sin embargo de acuerdo a su distribución debiese estar presente. Fuente de información: Marquet et al., 2002; GESAM, 2006; Habit et al., 2006.

<i>Diplomystes nahuelbutaensis</i>	P	P	P-E*	P	AD	AD	P	P	AD	SR	SR	
<i>Nematogenys inermis</i>	AD	AD	P	E**	P	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD
<i>Aegla conceptionensis</i>	AD	AD	AD	AD	P	SR	AD	AD	AD	AD	AD	AD
<i>Aegla expansa</i>	AD	AD	AD	AD	P	SR	AD	AD	AD	AD	AD	AD
<i>Aegla pewenchae</i>	P	P	P	P	AD	AD	SR	P	SR	P	P	
<i>Aegla bahamondei</i>	AD	AD	AD	AD	SR	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD

Figura 3-5: Estado de la calidad del ecosistema acuático de la cuenca del río Maipo según indicadores biológicos. Fuente: EULA (2008,2009).

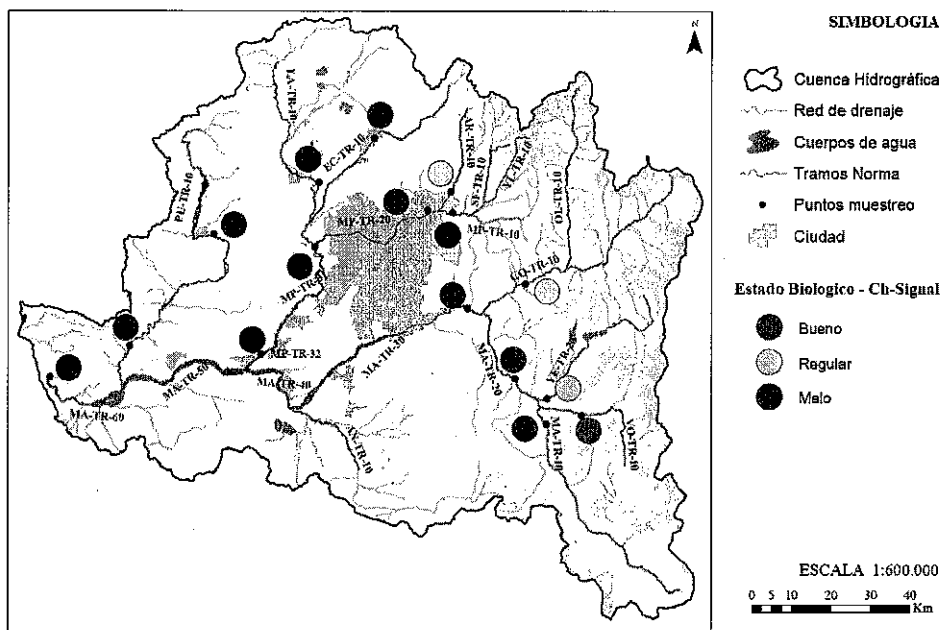
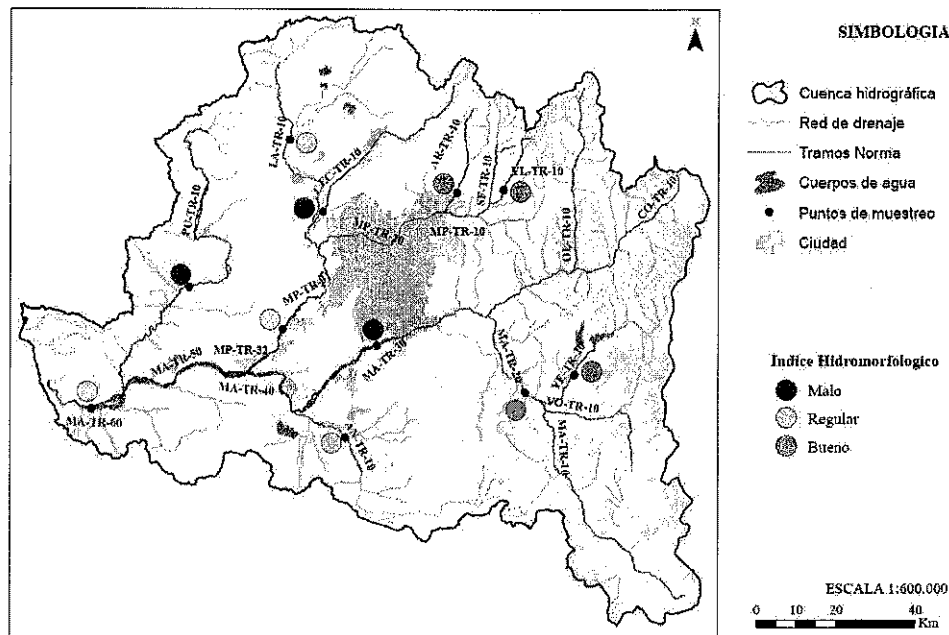


