

Expediente Rol D-002-2025.
Fiscal Instructora Claudia Arancibia Cortes

Acompaña documento

**SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE
FISCAL INSTRUCTORA CLAUDIA ARANCIBIA CORTES**

José Domingo Ilharreborde Castro, en representación **Empresas AquaChile S.A.**, en autos sobre procedimiento administrativo sancionatorio Rol D-002-2025 a la Fiscal Instructora respetuosamente digo:

Mediante Resolución Exenta N°2/Rol D-002-2025, de fecha 25 de abril de 2025, la Superintendencia del Medio Ambiente ("SMA") formuló observaciones al Programa de Cumplimiento ("PdC") presentado por Empresas AquaChile S.A. en el marco del procedimiento sancionatorio rol D-002-2025 seguido en contra del CES Melchor 5. Dichas observaciones fueron respondidas dentro de plazo mediante la presentación de un PdC refundido junto con una versión actualizada del Informe de efectos, elaborado por la consultora ambiental ECOS.

No obstante, puesto que a la fecha de presentación del PdC aún no se contaba con los resultados de la campaña de monitoreo asociada al Informe de efectos, estos no se incluyeron en la versión presentada a la SMA, comprometiéndose la entrega de una nueva versión del Informe de efectos una vez se tuvieran los resultados finales de la campaña.

Por este medio se acompaña la versión actualizada del Informe de efectos con los resultados de la campaña de monitoreo 2025 de acuerdo con lo comprometido.

POR TANTO,

A la Fiscal Instructora Claudia Arancibia Cortes respetuosamente pido: tener por acompañada la versión actualizada del Informe de efectos que incluye los resultados de la campaña de monitoreo 2025.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes, likely representing the name of the signatory.



ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE POSIBLES EFECTOS AMBIENTALES

**Hecho infraccional N°1
Procedimiento Sancionatorio
RES. EX. N°1 y N°2/ ROL D-002-2025**

**CES Melchor 5 (RNA 110437)
AQUACHILE S.A.**

Agosto 2025

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	8
2. OBJETO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA.....	12
3. POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES	13
4. MARCO TEÓRICO	14
4.1 Reglamento Ambiental para la Acuicultura	14
4.1.1 Criterios de aceptabilidad de las INFAs	14
4.1.2 Categoría de un Centro de cultivo	15
4.2 RCA y Obligaciones de seguimiento ambiental.....	17
4.3 Análisis de promulgación de la Reserva Forestal “Las Guaitecas”	17
4.4 Principios teóricos del análisis de posicionamiento de módulos de engorda con imágenes satelitales SAR	19
4.5 Modelos de dispersión de carbono	19
4.6 Situación posterior al ciclo productivo 2021-2022.....	21
5. METODOLOGÍA.....	22
5.1 Descripción del área asociada y Caracterización Preliminar del Sitio (CPS) 22	
5.2 Revisión de Denuncias al Centro de Cultivo de Salmones MELCHOR 5... 22	
5.3 Revisión del Informe de Fiscalización Ambiental elaborado por la Superintendencia de Medio Ambiente..... 23	
5.4 Revisión de la Información Ambiental (INFA) del CES Melchor 5	23
5.5 Análisis de posicionamiento de estructuras	23
5.6 Revisión de antecedentes a potencial afectación de áreas silvestres protegidas del Estado	26
5.7 Revisión de antecedentes en el marco de la ASC.....	26
5.8 Determinación de área de influencia con modelación NewDepomod . 26	
5.9 Balance de nutrientes	27
5.10 Uso de antibióticos/antiparasitarios en CES MELCHOR 5	28

5.11	Campaña de monitoreo 2025.....	28
6.	RESULTADOS.....	30
6.1	Descripción del área asociada y Caracterización Preliminar de Sitio (CPS)	30
6.1.1	Columna de agua	31
6.1.2	Sedimento y sustrato marino	34
6.2	Revisión de denuncias al Centro de Cultivo de Salmones Melchor 5	37
6.3	Revisión del Informe de Fiscalización Ambiental elaborado por la Superintendencia del Medio Ambiente	38
6.4	Revisión de la información ambiental (INFA) del CES Melchor 5	39
6.5	Análisis de posicionamiento de estructuras	41
6.6	Revisión de antecedentes a potencial afectación de áreas silvestres protegidas del Estado	44
6.7	Determinación de área de influencia con modelación NewDepomod .	45
6.8	Uso de antibióticos/antiparasitarios en CES Melchor 5	50
6.9	Balance de nutrientes	50
6.9.1	Uso de antiparasitarios.....	55
6.9.2	Uso de antibióticos.....	55
6.10	Campaña de monitoreo 2025.....	58
6.10.1	Monitoreo en columna de agua.....	60
6.10.2	Nutrientes en columna de agua	64
6.10.3	Fondo y sedimento marino	65
7.	DETERMINACION Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES.....	74
8.	CONCLUSIONES	78
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	81
10.	APÉNDICES	83

TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de los vértices de la concesión CES Melchor 5.....	23
Tabla 2. Estaciones del plan de monitoreo y su ubicación respecto al rango de depositación,.....	28
Tabla 3. Coordenadas de las transectas de filmación submarina.....	29
Tabla 4. Categorías de abundancia relativa observadas en la campaña de filmación submarina.....	30
Tabla 5. Coordenadas de los vértices de la concesión	31
Tabla 6: Contenido de Materia Orgánica Total en las estaciones de la CPS.	34
Tabla 7. Mediciones de pH y Redox en las estaciones de la CPS	35
Tabla 8. Abundancia y biomasa macrofauna bentónica al momento de la evaluación ambiental.	36
Tabla 9. INFAs realizadas en el CES Melchor 5.....	39
Tabla 10. Resultados potencial redox INFAs históricas CES Melchor 5	40
Tabla 11. Resultados pH INFAs históricas CES Melchor 5	40
Tabla 12. Parámetros de modelación de depositación de carbono en CES Melchor 5.	45
Tabla 13. Información de las dietas utilizadas en modelación NewDepomod ciclo 2021-2022	47
Tabla 14. Áreas de dispersión modelación de dispersión de carbono NewDepomod.	48
Tabla 15. Flujo másico de Carbono (C) disuelto estimado en relación con el alimento suministrado en CES Melchor 5	51
Tabla 16. Flujo másico de nitrógeno (N) disueltos estimados en relación con el alimento suministrado en CES Melchor 5	51
Tabla 17. Flujo másico de fósforo (P) disueltos estimados en relación con el alimento suministrado en CES Melchor 5	51
Tabla 18. Flujo másico de C, N y P orgánicos particulados estimado, en relación al alimento suministrado en CES Melchor 5	52
Tabla 19. Concentración de C, N y P disuelto estimado en relación al alimento suministrado en CES Melchor 5	53
Tabla 20. Antibióticos aplicados durante el ciclo productivo del hecho infraccional	56

Tabla 21. Jerarquización de las estaciones de monitoreo de columna de agua, campaña junio 2025, en base a distancia al área de influencia y rango de depositación.....	59
Tabla 22. Jerarquización de las estaciones de monitoreo de fondo submarino, campaña mayo - junio 2025	60
Tabla 23. Concentración de nutrientes en agua de mar, campaña 2025	64
Tabla 24. Resultados de registro visual fondo marino CES Melchor 5.....	65
Tabla 25. Taxa y abundancia detectada por estación de monitoreo	69
Tabla 26. Mediciones de temperatura, pH, potencial redox y materia orgánica total del sedimento In situ en el CES Melchor 5.....	73
Tabla 27. Macrofauna bentónica en el sedimento marino.	73

