

REF.: Expediente de Sanción N° D-019-2023.

MAT.: Presenta nueva versión de informe técnico.

Santiago, 6 de octubre de 2023.

Sra. Gabriela Francisca Tramón Pérez

Fiscal Instructora

División de Sanción y Cumplimiento

Superintendencia del Medio Ambiente

Presente

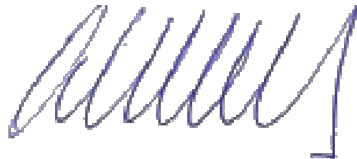
Nicolás Larco, cédula de identidad N° 14.732.528-2, en representación de **NOVA AUSTRAL S.A.** (indistintamente, "Nova Austral" o la "Compañía"), ambos domiciliados para estos efectos en Hernando de Magallanes 990, oficina 4, Punta Arenas, en procedimiento sancionatorio Rol D-019-2023, a Ud. respetuosamente digo:

Que, conforme a lo señalado en el Programa de Cumplimiento Refundido presentado por la Compañía con fecha 21 de julio de 2023 (en adelante, el "PDC Refundido"), vengo en presentar una nueva versión del informe técnico "Análisis y Estimación de Posibles Efectos Ambientales Hecho Infraccional N°1 Procedimiento Sancionatorio Res. Ex. N°1 / Rol D-019-2023" ("Informe Técnico Actualizado"), preparado por la consultora ambiental Environmental Compliance Services SpA, que incluye los resultados de las actividades de muestreo y monitoreo para determinar las condiciones actuales del sector respecto a biota y fauna macrobentónica y otras variables, y que fueron realizados por Geogama, consultora especializada en el desarrollo de proyectos marítimo-costeros.

Los informes preparados por Geogama sobre caracterización de agua de mar y de las comunidades planctónicas, así como de caracterización físico-química del suelo marino y de las comunidades bentónicas, y la determinación de biotopos intermareales en el CES Aracena 1, se acompañan como apéndices del Informe Técnico Actualizado.

Por otra parte, se hace presente que, en el marco de la Acción ID 4 del PDC Refundido, Nova Austral se comprometió a informar a la Superintendencia del Medio Ambiente sobre la ejecución de la INFA post-anaeróbica oficial, hasta septiembre de 2023, debiendo al efecto reportar los resultados a través de su Oficina de Partes. Al efecto, se informa que tal reporte de resultados se encuentra actualmente en proceso. Sin perjuicio de lo anterior, de acuerdo con la información oficial entregada por parte de Sernapesca mediante correo electrónico de fecha 6 de octubre de 2023, y que se acompaña a esta presentación, los resultados de la INFA son aeróbicos. El informe final será acompañado en 30 días aproximadamente.

Atentamente,



Nicolás Larco

p.p. Nova Austral S.A.



ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES

**Hecho infraccional N°1
Procedimiento Sancionatorio
RES. EX. N°1 / ROL D-019-2023**

Nova Austral S.A.

Octubre 2023

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	7
2. OBJETO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA.....	9
3. POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES	10
4. MARCO TEÓRICO	11
4.1 Reglamento Ambiental para la Acuicultura	11
4.1.1 Criterios de aceptabilidad de las INFAs	11
4.1.2 Categoría de un Centro de cultivo	12
4.1.3 Condiciones aeróbicas y anaeróbicas.....	13
4.2 RCA y Obligaciones de seguimiento ambiental.....	14
4.3 Modelo dispersión de carbono: New Depomod.....	15
5. METODOLOGÍA.....	16
5.1 Descripción del área asociada y Caracterización Preliminar del Sitio (CPS)	16
5.2 Revisión del Informe de Denuncia al Centro de Cultivo de Salmones Aracena 13 elaborado por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Dirección Regional de Magallanes y Antártica Chilena.....	17
5.3 Revisión del Informe de Fiscalización Ambiental elaborado por la Superintendencia de Medio Ambiente.....	17
5.4 Revisión de la Información Ambiental (INFA) del CES Aracena 13.....	17
5.5 Metodología modelación de carbono	18
5.5.1 Índice de impacto	19
5.6 Actividades de monitoreo ambiental.....	19
5.6.1 Caracterización del componente agua de mar.....	19
5.6.2 Determinación de biotopos intermareales.....	20
5.6.3 Caracterización de suelo marino y comunidades bentónicas	21
5.6.4 Caracterización de comunidades planctónicas.....	23
6. RESULTADOS	24
6.1 Caracterización del área asociada al CES Aracena 13.....	24

6.2	Antecedentes del informe de denuncia de SERNAPESCA	28
6.3	Revisión del Informe de Fiscalización Ambiental (SMA)	29
6.4	Revisión de informes ambientales (INFA)	30
6.5	Resultados modelación New Depomod	31
6.5.1	Inputs – Modelación.....	31
6.5.2	Inputs – Batimetría	32
6.5.3	Inputs – Módulo de cultivo	33
6.5.4	Dispersión y sedimentación de carbono orgánico total (fecas y alimento no consumido) – Escenario RCA.....	33
6.5.5	Dispersión y sedimentación de carbono orgánico total (fecas y alimento no consumido) – Escenario formulación de cargos	36
6.6	Resultados monitoreo ambiental	38
6.6.1	Caracterización del componente agua de mar.....	38
6.6.2	Determinación de biotopos intermareales.....	40
6.6.3	Caracterización de suelo marino y comunidades bentónicas	43
6.6.4	Caracterización de comunidades planctónicas.....	48
7.	DETERMINACION Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES	53
8.	CONCLUSIONES	57
9.	REFERENCIAS	58
10.	APÉNDICES	59

TABLAS

Tabla 1	Coordenadas de los vértices de la concesión	25
Tabla 2.	Ingresos y egresos registrados en el centro de cultivo Aracena 13 (RNA 120092) durante el ciclo productivo 2019-2021 según información SIFA.	28
Tabla 3.	Materia prima proveniente del centro de cultivo Aracena 13 (120092), ingresado como materia prima a planta de proceso Nova Austral 12079 (año 2020 - 2021).....	29
Tabla 4	Características inputs modelo, parámetros de la simulación, producción.	31
Tabla 5	Características inputs modelo, parámetros de la simulación, alimento. ...	32
Tabla 6	Características inputs modelo, parámetros de la simulación, fecas.	32

Tabla 7 Características inputs modelo, parámetros de la simulación, batimetría. .	32
Tabla 8 Características inputs modelo, parámetros de la simulación, módulo de cultivo.....	33
Tabla 9 Resumen estadístico para la depositación de carbono orgánico total configuración RCA.....	34
Tabla 10 Resumen áreas de distribución de carbono orgánico total configuración RCA.....	35
Tabla 11 Resumen Índice de impacto configuración RCA.....	35
Tabla 12 Resumen estadístico para la depositación de carbono orgánico total configuración Formulación de cargos.....	37
Tabla 13 Resumen Índice de impacto configuración Formulación de cargos.....	37
Tabla 14 Resumen áreas de distribución de carbono orgánico total configuración Formulación de cargos.....	38
Tabla 15 Promedio de los valores de pH y potencial Redox.....	44
Tabla 16. Índices ecológicos calculados a partir de la abundancia microalgal media para la columna de agua. Dónde: S= Diversidad Especifica, d= diversidad de Margalef, J' = Índice de Uniformidad de Pielou, H' = Índice de Diversidad de Shannon calculada con el logaritmo en base e, D = Índice de Dominancia de Simpson.	49
Tabla 17. Índices ecológicos calculados a partir de la abundancia zooplanctónica media. Donde: S= Diversidad Especifica, d= diversidad de Margalef, J' = Índice de Uniformidad de Pielou, H' = Índice de Diversidad de Shannon calculada con el logaritmo en base e, D = Índice de Dominancia de Simpson.	52

FIGURAS

Figura 1. Localización de la Unidad Fiscalizable	7
Figura 2. Interfaz NewDepomod.	18
Figura 3. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.	20
Figura 4. Ubicación del proyecto y disposición de las unidades de monitoreo.	21
Figura 5. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.	22
Figura 6. Área de concesión y unidades de monitoreo consideradas para el levantamiento de información planctónica.	23
Figura 7. Ubicación de CES Aracena 13 y otras UF.	27

Figura 8. Gráfico de dispersión y concentración de carbono orgánico total a partir del alimento no consumido y las fecas para la configuración RCA.....	34
Figura 9. Gráfico de dispersión y concentración de carbono orgánico total a partir del alimento no consumido y las fecas para la configuración Formulación de cargos.	36
Figura 10. a) Concentración oxígeno disuelto (mg/L), b) temperatura (°C) y c) salinidad (psu) en la columna de agua.....	39
Figura 11. a) Valores promedios y desviación estándar en la concentración oxígeno disuelto (mg/L), b) temperatura (°C) y c) salinidad (psu) en los distintos perfiles. ..	40
Figura 12. Biotopos intermareales. Dónde A) Vista general sector, B) Biotopo de Líquenes y musgo, C) Biotopo de Bostrichia harveyi con Hildenbrandia sp., D) Biotopo de Hildenbrandia sp., E) Biotopo de Balánidos y F) Biotopo de Pyropia sp.	41
Figura 13. Registros gráficos de mayor relevancia. Estrato submareal somero, registrado desde estaciones de biotopo costero A) Lithothamnium sp. con Nacella magellanica, Fisurella sp.; B) Lithothamnium sp., con Codium dimorphum y Macrocystis pyrifera; C) Lithothamnium sp., Mytilus chilensis y Chiton sp.; y D) Lithothamnium sp., Durvillaea antártica, Lessonia flavicans, plocanium secundatum y Comasterias lurida.	42
Figura 14. Promedio del porcentaje de materia orgánica. La línea roja indica el límite para condiciones previas aeróbicas y la línea azul para condiciones previas anaeróbicas, según Res. Ex. 3612 de 2009.....	43
Figura 15. Diagrama EhNHE-pH para las especies de azufre.....	45
Figura 16. Granulometría del sedimento submareal.....	45
Figura 17. Macrofauna submareal. Número de especies (riqueza) y abundancia relativa por grupo taxonómico (Phylum).....	46
Figura 18. Dendrograma de Agregación de Bray-Curtis para el componente macrofauna.....	47
Figura 19. Abundancia relativa (%) y riqueza de especies, aportada por grupo taxonómico, en el Área de Estudio. Abundancia celular integrada para las distintas profundidades de muestreo.	49
Figura 20. Valores promedio y error estándar de abundancia fitoplanctónica entre estaciones alejadas y próximas a la concesión (a), y en muestreos realizados a diferente profundidad (b).	50

Figura 21. Análisis Porcentual, de la abundancia relativa (%) y riqueza específica, aportada por grupo taxonómico, integrante del zooplancton, en el Área de Estudio. 51

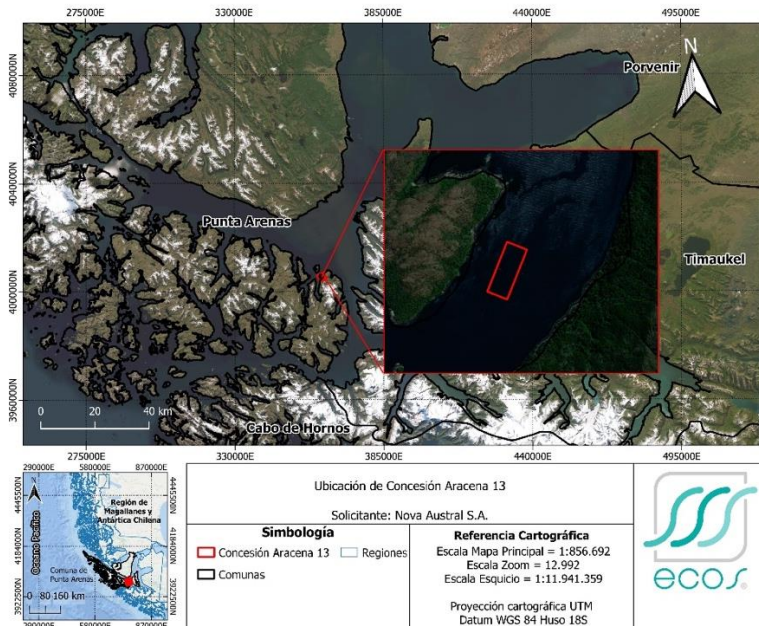
Figura 22. Valores promedio y error estándar de abundancia zooplántonica entre estaciones alejadas y próximas a la concesión..... 53

1. INTRODUCCIÓN

Mediante la presente minuta técnica se presenta el análisis y estimación de los potenciales efectos ambientales asociados a los **Cargo N°1**, contenido en el procedimiento sancionatorio ROL D-019-2023, iniciado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), en contra de Nova Austral S.A., titular del Centro de Engorda de Salmónidos (CES) Aracena 13, ubicado en Estero Staples, Isla Capitán Aracena, comuna de Punta Arenas, Región de Magallanes y la Antártica Chilena (ver Figura 1).

La Unidad Fiscalizable (UF) sujeta del presente procedimiento sancionatorio corresponde al CES Aracena 13 asociado a un centro de cultivo para la producción de salmónidos consistente en 20 balsas jaula de 22 m de diámetro y 17 m de profundidad, el cual además cuenta con pontón para habitabilidad, almacenamiento de alimento, sistemas de agua potable y grises, entre otros. El centro mencionado fue aprobado ambientalmente por la RCA N°120/2003 de la Comisión de Evaluación ambiental de la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena (Figura 1).

Figura 1. Localización de la Unidad Fiscalizable



Fuente: Elaboración propia a partir de datos SNIFA.

En particular, la presente minuta aborda el hecho infraccional N°1, el cual quedó estipulado de acuerdo con lo siguiente:

Hecho 1:

“Superar la producción máxima autorizada en el CES Aracena 13, durante el ciclo productivo ocurrido entre 23 de septiembre de 2019 y el 14 de febrero de 2021.”

Respecto de la gravedad del cargo, para el **hecho infraccional N°1, este es clasificado como grave** en virtud de la letra e) del numeral 2 del artículo 36 de la LO-SMA, esto es, hechos, actos u omisiones que contravengan las disposiciones pertinentes que incumplan gravemente las medidas para eliminar o minimizar los efectos adversos de un proyecto o actividad, de acuerdo con lo previsto en la respectiva Resolución de Calificación Ambiental, e indistintamente en virtud del literal i) del mismo numeral y artículo, en tanto se trata de hechos, actos u omisiones que contravengan las disposiciones pertinentes y que alternativamente se ejecuten al interior de áreas silvestres protegidas del estado, sin autorización, en atención a lo señalado en los considerandos 17 y siguientes de la presente resolución.

De esta forma, para analizar los potenciales efectos ambientales asociados al hecho constitutivo de la infracción descrita, se debe considerar el objeto de protección de las exigencias infringidas, así como los antecedentes que permitan verificar la conformidad con éstas. Así, la presente minuta se centrará en evaluar los posibles efectos adversos sobre el objeto de protección en términos de un probable efecto sobre uno o más componentes ambientales.

2. OBJETO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA

Para definir el objeto de protección, en primer lugar, es necesaria la revisión de las condiciones que se estiman infringidas a causa de los cargos objeto del presente documento. En particular, sobre el **hecho infraccional N°1**, los actos u omisiones que constituyen infracciones conforme a la letra e) e i) del numeral 2 del artículo 36 de la LO-SMA, de conformidad a esta ley y a lo estipulado en la Res. Ex. N°1/ROL D-049-2022 de la SMA específicamente en:

- DIA “Centro de cultivo salmónidos, Estero Staples, Isla Capitán Aracena, Estrecho de Magallanes, PERT 99121071” Punto 3.1.1:

“[...] se confeccionó el Proyecto Técnico, en el cual se estableció la producción máxima de 1.500 toneladas de salmónidos anuales”.

- RCA N°120/2003

“Considerando 5.1. Normativa Sectorial

a) El Titular deberá dar cumplimiento al Reglamento Ambiental para la Acuicultura, D.S. N°320/2001 (MINECON).

b) El Titular deberá cumplir el cronograma de actividades y producción señalados en el respectivo Proyecto Técnico de la solicitud adjunto en la DIA.

c) El Titular deberá entregar anualmente la información Ambiental según lo establecido en el Artículo 19 del reglamento Ambiental para la Acuicultura, en conformidad a la Resolución N°404/2003 (SUBPESCA).

d) En caso que el Titular decida aumentar su producción entenderá esta como una modificación del Proyecto Técnico, por lo cual deberá someterse nuevamente al SEIA.”