Figura 3-6: Estado de la calidad del ecosistema acuático de la cuenca del río Maipo según índices hidromorfológicos. Fuente: ECOHYD (2010, 2011).



En base a la información recopilada y analizada cada una de las áreas de vigilancia fue caracterizada y se le asignó un objetivo ambiental por parámetro referido a mantener o recuperar cierto nivel de calidad. En específico se establecieron como criterios comunes i) el alcanzar niveles de calidad indicativos de buenas condiciones físico-químicas en las áreas de vigilancia que interactúen con zonas bajo protección oficial del Estado y ii) propender a mejorar las condiciones actuales en las áreas de vigilancia con evidencias de perturbación antrópica significativa (Tabla 3-1, Tabla 3-4; Figura 3-5, Figura 3-5, Figura 3-6, Figura 3-6).

Para definir el estado actual de cada combinación área de vigilancia-parámetro se utilizó el penúltimo dato de los registros físico-químicos del periodo 2009-2012. Este valor fue caracterizado según las tablas de clases de calidad decidiéndose posteriormente si el objetivo ambiental propuesto era plausible de ser logrado en virtud de: patrones característicos de las áreas de vigilancia ubicadas aguas arriba y aguas abajo, emisiones catastradas y adicionalmente la valorización de costos estimados según medidas de abatimiento.

3.4 Sistematización de la información

Adicionalmente hubo un esfuerzo en la sistematización y actualización de la información contenida en los expedientes, de cada una de las NSCA en una base de datos fácilmente disponible para todos los usuarios de la cuenca y/o cualquier interesado en estos procesos normativos que poseen una larga data.



La información disponible varía según la cuenca analizada, pero en términos generales la componen de los siguientes ítems:

- a) Calidad fisicoquímica histórica de los ríos, generada por la Dirección General de Aguas, DIRECTEMAR y otras instituciones tales como EULA, CENMA, CEA, entre otras.
- b) Información geográfica disponible (Usos de suelo, características hidrológicas de cada cuenca, etc.,)
- c) Modelos hidrodinámicos
- d) Inventarios de emisiones
- e) Modelos de dispersión de emisiones
- f) Evaluación de estructuras comunitarias
- g) Monitoreos biológicos e hidromorfológicos desarrollados de forma puntual por el Ministerio del Medio Ambiente u otras instituciones científicas o privadas
- h) Análisis de riesgo ecológico realizados en los ecosistemas a normar o en otras áreas comparables.
- i) Revisión de Normas Internacionales para la protección de vida acuática
- j) Caracterización y clasificación de especies con problemas de conservación (2013)
- k) Estimación de carga proveniente de fuentes puntuales en cada cuenca (SISS, 2011)
- l) Opinión de expertos nacionales e internacionales (España, 2013)
- m) Generación de información cartográfica para el sistema de tipología de ríos y lagos de Chile”, trabajo licitado por el Ministerio del Medio Ambiente y ejecutado por el Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Chile.entre otros (MMA,2011)
- n) Elaboración de tablas de Clases de Calidad, (MMA, 2013)



4. ANEXOS

Anexo 4-1: Siglas de parámetros.

Sigla	Parámetro
Al	Aluminio
As	Arsénico
B	Boro
Ca	Calcio
Cd	Cadmio
CE	Conductividad eléctrica
Cl-	Cloruro
CF	Coliformes fecales
Cl	Cloruro
CN	Cianuro
Cr	Cromo total
CT	Coliformes totales
Cu	Cobre
CV	Color verdadero
DBO ₅	Demanda bioquímica de oxígeno
DQO	Demanda química de oxígeno
Fe	Hierro
Hg	Mercurio
K	Potasio
Mg	Magnesio
Mn	Manganeso
Mo	Molibdeno
NT	Nitrógeno total
Na	Sodio
NH ₄	Amonio
NO ₂	Nitrito
NO ₃	Nitrato
OD	Oxígeno disuelto
Pb	Plomo
pH	pH
PO ₄	Fosfato
PT	Fósforo total
RAS	Razón de absorción de sodio
Se	Selenio
SO ₄	Sulfato
SST	Sólidos suspendidos totales
Zn	Zinc

A continuación se presenta un resumen de las observaciones ciudadanas recibidas en las consultas públicas de los Anteproyectos de las Cuencas de los Ríos Maipo, Biobío y Valdivia y las temáticas generales que abordaron con su frecuencia y actores sociales que las efectuaron.

