



Gestión Ambiental Pública para el desarrollo de la acuicultura de pequeña y mediana escala en Chile

Christian Díaz Peralta¹

Catterina Sobenes Vennekool²

Francisca Sandoval Martínez³

Carolina Moya Pérez⁴

Resumen

El objetivo de este trabajo fue describir y establecer una guía de la gestión ambiental pública para la presentación de proyectos productivos del cultivo de algas o moluscos en Chile, de pequeña y mediana escala. Se revisó la normativa y se identificó los antecedentes establecidos en el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental para los contenidos mínimos comunes y específicos de la Declaración de Impacto Ambiental, junto con los criterios técnicos correspondientes a los permisos ambientales sectoriales y estudios ambientales. De igual forma, se identificó que participan al menos cinco normativas relacionadas y siete servicios públicos. La aplicación de las normativas en los proyectos de *Crassostrea gigas* y *Durvillaea antarctica* genera, respectivamente, una disminución del VAN en 82,6 %, y 54 %; en la TIR 35,1 % y 33,5 % y los costos fijos incrementan en 10,4 % en ambos casos, y aumenta el capital de trabajo en 9,1 % y 9,6 %, respectivamente. En conclusión, la gestión ambiental pública para el desarrollo de acuicultura de algas o moluscos de pequeña y mediana escala es un proceso técnico y normativo de alta complejidad, debido a las autorizaciones de los distintos organismos públicos de Chile, lo cual se transforma en una barrera para la sustentabilidad económica de la actividad productiva.

Palabras clave: acuicultura de pequeña escala, gestión pública acuícola, Chile.

¹ Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de la Santísima Concepción. Centro de Investigación en Biodiversidad y Ambientes Sustentables (CIBAS), Universidad Católica de la Santísima Concepción. Correo electrónico: chdiaz@ucsc.cl

² Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de la Santísima Concepción. Centro de Investigación en Biodiversidad y Ambientes Sustentables (CIBAS), Universidad Católica de la Santísima Concepción. Correo electrónico: csobenes@ucsc.cl

³ Magister en Medio Ambiente, Facultad de Ingeniería y Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción. Correo electrónico: francisca.sandoval@ucsc.cl

⁴ Consultora Cabaltué, Chile. Correo electrónico: carolina@cabaltue.cl



Introducción

En Chile, la acuicultura ha presentado un crecimiento sostenido durante el último quinquenio, con un incremento de las cosechas, entre 2015 y 2020, que alcanzó una tasa de crecimiento de 126,4 % (Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 2015; 2020), con cosechas de 582.100 ton a 1.318.000 ton a finales de 2020. Este sector económico se sustenta en especies principales salmonídeas que han sido las dominantes tanto en toneladas de cosecha como en los volúmenes y valores de exportación (Salgado et al., 2015); las especies secundarias son moluscos bivalvos y algas marinas (Santos y Ramos, 2018). Este crecimiento de la industria acuícola y las exigencias de los mercados destino han configurado la necesidad de disponer de un marco regulatorio actualizado y con un enfoque en la sustentabilidad ambiental.

Estas nuevas normativas también aplican para la acuicultura de pequeña y mediana escala de moluscos y algas, actividad que, en Chile, según se establece en la Ley General de Pesca y Acuicultura de Chile (Ley 18892/1989), se puede emplazar en diferentes espacios marítimos regulados, a saber: concesiones de acuicultura, permiso de escasa importancia (PEI), espacios marinos costeros de pueblos originarios (ECMPO), y áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB). Dependiendo del volumen de producción y la superficie de cultivo de los proyectos, estos pueden clasificar para ser presentados al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), con el fin de describir la línea base de la zona de emplazamiento del proyecto y evaluar el impacto ambiental de los mismos. Para ciertas condiciones de volumen y superficie, algunos proyectos de acuicultura deben ingresar al SEA, mediante una declaración de impacto ambiental (DIA), ya que no generan efectos, características o circunstancias del Art. 11 de la Ley 19300/1994 (Ley de Bases del Medio Ambiente de Chile).

En este contexto, la aplicación de la gestión ambiental pública de proyectos acuícola marinos de pequeña y mediana escala se ha transformado en una condición de restricción para los productores, debido a la complejidad de los procesos administrativos públicos y al impacto económico a las inversiones y costos que deben cubrir para el estudio de impacto ambiental y las exigencias ambientales y sanitarias para el desarrollo de la actividad acuícola. Los proyectos de evaluación de impacto ambiental son elaborados y coordinados por consultoras privadas; dichos proyectos deben cumplir con las actuales normativas chilenas junto con desarrollar los estudios necesarios para ingresar una DIA al SEA. Esto ha generado que los productores pequeños y medianos se desmotiven al momento de realizar proyectos de acuicultura a pequeña escala (APE), ya que desconocen la estructura de la DIA y el proceso de tramitología para presentar la iniciativa en el SEA.