FIGURAS

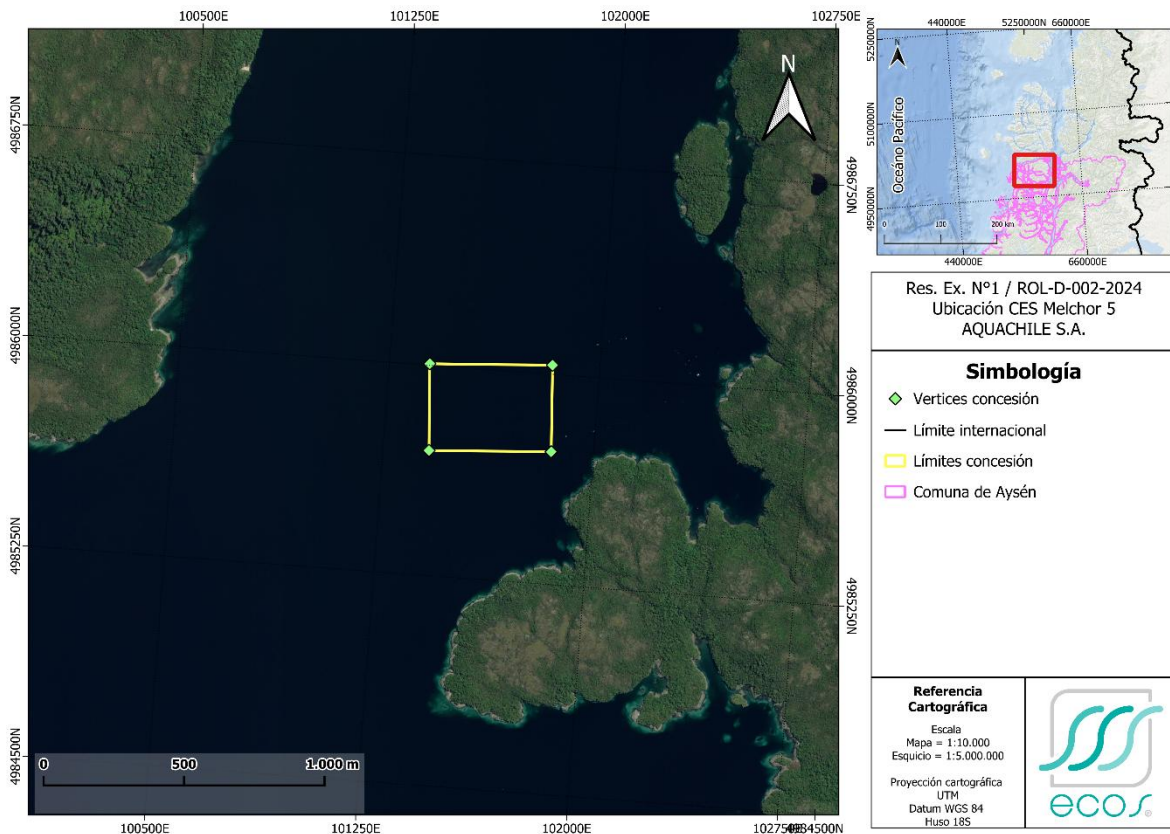
Figura 1. Localización de la Unidad Fiscalizable	8
Figura 2. Biomasa producida y declarada en el centro de cultivo durante el ciclo 2019-2021.	13
Figura 3. Ubicación modificación de concesión CES Melchor 5I	24
Figura 4. Ubicación de estaciones de muestreo CPS para el CES Melchor 5	32
Figura 5. Oxígeno disuelto (mg/L) en columna de agua para puntos de monitoreo CPS en CES Melchor 5.....	33
Figura 6. Temperatura (°C) en columna de agua en puntos de monitoreo CPS en CES Melchor 5.....	33
Figura 7. Salinidad (PSU) en columna de agua en puntos de monitoreo CPS en CES Melchor 5	34
Figura 8. Variación temporal de oxígeno disuelto en la columna de agua, CES Melchor 5	41
Figura 9. Posicionamiento del CES al 26 de enero 2021	42
Figura 10. Posicionamiento del CES al 28 de enero de 2022.....	43
Figura 11. Posicionamiento del CES al 20 de enero de 2025.....	44
Figura 12. Modelación de dispersión de carbono NewDepomod para la producción máxima autorizada en la RCA.....	49
Figura 13. Modelación de dispersión de carbono Depomod para la producción asociada al hecho infraccional N°1 con sobreproducción.	50
Figura 14. Comparación de la fracción elemental disuelta entre el periodo de infracción respecto al del cumplimiento (RCA).....	52
Figura 15. Comparación de la fracción orgánica particulada entre el periodo de infracción respecto al del cumplimiento (RCA).....	53
Figura 16. Ubicación espacial estaciones de monitoreo columna de agua, mayo 2025	58
Figura 17. Ubicación espacial transectas de monitoreo fondo marino, mayo – junio 2025	59
Figura 18. Oxígeno disuelto (mg/L) en relación a la profundidad.....	61
Figura 19. Estadísticas de oxígeno disuelto (mg/L) por punto de monitoreo (ordenado por distancia al área de influencia)	62
Figura 20. Niveles de oxígeno disuelto en columna de agua INFAS históricas y campaña de monitoreo 2025.....	63

Figura 21. Filmación de fondo marino, cubierta de microorganismos a los 03:20 min de transecta 1.	66
Figura 22. Filmación de fondo marino, cubierta de microorganismos a los 12:02 min de transecta 5.	67
Figura 23. Filmación fondo marino, cubierta de microorganismos a los 06:31 min de transecta 6.	67
Figura 24. Filmación fondo marino, cubierta de microorganismos a los 02:52 min de transecta 7.	68
Figura 25. Filmación fondo marino, cubierta de microorganismos (hallazgo puntual) a los 08:39 min de transecta C01.	68
Figura 26. Cuenta de abundancia de especies de epifauna según rango de depositación.	72

1. INTRODUCCIÓN

Mediante la presente minuta técnica se presenta el análisis, evaluación, y estimación de los potenciales resultados ambientales asociados al **Hecho Infraccional N°1**, contenido en el procedimiento sancionatorio ROL D-002-2025, iniciado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), en contra de Empresas Aquachile S.A., operador del Centro de Engorda de Salmónidos (CES) Melchor 5, ubicado en el sector Caleta Entrada, Estero del Medio, comuna de Aysén, Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo (ver Figura 1).

Figura 1. Localización de la Unidad Fiscalizable



Fuente: Elaboración propia a partir de RCA N°111/2012.

La Unidad Fiscalizable (UF), sujeta del presente procedimiento sancionatorio, corresponde a un centro de cultivo con el objeto de producir 735 toneladas, mediante la instalación de 40 balsas jaula de 15x15 metros y 12 metros de profundidad, la que fue aprobado ambientalmente por la RCA N°84/2002. Luego el centro fue modificado por la RCA N°111/2012 aumentando la capacidad productiva del centro a 2.500 toneladas con una operación de 30 balsas jaula de

30x30 metros y 18 metros de profundidad. Ambas resoluciones fueron aprobadas por la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.