Tabla 1. Frecuencia de las observaciones recibidas por temática.

Observaciones (%)	Maipo	Biobío	Valdivia
Diseño NSCA (parámetros, áreas de vigilancia)	20	37	20
Definición valores normativos	24	3	44
Programa de vigilancia	15	7	8
Criterios de fiscalización	12	14	4
Antecedentes técnicos y científicos	12	8	6
Establecimiento de objetivos de calidad		4	13
Uso de bioindicadores	2	6	
Redacción del proyecto	7	6	
Incertidumbre sobre los costos y beneficios	5	3	1
Ámbito de aplicación			4
Otros	3	12	

Cuenca río Maipo: Instituciones del Estado: DGA, SISS, SERNAGEOMIN, COCHILCO, Gobernación Provincial de San Antonio, Municipalidades de Lampa y Pudahuel; Instituciones Privadas: Grupo Aguas, Aguas Andinas, Angloamerican, Papeles Cordillera, Servicommunal, ESVAL, Asociación de Viñas de Chile.

Cuenca río Biobío: EULA; SOFOFA; ENDESA; IANSAGRO; Instituciones del Estado: DGA, SISS; Empresas agua potable-PTAS: Aguas Araucanía, ESSBIO; Empresas y gremios: CORMA, CPCC, INFORSA, CMPC MASISA, Norske Skog; Municipios: Negrete, Los Ángeles, Yumbel.

Cuenca río Valdivia: ONG's: WWF; Conjunto Organizaciones sociedad Civil: Colegio Médico de Valdivia, Colegio Médico Veterinario de Valdivia, Acción por los Cisnes, Observatorio Ciudadano, ATRAE, Conservación Marina, Agrupación Biósfera, PRODESAM, NIDO; Universidad: UACH, Centro EULA; Empresas: CELCO-Arauco.

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

ANÁLISIS GENERAL DE IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DE LA NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO MAIPO

Autores: Jorge León M.; Francisco Donoso G.; María Jesús Llanbías U.; María Belén Sepúlveda P.; Amerindia Jaramillo A.; Sandra Briceño P.; Cristóbal de la Maza G. Noviembre 2013.

1. Introducción

La presente minuta corresponde al Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) aplicado al proyecto definitivo de la Norma Secundaria de calidad Ambiental (NSCA) propuesta para la protección de las aguas superficiales de la cuenca del río Maipo.

El informe se compone de 5 partes: descripción del área de estudio, un resumen con los aspectos principales de la norma evaluada, un apartado metodológico del AGIES, los resultados del mismo y finalmente las conclusiones del análisis

2. Descripción de la cuenca

La cuenca del río Maipo se ubica en la zona hidrográfica central de Chile ($32^{\circ}55' - 34^{\circ}15'$ latitud sur; $69^{\circ}55' - 71^{\circ}33'$ longitud oeste, superficie: 15.274 km^2), presenta un régimen hidrológico mixto caracterizado por dos períodos de crecidas, el primero determinado por las precipitaciones de invierno y el segundo por los deshielos de primavera y verano. La hoya hidrográfica está compuesta cinco subcuencas y más de 850 cursos de agua, destacando los ríos: Maipo, Mapocho, Angostura y los esteros: Lampa y Puangue.

