

## Policy Brief N° 11

Propuesta para establecer un sistema que regule la máxima producción posible de salmonídeos en ecosistemas marinos atendiendo a su capacidad de carga

Doris Soto, INCAR-UDEC  
Contacto: [dorsoto@udec.cl](mailto:dorsoto@udec.cl)



La mala percepción que se ha generado en torno al desempeño ambiental de la salmonicultura chilena ha golpeado su imagen nacional e internacional, permeando incluso al resto de la actividad acuícola que se desarrolla en nuestros sistemas acuáticos<sup>1, 2, 3</sup>. Uno de los factores que acompaña a esta percepción es que no existen, a nivel nacional, buenos instrumentos ni mediciones abiertas y transparentes que permitan monitorear y evaluar el desempeño ambiental de este sector productivo a escala de ecosistemas<sup>4</sup>. Por el contrario, el sentimiento general es que este es deficiente<sup>1</sup>. Aún peor es el hecho que no tenemos buenos indicadores para estimar los costos económicos (valor de los daños) generados por las externalidades negativas y compararlos con los beneficios sociales y económicos de la actividad, especialmente en el largo plazo. En general ésta realidad también atañe a gran parte de las actividades productivas relacionadas con el uso de recursos naturales en Chile. Este hecho es preocupante puesto que en algunas regiones y comunas del sur de Chile la salmonicultura es una fuente muy relevante de desarrollo local<sup>5</sup>, que genera empleo directo e indirecto y encadenamiento productivo, por lo cual su eliminación o reubicación tendría impactos sociales que deben ser abordados.

Existe también la necesidad de proteger y conservar el océano, su biodiversidad y sus servicios ecosistémicos y este es un desafío cuyos costos deben ser abordados por el Estado y la sociedad. En otras palabras, pensar en minimizar la huella ecológica de la salmonicultura o la pesca artesanal o la mitilicultura o incluso el turismo, implica abrirse a generar otras fuentes de ingresos con menores impactos ambientales y/o modificar de forma sustantiva los requerimientos/hábitos económicos y sociales de comunidades costeras. Toda decisión implica generar o mantener opciones para la obtención de ingresos que permitan a dichas comunidades cubrir necesidades básicas, como acceso a salud, educación, etc., a la vez que se logre minimizar el impacto negativo sobre el ecosistema marino. También es posible relocalizar actividades, incluyendo aquellas relacionadas a la acuicultura, en áreas que presenten menores riesgos. Estas acciones implican necesariamente una planificación espacial estratégica de las actividades tal que se minimicen los impactos y se favorezca el desarrollo con equidad<sup>6</sup>. En general, no hay soluciones simples y cualquiera sea la decisión de las comunidades costeras en cuanto a vocación, será necesario abordar las oportunidades y los riesgos que supone cualquier actividad.



<sup>1</sup> <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/raq.12337>

<sup>2</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569115002069>

<sup>3</sup> <https://www.seafoodwatch.org/our-projects/farmed-salmon-in-chile>

<sup>4</sup> <https://centroincarc.cl/documentos-del-centro/indicadores-ecosistemas/>

<sup>5</sup> <https://ideas.repec.org/a/eee/jfpoli/v101y2021ics0306919221000555.html>

<sup>6</sup> [https://www.researchgate.net/publication/323350298\\_Does\\_the\\_location\\_of\\_salmon\\_farms\\_contribute\\_to\\_the\\_reduction\\_of\\_poverty\\_in\\_remote\\_coastal\\_areas\\_An\\_impact\\_assessment\\_using\\_a\\_Chilean\\_case\\_study](https://www.researchgate.net/publication/323350298_Does_the_location_of_salmon_farms_contribute_to_the_reduction_of_poverty_in_remote_coastal_areas_An_impact_assessment_using_a_Chilean_case_study)

<sup>6</sup> <https://www.fao.org/3/i1750s/i1750s.pdf>

El enfoque ecosistémico aplicado a la acuicultura nos ofrece una estrategia para facilitar que el sector se integre adecuadamente con otras actividades, y aborde equitativamente los objetivos económicos, sociales, ambientales y de gobernanza, en escalas temporales y espaciales explícitas<sup>7</sup>. Este enfoque, se basa en el concepto de **Capacidad de Carga de los Ecosistemas**, y si bien está mencionado en la actual Ley General de Pesca y Acuicultura (Art. 87)<sup>8</sup>, en la práctica aún no se ha implementado en forma efectiva para la acuicultura. La incorporación y aplicación de este enfoque es urgente, y es una preocupación que compartimos diversos científicos, instituciones públicas y organizaciones de conservación.