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

Hecho 1:

“Superar la producción máxima autorizada en el CES Melchor 5 (RNA 110437), durante el ciclo productivo ocurrido entre 26 de abril de 2021 y el 31 de enero de 2022.”

Respecto de la gravedad del cargo, para el **hecho infraccional N°1, este es clasificado como grave** en virtud de la **letra e)** del numeral 2 del artículo 36 de la LO-SMA, esto es, hechos, actos u omisiones que contravengan las disposiciones pertinentes que incumplan gravemente las medidas para eliminar o minimizar los efectos adversos de un proyecto o actividad, de acuerdo con lo previsto en la respectiva Resolución de Calificación Ambiental; e indistintamente en virtud del **literal i)** del mismo numeral y artículo, en tanto se trata de hechos, actos u omisiones que contravengan las disposiciones pertinentes y que alternativamente se ejecuten al interior de áreas silvestres protegidas del estado, sin autorización, en atención en los considerandos 30° y siguientes de la presente resolución.

En el marco de dicho procedimiento sancionatorio, la empresa, presentó un Programa de Cumplimiento (en adelante PdC) con fecha 03 de febrero de 2025, mediante el cual propone una serie de acciones para hacerse cargo de los hechos infraccionales imputados, así como de sus efectos.

Por su parte, mediante Res. Ex. N°2/ ROL D-002-2025, con fecha 24 de abril de 2025, la SMA levanta observaciones al PdC presentado, dentro de las cuales se refiere al análisis de efectos realizado. Al respecto, desde el considerando N° 14 al 22 de la resolución, se solicita lo siguiente:

“14. En relación con la modelación en Newdepomod, se solicita que las modelaciones se realicen considerando el peor escenario respecto al calibre utilizado, es decir, el tamaño más grande empleado durante el ciclo del hecho infraccional. En consonancia a lo anterior, para realizar un análisis comparativo adecuado de las áreas de influencia en el escenario de cumplimiento; que corresponde al cumplimiento de las toneladas establecidas por la RCA que rige al CES Melchor 5; y el escenario de incumplimiento; el cual corresponde al del hecho infraccional imputado; los parámetros operacionales deben ser para ambos casos los utilizados en ciclo 2021 – 2022, tales como, número de jaulas, orientación de las

estructuras, meses de duración del ciclo, entre otros. Asimismo, la información que sea utilizada para los parámetros de ambos escenarios debe venir tabulada para una mejor comprensión.

15. Del análisis de columna de agua y el fondo marino, se advierte que este se basa en los datos obtenidos de las INFAS, principalmente a lo relacionado al parámetro de oxígeno disuelto en el agua y sedimento. Dado lo anterior, es importante destacar que las INFAS se acotan a reflejar el estado de las variables monitoreadas en los vértices de los módulos, lo cual no refleja necesariamente el área de mayor impacto del proyecto.

16. Por lo expuesto previamente, se estima necesario complementar el análisis presentado en orden a incorporar información relativa al estado y/o caracterización de los componentes ambientales de relevancia identificados en el área de emplazamiento del proyecto y sectores aledaños, considerando especialmente los hábitats y especies de mayor sensibilidad que, de modo razonable, pudieron verse afectados debido a la operación por sobre los parámetros establecidos por la RCA del CES.

17. Asimismo, con respecto a la Reserva Forestal Las Guaitecas, el titular señala que "las estructuras se encuentran fuera de los límites terrestres de la Reserva Forestal Las Guaitecas, por lo que se descarta cualquier posible afectación del objeto de protección de la Reserva Forestal".

18. En este punto, cabe citar lo dispuesto en el artículo 36 de la Ley N° 19.300, el cual establece que "forman parte de un área protegida las porciones de mar, terrenos de playa, playas de mar, lagos, lagunas, embalses, cursos de agua, pantanos y otros humedales, situados dentro de su perímetro".

19. Lo anterior guarda relación con la calificación de gravedad otorgada al hecho infraccional que dio origen a la formulación de cargos, considerándose como una infracción grave conforme a lo dispuesto en el artículo 36 N°2 literal i) de la LOSMA, al tratarse de hechos ocurridos al interior de áreas silvestres protegidas del Estado, sin autorización.

20. En consecuencia, se hace presente que el titular deberá complementar su análisis respecto a los componentes ambientes relevantes como lo son sedimentos, biota, fauna macrobentónica, hábitats y especies de mayor sensibilidad y otros que, de manera razonable, pudieron verse afectados debido al hecho infraccional.

21. Junto con lo anterior, se solicita al titular acompañar los resultados, en caso los tuviese, de los monitoreos internos de columna y/o sedimento o monitoreos realizados en el marco de la certificación Aquaculture Stewardship Council (ASC)

respecto de los siguientes parámetros: Datos de concentración de nutrientes en columna de agua: Nitratos (N03), Nitritos (N02), amonio (NH4) y Fosfatos (P04-3); Datos de concentración de nutrientes en los sedimentos submareales: Nitratos (N03), Nitritos (N02), amonio (NH4) y Fosfatos (P04 -3); Análisis de biodiversidad béntica y eventuales efectos asociados".¹

22. Respecto al uso de antibióticos, en el Informe de Análisis y Estimación de Posibles Efectos Ambientales, el titular informa la utilización de Florfenicol y Oxitetraciclina durante los meses de agosto y octubre de 2021, y que debido a que la fecha de superación del límite autorizado en la RCA N°111/2012 corresponde al 3 de enero de 2022, se descartó el uso adicional de fármacos producto de la sobreproducción, por lo que dicho factor no fue considerado en el análisis de efectos negativos. Con todo, dado que, según lo indicado por la empresa, los tratamientos farmacológicos fueron aplicados durante el periodo del hecho infraccional –ciclo productivo 2021-2022-, se requiere que el titular incorpore un análisis respecto de la interacción de los fármacos utilizados con los componentes ambientales de relevancia del medio marino.

23. Finalmente, para la versión refundida del PDC, se requiere que todos los datos de tablas comparativas se encuentren disponibles en formato Excel editable y los puntos de monitoreos mencionados deben venir georreferenciados en formato KMZ o Shape (.kmz o -kml, .shp), con el fin de garantizar la transparencia y trazabilidad de la información reportada."²

De esta forma, para analizar las variables ambientales asociados al hecho constitutivo de la infracción descrita, se debe considerar el objeto de protección relacionado con las exigencias infringidas. Por consiguiente, la presente minuta estará dirigida a evaluar si producto de los hechos relevados por la autoridad, existen posibles efectos adversos sobre el objeto de protección en términos de un probable efecto sobre uno o más componentes ambientales.

¹ El Centro de Engorda de Salmones Melchor 5 no cuenta con certificaciones Aquaculture Stewardship Council (ASC).

² El Excel editable y los archivos KMZ asociados a los puntos de monitoreo se adjuntan en el apéndice 1.