Considerando la problemática anterior, el presente artículo tiene como objetivo describir la gestión ambiental pública aplicada a la acuicultura en Chile y su impacto económico en los proyectos de acuicultura de pequeña y mediana escala de moluscos y algas.



Desarrollo

Aspectos metodológicos generales

El presente trabajo se focaliza en describir el marco normativo e instituciones públicas asociadas a proyectos de acuicultura marina costera de moluscos y algas en Chile, considerando como grupo objetivo a los pescadores artesanales y acuicultores de pequeña y mediana escala, que, por las características productivas, clasifican para ser sometidos al SEA. Para evaluar el efecto económico del cumplimiento de la normativa ambiental, se consideraron proyectos de cultivo para las especies de molusco ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*) y la macroalga cochayuyo (*Durvillaea antarctica*) y la infraestructura de operación en el mar y tierra, según Universidad Católica de la Santísima Concepción (2015).

Normativa ambiental y acuícola en la acuicultura marina de pequeña y mediana escala

El marco jurídico principal asociado a la normativa ambiental, acuícola y sanitaria en Chile se centra en los siguientes cuerpos normativos:

- i. Constitución Política de la República de Chile (D.S. N°100/1980) establece, en el artículo 19, N° 8, el derecho de vivir en un medio ambiente libre de contaminación; es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza; y art. 19 N° 9, el derecho a la protección de la salud.
- ii. Ley General de Pesca y Acuicultura (Ley N° 18892/1989) y sus modificaciones (Ley 21370/2021), corresponde al marco regulatorio para la administración sustentable de los recursos hidrobiológicos, considerando las regulaciones pesqueras e innovaciones en el ordenamiento de la actividad pesquera y acuícola. Esta ley se basa en el enfoque ecosistémico y en los principios de sostenibilidad y precautorio.
- iii. Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley 19300/1994) establece la regulación ambiental, considerando el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental. De esta manera, establece y regula los instrumentos de gestión ambiental como la evaluación ambiental estratégica (EAE), el sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA) y el acceso a la información ambiental, la responsabilidad por daño ambiental, la fiscalización y el Fondo de Protección Ambiental y la institucionalidad ambiental de Chile.
- iv. Decreto 40/2012 Reglamento del Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental establece las disposiciones por las cuales se regirá el sistema de evaluación de impacto ambiental y la participación de la comunidad en el proceso de evaluación de impacto ambiental, de conformidad con los preceptos de la Ley 19300/1994.



- v. Decreto Supremo 320/2001 establece el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA); en el artículo 3, se constituyen los instrumentos para la conservación y evaluación de las capacidades de los cuerpos de agua, los requisitos de operación previstos en las normas generales y especiales del mismo.
- vi. Resolución Exenta 3612/2009 establece los contenidos y metodologías de análisis para la elaboración de la caracterización preliminar de sitio y de la información ambiental a que se refieren los artículos 2 letras e) y p) y 15 del Decreto Supremo 320/2001.

La implementación de estas normativas se realiza por una institucionalidad pública chilena que tiene como objetivo gestionar las autorizaciones de los proyectos de acuicultura:

- i. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA, s.f.). Su misión corresponde a “regular y administrar la actividad pesquera y de acuicultura, a través de políticas, normas y medidas de administración, bajo enfoque precautorio y ecosistémico que promueva la conservación y sustentabilidad de los recursos hidrobiológicos para el desarrollo productivo del sector” (párr. 1), depende del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- ii. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA, s.f.). Tiene como misión “contribuir a la sustentabilidad del sector y a la protección de los recursos hidrobiológicos y su medio ambiente, a través de una fiscalización integral y gestión sanitaria que influye en el comportamiento sectorial promoviendo el cumplimiento de las normas” (párr. 1), depende del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- iii. Servicio de Evaluación Ambiental (SEA, s.f.). Su misión corresponde a:

Contribuir al desarrollo sustentable, la preservación y conservación de los recursos naturales y la calidad de vida de los habitantes del país, por medio de la gestión del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, asegurando una calificación ambiental transparente, técnica y eficiente en coordinación con los organismos del Estado, fomentando y facilitando la participación ciudadana en los procesos de evaluación, con el propósito de mitigar, compensar y/o reparar los impactos ambientales significativos. (párr. 1)

Pertenece al Ministerio del Medio Ambiente.

- iv. Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (Armada de Chile DIRECTEMAR, s.f.). Le corresponde la fiscalización del cumplimiento de las leyes y acuerdos marítimos internacionales vigentes, para dar seguridad de navegación, proteger la vida humana en el mar, preservar el medio ambiente acuático y los recursos naturales marinos y fiscalizar las actividades que se desarrollan en el ámbito de la jurisdicción, con el propósito de contribuir al desarrollo marítimo de la nación, depende de la Armada de Chile.



