

REF.: Expediente de Sanción N° D-129-2023.

MAT.: Acompaña nueva versión de informe técnico e informa lo que indica.

Punta Arenas, 17 de abril de 2025.

Sr. Pablo Rojas Jara

Fiscal Instructor

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.** ("Nova Austral" o la "Compañía"), ambos domiciliados para estos efectos en Hernando de Magallanes 990, oficina 4, Punta Arenas, en procedimiento sancionatorio Rol D-129-2023, a Ud. respetuosamente digo:

1. La Superintendencia del Medio Ambiente, en los Considerandos 21 y 22 de la Resolución Exenta N°5/ROL D-129-2023, de fecha 3 de febrero de 2025 (en adelante, "*la Resolución*"), requirió a Nova Austral, para determinar el área efectivamente impactada por la infracción, "*complementar y ajustar los datos de entradas considerados para la modelación de las áreas de dispersión de materia orgánica, en tanto, dicha información resulta indispensable para contar con antecedentes adecuados y suficientes, para una correcta ponderación de la magnitud y alcance de los efectos negativos generados por la sobreproducción, en el marco de la evaluación de los criterios de integridad y eficacia, en relación con el programa de cumplimiento presentado*".

Para este análisis, se exigió "*considerar en un escenario de cumplimiento los datos operacionales que fueron considerados en los ciclos productivos de los hechos infraccionales imputados*", y en esa línea se dispuso que "*el titular deberá considerar en el escenario de cumplimiento los mismos datos de entrada, respecto a digestibilidad del alimento, factor de conversión y duración del ciclo, que fueron considerados en los escenarios de incumplimiento*".

En virtud de esto, el Informe Técnico acompañado junto con el Programa de Cumplimiento Refundido presentado por la Compañía el 24 de febrero de 2025 (en adelante, el "PDC Refundido"), complementó y ajustó los datos de entrada para la modelación del aporte de nutrientes en el periodo de sobreproducción respecto del alimento real suministrado, considerando los parámetros más representativos de su operación.

Sin perjuicio de ello, a la fecha de presentación del PDC Refundido, se encontraba en desarrollo un set adicional de modelaciones para los cargos N°1 y N°2, así como

también complementar el Análisis de aporte adicional de Carbono y nutrientes. **Por esto, en la página 7 del documento conductor del PDC Refundido, se señaló que se entregaría una versión actualizada del análisis de efectos en el plazo requerido para la ejecución y análisis de dicha tarea.**

En cumplimiento con lo anterior, mediante la presente acompaño una nueva versión del Informe Técnico *"Análisis y Estimación de Posibles Efectos Ambientales. Procedimiento Sancionatorio Res. Ex. N°1 / Rol D-129-2023"* (*"Informe Técnico Actualizado"*) del mes de abril de 2025, preparado por la consultora ambiental Environmental Compliance Services SpA, el cual viene a complementar la minuta de efectos previamente presentada y actualiza los resultados obtenidos en relación a evaluar los posibles efectos sobre el objeto de protección.

Adicionalmente, es importante señalar que el Considerando 25 de la Resolución exigió *"incorporar un análisis relativo al aporte de nutrientes al medio marino con ocasión de hechos infraccionales imputados"*, además de señalar que *"para la determinación del carbono, nitrógeno y fósforo aportados por concepto de pérdida de alimento no consumido y fecas, se deberá establecer concentraciones de estos en concepto de liberación neta a la columna de agua y sedimento para cada mes que consideró el respectivo ciclo con sobreproducción, y de este modo, entregar un valor representativo para todo el ciclo productivo"*.

Dicho análisis requiere analizar el alimento total suministrado, por lo que tomando en cuenta lo señalado en el Considerando 23 de la que solicita a la Compañía *"indicar las toneladas de alimento adicional efectivamente utilizadas durante los periodos de sobreproducción, contrastándolas con la cantidad de alimento que se hubiera suministrado en un escenario de cumplimiento de las toneladas de producción máxima establecidas en la RCA que rige al CES Cockburn 13"*, el Informe Actualizado estableció que el alimento adicional al ciclo corresponde a la sumatoria de la totalidad del alimento suministrado a partir de la fecha de inicio de la sobreproducción hasta el término del ciclo.

Bajo la misma línea, y en atención a la necesidad cuantificar el aporte de nutrientes y materia orgánica liberada y que se incorpora al medio marino, se realizó un balance de masas para Nitrógeno, Fósforo y Carbono en sus distintas formas, lo que también se acompaña en la presente versión de la minuta de efectos. Respecto a lo anterior, las conclusiones del informe son las siguientes:

"De conformidad a la evaluación de los antecedentes asociados al estado ambiental del área de influencia del CES Canal Cockburn 13, en relación con los periodos señalados para los hechos constitutivos de infracción (cargos N°1 y cargo N°2), es posible concluir lo siguiente:

- *Las INFAs dan cuenta de resultados anaeróbicos luego de los ciclos productivos imputados en los cargos, no obstante, posterior a ello el medio ambiente ha retornado a una condición aeróbica. Al comparar la última INFA disponible con la información contenida en la CPS, se aprecia que el sitio presenta condiciones*

similares a las previas al inicio de actividades. Es importante señalar que el hecho de no ejercer actividades de siembra en el sector durante un período de tiempo potencialmente ha tenido como consecuencia recuperar las condiciones ambientales de la zona. Lo anterior, se puede validar con la INFA DN- 04748/2021 y los informes de SERNAPESCA de 2018 y 2022, revisados en capítulo 4.1.3, donde se pudo constatar que luego de un periodo de tiempo, las condiciones de aeróbicas prevalecen en centros que han presentado condiciones anaeróbicas previamente. En el mismo sentido, el hecho de reducir la producción en el centro podría tener un efecto positivo en la recuperación de la zona de emplazamiento de éste.

- Respecto al objeto de protección del Parque Nacional Alberto de Agostini, se puede señalar que corresponde al recurso forestal en el que se extiende esta área protegida, el cual no tiene directa relación con la sobreproducción imputada y abordada en la presente minuta. Sin perjuicio de lo anterior, los monitoreos bióticos realizados de aves y mamíferos marinos en 2016, 2018 y 2023 descartan que se pueda establecer algún tipo de relación con afectación respecto al funcionamiento del CES Cockburn 13, y en relación a los hechos imputados. Atendido lo anterior, se descarta una afectación al objeto de protección del área protegida, en base a los antecedentes revisados a la fecha.*
- Por medio de la modelación realizada con NewDepomod se cuantificaron los aportes adicionales de materia orgánica y nutrientes, así como las áreas y tasas de depositación. En base a las tasas de depositación y a un índice de referencia se determinó que la sobreproducción del ciclo 2015-2017 y del ciclo 2018-2020 pudieron haber generado un efecto en el entorno inmediato, todo lo cual se relaciona con los niveles de sobreproducción de cada ciclo.*
- El aporte de Carbono, Nitrógeno y Fósforo al fondo marino para el ciclo 2015 – 2017, aumenta en un 58,49% para Carbono, 58,49% para Nitrógeno, y 58,49% para Fósforo para el sedimento, y el aporte de Carbono, Nitrógeno y Fósforo a la columna de agua aumenta en un 0,019 mg/L para Carbono, 0,003 mg/L para Nitrógeno, y 0,0004 mg/L para Fósforo.*
- El aporte de Carbono, Nitrógeno y Fósforo al fondo marino para el ciclo 2018 – 2020, aumenta en un 0,07% para Carbono, 0,07% para Nitrógeno, y 0,07% para Fósforo para el sedimento, y el aporte de Carbono, Nitrógeno y Fósforo a la columna de agua disminuye en un 0,001793 mg/L para Carbono, 0,000263 mg/L para Nitrógeno, y 0,000044 mg/L para Fósforo.*
- Luego, en base a los monitoreos ambientales de columna de agua, biotopos intermareales, fondo marino, comunidades bentónicas y comunidades planctónicas realizados por GEOGAMA en 2023, se puede señalar que existen diferencias en ciertas variables asociadas al fondo marino, que pueden derivarse de la operación del centro. No obstante, 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 una afectación al fondo marino y comunidad biológica del área asociada al CES Cockburn 13.*

Con base en los antecedentes revisados y los hechos infraccionales analizados, se acepta la hipótesis de generación de efectos ambientales para las condiciones del fondo marino y columna de agua, como resultados de los hechos infraccionales

analizados en torno a la sobreproducción de salmónidos del CES Canal Cockburn 13 imputados por la SMA. En esta línea, se confirma que el exceso de producción generó efectos ambientales en las variables estudiadas dados por un cambio en las emisiones de materia orgánica y nutrientes en el ambiente marino respecto a un escenario de producción acorde a lo autorizado.

En concreto, los resultados de la modelación de dispersión de carbono dan cuenta de un aumento de la extensión del área de sedimentación de materia orgánica en 16.956 m² (18%) y un aumento de 7.489 m² (8%) durante los ciclos productivos del 2015-2017 y del 2018-2020, respectivamente, en comparación con lo esperable en un escenario de producción acorde al máximo permitido en la RCA.

Por último, los resultados de monitoreo bióticos ASC de 2016, 2018 y 2023 permiten descartar que se pueda establecer algún tipo de relación de afectación con respecto al funcionamiento del CES Cockburn 13 en el sector y, por su parte, los monitoreos ambientales desarrollados durante el 2023 permiten descartar que persista una afectación ambiental asociada al centro de cultivo, en base a la información recabada por GEOGAMA.

De acuerdo a lo anterior, y en base a los resultados de la minuta de efectos refundida, se deberán corregir en el Plan de Acciones y Metas, los antecedentes asociados a la "Descripción de los efectos negativos producidos por la infracción o fundamentación de la inexistencia de efectos negativos", así como la sección donde se establece "Forma en que eliminan o contienen y reducen los efectos y fundamentación en caso en que no puedan ser eliminados" tanto para el cargo N°1 y N°2.

Al respecto, la descripción de efectos negativos para el **Cargo N°1** presentada a la autoridad en el PDC refundido se ve modificada de la siguiente manera:

Descripción de efectos negativos PDC refundido	Descripción de efectos negativos PDC refundido corregido
<i>"La superación de la producción de la cantidad máxima autorizada de salmónidos para los períodos del ciclo productivo que se extendió desde el 19 de octubre de 2015 hasta el 7 de agosto de 2017, imputada por la SMA, generó efectos ambientales para las condiciones del fondo marino y columna de agua, debido a la emisión de materia orgánica y nutrientes en el ambiente marino adicionales a los que corresponden a un escenario de producción acorde a lo autorizado.</i>	<i>"La superación de la producción de la cantidad máxima autorizada de salmónidos para los períodos del ciclo productivo que se extendió desde el 19 de octubre de 2015 hasta el 7 de agosto de 2017, imputada por la SMA, generó efectos ambientales para las condiciones del fondo marino y columna de agua, debido a la emisión de materia orgánica y nutrientes en el ambiente marino adicionales a los que corresponden a un escenario de producción acorde a lo autorizado.</i>

<i>En concreto, los resultados de los balances de carbono, nitrógeno y fósforo determinaron que hubo un exceso de 59,6 gr/m²/día, 5,7 gr/m²/día y 1,4 gr/m²/día respectivamente para el ciclo productivo 2015-2017.</i> <i>Esta situación se tradujo también en un aumento de la extensión del área de sedimentación de materia orgánica estimada por medio de la modelación en 42.013 m² (44%) durante el ciclo productivo 2015-2017, en comparación con lo esperable en un escenario de producción acorde al máximo permitido en la RCA.</i> <i>Dado que se obtuvo una INFA aeróbica posterior al final del ciclo, el centro entró en un nuevo ciclo productivo. Independiente de lo anterior, y en base a los antecedentes revisados de monitoreos realizados a distintas variables bióticas y abióticas durante el 2023, y a los resultados obtenidos de la última INFA realizada (que muestran una condición similar a la de la CPS), es posible descartar que persista una afectación ambiental”.</i>	<i>En concreto, los resultados de los balances de carbono, nitrógeno y fósforo determinaron que hubo un exceso de 328.365 kg (58,5%), 44.792 kg (58,5%), y 7.465 kg (58,5%), respectivamente en sedimento para el ciclo productivo 2015-2017 y, en columna de agua, un aporte adicional de 0,019 mg/L para Carbono, 0,003 mg/L para Nitrógeno, y 0,0004 mg/L para Fósforo.</i> <i>Esta situación se tradujo también en un aumento de la extensión del área de sedimentación de materia orgánica estimada por medio de la modelación en 16.956 m² (18%) durante el ciclo productivo 2015-2017, en comparación con lo esperable en un escenario de producción acorde al máximo permitido en la RCA.</i> <i>Dado que se obtuvo una INFA aeróbica posterior al final del ciclo, el centro entró en un nuevo ciclo productivo. Independiente de lo anterior, y en base a los antecedentes revisados de monitoreos realizados a distintas variables bióticas y abióticas durante el 2023, y a los resultados obtenidos de la última INFA realizada (que muestran una condición similar a la de la CPS), es posible descartar que persista una afectación ambiental”.</i>
--	--

Sobre la forma en que se eliminan o contienen y reducen los efectos en el **Cargo N°1**, el PDC refundido presentado a la autoridad se ve modificado en los siguientes términos:

Forma en que se eliminan o contienen y reducen los efectos PDC refundido	Forma en que se eliminan o contienen y reducen los efectos PDC refundido corregido
<i>“En base a las conclusiones del análisis de efectos ambientales realizado, se</i>	<i>“En base a las conclusiones del análisis de efectos ambientales realizado, se</i>

puede señalar que se reconoce la generación de un efecto producto del aumento en la emisión de materia orgánica y nutrientes, la que se traduce en una mayor área de sedimentación proyectada para el ciclo con sobreproducción respecto de un ciclo sin sobreproducción (42.013 m²). Al respecto de los efectos generados, estos se abordarán mediante la ejecución de las acciones de reducción de la producción en el mismo CES (Acción N°1) que fue objeto de la formulación de cargos”.	puede señalar que se reconoce la generación de un efecto producto del aumento en la emisión de materia orgánica y nutrientes, la que se traduce en una mayor área de sedimentación proyectada para el ciclo con sobreproducción respecto de un ciclo sin sobreproducción (16.956 m²). Al respecto de los efectos generados, estos se abordarán mediante la ejecución de las acciones de reducción de la producción en el mismo CES (Acción N°1) que fue objeto de la formulación de cargos”.
--	--

En cuanto al **Cargo N°2**, la descripción de efectos negativos presentado en el PDC refundido se modifica de la siguiente forma:

Descripción de efectos negativos PDC refundido	Descripción de efectos negativos PDC refundido corregido
“La superación de la producción de la cantidad máxima autorizada de salmónidos para los períodos del ciclo productivo que se extendió desde el 13 de mayo de 2018 hasta el 1 de junio de 2020, imputada por la SMA, generó efectos ambientales para las condiciones del fondo marino y columna de agua, debido a la emisión de materia orgánica y nutrientes en el ambiente marino conforme a la operación del ciclo productivo en cuestión. En concreto, los resultados de los balances de carbono, nitrógeno y fósforo determinaron que hubo una disminución de 0,78 gr/m²/día, 0,11 gr/m²/día y 0,024 gr/m²/día para el ciclo productivo 2018-2020, en comparación a un escenario de producción acorde a lo autorizado. Esta situación se tradujo en una disminución de 13.541 m² (14%)	“La superación de la producción de la cantidad máxima autorizada de salmónidos para los períodos del ciclo productivo que se extendió desde el 13 de mayo de 2018 hasta el 1 de junio de 2020, imputada por la SMA, generó efectos ambientales para las condiciones del fondo marino y columna de agua, debido a la emisión de materia orgánica y nutrientes en el ambiente marino conforme a la operación del ciclo productivo en cuestión. En concreto, los resultados de los balances de carbono, nitrógeno y fósforo determinaron que hubo un exceso de 414 kg (0,07%), 60,9 kg (0,07%), y 10,15 kg (0,07%), respectivamente en sedimento para el ciclo productivo 2018-2020 y, en columna de agua, una disminución de 0,002 mg/L para Carbono, 0,0003 mg/L para Nitrógeno, y 0,00004 mg/L para

<i>durante el ciclo productivo 2018-2020, en comparación con lo esperable en un escenario de producción acorde al máximo permitido en la RCA.</i> <i>Por último, en base a los antecedentes revisados de monitoreos realizados a distintas variables bióticas y abióticas durante el 2023, y a los resultados obtenidos de la última INFA realizada (que muestran una condición similar a la de la CPS), es posible descartar que persista una afectación ambiental”.</i>	<i>Fósforo, en comparación a un escenario de producción acorde a lo autorizado.</i> <i>Esta situación se tradujo en un aumento de 7.489 m² (8%) durante el ciclo productivo 2018-2020, en comparación con lo esperable en un escenario de producción acorde al máximo permitido en la RCA.</i> <i>Por último, en base a los antecedentes revisados de monitoreos realizados a distintas variables bióticas y abióticas durante el 2023, y a los resultados obtenidos de la última INFA realizada (que muestran una condición similar a la de la CPS), es posible descartar que persista una afectación ambiental”.</i>
---	--

Por otro lado, la forma en que se eliminan o contienen y reducen los efectos del **Cargo N°2**, el PDC refundido presentado a la autoridad se ve modificado en los siguientes términos:

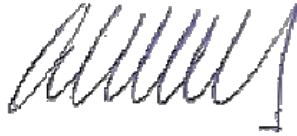
Forma en que se eliminan o contienen y reducen los efectos PDC refundido	Forma en que se eliminan o contienen y reducen los efectos PDC refundido corregido
<i>“En base a las conclusiones del análisis de efectos ambientales realizado, y aún cuando los resultados no dan cuenta de un desmejoramiento de las condiciones, la sobreproducción evidenciada se abordará mediante la ejecución de las acciones de reducción de la producción en el mismo CES (Acción N°4) que fue objeto de la formulación de cargos”.</i>	<i>“En base a las conclusiones del análisis de efectos ambientales realizado, se puede señalar que se reconoce la generación de un efecto producto del aumento en la emisión de materia orgánica y nutrientes, la que se traduce en una mayor área de sedimentación proyectada para el ciclo con sobreproducción respecto de un ciclo sin sobreproducción (7.489 m²). Al respecto de los efectos generados, estos se abordarán mediante la ejecución de las acciones de reducción de la producción en el mismo CES (Acción N°4) que fue objeto de la formulación de cargos”.</i>

2. Por otra parte, la resolución, en su Considerando 36, solicitó redactar el indicador de cumplimiento de la Acción N°4 en los siguientes términos: *"Producción del ciclo productivo 2024-2025 del CES Cockburn 13 igual o menor a 4.434 toneladas"*, lo que permite abarcar el remanente de la sobreproducción imputada en la formulación de cargos, equivalente a 966 toneladas. En virtud de esto, la Compañía, en el PDC Refundido, modificó el indicador de cumplimiento en los términos allí requeridos.

Sin embargo, en la forma de implementación de dicha acción se señaló que *"para asegurar la reducción comprometida, los salmónidos se cosecharán en el ciclo productivo 2024-2025 cuando estos alcancen un peso estimado máximo por unidad de 4,5 kg"*.

Considerando que, en conformidad con lo dispuesto en el Considerando 36 antes citado, la Acción N°4 se enfoca en la reducción de biomasa en las cantidades indicadas, mas no el peso estimado máximo por unidad propuesto, se aclara que dicho peso estimado podrá variar de acuerdo con las condiciones de producción del periodo, lo que en ningún caso comprometerá la reducción de la producción total propuesta.

Atentamente,



Nicolás Larco

p.p. Nova Austral S.A.



ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES

Minuta Refundida

**Procedimiento Sancionatorio
RES. EX. N°1 / ROL D-129-2023**

Nova Austral S.A.

Abril 2025

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. OBJETO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA.....	13
3. POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES	15
4. MARCO TEÓRICO	16
4.1 Reglamento Ambiental para la Acuicultura	16
4.1.1 Criterios de aceptabilidad de las INFAs.....	16
4.1.2 Categoría de un Centro de cultivo.....	17
4.1.3 Condiciones aeróbicas y anaeróbicas.....	18
4.2 RCA y Obligaciones de seguimiento ambiental.....	19
4.3 Modelo dispersión de carbono: New Depomod	20
4.4 Superación producción máxima autorizada	21
4.4.1 Ciclo productivo 2015-2017	22
4.4.2 Ciclo productivo 2018-2020.....	24
5. METODOLOGÍA.....	28
5.1 Caracterización del área asociada al CES	28
5.2 Revisión de la denuncia presentada por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura	28
5.3 Revisión de Informes de Fiscalización Ambiental elaborado por la Superintendencia de Medio Ambiente.....	29
5.4 Revisión de la Información Ambiental (INFA) del CES	29
5.5 Revisión de "Estudio de correntometría 30 días columna completa"	29
5.6 Revisión de antecedentes del centro levantado en el marco de la certificación ASC	30
5.7 Metodología modelación de dispersión de carbono	30
5.8 Análisis del aporte adicional de Carbono y nutrientes	32
5.9 Actividades de monitoreo ambiental.....	35
5.9.1 Caracterización del componente agua de mar.....	36

5.9.2	Determinación de biotopos intermareales.....	36
5.9.3	Caracterización de suelo marino y comunidades bentónicas	37
5.9.4	Caracterización de comunidades planctónicas.....	38
6.	RESULTADOS	40
6.1	Caracterización del área asociada al CES Cockburn 13	40
6.2	Revisión de la denuncia presentada por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.	42
6.3	Revisión del Informe de Fiscalización Ambiental (SMA)	44
6.4	Revisión de informes ambientales (INFA)	45
6.5	Caracterización de corrientes y columna de agua	47
6.6	Antecedentes del centro levantado en el marco de la certificación ASC 48	
6.7	Resultados modelación de dispersión de carbono	54
6.7.1	Inputs – Modelación.....	54
6.7.2	Inputs – Batimetría	55
6.7.3	Inputs – Módulo de cultivo	56
6.7.4	Dispersión y sedimentación de carbono orgánico total (fecas y alimento no consumido) – Escenario RCA.....	56
6.7.5	Dispersión y sedimentación de carbono orgánico total (fecas y alimento no consumido) – Escenario Cargo N°1	59
6.7.6	Dispersión y sedimentación de carbono orgánico total (fecas y alimento no consumido) – Escenario Cargo N°2	61
6.7.7	Resumen de resultados de la depositación de carbono.....	64
6.8	Análisis del aporte adicional de Carbono y nutrientes	65
6.8.1	Cargo N°1 – Ciclo productivo 2015-2017	65
6.8.2	Cargo N°2 – Ciclo productivo 2018-2020 escenario RCA.....	69
6.9	Resultados monitoreo ambiental.....	74
6.9.1	Caracterización del componente agua de mar.....	74
6.9.2	Determinación de biotopos intermareales.....	75
6.9.3	Caracterización de suelo marino y comunidades bentónicas	77
6.9.4	Caracterización de las comunidades planctónicas	84

7. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES	89
8. CONCLUSIONES	95
9. REFERENCIAS	98
10. APÉNDICES	99

TABLAS

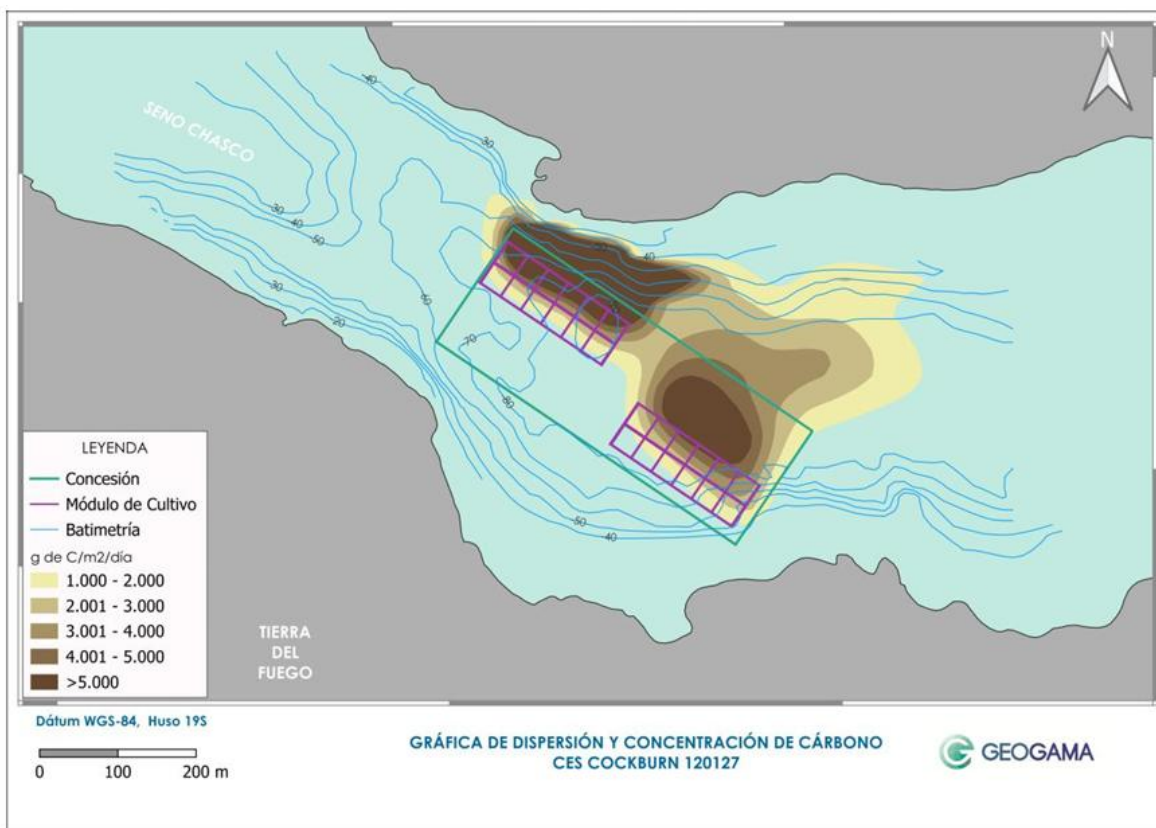
Tabla 1. Biomasa acumulada centro de cultivo Cockburn 13 (120127) ciclo 2015-2017	22
Tabla 2. Biomasa acumulada centro de cultivo Cockburn 13 (120127) ciclo 2018-2020	24
Tabla 3. Coordenadas de los vértices de la concesión	40
Tabla 4. INFAs relacionadas con la formulación de cargos.....	46
Tabla 5. Registro de aves en área de estudio CES Cockburn 13, 2016-2018-2022. .	49
Tabla 6. Índices de Diversidad Específica (S), Abundancia (N), Uniformidad de Pielu (J'), Diversidad de Shannon (H') y Dominancia de Simpson (D); Para las diferentes unidades de muestreo.....	51
Tabla 7. Registro de mamíferos en área de estudio CES Aracena 1, julio 2023.	52
Tabla 8. Características inputs modelo, parámetros de la simulación, producción.	54
Tabla 9. Características inputs modelo, parámetros de la simulación, alimento. ..	55
Tabla 10. Características inputs modelo, parámetros de la simulación, fecas.	55
Tabla 11. Características inputs modelo, parámetros de la simulación, batimetría.	55
Tabla 12. Características inputs modelo, parámetros de la simulación, módulo de cultivo.....	56
Tabla 13. Resumen estadístico para la depositación de carbono orgánico total configuración RCA.....	57
Tabla 14. Resumen áreas de distribución de carbono orgánico total configuración RCA.....	58
Tabla 15. Resumen Índice de impacto configuración RCA.....	58
Tabla 16. Resumen estadístico para la depositación de carbono orgánico total configuración del Cargo N°1	60

Tabla 17. Resumen áreas de distribución de carbono orgánico total configuración del Cargo N°1	60
Tabla 18. Resumen Índice de impacto configuración del Cargo N°1.	61
Tabla 19. Resumen estadístico para la depositación de carbono orgánico total configuración del Cargo N°2.....	62
Tabla 20. Resumen áreas de distribución de carbono orgánico total configuración del Cargo N°2.....	63
Tabla 21. Resumen Índice de impacto configuración del Cargo N°2.	64
Tabla 22. Alimento entregado y acumulado mensualmente.....	65
Tabla 23. Características de alimento entregado en escenario sin sobreproducción	66
Tabla 24. Valores del modelo de balance de nutrientes.	67
Tabla 25. Aporte de nutrientes en Kg por alimento No Consumido (ANC) y consumido (AC) para cada escenario del CES Cockburn 13 ciclo 2015-2017.....	67
Tabla 26. Datos utilizados para la estimación de volumen de agua del material soluble.	68
Tabla 27. Valores de Sedimento y Columna de agua, para ambos escenarios del ciclo 2015-2017 CES Cockburn 13.....	68
Tabla 28. Alimento entregado y acumulado mensualmente.....	69
Tabla 29. Características de alimento entregado en escenario sin sobreproducción	71
Tabla 30. Valores del modelo de balance de nutrientes.	72
Tabla 31. Aporte de nutrientes en Kg por alimento No Consumido (ANC) y consumido (AC) para cada escenario del CES Cockburn 13 ciclo 2018-2020.....	72
Tabla 32. Datos utilizados para la estimación de volumen de agua del material soluble.	73
Tabla 33. Valores de Sedimento y Columna de agua, para ambos escenarios del ciclo 2018-2020 CES Cockburn 13.....	73
Tabla 34. Promedio de los valores de pH y potencial Redox.....	79
Tabla 35. Índices ecológicos calculados a partir de la abundancia microalgal media para la columna de agua. Dónde: S= Diversidad Específica, 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.	85

Tabla 36. Índices ecológicos calculados a partir de la abundancia zooplanctónica media. Donde: S= Diversidad Específica, 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. 87

FIGURAS

Figura 1. Localización de la Unidad Fiscalizable	9
Figura 2. Modelo de biomasa producida y declarada en el CES Cockburn durante los ciclos.....	15
Figura 3. Interfaz del modelo NewDepomod 2025.....	31
Figura 4. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.	36
Figura 5. Ubicación del proyecto y disposición de las unidades de monitoreo.	37
Figura 6. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.	38
Figura 7. Área de concesión y unidades de monitoreo consideradas para el levantamiento de información planctónica.	39
Figura 8. Vista de centro – DIA	41
Figura 9. Variación de la producción acumulada en el CES Cockburn 13 (120127) durante el último ciclo productivo (2016-2017).....	43
Figura 10. Abundancia relativa de especies de aves por unidad de muestreo, agosto 2023.....	51
Figura 11. Abundancia relativa de especies de aves por unidad de muestreo, agosto 2023.....	53
Figura 12. Gráfico de dispersión y concentración de carbono orgánico total a partir del alimento no consumido y las fecas para la configuración RCA.....	57
Figura 13. Gráfico de dispersión y concentración de carbono orgánico total a partir del alimento no consumido y las fecas para la configuración del Cargo N°1.	