2. OBJETO DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA

Para definir el objeto de protección, en primer lugar, es necesaria la revisión de las condiciones que se estiman infringidas a causa de los cargos objeto del presente documento. En particular, sobre el **hecho infraccional N°1**, la formulación del cargo se basa específicamente en:

- **RCA N°111/2012**

Considerando 3.7:

“La producción máxima es de 2.500 toneladas de salmónidos.”

Considerando 4.2.2: Permiso Ambiental Sectorial establecido en el artículo 74 del RSEAI:

“Permiso para realizar actividades de cultivo y producción de recursos hidrobiológicos (...).”

“La producción máxima es de 2.500 toneladas de salmónidos”.

“(...) El titular deberá dar cumplimiento al Reglamento Ambiental para la Acuicultura, D.S. (MINECON) N°320 de 2001.

El titular deberá cumplir con el cronograma de actividades y programa de producción señalado en el respectivo Proyecto Técnico, asociado a la solicitud de modificación en comento”

“Se otorga el permiso ambiental sectorial en consideración a que la Subsecretaría de Pesca, mediante Of. Ordinario N°539 de fecha 21 de febrero de 2012 informó favorablemente. Se condiciona lo siguiente: Producción máxima autorizada de 2.500 toneladas de salmónidos (...).”

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

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

A partir de los antecedentes anteriormente expuestos, se identifica que el objeto de protección se vincula a la posible afectación de la **componente calidad de agua y del fondo marino**, variable sobre la cual se analizarán los potenciales efectos, vinculados al hecho infraccional N°1.

3. POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES

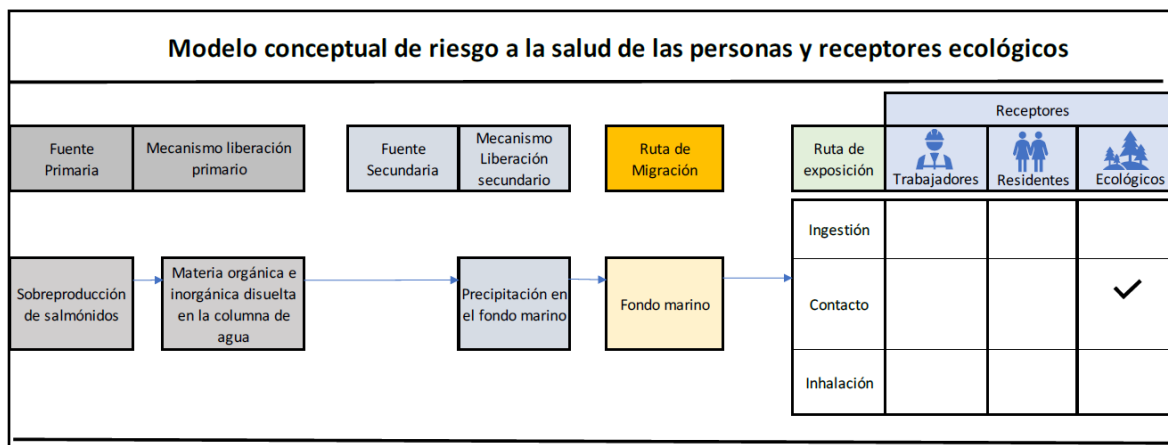
A partir del análisis de la información disponible asociada al caso y considerando el hecho infraccional levantado por la SMA, la determinación de los potenciales efectos dado el cargo N°1 se debe realizar a nivel de los componentes ambientales potencialmente afectados (**calidad de agua y fondo marino**), en la zona de influencia del proyecto.

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

“La superación de la producción de la cantidad máxima autorizada de salmónidos imputada por la SMA habría generado una alteración de la condición ambiental de la calidad de la columna de agua, fondo marino y biodiversidad”.

La Figura 2 presenta el esquema conceptual de la hipótesis a testear en el presente documento.

Figura 2. Biomasa producida y declarada en el centro de cultivo durante el ciclo 2019-2021.



Fuente: Elaboración propia. Adaptado de U.S. Department of the Interior (2004). Risk Management for metal at BLM mining sites. National Science and Technology Center, 1, 1-32.

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 determinados 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, variables que dependen de la categoría del centro de cultivo en particular, tal como se explica a continuación. 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 anaeróbicas³ 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.

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,

³ 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.

dentro de los contenidos considerados para la 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.4 se indica que:

“Los centros de cultivo clasificados en **Categoría 3** deberán entregar:

- i) *Plano batimétrico, de sustrato y de ubicación de las estaciones de muestreo;*
- ii) *Granulometría del sedimento;*
- iii) *Materia orgánica total del sedimento;*
- iv) *Macrofauna bentónica;*
- v) *pH y potencial redox en el sedimento;*
- vi) *Temperatura en sedimento;*
- vii) *Correntometría euleriana;*
- viii) *Oxígeno disuelto en la columna de agua, expresado tanto en concentración como en porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua;*
- ix) *Temperatura en la columna de agua;*
- x) *Salinidad en la columna de agua;*
- xi) *Sulfuro en sedimento.”*

Y así mismo en el literal c.5 se indica:

“Los centros de cultivos clasificados en **Categoría 4** deberán entregar:

- i) *Plano batimétrico, de sustrato y de ubicación de las transectas y estaciones de muestreo;*
- ii) *Correntometría euleriana;*
- iii) *Registro visual;*
- iv) *Oxígeno disuelto en la columna de agua, expresado tanto en concentración como en porcentaje de saturación de oxígeno en la columna de agua;*
- v) *Temperatura en la columna de agua;*
- vi) *Salinidad en la columna de agua.”*

Lo anterior aplica para las balsas jaula que han operado como parte del CES Melchor 5 durante el ciclo productivo abril 2021 – enero 2022.

4.2 RCA y Obligaciones de seguimiento ambiental

Por su parte, el principal ICA corresponde a las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA), documento que, como ya se indicó, se obtiene una vez finalizado el proceso de evaluación ambiental de un proyecto. En caso de rechazo, el proyecto o actividad no puede ejecutarse en tanto su calificación no sea favorable.

Por otra parte, en caso de que la RCA sea favorable, corresponde a la autorización por parte del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) para que dicho proyecto pueda ejecutarse en la forma descrita durante el proceso de evaluación.

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. Al respecto, en el caso de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) se establecen obligaciones que tienen por finalidad mitigar, compensar o realizar seguimiento a las componentes ambientales más relevantes, mientras que en el caso de las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) se establecen obligaciones de seguimiento solicitadas por la autoridad. 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 alteraciones en las estructuras ambientales asociadas al desarrollo de proyectos regulados ambientalmente, es decir el seguimiento ambiental representa la herramienta diseñada para detectar cualquier efecto ambiental que pueda generarse durante la implementación de proyectos.

4.3 Análisis de promulgación de la Reserva Forestal “Las Guaitecas”

En el considerando 30° de la formulación de cargos Res. Ex. N°1/ROL D-002-2025, se establece como hecho constitutivo de infracción que el CES Melchor 5 (RNA 110437) se encuentra en aguas interiores de la Reserva Forestal “Las Guaitecas”.

La creación de la Reserva Forestal "Guaitecas", data del día 28 de octubre de 1938 y luego reemplazado por el DS N° 47/1962 del Ministerio de Agricultura.