- v. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA, s.f.). Constituye el servicio oficial, técnico y permanente del Estado en materias de hidrografía y oceanografía. Su misión es “proporcionar elementos técnicos, informaciones y asistencia técnica destinada a dar seguridad a la navegación en las vías fluviales y lacustres, aguas interiores, mar territorial y en alta mar contigua al litoral de Chile” (párr. 1), pertenece a la Armada de Chile.

Considerando este marco normativo e institucionalidad pública, a continuación, se detallan los componentes de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) para el cultivo de algas y moluscos, acorde con art. 3, Letra n, del Decreto Supremo 40/2012 (ver Tabla 1), donde se indica los límites de producción y superficie para que un proyecto acuícola ingrese al SEA.

Tabla 1

Límites de producción (ton) y superficie (ha) por recurso biológico establecido en el D.S. 40/2012, Art. 3, Letra n

Letra	Recurso	Sistemas de producción	Superficie (Ha.)	Producción anual (ton)
n1	Macroalgas	Extensivo	≥ 10	≥ 500
n2	Moluscos filtradores	Extensivo	≥ 6	≥ 300
n3	Equinodermos, crustáceos y moluscos no filtradores, peces y otras especies	Intensivo	≥ 6	≥ 35

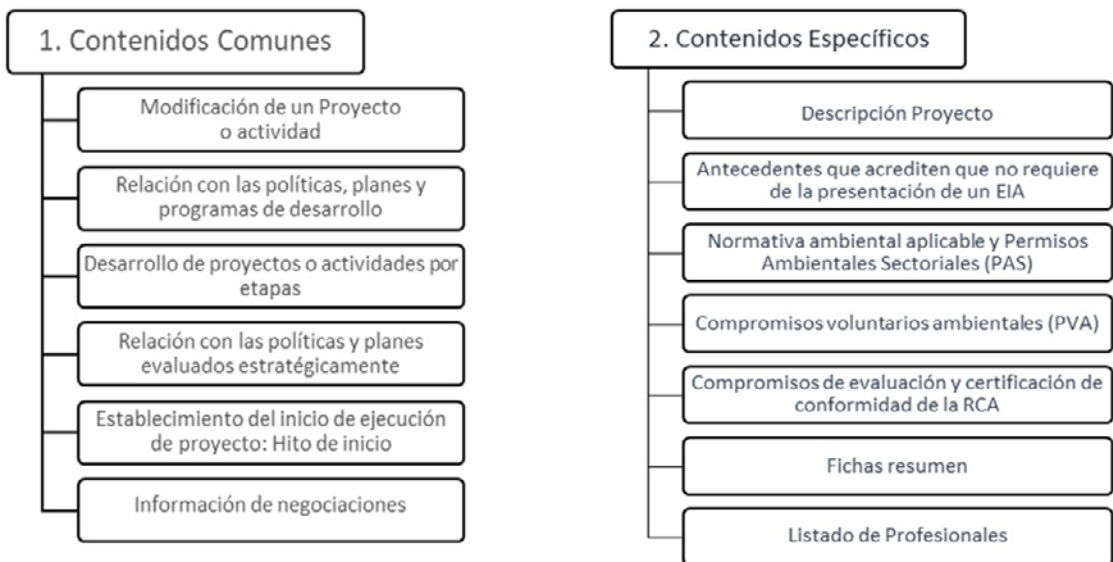
Fuente: elaboración propia

En la DIA, se establecen los criterios técnicos solicitados para la presentación del proyecto ante el Servicio de Evaluación Ambiental, tanto para los contenidos mínimos como los específicos (ver Figura 1).



Figura 1

Contenidos mínimos comunes y específicos que contiene una Declaración de Impacto Ambiental en proyectos de cultivos marinos para moluscos y algas según el Decreto Supremo 40/2012



Fuente: Elaboración propia.

Los contenidos comunes acordes con los artículos 12 al 17 del Decreto Supremo 40/2012, establece que la DIA debe contener lo siguiente:

- Indicar si el proyecto sometido corresponde a una modificación, de ser así, indicar las Resolución de Calificación Ambiental (RCA) del proyecto o actividad que se verá modificado e indicando de qué forma.
- Presentar las relaciones entre el proyecto o actividad con las políticas, planes y programas de desarrollo regional, así como los planes de desarrollo comunal del área de influencia (AI). Para ello, se presenta un formato tipo, que contendrá la relación indicada para describir la evaluación, tanto en los aspectos que se ven favorecidos, neutral o perjudicados por el proyecto. Esto último se presenta de manera general, ya que como se indicó anteriormente, estas relaciones pueden variar según el territorio donde se emplace el proyecto.
- Respecto al desarrollo del proyecto por etapas, se debe indicar que no se pueden fraccionar los proyectos, en tanto, si se declara que el proyecto se realizará por etapas por razones fundadas, estas deben ser descritas con sus objetivos, obras o acciones asociadas y las razones o circunstancias que dependen para realizarse así, como también la duración estimada de cada una.