Tabla 1. Indicadores generales de la cuenca del río Maipo

Superficie	15.270 km^2
Longitud del río principal	240 km
Regiones	Metropolitana (90%), Valparaíso (5%) y Libertador General Bernardo O'Higgins (5%)
Caudal medio	$\sim 100 \text{ m}^3/\text{s}$
Población	6.7 millones de habitantes (sólo RM)

Fuente: Elaboración propia

Las principales actividades económicas¹ corresponden a las silvoagropecuarias, industriales (agroindustria, alimentaria, textil, cementera, acuicultura), sanitarias, generación eléctrica, minería, extracción de áridos, turismo y recreación. Todas estas actividades repercuten en la calidad de agua y/o intervención de cauces destacando las descargas según rubro electricidad, gas y agua; agropecuario; industria manufacturera y minería. El balance de las cuentas nacionales señala que cada uno de ellos aporta aproximadamente 1175, 590, 9540 y

¹ En la cuenca el río Maipo han sido otorgados 371 m^3/s derechos de aprovechamiento de aguas de tipo consuntivo y 1780 m^3/s de tipo no consuntivo (DGA, 2010)

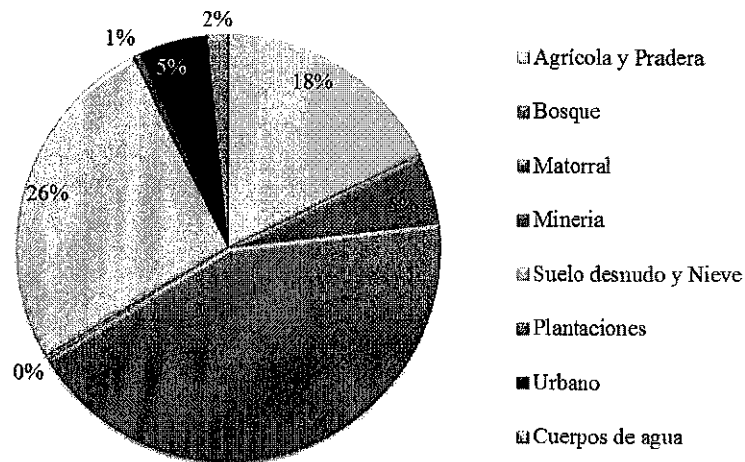


365 millones de USD por año respectivamente al PIB nacional, siendo en conjunto un 15% del PIB de la cuenca² (Banco Central 2012).

En relación a los usos de suelo y de acuerdo al catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile, la cuenca del río Maipo presenta un mosaico de usos de suelo dominado por coberturas de matorral (43%), suelo desnudo y nieve (26%), suelo agrícola (18%), bosque (5%) y zonas de uso urbano (5%) (CONAF and CONAMA 2003).

Otro aspecto importante a destacar es que la zona mediterránea de Chile central, donde se emplaza la cuenca del río Maipo, ha sido descrita como uno de los 25 “hotspots” de biodiversidad a escala global, destacándose por contener ecosistemas con un elevado número de especies endémicas (Myers 2000). Sin embargo, dada la densidad poblacional y el uso intensivo del territorio, algunas de estas especies registran un alto grado de amenaza por pérdida de hábitat especialmente en la sección media y baja de la cuenca. Por otra parte, las áreas silvestres bajo protección oficial se concentran principalmente en las zonas altas y medias de los ríos Maipo y Mapocho, esteros Lampa y Puangue, incluyéndose algunos ecosistemas acuáticos caracterizados por una alta riqueza de macroinvertebrados bentónicos (ej. sitio prioritario Alto Maipo), especies ícticas nativas con algún grado de amenaza (ej. sitio prioritario Cordon de Cantillana) y avifauna (ej. sitio prioritario Humedal de Batuco) (CONAMA 2006).

Figura 1. Uso de suelo de la cuenca del río Maipo.



Fuente: Elaboración propia a partir del Catastro de CONAF, CONAMA 2003

² Debido a que las cuentas nacionales no están desglosadas a nivel de cuenca, se consideró sólo RM.



3. Normativa evaluada

El diseño de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental destinadas a la protección de sistemas fluviales contempla el establecimiento de límites de concentración para diferentes parámetros en áreas de vigilancia (AV) representativas de la cuenca, caracterizadas a su vez por estaciones de calidad emplazadas en sus secciones finales (Tabla 2; Figura 2).

En este sentido una de las características del Proyecto Definitivo de NSCA evaluado es robustecer la obtención de información de calidad del agua, aumentando la frecuencia e incrementando el número de estaciones y parámetros actualmente considerados en el programa de monitoreo gestionado por la Dirección General de Aguas (DGA) (Tabla 2; anexo 7.1).