- **D.S. N°320/2001 Ministerio de Economía. Reglamento Ambiental para la Acuicultura.**

“**Artículo 15:** [...] El titular de un centro de cultivo no podrá superar los niveles de producción aprobados en la resolución de calificación ambiental.”

De acuerdo con los antecedentes anteriormente expuestos, se identifica que el objeto de protección se vincula a la posible afectación de la **componente calidad de agua y sedimentos del fondo marino, biota y fauna macrobentónica**, variables sobre las cuales se analizarán los potenciales efectos, vinculados a “superar la producción autorizada en el CES ARACENA 13, durante el ciclo productivo ocurrido entre el 23 de septiembre de 2019 al 14 de febrero de 2021”.

3. POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES

A partir del análisis de la información disponible asociada al caso y considerando el hecho infraccional levantado por la SMA, la determinación de los potenciales efectos dado el cargo N°1 “**Superar la producción máxima autorizada en el CES ARACENA 13, durante el ciclo productivo ocurrido entre el 23 de septiembre de 2019 al 14 de febrero de 2021**”, se debe realizar a nivel de los componentes ambientales potencialmente afectados (**calidad de agua, sedimentos del fondo marino, biota y fauna macrobentónica**), en la zona de influencia del proyecto.

De acuerdo con lo anterior, y dada la naturaleza de cada hecho infraccional, **la hipótesis a testear en el marco del presente análisis es:**

“La superación de la producción de la cantidad máxima autorizada de salmónidos imputada por la SMA habría influido en la condición ambiental de la calidad de la columna de agua, sedimentos del fondo marino, biota y fauna macrobentónica”.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Reglamento Ambiental para la Acuicultura

En el caso de la industria acuícola el marco normativo de referencia corresponde a la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), la cual regula el sector pesquero y acuícola nacional. Desde ella se ha desarrollado la normativa sectorial específica, estando asociada principalmente al D.S. 320/2011 MINECOM, que aprobó el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (o RAMA) y su Resolución Acompañante (Res. Ex. N°3612/2009 y sus modificaciones). En ellas se definen los conceptos de Caracterización Preliminar del Sitio y la Información Ambiental y particularmente en esta última resolución, se describen los contenidos y metodologías para su elaboración.

De manera particular, la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) se refiere a una caracterización de los elementos que la autoridad pesquera deberá considerar para evaluar ambientalmente los proyectos (descripción de la topografía del centro de cultivo, características hidrográficas, n° y ubicación de los sitios de muestreo, registro visual del área, información relativa a parámetros y variables ambientales en el sedimento y la columna de agua) y si procediere, otorgar el correspondiente Permiso Ambiental Sectorial (PAS), por tanto se incluye en la Declaración o Estudio de Impacto Ambiental correspondiente.

En el caso de la Información Ambiental (INFA), se refiere a un informe periódico donde se describen los antecedentes del estado ambiental del centro de cultivo en el momento de mayor biomasa, basados en la medición de las condiciones del agua, área de sedimentación y del área circundante a la misma. Este documento tiene el propósito de informar a la autoridad sobre las condiciones de aerobiosis o anaerobiosis en el terreno circundante al centro de cultivo.

4.1.1 Criterios de aceptabilidad de las INFAs

La Resolución Ex. N° 3612/2009 de SUBPESCA, establece las metodologías para elaborar la caracterización preliminar del sitio (CPS) y la información ambiental (INFA). Dentro de otras cosas, la resolución mencionada define conceptos, categorías, periodicidades, fechas de muestreo, junto con lo que debe considerar

una INFA según la categoría del CES. Junto con lo anterior, establece la metodología e indica el contenido y alcances de esta, señalando también cuales son los límites de aceptabilidad de las INFAs.

En la misma línea, la Resolución Ex. N°1933/2021 del SERNAPESCA modifica la Res. Ex. N° 3612 de 2009 anteriormente mencionada. En términos generales, la resolución mencionada añade y modifica algunas definiciones y metodologías establecidas previamente.

4.1.2 Categoría de un Centro de cultivo

El reglamento Ambiental Para La Acuicultura (RAMA) del 24 de agosto de 2001, dentro de otras cosas, en su artículo 15° establece que:

“La INFA será exigible a todos los centros de cultivo, y conforme a ella se determinará si el centro de cultivo opera en niveles compatibles con las capacidades del cuerpo de agua en que se localiza”.

Junto con lo anterior, el reglamento en su artículo 16° indica que:

“Tanto los contenidos como las metodologías para elaborar la CPS y la INFA serán fijados por resolución de la Subsecretaría”.

Posteriormente, en el mismo artículo, indica que la resolución mencionada podrá establecer requerimientos relativos a variados elementos (ubicación, topografía, características hidrográficas, registro visual, entre otros), y que para establecer dichos requerimientos la resolución fijará categorías de centros de cultivos, las cuales deberán considerar los distintos sistemas de producción, ubicación de los centros y nivel de producción.

Por su parte, la Resolución Ex. N° 3612/2009 de SUBPESCA, establece las metodologías para elaborar la caracterización preliminar del sitio (CPS) y la información ambiental (INFA), en su numeral 5, indica que, de conformidad con lo establecido en el reglamento (RAMA), se procede a clasificar los centros de cultivo en siete (7) categorías.

En la misma línea, la “Guía Trámite PAS Artículo 116 Reglamento del SEIA, Para realizar actividades de acuicultura”, en su acápite 6.1.1., literal c), indica que, dentro de los contenidos considerados para Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) en el marco de la obtención del PAS 116, dependiendo de la categoría en

la que se clasifique el centro de cultivo, se deben considerar una serie de requisitos y procedimientos que se detallan dentro del literal según cada una de las siete (7) categorías definidas en la Resolución Ex. N° 3612/2009 de SUBPESCA. De esta manera, en el literal c.6 se indica que:

“Los centros de cultivo clasificados en Categoría 5 deberán entregar:

- i) Plano batimétrico y de ubicación de las estaciones de muestreo.*
- ii) Correntometría euleriana.*
- iii) Oxígeno disuelto en la columna de agua, expresado tanto en concentración como en porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua.*
- iv) Temperatura en la columna de agua.*
- v) Conductividad / salinidad en la columna de agua.”*

Lo anterior aplica al CES considerado dentro del análisis de la presente minuta, toda vez que este está clasificado como categoría 5.

4.1.3 Condiciones aeróbicas y anaeróbicas

En una presentación denominada “Información Ambiental (INFA)” realizada por SERNAPESCA¹ para la Comisión de Pesca de la Cámara de diputados en noviembre de 2018, se mostraron algunos de los resultados de un estudio realizado el año 2017, en que se midió el tiempo en que los CES con INFAs anaeróbicas demoraban en recuperar la condición aeróbica. Como resultado se obtuvo que del total de centros estudiados con INFAs anaeróbicas (237) sobre el 70 % presenta INFAs aeróbicas después de los 12 meses.

En la misma línea, a través del ORD N°884 del 22 de julio de 2022 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, le hizo llegar a la Secretaría de la Comisión Especial Mixta de Presupuesto del Senado de la República un informe técnico acerca del impacto ambiental de la salmonicultura en cada una de las regiones del país y de los impactos esperables en zonas de expansión.

En el informe técnico mencionado, dentro de sus resultados señala que dentro del periodo enero y junio de 2022 se realizó una INFA a 158 centros de cultivo, de los cuales 116 (72,8%) mostraron condiciones Aeróbicas y 42 (27,2%) anaeróbicas.

¹ <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmID=157867&prmTIPO=DOCUMENTOCOMISION>

Posteriormente se presentaron resultados de la evaluación ambiental de 27 centros de cultivo que solicitaron a SERNAPESCA la realización de una INFA Post anaeróbica. De aquel ejercicio 17 (63,6%) presentaron condiciones aeróbicas, demostrando una "recuperación de la condición ambiental", y 10 (36,4%) manteniendo una condición anaeróbica.

4.2 RCA y Obligaciones de seguimiento ambiental

La Resolución de Calificación Ambiental, es la licencia en materia ambiental que entrega el Estado de Chile para el desarrollo de proyectos. El hecho que la RCA sea favorable significa que el proyecto evaluado cumple con todos los requisitos ambientales aplicables en el país en la materia, mientras que, si se deniega, indica que no cumple con dicha normativa (Bermúdez, 2014; 311).

La RCA es un acto administrativo parcialmente reglado, vinculante y público, donde conviven elementos no discrecionales y otros de apreciación particular (Bermúdez, 2014; 311). La modalidad de aceptación, vinculante con otras normativas, no afecta los derechos de los privados, puede ser presunta, impugnabile, sujeta a caducidad, puede ser revisada en casos particulares y/o, de manera excepcional, también puede ser refundida o consolidada e interpretada por la autoridad que la otorga (Bermúdez, 2014; 314).

Según De la Fuente (2017), la RCA se compone de dos partes o secciones:

- La primera hace referencia a elementos particulares de este instrumento, como son la descripción del proyecto y los cuerpos normativos que lo regulan
- La segunda es donde se presentan los análisis o evaluaciones de los potenciales impactos ambientales que podría generar la actividad o proyecto en el territorio. Así, la RCA tiene una estructura de relaciones, de elementos constituyentes, siendo diferente el nivel de profundidad o detalle de cada permiso ambiental otorgado en nuestro país.

Sumando a lo anterior, en la RCA se establecen obligaciones y compromisos que deben ser considerados por los titulares de proyectos, de los cuales la mayoría tienen por finalidad mitigar, compensar o realizar seguimiento a las componentes ambientales más relevantes de los proyectos. En relación con las obligaciones de seguimiento, se puede indicar que estas tienen por objetivo reconocer como ha sido el comportamiento de las variables ambientales a través del tiempo, para

poder detectar de esta forma variaciones o modificaciones en las estructuras ambientales asociadas al desarrollo de proyectos regulados ambientalmente.

4.3 Modelo dispersión de carbono: New Depomod

Dada la complejidad de los ecosistemas acuáticos donde se desarrolla la Acuicultura, es necesario disponer de herramientas que permitan predecir y organizar el desarrollo de esta actividad, considerando el impacto que pueda tener en el medio. Bajo este contexto, uno de los modelos cuantitativos más utilizados actualmente, para predecir las cargas de carbono orgánico sobre el fondo marino a escala local, es el DEPMOD.

El DEPMOD es un modelo de trayectoria de partículas que predice los efectos de la deposición de sólidos desde los centros de cultivo hacia el bentos, alrededor de las jaulas de cultivo de individuos, asociando los cambios bentónicos provocados por los aportes de materia orgánica total al ecosistema.

Para ello, combina las condiciones geográficas e hidrográficas locales con los volúmenes de compuestos orgánicos totales liberados (material fecal y alimento no consumido), trazando un mapa de acumulación o flujos de sedimentación de residuos en la grilla del fondo marino. El modelo está estructurado en cuatro componentes que se acoplan para estimar las concentraciones de Carbono Orgánico Total (COT) en el fondo. Estos módulos son: generación de la grilla (GRIDGEN), trayectoria de partículas (PARTRACK), re-suspensión y módulo de respuesta bentónica (RESUS). El cuarto módulo (BENTHIC) conecta los tres primeros módulos, cuantificando la dispersión de los residuos liberados por los centros de cultivo para la estimación de la concentración de carbono orgánico total (COT) en el bentos (Cromey et al., 2002). Estos módulos por su parte requieren información independiente y aunque se comportan como modelos distintos, forman parte de un solo modelo (IFOP, 2013).

Para este modelo, se han desarrollado algunas actualizaciones a través del tiempo, las cuales van mejorando diferentes aspectos respecto de su versión anterior, llegando al NewDepomod, que ha sido desarrollado en Escocia por la "Scottish Association for Marine Science (SAMS) Dunstaffnage Marine Laboratory en Oban". Este modelo presenta una configuración más acorde con las condiciones reales del medio, utilizando una batimetría más realista, la posibilidad de incorporar

nuevas capas de corriente con el objetivo de crear un campo de corrientes representativo del entorno, y, además, se puede utilizar en sitios geográficamente expuestos GEOGAMA (2023).

5. METODOLOGÍA

Para identificar los eventuales efectos que pudieron haber ocurrido producto del hecho N°1 en la formulación de cargos, Res. Ex. N°1/ROL D-019-2023 de la SMA y capítulo 2 de esta minuta, se ha llevado a cabo un análisis de la información asociada a dichos compromisos, con la finalidad de determinar si, como resultado del hecho infraccional imputado por la SMA, se habría producido una afectación sobre las condiciones ambientales de la calidad de la columna de agua, sedimentos del fondo marino, biota y fauna macrobentónica.

De esta manera, se efectuó una revisión bibliografía que abordó los principales criterios mediante los cuales se pudo haber generado una posible afectación a la columna de agua y sedimento marino asociado al área del CES ARACENA 13, los cuales fueron identificados por la SMA en su Res. Ex. N°1/ROL D-09-2023 en el capítulo III letra A.1. donde se identifica el principal aspecto asociado al incumplimiento de medidas dispuestas para la especie en cuestión:

- Incumplimiento de la producción máxima autorizada por la RCA N°120/2003.

En base a esto y para poder estimar los potenciales efectos ambientales asociados, se realizaron las siguientes actividades:

5.1 Descripción del área asociada y Caracterización Preliminar del Sitio (CPS)

Se realizó una revisión de antecedentes relevantes respecto a la ubicación y localización del CES Aracena 13 con tal de recabar mayores antecedentes respecto a otros proyectos que se ubiquen en las cercanías de este.

5.2 Revisión del Informe de Denuncia al Centro de Cultivo de Salmones Aracena 13 elaborado por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Dirección Regional de Magallanes y Antártica Chilena.

Se realizó una revisión del Informe de Denuncia de SERNAPESCA por dicha entidad, y donde se da cuenta de la fiscalización documental realizada al CES Aracena 13 2022 y sus correspondientes resultados. Esta revisión tuvo como objetivo conocer los antecedentes expuestos ante la fiscalización del servicio con tal de cotejar los compromisos y los análisis por los cuales se llega a la infracción.

5.3 Revisión del Informe de Fiscalización Ambiental elaborado por la Superintendencia de Medio Ambiente.

Respecto a esta revisión, se examinaron los antecedentes expuestos en el informe de fiscalización de la SMA, con tal de recabar antecedentes de la infracción que sean relevantes para la determinación de los efectos ambientales analizados en la presente minuta.

5.4 Revisión de la Información Ambiental (INFA) del CES Aracena 13

Se revisaron los documentos que contienen la Información Ambiental (INFA) asociados al CEA Aracena 13, código 120092, emitidos por el Servicio Nacional de Acuicultura y Pesca (SERNAPESCA) previo y durante el periodo del hecho infraccional, indicado en la Res. Ex. N°1/ROL D-019-2023 entre los años 2019 y 2021. Esta información se analizó con el objeto de conocer el comportamiento histórico de las condiciones ambientales del CES, de tal forma de observar el comportamiento ambiental de la columna de agua y fondo del CES a través de los ciclos productivos realizados. Adicionalmente, se incluyen los monitoreos internos posteriores al periodo de formulación de cargos, que corresponden a abril 2023.