A nivel global y nacional, las regulaciones ambientales acuícolas para sistemas intensivos (y también de pequeña escala) están principalmente acotados a las granjas o centros de cultivo individuales como unidad de norma y fiscalización y allí se han enfocado las propuestas normativas recientes; pero ello no es suficiente. Por ejemplo, cuando se discute el tema de las relocalizaciones de concesiones salmoneras es fundamental incluir en el análisis la capacidad de los cuerpos de agua para sostener la actividad. ¿Cuánto se puede producir en un lago, en un fiordo, en un canal, en una bahía, en una cuenca precordillerana (en el caso de pisciculturas) sin afectar funciones y atributos relevantes del ecosistema?. Se trata simplemente de entender la primera ley de la termodinámica, “la energía no se crea ni se destruye solo se transforma” y por lo cual, todo ecosistema tiene límites ecológicos, productivos e incluso sociales que no deberíamos sobrepasar si queremos mantener actividades y ecosistemas saludables en el largo plazo. Claramente el concepto de capacidad de carga del ecosistema no se ha aplicado en acuicultura en Chile (y tampoco en otras actividades productivas incluyendo la agricultura).

Otro ejemplo, la norma acuícola sanitaria chilena monitorea y controla el uso de antimicrobianos por tonelada producida de salmónes, evidenciándose en los últimos años esfuerzos por reducir el índice “uso/tonelada” (Informe sanitario SENAPESCA 2021, Informe de sostenibilidad del Consejo del Salmon 2021<sup>9</sup>). Sin embargo, dado que la producción de salmónes ha crecido, también se ha incrementado el uso total de antimicrobianos y, a la fecha, desconocemos la permanencia y destino final de estos, excepto por algunos estudios que entregan indicios y levantan alertas<sup>10</sup>. En particular, preocupa la generación de resistencia antimicrobiana (RAM), lo cual podría tener consecuencias en la salud humana, pero además puede haber otros impactos sobre el funcionamiento de procesos bacterianos que son esenciales para la biogeoquímica de los ecosistemas, por ejemplo, para procesar nutrientes. Sobre esto se sabe aún muy poco a nivel global. Además, el uso de antiparasitarios para controlar al piojo del salmón o cáligos

también ha incrementado con la producción y genera alertas entre los expertos y ambientalistas. Si bien se ha avanzado en la investigación<sup>11</sup> y aplicación de controles de caligus más amigables con el ambiente, es un problema que está lejos de ser resuelto y que responde a las altas densidades productivas, existiendo evidencia de un incremento en el riesgo de impacto de este parásito asociado al cambio climático<sup>12</sup>. Los impactos de pesticidas y otros biocidas a escala de ecosistemas realmente se desconocen.