- d. Considerar las políticas y planes evaluados estratégicamente que estén relacionados con el proyecto en la compatibilidad, actividades del uso del territorio (instrumentos de planificación) y los objetivos de tales políticas y planes. Se debe describir la relación de cada etapa del proyecto con políticas, planes y programas de desarrollo regional y comunal.
- e. Se deberá indicar el acto o faena mínima que dé cuenta del inicio de la ejecución de modo sistemático y permanente del proyecto (hito de inicio del proyecto).
- f. Se deberá informar a la autoridad ambiental, en caso de existir, antes del ingreso al proceso de evaluación, negociaciones o intereses con los interesados, con el objeto de acordar medidas de mitigación o compensación ambiental. De ser así, se debe individualizar a las personas, presentar el contenido y resultado. De igual manera, se debe informar, al Director Regional de SEA, si estas negociaciones se realizan durante el proceso de evaluación ambiental.

Respecto a los contenidos específicos, según la Figura 1, estos se encuentran descritos en el artículo 19 del Decreto Supremo 40/2012, que se sintetizan a continuación:

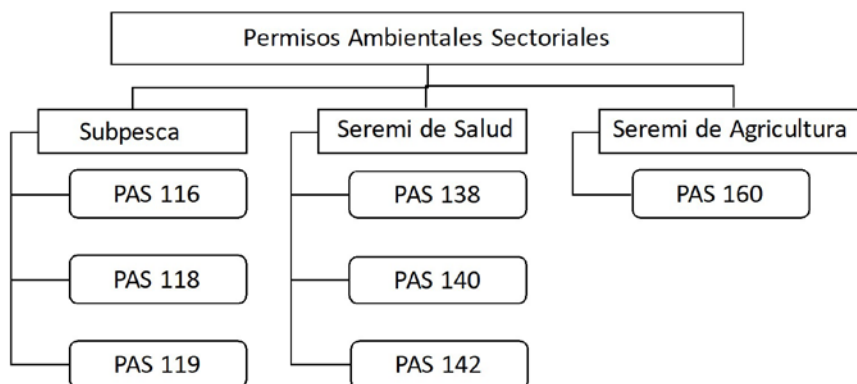
- a. Describir antecedentes generales y tipo de proyecto a desarrollar (moluscos y algas).
- b. Se debe acreditar, según los antecedentes técnicos, que el proyecto en cuestión no requiere la presentación de un estudio de impacto ambiental (EIA); por tanto, se detallarán los estudios ambientales junto con sus contenidos técnicos necesarios para descartar los efectos, características o circunstancias del Art. 11 de la Ley 19300/1994 y los Art. 6 al 10 del Decreto Supremo 40/2012.
- c. Se establece la documentación y antecedentes que acrediten el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable y los permisos ambientales sectoriales (PAS) pertinentes a la tipología de proyecto, según corresponda, de acuerdo con lo establecido en el Decreto Supremo 40/2012.
- d. Se deben presentar los compromisos ambientales voluntarios mediante una ficha que incorpora indicadores de cumplimiento en el tiempo.
- e. Se debe presentar el compromiso de someterse a un proceso de evaluación y certificación de conformidad de la RCA.
- f. Se presenta una ficha resumen que contiene, en forma resumida, los antecedentes expuestos anteriormente, según formato del SEA.
- g. Por último, debe generar un listado que contenga los nombres de las personas

que participaron en la elaboración de la DIA, incluyendo profesionales y tareas específicas que desarrollaron, según formato tipo.

Para presentar la DIA, como se indicó en el punto c, se debe considerar los PAS que se obtiene de tres servicios públicos para este tipo de proyectos acuícolas. En la Figura 2, se presenta la dependencia de los PAS con los respectivos servicios.

Figura 2

Dependencia administrativa pública de los permisos ambientales sectoriales (PAS) para un proyecto de acuicultura marina de pequeña y mediana escala en Chile



Fuente: elaboración propia

Acorde con la Figura 2, de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca) dependen los PAS 116, referidos al permiso para realizar actividades de acuicultura, será el establecido en la Ley 18.892/1989 y sus modificaciones; PAS 118, relacionado con el permiso para realizar actividades de acuicultura en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, será el establecido en el artículo 7 del Decreto Supremo 314/2004, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Reglamento de Actividades de Acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos, y PAS 119, con relación al permiso para realizar pesca de investigación, necesaria para el seguimiento de las poblaciones de especies hidrobiológicas, según la Ley 18892/1989 y sus modificaciones.