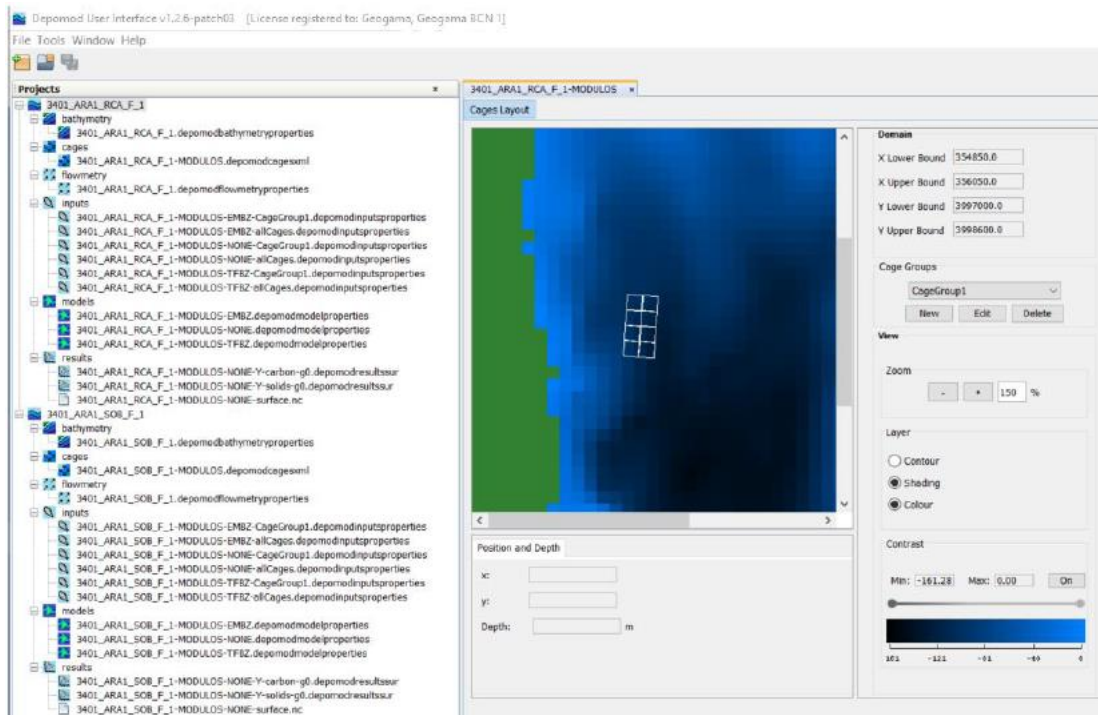
De esta manera, la revisión y análisis de dicha información y bajo los criterios anteriormente señalados, darán cuenta de antecedentes fundamentales para el análisis de los potenciales efectos que la formulación de cargos imputó.

El enfoque metodológico expuesto permitirá concluir si existen o no efectos ambientales adversos sobre el objeto de protección definido.

5.5 Metodología modelación de carbono

Para realizar la modelación de carbono orgánico, por GEOGAMA, se utilizó la última versión del modelo NewDepomod (2023), License ID: 3ae73e9d-2b9e-496b-ac40-b236e9d5db8f. NewDepomod corresponde a un modelo de trayectoria de partículas, que estima las cargas de carbono orgánico y sólidos totales a escala local, incorporando como sustrato la columna de agua y el bento, además de variables y parámetros productivos de cada centro de cultivo. Al respecto, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta la interfaz de la herramienta, y en el Apéndice 4 se presentan los resultados asociados.

Figura 2. Interfaz NewDepomod.



Fuente: Informe "Comparación Modelación NewDepomod. Aracena 1." Geogama (2023).

En cuanto al criterio de valor crítico de carbono orgánico aportado por sedimento, se utilizó como referencia 1,000 g C/m²/día, siendo el escenario más restrictivo, para determinación del área de influencia submareal. GEOGAMA (2023).

5.5.1 Índice de impacto

Adicionalmente, se aplicó el índice de impacto propuesto por Findlay (1997), el cual entrega un balance entre la demanda de oxígeno ($DO = -32,6 + 1,1CD$) y el oxígeno disponible, teniendo tres escenarios posibles:

- Si la disponibilidad es mayor que la demanda, el índice tendrá un valor mayor a 1, y los impactos serán mínimos.
- Si la disponibilidad y la demanda son equivalentes el índice sería cercano a 1 y los impactos moderados.
- Si la demanda es mayor que la disponibilidad, los valores del índice serán menores que 1 y los impactos serán altos. Findlay (1997).

5.6 Actividades de monitoreo ambiental

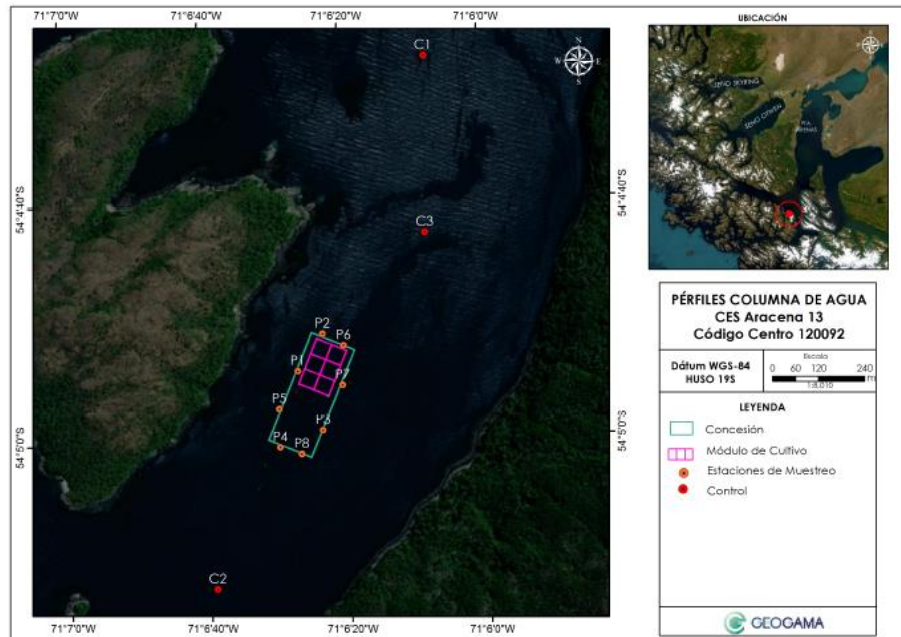
Para conocer el estado de la biota y fauna macrobentónica, sedimentos y otras variables ambientales asociadas a los hechos infraccionales solicitados por la SMA mediante la Res. Ex. N°3/ROL D-019-2023, se revisó los antecedentes presentados por GEOGAMA en cuatro informes que se detallan a continuación.

El enfoque metodológico de los 4 informes permitirá definir conclusiones sobre los efectos ambientales analizados en la presente minuta.

5.6.1 Caracterización del componente agua de mar

Se realizaron 8 estaciones de muestreo ubicadas al interior de la concesión y, además de otras 3 estaciones ubicados fuera de la concesión y consideradas como control. Además, los resultados de todos los parámetros obtenidos en el sector fueron analizados con la prueba estadística de Kruskal-Wallis para detectar diferencias significativas de estas variables entre estaciones ubicadas al interior de la concesión y estaciones control. GEOGAMA (2023).

Figura 3. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.

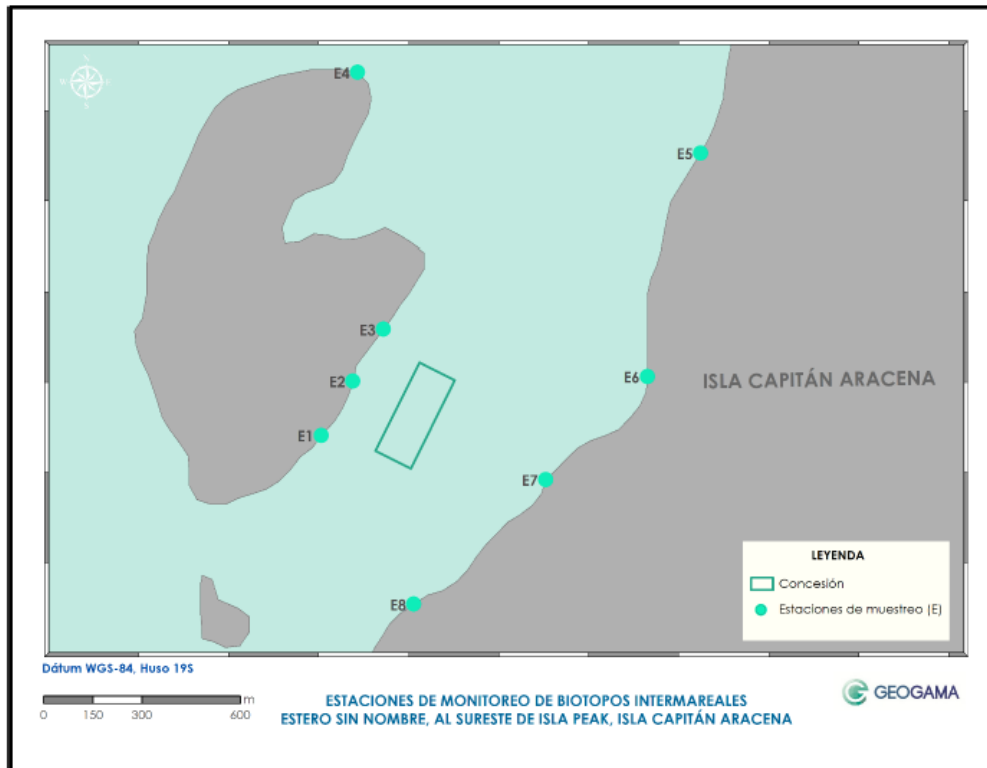


Fuente: Informe "Caracterización del componente Agua de Mar, Mediate Perfiles de Oxígeno, Temperatura y Salinidad en Inmediaciones del CES Arcena 13." GEOGAMA (2023).

5.6.2 Determinación de biotopos intermareales

Para contribuir a la caracterización de variables bióticas y ambientales, GEOGAMA elaboró una descripción del componente ambiental de biotopos intermareales asociados a un área más extensa que la concesión, con el objetivo de evaluar posibles alteraciones en la estructura biológica del sitio, dada su cercanía al CES.

Figura 4. Ubicación del proyecto y disposición de las unidades de monitoreo.

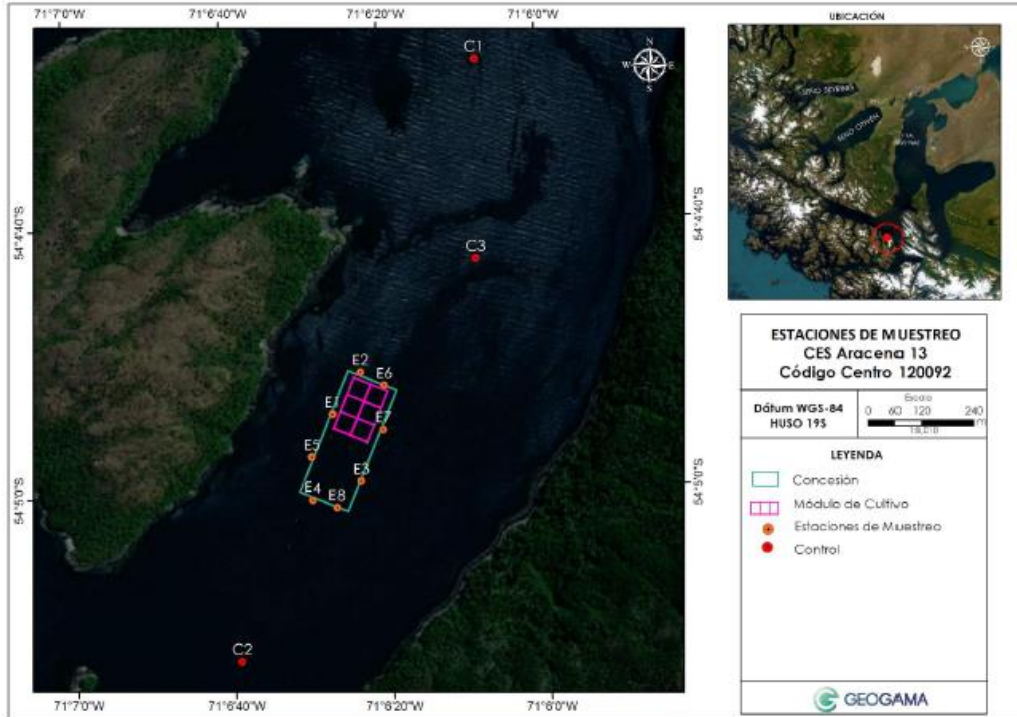


Fuente: Informe "Determinación de Biotopos Intermareales Centro de Engorda de Salmones Estero Staples, Isla Capitán Aracena, estrecho de Magallanes, Aracena 13." GEOGAMA (2023).

5.6.3 Caracterización de suelo marino y comunidades bentónicas

La descripción y caracterización del ambiente marino para el subcomponente de sedimento asociado al centro de cultivo fue realizado por GEOGAMA, a través de un monitoreo en 8 estaciones de muestreo ubicadas al interior de la concesión y 3 estaciones control ubicadas fuera de la concesión.

Figura 5. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.

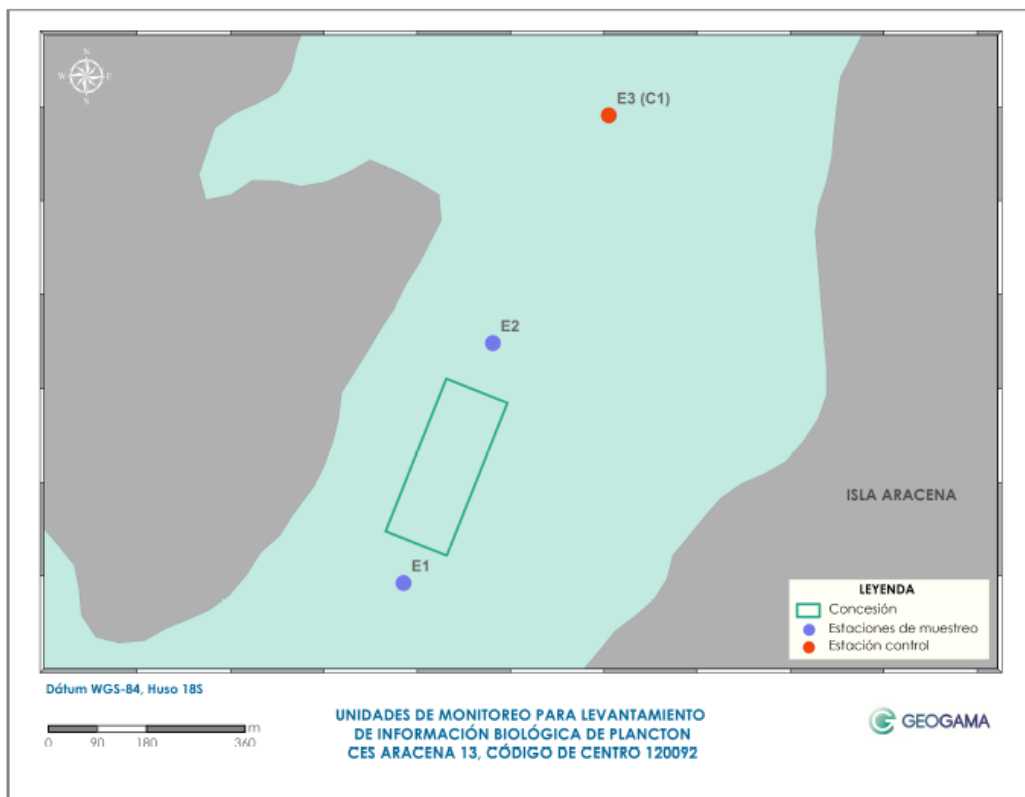


Fuente: Informe "Caracterización fisicoquímica del suelo marino y caracterización de comunidades bentónicas. Centro de Engorda de Salmones Estero Staples, Isla Capitán Aracena, estrecho de Magallanes, Aracena 13" GEOGAMA (2023).

5.6.4 Caracterización de comunidades planctónicas

Para caracterizar el área de estudio en función de la comunidad planctónica, se monitorearon 3 estaciones, 2 de ellas al interior del área de influencia del proyecto, y la restante se ubicó fuera del área, siendo una estación control. En cada una de las estaciones se monitoreó fitoplancton mediante botella Niskin y red de 25 μm tamaño de malla, y zooplancton, utilizando una red Bongo de trama 250 μm , ambos a diferentes profundidades. GEOGAMA (2023).

Figura 6. Área de concesión y unidades de monitoreo consideradas para el levantamiento de información planctónica.



Fuente: Informe "Caracterización De Las Comunidades Planctonicas. Centro de Engorda de Salmones Estero Staples, Isla Capitán Aracena, estrecho de Magallanes, Aracena 13" GEOGAMA (2023).

6. RESULTADOS

6.1 Caracterización del área asociada al CES Aracena 13

La concesión asociada al Centro de Engorda de Salmónidos Aracena 13 se encuentra ubicada en Isla Capitán Aracena (Estero Steples), Comuna de Punta Arenas, Región de Magallanes y la Antártica Chilena.

De acuerdo con la **Caracterización Preliminar de Sitio (CPS)**, incluida como anexo en la DIA, se destacan los siguientes elementos:

Clima: El clima de este sector del Estrecho de Magallanes es de tipo marítimo, y se caracteriza por la constancia de su temperatura, la cual, en el transcurso de un año de condiciones normales, varía entre límites muy próximos. Así, con una media anual de 5,3°C, la divergencia entre la media del verano y la del invierno alcanza a 4,5 °C.