Actualmente podemos estimar con bastante precisión la cantidad de nutrientes que libera la salmonicultura en el ecosistema conociendo la composición del alimento y las tasas de conversión de este. En relación con esto último, la investigación y desarrollo tecnológico en salmonicultura ha permitido avances significativos en los últimos 20 años y este sector tiene posiblemente de las mejores tasas de conversión del alimento, especialmente en comparación con la producción de organismos terrestres alimentados como bovinos, cerdos y aves. Como resultado, desde la perspectiva global, la producción de salmónes tiene una huella de carbono comparativamente baja y ello genera una oportunidad para el sector en comparación con fuentes de proteína terrestre. Sin embargo, a escala local, considerando la capacidad de respuesta de los ecosistemas donde se produce, el cultivo intensivo de salmónes podría generar una huella de carbono relevante o disminuir la capacidad del océano como mitigador. Ello porque aún se liberan aproximadamente 50 kg de nitrógeno al ambiente por cada tonelada cosechada de salmón, y dado que la producción ha crecido, la cantidad total de nutrientes que queda en los ecosistemas también se ha incrementado y es proporcional a la producción de salmónes en el tiempo y por unidad de área<sup>13</sup>. Pese a ello, no tenemos evaluaciones científicas contundentes ni tenemos una norma que nos permita juzgar como responden los ecosistemas a estos ingresos de nutrientes, si bien es importante considerar que los nutrientes son fuente de energía y productividad en el océano, pero en exceso pueden contribuir a un proceso de eutroficación. Esto se manifiesta en una reducción del oxígeno, pérdida de biodiversidad y a menudo incremento en florecimientos de microalgas, fenómenos que se podrían intensificar en escenarios de cambio climático actuales y proyectados. Además, si la nueva biomasa que se genera precipita y se deposita en el fondo en condiciones de anoxia, facilita una mayor producción de gases con efecto invernadero, por lo cual la carbono neutralidad de la salmonicultura en muchos casos podría estar lejos de alcanzarse a nivel local. Sin embargo, esta es una pregunta que debemos responder con urgencia desde la ciencia; ¿está la actividad contribuyendo a las emisiones de carbono? o por el contrario, ¿puede contribuir en algunos casos al sumidero de carbono?<sup>14</sup>

<sup>7</sup> <https://www.fao.org/publications/card/en/c/62908212-fe4a-5021-96e3-7d156815682d/>

<sup>8</sup> [https://leyes-cl.com/ley\\_general\\_de\\_pesca\\_y\\_acuicultura/87.htm](https://leyes-cl.com/ley_general_de_pesca_y_acuicultura/87.htm)

<sup>9</sup> <https://www.consejodelsalmon.cl/lanzamiento-primer-reporte-de-impacto-sostenible-del-consejo-del-salmon/>

<sup>10</sup> <https://www.semanticscholar.org/paper/Upraising-a-silent-pollution%3A-Antibiotic-resistance-Navedo-Araya/ab42373082b781fe2d5d8ba0d8caf5b6eb6dc>

<sup>11</sup> <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/raq.12334>

<sup>12</sup> [https://arclim.mma.gob.cl/atlas/sector\\_index/acuicultura/](https://arclim.mma.gob.cl/atlas/sector_index/acuicultura/)

<sup>13</sup> <https://centroincarc.cl/documentos-del-centro/indicadores-ecosistemicos/>

<sup>14</sup> <https://academic.oup.com/bioscience/article/72/2/123/6485038>

Dentro de la normativa ambiental actual, se utiliza la condición de los sedimentos bajo los centros de cultivo y la condición de la columna de agua en su entorno como proxies, es decir, como indicadores de la capacidad local de procesar nutrientes y materia orgánica en general. El uso de indicadores de hipoxia o ausencia de oxígeno en los sedimentos normalmente conlleva a un informe ambiental negativo (INFA negativa), lo cual genera medidas de restricción de producción en el siguiente ciclo. Sin embargo, si la INFA es positiva y los sedimentos están “sanos” no significa que la materia orgánica y los nutrientes han desaparecido, simplemente se han movilizadofuera de la concesión, ¿se han procesado? ¿se han acumulado en otro lugar?. Por otra parte, para centros que sí acumulan materia orgánica y presentan INFAS negativas, se ha autorizado el uso tecnologías que ayude adecuadamente a “oxigenar o limpiar estos sedimentos”<sup>15</sup> lo cual contribuirá a ello en la concesión acuícola, **pero no garantizará que esta materia se procese adecuadamente en el ecosistema y que el problema no se traslade a otra parte dentro del mismo.** Definitivamente, necesitamos conocer el efecto aditivo y sinérgico de los diversos centros de cultivo y de otras actividades sobre los ecosistemas.