Por su parte, de la Secretaría Regional del Ministerio de Salud (Seremi de Salud) depende el PAS 138, que se relaciona con el permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza, según la Ley 725/1967 que establece el Código Sanitario del Ministerio de Salud; PAS 140, referido a la obtención del permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase, o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase, según el Código Sanitario, y el PAS 142, con el cual se obtiene permiso para la construcción de sitios



de almacenamiento de residuos peligrosos, según el Decreto Supremo 148/2003, que establece el Reglamento Sanitario sobre manejo de residuos peligrosos.

Finalmente, la Secretaría Regional del Ministerio de Agricultura (Seremi de Agricultura) otorga el PAS 160, relacionado con el permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales para complementar alguna actividad industrial con viviendas, dotar de equipamiento algún sector rural, así como para las construcciones industriales, de equipamiento, turismo y poblaciones fuera de los límites urbanos, según la Ley 458/1975 sobre Urbanismo y Construcciones del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo.

Evaluación del impacto económico de la normativa ambiental aplicable en proyectos de acuicultura de pequeña escala (APE)

Las especies seleccionadas para evaluar el impacto económico de la normativa ambiental en el desarrollo de la APE en Chile son las siguientes: *Crassostrea gigas* (ostra del Pacífico) y *Durvillaea antarctica* (cochayuyo), las cuales se caracterizan por su valor comercial para el consumo humano. El cultivo se inicia con semillas obtenidas desde *hatchery*, que provee el sector privado, y su posterior crecimiento en una zona costera apta para el cultivo.

Las tecnologías de cultivo suspendido son conocidas y diseñadas bajo el supuesto de una operación en un sitio con una profundidad máxima de 20 m, velocidades de corriente menores a 1 nudo y con un fondo marino; no cambia en el periodo de evaluación.

La evaluación de prefactibilidad económica asume que la actividad comercial se desarrolla en un mercado oligopolista, donde los productos cultivados son similares entre los oferentes, los productores reducen costos mediante economías de escala, y la principal barrera de ingreso de una nueva empresa a la actividad es la elevada inversión y la escasa disponibilidad en el corto plazo de concesión marina y/o AMERB.

La evaluación económica realizada incorpora economías de escala en los costos fijos y en la inversión inicial de infraestructura y equipamiento, se asumió una producción constante en el horizonte de evaluación. No se consideran tasas de crecimiento anual de la producción debido a que el objetivo fue realizar una evaluación económica que permita estimar el impacto de la normativa ambiental en el mediano plazo. El horizonte de evaluación fue 5 años.

La evaluación económica a nivel de prefactibilidad se realizó con base en una zona del borde costero de 10 hectáreas para *C. gigas* y de 6 hectáreas para *D. antarctica* (ver Tabla 1), a fin de estar en el límite de la producción para someterse al sistema de evaluación ambiental (Decreto Supremo 40/2012, Art. 3, Letra n).



Metodología de evaluación económica

Se aplicó una metodología de evaluación económica común para las dos especies. Se consideró como inversión inicial la construcción de un galpón o bodega en tierra, y una plataforma de trabajo para ser instalada en el mar. Además, se consideró la inversión de una embarcación de 9 m de eslora y su equipamiento, motor fuera de borda, compresor y equipo de buceo.

Estructura de la evaluación económica

Por cada especie y tecnología seleccionada se estimaron los siguientes elementos para construir el flujo de caja, en dólares estadounidense (US\$):