Tabla 2. Cuadro resumen de características de la NSCA de la cuenca del río Maipo

Áreas de vigilancia (AV)	11
Parámetros	12
Límites ³	156
Criterio de excedencia	Mínimo entre percentil 95 o penúltimo dato, trianual móvil ⁴
Frecuencia anual de monitoreo	12
Medición de indicadores biológicos	Sí

La figura 2 muestra en detalle la designación de áreas de vigilancia de la cuenca del río Maipo.

³ Considera el rango de pH como dos límites independientes: mínimo y máximo.

⁴ El indicador corresponderá al p95 o el penúltimo valor dependiendo del número de datos de la muestra. El indicador al menos deberá eliminar un registro para los tres años analizados.

La evaluación de costos realizada al proyecto definitivo de NSCA supuso analizar el nivel de cumplimiento que hubiese tenido este instrumento de gestión en el caso de estar actualmente en aplicación. Con este fin se contrastaron los límites normativos con los valores característicos (percentil 95 o penúltimo dato según sea el caso) de la serie de datos colectados entre los años 2010 y 2012. Luego el siguiente paso consistió en estimar el costo que supondría alcanzar las metas propuestas para cada combinación parámetro-área de vigilancia donde las NSCA no se hubiesen cumplido. Para esto se montó un modelo integrado de emisión-calidad y económico, el cual determinó la combinación de medidas de abatimiento óptima bajo un criterio de costo efectividad, es decir, minimizó los costos



totales de modo de cumplir con la norma⁵ (ver Figura 3). Un factor relevante de este modelo fue la elaboración de un inventario de emisiones que incorporó información de fuentes puntuales, obtenida a partir de antecedentes proporcionados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)⁶. En este contexto, las soluciones propuestas por el modelo pudieron provenir desde la aplicación directa de medidas de abatimiento en las zonas con incumplimientos así como también, la reducción de fuentes emisoras emplazadas en otras áreas de vigilancia, ubicadas aguas arriba de estas delimitaciones.

De forma conjunta, el presente AGIES estimó los costos que supondría la implementación de un diseño de muestreo que permita un adecuado control y gestión de esta propuesta normativa, considerándose tanto los costos de laboratorio como los relacionados con aspectos de logística. Así se calculó el costo adicional que implicaría robustecer los monitoreos que actualmente realiza la DGA⁷ a través de un aumento de la periodicidad de muestreo (mensual), adición de nuevos parámetros y la inclusión de monitoreo biológico.

4.2 Metodología beneficios

La implementación de instrumentos de gestión ambiental, tales como las NSCA, facilita la mantención de flujos sostenidos de servicios ecosistémicos al mejorar o mantener las condiciones ambientales de las cuencas. Los servicios ecosistémicos corresponden a los beneficios que la humanidad obtiene de los ecosistemas (M.E., 2005)⁸ y derivan de las funciones ecosistémicas, las cuales se estructuran en base a los componentes físicos, químicos y biológicos de los ecosistemas y sus interacciones. Estos servicios ecosistémicos contribuyen al bienestar social y permiten el desarrollo de innumerables actividades productivas y recreativas de los distintos territorios.

Se identificó los servicios ecosistémicos de la cuenca del río Maipo en base a la recopilación de información de talleres participativos regionales y una reclasificación mediante bibliografía especializada (De Groot R.S., Alkemade et al. 2010). Posteriormente, los servicios fueron espacializados, asociados a los distintos usos productivos de la cuenca y estos a su vez, a los distintos parámetros normados en la NSCA, lo anterior en base a la metodología propuesta por (Cifuentes 2008).

Sin embargo, debido a la complejidad de cuantificar el beneficio marginal que implica una variación del flujo de los servicios ecosistémicos relacionado a cierta calidad del agua, se optó por la identificación de los beneficios de la norma asociado a su implementación y una

⁵ El modelo simula qué parámetro debe abatirse, qué fuente emisora es conveniente abatir y qué tecnología o medida de abatimiento instalar de modo que se alcance el límite de norma minimizando los costos totales. Los costos de inversión, operación y mantención, fueron obtenidos a partir del estudio de Fundación Chile (2010) y corregidos en el proceso de revisión del D.S. 90 (MMA 2011).