En el caso de los antimicrobianos, no existen aún estándares establecidos en las normativas sobre persistencia o de resistencia antimicrobiana en sedimentos bajo jaulas de cultivo y su entorno, solo existen seguimientos y restricciones al uso de algunos grupos de antimicrobianos por centro de cultivo y obligatoriedad de demostrar la necesidad de dicho uso mediante un análisis diagnóstico presentado a la autoridad. Sin embargo, este uso debería considerarse también a nivel de las agrupaciones de concesiones de salmones (ACS) y no individualmente por centro. Si bien se ha comenzado a evaluar la resistencia a antimicrobianos, ello aún se encuentra en una etapa de coordinación, siendo imprescindible que las metodologías de evaluación y los resultados sean discutidos con los expertos en el área y todos los involucrados<sup>16</sup>.

Se ha indicado con frecuencia que el área total usada por las concesiones de salmonicultura en los mares interiores de la Patagonia es comparativamente pequeña en relación, por ejemplo, con las áreas marinas protegidas. Sin embargo, el área y volumen real utilizado por la salmonicultura es mucho mayor, solamente si en el cálculo se incluye el área y volumen necesario para procesar el excedente de nutrientes que deja la acuicultura alimentada. Por ejemplo, si se desea absorber todos los nutrientes disueltos que han generado 3.000 toneladas de salmón (total hasta el momento de cosecha) se requerirían estimativamente 100 ha de cultivos de macroalgas<sup>17</sup>

**Por ello urge cambiar el foco para mirar, además de la eficiencia productiva por centro de cultivo, la capacidad del ecosistema para recibir y procesar nutrientes y otros compuestos.** En Chile una aproximación más ecosistémica a la actividad acuícola se logró después de la crisis producida por el virus ISA, cuando se diseñaron los barrios o agrupaciones de concesiones de salmones (ACS) las cuales se manejan desde la perspectiva sanitaria y de bioseguridad, de tal forma que existe un cierto avance para regular la máxima producción para cada una de esas áreas. No obstante, esta normativa fue diseñada con objetivos sanitarios y no ambientales y si bien ambos están relacionados no es suficiente para garantizar la prestación y mantención de servicios ecosistémicos para las actuales generaciones y las futuras, especialmente considerando las funciones y servicios del océano frente al incremento de gases efecto invernadero y al cambio climático. El descanso de barrios completos sin duda ayuda a mejorar la capacidad de los ecosistemas y su resiliencia; sin embargo, su impacto sobre estos cuerpos de agua no se ha evaluado. **Por otra parte, se perfila también la necesidad de establecer una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) de los ecosistemas que sostienen o reciben descargas de actividades tales como la salmonicultura, mitilicultura, pesca, procesamiento de aguas servidas, entre otras.** Una norma de este tipo podrá limitar, reducir, eliminar o relocalizar la producción de

<sup>15</sup> [https://www.subpesca.gob.cl/portal/615/articles-114732\\_documento.pdf](https://www.subpesca.gob.cl/portal/615/articles-114732_documento.pdf)

<sup>16</sup> <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/raq.12702>

<sup>17</sup> Estimación preliminar basada en modelos y estimaciones de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569109000350> y <https://www.nature.com/articles/srep46613>

salmones, o de otras actividades, si se superan los límites establecidos para el cuerpo de agua o ecosistema en base a un número de indicadores relevantes. Esto es, como las normas primarias que velan por la calidad del aire de muchas ciudades. Si se supera el nivel crítico se deben reducir las emisiones, así la norma se basa en la idea que **existe una capacidad de carga limitada para ingresar materia y/o energía en los ecosistemas como resultado de ciertas actividades.**

Una norma secundaria basada en el conocimiento de los balances de nutrientes del ecosistema puede facilitar también la mitigación de los excedentes a través de acuicultura multitrófica integrada incorporando, por ejemplo, cultivos de salmones, mitílidos, y algas<sup>18</sup>. Por otra parte, la implementación de una norma de este tipo debería mejorar la percepción social del sector en la medida que garantiza la minimización de impactos. Sin duda una norma secundaria debería ser más exigente para áreas marinas protegidas y otras áreas con categoría de conservación. Estas áreas proveen servicios ecosistémicos que aún no valoramos adecuadamente, y debemos preservar su cometido, por lo cual los estándares ambientales allí deben ser acordes con los niveles de riesgo para los objetivos establecidos, por ejemplo, no permitiendo el desarrollo de cultivos intensivos como es el caso de la salmonicultura. Además, estas áreas prestan un servicio fundamental al sector mismo, puesto que pueden ofrecer información de base que permita identificar efectos del cambio climático u otras perturbaciones naturales, en ausencia de alteraciones antrópicas.