Fuente: Informe "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" GEOGAMA (2025). 59

Figura 14. Gráfico de dispersión y concentración de carbono orgánico total a partir del alimento no consumido y las fecas para la configuración del Cargo N°2. 62

Figura 15. a) Concentración oxígeno disuelto (mg/L), b) temperatura (°C) y c) salinidad (psu) en la columna de agua..... 74

Figura 16. a) Valores promedios y desviación estándar en la concentración oxígeno disuelto (mg/L), b) temperatura (°C) y c) salinidad (psu) en los distintos perfiles. .. 75

Figura 17. Biotopos intermareales. Dónde A) Vista general sector, B) Biotopo de *Hildenbrandia* sp., C) Biotopo de *Elminius kingii* y D) Biotopo de *Mytilus chilensis*. . 76

Figura 18. Registros gráficos de mayor relevancia. Estrato submareal somero, registrado desde estaciones de biotopo costero A) *Mytilus chilensis* y *Ptilonia magellanica*.; B) *Comasterias lurida*; C) *Mytilus chilensis*, *Aulacomya atra* y *Ptilonia magellanica* y D) *Mytilus chilensis* y *Ulva* sp. 77

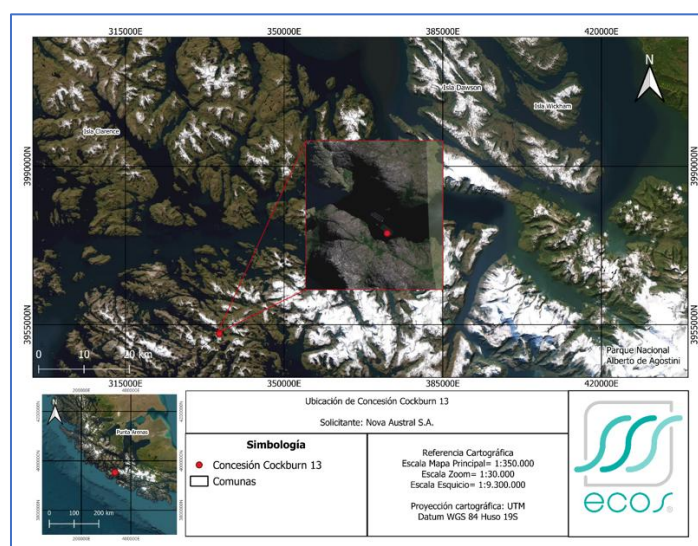
Figura 19. Promedio del porcentaje de materia orgánica. La línea roja indica el límite para condiciones previas aeróbicas y la línea azul para condiciones previas anaeróbicas, según Res. Ex. 3612 de 2009.....	78
Figura 20. Valores promedios y desviación estándar ($1\pm$) de Materia orgánica (%), calculada para los conjuntos de estaciones ubicadas al interior de la concesión y estaciones control.....	78
Figura 21. Diagrama EhNHE-pH para las especies de azufre.....	80
Figura 22. Granulometría del sedimento submareal.....	82
Figura 23. Macrofauna submareal. Número de especies (riqueza) y abundancia relativa por grupo taxonómico (Phylum).....	83
Figura 24. Dendrograma de Agregación de Bray-Curtis para el componente macrofauna.....	84
Figura 25. Abundancia relativa (%) y riqueza de especies, aportada por grupo taxonómico, en el Área de Estudio. Abundancia celular integrada para las distintas profundidades de muestreo.	85
Figura 26. 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).	86
Figura 27. Análisis Porcentual, de la abundancia relativa (%) y riqueza específica, aportada por grupo taxonómico, integrante del zooplancton, en el Área de Estudio.	87
Figura 28. Valores promedio y error estándar de abundancia zooplánctonica entre estaciones alejadas y próximas a la concesión.....	88

1. INTRODUCCIÓN

Mediante la presente minuta técnica se presenta el análisis y estimación de los potenciales efectos ambientales asociados a los **Cargo N°1 y N°2**, contenido en el procedimiento sancionatorio ROL D-129-2023, iniciado por la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante, "SMA") en contra de Nova Austral S.A. titular, entre otros, del Proyecto "Centro de cultivo canal Cockburn Seno Chasco, PERT 207123014", calificado ambientalmente a través de la Resolución Exenta N° 081 de fecha 28 de diciembre de 2010, de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena (en adelante, "RCA N° 081/2010"), asociado a la unidad fiscalizable "CES Canal Cockburn 13", ubicada en el Seno Chasco, Puerto Consuelo, canal Cockburn, comuna de Cabo de Hornos, región de Magallanes y Antártica Chilena (ver Figura 1).

La Unidad Fiscalizable (UF) consiste en un centro de engorda de salmónidos mediante balsas jaulas, que cuentan con un pontón flotante para habitabilidades, planta de tratamiento de aguas servidas y una planta de osmosis inversa para el abastecimiento de agua. Además, cuenta con un sistema de ensilaje para el manejo de mortalidades.

Figura 1. Localización de la Unidad Fiscalizable



Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados en la plataforma de internet del Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA).

En particular, la presente minuta aborda los hechos constitutivos de infracción N° 1 y N° 2, calificados como graves en la Res. Ex. N°1/Rol D-129-2023 de la SMA, en virtud del literal e) del numeral 2 del artículo 36 de la Ley N° 20.417 que establece la Ley Orgánica de la SMA (en adelante, "LO-SMA") y formulados de la siguiente manera:

Hecho constitutivo de infracción N°1:

"Superar la producción máxima autorizada en el Centro de cultivo canal Cockburn 13 (RNA 120127), durante el ciclo productivo que se extendió entre 19 octubre del 2015 y el 07 de agosto de 2017".

Hecho constitutivo de infracción N°2:

"Superar la producción máxima autorizada en el Centro de cultivo canal Cockburn 13 (RNA 120127), durante el ciclo productivo que se extendió entre 13 de agosto de 2018 al 01 de junio de 2020".

Respecto de la gravedad de los cargos, ambos **hechos infraccionales son clasificados como graves** en virtud del **literal 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, según lo señalado en los considerandos 25 y siguientes; 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 el marco del procedimiento sancionatorio, el titular presentó en fecha 23 de junio de 2023, un Programa de Cumplimiento (en adelante, "PdC") en conformidad a lo dispuesto en el artículo 42 de la LO-SMA y del artículo 6 y siguientes del Decreto Supremo N°30 de 2012 del Ministerio del Medio Ambiente, que aprobó el Reglamento sobre Programas de Cumplimiento, Autodenuncias y Planes de Reparación, acompañando un plan de acciones y metas con el objeto de dar solución a los incumplimientos detectados, así como también eliminar, contener y reducir los efectos negativos identificados.

En este sentido, mediante Res. Ex. N°3/ ROL D-129-2023, de fecha 20 de septiembre de 2023 la SMA, previo a resolver, levantó observaciones al PdC presentado, dentro de las cuales, se refiere al informe técnico *"Análisis y Estimación de Posibles Efectos Ambientales. Procedimiento Sancionatorio RES. EX. N° 1/ROL D-129-2023"*, acompañado en el Anexo 1 del PdC. Al respecto, entre los considerandos 16.1 y 16.7 de la Res. Ex. N°3/ ROL D-129-2023, la SMA solicitó incluir en el análisis otros componentes ambientales relevantes, considerando que la UF se encuentra dentro del área correspondiente al "Parque Nacional Alberto de Agostini", para determinar el área afectada por la sobreproducción, debiendo realizar una modelación de dispersión de la materia orgánica generada en el centro de cultivo con el software New Depomond, utilizando como datos de entrada los valores de cada ciclo productivo objeto de los cargos e informando sus resultados con un análisis comparativo con la modelación de dispersión considerada en la RCA. Además; el titular deberá modificar la descripción de efectos propuesta en el PdC y considerar la necesidad de incorporar nuevas acciones para abordar los eventuales efectos negativos de la infracción de acuerdo a los resultados de análisis precedente, debiendo reformular lo señalado en la sección *"Forma en que se eliminan o contienen y reducen los efectos y fundamentación en caso de que en que no puedan ser eliminados"*, acorde a los resultados de la nueva descripción de efectos.

Las observaciones descritas en el párrafo anterior, fueron incorporadas en el Informe Técnico *"Análisis y Estimación de Posibles Efectos Ambientales. Procedimiento Sancionatorio Res. Ex. N°1 / ROL D-129-2023"*, acompañado como Anexo N° 1 del PdC Refundido, presentado por el titular en fecha 11 de noviembre de 2023. Adicionalmente; en fecha 22 de enero de 2024, el titular presentó una versión actualizada del informe técnico *"Análisis y Estimación de Posibles Efectos Ambientales. Procedimiento Sancionatorio Res. Ex. N°1 / ROL D-129-2023"*, considerando los resultados del Informe Ambiental de Acuicultura post anaeróbica, que incluyó la ejecución de un monitoreo del medio marino, realizado en fecha 9 de diciembre de 2023, cuyos resultados consideró el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (en adelante, "SERNAPESCA") para concluir que el centro de cultivo presenta condiciones ambientales aeróbicas del medio marino cumpliendo con el nivel de aceptabilidad para el O₂ en un CES de categoría 5, que plasmó en su ORD. N° DN-00100 de fecha 8 de enero de 2024.

Posteriormente, mediante Res. Ex. N°5/ ROL D-129-2023, de fecha 03 de febrero de 2025, la SMA previo a resolver, levantó observaciones al PdC refundido presentado, dentro de las cuales, se refiere al apartado *"Descripción de los efectos negativos producidos por la infracción o fundamentación de la inexistencia de efectos negativos"*, solicitando complementar y ajustar esta descripción, reconociendo los efectos negativos esperables -al menos- por el aumento de las emisiones y aportes al medio ambiente, dados por la emisión de exceso de materia orgánica y nutrientes introducidas al ambiente marino, cuantificando este aspecto mediante un balance de nutrientes, y además del cambio en el área de impacto durante los ciclos con sobreproducción, según determine los resultados de la modelación de depositación de carbono de acuerdo al análisis comparativo requerido.

El complemento y ajuste solicitado y descritos en el párrafo anterior, fueron incorporadas en el Informe Técnico *"Análisis y Estimación de Posibles Efectos Ambientales. Procedimiento Sancionatorio Res. Ex. N°1 / ROL D-129-2023"*, acompañado como Anexo N° 4 del PdC Refundido, presentado por el titular en fecha 24 de febrero de 2025 en el cual, además, se compromete la posterior entrega del desarrollo de un análisis de modelación Depomod junto con un análisis de efectos actualizado (acápites 6.7.7 de dicho informe).

Por consiguiente, la presente minuta viene a complementar la minuta de efectos previamente presentada a la autoridad, y actualiza los resultados obtenidos en relación a evaluar los posibles efectos sobre el objeto de protección definido.

2. OBJETO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA

Para definir el objeto de protección ambiental, se debe considerar la revisión de las condiciones, normas y medidas eventualmente infringidas a causa de los cargos formulados mediante Res. Ex. N°1/ROL D-129-2023. Hechos, actos u omisiones que constituyen infracciones conforme al artículo 35 literal a) de la LO-SMA, en cuanto incumplimiento de las condiciones, normas y medidas establecidas en la resolución de calificación ambiental y considerando que en el punto 1.4. de la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto calificado ambientalmente, estableció que *este corresponde a la instalación y operación de un nuevo centro de cultivo de salmónidos en Canal Cockburn, Seno Chasco, XII Región y que para ello se contempla la construcción e instalación de balsas jaulas en la que se ejecutará la fase de engorda en agua de mar.*

En este sentido, el considerando 3.2. de la RCA N° 081/2010, describió que el proyecto corresponde a la instalación de un centro de engorda de salmónidos, con el objeto de producir 5400 toneladas en un área de 8.25 hectáreas, mediante la instalación de 30 balsas jaulas circulares de 25 metros de diámetro y 20 metros de profundidad.

A su vez, el considerando 4.5.1., 4.5.2, 4.5.3. y 4.5.4. de la RCA N° 081/2010 estableció lo siguiente, respecto al cumplimiento del Reglamento Ambiental para la Acuicultura (en adelante, "RAMA") aprobado mediante el D.S. N° 320/2001 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción:

- (i) El Titular deberá cumplir el cronograma de actividades y producción señalados en el respectivo Proyecto Técnico, asociado a la solicitud de concesión,
- (ii) Deberá entregar a SERNAPESCA, información ambiental según lo establecido en su artículo 19°, en conformidad a la Resolución N°404/2003 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, y
- (iii) En caso de que el Titular decida modificar su proyecto, deberá determinarse si dicha modificación genera cambios de consideración a objeto de evaluar la

pertinencia de dicha modificación deba someterse nuevamente al Sistema de Evaluación de Impacto ambiental.

Adicionalmente, el artículo 15 del RAMA, establece que el titular de un centro de cultivo no podrá superar los niveles de producción aprobados en la resolución de calificación ambiental.

Por otro lado; en el considerando 26 de la Res. Ex. N°1/ROL D-129-2023, indicó que las técnicas productivas utilizadas en la acuicultura pueden afectar el medio ambiente marino de distintas formas, una de las cuales es la alimentación de los salmones, la que interviene, tanto en la columna de agua como en el fondo marino a través tanto del alimento no consumido, como de los desechos fecales de los peces. Este fenómeno aumenta la cantidad soluble y particulada de compuestos nitrogenados y fosforados de los sistemas acuáticos, disminuyendo el oxígeno disponible, generando, por una parte, eutroficación del medio, estimulando la aparición de algunos organismos y la ausencia de otros, alterando gravemente los ecosistemas acuáticos.

De acuerdo con los antecedentes presentados y considerando que los hechos constitutivos de infracción se relacionan a la superación de la producción máxima autorizada de la UF durante los ciclos productivos que se extendieron entre el 19 octubre del 2015 y el 07 de agosto de 2017, y entre 13 de agosto de 2018 al 01 de junio de 2020, se identifica que el objeto de protección se vincula a la posible afectación de la **componente calidad de agua, sedimentos del fondo marino, biota y fauna macrobentónica**, variables sobre las cuales se analizarán los potenciales efectos.

3. POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES

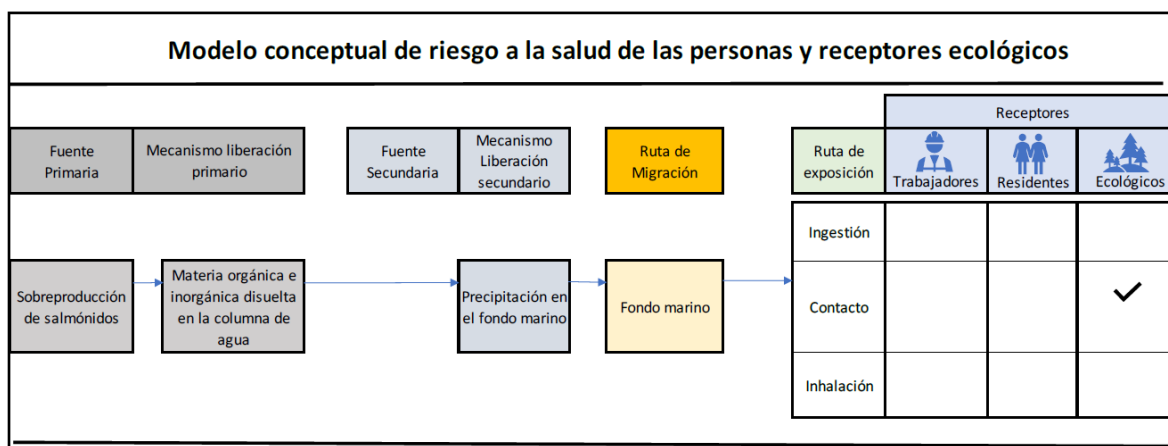
A partir del análisis de la información disponible asociada al caso y considerando los hechos infraccionales levantados por la SMA en los cargos N° 1 y N° 2, la determinación de los potenciales efectos se debe realizar a nivel de los componentes ambientales potencialmente afectados, que en este caso corresponden a la 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 para los períodos del ciclo productivo que se extendió desde el 19 de octubre de 2015 hasta el 07 de agosto de 2017 y desde el 13 de mayo de 2018 hasta el 01 de junio de 2020, 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”.

La siguiente figura presenta el esquema conceptual de la hipótesis a testear en el presente documento.

Figura 2. Modelo de biomasa producida y declarada en el CES Cockburn 13 durante los ciclos.



Fuente: Elaboración propia. Adaptado de U.S. Department of the Interior (2004).

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, número 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. Cabe destacar que las INFAs post anaeróbicas¹ se rigen por los criterios de aceptabilidad de la segunda tabla del artículo N°34 de la referida resolución, los cuales son más estrictos que aquellos dispuestos para el caso de las INFAs del ciclo operacional.

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.

¹ En el caso que un centro de cultivo sea evaluado en condición anaeróbica, sólo podrá reanudar sus operaciones si se demuestra, a través de una INFA post anaerobia, que se reestablecieron las condiciones aeróbicas de las variables cuyos límites se hayan incumplido.

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 SERNAPESCA² 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**

² Disponible en la URL:

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

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. 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 (RCA), 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).

Producto de todas estas características, se puede indicar que las RCA son permisos administrativos de alta complejidad que, con el transcurso del tiempo y el avance del conocimiento, se incrementa la magnitud de las RCA, lo cual, además, se ve agravado porque la misma legislación no ha especificado la forma en que debe

dictarse esta licencia ambiental (Bermúdez, 2014; 317). En efecto, ni la Ley 19.300 de 1994 sobre “Bases Generales del Medio Ambiente” ni la Ley 20.417, de 2010 “Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente”, han fijado el modo de emisión ni los contenidos mínimos de la RCA, por lo que dicho acto terminal ha evolucionado a través de tiempo, en base a criterios generales y también particulares. Lo anterior, genera incertezas tanto para el proponente del proyecto o iniciativa evaluada ambientalmente, como para el regulador, ya que pueden surgir ambigüedades e incertezas que luego deben ser interpretadas por personas que no tienen a la vista los antecedentes en virtud de los cuales el permiso fue otorgado.

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 DEPOMOD.

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).

4.4 Superación producción máxima autorizada

A través de los informes de fiscalización ambiental DFZ-2019-1293-XII-RCA y DSI-2023-19-XII-RCA se verificó el cumplimiento de la producción máxima autorizada, establecida en 5.400 toneladas por ciclo, conforme a la RCA 081/2010-XII. Para ello, se analizó los reportes de producción total, mortalidad producida y cosecha registrados por el titular en la plataforma SIFA.

4.4.1 Ciclo productivo 2015-2017

La fiscalización documental realizada durante el mes de agosto de 2018 por SERNAPESCA, se enmarca en el proceso de fiscalización para el control de sobreproducción del ciclo productivo correspondiente a los años 2015-2017. Al analizar la biomasa total en el centro de cultivo por semana del ciclo desarrollado entre el 19 de octubre de 2015 y el 13 de agosto de 2017 (Tabla 1).

Tabla 1. Biomasa acumulada centro de cultivo Cockburn 13 (120127) ciclo 2015-2017

Periodo	Biomasa Total (ton)
Semana 43 (19-OCT-2015 al 25-OCT-2015)	45,00
Semana 44-A (26-OCT-2015 al 31-OCT-2015)	44,78
Semana 44-B (1-NOV-2015 al 1-NOV-2015)	44,03
Semana 45 (2-NOV-2015 al 8-NOV-2015)	66,14
Semana 46 (9-NOV-2015 al 15-NOV-2015)	78,24
Semana 47 (16-NOV-2015 al 22-NOV-2015)	84,39
Semana 48 (23-NOV-2015 al 29-NOV-2015)	99,73
Semana 49-A (30-NOV-2015 al 30-NOV-2015)	110,66
Semana 49-B (1-DIC-2015 al 6-DIC-2015)	110,67
Semana 50 (7-DIC-2015 al 13-DIC-2015)	138,65
Semana 51 (14-DIC-2015 al 20-DIC-2015)	153,21
Semana 52 (21-DIC-2015 al 27-DIC-2015)	172,17
Semana 53-A (28-DIC-2015 al 31-DIC-2015)	209,43
Semana 53-B (1-ENE-2016 al 3-ENE-2016)	209,49
Semana 1 (4-ENE-2016 al 10-ENE-2016)	229,67
Semana 2 (11-ENE-2016 al 17-ENE-2016)	269,05
Semana 3 (18-ENE-2016 al 24-ENE-2016)	296,52
Semana 4 (25-ENE-2016 al 31-ENE-2016)	336,92
Semana 5 (1-FEB-2016 al 7-FEB-2016)	390,55
Semana 6 (8-FEB-2016 al 14-FEB-2016)	438,66
Semana 7 (15-FEB-2016 al 21-FEB-2016)	496,88
Semana 8 (22-FEB-2016 al 28-FEB-2016)	562,33
Semana 9-A (29-FEB-2016 al 29-FEB-2016)	647,13
Semana 9-B (1-MAR-2016 al 6-MAR-2016)	647,26
Semana 10 (7-MAR-2016 al 13-MAR-2016)	695,39
Semana 11 (14-MAR-2016 al 20-MAR-2016)	773,80
Semana 12 (21-MAR-2016 al 27-MAR-2016)	861,90
Semana 13-A (28-MAR-2016 al 31-MAR-2016)	955,30
Semana 13-B (1-ABR-2016 al 3-ABR-2016)	955,25
Semana 14 (4-ABR-2016 al 10-ABR-2016)	1032,07
Semana 15 (11-ABR-2016 al 17-ABR-2016)	1108,17
Semana 16 (18-ABR-2016 al 24-ABR-2016)	1174,11
Semana 17-A (25-ABR-2016 al 30-ABR-2016)	1244,91
Semana 17-B (1-MAY-2016 al 1-MAY-2016)	1244,57
Semana 18 (2-MAY-2016 al 8-MAY-2016)	1317,90
Semana 19 (9-MAY-2016 al 15-MAY-2016)	1363,15
Semana 20 (16-MAY-2016 al 22-MAY-2016)	1433,62
Semana 21 (23-MAY-2016 al 29-MAY-2016)	1509,08

Periodo	Biomasa Total (ton)
Semana 22-A (30-MAY-2016 al 31-MAY-2016)	1585,21
Semana 22-B (1-JUN-2016 al 5-JUN-2016)	1585,49
Semana 23 (6-JUN-2016 al 12-JUN-2016)	1681,11
Semana 24 (13-JUN-2016 al 19-JUN-2016)	1754,74
Semana 25 (20-JUN-2016 al 26-JUN-2016)	1827,69
Semana 26-A (27-JUN-2016 al 30-JUN-2016)	1899,92
Semana 26-B (1-JUL-2016 al 3-JUL-2016)	1899,77
Semana 27 (4-JUL-2016 al 10-JUL-2016)	1939,54
Semana 28 (11-JUL-2016 al 17-JUL-2016)	1998,54
Semana 29 (18-JUL-2016 al 24-JUL-2016)	2077,86
Semana 30 (25-JUL-2016 al 31-JUL-2016)	2150,75
Semana 31 (1-AGO-2016 al 7-AGO-2016)	2204,92
Semana 32 (8-AGO-2016 al 14-AGO-2016)	2301,37
Semana 33 (15-AGO-2016 al 21-AGO-2016)	2406,13
Semana 34 (22-AGO-2016 al 28-AGO-2016)	2491,89
Semana 35-A (29-AGO-2016 al 31-AGO-2016)	2609,95
Semana 35-B (1-SEP-2016 al 4-SEP-2016)	2610,04
Semana 36 (5-SEP-2016 al 11-SEP-2016)	2728,90
Semana 37 (12-SEP-2016 al 18-SEP-2016)	2846,94
Semana 38 (19-SEP-2016 al 25-SEP-2016)	2969,31
Semana 39-A (26-SEP-2016 al 30-SEP-2016)	3060,95
Semana 39-B (1-OCT-2016 al 2-OCT-2016)	3060,31
Semana 40 (3-OCT-2016 al 9-OCT-2016)	3184,70
Semana 41 (10-OCT-2016 al 16-OCT-2016)	3256,00
Semana 42 (17-OCT-2016 al 23-OCT-2016)	3359,56
Semana 43 (24-OCT-2016 al 30-OCT-2016)	3457,64
Semana 44-A (31-OCT-2016 al 31-OCT-2016)	3583,08
Semana 44-B (1-NOV-2016 al 6-NOV-2016)	3583,64
Semana 45 (7-NOV-2016 al 13-NOV-2016)	3702,44
Semana 46 (14-NOV-2016 al 20-NOV-2016)	3801,00
Semana 47 (21-NOV-2016 al 27-NOV-2016)	3903,66
Semana 48-A (28-NOV-2016 al 30-NOV-2016)	4003,12
Semana 48-B (1-DIC-2016 al 4-DIC-2016)	4004,38
Semana 49 (5-DIC-2016 al 11-DIC-2016)	4116,08
Semana 50 (12-DIC-2016 al 18-DIC-2016)	4206,55
Semana 51 (19-DIC-2016 al 25-DIC-2016)	4297,13
Semana 52-A (26-DIC-2016 al 31-DIC-2016)	4384,13
Semana 52-B (1-ENE-2017 al 1-ENE-2017)	4383,54
Semana 1 (2-ENE-2017 al 8-ENE-2017)	4522,95
Semana 2 (9-ENE-2017 al 15-ENE-2017)	4673,31
Semana 3 (16-ENE-2017 al 22-ENE-2017)	4833,02
Semana 4 (23-ENE-2017 al 29-ENE-2017)	4994,86
Semana 5-A (30-ENE-2017 al 31-ENE-2017)	5158,50
Semana 5-B (1-FEB-2017 al 5-FEB-2017)	5159,11
Semana 6 (6-FEB-2017 al 12-FEB-2017)	5299,31
Semana 7 (13-FEB-2017 al 19-FEB-2017)	5421,37
Semana 8 (20-FEB-2017 al 26-FEB-2017)	5571,11
Semana 9-A (27-FEB-2017 al 28-FEB-2017)	5568,06
Semana 9-B (1-MAR-2017 al 5-MAR-2017)	5569,54

Periodo	Biomasa Total (ton)
Semana 10 (6-MAR-2017 al 12-MAR-2017)	5707,97
Semana 11 (13-MAR-2017 al 19-MAR-2017)	5862,99
Semana 12 (20-MAR-2017 al 26-MAR-2017)	6015,08
Semana 13-A (27-MAR-2017 al 31-MAR-2017)	6193,71
Semana 13-B (1-ABR-2017 al 2-ABR-2017)	6192,64
Semana 14 (3-ABR-2017 al 9-ABR-2017)	6345,82
Semana 15 (10-ABR-2017 al 16-ABR-2017)	6483,53
Semana 16 (17-ABR-2017 al 23-ABR-2017)	6637,23
Semana 17 (24-ABR-2017 al 30-ABR-2017)	6799,54
Semana 18 (1-MAY-2017 al 7-MAY-2017)	6857,77
Semana 19 (8-MAY-2017 al 14-MAY-2017)	7057,16
Semana 20 (15-MAY-2017 al 21-MAY-2017)	7613,97
Semana 21 (22-MAY-2017 al 28-MAY-2017)	7372,87
Semana 22-A (29-MAY-2017 al 31-MAY-2017)	7214,03
Semana 22-B (1-JUN-2017 al 4-JUN-2017)	6455,55
Semana 23 (5-JUN-2017 al 11-JUN-2017)	6470,12
Semana 24 (12-JUN-2017 al 18-JUN-2017)	5887,32
Semana 25 (19-JUN-2017 al 25-JUN-2017)	5063,25
Semana 26-A (26-JUN-2017 al 30-JUN-2017)	4859,52
Semana 26-B (1-JUL-2017 al 2-JUL-2017)	4126,89
Semana 27 (3-JUL-2017 al 9-JUL-2017)	4070,41
Semana 28 (10-JUL-2017 al 16-JUL-2017)	3391,18
Semana 29 (17-JUL-2017 al 23-JUL-2017)	3391,51
Semana 30 (24-JUL-2017 al 30-JUL-2017)	2110,35
Semana 31-A (31-JUL-2017 al 31-JUL-2017)	1583,29
Semana 31-B (1-AGO-2017 al 6-JUL-2017)	1015,63
Semana 32 (7-AGO-2017 al 13-AGO-2017)	909,75

Fuente: Elaboración propia

Según la información presentada en la tabla anterior, la biomasa del centro de cultivo supero el valor máximo autorizado, desde la semana 7 de 2017 (que inició el día 13 de febrero de 2017).