La temperatura media del agua de mar es de +7,5 °C, habiéndose observado la máxima de +16 °C en el mes de febrero y la mínima de +3 °C en los meses de abril y julio. El mar no se hiela jamás sino es dentro del algunas bahías y caletas muy abrigadas y estrechas.

El régimen pluviométrico en el área está representado por un promedio anual de mil quinientos milímetros de agua caída.

Exposición a vientos: Las depresiones, que son frecuentes durante todo el año, dan ocasión a fuerte mal tiempo, con lluvias en verano y nevadas en invierno, las que van acompañadas de severos vientos de dirección Nor Weste o Weste Nor Weste y que se encajonan por el Estrecho de Magallanes y canales adyacentes, aumentando su velocidad. sin embargo, los Senos Petite y Lyell, y todas las ensenadas del Estero Estaples se encuentran bastante protegidas de los vientos predominantes, debido principalmente a su orientación general sur, lo que unido a los altos cerros que los rodea , hacen que sea un lugar sumamente protegido tanto a los vientos predominantes, como también a los temporales que suelen ocurrir provenientes del este y sur.

Geografía física: El lugar de emplazamiento de la Concesión - en el NE de la isla Capitán Aracena, en el sector de la Isla Peak - es un sector en que las costas están formadas por cerros altos, cubiertas de abundante vegetación y sus aguas son -en general - limpias y profundas.

Profundidades: Las bahías, senos y esteros en el estrecho de Magallanes son en mayoría profundos con fondo de roca y careciendo en lo general de buenas playas. El Estero Staples, ubicado sobre la costa norte de la isla Capitán Aracena, se interna a la misma en dirección Norte-Sur por cinco millas, con un ancho medio de 0.8 millas. Las costas de este estero están formadas por cerros altos, cubierto de abundante vegetación, y sus aguas son limpias y profundas, con sondas que varían entre los 15 y 330 m. En lo particular, **el sector donde se emplaza el CES tiene profundidades superiores a los 60 m, por lo que se incluye dentro de la Categoría 5.**

Corrientes y mareas: En general, en las aguas dentro del estrecho de Magallanes, las corrientes son ocasionadas solo por las mareas, aunque están considerablemente influenciadas por los vientos predominantes del Weste en las áreas de la dirección del canal; en el caso de las bahías, esteros y senos, prevalece la influencia de las mareas, generándose corrientes ya sea de flujo o de reflujo, de media o poca intensidad.

La amplitud de la marea es asimismo de poca intensidad, variando de 1.20 m como mínimo a 3 m. como máximo; sobre las mareas, ocurre un hecho bien comprobado que se produce en particular en el estrecho de Magallanes y canales adyacentes y es que las mareas nocturnas son siempre de mayor amplitud que las diurnas, esto es que el nivel de las aguas en la pleamar que se verificara después de la media noche, es siempre considerablemente más pronunciado que el correspondiente de la marea anterior o pleamar diurna.

Las coordenadas geográficas asociadas a los vértices de la respectiva concesión se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1 Coordenadas de los vértices de la concesión

Vértice	Longitud (s)	Latitud (W)
A	54° 04' 51.03"S	71° 06' 24.63"W

Vértice	Longitud (s)	Latitud (W)
B	54° 04' 52.57"S	71° 06' 18.57"W
C	54° 05' 01.48"S	71° 06' 25.12"W
D	54° 04' 59.94"S	71° 06' 31.18"W

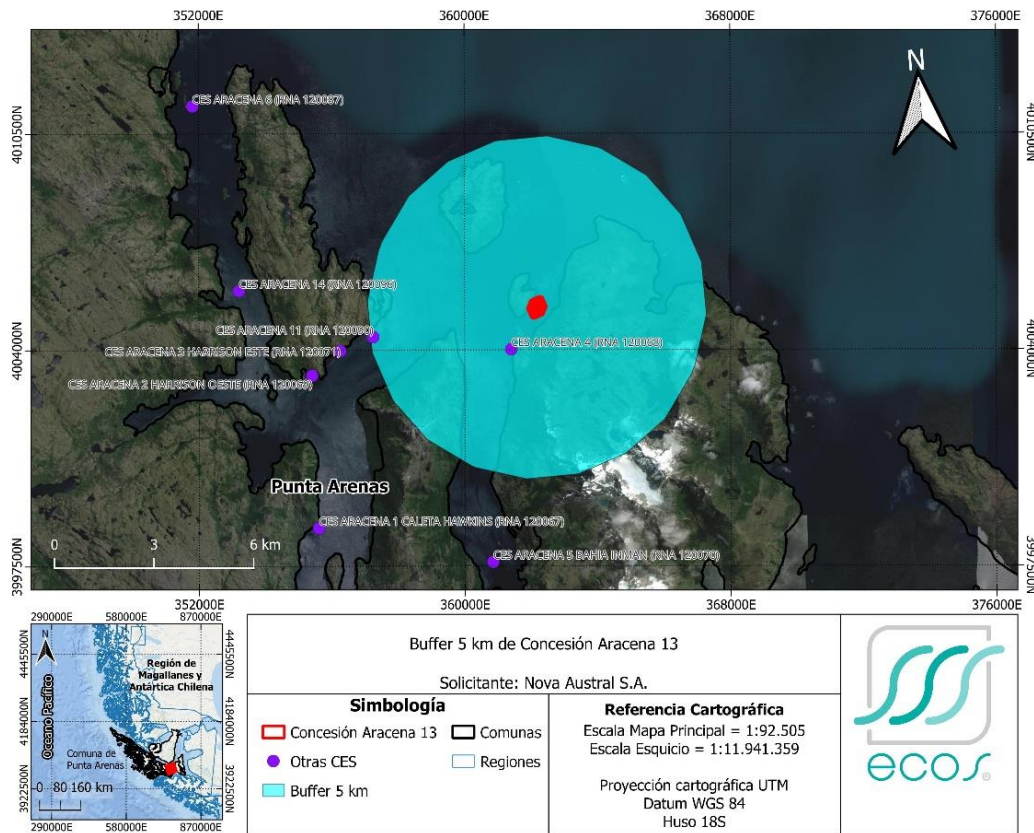
Fuente: Plano "REVISIÓN INFA CENTRO 120092 04-02-2021", SERNAPESCA.

Con la RCA N°120/2003 favorable, el centro de cultivo fue autorizado ambientalmente para una producción máxima de una de **1.500 ton** para cada ciclo de producción. Lo anterior se especifica en el Anexo 8.5 de la DIA, correspondiente al "Proyecto Técnico" presentado junto a esta.

En la misma línea, según lo indicado en la formulación de cargos, el Proyecto Técnico mencionado, junto con el cronograma de actividades de 1.500 toneladas anuales en una extensión de 3,66 hectáreas, fue aprobado por la Res. Ex. N°2831/2003 (modificada por la Res. Ex. N°1280/2008 y N°3611/2017) de la Subsecretaría de Pesca. Junto con esto, la Res. Ex N°48572044 de la Subsecretaría marina (modificada por la Res. Ex. N° 891/2008, N°1568/2008, N°4597/2015 y 7752018) otorgó al CES la concesión de acuicultura.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** da cuenta de la ubicación del CES Aracena 13 respecto a otras unidades fiscalizables en el área. En este mapa es posible apreciar un buffer de 5 km alrededor del CES, en donde se observa únicamente un centro de engorda (Aracena 4).

Figura 7. Ubicación de CES Arcena 13 y otras UF.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos SNIFA.

Respecto al CES Arcena 4, es importante señalar que este se encuentra a 1.5 km de Arcena 13, y cuenta con una INFA cuyo muestreo fue realizado el 04-02-2021 (ver apéndice 1). Dicha INFA concluye que el centro (Arcena 4) presentó condiciones ambientales aeróbicas. A partir de esto, considerando que el muestreo fue realizado el mismo día que para Arcena 13, y teniendo en cuenta también la proximidad de ambos CES (menor a 5 km), se puede señalar que la condición de anaerobiosis observada para Arcena 13 es acotada en términos geográficos. A mayor abundamiento, esta aseveración se complementa en la sección 7.5 de esta minuta, en donde se presentan los resultados y análisis de la modelación de dispersión de materia orgánica utilizando el software New Depomod. Al respecto, indicar preliminarmente, que estos resultados corroboran que las condiciones de anaerobiosis se mantienen acotadas en términos geográficos.

6.2 Antecedentes del informe de denuncia de SERNAPESCA

Durante el mes de febrero del año 2022, se realizó la actividad de fiscalización por parte de SERNAPESCA al CES Aracena 13, desarrollado en el marco de la verificación del cumplimiento del número y biomasa autorizada a cultivar. En detalle, la fiscalización efectuada tuvo como objetivos verificar: i. la producción total del centro de cultivo en el último ciclo productivo, y ii. Mortalidad producida también en el último ciclo productivo.

Para el análisis de tales objetivos, SERNAPESCA consideró la información desde el Sistema de Información para la Fiscalización de Acuicultura (SIFA), desde donde se obtuvieron los reportes semanales de mortalidad informados por Nova Austral y los certificados de autorización de movimientos (CAM), y las declaraciones de abastecimiento de la Planta de proceso, en cuanto a los peces provenientes del centro de cultivo.

De los resultados del análisis de fiscalización realizado por SERNAPESCA en su informe, el ciclo productivo objeto de estudio se centra entre la semana 39 del 2019 (23 al 29 de septiembre) hasta la semana 6 del año 2021 (08 al 14 de febrero), iniciando la cosecha la semana 3 del año 2021 (18 al 24 de enero) hasta la semana 6 del 2021 (08 al 14 de febrero). Durante este periodo, la información desde SIFA, desde el punto de vista de la biomasa indica una cosecha de 1.790 ton con una mortalidad de 181.8 ton, contabilizando una biomasa de 1.971,9 ton.

El ejercicio anterior, posibilita la identificación de la infracción constatada en el informe de denuncia, ya que las 1.971,9 toneladas superan en un 31,46% (472 ton) la producción máxima autorizada ambientalmente por RCA N°120/2003, correspondiente a 1.500 toneladas. A continuación, la Tabla 2 da cuenta de lo anteriormente señalado.

Tabla 2. Ingresos y egresos registrados en el centro de cultivo Aracena 13 (RNA 120092) durante el ciclo productivo 2019-2021 según información SIFA.

Unidad de cultivo	N° de peces ingresados	Ingresos por diferencia	Egresos por CAM		Mortalidad		Cosecha CAM		Producción Total SIFA	
			Número de peces	Biomasa (Kg)	Número de peces	Biomasa (Kg)	Número de peces	Biomasa (Kg)	Número de peces	Biomasa (Ton)
1	64.167	1.082	1.082	6.161	23.747	26.562	40.420	230.152	65.249	262.875
2	64.167	1.963	1.963	10.993	16.152	28.143	48.015	297.714	66.130	336.849
3	64.167	1.387	1.387	8.045	18.263	36.654	45.904	290.940	65.554	335.638

Unidad de cultivo	N° de peces ingresados	Ingresos por diferencia	Egresos por CAM		Mortalidad		Cosecha CAM		Producción Total SIFA	
			Número de peces	Biomasa (Kg)	Número de peces	Biomasa (Kg)	Número de peces	Biomasa (Kg)	Número de peces	Biomasa (Ton)
4	64.167	-	1.858	10.776	12.060	29.066	50.246	316.751	64.164	356.593
5	64.167	443	443	2.808	14.386	32.038	49.781	315.562	64.610	350.408
6	64.167	-	77	434	13.756	29.322	50.100	299.750	63.933	329.507
Total	385.002	4.875	6.810	39.217	98.364	181.784	284.466	1.750.868	389.640	1.971.869

Fuente: Informe de denuncia SERNAPESCA

En complemento a este análisis, la información proveniente desde los Centros de Producción y analizada por SERNAPESCA, indica que la materia prima procesada y proveniente del CES Aracena 13 fue de 1.684.791 kg, equivalente a 1.684,8 toneladas. Al igual que en el ejercicio anterior, a este valor se le incorpora el valor de la mortalidad total del ciclo productivo (181,8 toneladas), lo que entrega un valor de 1.866.575 kg (1.866,6 toneladas) como producción total del ciclo. En este nuevo cálculo, dicha producción supera en 366,6 toneladas la producción total, equivalente a un 24,4% autorizada por la RCA del proyecto. La Tabla 3 da cuenta de lo anteriormente descrito para el ciclo productivo bajo análisis.

Tabla 3. Materia prima proveniente del centro de cultivo Aracena 13 (120092), ingresado como materia prima a planta de proceso Nova Austral 12079 (año 2020 - 2021).

Año	Mes	N° de peces	Biomasa (Ton)
2020	10	14.453	77.717
	11	27.049	144.318
	12	87.665	501.775
2021	1	63.845	390.692
	2	98.264	570.289
Total general		291.276	1.684.791

Fuente: Informe de denuncia SERNAPESCA

En conclusión, SERNAPESCA constató que, en base a la información analizada, ambos cálculos de producción total del CES Aracena 13 para el ciclo productivo 2019-2021, sobrepasan la producción autorizada en la RCA N°120/2003.

El informe de denuncia elaborado por SERNAPESCA es adjuntado a esta minuta en el apéndice 2.

6.3 Revisión del Informe de Fiscalización Ambiental (SMA)

A partir de la revisión del Informe Técnico de Fiscalización Ambiental DFZ-2022-1359-XII-RCA, se puede indicar que:

- El informe se refiere principalmente a lo señalado en el informe de denuncia de SERNAPESCA descrito en el acápite anterior.
- Respecto a dicho informe de denuncia, se indica que las excedencias productivas varían entre 24,4% y 31,5%.
- Por último, siguiendo en la línea de presentar los principales puntos indicados en el informe de denuncia de SERNAPESCA, se señala el hecho de contar con una INFA anaeróbica durante el periodo de cosecha del CES.

En términos generales, el Informe de Fiscalización Ambiental de la SMA referencia y valida el informe de denuncia generado por SERNAPESCA, no incorporando mayores antecedentes.

6.4 Revisión de informes ambientales (INFA)

Tal como señalan los reglamentos asociados (LGPA, RAMA y Res. Ex. N°3612/2009), los INFAs corresponden a instrumentos para la conservación y evaluación de las capacidades de los cuerpos de agua, entendiendo que la capacidad de un cuerpo de agua se encuentra superada cuando el área de sedimentación presenta condiciones anaeróbicas (D.S. 320/2009, MINECON). En este contexto, es importante mencionar que el muestreo asociado a un INFA debe realizarse dos meses antes de la cosecha, en el momento de máxima biomasa del centro de cultivo.

Dado lo anterior, la última INFA realizada en el CES Aracena 13 corresponde al 4 de febrero del 2021, fecha confirmada por SERNAPESCA referente a la de máxima producción del CES.

Para el caso de la INFA mencionada, las condiciones ambientales informadas por esta fueron Anaeróbicas, ya que se registró la presencia de microorganismos en la mayoría de las transectas de filmación submarina realizadas. Es importante destacar que las mediciones de oxígeno disuelto en la columna de **agua no dan cuenta de condiciones anóxicas, de hecho, el valor mínimo medido fue de 7,4 mg/L, con la mayoría de los valores sobre 8,0 e incluso 9,0 mg/L.**

Por otro lado, cómo antecedente, se adjunta a la presente minuta, una INFA del 16 de febrero de 2010, la cual mostró condiciones aeróbicas para dicho periodo (ver apéndice 3). Al respecto, es importante mencionar que entre el 2010 y el ciclo más

reciente (de septiembre de 2019 a febrero de 2021) el CES no fue considerado para procesos de siembra.

Adicionalmente, con fecha 16 de abril del 2023, se realizó un monitoreo interno de las condiciones del CES Aracena 13, dando cuenta de un resultado Aeróbico, sin embargo, durante el monitoreo se encontraron presencia de microorganismos en una de las ocho transectas consideradas.

De forma complementaria, es importante señalar que durante los últimos meses se realizó una nueva INFA oficial, la cual se encuentra en proceso de análisis de resultados, los cuales una vez entregados serán remitidos a la autoridad. Sin perjuicio de lo anterior, y en base a la información disponible a la fecha de cierre de esta minuta, podemos indicar que las condiciones del centro han presentado una evolución positiva.