Posteriormente el 22 de agosto de 1983, mediante el Decreto N°420 del Ministerio de Bienes Nacionales (MBN)⁴, se configura extensión actual de la Reserva Forestal "Las Guaitecas", la cual se expone en la y que corresponde a la extensión que se presenta en la Infraestructura de Datos Espacial (IDE)⁵ de la Superintendencia del Medio Ambiente y en el Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad (Simbio)⁶ del Ministerio del Medio Ambiente.

En relación con el objeto de protección de la Reserva Forestal "Las Guaitecas", el Decreto N°420/1983 no establece explícitamente el objeto de protección asociado a esta unidad. Sin embargo, en sus considerandos se menciona la relevancia de ajustar los límites de esta unidad con el fin de conservar "(...) 15.141 hectáreas de bosques susceptibles de ser explotados con fines comerciales y que en la actual Reserva Forestal Taitao existe un sector de 27.375 Hás. de similares características, sectores ambos en que no existen valores ecológicos relevantes distintos de los que existen en el resto de las unidades", **de manera que el objeto de protección resguardado corresponde a los recursos naturales asociados al recurso forestal del sistema insular en el que se extiende esta área protegida.**

Adicionalmente, la categoría de protección de Reserva Forestal se funda en la existencia de los artículos 10 y 11 del Decreto 4363⁷ del año 1931 del Ministerio de Tierras y Colonización que "Aprueba texto definitivo de la Ley de Bosques" donde se señala que:

"Art. 10. Con el objeto de regularizar el comercio de maderas, garantizar la vida de determinadas especies arbóreas y conservar la belleza del paisaje, el Presidente de la República podrá establecer reservas de bosques en los terrenos fiscales apropiados a dichos fines y en terrenos particulares que se adquieran por compra o expropiación. La expropiación se hará en la forma indicada en el artículo 8° de esta Ley.

⁴ Para más detalles: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=250140>

⁵ Disponible en la URL: <https://ide.sma.gob.cl/>

⁶ Disponible en la URL: <https://simbio.mma.gob.cl/AreaProtegida/Details/1007>

⁷ Disponible en la URL: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=19422>

Con el objeto de obtener un mejor aprovechamiento de las Reservas Forestales, la Corporación Nacional Forestal podrá celebrar toda clase de contratos que afecten a dichos bienes y ejecutar los actos que sean necesarios para lograr esa finalidad. Asimismo, podrá establecer y cobrar derechos y tarifas por el acceso de público a las Reservas Forestales que él determine, y por la pesca y caza en los lugares ubicados dentro de esas Reservas. Los dineros y productos que se obtengan ingresarán al patrimonio de dicho servicio.

Art. 11. Las reservas de bosques existentes en la actualidad y los que se establezcan de acuerdo con esta ley, no podrán ser destinados a otro objeto sino en virtud de una ley."

4.4 Principios teóricos del análisis de posicionamiento de módulos de engorda con imágenes satelitales SAR

Las imágenes satelitales de Radar de Apertura Sintética (en adelante SAR) han sido utilizadas ampliamente para el análisis de presencia, ubicación y caracterización de estructuras de acuicultura en zonas marinas y cuerpos de agua continentales. Esto debido a que este tipo de imágenes permite la observación de la superficie con independencia de las condiciones de nubosidad e iluminación solar, así como también debido a la capacidad de destacar la presencia de las estructuras de acuicultura respecto de la superficie de agua en el Coeficiente de Retrodispersión (también denominado Backscattering). Una discusión más profunda de los mecanismos físicos que permiten este fenómeno es descrita por Steckler (2001), Travaglia et al. (2004), Sierralta et al. (2015) y Russell et al. (2020).

4.5 Modelos de dispersión de carbono

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 generar en el medio. Bajo este contexto, uno de los modelos cuantitativos más utilizados actualmente corresponde al modelo de dispersión NewDEPOMOD, para predecir las cargas de carbono orgánico sobre el fondo marino a escala local.

NewDEPOMOD es un modelo de trayectoria de partículas que predice los efectos de la deposición de sólidos desde los centros de cultivo hacia el bento, 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, trayectoria de partículas, re-suspensión y módulo de respuesta bentónica (RESUS). El cuarto módulo 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 bento (Cromey et al., 2002). Estos módulos por su parte requieren información independiente y aunque se comportan como módulos distintos, forman parte de un solo modelo (IFOP, 2013).

Para este modelo, se han desarrollado algunas actualizaciones a través del tiempo, las cuales van optimizando 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 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 (IFOP, 2013).

En relación con las actualizaciones contenidas en la versión NewDepomod del software de modelación, es posible señalar:

- Se integra dentro del modelo de resuspensión el concepto de consolidación de una partícula en el fondo marino y además se permite la configuración de diferentes parámetros de los modelos de resuspensión. Cabe mencionar que este modelo no se utiliza en el presente caso, ya que se trabaja con el peor escenario productivo, que corresponde a la depositación directa sobre el lecho marino, por lo tanto, para el caso en análisis, las modelaciones realizadas por el modelo Depomod (V2.4.2) son igual de válidas y certeras que el New Depomod.
- NewDepomod permite incorporar todas las capas de corrientes que se deseen utilizar. Sobre esta misma observación, NewDepomod permite incluso agregar más de una correntimetría, entendiendo que existen lugares con corrientes complejas que pueden tener más de una medición de correntimetría.
- New Depomod mejora las capacidades predictivas para sitios más expuestos, sin embargo, el centro de cultivo analizado se encuentra

ubicadas en el mar interior, por lo que el uso del modelo Depomod sigue siendo una herramienta confiable en la modelación de dispersión de partículas.

Por lo anterior, es posible considerar que, dados los escenarios de modelación utilizados y las características de los centros de cultivo del titular, el uso del software NewDepomod permite representar en forma adecuada las cargas de carbono orgánico sobre el fondo marino a escala local y por consiguiente definir el área de influencia para la condición de sobreproducción.

4.6 Situación posterior al ciclo productivo 2021-2022

En materia de producción y operatividad actual del CES Melchor 5, cabe señalar que de forma posterior al ciclo infraccional no se han iniciado nuevos ciclos productivos, por lo que se encuentra en descanso desde el término del ciclo en cuestión a la actualidad.

5. METODOLOGÍA

Para identificar las condiciones que pudieron haber ocurrido producto del hecho infraccional N°1 en la formulación de cargos, Res. Ex. N°1/ROL D-002-2025 de la SMA y capítulo 2 de esta minuta, se ha llevado a cabo un análisis de la información asociada a dichos compromisos, con la finalidad de determinar si, como resultado del hecho infraccional imputado por la SMA, se habría producido una afectación sobre las condiciones ambientales de la calidad de la columna de agua y sedimento del fondo marino.

De esta manera, se efectuó una revisión de bibliografía que abordó los principales criterios mediante los cuales se pudo haber generado una posible afectación a la columna de agua y fondo marino asociado al área del CES MELCHOR 5, los cuales fueron identificados por la SMA en su Res. Ex. N°1/ROL D-002-2025 en el capítulo III letra A.1. donde se identifica el principal aspecto asociado al incumplimiento de medidas dispuestas para la especie en cuestión:

- Incumplimiento de la producción máxima autorizada por la RCA N°111/2012.