4.4.2 Ciclo productivo 2018-2020

La actividad de examen de información realizada por la SMA evaluó los límites de producción máxima (toneladas de biomasa por ciclo) a través de la información declarada por el titular a través de SIFA perteneciente a SERNAPESCA (Tabla 2). Respecto de la fiscalización desarrollada, se verificó la superación de la producción máxima autorizada en el ciclo productivo desarrollado entre el 13 de agosto de 2018 y el 01 de junio de 2020.

Tabla 2. Biomasa acumulada centro de cultivo Cockburn 13 (120127) ciclo 2018-2020

Fecha	Biomasa acumulada (ton)
06-01-2019	0,29
13-01-2019	0,70

Fecha	Biomasa acumulada (ton)
20-01-2019	1,11
27-01-2019	1,54
03-02-2019	2,00
10-02-2019	2,47
17-02-2019	3,07
24-02-2019	3,61
03-03-2019	4,28
10-03-2019	4,99
17-03-2019	5,71
24-03-2019	6,53
31-03-2019	7,40
07-04-2019	8,84
14-04-2019	10,08
21-04-2019	11,09
28-04-2019	12,18
05-05-2019	13,43
12-05-2019	14,67
19-05-2019	16,04
26-05-2019	17,71
02-06-2019	19,47
09-06-2019	20,99
16-06-2019	22,40
23-06-2019	24,41
30-06-2019	27,41
07-07-2019	33,03
14-07-2019	36,06
21-07-2019	40,47
28-07-2019	43,18
04-08-2019	49,90
11-08-2019	54,32
18-08-2019	59,91
25-08-2019	66,28
01-09-2019	71,47
08-09-2019	120,87
15-09-2019	125,50
22-09-2019	129,95
29-09-2019	135,04
06-10-2019	142,91
13-10-2019	147,49
20-10-2019	157,31
27-10-2019	166,52
03-11-2019	175,42
10-11-2019	184,50
17-11-2019	200,22
24-11-2019	212,29
01-12-2019	222,72

Fecha	Biomasa acumulada (ton)
08-12-2019	235,78
15-12-2019	245,57
16-12-2019	350,6
17-12-2019	450,62
18-12-2019	599,03
22-12-2019	606,9
29-12-2019	617,85
05-01-2020	625,67
12-01-2020	637,76
13-01-2020	739,2
14-01-2020	836,59
19-01-2020	843,05
24-01-2020	922,27
25-01-2020	1006,73
26-01-2020	1020,89
02-02-2020	1031,90
09-02-2020	1046,46
12-02-2020	1182,05
13-02-2020	1266,22
14-02-2020	1363,32
15-02-2020	1426,28
16-02-2020	1439,47
17-02-2020	1537,84
23-02-2020	1546,76
01-03-2020	1556,78
02-03-2020	1675,5
04-03-2020	1786,49
05-03-2020	1860,53
06-03-2020	1979,73
08-03-2020	1994,34
10-03-2020	2088,48
11-03-2020	2129,09
12-03-2020	2230,95
13-03-2020	2273,45
14-03-2020	2392,78
15-03-2020	2405,37
16-03-2020	2472,05
18-03-2020	2560,57
19-03-2020	2608,83
21-03-2020	2691,61
22-03-2020	2703,6
29-03-2020	2715,03
31-03-2020	2886,52
01-04-2020	2956,24
03-04-2020	3055,37
04-04-2020	3129,28

Fecha	Biomasa acumulada (ton)
05-04-2020	3138,35
06-04-2020	3210,43
07-04-2020	3289,39
08-04-2020	3383,54
12-04-2020	3394,31
19-04-2020	3403,49
26-04-2020	3407,67
27-04-2020	3535,36
28-04-2020	3634,22
29-04-2020	3785,38
30-04-2020	3866,72
02-05-2020	3962,71
03-05-2020	3970,37
04-05-2020	4062,03
05-05-2020	4109,75
06-05-2020	4229,01
07-05-2020	4331,52
08-05-2020	4460,12
09-05-2020	4553,4
10-05-2020	4566,39
11-05-2020	4673,77
12-05-2020	4769,83
13-05-2020	4904,09
14-05-2020	5003,11
15-05-2020	5139,22
16-05-2020	5186,59
17-05-2020	5190,53
18-05-2020	5328,73
19-05-2020	5376,45
20-05-2020	5513,67
22-05-2020	5615,19
23-05-2020	5676,61
24-05-2020	5678,2
25-05-2020	5754,75
26-05-2020	5805,07
27-05-2020	5949,82
29-05-2020	6097,54
31-05-2020	6101,20
01-06-2020	6246,53

Fuente: Elaboración propia

En base a los datos presentados en la tabla anterior, la producción del centro de cultivo excedió el límite autorizado desde el día 20 de mayo de 2020.

5. METODOLOGÍA

Para identificar los eventuales efectos que pudieron haber ocurrido producto de los hechos N°1 y N°2 en la formulación de cargos, Res. Ex. N°1/ROL D-129-2023 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 de los hechos infraccionales imputados por la SMA, se habría producido una afectación sobre las condiciones ambientales de la calidad de la columna de agua, sedimento del fondo marino, así como la 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 Cockburn 13, los cuales fueron identificados por la SMA en su Res. Ex. N°1/ROL D-129-2023 en el capítulo III letra A.1. donde se identifica el principal aspecto asociado al incumplimiento de medidas dispuestas para la especie en cuestión:

- Incumplimientos de la producción máxima autorizada por la RCA N°081/2010.

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

5.1 Caracterización del área asociada al CES

Se realizó una revisión de antecedentes relevantes respecto a la ubicación y localización del CES Canal Cockburn 13 con tal de recabar mayores antecedentes respecto al proyecto y sus características.

5.2 Revisión de la denuncia presentada por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura

Se realizó una revisión de los Informes que contienen las denuncias realizadas por de SERNAPESCA, donde se da cuenta de la fiscalización documental realizada al CES Cockburn 13 en el año 2018 y sus correspondientes resultados. Esta revisión tuvo como objetivo conocer los antecedentes expuestos en la fiscalización del servicio

con tal de cotejar los compromisos y los análisis por los cuales se identifica la infracción.

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

Respecto a esta revisión, se examinaron los antecedentes expuestos en los tres (3) informes de fiscalización de la SMA, expedientes DFZ-2019-1293-XII-RCA, DFZ-2018-2597-XII-RCA y DSI-2023-19-XII-RCA, 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

Se revisaron los documentos que contienen la Información Ambiental (INFA) asociados al CES Cockburn 13, código 120127, emitidos por el Servicio Nacional de Acuicultura y Pesca (SERNAPESCA) previo, durante y posterior a cada ciclo productivo indicado en el periodo de los hechos infraccionales formulados en la Res. Ex. N°1/ROL D-129-2023. 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.

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.

Las INFA se adjuntan en el Apéndice 1.

5.5 Revisión de “Estudio de correntometría 30 días columna completa”

Se realizó una revisión de un informe realizado por GEOGAMA en octubre del 2022, el cual corresponde a un estudio de corrientes que muestra la dinámica que ha tenido la masa de agua durante 30 días, en este caso, entre el 17 de julio de 2022 y 15 de agosto de 2022 en el Centro. A pesar de no corresponder a las fechas de los hechos infraccionales, permiten reconocer las condiciones oceanográficas del área en la que se encuentra el CES.

5.6 Revisión de antecedentes del centro levantado en el marco de la certificación ASC

En el marco del levantamiento de información para el cumplimiento de los estándares del Consejo de Gestión de la Acuicultura ASC (por sus siglas en inglés) suscritos por la empresa, es que se analizan los resultados de los informes técnicos “Informe ASC Cockburn 13”, “OT-3606-0 Caracterización biodiversidad” y “Cockburn 13ASC 2.4 Final” realizados por la empresa GEEAA, EcoGrand y GEOGAMA, respectivamente. Además, se sumó al análisis la línea base de biodiversidad establecida en el proceso de evaluación del proyecto.

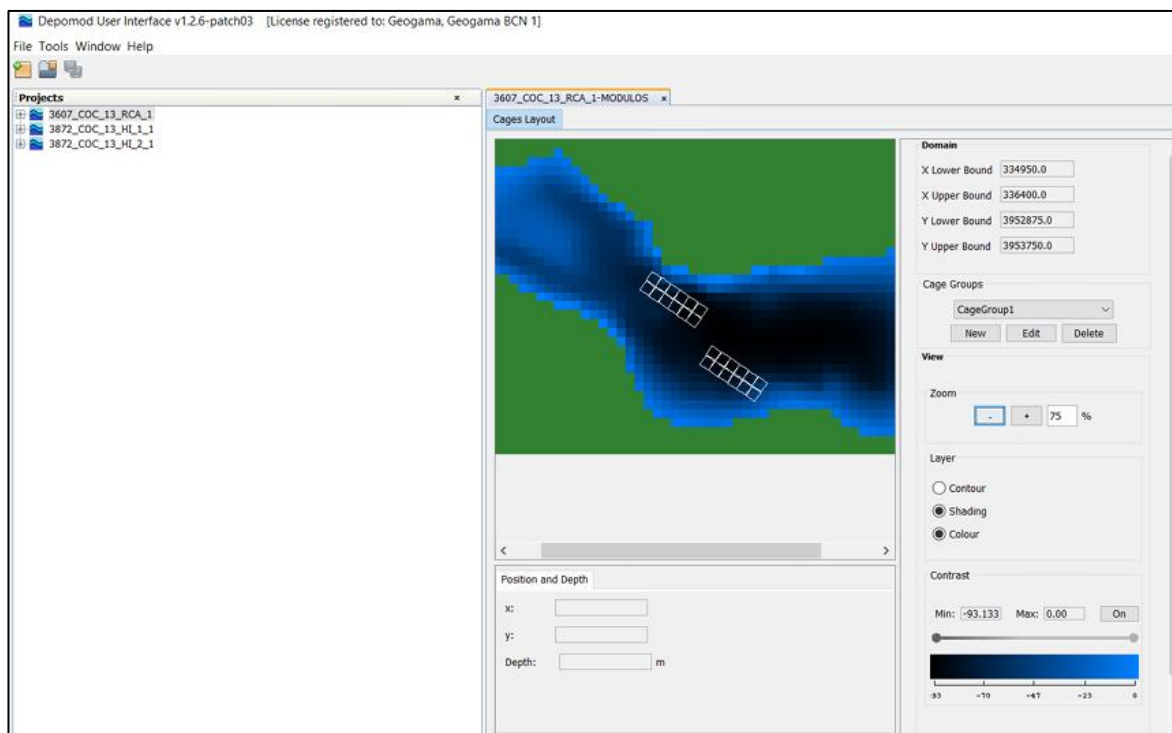
Los documentos “Informe ASC Cockburn 13” y “Cockburn 13ASC2.4 Final” tienen como objetivo: caracterizar y evaluar el entorno directo y los impactos del centro de cultivo Cockburn 13 sobre los ecosistemas adyacentes basándose en el criterio 2.4 del ASC. Mientras que el informe “OT-3606-0 Caracterización biodiversidad”, tiene como objetivo caracterizar los ensambles de aves y mamíferos marinos que residen o visitan el área de estudios.

Los informes referidos se adjuntan en el Apéndice 2.

5.7 Metodología modelación de dispersión de carbono

Para realizar la modelación de la dispersión de carbono orgánico por GEOGAMA, se utilizó la última versión del modelo NewDepomod (2025), License ID: 3ae73e9d-2b9e-496b-ac40-b236e9d5db8f. que 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 Figura 3 se presenta la interfaz de la herramienta.

Figura 3. Interfaz del modelo NewDepomod 2025.



Fuente: Informe "Comparación Modelación NewDepomod. Cockburn 13." (Apéndice 3).

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 (2025).

Para mayor abundamiento sobre la metodología empleada y los resultados de la modelación de dispersión de carbono mediante el software Newdepomood, que incluye el escenario estimado por la RCA y cada uno de los periodos de sobreproducción asociados a los cargos N°1 y N°2, se adjunta en el Apéndice 3, el documento denominado: "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos".

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).

5.8 Análisis del aporte adicional de Carbono y nutrientes

De acuerdo a lo solicitado por la SMA en el **considerando N°25 de la Res. Ex. N°5/ROL D-129-2023**, respecto al aporte de nutrientes al medio marino, donde especificó que *“para la determinación del carbono, nitrógeno y fósforo aportados por concepto de pérdida de alimento no consumido y fecas, se deberá establecer concentraciones de estos en concepto de liberación neta a la columna de agua y sedimento para cada mes que consideró el respectivo ciclo con sobreproducción, y de este modo, entregar un valor representativo para todo el ciclo productivo. Los resultados obtenidos para los escenarios de incumplimiento deberán ser contrastados con el escenario de operación de la RCA, para lo cual se deberá considerar -como mínimo- el tamaño de mayor calibre en alimento utilizado”*.

Para lo anterior es requisito analizar el alimento suministrado, razón por la cual también se atenderá lo requerido en el **considerando N°23 de la Res. Ex. N°5/ROL D-129-2023**, *“...debiendo indicar las toneladas de alimento adicional efectivamente utilizadas durante los periodos de sobreproducción, contrastándolas con la cantidad de alimento que se hubiera suministrado en un escenario de cumplimiento de las toneladas de producción máxima establecidas en la RCA que rige al CES Cockburn 13”*.

Para ello, se estableció que el alimento adicional al ciclo corresponde a la sumatoria de la totalidad del alimento suministrado a partir de la fecha de inicio de la sobreproducción (señalada en el acápite 4.4 de la presente minuta, y correspondiente a la semana 7 del año 2021 del ciclo productivo 2015- 2017, y el día 20 de mayo de 2020 del ciclo productivo 2018-2020) hasta el término de cada ciclo.

Por otro lado, y en atención a cuantificar el aporte de nutrientes y materia orgánica (específicamente nitrógeno (N) y fósforo (P)), liberado y que se incorpora al medio marino (columna de agua y sedimentos), se realizó un balance de masas para Nitrógeno, Fósforo y Carbono en sus distintas formas, esto es sedimentable y soluble.

El cálculo de los compuestos que son liberados a la columna de agua y aquellos que sedimentan, se basa en el Alimento Suministrado a los peces (AS), el que deriva en Alimento Consumido (AC) y Alimento No Consumido (ANC), de acuerdo con las consideraciones del estudio de Wang et al. (2012).

$$AS = ANC + AC$$

La ecuación anterior, indica que una porción del alimento suministrado (AS) es consumido por la biomasa en cultivo (AC), mientras que la porción restante es perdida como partículas orgánicas, denominándose alimento no consumido (ANC). En relación a este punto, se menciona que de acuerdo información proporcionada por Nova Austral S.A. El porcentaje de pérdida por alimento no consumido corresponde a 1%.

Por su parte, se debe considerar que la composición de la dieta de salmónidos se basa principalmente en proteínas, grasas y carbohidratos, suministrando de esta manera una cantidad de Carbono (C), Nitrógeno (N) y Fósforo (P) al sistema. Por lo que la ecuación antes presentada, se aplica a cada uno de dichos elementos.

Del alimento consumido (AC), parte de él es digerido (AD), lo que quiere decir que el alimento es asimilado por el pez y absorbido por los tejidos, permitiendo su crecimiento. La cantidad restante corresponde a las fecas (F) y es mayormente material orgánico particulado. El alimento digerido puede representarse por la biomasa (B) y la excreción de componentes inorgánicos disueltos (E). Luego, el balance general para C, N y P, para el alimento consumido por los peces, puede ser expresado en la siguiente ecuación:

$$AC = F + AD$$

$$AC = F + (B + E)$$

El alimento digerido (AD) puede ser calculado en base a la Eficiencia de Asimilación (EA), que representa la razón entre el alimento digerido y el consumido. De igual forma, la biomasa puede obtenerse mediante la Eficiencia de Crecimiento (EC), tal como se indica en las siguientes ecuaciones:

$$AD = EA * AC$$

$$B = EC * AC$$

Ahora bien, el C excretado es el CO₂ liberado en la respiración, mientras que el N y el P se excretan principalmente a través de las branquias y en la orina. La cantidad de nutrientes excretados (E) es igual a la cantidad de nutrientes asimilados menos la cantidad de nutrientes retenidos en la biomasa de los peces y puede representarse mediante la siguiente ecuación:

$$E = AD - B$$

De los alimentos ingeridos, una proporción no será digerida por los peces, sino que se liberará en forma de fecas. El contenido no digerible del alimento determinará principalmente la fracción de heces producidas por alimento consumido, y se puede estimar como:

$$F = AC - AD$$

Finalmente, por medio de las ecuaciones planteadas, es posible determinar la cantidad de C, N y P que son liberados tanto a la columna de agua, como al sedimento, como material disuelto ($L_{Disuelto}$) y particulado ($L_{Particulado}$), mediante las siguientes expresiones:

$$L_{Disuelto} = (F \times f_s) + (ANC \times f_s) + E$$

$$L_{Particulado} = (F \times (1 - f_s) + ANC \times (1 - f_s))$$

Donde $L_{Disuelto}$ y $L_{Particulado}$ corresponden al aporte neto de C, N y P liberados a la columna de agua y sedimento, respectivamente, y donde f_s corresponde a un factor de solubilidad para las partículas orgánicas de fecas y ANC, con lo cual se obtienen compuestos orgánicos disueltos. Así, en base a todas las ecuaciones indicadas anteriormente se obtuvo el flujo másico (kg) de C, N y P en sus distintas formas (particulado, disuelto) de acuerdo con el alimento que fue suministrado a los peces producto de la actividad del centro de cultivo.

De acuerdo a la información anterior, se consolida la cantidad de alimento suministrado durante el ciclo productivo. La cantidad de C, N y P considerada corresponde a información proporcionada por el proveedor de alimento del titular de acuerdo con las diferentes dietas entregadas durante el ciclo en infracción. Por otro lado, de acuerdo a Wang et al. (2012), se menciona que la fracción soluble para nitrógeno, fósforo y carbono se considera 15%.

Para estimar la concentración de nutrientes disueltos en la columna de agua, se consideró el volumen de agua que pasa a través de las balsas jaulas. Para esto se consideró la velocidad promedio de las corrientes (0,09 m/s), las dimensiones de las balsas jaulas (40 metros ancho de jaula), la profundidad de la columna (160 metros profundidad), y el área lateral de las jaulas es la superficie a través de la cual el agua fluye debido a las corrientes. El volumen de agua se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$V_d = v_m * A_{jaula} * t_{día}$$

Donde:

V_d : Volumen de agua que pasa a través de las jaulas en el ciclo (m³)

V_m : Velocidad promedio de la corriente durante el ciclo (m/s)

A_{jaula} : Área lateral de las jaulas en la columna (m²)

$T_{día}$: Tiempo (s)

De esta manera, el volumen de agua que interactúa con las jaulas cada día se obtiene multiplicando la velocidad media de la corriente, el área lateral de las jaulas en la columna, y el tiempo en segundos del período sin sobreproducción (escenario RCA o pre-sobreproducción) y con sobreproducción (escenario infracción o post-sobreproducción).

La carga volumétrica de nutrientes disueltos se calculó dividiendo el caudal másico de los nutrientes disueltos entre el volumen de agua que pasa a través de las jaulas en la columna.

$$Carga\ volumetrica\ de\ nutrientes = \frac{m}{V_d}$$

M: Caudal masicos de carbono, nitrógeno y fosforo disueltos.

5.9 Actividades de monitoreo ambiental

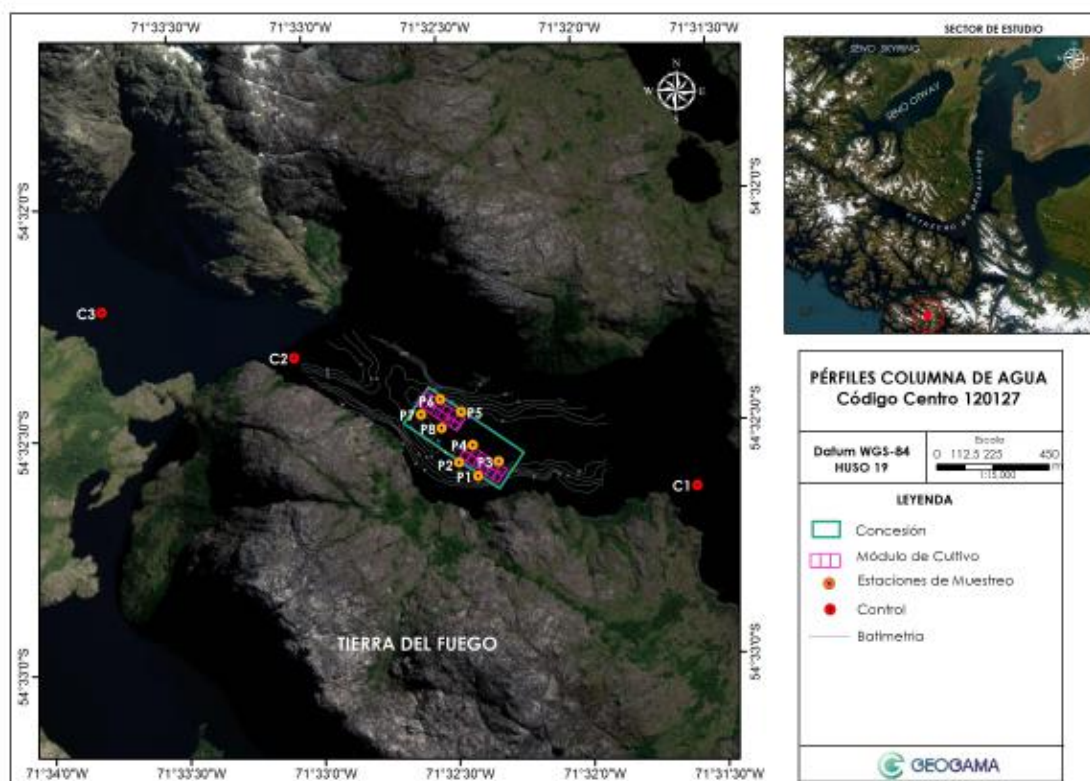
Para conocer el estado de la biota y fauna macrobentónica, sedimentos y otras variables ambientales asociadas a los hechos infraccionales solicitados por la SMA mediante la RES. EX. N°1 / ROL D-129-2023, se revisó los antecedentes presentados por GEOGAMA en cuatro informes que se detallan a continuación.

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

5.9.1 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 (ver Figura 4). 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 4. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.