La crisis ambiental que afectó al fiordo Comau en abril del 2021 encendió luces rojas. Allí, una combinación de condiciones ambientales y posiblemente humanas facilitaron una floración algal nociva de gran magnitud e intensidad, con consecuencias económicas y ambientales relevantes. Dos estudios previos con enfoque de gobernanza a escala de ecosistema abordaron la producción máxima potencialmente sostenible de salmones a través de un análisis de riesgo<sup>3</sup>. En estos estudios, además del fiordo Comau, se identificaron como lugares de mayor riesgo para los ecosistemas, y para la industria salmonera misma, el estuario y seno de Reloncaví por el norte, además de los fiordos Puyuhuapi, Quintralco y Cupquelan en la parte sur. Así, en el caso de Comau las advertencias científicas podrían haber reducido las pérdidas económicas y ambientales, si se hubieran difundido mejor y atendido a tiempo<sup>19</sup>.

Los estudios mencionados utilizaron la información disponible en cuanto a monitoreos ambientales y diagnósticos oceanográficos de los cuerpos de agua que albergan salmonicultura. Esta información es parcial, principalmente apoyada por el programa CHONOS de IFOP<sup>20</sup>,

siendo muy limitada para algunos cuerpos de agua (por ejemplo para Magallanes). Si bien varias instituciones han realizado estudios oceanográficos incluyendo modelamiento como es el caso del IFOP y del INCAR<sup>21</sup>, la mayoría de los estudios son acotados en el tiempo y espacio no existiendo una integración efectiva que permita entender en forma adecuada el funcionamiento de estos ecosistemas del mar interior. Esta brecha es notable, considerando que estos ecosistemas prestan servicios ambientales (como el procesamiento de nutrientes) de alto valor económico, incluso si solo se considera la perspectiva de las exportaciones que sostienen<sup>22</sup>. A pesar de lo anterior, y tal como se mencionó anteriormente, la información existente permite hacer algunas propuestas específicas iniciales basadas en análisis de riesgo que servirían para limitar o mantener, potenciar la acuicultura en diversas áreas. Este análisis se basa en una matriz semicuantitativa preliminar utilizando información oceanográfica y productiva (Tabla 1).

Obviamente una norma secundaria para los ecosistemas del mar interior que albergan salmonicultura, mitilicultura, pesca, ciudades, etc. debe generarse con múltiples indicadores incluyendo aquellos que representen el estado de los sistemas bentónicos, pelágicos, la columna de agua, las cadenas tróficas o de alimentación y biodiversidad general, la presencia de especies indicadoras y emblemáticas, desde algunas bacterias a mamíferos marinos y aves incluyendo salmones escapados, etc.<sup>24</sup> Para ello, es necesario que la inversión nacional en investigación y monitoreo de largo plazo se incremente en forma significativa y tenga relación con los riesgos asociados a intensidad de uso y la rentabilidad de los diversos sectores que utilizan el mar interior. Esto es esencial si se pretende que actividades como la salmonicultura permanezcan en el tiempo como fuente de empleo y desarrollo sustentable y es, además, urgente comunicar abiertamente a la sociedad sobre el estado de nuestros ecosistemas y cómo estos responden a las perturbaciones antrópicas.

Una norma secundaria para los cuerpos de agua marinos requiere, sin embargo, de una institucionalidad y gobernanza mejoradas. Se requiere de un entramado de instituciones que, teniendo los recursos necesarios, actúe en forma coordinada, conjunta, y que facilite el desarrollo e implementación de la norma con procesos participativos y transparentes, atendiendo a los diversos usuarios y también a los forzantes y tendencias climáticas que atañen a la acuicultura y otras actividades complementarias o alternativas.