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

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

Se realizó una revisión de antecedentes relevantes respecto a la ubicación del CES Melchor 5 con el objeto de recabar mayores antecedentes respecto de las particularidades de su emplazamiento. Adicionalmente se realizó un análisis basado en la caracterización preliminar del sitio elaborada en el contexto de la evaluación ambiental del proyecto, con la finalidad de dar un contexto de las condiciones ambientales, meteorológicas y marítimas del área donde se ubica el CES. Dicha información se consultó a través del portal online del Servicio de Evaluación Ambiental SEA.

5.2 Revisión de Denuncias al Centro de Cultivo de Salmones MELCHOR 5

Se realizó la revisión del Informe de Denuncia de SERNAPESCA elaborado por dicha entidad, y donde se da cuenta de la fiscalización documental realizada al Melchor 19 en abril de 2023, con sus correspondientes resultados. Asimismo, se realizó la revisión del Informe de Denuncia elaborado por Fundación TERRAM, el cual fue presentado el 8 de mayo de 2024 ante la Superintendencia del Medio Ambiente.

Esta revisión tuvo como objetivo conocer los antecedentes expuestos ante las fiscalizaciones realizadas por el servicio, con tal de cotejar los compromisos y los análisis por los cuales se llega al hecho infraccional.

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

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

5.4 Revisión de la Información Ambiental (INFA) del CES Melchor 5

Se revisaron los documentos que contienen la Información Ambiental (INFA) asociados al CES Melchor 5, código RNA 110437, emitidos por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) previo, durante y posterior al periodo del hecho infraccional.

La revisión y análisis de dicha información dará cuenta de antecedentes fundamentales para el análisis de los potenciales efectos que podrían derivarse de la infracción imputada en la formulación de cargos Res. Ex. N°1/ROL D-002-2025.

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

5.5 Análisis de posicionamiento de estructuras

Para identificar la ubicación espacial del CES Melchor 5 (RNA 110437) es relevante considerar que su ubicación está determinada en conformidad a lo expuesto en la Res. Ex. N°4108/2014 de la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas "Modifica concesión de acuicultura que indica" (ver Tabla 1):

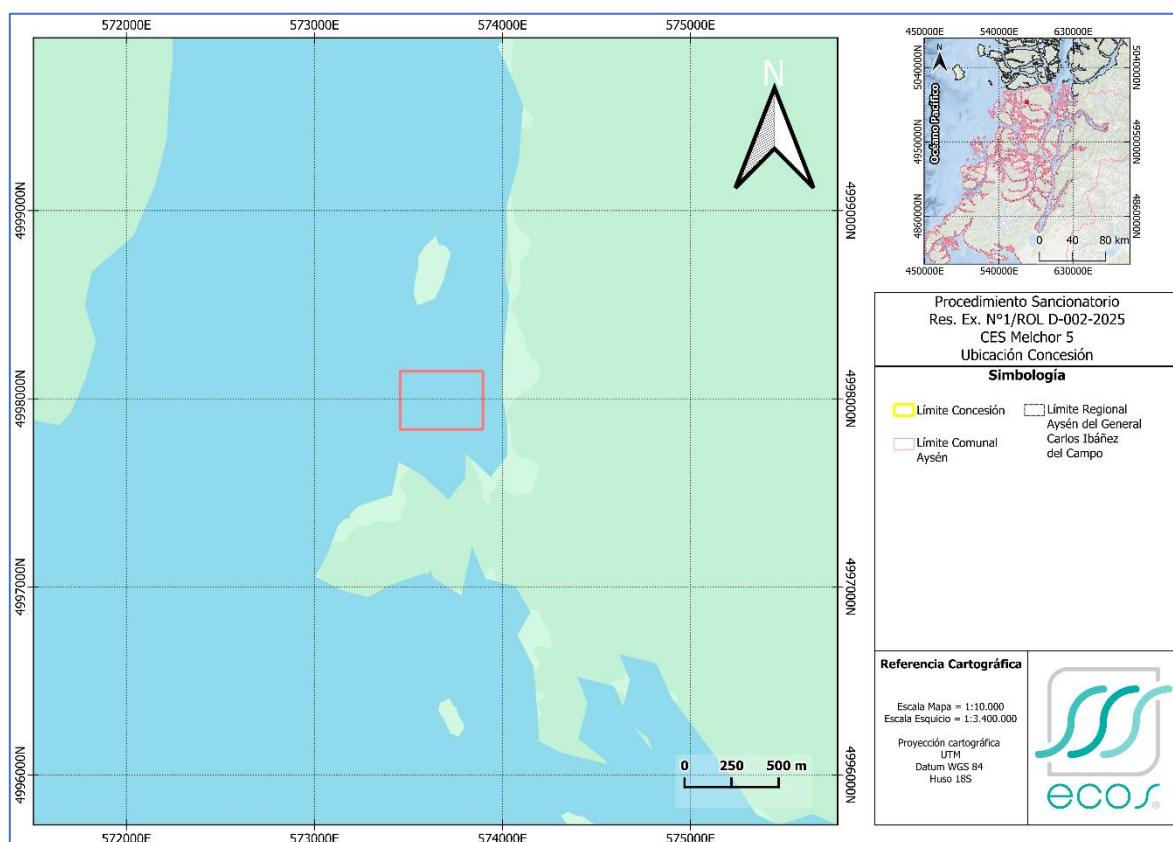
Tabla 1. Coordenadas de los vértices de la concesión CES Melchor 5.

Vértice	Latitud (S)	Longitud (W)
A	45° 09' 58.85"	74° 03' 55.04"
B	45° 09' 58.68"	74° 03' 34.88"
C	45° 10' 08.66"	74° 03' 34.72"
D	45° 10' 08.83"	74° 03' 54.87"

Fuente: Anexo II de la Adenda 1 de la DIA "Ampliación de Producción, Centro de Engorda de Salmones, Isla Melchor Estero del Medio, Caleta Entrada Pert N° 208111457". (2012).

La siguiente Figura 3 presenta la referencia geoespacial entre vértices de concesiones, presentando en recuadro rojo aquella que se señala en la RCA N°111/2012, y que se encontraba vigente durante el período del hecho infraccional (abril 2021 a enero 2022). De esta forma, se enfatiza esta consideración, dado que el área en color rojo es sobre la cual se realizará el presente análisis de efectos.

Figura 3. Ubicación modificación de concesión CES Melchor 5I



Fuente: Elaboración propia a partir de datos Anexo II de la Adenda 1 de la DIA "Ampliación de Producción, Centro de Engorda de Salmones, Isla Melchor Estero del Medio, Caleta Entrada Pert N° 208111457". (2012).

Con este antecedente, se realizó un análisis de ubicación de las estructuras de engorda de salmones (módulos) justo antes del periodo del hecho infraccional N°1 y justo antes de la finalización de este, así como también se incluyó el análisis del posicionamiento actual de las estructuras. Esto, con el fin de verificar que los análisis de posibles efectos se circunscriban al área donde efectivamente se ubican los módulos, así como también analizar los eventuales desplazamientos respecto del área de concesión que pudiesen existir.