6.5 Resultados modelación New Depomod

6.5.1 Inputs – Modelación

El modelo NewDepomod caracteriza y calcula la producción total en función de la densidad en cada jaula y el factor de conversión. Respecto de lo anterior, los inputs utilizados por GEOGAMA (julio 2023), referentes a la producción de modelación NewDepomod se detallan a continuación:

Tabla 4 Características inputs modelo, parámetros de la simulación, producción.

Producción	Unidad	RCA	Formulación de cargos
Contenido de agua en el Alimento	%	6,3	6,3
Digestibilidad	%	95,74	95,74
Porcentaje de alimento no consumido	%	3,0	3,0
Porcentaje de carbono en el pellet de alimento	%	53,5	53,5
Porcentaje de carbono en las fecas	%	30,0	30,0
Producción total	Ton	1.500,0	1.971,0
Factor de conversión		1,25	1,29
Duración de ciclo	meses	18	18
Alimentación		Cada hora	Cada hora

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el informe "Comparación Modelación NewDepomod. Aracena 1." GEOGAMA (2023).

Tabla 5 Características inputs modelo, parámetros de la simulación, alimento.

Alimento	Unidad	RCA	Formulación de cargos
Largo	mm	11,6	11,6
Diámetro	mm	11,6	11,6
Densidad	g/l	700,00	700,00
Velocidad de hundimiento	m/s	0,125	0,125

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el informe "Comparación Modelación NewDepomod. Aracena 1." GEOGAMA (2023).

Tabla 6 Características inputs modelo, parámetros de la simulación, fecas.

Fecas	Unidad	RCA	Formulación de cargos
Largo	mm	5,00	5,00
Diámetro	mm	3,00	3,00
Densidad	g/l	1.080,0	1.080,0
Velocidad de hundimiento	m/s	0,032	0,032

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el informe "Comparación Modelación NewDepomod. Aracena 1." GEOGAMA (2023).

El detalle de esta información se puede reconocer en el Apéndice 4.

6.5.2 Inputs – Batimetría

La batimetría de la zona presenta una direccionalidad Noreste – Suroeste, una profundidad media de 52,70 m, presentando una pendiente media del 12,5% principalmente en dirección Noroeste - Sureste. GEOGAMA (2023).

La batimetría introducida al modelo NewDepomod presenta las siguientes características:

Tabla 7 Características inputs modelo, parámetros de la simulación, batimetría.

Generación de la grilla	Unidad	
Resolución grilla	m	25x25
Grilla		37x30
Límite eje x	E m UTM 19S	361850 - 362575
Límite eje y	N m UTM 19S	4004775 - 4005675

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el informe "Comparación Modelación NewDepomod. Aracena 1." GEOGAMA (2023).

El detalle de esta información se puede reconocer en el Apéndice 4.

6.5.3 Inputs – Módulo de cultivo

Los módulos de cultivo tienen una direccionalidad Norte – Sur, ocupando el 26,7% del espacio de la concesión.

Tabla 8 Características inputs modelo, parámetros de la simulación, módulo de cultivo.

Módulo de cultivo	Unidad	
Número de módulos		1
Número de jaulas por módulo		6
Tipo de jaula		Rectangular
Largo de cada jaula	m	40
Ancho de cada jaula	m	40
Profundidad de cada jaula	m	18

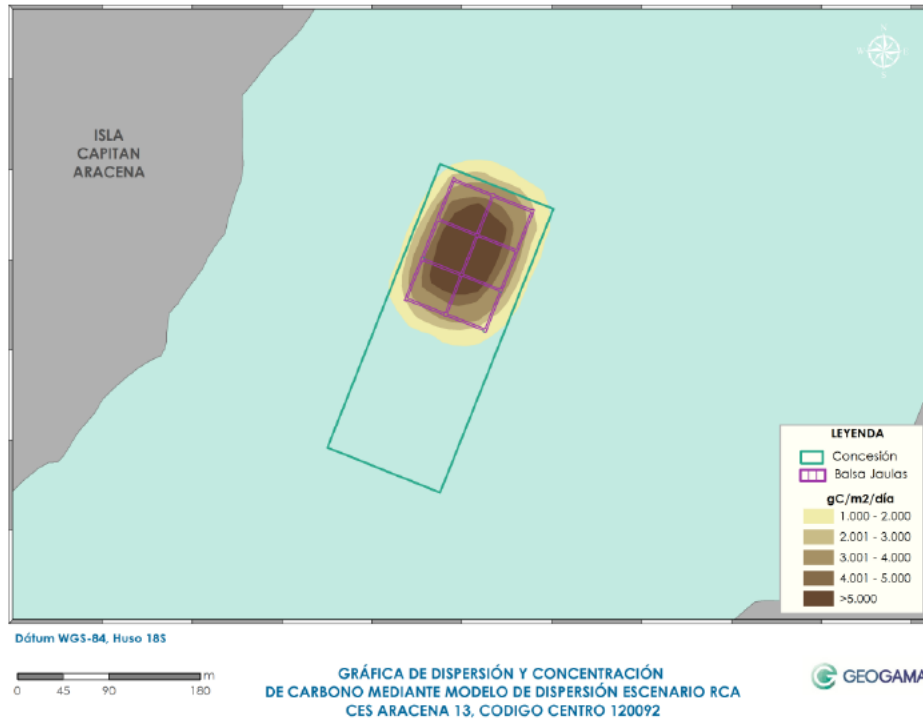
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el informe "Comparación Modelación NewDepomod. Aracena 1." GEOGAMA (2023).

El detalle de esta información se puede reconocer en el Apéndice 4.

6.5.4 Dispersión y sedimentación de carbono orgánico total (fecas y alimento no consumido) – Escenario RCA

Al respecto de los resultados de la dispersión de carbono orgánico total asociado a lo definido en la RCA, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se presentan los resultados del modelo.

Figura 8. Gráfico de dispersión y concentración de carbono orgánico total a partir del alimento no consumido y las fecas para la configuración RCA.



Fuente: Informe "Comparación Modelación NewDepomod. Aracena 1." GEOGAMA (2023).

En cuanto a los valores asociados diarios de COT, se observa que, dentro de la concesión marítima otorgada, el máximo alcanzado es de 7,9 g de carbono/m²/día, mientras que el valor medio fuera de la concesión es de 1,4 g de carbono/m²/día, 4,3 g de carbono/m²/día dentro de la concesión y para el total del área de depositación 4,3 g de carbono/m²/día.

Tabla 9 Resumen estadístico para la depositación de carbono orgánico total configuración RCA.

Estadística	Fuera de la concesión g de carbono/m ² /día	Dentro de la concesión g de carbono/m ² /día	Total g de carbono/m ² /día
Máximo	2,720	7,883	7,883
Promedio	1,447	4,325	4,286
Desviación estándar	0,406	2,101	2,371
Varianza	0,165	4,414	5,621

Fuente: Elaboración propia a partir del Informe "Comparación Modelación NewDepomod. Aracena 1." GEOGAMA (2023).

Referente al área de distribución del COT, se observa que la zona de depositación fuera de la concesión abarca un total de 2.068 m² (10,3%). Sobre el total depositado, el 9,2% de los valores entre 1,000 y 2,000 g de carbono/m²/día está fuera de la concesión, siendo del 1,2% para el rango entre 2,000 y 2,720 g de carbono/m²/día. El área total de sedimentación del carbono es de aproximadamente 20.036 m².

Tabla 10 Resumen áreas de distribución de carbono orgánico total configuración RCA.

RANGO g de carbono/m ² /día	Fuera de la concesión m ² (% total)	Dentro de la concesión m ² (% total)	Total m ² (% total)
1,000 – 2,000	1.834(9,2%)	3.318(16,6%)	5.151(25,7%)
2,001 – 3,000	235(1,2%)	2.887(14,4%)	3.121(15,6%)
3,001 – 4,000	0(0,0%)	2.362(11,8%)	2.362(11,8%)
4,001 – 5,000	0(0,0%)	2.142(10,7%)	2.142(10,7%)
>5,000	0(0,0%)	7.259(36,2%)	7.259(36,2%)
Total	2.068(10,3%)	17.968(89,7%)	20.036(100,0%)

Fuente: Elaboración propia a partir del Informe "Comparación Modelación NewDepomod. Aracena 1." GEOGAMA (2023).

El índice de impacto asociado a la configuración de RCA muestra que dentro de la concesión hay un valor de 1,30 y fuera de ella, un valor de 4,14. Lo anterior significa que existe un impacto mínimo dentro y fuera de la concesión marítima, dado que los valores son superiores a 1.

Tabla 11 Resumen Índice de impacto configuración RCA.

Parámetro	Fuera de la concesión	Dentro de la concesión	Total
Máxima depositación carbono orgánico (g de carbono/m ² /día)	2,720	7,883	7,883
Disponibilidad de oxígeno en el fondo (mmolO ₂ /m ² /día) (velocidad corriente fondo 14,56 cm/s)	898,09	898,09	898,09
Demanda máxima de oxígeno (mmolO ₂ /m ² /día)	216,75	690,01	690,01
Índice de Impacto	4,14	1,30	1,30

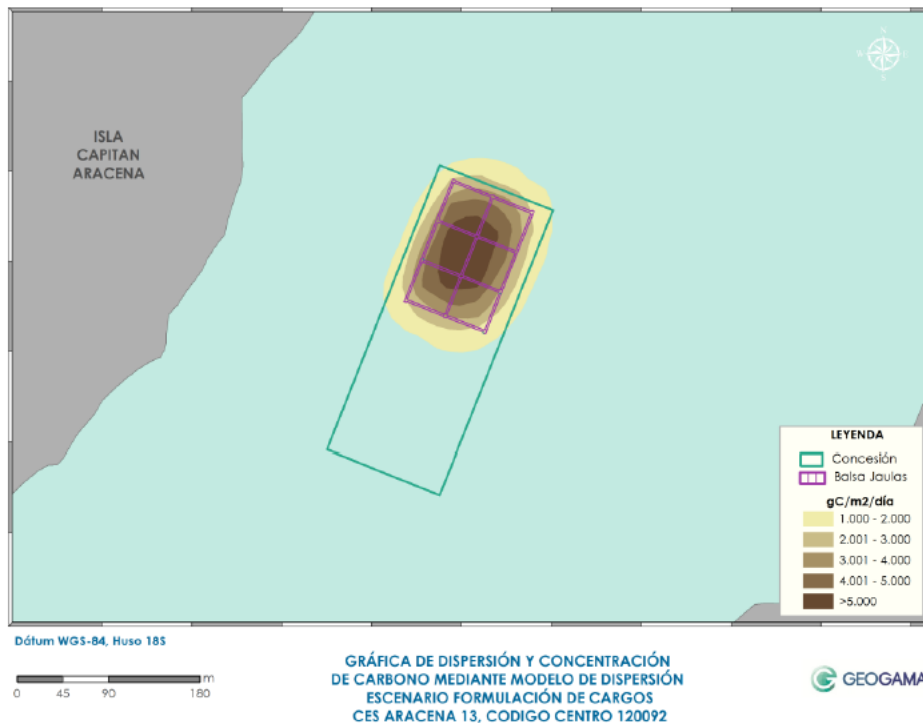
Fuente: Elaboración propia a partir del Informe "Comparación Modelación NewDepomod. Aracena 1." GEOGAMA (2023).

Para mayores detalles revisar Apéndice 4.

6.5.5 Dispersión y sedimentación de carbono orgánico total (fecas y alimento no consumido) – Escenario formulación de cargos

Al respecto de los resultados de la dispersión de carbono orgánico total asociado a lo definido en la Formulación de cargos, a continuación, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, Se presentan los resultados del modelo.

Figura 9. Gráfico de dispersión y concentración de carbono orgánico total a partir del alimento no consumido y las fecas para la configuración Formulación de cargos.



Fuente: Informe "Comparación Modelación NewDepomod. Aracena 1." GEOGAMA (2023).

De acuerdo con los resultados estadísticos asociados a los valores diarios de COT, se observa que fuera de la concesión, el valor máximo registrado es de 3,748 g de carbono/m²/día, mientras que dentro de la concesión el máximo alcanzado es de 10,718 g de carbono/m²/día. De igual forma el valor medio fuera de la concesión es de 1,666 g de carbono/m²/día, 5,662 g de carbono/m²/día dentro de la concesión y para el total del área de depositación 5,395 g de carbono/m²/día.

Tabla 12 Resumen estadístico para la depositación de carbono orgánico total configuración Formulación de cargos.

Estadística	Fuera de la concesión g de carbono/m ² /día	Dentro de la concesión g de carbono/m ² /día	Total g de carbono/m ² /día
Máximo	3,748	10,718	10,718
Promedio	1,666	5,662	5,395
Desviación estándar	0,591	2,951	3,359
Varianza	0,350	8,710	11,285

Fuente: Elaboración propia a partir del Informe "Comparación Modelación NewDepomod. Aracena 1." GEOGAMA (2023).

Para mayores detalles revisar Apéndice 4.

Referente al índice de impacto para la configuración de Formulación de cargos, se observa un valor de 0,95 dentro de la concesión y un valor de 2,89 fuera de ella. El valor de índice registrado fuera de la concesión hace referencia a **un impacto mínimo en el medio, ya que es superior a 1.**

Tabla 13 Resumen Índice de impacto configuración Formulación de cargos.

Parámetro	Fuera de la concesión	Dentro de la concesión	Total
Máxima depositación carbono orgánico (g de carbono/m ² /día)	3,748	10,718	10,718
Disponibilidad de oxígeno en el fondo (mmolO ₂ /m ² /día) (velocidad corriente fondo 14,56 cm/s)	898,09	898,09	898,09
Demanda máxima de oxígeno (mmolO ₂ /m ² /día)	310,98	949,88	949,88
Índice de Impacto	2,89	0,95	0,95

Fuente: Elaboración propia a partir del Informe "Comparación Modelación NewDepomod. Aracena 1." GEOGAMA (2023).

Para el caso de la distribución de COT en las áreas referentes a la configuración de Formulación de cargos, los resultados muestran que el área total de sedimentación del carbono es de aproximadamente 22.108 m² (con valores iguales o superiores a 1,000 g de carbono/m²/día). La zona de depositación fuera de la concesión abarca un total de 3.334 m² (15,1%). Sobre el total depositado, el 11,9% de los valores entre 1,000 y 2,000 g de carbono/m²/día está fuera de la concesión, siendo del 2,6% para el rango entre 3,000 y 3,748 g de carbono/m²/día.

Tabla 14 Resumen áreas de distribución de carbono orgánico total configuración Formulación de cargos.

RANGO g de carbono/m ² /día	Fuera de la concesión m ² (% total)	Dentro de la concesión m ² (% total)	Total m ² (% total)
1,000 – 2,000	2.625(11,9%)	2.343(10,6%)	4.967(22,5%)
2,001 – 3,000	566(2,6%)	2.427(11%)	2.993(13,5%)
3,001 – 4,000	143(0,6%)	2.106(9,5%)	2.249(10,2%)
4,001 – 5,000	0(0%)	1.801(8,1%)	1.801(8,1%)
>5,000	0(0%)	10.097(45,7%)	10.097(45,7%)
Total	3.334(15,1%)	18.774(84,9%)	22.108(100%)

Fuente: Elaboración propia a partir del Informe "Comparación Modelación NewDepomod. Aracena 1." GEOGAMA (2023).