<sup>18</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848621007791>

<sup>19</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308597X2100316X?via%3Dihub>

<sup>20</sup> <https://www.ifop.cl/chonos/>

<sup>21</sup> <https://centroincarc.cl/documentos-del-centro/indicadores-ecosistemicos/>

<sup>22</sup> El valor de productos exportados por la acuicultura nacional representa alrededor del 8% del valor de todos los bienes exportados por el país anualmente y 32% del valor exportado de alimentos (incluyendo fruta).

<sup>23</sup> <https://centroincarc.cl/documentos-del-centro/indicadores-ecosistemicos/>

<sup>24</sup> [chrome-extension://efaidnbmninnbpcjpcglclefindmkaj/https://arclim.mma.gob.cl/media/informes\\_consolidados/01\\_ACUICULTURA.pdf](chrome-extension://efaidnbmninnbpcjpcglclefindmkaj/https://arclim.mma.gob.cl/media/informes_consolidados/01_ACUICULTURA.pdf)

Tabla 1. Matriz semi cuantitativa de riesgo(R) comparativo de eutroficación para diversos cuerpos de agua relevantes (CAR) que contienen salmicultura. Estimaciones basadas en el análisis y propuesta generada por INCAR<sup>23</sup> usando información productiva hasta 2018 e información oceanográfica hasta el 2022. Las estimaciones para los CAR de Magallanes destacados en amarillo (desde Taraba hasta Isla Prowse) se basan en análisis preliminares de información oceanográfica disponible, (principalmente INFAS) con excepción de Seno Skyring que ya cuenta con un estudio oceanográfico de IFOP.

La probabilidad de ocurrencia de eutroficación se estima en base a 4 indicadores; **edad del agua** (mayor edad/tiempo de permanencia del agua equivale a menor recambio y ventilación), oxígeno **en el fondo** (indicador de hipoxia, es decir ausencia de O<sub>2</sub>), **emisión acumulada de N**, considerando toda la producción de salmónes en la última década y **biomasa de salmónes/área en el último ciclo**. La Magnitud del impacto corresponde a la biodiversidad y servicios ecosistémicos que se podrían perder. Con la información disponible para cada indicador se asignan puntajes entre 1 y 5 siendo el valor máximo de R= 5 x5 por lo cual se normalizan los valores dividiendo por 25 (ultima columna). Los colores separan los valores de R más altos (rojo) de los más bajos (verde) en una distribución de 8 intervalos de colores para generar un efecto visual comparativo.