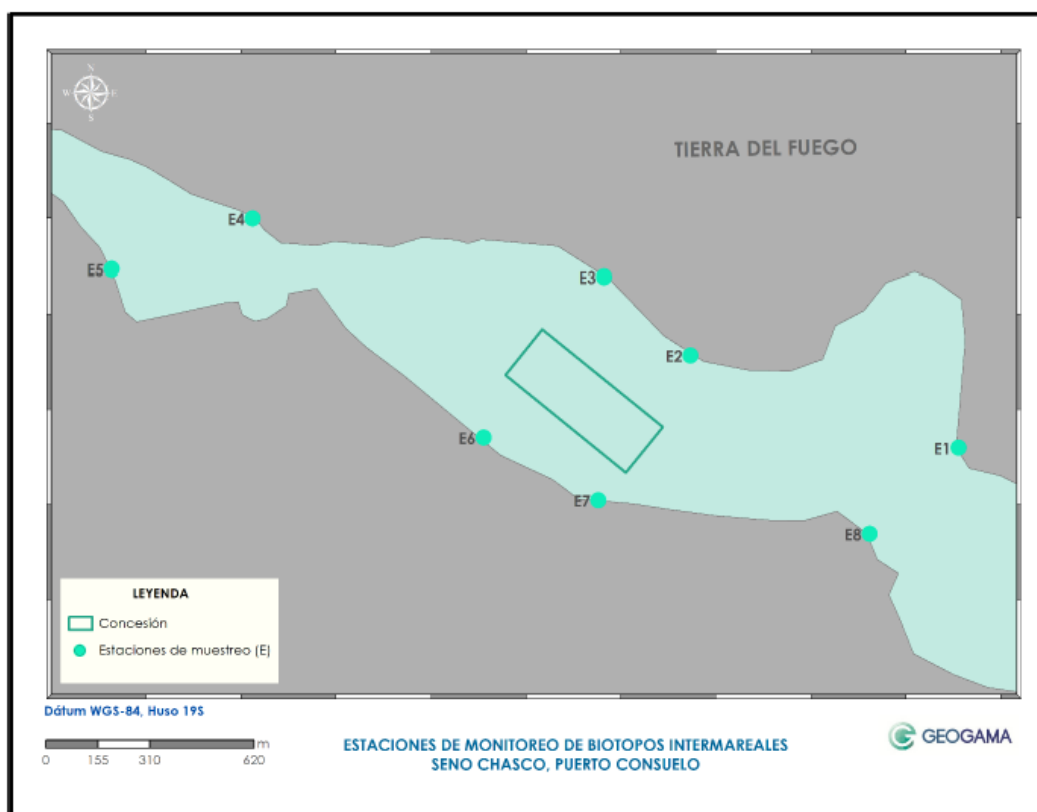
Fuente: Informe "Caracterización del componente Agua de Mar, Mediate Perfiles de Oxígeno, Temperatura y Salinidad en Inmediaciones del CES Cockburn 13." GEOGAMA (2023).

5.9.2 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 5. Ubicación del proyecto y disposición de las unidades de monitoreo.



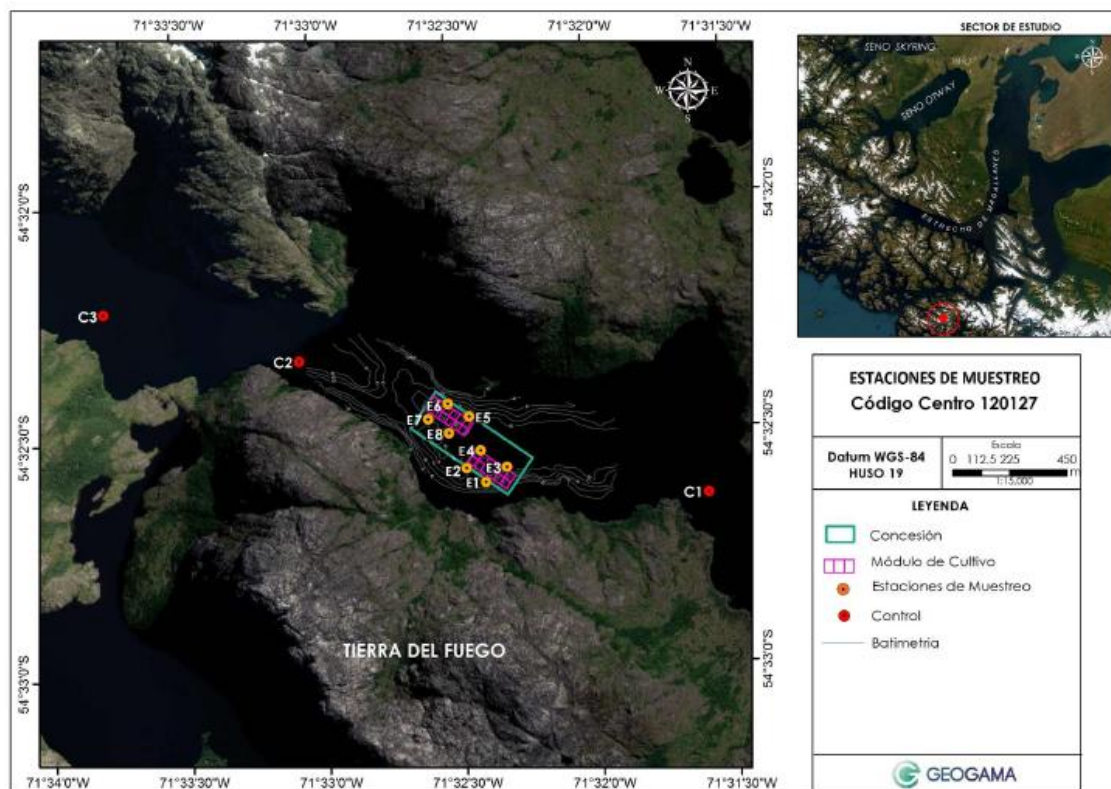
Fuente: Informe "Determinación de Biotopos Intermareales Centro de Engorda de Salmones Seno Chasco, Puerto Consuelo, Cockburn 13." GEOGAMA (2023).

El informe en comento elaborado por GEOGAMA y sus resultados correspondientes, se adjunta a la presente minuta en Apéndice 4.

5.9.3 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 6. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.



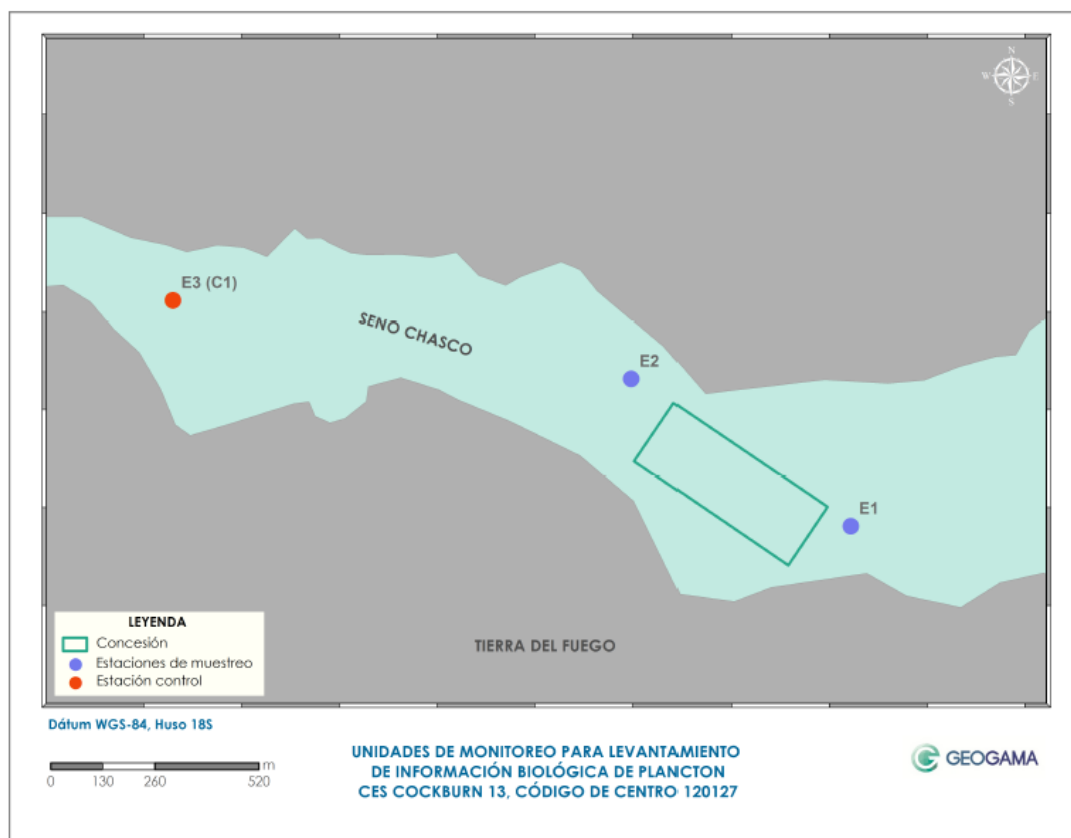
Fuente: Informe "Caracterización fisicoquímica del suelo marino y caracterización de comunidades bentónicas. Centro de Engorda de Salmones, Cockburn 13" GEOGAMA (2023).

El informe en comento elaborado por GEOGAMA y sus resultados correspondientes, se adjunta a la presente minuta en Apéndice 4.

5.9.4 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 μ m tamaño de malla, y zooplancton, utilizando una red Bongo de trama 250 μ m, ambos a diferentes profundidades. GEOGAMA (2023).

Figura 7. 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, Cockburn 13" GEOGAMA (2023).

El informe en comento elaborado por GEOGAMA y sus resultados correspondientes, se adjunta a la presente minuta en Apéndice 4.

6. RESULTADOS

6.1 Caracterización del área asociada al CES Cockburn 13

En primer lugar, es importante señalar que CES Cockburn 13 se encuentra regulado por la RCA N°81/2010, que autorizó la instalación de un centro de engorda de salmónidos, con el objeto de producir 5.400 toneladas, en un área de 8,25 hectáreas. La concesión asociada al Centro de Engorda de Salmónidos Cockburn 13 se encuentra ubicada en el Seno Chasco, Puerto Consuelo, canal Cockburn, comuna de Cabo de Hornos, región de Magallanes y Antártica Chilena.

Las coordenadas geográficas asociadas a los vértices de la respectiva concesión se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Coordenadas de los vértices de la concesión

Vértice	Longitud (s)	Latitud (W)
A	54° 32' 24.64"S	71° 32' 33.92"W
B	54° 32' 33.46"S	71° 32' 13.18"W
C	54° 32' 38.03"S	71° 32' 18.93"W
D	54° 32' 29.21"S	71° 32' 39.67"W

Fuente: Plano "REVISIÓN INFA CENTRO 120127 07-01-2020", SERNAPESCA

De acuerdo con la **Caracterización Preliminar de Sitio (CPS)**, incluida como anexo en la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto, en primer lugar, se puede indicar que este centro **fue definido de Categoría 5**, en conformidad a lo señalado en el numeral 5 de la Resolución SUBPESCA N.° 3612/2009, y a las características del proyecto. Entre los principales aspectos del proyecto, se pueden destacar los siguientes elementos.

La costa junto a la concesión posee una pendiente pronunciada, principalmente rocosa **con una pobre vegetación**. En la costa aledaña a la concesión no existen cursos de agua de importancia.

Figura 8. Vista de centro – DIA



Fuente: Expediente de Evaluación SEIA.

En cuanto a las condiciones meteorológicas, el informe CPS señala que la magnitud del viento al momento de muestreo osciló entre los 5 y 8 nudos con dirección Noroeste, con una visibilidad aproximada de 3 a 6 km y con nubosidad parcial.

La columna de agua en la superficie no presenta espuma y tiene una transparencia de 5 metros. Los niveles de oxígeno disuelto disminuyen a medida que aumenta la profundidad, alcanzando una concentración máxima de 8,4 mg/l a 9,0 mg/l en la superficie y disminuyendo hasta un mínimo de 7,1 mg/l a una profundidad de 85 metros. La temperatura en la columna de agua muestra una disminución a medida que aumenta la profundidad, con valores que van desde 8,1 °C a 8,5 °C en la superficie, hasta 7,2 °C en las estaciones más profundas, a 1 metro del fondo. La saturación de oxígeno está relacionada con la curva de oxígeno disuelto, mostrando altos porcentajes a lo largo de la columna de agua. La salinidad en la

columna de agua es menor en la superficie, fluctuando entre 29,3 psu y 30,3 psu, mientras que a 1 metro del fondo varía entre 30,3 psu y 31 psu.

En el levantamiento batimétrico se observó una batimetría con una pendiente pronunciada hacia el centro del canal, con los menores valores en el vértice "D". Los registros de profundidad de la concesión oscilan entre los 35 m y 90 m aproximadamente. Cabe señalar que dentro del área solicitada el 96%, presenta profundidades superiores a 60 m, **por lo que se incluye dentro de la Categoría 5.**

Desde la perspectiva y escala del análisis del paisaje, el sitio se encuentra inmerso dentro de una macro unidad de paisaje correspondiente a la zona Norte de los "Fiordos y Canales Australes".

Respecto a la biota y fauna macrobentónica, de la revisión del expediente de evaluación ambiental, no se reconocen antecedentes asociados a estos componentes.

6.2 Revisión de la denuncia presentada por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

La Dirección Regional del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura Magallanes denuncia al titular en materia sobre la superación de producción respecto a lo autorizado en su Resolución de Calificación Ambiental y Proyecto Técnico durante el ciclo productivo 2015-2017, esta denuncia llega a la SMA como ORD/°116/2018 E18984 con fecha del 19 de octubre 2018. Esta denuncia levantó el informe de fiscalización ambiental DFZ-2019-1293-XII-RCA, el cual identificó como hallazgo que la producción del referido CES había superado en 2.610,38 toneladas a lo autorizado en su respectiva RCA y proyecto técnico (5.400 toneladas), durante el referido ciclo productivo. Adicionalmente se constató la existencia de condiciones anaeróbicas en la referida unidad fiscalizable.

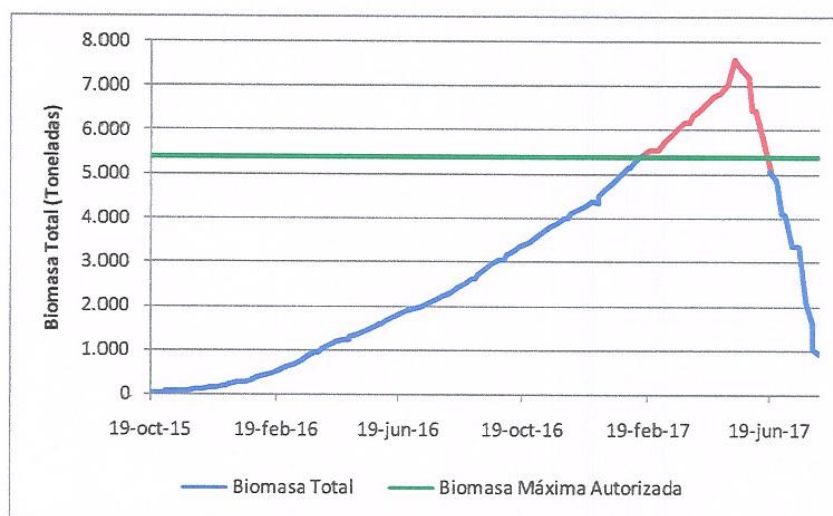
En el informe de denuncia realizado por SERNAPESCA se verificaron tres aspectos específicos con distintas fuentes de información oficial, i) La producción total del centro de cultivo en el ciclo reproductivo 2015 al 2017. ii) mortalidad producida y iii) densidad de cultivos producidas en el último ciclo reproductivo.

Los resultados de este informe, basados en la información recopilada de la plataforma SIFA del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, en el centro de

cultivo se ingresaron 1.354.036 peces, iniciando el ciclo productivo la Semana 43 del año 2015 (19-OCT-2015 AL 25-OCT-2015) y finalizando en la semana 32 del año 2017 (7-AGO- 2017 al 13-AGO-2017). La cosecha total en el ciclo productivo fue de 1.262.529 peces, iniciando la cosecha la Semana 20 de 2017 (15-MAY-2017 al 21-MAY-2017) y finalizando la semana 32 de 2017 (07-AGO-2017 Al 13-AGO- 2017). La mortalidad generada en este ciclo productivo sumó 89.841 peces (6,63%). En términos de biomasa, este centro de cultivo cosechó 7.796.079,7Kg (7.796 toneladas), en tanto que la mortalidad acumuló 214.304 Kg (214.30 toneladas), lo que suma 8.010.383,74Kg efectivamente producidos durante el ciclo productivo (8.010,38 toneladas).

En conclusión, durante el período comprendido entre la semana 7 (13-FEB-2017) y la semana 24 (18-JUN-2017), se observa una superación en la biomasa en 2.610.383,74 Kg en comparación con lo autorizado (5.400 toneladas). En la Figura 9 se representa lo anteriormente señalado, donde en color rojo el indica el período en el que se supera la producción máxima autorizada, teniendo en cuenta la cosecha, la mortalidad y la biomasa viva.

Figura 9. Variación de la producción acumulada en el CES Cockburn 13 (120127) durante el último ciclo productivo (2016-2017).



Fuente: Informe de denuncia a CES Cockburn 13 de SERNAPESCA.

6.3 Revisión del Informe de Fiscalización Ambiental (SMA)

A partir de la revisión de los Informes Técnicos de Fiscalización Ambiental expedientes DFZ-2019-1293-XII-RCA, DFZ-2018-2597-XII-RCA, DSI-2023-19-XII-RCA, se puede indicar que:

- El informe DFZ-2019-1293-XII-RCA se refiere principalmente a la denuncia ciudadana realizada por el Comité Pro-defensa de la Flora y Fauna y el informe de denuncia de SERNAPESCA de magallanes descrito en el acápite anterior. Siendo la materia de fiscalización la existencia de condiciones anaeróbica y la superación de producción dentro del CES. Concluyendo que *"La producción del centro de engorda de salmones superó en 2.610,38 toneladas lo autorizado en su Resolución de Calificación Ambiental y Proyecto Técnico (5.400 toneladas) durante el ciclo productivo 2015-2017"...* *"De forma coincidente con el período en que se identifica la superación de la producción máxima autorizada para el centro de cultivo, se constató la existencia de condiciones anaeróbicas en el mismo. A este respecto, cabe señalar que la Información Ambiental (INFA) levantada con fecha 21/07/17 arrojó que la concentración de oxígeno disuelto a 1 metro del fondo en los 2 perfiles de columna de agua efectuados no cumplió el límite de aceptabilidad definido en la Resolución Ex. N°3612/2009 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura que fija las metodologías para elaborar la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) y la Información Ambiental (INFA)".*
- El informe DFZ-2018-2597-XII-RCA da cuenta en materia de fiscalización de la presencia de estructuras de cultivo en cantidades y dimensiones diferentes a las establecidas en el proceso de evaluación ambiental, así como su posible ubicación fuera del área de concesión acuícola otorgada. Sin embargo, el informe concluye que los hechos constatados en el informe, no se identificó la existencia de hallazgos vinculados a los instrumentos de carácter ambiental de competencia de la Superintendencia.
- Respecto al Informe de Fiscalización DSI-2023-19-XII-RCA, el objetivo fue evaluar el cumplimiento de los límites de producción máxima autorizados en su Resolución de Calificación Ambiental (RCA) y proyecto técnico desde 13/08/2018 al 01/06/2020. El análisis se llevó a cabo mediante la información reportadas por el titular a través del Sistema de Información para la

Fiscalización de Acuicultura (SIFA) del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA). Donde se evaluó la información de mortalidad y cosecha. En relación con la fiscalización realizada, se detectaron hallazgos relacionados con la superación de la producción máxima autorizada en los ciclos operativos evaluados. Específicamente, se identificó una sobreproducción del 15.74% (850.15 toneladas) en el ciclo productivo que abarcó desde el 13 de agosto de 2018 hasta el 1 de junio de 2020. Además, se registraron muestras de Información Ambiental (INFA) que revelaron la presencia de condiciones anaeróbicas en los ciclos con sobreproducción.

En términos generales, los Informes de Fiscalización Ambiental de la SMA referencian y validan los hechos denunciados por SERNAPESCA, no incorporando mayores antecedentes. Sin perjuicio de lo anterior, también en el informe DFZ-2018-2597-XII-RCA, se puede reconocer plenamente el cumplimiento de los compromisos asumidos por el titular, en relación con los hechos denunciados.

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, las INFAs realizada en el CES Cockburn 13 referentes a los ciclos con máxima producción del CES y consideradas en la formulación de cargos, se indican a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4. INFAs relacionadas con la formulación de cargos

#	ORD. N°	Fecha	Fecha muestreo	Resultado	Ciclo productivo	Hecho Infraccional
1	077599	30-09-2015	19-08-2015	Aeróbicas	19-10-2015 al 07-08-2017	Cargo N°1
2	114683	04-08-2017	21-07-2017	Anaeróbicas		
3	129021	31-07-2019	03-07-2018	Aeróbicas	13-08-2018 al 01-06-2020	Cargo N°2
4	152319	07-07-2020	20-05-2020	Anaeróbicas		
5	DN- 04748/2021	18-11-2021	30-09-2020	Aeróbicas	S/I	No aplica
6	DN - 00100/2024	08/01/2024	09-12-2023	Aeróbicas	S/I	

Fuente: elaboración propia a partir de información proporcionada por el titular.

Para el caso de la INFAs mencionadas para el comienzo de los ciclos reproductivos (ORD. N° 077599 y ORD. N°129021), las condiciones ambientales informadas por estas fueron Aeróbicas, por lo que las se puede verificar que se encontraban las condiciones para el comienzo de un nuevo ciclo.

Respecto a las INFAs mencionadas al cierre del ciclo (ORD. N°114683 y ORD. N° 152319), informan que las condiciones ambientales son Anaeróbicas, ya que se registró la presencia de microorganismos en la mayoría de los transectos de filmación submarina realizadas y se concluye que no se podrá hacer ingreso de nuevos ejemplares mientras que no se reestablezcan las condiciones aeróbicas (art. 20 RAMA).

En cuanto a los resultados del oxígeno disuelto para la INFA ORD. N°114683 (**hecho infraccional N°1**), se ha observado que la profundidad de la columna de agua que presenta niveles inferiores a 2,5 mg/L se encuentra entre los 60 y 75 metros de profundidad. En el caso de la INFA ORD. N°152319 (**hecho infraccional N°2**), la profundidad de la columna de agua con niveles inferiores a 3 mg/L se sitúa entre los 50 y 87 metros.

De igual manera, como antecedente se registra la INFA N° DN- 04748/2021 del 30 de septiembre de 2020, la cual mostró condiciones aeróbicas para dicho periodo. Lo anterior, puede implicar que bajo condiciones de no operación del centro se desarrolle un proceso de recuperación natural de las condiciones ambientales asociadas, tal como se señala en ORD N°884 del 22 de julio de 2022 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Por otro lado, se realizó una INFA interna del CES, con fecha de muestreo el 08/09/2023, asociada al hecho infraccional N°2, la cual presentó una condición anaeróbica, observándose el parámetro de oxígeno disuelto menor a lo establecido por la Res. Ex. 3612/09 para condiciones aeróbicas en 5 estaciones de muestreo y post anaeróbica en 7 estaciones de muestreo.

Además de lo anterior, se realizó una INFA adicional interna del CES (Ord. N° DN - 00100/2024), que corresponde al periodo posterior a los hechos infraccionales, con fecha de muestreo el 09-12-2023. Los resultados indican una condición aeróbica del medio marino, en donde se observa que se cumple con el nivel de aceptabilidad para el O₂ en un CES de categoría 5, esto para las 8 estaciones de monitoreo (mayor o igual a 3mg/L a 1m del fondo). Lo anterior demuestra que a la fecha existe una condición ambiental favorable en el CES y, al igual que en el caso anterior, que existió una recuperación natural de las condiciones ambientales.

6.5 Caracterización de corrientes y columna de agua

A partir de la revisión realizada al “Estudio de Correntometría 30 días columna completa” (Apéndice 5), se puede observar una profundidad del punto de muestreo de 87,8 m, ubicado en las coordenadas 335.573 Este, 3.953.238 Norte (Datum WGS-84, Huso 19S). El estudio definió a las profundidades de 4,62 m como capa superficial, 40,62 m como capa intermedia y 82,62 m capa profunda.

La velocidad corriente promedio es de $18,74 \pm 5,10$ cm/s; en la capa superficial, correspondiente a 4,62 m, presenta una velocidad media de $18,33 \pm 7,18$ cm/s con un valor máximo de 37,32 cm/s; en la capa intermedia (40,62 m) la velocidad media es de $19,01 \pm 0,65$ cm/s y su máximo alcanza los 21,69 cm/s y en la capa profunda, de 82,62 m, la velocidad media es de $12,42 \pm 2,79$ cm/s y su máximo registrado es de 24,64 cm/s.

En complemento, la máxima de las velocidades medias se produce a una profundidad de 31,62 m, mientras que la mínima se registra a 82,62 m, con $27,59 \pm 5,64$ cm/s y $12,42 \pm 2,79$ cm/s, respectivamente. De la totalidad de los datos, el 90,3% corresponde a velocidades menores a 25,0 cm/s. En cuanto a dirección de las corrientes, para toda la columna de agua, la dirección noreste es la que presenta una velocidad media elevada. Sin embargo, la dirección predominante es Sureste y Este en las capas superficiales; Noreste y Norte en las intermedias y Suroeste y Oeste en las profundas. Los resultados de vector progresivo indican que la distancia

final más lejana recorrida se produce a una profundidad de 31,62m, con una distancia de 689,39 Km (correspondientes a 22,98 km/día) y dirección Noreste. La distancia final más cercana se produce a una profundidad de 61,62 m, 117,41 km (3,91 km/día) y dirección Noreste. Por último, los resultados obtenidos sobre marea presentan una pleamar máxima de +1,12 m y bajamar mínima de -0,64 m, siendo el rango medio mareal 0,88 m.

6.6 Antecedentes del centro levantado en el marco de la certificación ASC

A partir de la información contenida en los informes técnicos “Informe ASC Cockburn 13”, “OT 3606-0 Caracterización biodiversidad” y “Cockburn 13 ASC 2.4 Final”, se cuenta con resultados de muestreo realizado en el marco del criterio 2.4 ASC Salmon Standard, realizados en enero 2016, noviembre del 2018 y agosto de 2023 respectivamente en las proximidades de las instalaciones del centro, y, sumado a lo anterior, la línea de base de biodiversidad del proyecto elaborada en 2010, se analizaron los principales resultados para cada uno de ellos y se pudo ir contrastando la información de biodiversidad a través de los años.

Primeramente, se analizó la línea de base de biodiversidad para el proyecto “Centro de Cultivo Canal Cockburn, seno Chasco.”, en el cual se realizó un levantamiento bibliográfico de las posibles especies que se podrían encontrar en el área donde se emplaza el proyecto. Debido a la metodología utilizada la cual cruzaba datos históricos de monitoreos realizados en terreno, no se pudieron observar registros de mamíferos marinos ni de aves en el área de referencia de 18km. Por lo cual, la línea de base no presenta antecedentes cualitativos ni cuantitativos acerca de la biodiversidad, abundancia y distribución espacial de los mamíferos marinos ni aves del sector.

Posteriormente, a la elaboración de la línea de base de biodiversidad y la aprobación del proyecto, se realizaron tres informes que corresponden a los años 2016, 2018 y 2023 siguiendo los lineamientos establecidos en la ASC. De los tres informes se presentan a continuación en la Tabla 5 los resultados de dichos informes con respecto a los mamíferos marinos y aves terrestres y acuáticas/marinas,

Tabla 5. Registro de aves en área de estudio CES Cockburn 13, 2016-2018-2022.

Muestreo	Resultados	Nombre Común	Estado de Conservación (UICN)
Enero 2016	<i>Chloephaga hybrida</i>	Caranca	Preocupación menor
	<i>Tachyeres pteneres</i>	Quetro no volador	Preocupación menor
	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Preocupación menor
	<i>Phalacrocorax atriceps</i>	Cormorán imperial	Preocupación menor
	<i>Phalacrocorax magellanicus</i>	Cormorán de las rocas	Preocupación menor
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	Preocupación menor
	<i>Ceryle torquata</i>	Martin pescador	Preocupación menor
	<i>Stercorarius chilensis</i>	Salteador chileno	Preocupación menor
	<i>Caracara plancus</i>	Traro	Preocupación menor
	<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	Preocupación menor
	<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	Preocupación menor
	<i>Sephanoides sephanooides</i>	Picaflor chico	Preocupación menor
	<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	Preocupación menor
	<i>Scytalopus magellanicus</i>	Churrín del sur	Preocupación menor
	<i>Phrygilus patagonicus</i>	Cometocino patagónico	Preocupación menor
Noviembre 2018	<i>Tachyeres pteneres</i>	Quetru no volador	Preocupación menor
	<i>Chloephaga hybrida</i>	Caranca	Preocupación menor
	<i>Larus dominicanus</i>	Cormorán imperial	Preocupación menor
	<i>Phalacrocorax atriceps</i>	Salteador chileno	Preocupación menor
	<i>Stercorarius chilensis</i>	Petrel gigante	Preocupación menor
	<i>Macronectes giganteus</i>	Churrete	Preocupación menor
	<i>Cinclodes patagonicus</i>		
Agosto 2023	<i>Chloephaga hybrida</i>	Caranca	Preocupación menor
	<i>Tachyeres pteneres</i>	Quetru no volador	Preocupación menor
	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Preocupación menor
	<i>Phalacrocorax atriceps</i>	Cormorán imperial	Preocupación menor
	<i>Phalacrocorax magellanicus</i>	Cormorán de las rocas	Preocupación menor
	<i>Cathartes aura</i>	Jote cabeza colorada	Preocupación menor
	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	Vulnerables
	<i>Caracara plancus</i>	Traro	Preocupación menor
	<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	Preocupación menor
	<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	Preocupación menor
	<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	Preocupación menor
	<i>Scytalopus magellanicus</i>	Churrín del sur	Preocupación menor

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde informes de ASC elaborados por GEOGAMA (Apéndice 2).