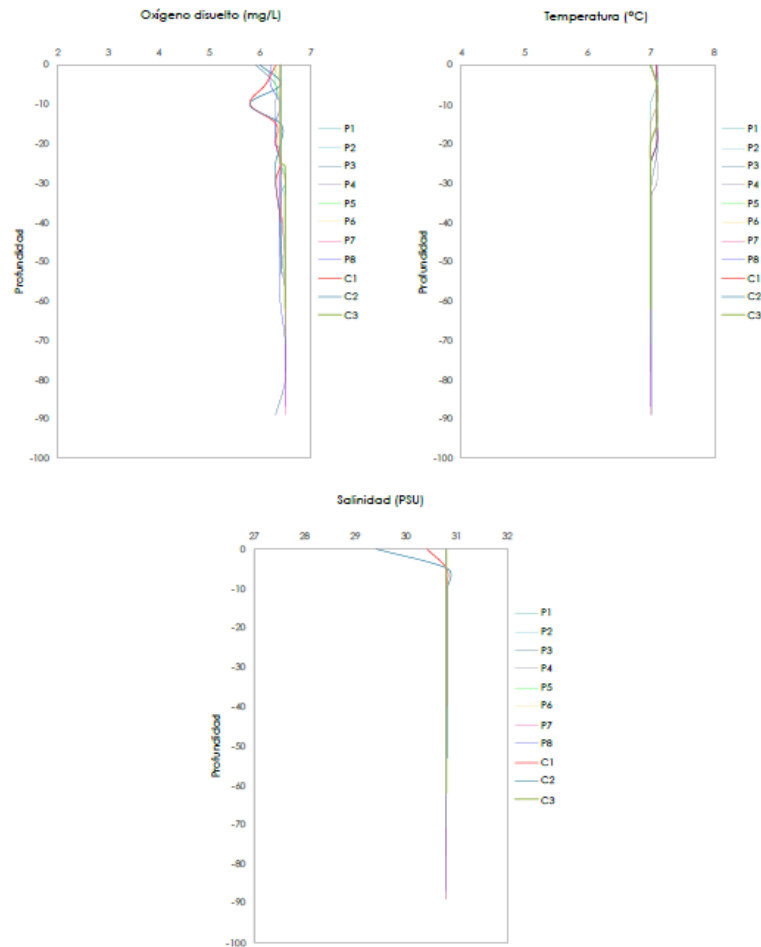
De los resultados vinculados con la Formulación de cargos descritos anteriormente, se resumen que hay un aumento en el valor máximo de carbono en un 36,0% para el total de la depositación y 37,8% fuera de la concesión, no sobrepasando en este último caso los 3,750 g de carbono/m²/día. El área total de dispersión aumenta en un 11,5%, siendo este aumento para el área fuera de la concesión del 61,2%. Finalmente, el índice de impacto disminuye en la Formulación de cargos respecto a la configuración RCA en un 27,4% para el total de la depositación y en un 30,2% para el área fuera de la concesión, **teniendo un valor mayor que 1 y por lo tanto, catalogado como un índice de impacto bajo según clasificación Findlay (1997).**

6.6 Resultados monitoreo ambiental

6.6.1 Caracterización del componente agua de mar

Se observa que los valores medios del Oxígeno disuelto variaron entre 6,4 mg/L y 6,3 mg/L en las estaciones próximas a la concesión, en tanto que en las estaciones control, su variación fue entre 6,4 mg/L y 6,2 mg/L (C3 versus C1). El análisis estadístico indica que existieron diferencias significativas en las concentraciones de oxígeno disuelto en ambos grupos de estaciones ($p > 0,05$). GEOGAMA (2023).

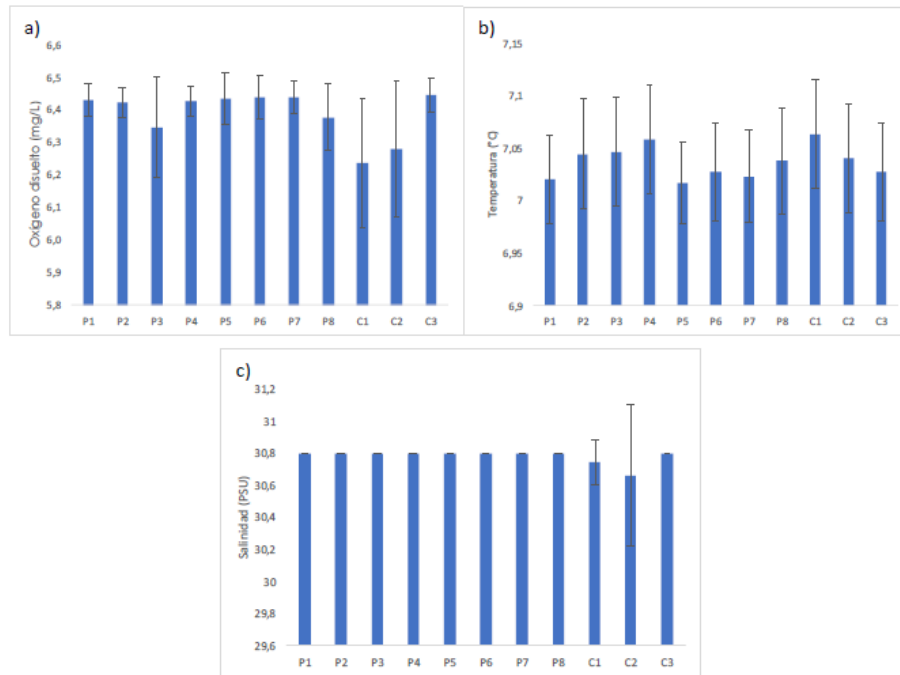
Figura 10. a) Concentración oxígeno disuelto (mg/L), b) temperatura (°C) y c) salinidad (psu) en la columna de agua.



Fuente: Informe técnico "Caracterización del componente Agua de Mar, mediante Perfiles de Oxígeno, Temperatura y Salinidad. En Inmediaciones del CES Aracena 13" GEOGAMA (2023).

Por otra parte, la temperatura y salinidad se encuentran sin variación desde la superficie al fondo en todas las estaciones de muestreo. En el análisis de Kruskal-Wallis indica que no hubo diferencias significativas en ambos parámetros. GEOGAMA (2023).

Figura 11. a) Valores promedio y desviación estándar en la concentración oxígeno disuelto (mg/L), b) temperatura (°C) y c) salinidad (psu) en los distintos perfiles.



Fuente: Informe técnico "Caracterización del componente Agua de Mar, mediante Perfiles de Oxígeno, Temperatura y Salinidad. En Inmediaciones del CES Aracena 13" GEOGAMA (2023).

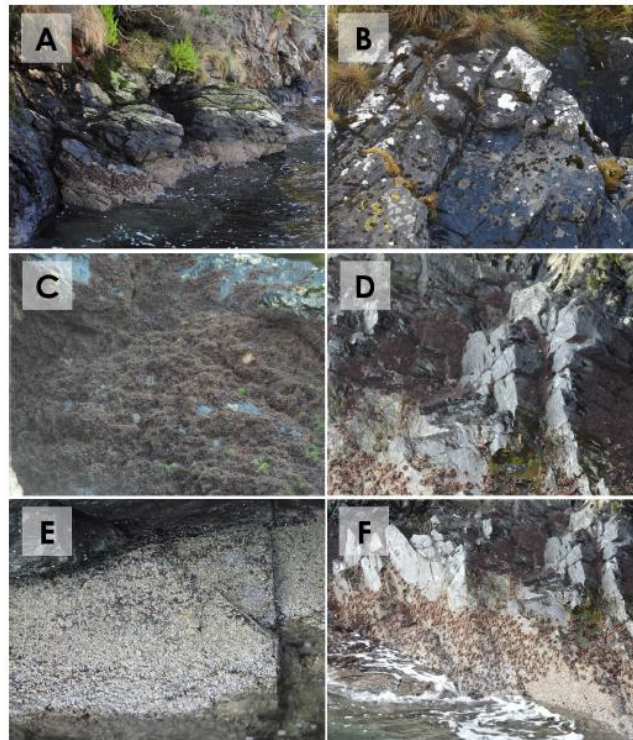
6.6.2 Determinación de biotopos intermareales

Referente a los biotopos, la franja intermareal presenta una zonación bastante marcada entre los estratos superior medio e inferior. La franja supramareal presentó un solo tipo de cobertura, con la presencia de algunos líquenes mayoritariamente de los géneros *Caloplaca*, *Lepraria*, junto con musgos del género *Blindia*. En el intermareal superior podemos observar dos tipos de biotopos, el primero en tres estaciones, las algas rojas *Bostrychia harveyi* con *Hildenbrandia sp.* y en cinco estaciones con sólo *Hildenbrandia sp.* En el intermareal medio dos estaciones presentaron cobertura de *Pyropia sp.* Por último, en el intermareal inferior se observaron tres estaciones con cobertura de Balánidos (Figura 12). GEOGAMA (2023).

En la sección del submareal somero, se observó principalmente cobertura del alga roja *Lithothamnium sp.*, acompañada de algas pardas (*Durvillaea antarctica*, *Macrocystis pyrifera* y *Lessonia flavicans*), algas verdes (*Codium dimorphum* y *C.*

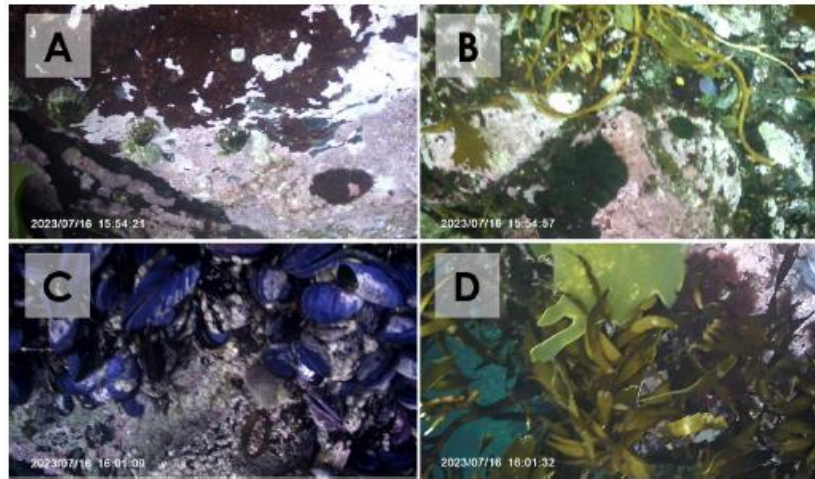
fragile) e invertebrados (equinodermos, gastrópodos y bivalvos) (Figura 13). GEOGAMA (2023).

Figura 12. Biotopos intermareales. Dónde A) Vista general sector, B) Biotopo de Líquenes y musgo, C) Biotopo de *Bostrichia harveyi* con *Hildenbrandia* sp., D) Biotopo de *Hildenbrandia* sp., E) Biotopo de Balánidos y F) Biotopo de *Pyropia* sp.



Fuente: Determinación de Biotopos Intermareales Centro de Engorda de Salmones Estero Staples, Isla Capitán Aracena, estrecho de Magallanes, Aracena 13" GEOGAMA (2023).

Figura 13. Registros gráficos de mayor relevancia. Estrato submareal somero, registrado desde estaciones de biotopo costero A) *Lithothamnium* sp. con *Nacella magellanica*, *Fisurella* sp.; B) *Lithothamnium* sp., con *Codium dimorphum* y *Macrocystis pyrifera*; C) *Lithothamnium* sp., *Mytilus chilensis* y *Chiton* sp.; y D) *Lithothamnium* sp., *Durvillaea antártica*, *Lessonia flavicans*, *Plocanium secundatum* y *Comasterias lurida*.



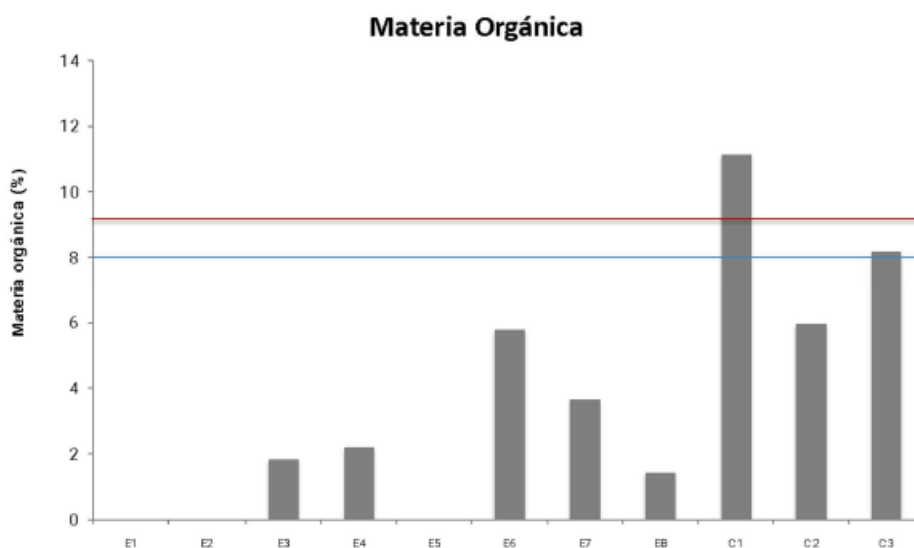
Fuente: Informe "Determinación de Biotopos Intermareales Centro de Engorda de Salmones Estero Staples, Isla Capitán Aracena, estrecho de Magallanes, Aracena 13" GEOGAMA (2023).

6.6.3 Caracterización de suelo marino y comunidades bentónicas

En cuanto a la materia orgánica, los valores medios en las estaciones de muestreo variaron entre 1,4% (E8) y 5,8% (E6), en aquellas estaciones cercanas a la concesión (E3, E4, E6, E7 y E8); por su parte, en estaciones control, esta variable fluctuó entre 6,0% (C2) y 11,2% (C1). La prueba estadística de Kruskal-Wallis indica que valores medios de materia orgánica fueron significativamente más altos ($p < 0,05$) en las estaciones control versus las estaciones próximas a la concesión. GEOGAMA (2023).

Además, los resultados indican que esta variable presentó valores mayores al límite establecido la normativa Res. Ex. 3612 de 2009 ($\leq 9\%$) en 1 de las 8 estaciones de muestreo analizadas (C1, con un 11,2%). GEOGAMA (2023).

Figura 14. Promedio del porcentaje de materia orgánica. La línea roja indica el límite para condiciones previas aeróbicas y la línea azul para condiciones previas anaeróbicas, según Res. Ex. 3612 de 2009.



Fuente: Informe "Caracterización fisicoquímica del suelo marino y caracterización de comunidades bentónicas. Centro de Engorda de Salmones Estero Staples, Isla Capitán Aracena, estrecho de Magallanes, Aracena 13" GEOGAMA (2023).

Respecto del Redox, los valores medios en las estaciones de muestreo cercanas a la concesión, variaron entre un mínimo de -210 Eh (NHE) (estación E8) y un máximo de -159 Eh (NHE) (estación E6). En estaciones control, esta variable también presentó valores negativos que variaron entre -172 Eh (NHE) (C2) y -150 (C3). GEOGAMA (2023).

El pH presento valores con menor variabilidad considerando el total de estaciones muestreadas, fluctuando en estaciones próximas a la concesión entre 7,2 unidades de pH (estaciones E3 y E8) y 7,4 unidades de pH (estaciones E4, E6 y E7). Además, en estaciones control, los valores variaron entre 7,3 unidades de pH (C1 y C2) y 7,4 unidades de pH (C3). GEOGAMA (2023).

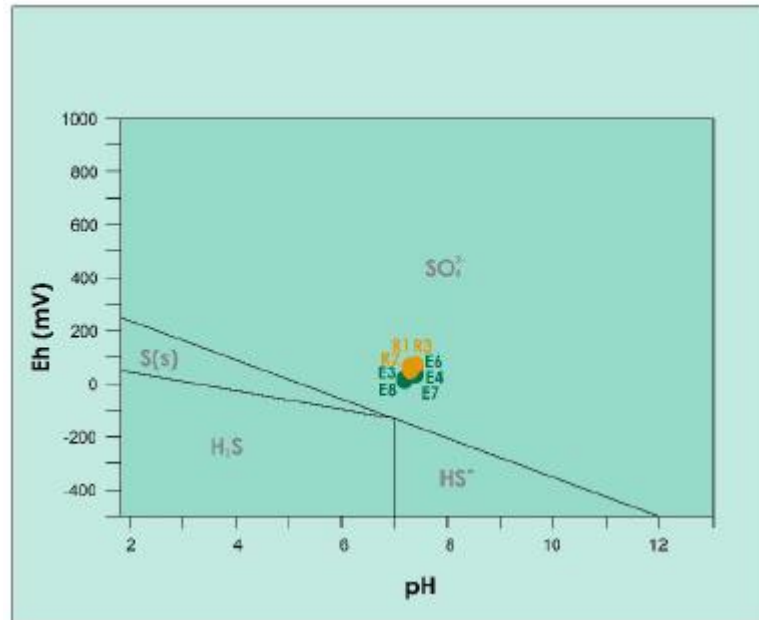
Tabla 15 Promedio de los valores de pH y potencial Redox.

Estación	POTENCIAL REDOX Eh (NHE)	pH
Estación 1	N.A	N.A
Estación 2	N.A	N.A
Estación 3	-202	7,2
Estación 4	-186	7,4
Estación 5	N.A	N.A
Estación 6	-159	7,4
Estación 7	-203	7,4
Estación 8	-210	7,2
Control 1	-154	7,3
Control 2	-172	7,3
Control 3	-150	7,4

Fuente: Elaboración propia a partir del Informe "Caracterización fisicoquímica del suelo marino y caracterización de comunidades bentónicas. Centro De Engorda De Salmones, Aracena 13". GEOGAMA (2023).