- a. **Inversión de la tecnología seleccionada:** se estimaron las principales inversiones en la construcción de la tecnología de cultivo, agrupándolos en sistema de fondeo, de flotación, de crecimiento y de armado e instalación.
- b. **Inversión en primera siembra:** según la especie objetivo, se estimaron los parámetros de producción como densidad de siembra, mortalidad y/o desprendimiento. Además, se consideró el precio de venta de semilla, mediante consulta a proveedores de la zona norte, centro y sur del país.
- c. **Costos fijos:** se incorpora la contratación de personal a plazo indefinido de un encargado de centro, un buzo, vigilante y operario (personal permanente). Se asume que estas contrataciones cumplen con la actual normativa de leyes sociales y de mutualidad. Además, se estima el costo de mantenimiento en un 3 % de la inversión inicial, costo en patente por concesiones de acuicultura (pago a las arcas públicas por uso de zonas de playa, terrenos de playa, porción de agua y fondo, rocas donde se cultivan las especies o grupos de especies hidrobiológicas, indicadas en la correspondiente resolución o autorización), y costo de administración y ventas.
- d. **Costos variables:** consideran los costos de cosecha y siembra anual (incluye personal eventual por faena), mantenimiento de las unidades de crecimiento, seguros de las inversiones y de la producción.
- e. **Precio de transferencia:** este precio asume la transacción entre agentes no relacionados, es decir, son independientes. El criterio adoptado para fijar el precio de transferencia fue adicionar un porcentaje variable a los costos de producción unitarios, considerando el precio de los productos desembarcados por extracción. Se asume el precio de transferencia del producto puesto en el muelle, una vez cosechado.
- f. **Estimación de producción:** para cada especie, se considera la producción por año asumiendo una mortalidad o desprendimiento del ciclo productivo.
- g. **Inversión en capital de trabajo:** con el propósito de asegurar la operación del proyecto, se utilizó la metodología del déficit acumulado máximo modificada (Sapag, 2011). Se calculó, mensualmente durante el primer año, los flujos de ingresos y egresos proyectados y se determinó su cuantía como el equivalente al déficit acumulado máximo adicionando el costo total de operación del mes



siguiente. Se aplicó esta modificación al método como una forma de acercarse a la realidad, ya que, por la experiencia de los autores en trabajo de campo, se buscó minimizar los riesgos en imprevistos operacionales, propio de este tipo de actividades productivas, que conllevan la falta de liquidez durante la operación.

- h. **Depreciación:** Se estimó la vida útil en 5 años para los sistemas de flotación y fondeo, embarcación y compresor, y 10 años para el galpón y motor, acorde con el Servicio de Impuestos Internos de Chile.
- i. **Impuesto a las utilidades:** Se consideró una tasa de impuesto de primera categoría del 27,0 % para el periodo de evaluación, según la norma tributaria.
- j. **Valor de salvamento:** Como valor de liquidación se estimó el 80 % de activos en operación en tecnologías e infraestructura y equipamiento corregido por los potenciales flujos futuros (Sapag, 2011).
- k. **Tasa de costo del capital:** Se estimó una tasa base más la tasa de riesgo sistemático, equivalente a 12,0 % (Zúñiga y Soria, 2009).

Indicadores económicos

Se estimaron tres indicadores económicos, a saber:

- i. **Valor actual neto (VAN):** Corresponde a la actualización de los flujos futuros estimados a cinco años.
- ii. **Tasa Interna de Retorno (TIR):** Corresponde a la tasa de descuento cuando el VAN se hace cero.
- iii. **Ingreso Mensual per cápita (IMC):** A partir del VAN se estimó el ingreso mensual y se dividió por los distintos números de socios de la organización o empresa, representado mediante un gráfico de dispersión.

Resultados de la evaluación económica de efectos normativa para proyectos APE

En la Tabla 2 se presenta los parámetros operacionales para el cultivo de *C. gigas* y *D. antarctica*. Los sistemas de cultivo son *longline* simple para *C. gigas* y *longline* triple para *D. antarctica*. En las unidades de crecimiento y en la densidad de siembra, se aplicaron parámetros utilizados por el sector industrial acuicultor chileno.

Tabla 2

Parámetros operacionales del cultivo marino de C. gigas y D. antarctica

Item	<i>Crassostrea gigas</i>	<i>Durvillaea antarctica</i>
Tecnología de cultivo	<i>Longline</i> simple	<i>Longline</i> triple
Unidad de crecimiento	Bandejas	Línea



Densidad de siembra	36 semilla/bandeja	2 plántulas/m lineal
Número de <i>longline</i> por hectáreas	2	2
Mortalidad/Desprendimiento (%)	5	10

En la Tabla 3 se presenta una síntesis de las inversiones, costos fijos y variables e indicadores económicos con y sin la aplicación de las normativas ambientales para cada tipo de recurso cultivado. En la parte inferior de la Tabla se muestra los cambios que se producen sin la aplicación de la normativa.

Tabla 3

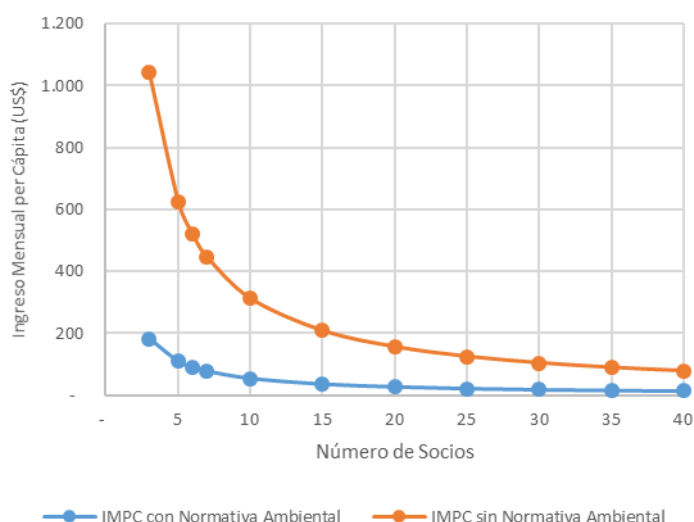
Inversiones, costos, precios e indicadores económicos por tipo de cultivo marino con y sin aplicación de normativa ambiental para los recursos C. gigas y D. antarctica