Con respecto a la Tabla 5, se desprende que, del total de especies avistadas durante las tres (3) campañas, solo el cóndor posee un estado de conservación diferente a preocupación menor; además, se indica en el informe de 2023 que en

el área recorrida no se evidenció la actividad reproductiva de las especies de aves avistadas. Por último, se establece que “[...]De acuerdo a los indicadores de diversidad, estos describen una estructura comunitaria caracterizada por valores bajos y moderados de riqueza específica (S), pero con altos niveles de Uniformidad [...]”

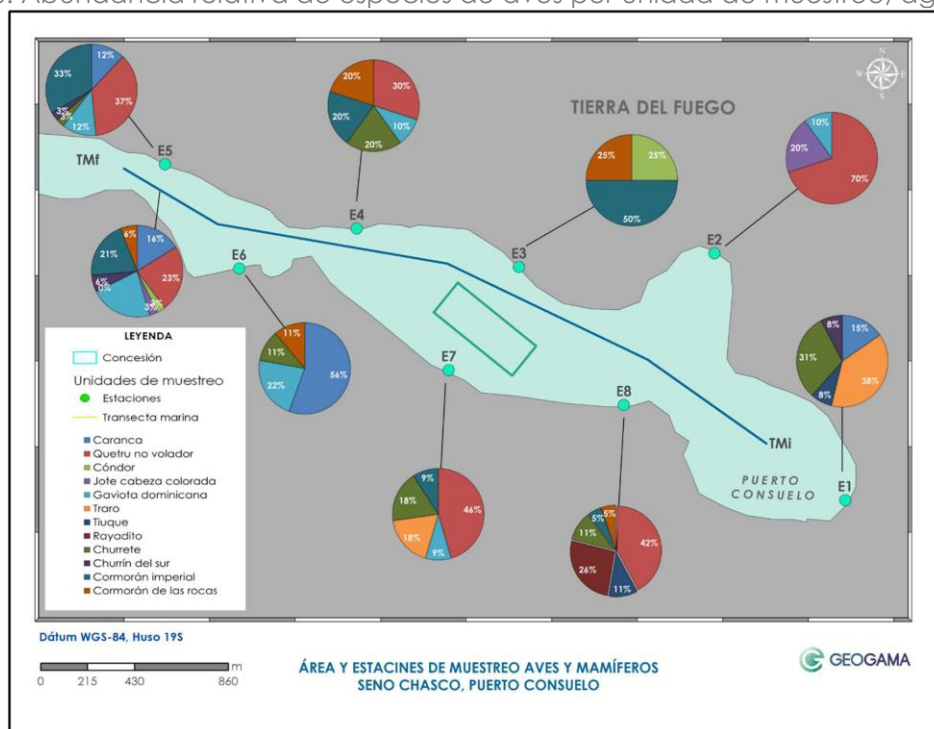
Respecto de las actividades de mamíferos marinos, que fueron realizados en fechas y horarios coincidentes con las de registro de aves (utilizando las mismas estaciones y transectas de los informes mencionados), se pudo establecer que, en el informe de enero de 2016, no se registraron mamíferos marinos en el terreno realizado, sin embargo, los trabajadores del sector han identificado la presencia de pingüino magallánico (*Spheniscus magellanicus*) y de Lobo marino común (*Otaria flavescens*). Para la campaña realizada en noviembre de 2018 no se hace mención del registro de mamíferos marinos en el área evaluada correspondiente a 3.000m desde el área de la concesión. Finalmente, en la campaña realizada en agosto de 2023 se pudo constatar la presencia de Lobo marino común (*Otaria flavescens*) y de chungungo (*Lontra felina*).

Los mamíferos identificados en las campañas de terreno presentan categoría de conservación según la UICN, donde el lobo marino común (*Otaria flavescens*) y el pingüino magallánico (*Spheniscus magellanicus*) son catalogados como “Preocupación Menor”, mientras que el chungungo (*Lontra felina*) se encuentra “En Peligro”.

A mayor abundamiento, en el informe elaborado en agosto de 2023 se realizó una prospección del ensamble de aves y mamíferos marinos/costeros presentes en la ubicación del CES, lo que se encuentra contenido en el informe técnico “OT 3606-0 Caracterización biodiversidad “. En dicho informe se realizó un análisis de los principales parámetros comunitarios para aves y mamíferos marinos (cálculo de abundancia e índices de biodiversidad).

Los resultados del estudio indicado se presentan en la Tabla 6 y Figura 10.

Figura 10. Abundancia relativa de especies de aves por unidad de muestreo, agosto 2023.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde informes de ASC elaborados por GEOGAMA (Apéndice 2).

Tabla 6. Índices de Diversidad Específica (S), Abundancia (N), Uniformidad de Pielu (J'), Diversidad de Shannon (H') y Dominancia de Simpson (D); Para las diferentes unidades de muestreo.

Estaciones	S	N	H'	J'	D
E1	5	13	1,4	0,9	0,3
E2	2	8	0,4	0,5	0,8
E3	3	4	1	0,9	0,4
E4	5	10	1,6	1	0,2
E5	7	34	1,5	0,8	0,3
E6	4	9	1,1	0,8	0,4
E7	5	11	1,4	0,9	0,3
E8	7	24	1,7	0,9	0,2
TM	7	66	1,8	0,9	0,2
Promedio	5	19,9	1,3	0,8	0,3
DE	1,8	19,6	0,4	0,1	0,2

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde informes de ASC elaborados por GEOGAMA (Apéndice 2).

En resumen, respecto de la estructura comunitaria de la avifauna el informe indica que la mayor frecuencia de aparición fueron Cormorán imperial (35 individuos) presente en siete unidades de muestreo y el Quetru no volador (51 individuos), presente en seis de las unidades de estudios. Respecto de los indicadores de diversidad, se indica que la estructura comunitaria se caracteriza por valores bajos y moderados de riqueza específica (S), con altos niveles de Uniformidad, lo cual indica una distribución numérica equitativa en los aportes de los diferentes taxones a la abundancia total del sector.

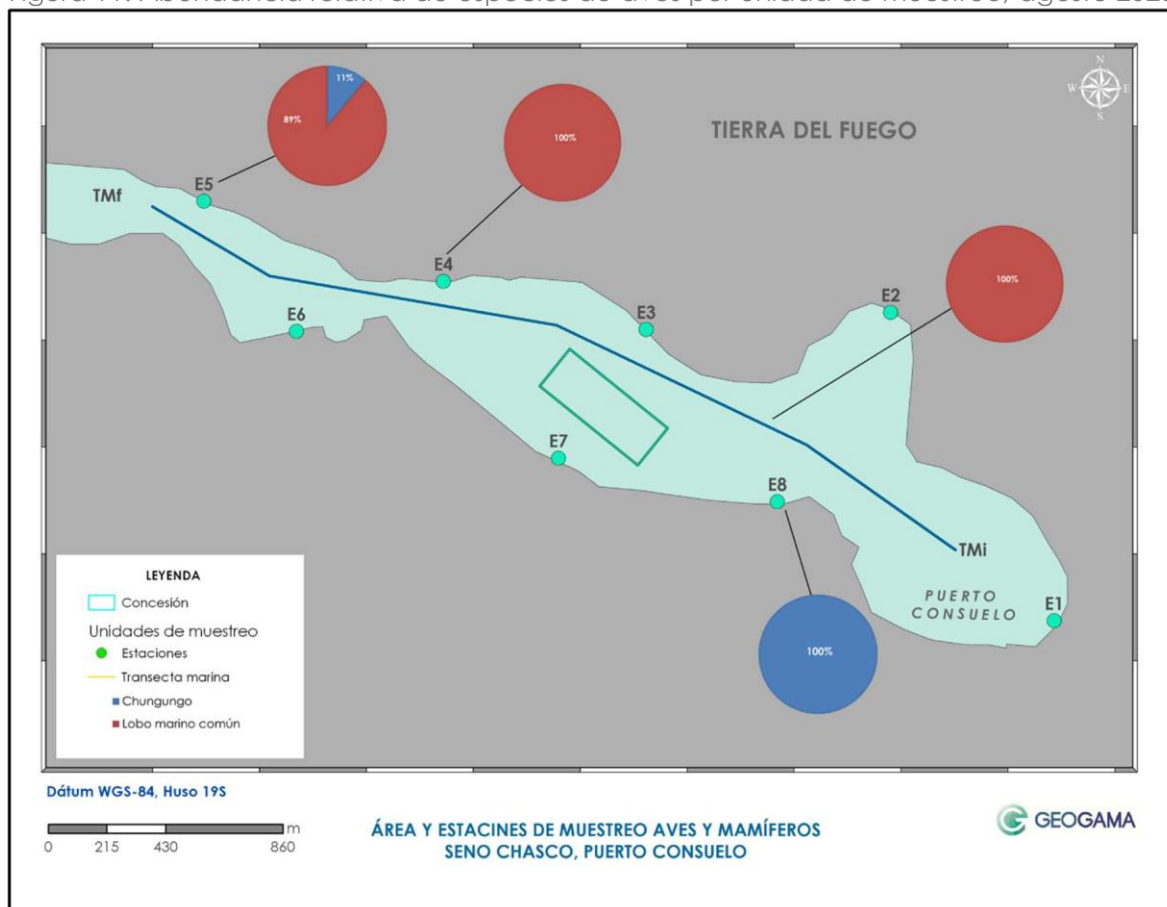
Respecto del monitoreo de mamíferos marinos que se realizó en el mes de agosto de 2023, se registraron 2 especies de mamíferos pertenecientes al orden Carnívora. En este caso, la especie más abundante fue el lobo marino común, con un total de 19 registros, mientras que el chungungo tuvo 6 registros.

Tabla 7. Registro de mamíferos en área de estudio CES Aracena 1, julio 2023.

Muestreo	Resultados	Nombre Común	Estado de Conservación (IUCN)
Julio 2023	<i>Lontra felina</i> <i>Otaria flavescens</i>	Chungungo Lobo marino común	En Peligro Preocupación menor

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde informes de ASC elaborados por GEOGAMA (Apéndice 2).

Figura 11. Abundancia relativa de especies de aves por unidad de muestreo, agosto 2023.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde informes de ASC elaborados por GEOGAMA (Apéndice 2).

Por otro lado, en las conclusiones de dichos informes se indica que, si bien el centro de cultivo se encuentra próximo al Parque Nacional Alberto de Agostini, las actividades productivas del centro no han interferido con el desarrollo de actividades científicas y de conservación realizadas en esta área protegida. Asimismo, también indica que el centro no presenta sobreposición espacial con otras Áreas de Alto Valor en Conservación (AAVC) reconocidas a nivel nacional, o de carácter internacional como Reservas de la Biosfera o sitios Ramsar.

Asimismo, según se establece en el Decreto N°80/65 del ministerio de agricultura, el cual crea el **Parque Nacional de Turismo Alberto M. de Agostini**, donde se señala que **se protege esta área con el objetivo de garantizar la vida de determinadas especies arbóreas y de conservar la belleza del paisaje**, los informes dan cuenta

de que se han mantenido intactos los objetivos del área protegida, no evidenciándose alteraciones por la operación del CES Cockburn 13.

Finalmente, se desprende que, de los cuatro informes revisados de biodiversidad, de aves y mamíferos marinos, que no se puede establecer algún tipo de relación de afectación con respecto al funcionamiento del CES Cockburn 13, durante los ciclos productivos del 2015 al 2017 y del 2018 al 2020.

6.7 Resultados modelación de dispersión de carbono

Acorde a lo solicitado en la Res. Ex N°3 y N°5 ROL D-129-2023 en los considerandos 16.5 y 21, respectivamente, a continuación se presentan los resultados de la modelación NewDepomod para cada uno de los escenarios solicitados.

6.7.1 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 (marzo 2025), referentes a la producción de modelación NewDepomod se detallan a continuación:

Tabla 8. Características inputs modelo, parámetros de la simulación, producción.

Producción	Unidad	RCA	Formulación de cargos A	Formulación de cargos B
Contenido de agua en el Alimento	%	7,0	7,0	7,0
Digestibilidad	%	92,0	92,0	92,0
Porcentaje de alimento no consumido	%	3,0	3,0	3,0
Porcentaje de carbono en el pellet de alimento	%	49,0	49,0	49,0
Porcentaje de carbono en las fecas	%	30,0	30,0	30,0
Producción total	Ton	5.400,0	7.863,0	6.305,0
Factor de conversión		1,20	1,20	1,20
Duración de ciclo	meses	22	22	22
Alimentación		Cada hora	Cada hora	Cada hora

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" (Apéndice 3).

Tabla 9. Características inputs modelo, parámetros de la simulación, alimento³.

Alimento	Unidad	RCA	Formulación de cargos A	Formulación de cargos B
Largo	mm	12,0	12,0	12,0
Diámetro	mm	12,0	12,0	12,0
Densidad	g/l	700,0	700,0	700,0
Velocidad de hundimiento	m/s	0,125	0,125	0,125

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" (Apéndice 3).

Tabla 10. Características inputs modelo, parámetros de la simulación, fecas.

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

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" (Apéndice 3).

El detalle de esta información se puede reconocer en el Apéndice 3, en el Informe Técnico "Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos".

6.7.2 Inputs – Batimetría

La batimetría de la zona muestra una direccionalidad Este - Oeste. La batimetría empleada en la zona tiene una profundidad media de 48,54 m, presentando una pendiente media del 13,2% principalmente en dirección Norte - Sur. GEOGAMA (2025).

La batimetría introducida al modelo NewDepomod presenta las siguientes características:

Tabla 11. Características inputs modelo, parámetros de la simulación, batimetría.

Generación de la grilla	Unidad	Valor
Resolución grilla	m	25x25

³ Cabe destacar que se considera el alimento de mayor calibre para la modelación.

Generación de la grilla	Unidad	Valor
Grilla		36x59
Límite eje x	E m UTM 19S	334950 - 336400
Límite eje y	N m UTM 19S	3952875 - 3953750

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" (Apéndice 3).

6.7.3 Inputs – Módulo de cultivo

La concesión que alberga los módulos de cultivo tiene una direccionalidad Noroeste – Sureste.

Tabla 12. Características inputs modelo, parámetros de la simulación, módulo de cultivo.

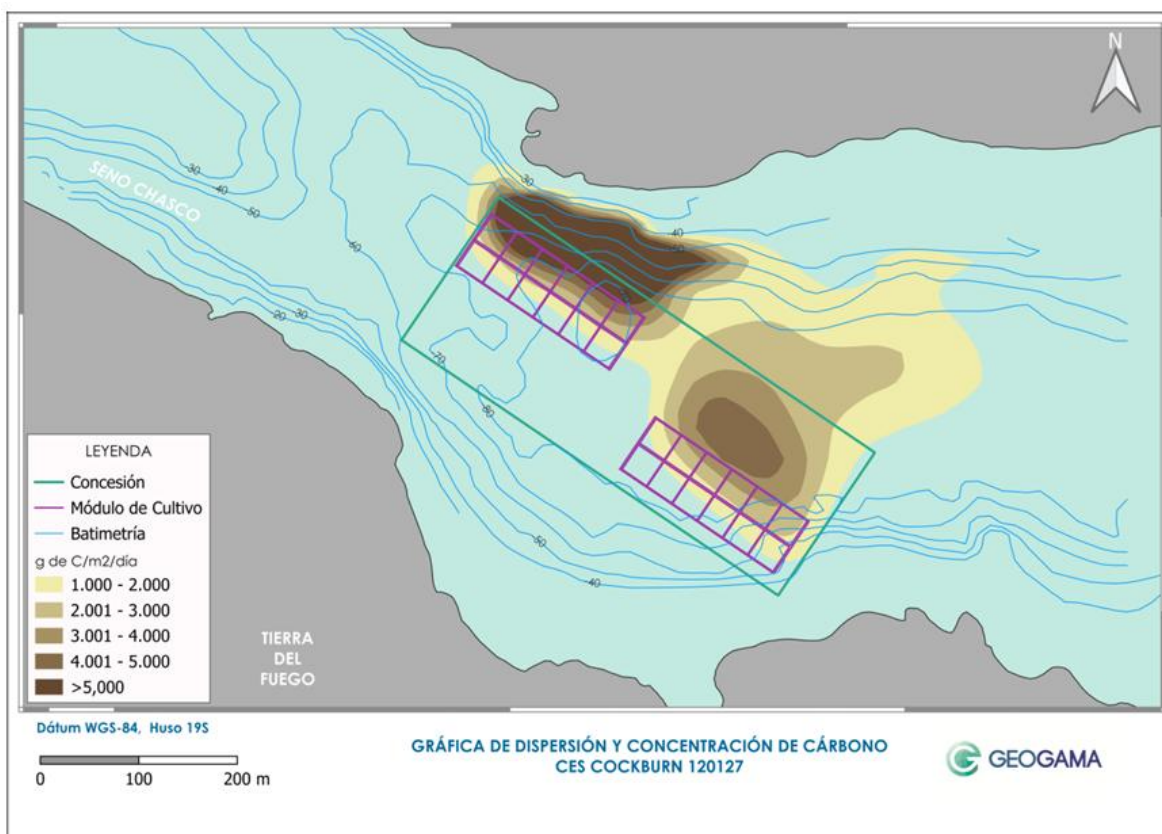
Módulo de cultivo	Unidad	Cantidad
Número de módulos		2
Número de jaulas por módulo		12 – 12
Tipo de jaula		Rectangular
Largo de cada jaula	m	30
Ancho de cada jaula	m	30
Profundidad de cada jaula	m	18

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el informe "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" GEOGAMA (2025).

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

Respecto de la dispersión del carbono orgánico, se puede señalar que conforma un área que se ubica en el eje Noroeste – Sureste, bajo la posición propuesta para los módulos de cultivo presentados en la Figura 12.

Figura 12. Gráfico de dispersión y concentración de carbono orgánico total a partir del alimento no consumido y las fecas para la configuración RCA.



Fuente: Informe “Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos” GEOGAMA (2025).

Respecto de los resultados modelados fuera de la concesión, el valor máximo registrado es de 16,148 g de carbono/m²/día, mientras que dentro de la concesión el máximo alcanzado es de 14,678 g de carbono/m²/día. De igual forma, el valor promedio fuera de la concesión es de 3,059 g de carbono/m²/día y de 3,419 g de carbono/m²/día dentro de la concesión, resultando para el total del área una depositación de 3,224 g de carbono/m²/día de promedio.

Tabla 13. 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	16,148	14,678	16,148
Promedio	3,059	3,419	3,224
Desviación estándar	3,548	2,243	3,015

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
Varianza	12,591	5,032	9,089

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el informe "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" GEOGAMA (2025).

El área total de sedimentación del carbono es de aproximadamente 96.296 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 52.154 m² (54,2%). Sobre el total depositado, el 30,5% de los valores se encuentra entre 1,000 y 2,000 g de carbono/m²/día la cual está fuera de la concesión, además el 7,7% de los valores se encuentra en el rango mayor a 5,000 g de carbono/m²/día.

Tabla 14. 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	29.403(30,5%)	12.591(13,1%)	41.994(43,6%)
2,001 – 3,000	12.922(13,4%)	11.165(11,6%)	24.087(25,0%)
3,001 – 4,000	1.426(1,5%)	9.487(9,9%)	10.913(11,3%)
4,001 – 5,000	1.010(1,0%)	6.552(6,8%)	7.562(7,9%)
>5,000	7.394(7,7%)	4.346(4,5%)	11.740(12,2%)
Total	52.154(54,2%)	44.141(45,8%)	96.296(100,0%)

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el informe "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" GEOGAMA (2025).

Por otra parte, el índice de impacto muestra para el total del área de depositación un valor de 1,02 y se alcanza fuera de la concesión, mientras que dentro de la concesión se presenta un valor de 1,12. Por lo anterior, se considera que el impacto es calificado como bajo, puesto que el valor de índice de impacto es superior a 1.

Tabla 15. 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)	16,148	14,678	16,148
Disponibilidad de oxígeno en el fondo (mmolO ₂ /m ² /día) (velocidad corriente fondo 12,42 cm/s)	1.472,21	1.472,21	1.472,21
Demanda máxima de oxígeno (mmolO ₂ /m ² /día)	1.447,63	1.312,91	1.447,63

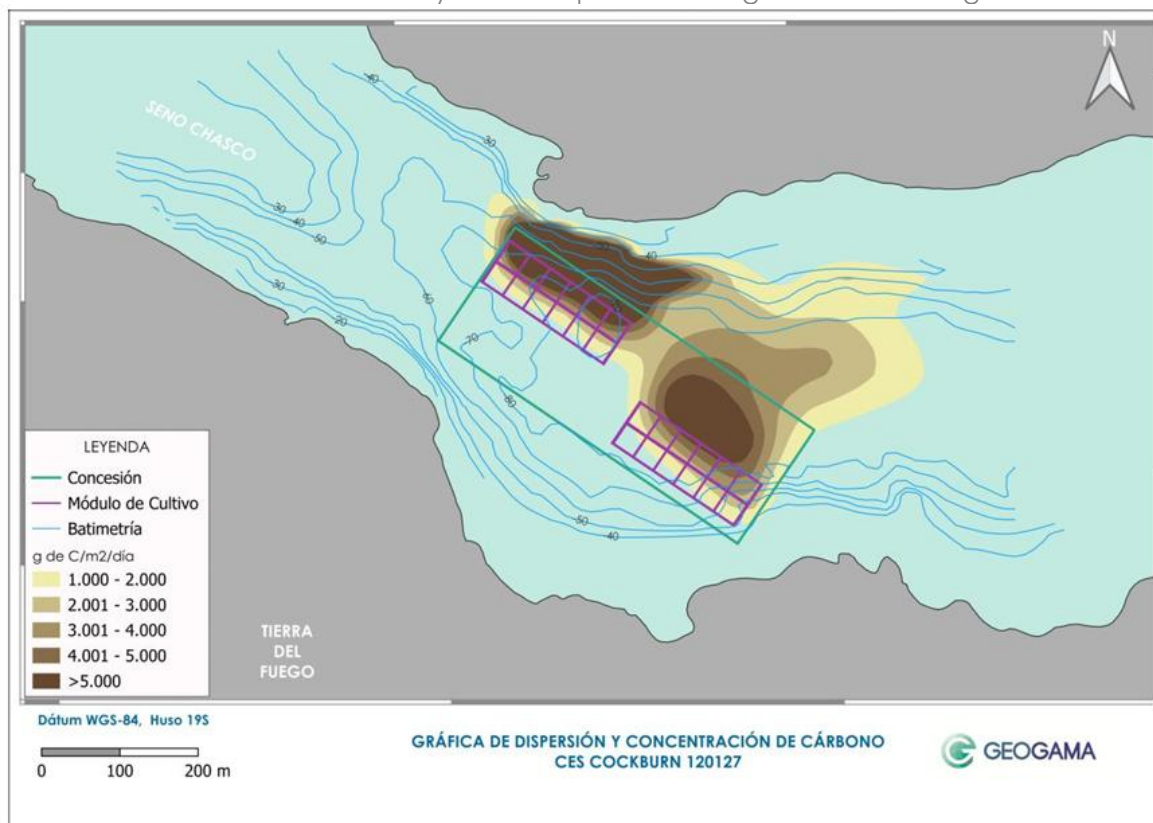
Parámetro	Fuera de la concesión	Dentro de la concesión	Total
Índice de Impacto	1,02	1,12	1,02

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el informe "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" GEOGAMA (2025).

6.7.5 Dispersión y sedimentación de carbono orgánico total (fecas y alimento no consumido) – Escenario Cargo N°1

La dispersión del carbono orgánico conforma un área que se ubica en el eje Noroeste – Sureste bajo la posición propuesta para los módulos de cultivo (Figura 13).

Figura 13. Gráfico de dispersión y concentración de carbono orgánico total a partir del alimento no consumido y las fecas para la configuración del Cargo N°1.



Fuente: Informe "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" GEOGAMA (2025).

Al respecto de los resultados modelados, el valor máximo registrado fuera de la concesión es de 23,647 g de carbono/m²/día, mientras que dentro de los límites de concesión el máximo alcanzado es de 21,434 g de carbono/m²/día. De igual forma

el valor promedio fuera de la concesión es de 2,123 g de carbono/m²/día y de 3,735 g de carbono/m²/día dentro de la concesión, dando un total para el área de depositación de 2,648 g de carbono/m²/día de promedio.

Tabla 16. Resumen estadístico para la depositación de carbono orgánico total configuración del Cargo N°1.

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	23,647	21,434	23,647
Promedio	2,123	3,735	2,648
Desviación estándar	3,802	3,382	3,742
Varianza	14,454	11,435	14,002

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el informe "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" GEOGAMA (2025).

El área total de sedimentación de carbono es de aproximadamente 113.252 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 64.764 m² (57,2%) del total del área de depositación. Sobre el total depositado, el 30,4% de los valores se encuentran entre 1,000 y 2,000 g de carbono/m²/día está fuera de la concesión un 22,4%; y del 22% estimado para el rango de mayor a 5,000 g de carbono/m²/día, 8,1% se encuentra fuera de la concesión.

Tabla 17. Resumen áreas de distribución de carbono orgánico total configuración del Cargo N°1.

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	25.398(22,4%)	9.023(8,0%)	34.421(30,4%)
2,001 – 3,000	17.849(15,8%)	8.599(7,6%)	26.448(23,4%)
3,001 – 4,000	10.744(9,5%)	7.529(6,6%)	18.272(16,1%)
4,001 – 5,000	1.651(1,5%)	7.599(6,7%)	9.249(8,2%)
>5,000	9.123(8,1%)	15.737(13,9%)	24.860(22,0%)
Total	64.764(57,2%)	48.487(42,8%)	113.252(100,0%)

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el informe "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" GEOGAMA (2025).

Por otra parte, el índice de impacto muestra para el total del área de depositación un valor de 0,69 y se alcanza fuera de la concesión. Dentro de la concesión el

Índice de impacto presenta un valor de 0,76. Se considera que fuera de la concesión el impacto es alto puesto que el valor de índice de impacto es inferior a 1.

Tabla 18. Resumen Índice de impacto configuración del Cargo N°1.