El diagrama EhNHE-pH indica que la dispersión de puntos obtenidos con la relación entre el Potencial redox y el pH, se encuentra distribuida en el área superior del gráfico, la cual según se indica en la literatura (Liebes 1992), establece como especie dominante en el sedimento marino al SO₄, y descarta otras formas más tóxicas del azufre. GEOGAMA (2023).

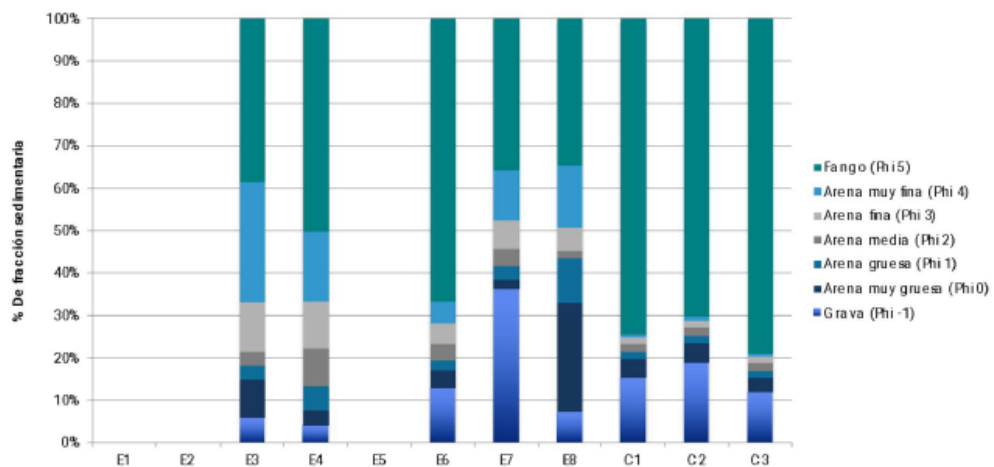
Figura 15. Diagrama EhNHE-pH para las especies de azufre.



Fuente: Informe "Caracterización fisicoquímica del suelo marino y caracterización de comunidades bentónicas. Centro De Engorda De Salmones, Aracena 13". GEOGAMA (2023).

Respecto del análisis de sedimentos en el sector, se observa un predominio de la fracción de fango en todas las estaciones de muestreo, principalmente en las estaciones control, seguido por Grava. GEOGAMA (2023).

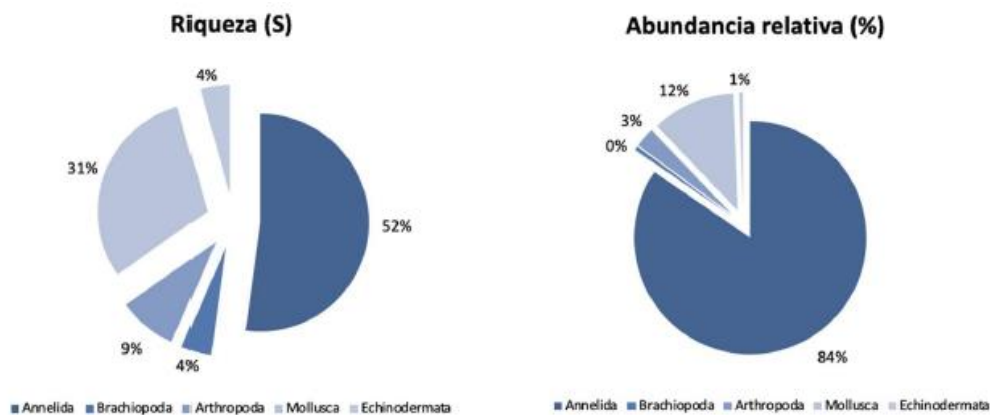
Figura 16. Granulometría del sedimento submareal.



Fuente: Informe "Caracterización fisicoquímica del suelo marino y caracterización de comunidades bentónicas. Centro De Engorda De Salmones, Aracena 13". GEOGAMA (2023).

Finalmente, para el parámetro de macrofauna bentónica, se evidenció una estructura comunitaria compuesta por 23 ítems taxonómicos, donde el phylum de mayor relevancia en términos de riqueza y abundancia total corresponde a Annelida. La riqueza de especies en las estaciones dentro de la concesión varió entre 2 (E6) y 8 (E8) taxa por estación (E3, E4, E6, E7 y E8), mientras que en las estaciones control, la riqueza varió entre 1 (C3) y 9 (C1) taxa. GEOGAMA (2023).

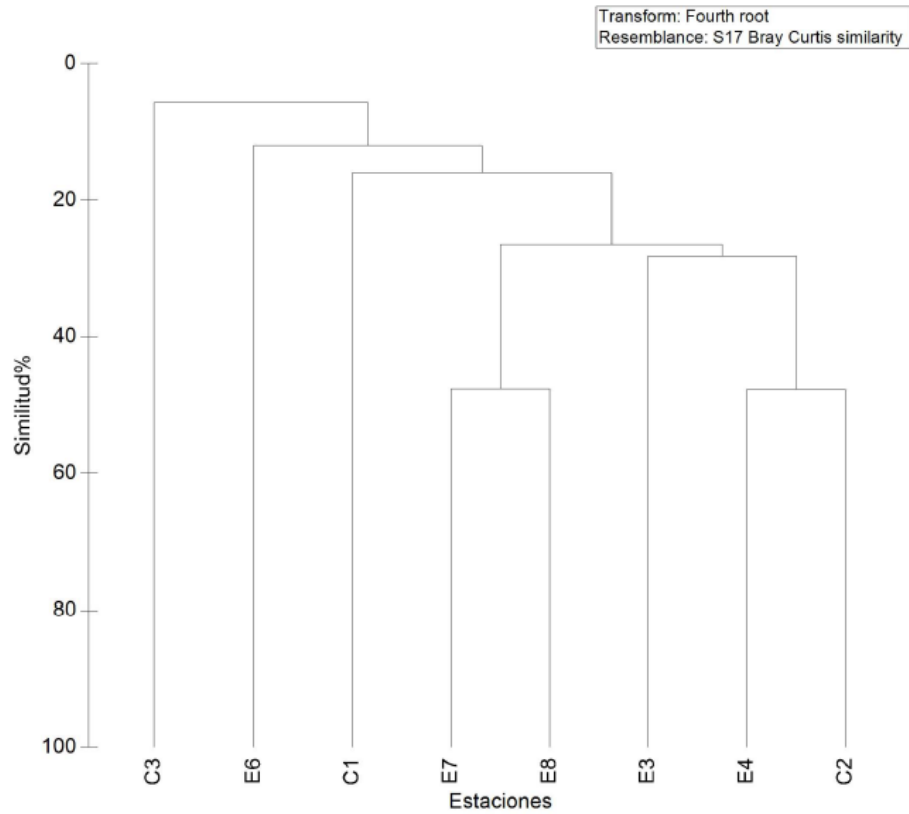
Figura 17. Macrofauna submareal. Número de especies (riqueza) y abundancia relativa por grupo taxonómico (Phylum).



Fuente: Informe "Caracterización fisicoquímica del suelo marino y caracterización de comunidades bentónicas. Centro De Engorda De Salmones, Aracena 13". GEOGAMA (2023).

El análisis de agrupamiento jerárquico realizado en las estaciones muestra niveles bajos de similitud sobre el conjunto de estaciones analizadas, donde destaca la presencia de dos nodos de unidades de muestreo, los cuales poseen un porcentaje de similitud cercano al 50%. El primero se forma por la unión de las estaciones E4 y C2, con un 47,7% de similitud, y el segundo está compuesto por las estaciones E7 y E8, con un 66% de afinidad. Las restantes unidades de muestreo analizadas se distribuyeron en conglomerados no definidos en cuanto a su similitud macrofaunística. Esta situación puede relacionarse con la baja riqueza registrada en el sedimento marino del sector, con un máximo de 8 taxa en sectores próximos a la concesión (estación E8), y 9 en las estaciones control (C1) siendo una tendencia reiterada en sectores alejados de la concesión (estaciones control). GEOGAMA (2023).

Figura 18. Dendrograma de Agregación de Bray-Curtis para el componente macrofauna.



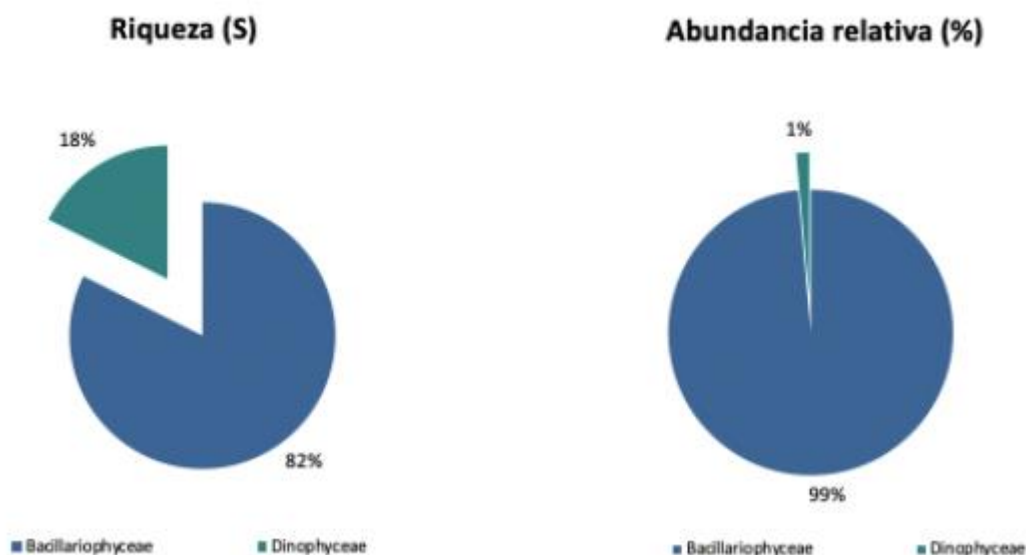
Fuente: Informe "Caracterización fisicoquímica del suelo marino y caracterización de comunidades bentónicas. Centro De Engorda De Salmones, Arcena 13". GEOGAMA (2023).

6.6.4 Caracterización de comunidades planctónicas

El fitoplancton muestra gran homogeneidad espacial, referente a su composición específica y estructura comunitaria. Se observa un predominio de diatomeas sobre los otros grupos que lo conforman, en cuanto a los aportes de concentración celular, con una gran relevancia cuantitativa de *Chaetoceros lorenzianus* y *Chaetoceros curvisetus*. Para este periodo se identificaron 14 especies y/o formas de diatomeas, así como 3 dinoflagelados, totalizando 17 taxa para el conjunto de unidades de medida consideradas. Las especies más comunes, que se distinguieron por su mayor frecuencia en las muestras de red analizadas, fue *Chaetoceros lorenzianus*. El índice de abundancia relativa para la especie antes mencionada, bajo el criterio de Avaria (1965), se ubica en la categoría A (Abundante). Referente a la abundancia relativa aportada por grupo taxonómico, se observa que el 82% de la riqueza relativa es aportada por el grupo Bacillariophyceae, mientras que este grupo representa el 99% del total de la riqueza de especies registradas en el área de estudio. GEOGAMA (2023).

Referente a las especies productoras de Floraciones algales nocivas (FAN), en el área de estudio registra la presencia de la diatomea *Chaetoceros*; también dinoflagelados tales como el género *Ceratium*, productora de FAN (fuera de territorio nacional) y perjudiciales para la salmonicultura (Clément y Lembeye, 1993, Clément et al., 1989). GEOGAMA (2023).

Figura 19. Abundancia relativa (%) y riqueza de especies, aportada por grupo taxonómico, en el Área de Estudio. Abundancia celular integrada para las distintas profundidades de muestreo.



Fuente: Informe "Caracterización De Las Comunidades Planctonicas. Centro de Engorda de Salmones Estero Staples, Isla Capitán Aracena, estrecho de Magallanes, Aracena 13". GEOGAMA (2023).

Los índices ecológicos estimados en la comunidad fitoplanctónica muestran una estructura comunitaria integrada por un reducido número de especies, asociada a una moderada dominancia. Lo anterior repercute en un índice de diversidad de Shannon bajo. GEOGAMA (2023).

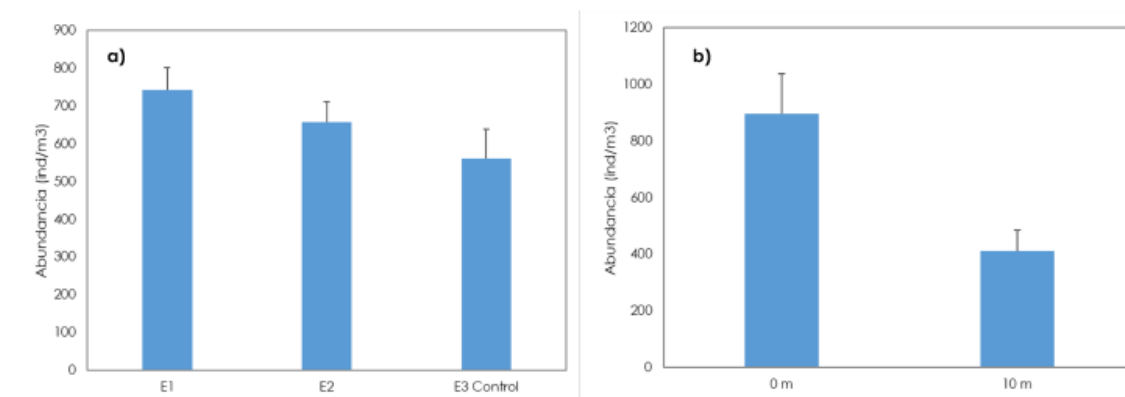
Tabla 16. Índices ecológicos calculados a partir de la abundancia microalgal media para la columna de agua. Dónde: S= Diversidad Especifica, d= diversidad de Margalef, J'= Índice de Uniformidad de Pielou, H'= Índice de Diversidad de Shannon calculada con el logaritmo en base e, D = Índice de Dominancia de Simpson.

Estaciones	Índices				
	S	d	J'	H'(log _e)	D
E1	5	0,42	0,66	1,07	0,41
E2	4	0,32	0,74	1,03	0,46
E3 (Control)	5	0,44	0,56	0,90	0,56
Promedio	5	0,39	0,65	1,00	0,47
Desviación estándar	0,58	0,06	0,09	0,09	0,07
Coficiente de variación %	12,37	15,96	14,09	8,95	15,42

Fuente: Informe “Caracterización De Las Comunidades Planctonicas. Centro de Engorda de Salmones Estero Staples, Isla Capitán Aracena, estrecho de Magallanes, Aracena 13”. GEOGAMA (2023).

Los resultados del análisis de varianza no detectaron diferencias significativas de abundancia de taxa fitoplanctónicos entre estaciones próximas a la concesión y la estación alejadas de la misma o control ($p > 0,05$), o entre los muestreos realizados a distintas profundidades, lo que sugiere la existencia de una composición similar en el sector durante el periodo estudiado. GEOGAMA (2023).

Figura 20. Valores promedio y error estándar de abundancia fitoplanctónica entre estaciones alejadas y próximas a la concesión (a), y en muestreos realizados a diferente profundidad (b).

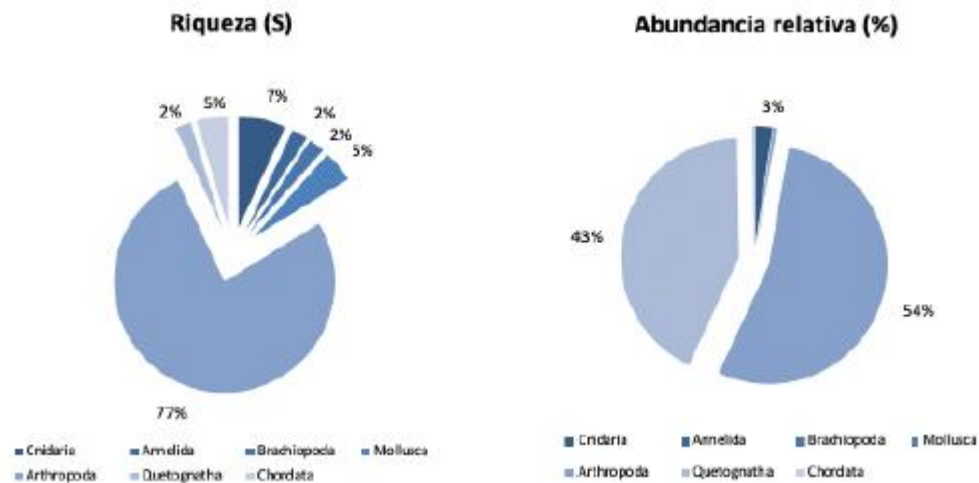


Fuente: Informe “Caracterización De Las Comunidades Planctonicas. Centro de Engorda de Salmones Estero Staples, Isla Capitán Aracena, estrecho de Magallanes, Aracena 13”. GEOGAMA (2023).