El análisis se realizó por medio del uso de imágenes satelitales de Radar de Apertura Sintética (SAR) de las plataformas Sentinel 1A y 1B del programa Copernicus de la

Agencia Espacial Europea (ESA). Específicamente, se utilizaron imágenes SAR Banda C ($\lambda = 5,24$ cm) de nivel 1 *Ground Range Detected* (GRD) en polarización VV y VH, geocodificadas y remuestreadas a 10 metros de resolución espacial, calibradas a coeficiente de retrodispersión o *backscattering* (σ^0) y visualizadas mediante el algoritmo de composición RGB desarrollado por Luongo (2023)⁸ y que se expresa en las siguientes expresiones.

$$\text{Rojo} = 0.03 + \ln \left(10^{-4} - \ln \frac{0.05}{0.02 + 2.5\sigma_{vv}^0} + \ln \frac{0.05}{0.02 + 1.5\sigma_{vh}^0} \right)$$

$$\text{Verde} = 0.05 + e^{0.25(\ln(0.01+2\sigma_{vv}^0)+\ln(0.02+7\sigma_{vh}^0))}$$

$$\text{Azul} = 0.8 - \ln \frac{0.05}{0.045 - 0.9\sigma_{vv}^0}$$

Donde σ_{vv}^0 y σ_{vh}^0 corresponden a los coeficientes de retrodispersión en la polarización VV y VH, respectivamente.

Específicamente, se utilizaron tres imágenes satelitales que permiten describir momentos relevantes de la ubicación de los módulos de la Unidad Fiscalizable, las que se describen a continuación.

1. Imagen SAR Sentinel 1B descendente adquirida el 26 de enero de 2021. Adquirida 3 meses antes del inicio del periodo del hecho infraccional N°1. Identificador: S1B_IW_GRDH_1SDV_20210125T095846_20210125T095911_025309_0303A9_D95B
2. Imagen SAR Sentinel 1A ascendente adquirida el 28 de enero de 2022. Adquirida tres días antes del término del periodo del hecho infraccional N°1. Identificador: S1A_IW_GRDH_1SDV_20220124T234945_20220124T235010_041609_04F30F_F023
3. Imagen SAR Sentinel 1A ascendente adquirida el 20 de enero 2025, correspondiente a una fecha actual. Identificador: S1A_IW_GRDH_1SDV_20250120T234949_20250120T235014_057534_07161D_063F

A partir de esta información, se realizó un análisis de ubicación de estructuras respecto de los límites de concesión.

⁸ Disponible en la URL: https://github.com/sentinel-hub/custom-scripts/blob/master/sentinel-1/sar_false_color_visualization/script.js

5.6 Revisión de antecedentes a potencial afectación de áreas silvestres protegidas del Estado

A partir de los antecedentes públicos recopilados y expuestos en el acápite 4.3 de la presente minuta, y de los resultados obtenidos del análisis de posicionamiento de estructuras descrito en la sección anterior; se realizará un análisis de la posible afectación del área en cuestión debido a la operación del ciclo objeto del hecho infraccional.

5.7 Revisión de antecedentes en el marco de la ASC

En el marco de los estándares del Aquaculture Stewardship Council (ASC), y atendiendo lo señalado en el considerando en el considerando 21 de la Res. Ex. N°2/ ROL D-002-2025, se indica que el Centro de Engorda de Salmones Melchor 5 no cuenta con monitoreos realizados en el contexto de dicha certificación.

5.8 Determinación de área de influencia con modelación NewDepomod

Se realizó una modelación considerando la producción real generada por el CES asociada al hecho infraccional, así como también una modelación considerando los parámetros respecto de la producción máxima autorizada por medio de la RCA N°111/2012 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Aysén. Lo anterior, con el propósito de cuantificar la situación evidenciada producto de la infracción y determinar de esta forma el área de influencia del Centro para la condición operacional objeto de la presente evaluación.

Los datos de entrada corresponden a aquellos del ciclo productivo objeto de la formulación de cargos, dentro de los cuales se encuentran las características de las jaulas de cultivo, la dispersión de fecas, y el alimento suministrado durante dicho ciclo en el centro. Cabe señalar que, para este último factor, el modelo consideró el calibre y la cantidad real de alimento suministrada diariamente, y variable según la dieta utilizada durante los meses que duró el ciclo. También, se consideraron dentro del modelo variables como la batimetría y correntometría.

Para la definición del área asociada a la condición operacional modelada, se estableció una peor condición posible como límite a partir del cual existen condiciones de enriquecimiento orgánico que pueden ser detectables y atribuibles a la actividad del CES. Para ello, se seleccionó el valor de 365 gr C/m²/año o 1 gr

C/m²/día como el límite inferior a mostrar en los resultados y, por ende, para la definición del área de influencia del proyecto.⁹

5.9 Balance de nutrientes

Se realizó una revisión del informe “Antecedentes técnicos para abordar Observaciones a la Formulación de Cargos según Res. Ex. N°1/ Rol D-002-2025”, elaborado por WSP Ambiental S.A., en relación con lo indicado respecto de la materia orgánica y nutrientes que se incorporan al sistema marino (columna de agua y sedimento), por concepto de pérdida de alimento no consumido y fecas durante el ciclo productivo 2021-2022.

En dicho informe se estiman los componentes orgánicos e inorgánicos liberados al medio marino producto de la producción de salmónidos 2020-2021 en el centro de engorda. Para ello se realizó un balance de masa para Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Carbono (C) en sus distintas formas (particulado, disuelto, orgánico e inorgánico) contenido en el alimento suministrado, y analizando el ciclo productivo en dos (2) escenarios: el primero relativo al hecho infraccional objeto de la formulación de cargos, y el segundo respecto de lo aprobado por RCA (escenario de cumplimiento).

En base a ecuaciones de referencia de balance de masa, se obtiene el flujo másico en kg/semana de Carbono, Nitrógeno y Fósforo en sus distintas formas antes mencionadas, de acuerdo con el alimento que fue suministrado a los peces producto del centro y bibliografía relacionada. 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 suministradas durante el ciclo en infracción 2021-2022. Para el caso del escenario de cumplimiento (RCA) se consideró cada una de las características de las dietas suministradas, las cuales incluyen el tamaño de mayor calibre de alimento suministrado.

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 durante un día. Para esto se consideró la velocidad promedio de las corrientes y las dimensiones de las balsas jaulas.

⁹ Valor ampliamente utilizado para marcar el límite a partir del cual existen condiciones de enriquecimiento orgánico que pueden ser detectables y atribuibles a la actividad acuícola. Valor conservador en relación a lo señalado por diversos autores, los que indican condiciones sin impacto con valores de 474 a 15000 gC/m²/año (Chamberlain J, Stucchi D, 2007; Hargrave B.T., 2010).

La minuta técnica "Antecedentes técnicos para abordar Observaciones a la Formulación de Cargos según Res. Ex. N°1/ Rol D-002-2025" se adjunta a la presente minuta en el Apéndice 2.

5.10 Uso de antibióticos/antiparasitarios en CES MELCHOR 5

Se incorpora al análisis de efectos, la descripción de los tratamientos farmacológicos utilizados en el ciclo productivo asociado al hecho infraccional, esto con tal de conocer la aplicación de los distintos tipos de antibióticos al cultivo de peces durante el periodo 2021-2022, y particularmente desde la fecha en que comienza a registrarse la sobreproducción.