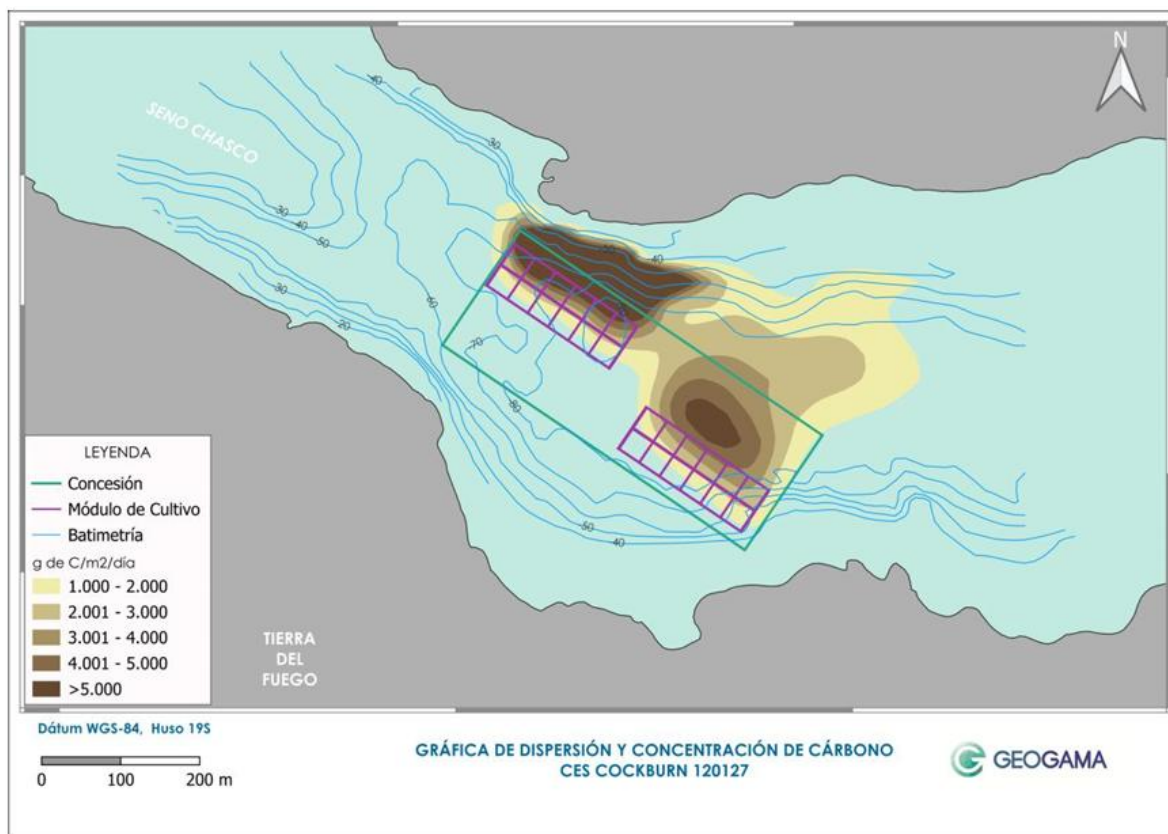
Parámetro	Fuera de la concesión	Dentro de la concesión	Total
Máxima depositación carbono orgánico (g de carbono/m2/día)	23,647	21,434	23,647
Disponibilidad de oxígeno en el fondo (mmolO2/m2/día) (velocidad corriente fondo 14,56 cm/s)	1.472,21	1.472,21	1.472,21
Demanda máxima de oxígeno (mmolO2/m2/día)	2.135,04	3.241,43	4.440,09
Índice de Impacto	0,69	0,76	0,69

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el informe "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" GEOGAMA (2025).

6.7.6 Dispersión y sedimentación de carbono orgánico total (fecas y alimento no consumido) – Escenario Cargo N°2

La dispersión del carbono orgánico conforma un área que se ubica en el eje Noroeste – Sureste bajo la posición propuesta para los módulos de cultivo (Figura 14).

Figura 14. Gráfico de dispersión y concentración de carbono orgánico total a partir del alimento no consumido y las fecas para la configuración del Cargo N°2.



Fuente: Informe "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" GEOGAMA (2025).

Fuera de la concesión, el valor máximo registrado es de 18,902 g de carbono/m²/día, mientras que dentro de la concesión el máximo alcanzado es de 17,233 g de carbono/m²/día. De igual forma el valor promedio fuera de la concesión es de 1,743 g de carbono/m²/día y de 2,995 g de carbono/m²/día dentro de la concesión, y para el total del área de depositación es de 2,158 g de carbono/m²/día.

Tabla 19. Resumen estadístico para la depositación de carbono orgánico total configuración del Cargo N°2.

Estadística	Fuera de la concesión g de carbono/m²/día	Dentro de la concesión g de carbono/m²/día	Total g de carbono/m²/día
Máximo	18,902	17,233	18,902
Promedio	1,743	2,995	2,158

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
Desviación estándar	3,077	2,712	3,015
Varianza	9,465	7,357	9,088

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el informe "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" GEOGAMA (2025).

El área total de sedimentación del carbono es de aproximadamente 103.785 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 57.713 m² (55,6%) del total del área. Sobre el total depositado del 36,2% de los valores, entre 1,000 y 2,000 g de carbono/m²/día, un 26,0% está fuera de la concesión, y para el rango mayor a 5,000 g de carbono/m²/día, del 16,2% total, 7,8% se encuentra fuera de la concesión.

Tabla 20. Resumen áreas de distribución de carbono orgánico total configuración del Cargo N°2.

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	27.032(26,0%)	10.536(10,2%)	37.569(36,2%)
2,001 – 3,000	18.460(17,8%)	10.278(9,9%)	28.738(27,7%)
3,001 – 4,000	3.082(3,0%)	9.434(9,1%)	12.516(12,1%)
4,001 – 5,000	1.026(1,0%)	7.152(6,9%)	8.178(7,9%)
>5,000	8.112(7,8%)	8.672(8,4%)	16.784(16,2%)
Total	57.713(55,6%)	46.072(44,4%)	103.785(100,0%)

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el informe "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" GEOGAMA (2025).

Por otra parte, el índice de impacto muestra para el total del área de depositación un valor de 0,87 y se alcanza fuera de la concesión. Fuera de la concesión el índice de impacto presenta un valor de 0,95. Se considera que fuera de la concesión el impacto es alto puesto que el valor de índice de impacto es inferior a 1.

Tabla 21. Resumen Índice de impacto configuración del Cargo N°2.

Parámetro	Fuera de la concesión	Dentro de la concesión	Total
Máxima depositación carbono orgánico (g de carbono/m ² /día)	18,902	17,233	18,902
Disponibilidad de oxígeno en el fondo (mmolO ₂ /m ² /día) (velocidad corriente fondo 14,56 cm/s)	1.472,21	1.472,21	1.472,21
Demanda máxima de oxígeno (mmolO ₂ /m ² /día)	1.700,08	1.547,09	1.700,08
Índice de Impacto	0,87	0,95	0,87

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos desde el informe "Informe Técnico: Modelación de dispersión de carbono: Centro de Engorda de Salmones COCKBURN 13: RCA – Formulación de cargos" GEOGAMA (2025).

6.7.7 Resumen de resultados de la depositación de carbono

Al realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos a través de la modelación NewDepomod para los 3 escenarios (RCA, Cargo 1 y Cargo 2), se concluye que:

- Para el caso del cargo N°1, se generó un aumento en el área de influencia modelada en 16.956 m² adicionales (incremento de 18%) respecto del escenario de cumplimiento (RCA). Por su parte, en el cargo N°2 la modelación arrojó un aumento del área de influencia en 7.489 m² (incremento en un 8%). Lo anterior estaría asociado a la mayor emisión de materia orgánica al medio marino producto del alimento no consumido y las fecas generadas por los peces, para lo cual el balance de masa permite tener una aproximación al efecto que habría tenido la sobreproducción del cada ciclo en la columna de agua y sedimento marino.
- Respecto al índice de impacto, se concluye que el índice de impacto entre el área total RCA y el Cargo N°1 presenta una diferencia de 0,33, siendo menor en la configuración del Cargo N°1. Para ambos casos el índice de impacto menor se encuentra fuera de la concesión. Para la configuración RCA el impacto se puede considerar bajo al ser superior a 1, mientras que para la configuración del Cargo N°1 existe impacto alto puesto que su valor es menor a 1, según clasificación Findlay (1997). Por otro lado, para el Cargo N°2 se observa que este presenta una diferencia de 0,15 respecto del área

RCA, siendo menor en configuración del Cargo N°2. Para ambos casos el índice de impacto menor se encuentra fuera de la concesión. Para la configuración del Cargo N°2 existe impacto alto puesto que su valor es menor a 1, según clasificación Findlay (1997).

6.8 Análisis del aporte adicional de Carbono y nutrientes

6.8.1 Cargo N°1 – Ciclo productivo 2015-2017

De acuerdo con la información entregada por parte de Nova Austral S.A., se entregaron los valores de alimento entregado al CES Cockburn 13, para cada semana del ciclo productivo, el cual tiene fecha de inicio la semana del 19 de octubre de 2015 y como fecha de término el 13 de agosto de 2017.

De acuerdo con lo señalado en el capítulo 4.4, se establece que la fecha de sobreproducción del CES Cockburn 13 comenzó la semana correspondiente al 13 de febrero de 2017, con esto se establece que todo el alimento suministrado previo a esa fecha corresponde al alimento requerido para un ciclo de producción acorde a lo autorizado, y el alimento suministrado de forma posterior a esa fecha corresponde al alimento adicional utilizado.

A partir de la información entregada por el cliente se observa que se suministró un total de 10.081 toneladas de alimento para el ciclo productivo del CES Cockburn 13. En la tabla se muestra el alimento entregado mensualmente y alimento acumulado.

Tabla 22. Alimento entregado y acumulado mensualmente.

Año	Mes	Kg Alimento Mensual Entregado	Kg Alimento Acumulado Entregado
2015	octubre	5.680	5.680
	noviembre	36.247	41.927
	diciembre	82.894	124.821
2016	enero	152.950	277.771
	febrero	246.274	524.045
	marzo	331.293	855.338
	abril	321.975	1.177.313
	mayo	361.785	1.539.098
	junio	379.143	1.918.241
	julio	329.485	2.247.726
	agosto	548.390	2.796.116

Año	Mes	Kg Alimento Mensual Entregado	Kg Alimento Acumulado Entregado
	septiembre	584.901	3.381.017
	octubre	528.640	3.909.657
	noviembre	564.025	4.473.682
	diciembre	623.968	5.097.650
2017	enero	923.064	6.020.714
	febrero	571.487	6.592.201
	marzo	990.768	7.582.969
	abril	906.277	8.489.246
	mayo	882.382	9.371.628
	junio	464.139	9.835.767
	julio	245.624	10.081.391

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada Nova Austral S.A.

Por otra parte, para cuantificar el aporte de nutriente y materia orgánica, específicamente Carbono (C), Nitrógeno (N) y Fósforo (P), liberado al medio marino (columna de agua y sedimentos) producto de la sobreproducción, Nova Austral S.A. entregó información con respecto a los proveedores de alimentos para cada uno de los escenarios del ciclo productivo. A continuación, en la Tabla 23 se observan las cantidades de alimento para cada uno de los proveedores según el tipo de alimento entregado y el alimento entregado previo a la fecha de sobreproducción (6.360.931 kg), junto con sus características, para cada uno de los meses del ciclo, en ambos escenarios. Cabe destacar que se utilizó un porcentaje de alimento no consumido (ANC) del 3% del total de alimento entregado, conforme a los valores referenciales de Wang et al. 2012. El detalle de la metodología se presentó en la sección 5.8 y resultados obtenidos y memoria de cálculo se exponen en Apéndice 6.

Tabla 23. Características de alimento entregado en escenario sin sobreproducción

Dieta	Alimento sobreproducción	Alimento previo sobreproducción ⁴	Contenido de carbono (%)	Digestibilidad (%)
E MICRO BOOST 100 60A, 3 mm	182.475	115.134	49,5	86,50
E MICRO BOOST 200 60A	405.000	255.538	50	86,90
E MICRO BOOST 50 60A	11.700	7.382	51	87,30

⁴ La cantidad de alimento utilizado previo al inicio de la producción se calculó de manera proporcional al alimento usado en el escenario de sobreproducción

Dieta	Alimento sobreproducción	Alimento previo sobreproducción ⁴	Contenido de carbono (%)	Digestibilidad (%)
E OPAL 3000 50A, 14 mm	40.000	25.238	52,5	85,10
E OPAL HP 1000 60A	1.473.750	929.874	52,5	84,80
E OPAL HP 2000 60A	1.637.500	1.033.193	53	84,20
E OPAL HP 3000 50A	5.812.216	3.667.263	53	81,60
E OPAL HP 500 60A, 7,6 mm	518.750	327.309	53	81,60

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por Nova Austral S.A.

Posteriormente, se procedió a establecer los valores del aporte de nutrientes y materia orgánica que fueron liberados al medio marino. Para la cuantificación de estos valores, se realizó la suma del aporte del alimento no consumido (ANC), y del alimento consumido (AC), donde este último deriva en el aporte de fecas y de excreción. El contenido de fósforo y nitrógeno del alimento se obtuvieron de la investigación de Wang *et al.* 2012 para ambos escenarios, estos se muestran en Tabla 24 en conjunto con otros parámetros utilizados para el balance.

Tabla 24. Valores del modelo de balance de nutrientes.

Parámetro	Valores utilizados para el balance
Alimento no Consumido (ANC)	3%
Nitrógeno en el alimento	7,2%
Fósforo en el alimento	1,2%
Eficiencia de crecimiento	3%
Fracción soluble	15%
Calibre alimento ⁵	12 mm

Fuente: Elaborado a partir de Wang *et al.* 2012

A continuación, en la Tabla 25 se visualizan los valores obtenidos para ambos escenarios.

Tabla 25. Aporte de nutrientes en Kg por alimento No Consumido (ANC) y consumido (AC) para cada escenario del CES Cockburn 13 ciclo 2015-2017.

Aporte	Escenario previo			Escenario sobreproducción		
	C	N	P	C	N	P
ANC (kg)	100.640,23	13.739,61	2.289,94	159.503,94	21.775,80	2.289,94
FECAS	559.843,39	76.356,29	12.726,05	887.291,50	121.016,50	12.726,05

⁵ Se utiliza el mayor calibre de modelación para representar el escenario más conservador.

EXCRETADO	1.717.980,53	234.616,90	39.102,82	2.722.814,24	371.842,54	39.102,82
TOTAL	2.378.464,15	324.712,81	54.118,80	3.769.609,68	514.634,85	54.118,80

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por Nova Austral S.A.

Luego de obtener los valores de los aportes de Carbono, Nitrógeno y Fosforo, en ambos escenarios, se procedió a obtener el sedimento acumulado en el fondo marino y en la columna de agua en cada uno de los parámetros. Para la obtención de la concentración en la columna de agua en ambos escenarios, se utilizaron los valores señalados en la Tabla 26 para calcular el volumen de agua que pasa a través de las jaulas en la columna. Al respecto, cabe señalar que el tiempo en segundos se calculó a partir de los días de operación para ambos escenarios producción autorizada y producción efectiva, correspondiente a 658 días.

Tabla 26. Datos utilizados para la estimación de volumen de agua del material soluble.

Parámetro	Cantidad	Unidad
Nº de jaulas	1	un
Ancho Jaulas	30	m
Profundidad columna	90	m
Velocidad	0,1345	m/s
Días ciclo	658	d
Segundos	56.851.200	s
Volumen de agua	20.645.513.280	m³

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por Nova Austral S.A.

Por último, en la Tabla 27 se visualizan los valores totales para ambos escenarios, tanto del sedimento expresado en kilogramos como concentración en mg/l para la columna de agua, además, se agrega el porcentaje de aumento.

Tabla 27. Valores de Sedimento y Columna de agua, para ambos escenarios del ciclo 2015-2017 CES Cockburn 13.

Escenario	Previo a la sobreproducción		Ciclo 2015-2017		Incremento	
Nutriente	Sedimento (Kg)	Columna (mg/l)	Sedimento (Kg)	Columna (mg/l)	Sedimento (%)	Incremento (mg/L)
C	561.411,08	0,1201	889.776,12	0,1395	58,49	0,019
N	76.581,52	0,0164	121.373,46	0,0190	58,49	0,003
P	12.763,59	0,0027	20.228,91	0,0032	58,49	0,0004

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por Nova Austral S.A.

A partir de la información visualizada de la Tabla 27, se puede establecer que las concentraciones de carbono y nutrientes del sedimento marino en el escenario de producción efectiva generó un aumento en el aporte de Carbono, Nitrógeno y Fósforo, que representa un incremento del 58,49% para cada uno, en comparación al escenario de cumplimiento. En cuanto a la concentración de nutrientes en la columna de agua, se observa que existe un aporte de C, N, y P en kg totales producto de la sobreproducción, esto equivalente a su concentración en el agua equivaldría a un aumento del 0,019, 0,003 y 0,0004 mg/L respectivamente.

Los resultados del balance de masa de nutrientes se acompañan en el Apéndice 6 de la presente minuta.

6.8.2 Cargo N°2 – Ciclo productivo 2018-2020 escenario RCA

De acuerdo con la información entregada por parte de Nova Austral S.A., se entregaron los valores de alimento entregado al CES Cockburn 13, para cada semana del ciclo productivo, el cual tiene fecha de inicio la semana del 13 de agosto de 2018 y como fecha de término el 01 de junio de 2020.

De acuerdo con lo señalado en el capítulo 4.4, se establece que la fecha de sobreproducción del CES Cockburn 13, comenzó la semana correspondiente al 20 de mayo de febrero de 2020, con esto se establece que todo el alimento suministrado posterior a esa fecha corresponde a alimento adicional al requerido para un ciclo de producción acorde a lo autorizado.

A partir de la información entregada por el cliente se observa que se suministró un total de 7.569 toneladas de alimento para el ciclo productivo del CES Cockburn 13. En la tabla se muestra el alimento entregado mensualmente y alimento acumulado.

Tabla 28. Alimento entregado y acumulado mensualmente.

Año	Mes	Kg Alimento Mensual Entregado	Kg Alimento Acumulado Entregado
2018	agosto	14.540	14.540
	septiembre	86.482	101.022
	octubre	122.516	223.537
	noviembre	171.557	395.094
2019	diciembre	248.207	643.301
	enero	336.944	980.245
	febrero	416.761	1.397.006

Año	Mes	Kg Alimento Mensual Entregado	Kg Alimento Acumulado Entregado
2018	agosto	14.540	14.540
	septiembre	86.482	101.022
	octubre	122.516	223.537
	noviembre	171.557	395.094
	marzo	517.719	1.914.725
	abril	544.710	2.459.435
	mayo	641.285	3.100.720
	junio	624.042	3.724.762
	julio	668.188	4.392.950
	agosto	755.827	5.148.777
	septiembre	464.388	5.613.165
	octubre	444.785	6.057.950
	noviembre	450.355	6.508.305
	diciembre	114.484	6.622.789
2020	enero	341.048	6.963.837
	febrero	161.613	7.125.450
	marzo	138.611	7.264.061
	abril	304.657	7.568.718
	mayo	121.732	7.690.450

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada Nova Austral S.A.

Por otra parte, para cuantificar el aporte de nutriente y materia orgánica, específicamente Carbono (C), Nitrógeno (N) y Fósforo (P), liberado al medio marino (columna de agua y sedimentos) producto de la sobreproducción, Nova Austral S.A. entregó información con respecto a los proveedores de alimentos para cada uno de los escenarios del ciclo productivo. A continuación, en la Tabla 23 se observan las cantidades de alimento para cada uno de los proveedores según el tipo de alimento entregado y el alimento entregado previo a la fecha de sobreproducción (7.685.080 kg), junto con sus características, para cada uno de los meses del ciclo, en ambos escenarios. Cabe destacar que se utilizó un porcentaje de alimento no consumido (ANC) del 3% del total de alimento entregado, conforme a los valores referenciales de Wang et al. 2012. El detalle de la metodología se presentó en la sección 5.8 y resultados obtenidos y memoria de cálculo se exponen en Apéndice 7.

Tabla 29. Características de alimento entregado en escenario sin sobreproducción

Dieta	Sobreproducción	Escenario previo a la sobreproducción ⁶
E MICRO BOOST 100 60A, 3 mm	22.500	22.484
E MICRO BOOST 200 60A	22.500	22.484
B BLUE 100 60A	58.750	58.709
B BLUE 100 PANAFERD 60	50.000	49.965
B BLUE 1500 PANAFERD 60A	691.250	690.767
B BLUE 1500 PANAFERD 60A FT	172.500	172.380
B BLUE 250 PANAFERD 60	342.500	342.261
B BLUE 2500 PANAFERD 60	935.000	934.347
B BLUE 2500 PANAFERT 60 CON FOCUS TOTAL	97.500	97.432
B BLUE 800 PANAFERD 60A	451.250	450.935
B BLUE 800 PANAFERD 60A FT	82.500	82.442
B POWER SMOLT 250 60A	200.000	199.860
E ADAPT MARINE EU 100 60A	88.750	88.688
E ADAPT MARINE EU 200 60A, 50 mm	11.250	11.242
E ADAPT MARINE EU 50 60A	11.700	11.692
E BACTER 2000 60A	416.250	415.959
E ICE HE 2000 60A	327.500	327.271
E ICE HG 1000 60A	545.000	544.619
E ICE HG 2000 60A	2.598.750	2.596.935
E ICE HG 500 60A	228.750	228.590
E ICE ME 2000 60A	298.750	298.541
S PREMIUM 2500 60A	37.500	37.477

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por Nova Austral.

Posteriormente, se procedió a establecer los valores del aporte de nutrientes y materia orgánica que fueron liberados al medio marino. Para la cuantificación de estos valores, se realizó la suma del aporte del alimento no consumido (ANC), y del alimento consumido (AC), donde este último deriva en el aporte de fecas y de excreción. El contenido de fósforo y nitrógeno del alimento se obtuvieron de la investigación de Wang *et al.* 2012 para ambos escenarios, los valores se muestran en la Tabla 24.

⁶

Tabla 30. Valores del modelo de balance de nutrientes.

Parámetro	Valores utilizados para el balance
Alimento no Consumido (ANC)	3%
Digestibilidad ⁷	84%
Carbono en alimento	49%
Nitrógeno en el alimento	7,2%
Fósforo en el alimento	1,2%
Eficiencia de crecimiento	3%
Fracción soluble	15%
Calibre alimento ⁸	12 mm

Fuente: Wang et al. 2012

A continuación, en la Tabla 25 se visualizan los valores obtenidos para ambos escenarios.

Tabla 31. Aporte de nutrientes en Kg por alimento No Consumido (ANC) y consumido (AC) para cada escenario del CES Cockburn 13 ciclo 2018-2020.

Aporte	Escenario RCA			Escenario sobreproducción		
	C	N	P	C	N	P
ANC (kg)	112.970,68	16.599,77	2.766,63	43.015,88	6.320,70	1.053,45
FECAS	584.434,96	85.876,16	14.312,69	222.535,46	32.699,09	5.449,85
EXCRETADO	1.972.468,00	289.832,03	48.305,34	751.057,18	110.359,42	18.393,24
TOTAL	2.669.873,64	392.307,96	65.384,66	1.016.608,51	149.379,21	24.896,54

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por Nova Austral S.A.

Luego de obtener los valores de los aportes de Carbono, Nitrógeno y Fosforo, en ambos escenarios, se procedió a obtener el sedimento acumulado en el fondo marino y en la columna de agua en cada uno de los parámetros. Para la obtención de la concentración en la columna de agua en ambos escenarios, se utilizaron los valores señalados en la Tabla 26 para calcular el volumen de agua que pasa a través de las jaulas en la columna. Al respecto, cabe señalar que el tiempo en segundos se calculó a partir de los días de operación para ambos escenarios producción autorizada y producción efectiva, correspondiente a 658 días.

⁷Calculada a partir del promedio de la digestibilidad entregada por cliente para el ciclo 2015 -2017.

⁸ Se utiliza el mayor calibre de modelación para representar el escenario más conservador.

Tabla 32. Datos utilizados para la estimación de volumen de agua del material soluble.

Parámetro	Cantidad	Unidad
Nº de jaulas	1	un
Ancho Jaulas	30	m
Profundidad columna	90	m
Velocidad	0,1345	m/s
Días ciclo	658	d
Segundos	56.851.200	s
Volumen de agua	20.645.513.280	m ³

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por Nova Austral S.A.

Por último, en la Tabla 27 se visualizan los valores totales para ambos escenarios, tanto del sedimento expresado en kilogramos como concentración en mg/l para la columna de agua, además, se agrega el porcentaje de aumento.

Tabla 33. Valores de Sedimento y Columna de agua, para ambos escenarios del ciclo 2018-2020 CES Cockburn 13.

Escenario	RCA		Ciclo 2018 - 2020		Incremento	
	Sedimento (Kg)	Columna (mg/l)	Sedimento (Kg)	Columna (mg/l)	Sedimento (%)	Incremento (mg/L)
C	592.794,79	0,102317	593.209,01	0,1005243	0,07	-0,001793
N	87.104,54	0,015034	87.165,41	0,0147709	0,07	-0,000263
P	14.517,42	0,002506	14.527,57	0,0024618	0,07	-0,000044

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por Nova Austral S.A.

A partir de la información visualizada de la Tabla 27, se puede establecer que las concentraciones de carbono y nutrientes del sedimento marino en el escenario de producción efectiva generó un aumento en el aporte de Carbono, Nitrógeno y Fósforo, que representa un incremento del 0,07%, para cada uno, en comparación al escenario de cumplimiento. En cuanto a la concentración de nutrientes en la columna de agua, se observa que existe un aporte de C, N, y P en kg totales producto de la sobreproducción, esto equivalente a su concentración en el agua equivaldría a una disminución del 0,001793; 0,000263 y 0,000044 mg/L respectivamente.

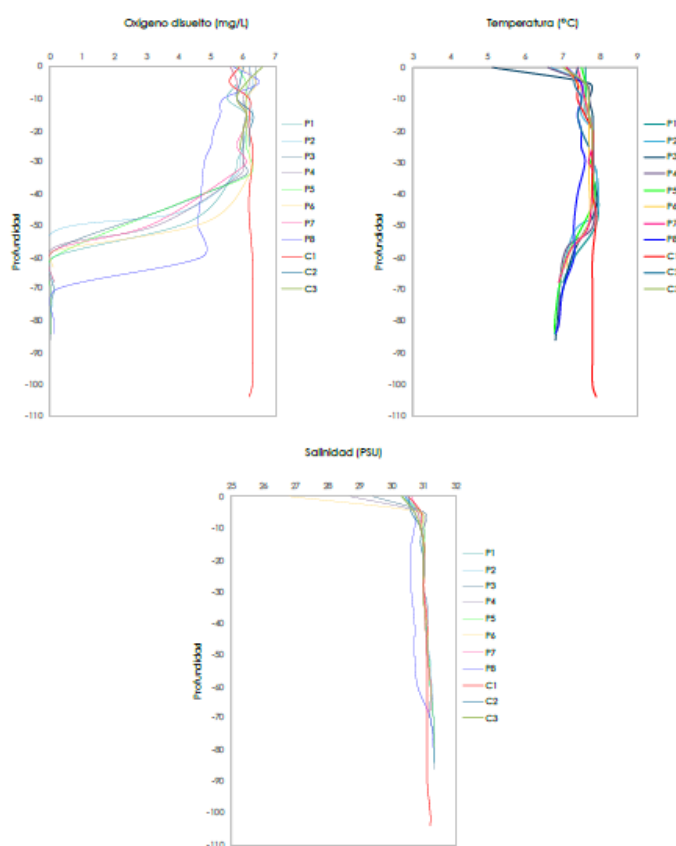
Los resultados del balance de masa de nutrientes se acompañan en el Apéndice 7 de la presente minuta.