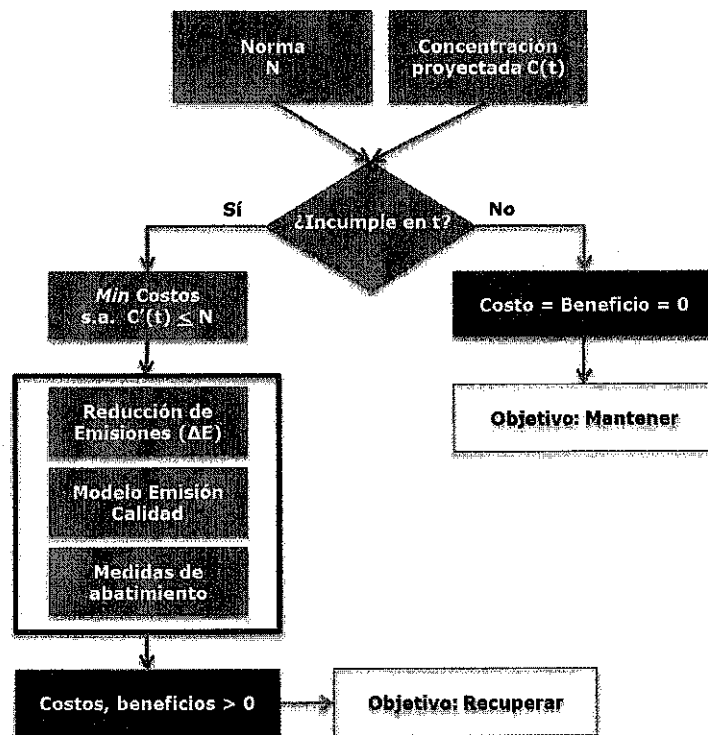
⁶ No fue posible estimar el aporte de fuentes difusas en la cuenca debido a la inexistencia de factores de exportación de nutrientes para la zona central del país.

⁷ Se considera como costo adicional la instalación de estaciones de monitoreo privadas, en este caso EULA, bajo el supuesto que el Estado debe incurrir en esos costos.

⁸ Ejemplo: servicios de regulación hídrica, regulación climática, producción de alimentos, recreación, entre otros.

cuantificación de las reducciones de emisiones para cada uno de los parámetros normados, producto de determinadas medidas de abatimiento.

Figura 2. Esquema de metodología aplicada para la evaluación del AGIES



Fuente: Elaboración propia

5. Resultados

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos del AGIES. Esto corresponde a la evaluación de cumplimiento en el escenario de norma para cada combinación AV-parámetro; en segundo lugar, la evaluación misma de costos, y finalmente el análisis de beneficios de la NSCA.

5.1 Evaluación de cumplimiento

Se detalla el análisis de excedencia en función de dos indicadores: (i) Cumplimiento actual: todos las combinaciones AV-parámetro que cumple los límites de norma; (ii) Excedencias evaluadas: todos las combinaciones AV-parámetro que no cumplen los límites de norma. En la Tabla 3 se aprecia que existe un 8% de los límites normados que están en situación de excedencia y en el anexo 7.2 se detalla las excedencias por parámetro y área de vigilancia. A nivel espacial estas saturaciones tendrían lugar principalmente en las zonas medias de la cuenca y se asociarían a concentraciones de nutrientes y materia orgánica.



Tabla 3. Resultados del análisis de excedencias de la NSCA de la cuenca del río Maipo

Indicador	Valor	Valor (%)
Cumplimiento	143	92%
Excedencia	13	8%
Total	156	100%

Fuente: Elaboración propia

5.2 Costos

El AGIES determinó que, en los potenciales escenarios de incumplimiento, el costo total de la norma sería de 44,8 MMUSD considerando 20 años de horizonte de evaluación. Un 87% de los costos atribuibles a fuentes puntuales recaerían en los sectores gas, electricidad, aguas y plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) (Tabla 5). Un factor relevante es que la estimación de costos del AGIES se basó en un supuesto conservador, en el cual se atribuyó la totalidad de los costos de abatimiento a la presente normativa, independientemente del nivel de cumplimiento del D.S. 90.