Ítem	<i>Crassostrea gigas</i>	<i>Durvillaea antarctica</i>
Con normativa ambiental	Valor (US\$)	Valor (US\$)
Inversiones		
Sistemas de cultivos	5.006	2.316
Infraestructura	3.951	4.074
Equipamiento	10.556	9.691
Primera siembra	6.222	593
Capital de trabajo	44.251	38.848
Normativa ambiental	14.072	7.407
Costos Fijos	51.476	50.366
Costos Variables	7.525	1.431
Depreciación anual	1.753	1.596
Precio por kilo	6,17	0,36
VAN (12 %)	6.531	17.759
TIR (%)	13,3	18,2
Sin Normativa Ambiental		
Capital de trabajo	40.224	35.516
Costos fijos	46.107	45.923
VAN (12 %)	37.477	39.131
TIR (%)	20,5	27,4

En el cultivo de *C. gigas* se observa que, aplicar la normativa (Res. Ex. 3612/2009 y el D.S. 40/2014) genera una disminución del valor actual neto de 82,6 % y en la TIR en 35,1 % respecto a la situación sin normativa ambiental aplicada. Los costos fijos incrementan en un 10,4 % y el capital de trabajo aumenta en 9,1 %. Estos cambios afectan directamente al ingreso mensual per cápita de los posibles socios de una organización que desarrolla el cultivo (ver Figura 3).

Figura 3

*Ingreso mensual per cápita (US\$) para el cultivo marino de *Crassostrea gigas* con y sin aplicación de la normativa ambiental, según el número de socios de la organización que participan en el ingreso*



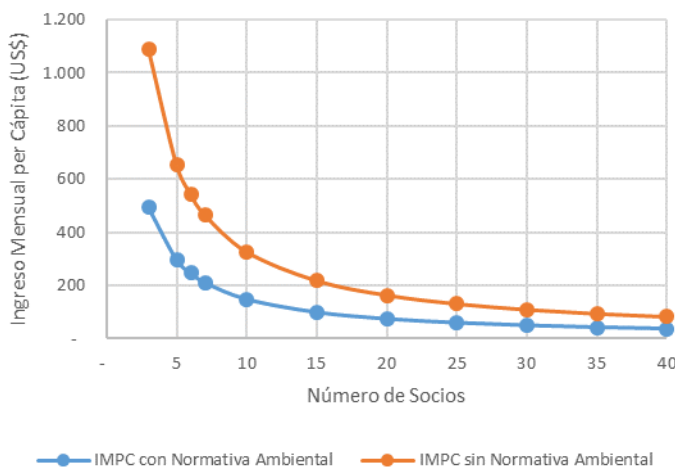
En la Figura 3, se observa que, al aplicar la normativa ambiental cuando se tienen 3 o más socios el ingreso mensual per cápita (IMPC) no alcanza a los US\$ 414, que corresponde al salario mínimo en Chile. Cuando la organización tiene tres socios, el IMPC baja de US\$ 1041 a 181 (82,6 %). Si el proyecto se evalúa sin la aplicación de la normativa, el máximo número de socios que puede tener la organización son siete, ya que su IMPC será superior al salario mínimo, pasado este número de socios la motivación económica para el desarrollo de la actividad acuícola disminuye, debido al costo de oportunidad de cada persona.



Para el caso del cultivo de *D. antarctica*, la aplicación de las mismas normativas genera una disminución del valor actual neto de 54,6 % y en la TIR en 33,5 %. Los costos fijos incrementan en un 10,4 % y el capital de trabajo aumenta en un 9,6 %. Estos cambios afectan el resultado económico para socios que podrían participar en la organización (ver Figura 4).

Figura 4

*Ingreso mensual per cápita (US\$) para el cultivo marino de *Durvillaea antarctica* con y sin aplicación de la normativa ambiental, según el número de socios de la organización que participan en el ingreso*



Según la Figura 4, se observa que, al aplicar la normativa ambiental cuando se tiene tres o más socios el ingreso mensual per cápita (IMPC) alcanza US\$ 493; si la organización tiene cinco socios, el IMPC es US\$ 296, baja respecto al salario mínimo de Chile (US\$ 414). Sin aplicación de la normativa, el IMPC sube a US\$ 1087 cuando son tres socios, es decir, aumenta en un 54,6 %; bajo esta condición de no aplicación, el IMPC se aproxima al salario mínimo hasta ocho socios.