Cuerpo de agua relevante (CAR)	ACSs	Edad agua bajo 50 m (1= corta edad o residencia, 5 máxima a máxima residencia)	Oxígeno en el fondo (1= oxigenado, 5=hipoxia)	Carga acumulada de N (ton/km <sup>2</sup> ) por ACS (1= muy baja carga, 5= carga excesiva)	Biomasa por área último ciclo (ton/km <sup>2</sup> ) por ACS (1= muy baja carga, 5= carga excesiva)	Probabilidad	Magnitud	Riesgo = PxM
Estuario Reloncavi	1	3,5	4,0	5,0	5,0	4,4	4	0,70
Seno Reloncavi	2, 3a	3,5	3,5	3,5	4,5	3,8	4	0,60
Area Chacao	3b, 6	3,0	3,0	2,5	2,0	2,6	4	0,42
Area Quemchi-Mechuque- Dalcahue	7, 8, 9a, 9b, 9c	2,0	2,0	3,0	3,5	2,6	4	0,42
Quinchao	10a, 10b	2,0	2,0	3,0	4,0	2,8	4	0,44
Queilen a Quellon	11, 12a, 12b, 12c	1,0	1,0	2,5	2,5	1,8	4	0,28
Chaiten al sur	13,14,15	1,0	3,0	1,5	2,0	1,9	4	0,30
Reñihue	16	3,0	3,5	2,0	3,0	2,9	4	0,46
Llancahue Comau	17a,17b	5,0	4,0	3,0	4,0	4,0	4	0,64
Area central mar interior		2,0	3,0			2,5	4	0,40
Guaitecas Norte	18 a,b, c	1,0	3,0	1,5	1,0	1,6	4	0,26
Guaitecas Sur	19, 20,21	2,0	1,5	1,0	2,5	1,8	4	0,28
Weste Islas Melchor -Is la Luz	22,23 (-23a)	1,0	2,0	1,5	2,5	1,8	4	0,28
Estero Walker a canal Costa	23a,24,26	4,0	4,0	1,5	2,5	3,0	4	0,48
Cupqueñan	25a, 25b	4,0	4,0	2,5	5,0	3,9	4	0,62
Quitralco	27	5,0	4,0	2,0	3,0	3,5	4	0,56
Fiordo Aysen	28,29	5,0	3,0	2,0	3,5	3,4	4	0,54
Pto Aguirre	30a, b	3,0	2,5	1,0	2,5	2,3	4	0,36
Ruyuhuapi	32	5,0	4,0	2,0	4,0	3,8	4	0,60
Isla Magdalena-Melinollu	31,33,34,35	2,5	3,5	1,5	3,5	2,8	4	0,44
Taraba	43a, 43b		4,0	1,5	3,0	2,8	4	0,45
Natales Sur	45,46	4,0	4,0	1,0	2,0	2,8	4	0,44
Bahía tranquila	47a, 47b, 48	4,5	4,0	2,8	1,5	3,2	4	0,51
Seno Skyring	49a, 49b, 50a, 50b	5,0	4,0	1,5	2,5	3,3	4	0,52
Córdova	52	3,0	4,0	4,0	1,0	3,0	4	0,48
Petite	54 a	2,0	4,0	5,0	1,0	3,0	4	0,48
Kempe	54 b	2,0	4,0	3,0	3,0	3,0	4	0,48
Isla Arrison	55,56	2,0	4,0	3,5	1,0	2,6	4	0,42
Isla Prowse	57,58,59,60	2,0	4,0	1,5	2,5	2,5	4	0,40



## Propuestas

Es necesario diseñar un sistema que regule la máxima producción posible de salmonídeos en ecosistemas marinos atendiendo a su capacidad de carga. Dicho sistema debiera ser flexible y dinámico. Además, el sistema podría ser muy simple al comienzo y estar basado en criterios de riesgo para los ecosistemas, a la vez que considere otros forzantes externos, como el cambio climático, los que pueden modificar la capacidad y el tipo de respuesta de los ecosistemas.<sup>24</sup>

Así, se propone, en el corto plazo y en particular para normar la producción salmonicultora, el **desarrollo e implementación de un sistema de Semáforo**<sup>25</sup>, utilizando indicadores ambientales y sanitarios. Este sistema debería determinar; la eliminación, permanencia o potencial de crecimiento de la producción salmonera en cada cuerpo de agua relevante del mar interior. Ello se podría implementar, al menos inicialmente, en torno a niveles de riesgo sanitario y de eutroficación considerando, además, forzantes asociados al cambio climático. Para ello, actualmente se cuenta con información sobre (a) tasa de recambio del agua de los ecosistemas, (b) condición de oxigenación en el fondo de estos cuerpos de agua, (c) historia productiva y sanitaria (de salmones), (d) indicadores de nutrientes, (e) estado de las comunidades bentónicas<sup>26</sup>, proyecciones de cambio climático<sup>26, 27</sup> y (f) vecindad, cercanía a áreas, especies, subsistemas con prioridad de conservación.

La vecindad de áreas marinas protegidas, humedales, presencia de especies pelágicas y bentónicas, aves, mamíferos marinos etc. en riesgo de conservación, sistemas de agua dulce de alta importancia por su biodiversidad y otros, pueden ser indicadores cruciales representando lo que se puede perder o afectar (magnitud de impacto o pérdida) en una matriz de **riesgo no solo frente a una amenaza de eutroficación sino también frente a escapes de salmonídeos, enfermedades y otras amenazas.**

En el mediano plazo se propone el **desarrollo e implementación de una norma secundaria en cuerpos de agua relevantes** que establezca los valores máximos permitidos para la concentración o disponibilidad de ciertos elementos, moléculas o especies que podrían presentar una amenaza para la salud de los ecosistemas. Esta norma regiría diversas actividades como descarga de aguas servidas, sedimentación por cambio de uso de suelos, eutroficación y pérdida de biodiversidad por actividades acuícolas, actividades navieras, pesqueras etc.