6.9 Actividades de monitoreo ambiental

6.9.1 Caracterización del componente agua de mar

Se observa que los valores medios del Oxígeno disuelto variaron entre 4,0 mg/L y 4,9 mg/L en las estaciones cercana a la concesión y en perfiles control varió entre los 6,1 mg/L y 6,2 mg/L, observándose una concentración significativa estadísticamente más baja ($< 0,05$) en las estaciones de muestreo posicionadas en la concesión con una media de 4,3 mg/L versus un 6,2 mg/L en las estaciones control. Además, los parámetros de temperatura y salinidad no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones cercanas a la concesión y las estaciones control ($> 0,05$). (ver apéndice 4)

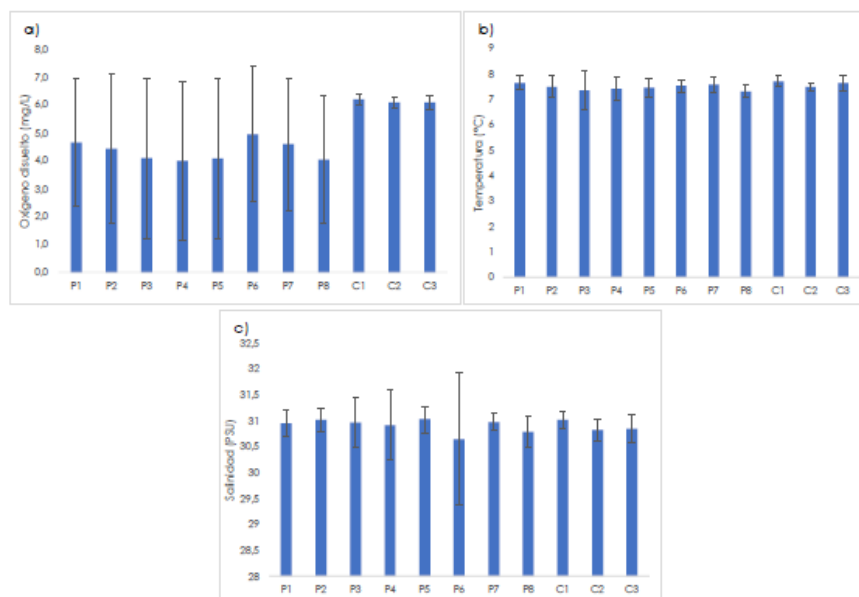
Figura 15. a) Concentración oxígeno disuelto (mg/L), b) temperatura (°C) y c) salinidad (psu) en la columna de agua.



Fuente: Informe técnico “Caracterización del componente Agua de Mar, Mediate Perfiles de Oxígeno, Temperatura y Salinidad en Inmediaciones del CES Cockburn 13.” Apéndice 4.

El análisis de Kruskal-Wallis indica que no hubo diferencias estadísticamente significativas en ambos parámetros. (ver apéndice 4)

Figura 16. a) Valores promedios 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, Mediate Perfiles de Oxígeno, Temperatura y Salinidad en Inmediaciones del CES Cockburn 13.” GEOGAMA (2023) apéndice 4.

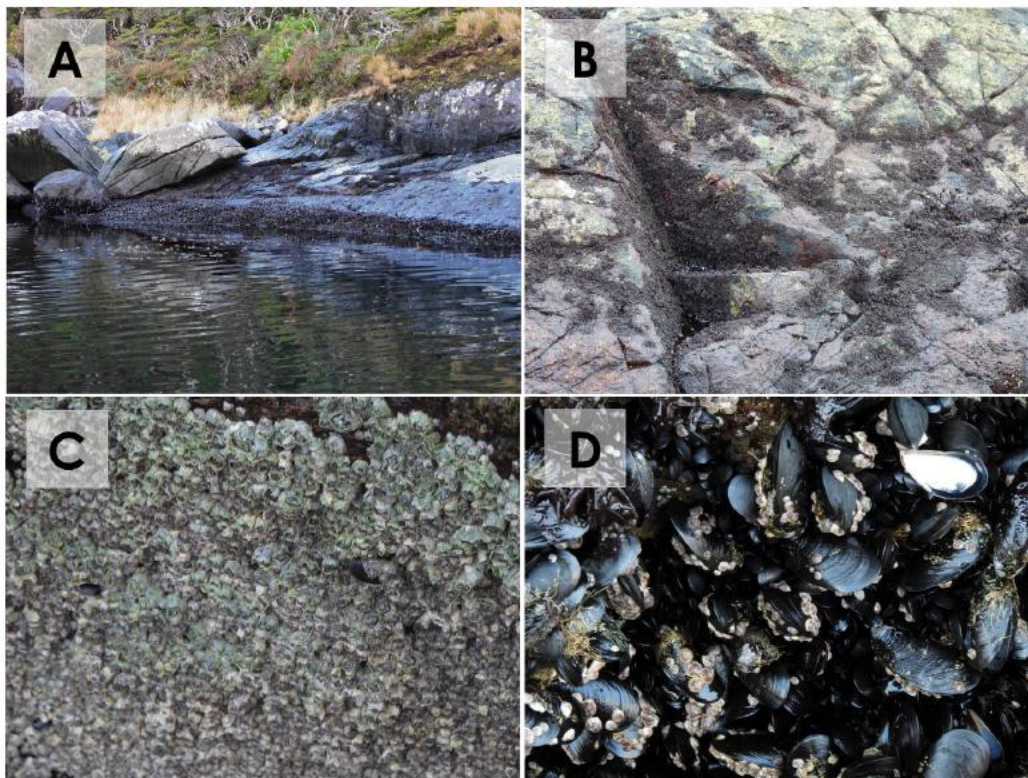
6.9.2 Determinación de biotopos intermareales

Referente a los biotopos, se registra un estrato supramareal compuesto por especies arbóreas de bosque nativo y un dosel de matorrales de menor tamaño que integra el sotobosque. La franja intermareal presenta una zonación bastante marcada entre los estratos superior medio e inferior. GEOGAMA (2023).

La franja supramareal, que es la zona inmediata a la zona rocosa litoral, 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 el biotopo del alga roja *Hildenbrandia sp.* En el intermareal medio se observa la cobertura del balánido *Elminius kingii*, y en el intermareal inferior se observa la cobertura de *Mytilus chilensis*. GEOGAMA (2023).

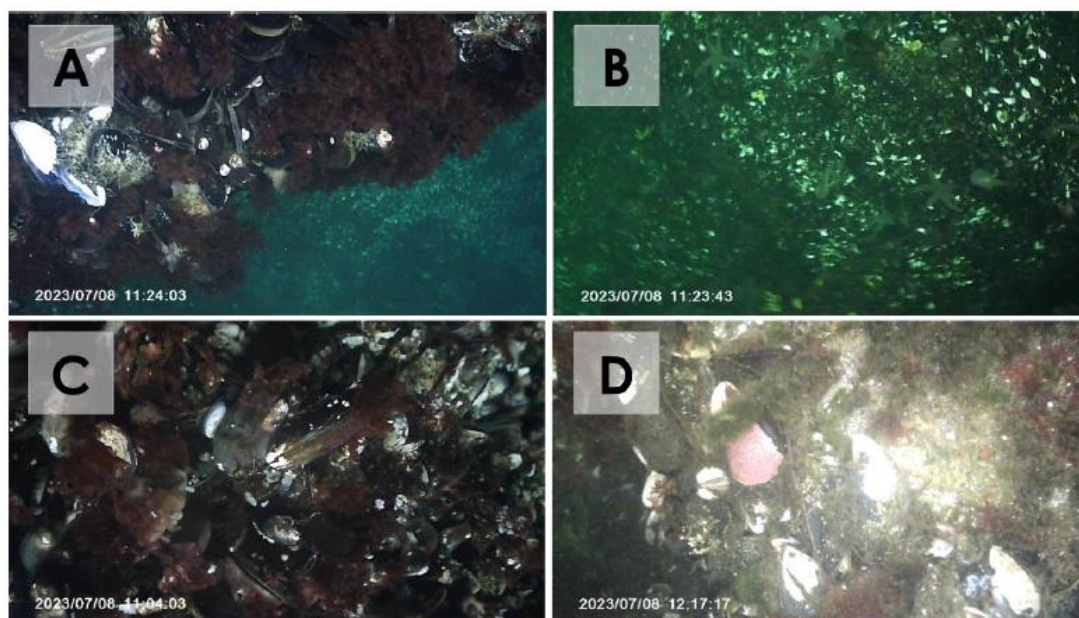
En la sección del submareal somero, se observaron principalmente bivalvos (*Mytilus chilensis* y *Aulacomya atra*), acompañados de las algas rojas (*Lithothamnium* sp. y *Ptilonia magellanica*) y pardas (*Macrocystis pyrifera*). (ver apéndice 4).

Figura 17. Biotopos intermareales. Dónde A) Vista general sector, B) Biotopo de *Hildenbrandia* sp., C) Biotopo de *Elminius kingii* y D) Biotopo de *Mytilus chilensis*.



Fuente: Informe "Determinación de Biotopos Intermareales Centro de Engorda de Salmones Seno Chasco, Puerto Consuelo, Cockburn 13." Apéndice 4.

Figura 18. Registros gráficos de mayor relevancia. Estrato submareal somero, registrado desde estaciones de biotopo costero A) *Mytilus chilensis* y *Ptilonia magellanica*; B) *Comasterias lurida*; C) *Mytilus chilensis*, *Aulacomya atra* y *Ptilonia magellanica* y D) *Mytilus chilensis* y *Ulva* sp.



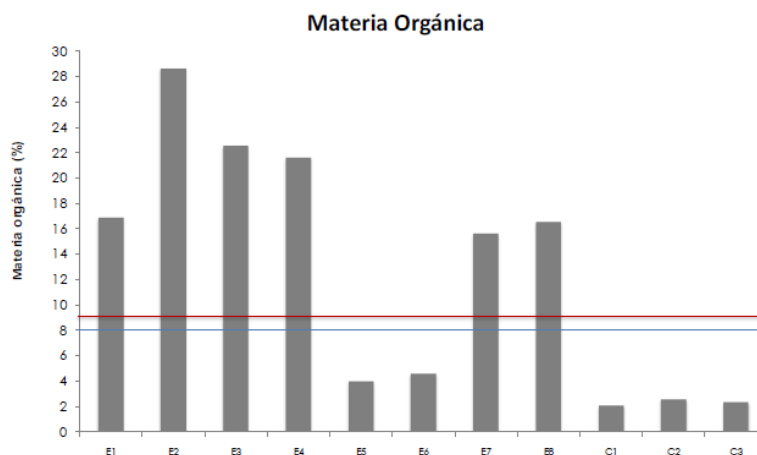
Fuente: Informe "Determinación de Biotopos Intermareales Centro de Engorda de Salmones Seno Chasco, Puerto Consuelo, Cockburn 13." Apéndice 4.

6.9.3 Caracterización de suelo marino y comunidades bentónicas

En cuanto a la materia orgánica, los valores medios en las estaciones de muestreo variaron entre 3,9 % (E5) y 28,6% (E2), en aquellas estaciones cercanas a la concesión (E1 a E8) por su parte, en las estaciones control, esta variable fluctuó entre 2,1% (C1) y 2,5% (C2) (Figura 19). La prueba estadística de Kruskal-Wallis indica que los valores medios de materia orgánica fueron significativamente más altos en las estaciones próximas a la concesión versus las estaciones control. GEOGAMA (2023)(ver apéndice 4).

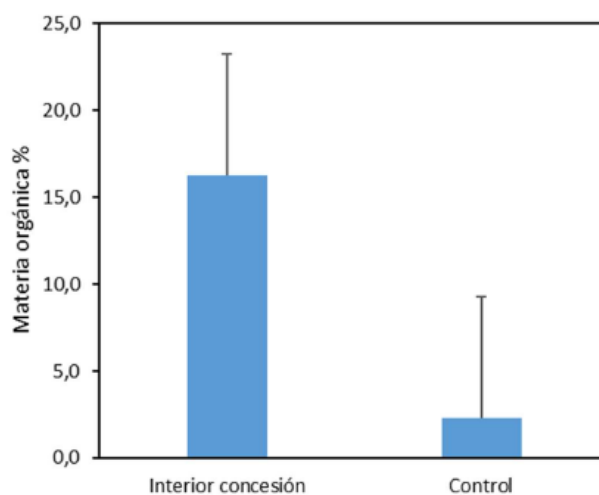
Además, los resultados indican que esta variable presentó valores mayores al límite establecido en la normativa Res. Ex. 3612 de 2009 ($\leq 9\%$) en 6 de las 13 estaciones de muestreo analizadas (E1, E2, E3, E5, E7 y E8). (ver apéndice 4).

Figura 19. 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 Cockburn 13". Apéndice 4.

Figura 20. Valores promedios y desviación estándar ($1\pm$) de Materia orgánica (%), calculada para los conjuntos de estaciones ubicadas al interior de la concesión y estaciones control.



Fuente: Informe "Caracterización fisicoquímica del suelo marino y caracterización de comunidades bentónicas. Centro de Engorda de Salmones Cockburn 13". Apéndice 4.

Respecto del Redox, los valores medios del Potencial Redox (promedio de 3 réplicas), medido en las estaciones de muestreo cercanas a la concesión, variaron entre un mínimo de -194 Eh (NHE) (estación E7) y un máximo de -12 Eh (NHE) (estación E2). En estaciones control, esta variable presentó valores positivos que variaron entre 68 Eh (NHE) (C3) y 112 (C2). GEOGAMA (2023).

El pH presentó valores con menor variabilidad considerando el total de estaciones muestreadas, fluctuando en estaciones próximas a la concesión entre 6,7 unidades de pH (estación E8) y 7,3 unidades de pH (estaciones E3, E4 y E5); en tanto que, en estaciones control, varió entre 7,4 unidades de pH (C1) y 7,6 (C2). GEOGAMA (2023).

Los valores del Potencial redox se encuentra bajo el límite establecido en la normativa Res. Ex 3612/2009 ($>50\text{mV}$) en las 8 estaciones de muestreo al interior de la concesión. Los valores del parámetro pH registrados se encuentran por debajo de la normativa antes mencionada ($\geq 7,1$) en 2 de las 8 estaciones.

Tabla 34. Promedio de los valores de pH y potencial Redox.

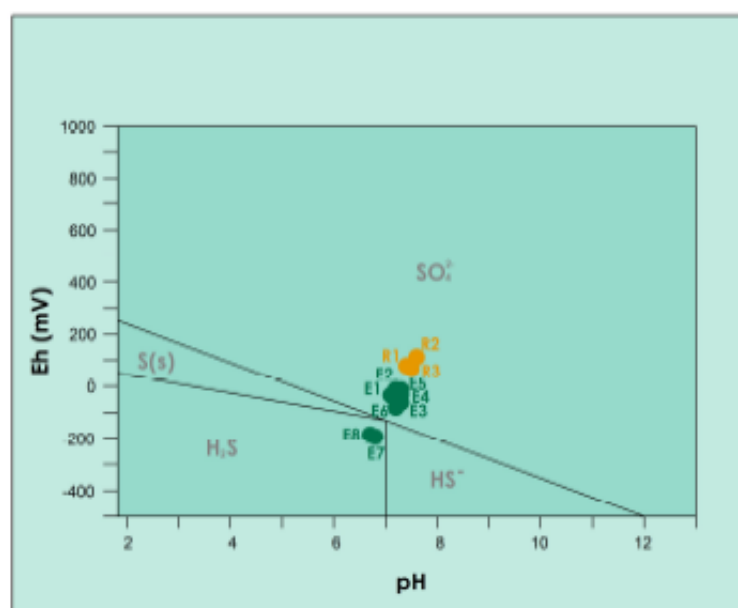
Estación	POTENCIAL REDOX Eh (NHE)	pH
Estación 1	-35	7,1
Estación 2	-12	7,2
Estación 3	-62	7,3
Estación 4	-33	7,3
Estación 5	-14	7,3
Estación 6	-82	7,2
Estación 7	-194	6,8
Estación 8	-186	6,7
Control 1	79	7,4
Control 2	112	7,6
Control 3	68	7,5

Fuente: Informe “Caracterización fisicoquímica del suelo marino y caracterización de comunidades bentónicas. Centro de Engorda de Salmones Cockburn 13”. GEOGAMA (2023) (ver Apéndice 4).

El diagrama EhNHE-pH indica que la dispersión de puntos obtenidos entre el Potencial redox y el pH, para las estaciones próximas a la concesión (E1, E2, E3, E4, E5 y E6), y las estaciones control con la relación, 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 SO_4 y descarta otras formas más tóxicas del azufre (Ver Apéndice 4).

Por el contrario, las estaciones E7 y E8, ubicadas próximas a la concesión se encuentran en el área de la gráfica donde predomina la especie H_2S . No obstante, la concesión cumple con la Res. Ex 3612/2009, dado que no se supera el límite máximo de 30% de estaciones afectadas bajo esta condición, según indica normativa anterior (ver Apéndice 4).

Figura 21. 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 Cockburn 13". GEOGAMA (2023) (ver Apéndice 4).

Asimismo, en atención a lo solicitado por la autoridad en el considerando N°20 de la Res. Ex. N°5/Rol D-129-2023, respecto de los resultados obtenidos para el parámetro de potencial Redox en la caracterización de suelo marino, el titular preparó minuta técnica, elaborada por GEOGAMA con fecha 17 de febrero 2025 (OT 3829-2 Minuta Técnica Cockburn 13 VA dispuesta en el Apéndice 8) en la cual se indican las siguientes consideraciones:

- “La acumulación de materia orgánica en el sedimento marino puede alterar los procesos de descomposición y asimilación de nutrientes, y puede cambiar sus condiciones de oxidación-reducción (potencial redox). Como el potencial redox depende de la cantidad de oxígeno disuelto, se ha determinado que cuando esta última variable presenta concentraciones >2 mg/L, los sedimentos tienden a tener valores de potencial redox positivos ($Eh >100$ mV); al disminuir el oxígeno disuelto en condiciones hipóxicas (0-2 mg/L de oxígeno), el potencial redox fluctúa entre 100 y -150 mV; y finalmente en condiciones anóxicas (0 mg/L de oxígeno), el potencial redox tiene valores inferiores a -150 mV o condición reductora (Carballeira y Carballeira 2017).”
- “Las reacciones redox también se correlacionan con el pH, de manera que en condiciones normales de oxigenación el pH tiende a valores alcalinos cercanos a 8, en condiciones de hipoxia el pH se reduce a valores cercanos a 7, y en condiciones muy reducidas (anáxicas), el pH muestra valores ácidos menores a 5 (Carballeira y Carballeira 2017).”
- “Los procesos biogeoquímicos marinos se relacionan principalmente con las características hidrodinámicas de la zona y del tipo de sedimento (Hargrave 2003; Wildish et al., 2004), donde en los sedimentos deposicionales predominan fracciones finas y ricos en materia orgánica, mientras que, en los sitios erosivos o dispersivos, la fracción gruesa domina y se evidencia una menor materia orgánica (Carballeira y Carballeira 2017).”

En el marco del CES Cockburn 13, la minuta técnica de GEOGAMA ya mencionada, entregó los siguientes resultados:

- Al interior de la concesión se encontraron valores negativos para el potencial redox (rango entre -194 y -12 Eh NHE) y valores de pH que fluctuaron entre 6,7 y 7,3. Para el porcentaje de materia orgánica en sedimento realizados en variaron entre 28,6% (E2) y 3,94% (E5).
- En las estaciones control se encontraron valores positivos para potencial redox (rango entre 68 y 112 Eh NHE) y para la variable de pH se evaluaron resultados que fluctuaron entre 7,4 y 7,6. Con respecto al porcentaje de materia orgánica se evidenció estuvo un rango de 2,07% (C1) y 2,52% (C2)

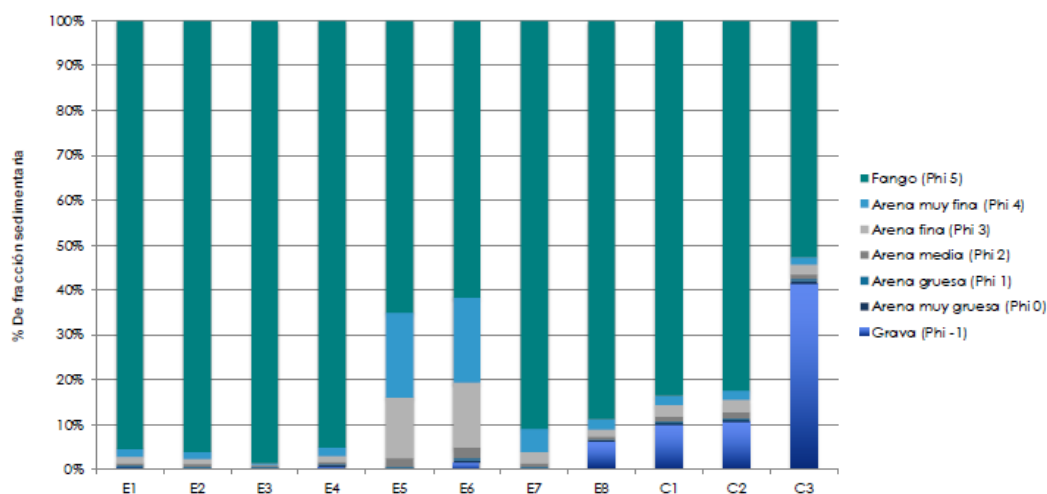
De acuerdo con estos resultados y con el diagrama de procesos biogeoquímicos propuesto por Hardgrave et al., (2008) las condiciones combinadas de ambas variables clasifican al sedimento marino en seis de las estaciones incluidas en la concesión con la condición de hipóxica, descartándose la presencia de una condición anóxica generalizada en el área de estudio, ya que solo dos estaciones se encontrarían en esta situación (E7 y E8 con valores de potencial redox de -194 mV y 6,8 de pH; y -184 mV para el potencial redox y 6,7 para el pH,

respectivamente). Con respecto a contenidos de materia orgánica, las estaciones cercanas a la concesión presentan mayor contenido de fango que las estaciones control.

Finalmente, la minuta técnica "OT 3829-2 Minuta Técnica Cockburn 13 VA", elaborada por GEOGAMA en febrero 2025, concluye que, en base a los antecedentes expuestos, " (...) el sector estudiado próximo a la concesión presentó al momento del muestreo una condición hipóxica del sedimento marino, y **que la variabilidad en la comunidad macrobentónica y las condiciones del subcomponente sedimento analizadas y descritas, son representativas de los canales interiores y fiordos australes, descartándose una afectación a la comunidad biológica y evidenciando la capacidad oxido-reductiva del sedimento asociado al centro de cultivo**" (énfasis agregado).

Respecto del análisis de sedimentos en el sector, los resultados muestran un predominio de la fracción Fango en todas las estaciones de muestreo seguido por Grava, principalmente en las estaciones control. (GEOGAMA (2023)).

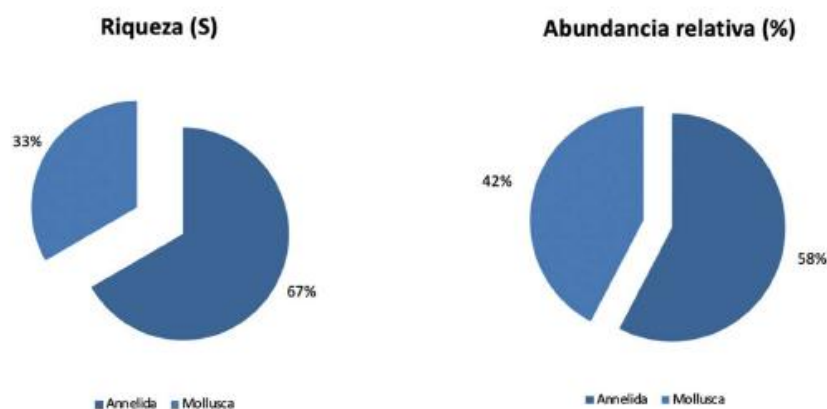
Figura 22. Granulometría del sedimento submareal.



Fuente: Informe "Caracterización fisicoquímica del suelo marino y caracterización de comunidades bentónicas. Centro de Engorda de Salmones Cockburn 13". Apéndice 4

Finalmente, para el parámetro de macrofauna bentónica, se evidenció una estructura comunitaria compuesta por 10 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 1 y 4 taxa por estación, mientras que en las estaciones control, la riqueza varió entre 3 y 6 taxa. GEOGAMA (2023).

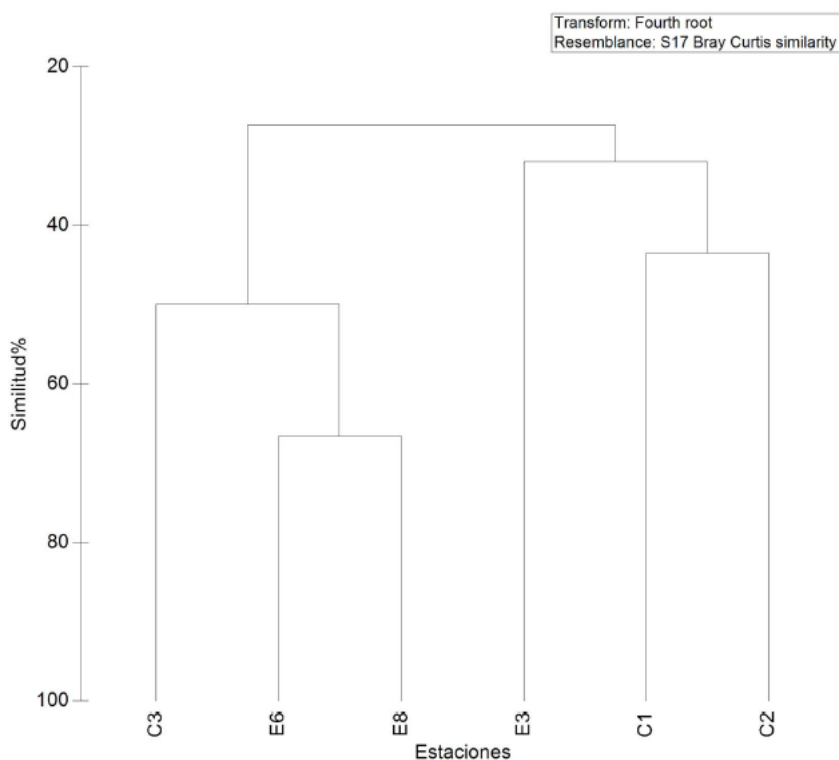
Figura 23. Macrofauna submareal. Número de especies (riqueza) y abundancia relativa por grupo taxonómico (Phylum).



Fuente: Informe "Caracterización fisicoquímica del suelo marino y caracterización de comunidades bentónicas. Centro De Engorda De Salmones, Cockburn 13". Apéndice 4.

El análisis de agrupamiento jerárquico realizado a todas las estaciones que presentaron especímenes muestra niveles bajos de similitud sobre el conjunto de estaciones analizadas. En este aspecto destaca la presencia de un nodo o grupo de unidades de muestreo, el cual posee un porcentaje de similitud superior al 50%. Este está formado por la unión de las estaciones C3, E6 y E8 con un 50 % de afinidad. Las unidades de muestreo restantes se distribuyen en conglomerados no definidos en cuanto a su similitud macrofaunística. Esta situación puede relacionarse con la baja riqueza de taxa registrada en el sedimento marino del sector con un máximo de 4 taxa en las estaciones próximas a la concesión (E3), siendo una tendencia en los sectores alejados de la concesión (Estaciones control), dónde se detectó un máximo de 6 taxa (C2) ver Apéndice 4.

Figura 24. Dendrograma de Agregación de Bray-Curtis para el componente macrofauna.



Fuente: Informe "Caracterización físicoquímica del suelo marino y caracterización de comunidades bentónicas. Centro De Engorda De Salmones, Cockburn 13". GEOGAMA (2023) (ver Apéndice 4).