En ambos cultivos se observa que la aplicación de la normativa a pequeña escala de producción inhibe la producción de manera colectiva mediante organizaciones sociales.

Conclusiones

La gestión ambiental pública en Chile, para el funcionamiento de la acuicultura, posee un marco normativo constituido por dos principales leyes, dos decretos y una resolución que permiten regular el funcionamiento, con el fin de asegurar que se ejecute una actividad ambientalmente sostenible. Para su orgánica, participan principalmente siete instituciones directamente relacionadas.



Los proyectos de acuicultura de pequeña y mediana escala orientados al cultivo de algas o moluscos deben ser sometidos al SEIA mediante una DIA; este es un proceso técnico y normativo complejo que requiere de autorizaciones de distintos ministerios para el desarrollo de la actividad productiva. Los costos de cumplimiento de la normativa ambiental exigen un tamaño de producción que permita viabilizar económicamente la acuicultura de pequeña escala. Esto se debe considerar en la política pública pertinente.

El tamaño de producción para proyectos de acuicultura de pequeña y mediana escala en *C. gigas* y *D. antarctica* debe ser evaluado según el número de socios que participan en la actividad. Esta evaluación se debe realizar como una acción previa a su desarrollo, a fin de asegurar su viabilidad económica y ambiental.

Referencias

- Armada de Chile DIRECTEMAR. (s.f.). Misión y Visión. <https://www.directemar.cl/directemar/organizacion/mision-y-vision>
- Constitución Política de la República de Chile [Const.]. (1980). Decreto Supremo 100/1980. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=242302>
- Decreto 40. (2012, 30 de octubre). Ministerio del Medio Ambiente, República de Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1053563>
- Decreto Supremo 148. (2003, 12 de junio). Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos. Ministerio de Salud, República de Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=226458>
- Decreto Supremo 314. (2004, 24 de diciembre). Reglamento de Actividades de Acuicultura en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, República de Chile. https://www.subpesca.cl/portal/615/articles-6296_documento.pdf
- Decreto Supremo 320. (2001, 14 de diciembre). Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción-Subsecretaría de Pesca, República de Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=192512>
- Ley 18892 Ley General de Pesca y Acuicultura. (1989, 23 de diciembre). Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, República de Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30265>
- Ley 19300 Ley de Bases Generales del Medio Ambiente. (1994, 9 de marzo). Ministerio Secretaría General de la Presidencia. República de Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667>
- Ley 21370. (2021, 25 de agosto). Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. República de Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1164124>



- Ley 458 Ley General sobre Urbanismo y Construcciones. (1975, 18 de diciembre). Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, República de Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=13560>
- Ley 725 Código Sanitario. (1967, 11 de diciembre). Ministerio de Salud Pública, República de Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=5595>
- Resolución 3612 Exenta. (2009, 6 de noviembre). Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, República de Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1007817>
- Othe impacts from salmon aquaculture in the Chilean Patagonia. *Ocean & Coastal Management*, 118(B), 189-204. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.07.016>
- Santos, L., & Ramos, F. (2018). Antimicrobial resistance in aquaculture: Current knowledge and alternatives to tackle the problem. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 52(2), 135-143. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2018.03.010>
- Sapag, N. (2011). *Proyectos de inversión, Formulación y Evaluación* (2.ª ed.). Pearson Educación.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). (s.f.). Misión. <https://www.sea.gob.cl/sea/mision>
- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). (s.f.). Misión y Visión. <http://www.shoa.cl/php/index.php>
- Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. (s.f.). ¿Qué es SERNAPESCA? <http://www.sernapesca.cl/que-es-sernapesca>
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. (2015). Informe sectorial de pesca y acuicultura. https://www.subpesca.cl/portal/618/articles-92002_documento.pdf
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. (2020). Informe sectorial de pesca y acuicultura. https://www.subpesca.cl/portal/618/articles-109626_documento.pdf
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. (s.f.). Acerca de la Subsecretaría. *Subpesca*. <https://www.subpesca.cl/portal/616/w3-propertyvalue-538.html>
- Universidad Católica de la Santísima Concepción. (2015). *Estudio de emplazamiento de áreas de acuicultura de pequeña escala en la zona sur (VI a XIV regiones)* (Informe Final Proyecto FIPA 2013-24). https://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-89342_informe_final.pdf
- Zúñiga, S. y Soria, K. (2009). Costo del capital en el sector pesquero-acuícola chileno. *Interciencia*, 34(8), 543-550. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/543-ZU%C3%91IGA-8.pdf>