En el caso del zooplancton, este mostró una baja diferenciación de su composición específica y estructura comunitaria entre las unidades de muestreo, presentando un predominio del phylum Arthropoda, con la especie *Calanoideo Calanus sp.* GEOGAMA (2023).

Se registra una estructura comunitaria integrada por 43 ítems taxonómicos, ordenados a su vez en 7 grupos mayores. Referente a la riqueza aportada por grupo taxonómico, se observa que el ítem Artrópoda representa el 77% del total de especies o ítems taxonómicos registrados. La distribución de la abundancia relativa por grupo taxonómico indica aportes del 54% para el grupo Arthropoda y 43% para el grupo Quetognatha, quedando el resto de los grupos con aportes menores respecto a los primeros. GEOGAMA (2023).

Figura 21. Análisis Porcentual, de la abundancia relativa (%) y riqueza específica, aportada por grupo taxonómico, integrante del zooplancton, en el Área de Estudio.



Fuente: Informe "Caracterización De Las Comunidades Planctonicas. Centro de Engorda de Salmones Estero Staples, Isla Capitán Aracena, estrecho de Magallanes, Aracena 13". GEOGAMA (2023).

Los índices ecológicos estimados en la comunidad zooplanctónica, muestran una estructura comunitaria homogénea entre las estaciones de monitoreo consideradas, se observa un alto número de ítems taxonómicos en todas las estaciones, vinculados a una uniformidad moderada. La variación de uniformidad y riqueza entre estaciones modula una diversidad de Shannon que vario entre valores bajos y medios. GEOGAMA (2023).

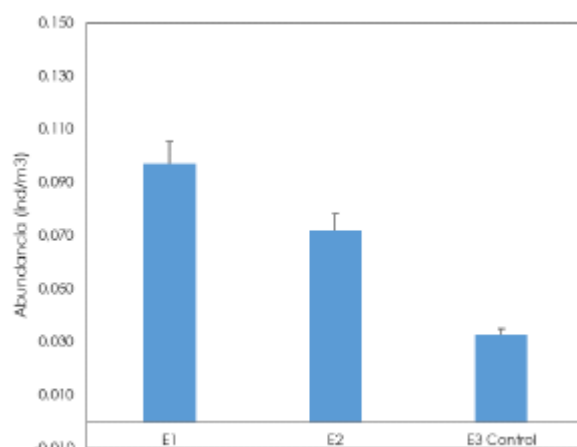
Tabla 17. Índices ecológicos calculados a partir de la abundancia zooplanctónica media. Donde: S= Diversidad Especifica, d= diversidad de Margalef, J'= Índice de Uniformidad de Pielou, H'= Índice de Diversidad de Shannon calculada con el logaritmo en base e, D = Índice de Dominancia de Simpson.

Estación	Índices			
	S	J'	H'(loge)	D
E1	27	0,7	2,4	0,1
E2	22	0,6	1,8	0,2
E3 (Control)	23	0,5	1,6	0,3
Promedio	24	0,6	2,0	0,2
Desviación estándar	2,6	0,1	0,4	0,1
Coefficiente de variación %	11,0	16,8	20,0	38,4

Fuente: Informe "Caracterización De Las Comunidades Planctonicas. Centro de Engorda de Salmones Estero Staples, Isla Capitán Aracena, estrecho de Magallanes, Aracena 13". GEOGAMA (2023).

Los resultados del análisis de varianza no detectaron diferencias significativas de abundancia de taxa zooplanctónicos entre estaciones próximas a la concesión y la estación alejada o control ($p > 0,05$), lo que sugiere la existencia de una composición comunitaria similar en el sector durante el periodo estudiado. En general, y como lo muestra la descripción anterior de abundancia y otros estimadores ecológicos zooplanctónicos, esta variable presentó valores bajos en todas las estaciones muestreadas. GEOGAMA (2023).

Figura 22. Valores promedio y error estándar de abundancia zoopláctonica entre estaciones alejadas y próximas a la concesión.



Fuente: Informe "Caracterización De Las Comunidades Planctonicas. Centro de Engorda de Salmones Estero Staples, Isla Capitán Aracena, estrecho de Magallanes, Aracena 13". GEOGAMA (2023).

7. DETERMINACION Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES

Como se mencionó en los análisis previos, la SMA formuló el cargo por una superación en la cantidad de la Biomasa autorizada en la RCA N°120/2003 del CES Aracena 13, para el periodo entre el 23 de septiembre de 2019 al 14 de febrero de 2021, lo anterior cotejado por SERNAPESCA a través de la información remitida por el titular al SIFA y entregada por los Centros de Producción al mismo servicio. En la fiscalización realizada por dichos organismos, se determinó una sobreproducción entre el rango 24,4% y 31,46% por sobre las 1.500 toneladas autorizadas ambientalmente.

Bajo este hecho, la información proporcionada por las INFA realizadas en el CES y, la cual levanta las condiciones ambientales del periodo consistente a la formulación de cargos (i.e. ORD N° DN - 01894/2021 SERNAPESCA, monitoreo del 4 de febrero del año 2021), da cuenta de que las condiciones ambientales del centro de cultivo Aracena 13 son anaeróbicas, específicamente por la presencia de microorganismos en las transectas de filmación submarina. Cabe señalar que las

mediciones de oxígeno disuelto en la columna de agua no dan cuenta de condiciones anóxicas, de hecho, el valor mínimo medido fue de 7,4 mg/L, razón por la cual se descarta que haya existido un efecto en la columna de agua.

Lo anterior indica que, eventualmente, a partir de la infracción de sobreproducción de peces imputada por la SMA, se generaron modificaciones en el entorno ambiental del área del centro, lo cual ha influido en la condición de anaerobiosis consignada en la INFAs.

Sumado a lo anterior, de los resultados de la modelación NewDepomod, requerida por la SMA, se puede reconocer que, comparando la situación RCA con el escenario formulación de cargos, este última aumenta el valor máximo de carbono en un 36,0% para el total de la depositación y 37,8% fuera de la concesión, no sobrepasando en este último caso los 3,750 g de carbono/m²/día. El área total de dispersión aumenta en un 11,5%, siendo este aumento para el área fuera de la concesión del 61,2%. Finalmente, el índice de impacto disminuye en la Formulación de cargos respecto a la configuración RCA en un 27,4% para el total de la depositación y en un 30,2% para el área fuera de la concesión, siendo fuera de la concesión mayor que 1, **por lo tanto, catalogado como un índice de impacto bajo según clasificación Findlay (1997)**. Al respecto de lo anterior, se puede reconocer que no existió modificación del nivel impacto en base a los hechos imputados por la SMA.

Respecto de los antecedentes de la caracterización del agua de mar, la biota y fauna macrobentónica, la comunidad planctónica y los biotopos presentes en la zona de influencia de Aracena 13, se comprueba que el sector mantiene una condición óxica (GEOGAMA, 2023).

Además, el porcentaje de materia orgánica en las estaciones dentro de la concesión presenta un rango: 1,4% y 5,8%, versus lo observado en sectores alejados de la misma, rango: 6,0% y 11,2%, observándose además un mayor porcentaje de materia orgánica en estaciones control que en las próximas a la concesión. Sobre el total de estaciones muestreadas, estos valores se encuentran dentro del rango general de materia orgánica seca descrita en canales y fiordos magallánicos, para los cuales se registra un rango entre 5% y 11% (Silva y Ortiz 2002).

En relación con el potencial redox y el pH, en su conjunto otorgan cumplimiento a los límites de aceptabilidad estipulados en la normativa de referencia, además, el resultado del diagrama EhNHE-pH muestra que el SO₄ es la especie predominante de azufre en el sedimento, no observándose formas más tóxicas que originan condiciones anóxicas. (GEOGAMA, 2023).

Relacionado con lo anterior, de acuerdo con el sedimento submareal y su caracterización granulométrica, se observó mayor presencia de fango, y en esta fracción de sustrato blando se detectó un ensamble de macrofauna bentónica integrado por 23 ítems taxonómicos, donde el grupo de los anélidos destacó por tener la riqueza de taxa y abundancia de ejemplares más altas. En términos generales, la riqueza de taxa del sector fue baja, variando entre un mínimo de 1 y 9 taxa por estación. (GEOGAMA, 2023). Estos resultados son coherentes con investigaciones realizadas en canales de Magallanes y Aysén, donde el componente bentónico es descrito con una amplia heterogeneidad de valores, encontrándose sectores donde la estructura de riqueza de taxa es relativamente simple y con poblaciones numéricamente empobrecidas (Ríos et al. 2010, Ríos et al. 2013, Mutschke y Gorny 1999, Montiel et al. 2004, Ríos et al., 2005). Esta variabilidad ha sido relacionada con las condiciones naturales de canales y fiordos, tales como la batimetría, o las diferencias en regímenes de disturbios físicos (e.g. tasas de sedimentación, efectos de hoyas hidrográficas, Gutt et al. 1999, Arntz et al. 2005, Ríos et al. 2013), las cuales pueden ser las causas basales de la heterogeneidad bentónica que se ha observado en el suelo marino analizado. (GEOGAMA, 2023).

La estructura de la comunidad fitoplanctónica monitoreada, coincide con los ensambles fitoplanctónicos descritos en otros estudios efectuados en canales de similares características, tales como aquellos realizados en las aguas interiores del sur de Chile (Valenzuela y Avaria, 2009), entre Puerto Montt y Laguna San Rafael (Avaria et al., 1997), entre el Golfo de Penas y Estrecho de Magallanes (Avaria et al., 1999), entre el Estrecho de Magallanes y Cabo de Hornos (Avaria et al., 2003), entre el golfo Corcovado estero Elefantes (Avaria et al., 2004), en los fiordos adyacentes a Campos de Hielo Sur (Vera et al., 1996) y en el fiordo de Aysén (Cassis et al., 2002). (GEOGAMA, 2023).

Para el caso del zooplancton, este presenta una comunidad integrada por ítems taxonómicos comunes y bien distribuidos en canales interiores de la región de Magallanes, debido a lo anterior, se concluye que la variabilidad en la comunidad planctónica analizada es representativa de los canales interiores y fiordos australes, no existiendo una afectación sobre este componente biológico. (GEOGAMA, 2023).

Para finalizar, los biotopos registrados en el monitoreo realizado condicen con lo descrito en zonas de fiordos y canales de la región de Magallanes, como es el caso de Isla Clarence en el trabajo de Aldea et al. 2023, isla adyacente a la Isla Capitán Aracena, lugar de este estudio. Estando dentro de los más comunes el biotopo de Bivalvos, Balánidos y Líquenes y musgos (GEOGAMA, 2023).

Si bien los resultados de la INFA asociado al ciclo productivo vinculado al hecho infraccional, presenta resultados que dan cuenta de una condición desfavorable del fondo marino, de acuerdo a los antecedentes obtenidos en terreno realizado durante el presente año por GEOGAMA, expuestos anteriormente, se reconoce que a la fecha las características abióticas (columna de agua) y bióticas (macrofauna bentónica y comunidades planctónicas) corresponden y representan a los canales interiores y fiordos australes de nuestro país, descartando en la actualidad una afectación al fondo marino y comunidad biológica del área asociada al CES Aracena 13 en base a la información disponible y tenida a la vista (GEOGAMA, 2023).

8. CONCLUSIONES

De conformidad a la evaluación de las herramientas de control del estado ambiental del área de influencia del CES Aracena 13, en relación con el periodo señalado para el hecho constitutivo de infracción (cargos N°1), es posible **concluir que hubo una incidencia de la sobreproducción imputada por la SMA en los efectos constatados sobre parte del objeto de protección, específicamente en el estado del fondo marino, asociado al periodo del hecho infraccional, descartándose afectación sobre la columna de agua.**

Al respecto de lo anterior, y de acuerdo a los resultados de GEOGAMA (julio 2023), es posible identificar que, referente a la modelación de carbono, al comparar la situación RCA con el escenario de Formulación de cargos, en este último el índice de impacto sigue siendo mayor que 1 para el área fuera de la concesión, y clasificado como con un índice de impacto bajo, por lo tanto, **se reconoce un potencial impacto en el medio asociado a la Formulación de cargos, sin embargo, no hubo una modificación alta del nivel de impacto entre lo evaluado ambientalmente en la RCA y los hechos asociados a la Formulación de cargos imputados por la SMA.**

De acuerdo a los antecedentes obtenidos en terreno realizado durante el presente año por GEOGAMA, se reconoce que a la fecha las características abióticas (columna de agua) y bióticas (macrofauna bentónica y comunidades planctónicas) corresponden y representan a los canales interiores y fiordos australes de nuestro país, descartando en la actualidad una afectación al fondo marino y comunidad biológica del área asociada al CES Aracena 13 en base a la información disponible y tenida a la vista (GEOGAMA, 2023). Sin perjuicio de lo anterior, si bien se podría reconocer una recuperación del sistema, no se puede descartar una afectación asociada al periodo del hecho infraccional.

De esta manera se acepta la hipótesis de generación de efectos ambientales, para las condiciones del fondo marino, como resultados de los hechos infraccionales analizados en torno a la sobreproducción de salmónidos del CES Aracena 13 imputados por la SMA entre el 23 de septiembre de 2019 al 14 de febrero de 2021.

9. REFERENCIAS

- Superintendencia del Medio Ambiente (2023), Res. Ex. N°1/ Rol D-019-2023, Formulación de Cargos que Indica a Nova Austral, Titular de CES Aracena 13.
- Superintendencia del Medio Ambiente (2022), Informe Técnico de Fiscalización Ambiental, DFZ-2022-1359-XII-RCA, CES Aracena 13 (RNA 120092).
- SERNAPESCA Dirección Regional de Magallanes y antártica Chilena (2022), Informe de Denuncia Centro de Cultivo de Salmones Aracena 13 (Cpodigo de Centro 120092) y sus Anexos.
- Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Res. Ex. 3612/2009. (2009). Aprueba resolución que fija las metodologías para elaborar la Caracterización Preliminar del Sitio (CPS) y la Información Ambiental (INFA).
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (Subsecretaría de pesca y acuicultura), Res. Ex. 1933/2020. (2021). Modifica Resolución N°3612/2009 que fijó las metodologías para elaborar la Caracterización Preliminar del Sitio (CPS) y la Información Ambiental (INFA).
- D.S. 320/2009. (2009). Reglamento Ambiental Para la Acuicultura. Santiago: Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- Ley N°18.892. (1989). Ley General de Pesca y Acuicultura. Santiago de Chile.
- Ley N°19.300. (1994). Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Santiago.en el documento actual.
- GEOGAMA. (2023). Caracterización agua de mar CES Aracena 13.
- GEOGAMA. (2023). Caracterización de las comunidades plantónicas CES Aracena 13.
- GEOGAMA. (2023). Caracterización fisico-química del suelo marino y caracterización de comunidades bentónicas CES Aracena 13.
- GEOGAMA. (2023). Determinación de Biotopos intermareales CES Aracena 13.
- GEOGAMA. (2023). Estimación de la depositación de fecas y alimento no consumido CES Aracena 13.

10. APÉNDICES

- Apéndice 1. Informe de INFA Aracena 4.
- Apéndice 2. Informe denuncia SERNAPESCA y SMA
- Apéndice 3. Informe de INFA 2010
- Apéndice 4. Informe de GEOGAMA: Estimación de la depositación de fecas y alimento no consumido, CES Aracena 13.
- Apéndice 5: INFA interna abril 2023
- Apéndice 6: Informes ambientales elaborados por GEOGAMA
 - Caracterización agua de mar CES Aracena 13.
 - Caracterización de las comunidades plantónicas CES Aracena 13.
 - Caracterización fisico-química del suelo marino y caracterización de comunidades bentónicas CES Aracena 13.
 - Determinación de Biotopos intermareales CES Aracena 13.