Tabla 4. Valor presente de costos de la NSCA de la cuenca del río Maipo

Tipo de costo	Valor (MMUSD)
Abatimiento	43,5
Monitoreo	1,3
Total	44,8

*Tasa social de descuento 6% (MIDEPLAN); horizonte de evaluación: 20 años; valor dólar: 500 CLP/USD.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. a) Participación de los costos de fuentes emisoras por rubro b) Distribución de costos de fuentes emisoras por área de vigilancia de la cuenca del río Maipo

Rubro	Costo (%)	Área de vigilancia	Costo (%)
Acuicola	1%	A-1	2%
Agrícola	0%	L-1	9%
Celulosa/Madera/Papel	3%	MA-3	1%
Gas/electr/agua	13%	MA-4	13%
Industria	2%	MP-2	75%
Pecuario	6%	P-2	0%
PTAS	74%	Total	100%
Total	100%		

Fuente: Elaboración propia



5.3 Beneficios

El análisis de beneficios de la norma se basa en dos indicadores. En primer lugar, el análisis cualitativo, que menciona todos los beneficios de la norma y lo importante de la protección de los servicios ecosistémicos que provee particularmente la cuenca del río Maipo. En segundo lugar, un indicador de la reducción de emisiones atribuibles a la norma que se espera tener producto de las excedencias encontradas.

5.3.1 *Análisis cualitativo*

En relación a la estimación de beneficios los análisis realizados en el AGIES identificaron 17 servicios ecosistémicos (SE) en la cuenca del río Maipo, de los cuales 3 corresponden a SE de provisión (ej: alimentos, agua, etc.), 7 de regulación (ej: calidad del aire, climática, agua, etc.), 3 culturales (ej: estética, recreacional, patrimonio cultural e identidad, etc.) y 4 de soporte (acervo genético y hábitat, etc.).

Es posible señalar que el diseño del proyecto definitivo contribuirá a preservar la provisión de estos servicios mediante:

- i. El establecimiento de límites de concentración en gran parte la cuenca
- ii. La recuperación de áreas con evidente perturbación ambiental
- iii. Robusteciendo los monitoreos fisicoquímicos y biológicos. Lo cual es su conjunto debiese permitir el desarrollar una gestión acabada de la cuenca, generándose mejores diagnósticos de la calidad ambiental y fortaleciéndose las bases de información para futuras revisiones de la norma.

5.3.2 *Cuantificación de beneficios: reducción de emisiones*

La siguiente figura resume la reducción de emisiones estimadas en la cuenca del río Maipo producto de la aplicación de medidas de abatimiento en fuentes puntuales con el fin de alcanzar los límites de la norma

Tabla 6. Emisiones con norma y reducciones por parámetro, cuenca del río Maipo.

Parámetro	Emisión base (10 ⁶ NMP/d ó kg/d)	Emisión con norma (10 ⁶ NMP/d ó kg/d)	Reducción emisión (10 ⁶ NMP/d ó kg/d)	Reducción (%)
Nitrógeno keldalh	49.394	20.573	28.821	58%
Fósforo total	9.472	5.666	3.806	40%
DBO5	67.775	49.971	17.804	26%
DQO	123.899	93.940	29.960	24%
Mercurio	0,06	0,05	0,01	22%
Nitrato	5.997	4.972	1.026	17%
Cloruro	24.304	20.583	3.721	15%
Coliformes fecales	633.059	539.837	93.222	15%
Fenoles	3	3	0,2	5%
Boro	64	62	1	2%

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en la tabla anterior que las principales reducciones de contaminantes están enfocadas en nutrientes y materia orgánica. Destaca adicionalmente una reducción de aproximadamente un 22% de emisiones de mercurio, parámetro potencialmente tóxico para la biota acuática.

La reducción de la emisión en estos parámetros mejora y previene casos de eutrofización de los cuerpos de agua, es decir, casos de mortalidad de la biota sensible por baja concentración de O₂ (hipoxia o anoxia), pérdida de biodiversidad, olores, etc. Por otro lado, la reducción de parámetros tóxicos también contribuye a la protección del ecosistema acuático, en línea con los objetivos de la norma.

Adicionalmente a los beneficios que se obtendrían por la protección de las especies que habitan en los cuerpos de agua, existen ciertas actividades productivas que están íntimamente relacionadas con la calidad del agua (y particularmente con los parámetros que reducen emisiones de la Tabla 6) que también se verían beneficiadas con la implementación de la norma, como por ejemplo, acuicultura, agricultura, ganadería, actividades de recreación (turismo, pesca deportiva) entre otras (Cifuentes 2008).

6. Conclusiones

El acercamiento metodológico, implementado en el AGIES del presente proyecto definitivo de NSCA, intenta aproximarse a los costos y beneficios que tendría un posible plan de descontaminación en la cuenca del río Maipo.