Para el desarrollo de un sistema de semáforo **es necesario acordar una hoja de ruta liderada por el Estado, que incluya al menos los siguientes pasos y metas:**

**1- Diseñar e implementar un sistema de intercambio de información, para crear/mejorar una base de datos transparente y confiable generada por científicos y técnicos del sector público, privado, y sociedad civil** que permita: i) identificar brechas de información y prioridades de investigación, ii) definir la mejor combinación de indicadores en una matriz de riesgo o formato similar, iii) generar un **documento de respaldo científico que contenga la propuesta inicial.**

**2- Subsecuentemente, será necesario discutir la propuesta con el sector productivo y la sociedad civil incluyendo la decisión de los puntos de "corte", es decir los valores que determinan un color** (en el sistema de semáforo) y los valores máximos aceptables en una norma secundaria de calidad ambiental (valores del conjunto de indicadores) para garantizar la salud de los ecosistemas (incluyendo el componente humano).

**Las áreas marinas protegidas o en otra categoría de conservación se excluyen de una propuesta de semáforo pues se considera esencial no permitir dentro de estas la acuicultura intensiva ni otra actividad que ponga en riesgo el o los objetos de conservación.**

**3- Planificar la implementación del sistema** de semáforo en base a i) gradualidad, ii) flexibilidad y observando resultados de iii) una implementación piloto. El funcionamiento del sistema debiera estar adecuadamente financiado.

**4- Generar los incentivos necesarios** para que el sistema sea atractivo para el sector privado.

**5- Generar un sistema de monitoreo y difusión** de los efectos ambientales y sociales del sistema de semáforo en una plataforma de información abierta transparente y fácil de acceder y comprender.

**6- Avanzar en el desarrollo de normas secundarias** para el Estuario de Reloncavi, Seno de Reloncavi, Fiordos Puyuhuapi y Aysén (como propuestas prioritarias).

<sup>24</sup> Este sistema existe en Noruega en base a un solo indicador, la abundancia del piojo de salmón y riesgo que esto presenta para poblaciones nativas de salmones. El sistema se ha considerado efectivo si bien también tiene muchos detractores por su escasa representación de la salud del ecosistema <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X1930452X>. En un sistema de semáforo el color verde = puede incrementar la producción de salmones por cuerpo de agua; amarillo = la producción debe mantenerse o disminuir; rojo = la producción debe disminuir significativamente incluso hasta terminarse.

<sup>26</sup> <https://centroincarc.cl/documentos-del-centro/indicadores-ecosistemas/>

<sup>27</sup> <https://www.ifop.cl/chonos/>



***Una gestión estratégica de la salmonicultura debe perseguir en forma equilibrada los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en el corto y largo plazo, y considerando las escalas locales nacionales y globales que correspondan.***

## **Agradecimientos**

Esta propuesta se ha originado de un proceso de discusión y colaboración de investigadores de INCAR y otros expertos e instituciones que participaron en la elaboración de un primer documento, publicado el año 2020, para evaluar el desempeño ambiental de la salmonicultura a escala de ecosistemas, titulado “Propuesta de evaluación del desempeño ambiental de la salmonicultura Chilena a escala de ecosistemas”.

<https://centroincarc.cl/documentos-del-centro/indicadores-ecosistemicos/>

Destacamos la especial contribución del programa CHONOS del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) con la información oceanográfica. La propuesta se ha enriquecido también de un taller técnico con representantes de instituciones de investigación, del estado, sociedad civil y sector privado que se realizó el 6 de junio del 2022, donde se presentó una versión preliminar de este Policy Brief. WWF Chile apoyó la producción y lanzamiento de este documento.