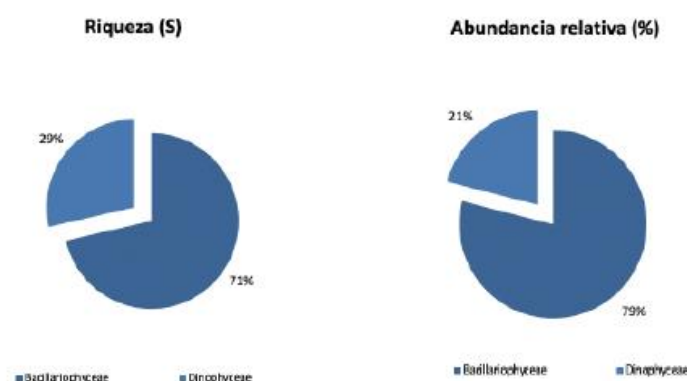
6.9.4 Caracterización de las comunidades planctónicas

El fitoplancton muestra gran homogeneidad espacial, referente a su composición específica y estructura comunitaria, entre las unidades de muestreo. 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 *Actinoptychus senarius*. Para este periodo se identificaron 5 especies y/o formas de diatomeas, así como 2 dinoflagelados, totalizando 7 taxa para el conjunto de unidades de medida. Las especies más comunes que se distinguieron fueron *Ceratium pentagonum*, *Actinoptychus senarius* y *Corethron criophilum*. El índice de abundancia relativa para las especies antes mencionadas, bajo el criterio de Avaria (1965), se ubica en la categoría E (Escaso). GEOGAMA (2023).

Referente a las especies productoras de Floraciones algales nocivas (FAN), el área de estudio registra la presencia de 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 25. 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 Planctónicas. Centro de Engorda de Salmones, Cockburn 13". (Apéndice 4).

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 (Apéndice 4)

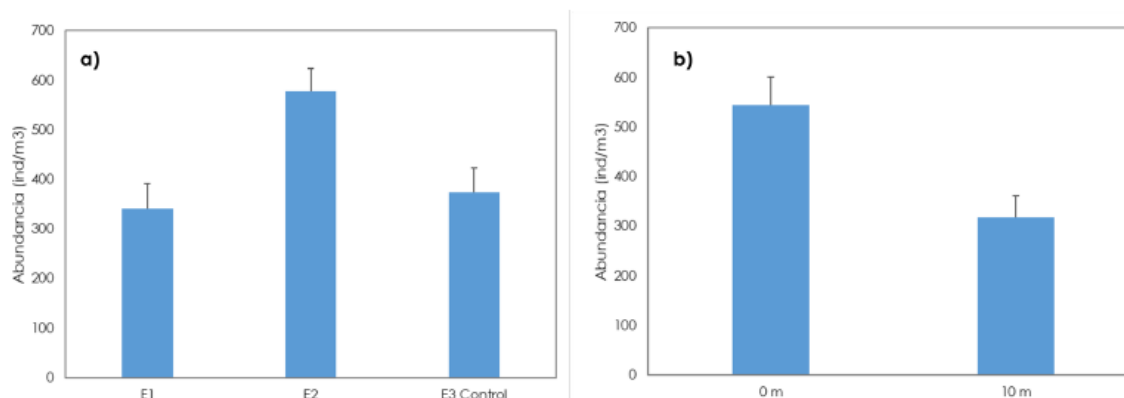
Tabla 35. Índices ecológicos calculados a partir de la abundancia microalgal media para la columna de agua. Dónde: S= Diversidad Específica, d= diversidad de Margalef, J'= Índice de Uniformidad de Pielou, H'= Índice de Diversidad de Shannon calculada con el logaritmo en base e, D = Índice de Dominancia de Simpson.

Estaciones	Índices				
	S	d	J'	H'(log _e)	D
E1	3	0,26	0,82	0,90	0,46
E2	3	0,24	0,99	1,09	0,34
E3 (Control)	3	0,25	0,94	1,04	0,37
Promedio	3	0,3	0,9	1,0	0,4
Desviación estándar	0	0,0	0,1	0,1	0,1
Coeficiente de variación %	-	3,5	9,6	9,6	15,6

Fuente: Informe “Caracterización De Las Comunidades Planctónicas. Centro de Engorda de Salmones, Cockburn 13”. GEOGAMA (2023) (ver Apéndice 4).

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.

Figura 26. 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).

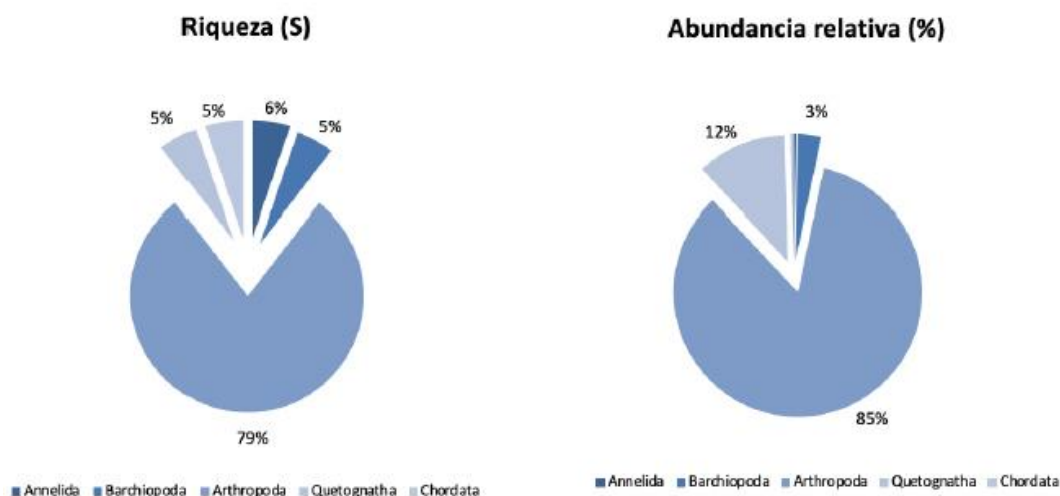


Fuente: Informe “Caracterización De Las Comunidades Planctónicas. Centro de Engorda de Salmones, Cockburn 13”. Apéndice 4.

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 Acartia tansa*. Apéndice 4.

Se registra una estructura comunitaria integrada por 19 ítems taxonómicos, ordenados a su vez en 5 grupos mayores. Referente a la riqueza aportada por grupo taxonómico, se observa que el ítem Artrópoda representa el 79% del total de especies o ítems taxonómicos registrados. La distribución de la abundancia relativa por grupo taxonómico indica aportes del 85% para el grupo artrópoda y 12% para el grupo Quetognatha, quedando el resto de los grupos con aportes menores respecto a los primeros. Apéndice 4.

Figura 27. 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 Planctónicas. Centro de Engorda de Salmones, Cockburn 13". Apéndice 4.

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 el índice de diversidad de Shannon estimado. Ver Apéndice 4.

Tabla 36. Índices ecológicos calculados a partir de la abundancia zooplanctónica media. Donde: S= Diversidad Específica, 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.

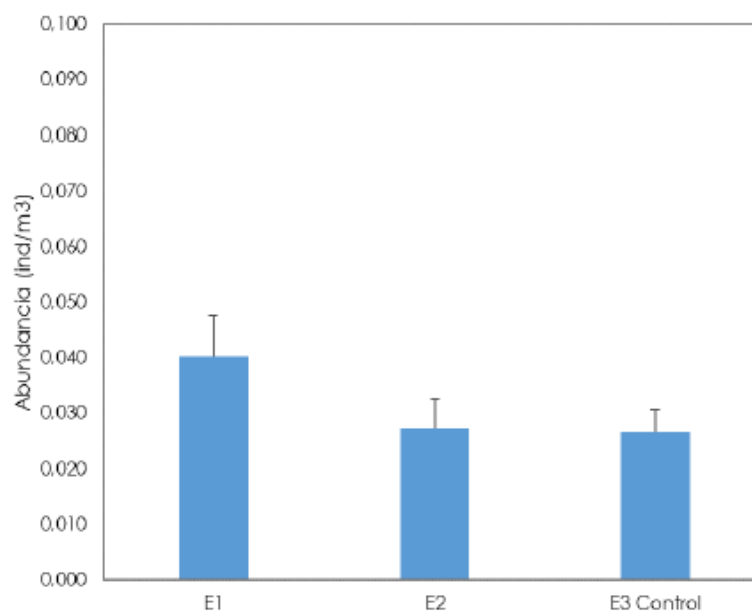
Estación	Índices			
	S	J'	H'(loge)	D
E1	12	0,32	0,79	0,71
E2	9	0,31	0,69	0,74
E3 (Control)	12	0,62	1,54	0,35
Promedio	11	0,4	1	0,6

Estación	Índices			
	S	J'	H'(loge)	D
Desviación estándar	1,7	0,2	0,5	0,2
Coefficiente de variación %	15,7	42	46,2	35,5

Fuente: Informe "Caracterización De Las Comunidades Planctónicas. Centro de Engorda de Salmones, Cockburn 13". GEOGAMA (2023) Apéndice 4.

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 28. Valores promedio y error estándar de abundancia zooplánctonica entre estaciones alejadas y próximas a la concesión.



Fuente: Informe "Caracterización De Las Comunidades Planctónicas. Centro de Engorda de Salmones, Cockburn 13". GEOGAMA (2023) Apéndice 4.

7. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES

Como se mencionó en los análisis previos, la SMA formuló dos cargos por la superación en la cantidad de la biomasa autorizada en la RCA N°081/2010 del CES Canal Cockburn 13, para los ciclos productivos entre el 19 de octubre de 2015 al 07 de agosto de 2017 y entre 13 de agosto de 2018 al 01 de junio de 2020, lo anterior cotejado por las denuncias representadas SERNAPESCA, hechos que fueron constatados por la autoridad. Al respecto de lo anterior, a continuación, se presenta el análisis de los hechos infraccionales.

La información proporcionada por las INFA's realizadas en el CES para el ciclo productivo 2015 al 2017, revelan que las condiciones ambientales previas al inicio del ciclo productivo (ORD. N° 077599) fechada el 19 de agosto de 2015, son aeróbicas, cumpliendo con las condiciones para el comienzo del ciclo productivo. Con respecto a las INFA mencionada al final del ciclo (ORD. N° 114683), informan que las condiciones ambientales son anaeróbicas debido a la presencia de microorganismos en la mayoría de las transectas de filmación submarina realizadas.

Posteriormente, en la INFA realizada previo al ciclo reproductivo 2018 al 2020, se confirma que las condiciones ambientales en el centro de cultivo son aeróbicas (ORD. N° 129021), habiendo operado una recuperación natural que permite cumplir de esta forma con las condiciones para el comienzo del ciclo productivo. Con respecto a las INFA mencionada al final del ciclo (ORD. N° 152319), se puede reconocer que se informa que las condiciones ambientales son anaeróbicas debido a la presencia de microorganismos en la mayoría de las transectas de filmación submarina realizadas.

Además, es importante indicar que se proporciona la información existente de la INFA del 30 de septiembre de 2020 (DN- 04748/2021), donde se observaron condiciones aeróbicas, lo cual indicaría nuevamente que, al abstenerse de realizar actividades de siembra en la zona durante un tiempo determinado, se propició la recuperación natural de las condiciones ambientales hacia un estado aeróbico. Este comportamiento es consistente con el análisis contenido en los informes de SERNAPESCA correspondientes a los años 2018 y 2022, los cuales se examinaron en

el capítulo 4.1.3, y que hacen referencia a recuperación de las condiciones ambientales en un periodo de tiempo.

Respecto de los hechos asociados al año 2017 y de julio de 2020, vinculados a las INFAs anaeróbicas, es importante señalar que no existen monitoreos ambientales distintos a las INFAs para dichos periodos, por lo que no existe certeza de las condiciones ambientales existentes en dicho periodo, y menos que relacionen ambos procesos. La única información disponible a la fecha ha sido la generada por GEOGAMA (2023), la que permite conocer la situación posterior del centro, sobre la cual se puede analizar las condiciones ambientales.

Adicionalmente, es relevante mencionar que una INFA posterior da cuenta de que CES mantiene una condición ambiental favorable de carácter aeróbica, como lo indica la última INFA realizada el 09-12-2023 (DN - 00100/2024). Al comparar los resultados de oxígeno disuelto presentados en la Caracterización Preliminar del Sitio, con los resultados obtenidos en la última INFA mencionada, se observa que en ambos casos los niveles de oxígeno disuelto disminuyen a medida que aumenta la profundidad, alcanzando una concentración máxima de 8,4 mg/l a 9,0 mg/l en la superficie para la CPS y una concentración máxima de 10,9 mg/l a 11,3 mg/l en la superficie para la referida INFA, por otro lado, una concentración mínima de 7,1 mg/l a una profundidad de 85 m para la CPS y una concentración mínima de 7,1 mg/l a 80 m para la INFA, estos resultados muestran que el sitio ha vuelto a su estado inicial de evaluación ambiental.

En relación con la potencial afectación sobre el o los componentes ambientales asociados a la Parque Nacional Alberto de Agostini, cabe señalar que este fue creado mediante D.S. N°80/1965 y luego modificado mediante D.S. N°330/1967 y D.S. N°252/1969, abarcando una superficie aproximada de 790.000 ha conforme a los planos oficiales de la Provincia de Magallanes, con deslindes que comprenden porciones de agua marina para delimitar su perímetro. Asimismo, según se establece en el Decreto N°80/65 se señala que **se protege esta área con el objetivo de garantizar la vida de determinadas especies arbóreas y de conservar la belleza del paisaje**, el cual no guarda directa relación con la sobreproducción imputada y abordada en la presente minuta, por lo que se descarta una afectación al objeto de protección del área, en adición a la no alteración de la calidad de los componentes ambientales del medio marino.

Sin perjuicio de lo anterior, se analizaron los monitoreos bióticos realizados de aves y mamíferos marinos en el marco de la certificación ASC durante los años 2016, 2018 y 2023. Los resultados permiten descartar que se pueda establecer algún tipo de relación de afectación con respecto al funcionamiento del CES Cockburn 13 en la zana.

Por otro lado, de los resultados de la modelación NewDepomod requerida por la SMA, se establece el aumento del área de depositación total en el cargo N°1 de un 18%, además, se puede reconocer que el índice de impacto entre el área total de la RCA y el cargo N°1 presenta una diferencia de 0,33, siendo menor en configuración del cargo N°1 (lo cual es ambientalmente más desfavorable). Para ambos casos, el índice de impacto menor se encuentra fuera de la concesión. Para el escenario RCA, el impacto se puede considerar bajo al ser superior a 1, mientras que para el escenario del cargo N°1, existe un impacto alto puesto que su valor es menor a 1.

Por otra parte, para el cargo N°2 se establece un aumento del área de depositación total en un 8%, además el índice de impacto entre el área total de la RCA y el cargo N°2 presenta una diferencia de 0,15, siendo mayor en configuración del cargo N°2 (lo cual es ambientalmente más desfavorable). En ambos escenarios, según el índice, se clasifica como de alto impacto, puesto que su índice de impacto es menor a 1.

Por lo tanto, referente al índice de impacto en los escenarios de formulación de cargos y de acuerdo con la clasificación Findlay (1997), se reconoce una modificación del nivel de impacto en base a los hechos infraccionales N°1 y N°2 imputados por la SMA en la Formulación de cargos, teniendo el cargo N°2 un impacto más bajo que el N°1, lo cual es consistente con su menor nivel de sobreproducción.

En conformidad a los resultados obtenidos y los antecedentes tenidos a la vista de la modelación mediante NewDepomod, se puede señalar que la sobreproducción de salmónidos en el CES durante los ciclos imputados por la SMA **no generó una alteración de la calidad del agua ni de fauna marina (mamíferos marinos y avifauna) dado por los resultados de monitoreo ambientales históricos y de ASC obtenidos en 2026, 2018, y 2023**. No obstante, si generó un aumento en el área de

influencia o de sedimentación modelada. Al respecto, se tiene que para el ciclo 2015-2017 (carga N°1), existiría un aumento en el área modelada de 16.956 m² adicionales (incremento de 18%) respecto del escenario de cumplimiento (RCA), y que para el ciclo 2018-2020 corresponde a un incremento de 7.489 m² (8%). Lo anterior estaría asociado a la mayor emisión de materia orgánica al medio marino producto del alimento no consumido y las fecas generadas por los peces, para lo cual el balance de masa permite tener una aproximación al efecto que habría tenido la sobreproducción de ambos ciclos en la columna de agua y sedimento marino.

Al respecto, los resultados obtenidos a partir del balance de nutrientes realizado a partir de la información de alimento suministrado no consumido y fecas generadas por los peces, permiten acotar que el escenario de sobreproducción 2015 -2017 generó un aporte adicional de nutrientes (N, P, y C) particulados que sedimentan al fondo marino, respecto a la situación basal (escenario RCA) del 58,49% para Carbono, 58,49% de Nitrógeno, y 58,49% para Fósforo, así mismo el aporte adicional de nutrientes en la columna de agua en donde los aumentos fueron de 0,019; 0,003 y 0,0004 mg/L para Carbono, Nitrógeno y Fosforo, respectivamente.. Por otro lado, considerando el escenario de sobreproducción 2018 – 2020, se generó un aporte adicional de nutrientes (N, P, y C) particulados que sedimentan al fondo marino, respecto a la situación basal (escenario RCA) del 0,07% para Carbono, 0,07% de Nitrógeno, y 0,07% para Fósforo, así mismo el aporte adicional de nutrientes en la columna de agua en donde las disminuciones fueron de 0,001793; 0,000263 y 0,000044 mg/L para Carbono, Nitrógeno y Fosforo, respectivamente. Estos aportes adicionales se traducen en un efecto en la columna de agua y sedimento marino.

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 Cockburn 13, para el año 2023, se comprueba que el sector mantiene una condición óxica (GEOGAMA, 2023).

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, y el resultado del diagrama EhNHE-pH muestra que el SO₄ es la especie predominante de azufre en el sedimento, no observándose formas que originan condiciones anóxicas. (GEOGAMA, 2023).

Respecto de la materia orgánica, los resultados muestran que el porcentaje de materia orgánica tiene una mayor variabilidad en estaciones al interior de la concesión (rango 3,9% a 28,6%), versus lo observado en sectores alejados de la misma (rango 2,1% a 2,5%), observándose de esta forma un mayor porcentaje de materia orgánica en estaciones próximas a la concesión. El rango general de materia orgánica seca descrita en canales y fiordos magallánicos se encuentra entre 5% y 11% (Silva y Ortiz 20028), sobre el total de estaciones muestreadas, los valores de 6 de las estaciones dentro de la concesión están sobre este rango, mientras que todas las estaciones control están bajo estos valores.

Relacionado con lo anterior, de acuerdo con el sedimento submareal y su caracterización granulométrica, se observó mayor presencia de fango en todas las estaciones monitoreadas, y en esta fracción de sustrato blando se detectó un ensamble de macrofauna bentónica integrado por 10 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 6 taxa por estación. (GEOGAMA, 2023).

Los biotopos registrados en este sector 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. Además de lo anterior, la estructura de las comunidades fito y zooplancónicas mantienen características similares a otros ensambles de zonas cercanas, 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).

Con base en la información obtenida en terreno en sectores próximos y distantes de la concesión, los resultados de laboratorio y estadísticos aplicados desarrollados en el año 2023, se concluye que la variabilidad en la comunidad macrobentónica, las condiciones del subcomponente sedimento y columna de agua analizadas, y la estructura de las comunidades bióticas son representativas de los canales

interiores y fiordos australes, no persistiendo una afectación a la comunidad biológica del sector (GEOGAMA, 2023).

8. CONCLUSIONES

De conformidad a la evaluación de los antecedentes asociados al estado ambiental del área de influencia del CES Canal Cockburn 13, en relación con los periodos señalados para los hechos constitutivos de infracción (cargos N°1 y cargo N°2), es posible concluir lo siguiente:

- Las INFAs dan cuenta de resultados anaeróbicos luego de los ciclos productivos imputados en los cargos, no obstante, posterior a ello el medio ambiente ha retornado a una condición aeróbica. Al comparar la última INFA disponible con la información contenida en la CPS, se aprecia que el sitio presenta condiciones similares a las previas al inicio de actividades. Es importante señalar que el hecho de no ejercer actividades de siembra en el sector durante un período de tiempo potencialmente ha tenido como consecuencia recuperar las condiciones ambientales de la zona. Lo anterior, se puede validar con la INFA DN- 04748/2021 y los informes de SERNAPESCA de 2018 y 2022, revisados en capítulo 4.1.3, donde se pudo constatar que luego de un periodo de tiempo, las condiciones de aeróbicas prevalecen en centros que han presentados condiciones anaeróbicas previamente. En el mismo sentido, el hecho de reducir la producción en el centro podría tener un efecto positivo en la recuperación de la zona de emplazamiento de éste.
- Respecto al objeto de protección del Parque Nacional Alberto de Agostini, se puede señalar que corresponde al recurso forestal en el que se extiende esta área protegida, el cual no tiene directa relación con la sobreproducción imputada y abordada en la presente minuta. Sin perjuicio de lo anterior, los monitoreos bióticos realizados de aves y mamíferos marinos en 2016, 2018 y 2023 descartan que se pueda establecer algún tipo de relación con afectación respecto al funcionamiento del CES Cockburn 13, y en relación a los hechos imputados. Atendido lo anterior, se descarta una afectación al objeto de protección del área protegida, en base a los antecedentes revisados a la fecha.
- Por medio de la modelación realizada con NewDepomod se cuantificaron los aportes adicionales de materia orgánica y nutrientes, así como las áreas y tasas de depositación. En base a las tasas de depositación y a un índice

de referencia se determinó que la sobreproducción del ciclo 2015-2017 y del ciclo 2018-2020 pudieron haber generado un efectos en el entorno inmediato, todo lo cual se relaciona con los niveles de sobreproducción de cada ciclo.

- El aporte de Carbono, Nitrógeno y Fósforo al fondo marino para el ciclo 2015 – 2017, aumenta en un 58,49% para Carbono, 58,49% para Nitrógeno, y 58,49% para Fósforo para el sedimento, y el aporte de Carbono, Nitrógeno y Fósforo a la columna de agua aumenta en un 0,019 mg/L para Carbono, 0,003 mg/L para Nitrógeno, y 0,0004 mg/L para Fósforo.
- El aporte de Carbono, Nitrógeno y Fósforo al fondo marino para el ciclo 2018 – 2020, aumenta en un 0,07% para Carbono, 0,07% para Nitrógeno, y 0,07% para Fósforo para el sedimento, y el aporte de Carbono, Nitrógeno y Fósforo a la columna de agua disminuye en un 0,001793 mg/L para Carbono, 0,000263 mg/L para Nitrógeno, y 0,000044 mg/L para Fósforo.
- Luego, en base a los monitoreos ambientales de columna de agua, biotopos intermareales, fondo marino, comunidades bentónicas y comunidades planctónicas realizados por GEOGAMA en 2023, se puede señalar que existen diferencias en ciertas variables asociadas al fondo marino, que pueden derivarse de la operación del centro. No obstante, 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 una afectación al fondo marino y comunidad biológica del área asociada al CES Cockburn 13.

Con base en los antecedentes revisados y los hechos infraccionales analizados, se acepta la hipótesis de generación de efectos ambientales para las condiciones del fondo marino y columna de agua, como resultados de los hechos infraccionales analizados en torno a la sobreproducción de salmónidos del CES Canal Cockburn 13 imputados por la SMA. En esta línea, se confirma que el exceso de producción generó efectos ambientales en las variables estudiadas dados por un cambio en las emisiones de materia orgánica y nutrientes en el ambiente marino respecto a un escenario de producción acorde a lo autorizado.

En concreto, los resultados de la modelación de dispersión de carbono dan cuenta de un aumento de la extensión del área de sedimentación de materia orgánica

en 16.956 m² (18%) y un aumento de 7.489 m² (8%) durante los ciclos productivos del 2015-2017 y del 2018-2020, respectivamente, en comparación con lo esperable en un escenario de producción acorde al máximo permitido en la RCA.

Por último, los resultados de monitoreo bióticos ASC de 2016, 2018 y 2023 permiten descartar que se pueda establecer algún tipo de relación de afectación con respecto al funcionamiento del CES Cockburn 13 en el sector y, por su parte, los monitoreos ambientales desarrollados durante el 2023 permiten descartar que persista una afectación ambiental asociada al centro de cultivo, en base a la información recabada por GEOGAMA.

9. REFERENCIAS

- Bermúdez, J. (2014). Fundamentos de Derecho Ambiental. Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Cromey, C. B. (1998). Modeling the deposition and biological effects of organic carbon from marine sewage discharges. *Estuarine, Coastal and shelf science* 47: 295 – 308.
- Carballeira A. y C. Carballeira. (2017). Estratexia Galega Acuicultura: Guía para a realización de plans de vixilancia ambiental de cultivos mariños en gaiolas flotantes instaladas nas costas de Galicia. Xunta de Galicia. Consellería do Mar y Consellería de Medio Ambiente e Ordenación do Territorio. Dirección Xeral de Pesca, Acuicultura e Innovación Tecnolóxica.
- De la Fuente, O. (2011). El control judicial de la Resolución de Calificación Ambiental. Obtenido de Repositorio Académico de la Universidad de Chile: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111391>.
- D.S. 320/2009. (2009). Reglamento Ambiental Para la Acuicultura. Santiago: Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- Findlay. (1997). Prediction of Benthic Impact for Salmon Net-Pens Based on the balance of Benthic Oxygen Supply and Demand. *Marine Ecology Progress Series*. Vol 155: 147-157.
- GEOGAMA. (2023). Caracterización agua de mar CES Cockburn 13.
- GEOGAMA. (2023). Caracterización de las comunidades planctónicas CES Cockburn 13.
- GEOGAMA. (2023). Caracterización físico-química del suelo marino y caracterización de comunidades bentónicas CES Cockburn 13.
- GEOGAMA. (2023). Determinación de Biotopos intermareales CES Cockburn 13.
- GEOGAMA. (2023). Estimación de la depositación de fecas y alimento no consumido CES Cockburn 13.
- Hargrave, B.T., Holmer, M., Newcombe, C.P. (2008). Towards a classification of organic enrichment in marine sediments based on biogeochemical indicators. *Marine Pollution Bulletin* 56, 810-824
- 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.

- 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).
- Superintendencia del Medio Ambiente (2023), Res. Ex. N°1/ ROL D-129-2023, Formulación de Cargos que Indica a Nova Austral, Titular de CES Cockburn 13.
- Superintendencia del Medio Ambiente (2019), Informe Técnico de Fiscalización Ambiental, DFZ-2019-1293-XII-RCA, DFZ-2018-2597-XII-RCA y DSI-2023-19-XII-RCA CES Cockburn 13.
- SERNAPESCA Dirección Regional de Magallanes y antártica chilena, Informe de Denuncia Centro de Cultivo de Salmones Cockburn 13 y sus Anexos.
- Wang, X., Olsen, L.M., Reitan, K.I., & Olsen, Y. (2012). Discharge of nutrient wastes from salmon farms: environmental effects, and potential for integrated multi-trophic aquaculture. *Aquacult Environ Interact*, 2, 267-283.

10. APÉNDICES

- Apéndice 1. INFAS
- Apéndice 2. Informes ASC
- Apéndice 3. NewDepomod
- Apéndice 4. Informes actividades de monitoreo ambiental
- Apéndice 5: Estudio de Correntometría columna completa
- Apéndice 6. Memoria de cálculo nutrientes en el fondo marino Cargo 1
- Apéndice 7. Memoria de cálculo nutrientes en el fondo marino Cargo 2
- Apéndice 8. Minuta técnica Cockburn 13
- Apéndice 9. Tablas comparativas formato Excel y puntos de monitoreo en formato .kmz.