Los costos estimados en valor presente considerando un período de evaluación de 20 años corresponden a aproximadamente 43,5 MMUSD y 1,3 MMUSD, producto de medidas de abatimiento de emisiones y monitoreo en la cuenca respectivamente.

La eventual aplicación de este plan de descontaminación supondría reducciones importantes en las cargas de nutrientes y parámetros tóxicos (mercurio) que son actualmente emitidas a los cursos de agua de la cuenca del río Maipo. Así la implementación del proyecto definitivo de NSCA debiese contribuir a la protección del ecosistema y del medio humano. Por otro lado, la mantención y/o mejora de la calidad de los recursos hídricos permite que los servicios ecosistémicos relacionados con calidad del agua de la cuenca perduren en el tiempo, de modo que puedan seguir siendo aprovechados por la comunidad.

Por otro lado, la mejora continua de los recursos hídricos va en línea con los compromisos y recomendaciones internacionales, tales como las realizadas por la OCDE, la cual plantea que Chile requiere “(...) *iniciativas más decididas en relación con las EIA, las normas de calidad y de emisiones para la gestión del aire, el agua, los residuos y la naturaleza, el uso de instrumentos económicos, las políticas de ordenamiento territorial, y los planes y estrategias nacionales y regionales*” (Loretsen and Barcacena 2005).

Finalmente, el sistema de límites y un sistema de monitoreo robusto permitirá una gestión adecuada del recurso hídrico en relación a la calidad de las aguas, cumpliendo de esta manera la protección de los ecosistemas acuáticos

7. Anexos

7.1 Proyecto definitivo

Tabla 7. Límites de norma para la cuenca del río Maipo por parámetro y área de vigilancia

Elemento o compuesto	Unidad	MA-1	MA-2	MA-3	MA-4	MA-5	MP-1	MP-2	A-1	L-1	P-1	P-2
Oxígeno disuelto	mg/l	8	8	8	8	6	8	6	6	5	8	5
Conductividad eléctrica	µS/cm	1900	1900	1900	1600	1600	400	1600	1600	1900	400	1750
pH	Unid. pH	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,7	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5



Cloruro	mg/l	300	240	240	180	180	30	240	180	240	30	240
Sulfato	mg/l	430	380	380	380	380	150	380	380	480	150	380
Demanda biológica de oxígeno	mg/l	8	8	8	8	8	5	10	10	10	5	10
Nitrógeno de nitrato	mg/l N-NO ₃ ⁻	0,5	0,5	0,5	4	8	1,5	10	4	4	1,5	10
Fosforo de ortofosfato	mg/l P-PO ₄ ⁻	0,08	0,08	0,08	0,15	1	0,08	2,5	0,15	0,6	0,6	2,5
Plomo disuelto	mg/l	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
Níquel disuelto	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Zinc disuelto	mg/l	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Cromo total	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Fuente: Elaboración propia

7.2 Detalle superación de norma

Parámetro	A-1	L-1	MA-1	MA-2	MA-3	MA-4	MA-5	MP-1	MP-2	P-2	Total param
Cloruro		1			1	1	1				4
Conductividad											0
DBO5		1							1	1	3
Nitrato					1				1		2
pH			1			1			1		3
Fosfato	1										1
Sulfato											0
Total AV	1	2	1	0	2	2	1	0	3	1	13

8. Referencias

Banco Central (2012). Cuentas Nacionales de Chile, PIB Regional 2012. Chile.

Cifuentes, L. (2008). Generación de metodología para el desarrollo de análisis general del impacto económico y social de normas secundarias de calidad del agua., Preparado para CONAMA.

CONAF and CONAMA (2003). Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile. Actualización catastro de uso de suelo y vegetación, Región Metropolitana.



CONAMA (2006). Estrategia para la conservación de la biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago.

De Groot R.S., R. Alkemade, et al. (2010). "Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making." Ecological Complexity 7: 260-272.

DGA (2010). "Derechos de aprovechamiento de agua superficial."

FundacionChile (2010). Estimación de Costos de Abatimiento de contaminantes en Residuos Líquidos. Santiago de Chile.

Loretsen, L. and A. Barcacena (2005). "Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile." Santiago, OCDE/CEPAL.

Myers, N. (2000). "Biodiversity hotspots for conservation priorities." Nature 403.