5.11 Campaña de monitoreo 2025

Con el objetivo de conocer el estado actual del sedimento, fondo marino y la macrofauna bentónica asociada al hecho infraccional, se llevaron a cabo actividades de monitoreo ambiental. Para ello, se elaboró un plan de monitoreo para el 2025 (Apéndice 3), cual fue ejecutado por la empresa Alfa SEA, los días 27 y 28 de mayo, 02 al 06 y 11 de junio de 2025, considerando y tomando como referencia los puntos de monitoreo:

- Puntos para el monitoreo en el marco de la CPS realizada en 2012
- INFA realizada el 2022
- Puntos adicionales en función de la modelación NewDepomod.

En la Tabla 2 se encuentran identificadas las coordenadas de las estaciones correspondientes usadas en terreno y su ubicación respecto al área de depositación.

Tabla 2. Estaciones del plan de monitoreo y su ubicación respecto al rango de depositación,

Rango de depositación	ID	Código de origen	Origen	Datum WGS84, Huso 18 Sur	
				Este (m)	Norte (m)
>25	E8	S6C3	INFA	573606	4997991
Entre 20 y 25	E6	S3C3	INFA	573739	4998047
Entre 15 y 20	E7	S5C3	INFA	573523	4997966
	E4	P5C3	INFA	573735	4998106
Entre 10 y 15	E2	Perfil 4	CPS	573679	4997999
Entre 5 y 10	E9	S8C3	INFA	573643	4998082
Entre 1 y 2	E5	S2C3	INFA	573796	4998143
0 metros fuera	E1	Perfil 1	CPS	573498	4997911
100 metros fuera	E3	Perfil 5	CPS	573869	4997954
200 metros fuera	E10	SR1C3	INFA	573401	4998218

Rango de depositación	ID	Código de origen	Origen	Datum WGS84, Huso 18 Sur	
				Este (m)	Norte (m)
470 metros fuera	C02	PM02	NewDepomod	573246	4997509
530 metros fuera	C01	PM01	NewDepomod	573648	4998674

Fuente: Elaboración propia a partir de Informe de Ensayo N°337 – 424 (2025).

En dicha campaña se realizaron las siguientes actividades:

- Monitoreo de perfil de columna de agua en área de influencia, específicamente la concentración de oxígeno disuelto (mg/L) y el porcentaje de saturación.
- Monitoreos puntuales de agua de mar de parámetros asociados a nutrientes (Amonio, Fosfato, Nitrato (N-NO_3^- ; y NO_3^-) y Nitrito (N-NO_2^- ; y NO_2^-).
- Monitoreo de sedimento marino fuera y dentro del área de influencia, específicamente de los parámetros: pH, Potencial Redox (mV), y porcentaje de materia orgánica.
- Filmación submarina (registro visual) en mediciones puntuales, ubicadas dentro y fuera del área de influencia determinada con modelación NewDepomod, con descripción visual del fondo marino, señalando aspectos como: cubierta de microorganismos, microorganismos puntuales, presencia de burbujas, presencia de epifauna, presencia de algas, y tipo de fondo.

Respecto a las filmaciones submarinas en las transectas, estas se realizaron acorde a las condiciones del lugar y en la Tabla 3 se muestran sus coordenadas.

Tabla 3. Coordenadas de las transectas de filmación submarina.

Estación	Profundidad (m)	UTM Este	UTM Norte
E1 inicio	30,1	573498	4997911
E1 fin	20,5	573531	4997881
E2 inicio	37,3	573679	4997999
E2 fin	24,6	573716	4997965
T3 inicio	30	573865	4997956
T3 fin	34,2	573835	4997980
E4 inicio	43,7	573735	4998106
E4 fin	44,3	573748	4998149
T5 inicio	29,4	573797	4998146
T5 fin	46,1	573795	4998093
E6 inicio	27,3	573739	4998047

Estación	Profundidad (m)	UTM Este	UTM Norte
E6 fin	35	573775	4998024
E7 inicio	35,8	573523	4997966
E7 fin	23,7	573559	4997937
T8 inicio	37,2	573599	4997982
T8 fin	52,5	573572	4998019
E9 inicio	52,6	573643	4998082
E9 fin	54,9	573601	4998116
E10 inicio	56,7	573401	4998218
E10 fin	56,5	573425	4998189
C01 inicio	53,7	573648	4998674
C01 fin	54,1	573647	4998628
C02 inicio	33,7	573246	4997509
C02 fin	41,9	573234	4997550

Fuente: Informes de Ensayo N°338424 y N°351 – 424(2025).

Producto de la filmación en las transectas se realizó la identificación del Phylum y familia de epifauna observada en las grabaciones, dando resultados de abundancia relativa encontrada, en donde se determinó la siguiente clasificación (Ver Tabla 4):

Tabla 4. Categorías de abundancia relativa observadas en la campaña de filmación submarina

N° de Individuos	Abundancia relativa
1 a 50	Bajo
51 a 100	Moderado
101 a 500	Abundante
Mayor a 500	Muy abundante

Fuente: Informes de Ensayo N°351 - 424 y N°338 – 424(2025).

6. RESULTADOS

6.1 Descripción del área asociada y Caracterización Preliminar de Sitio (CPS)

La concesión asociada al Centro de Engorda de Salmónidos Melchor 5 se encuentra ubicada en el Sector Melchor 5, Estero Poca Esperanza, comuna de Natales, Región de Magallanes y Antártica Chilena.

Dentro de los antecedentes incluidos, las coordenadas asociadas a los vértices de la concesión denominadas en la DIA "Centro de Cultivo de Salmónidos, Estero Poca Esperanza, Sector Melchor 5, comuna de Natales, XII Región Pert 207122034" fueron modificadas por la Res. Ex. N°4108/2014 de la subsecretaría para las fuerzas armadas, las cuales se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Coordenadas de los vértices de la concesión

Vértice	Latitud (S)	Longitud (W)
A	45° 09' 58.85"	74° 03' 55.04"
B	45° 09' 58.68"	74° 03' 34.88"
C	45° 10' 08.66"	74° 03' 34.72"
D	45° 10' 08.83"	74° 03' 54.87"

Fuente: Anexo II de la Adenda 1 de la DIA "Ampliación de Producción, Centro de Engorda de Salmones, Isla Melchor Estero del Medio, Caleta Entrada Pert N° 208111457". (2012).

Con la RCA N°111/2012 favorable, el centro de cultivo fue autorizado ambientalmente para una producción máxima de **2.500 (ton)** de salmónidos, siendo este valor el considerado para cada ciclo de producción. Lo anterior se especifica en el considerando 3.7 de la RCA mencionada.

Adicionalmente, según lo indicado en el expediente de evaluación ambiental del proyecto, el Proyecto Técnico fue aprobado por la Res. Ex. N°1390/2002 de la Subsecretaría de Pesca. Junto con esto, la Res. Marina N°1617/2002 de la Subsecretaría de Marina otorgó al CES la concesión de acuicultura.

La **Caracterización Preliminar de Sitio (CPS)** fue realizada el 22 de octubre de 2011, para posteriormente ser presentada a la autoridad como parte del Anexo V de la DIA "Centro de Cultivo de Salmónidos, Estero Poca Esperanza, Sector Melchor 5, comuna de Natales, XII Región Pert. 207122034" y corregida en el Anexo I de la Adenda 2 de la misma DIA. El estudio realizado permite relevar los siguientes antecedentes:

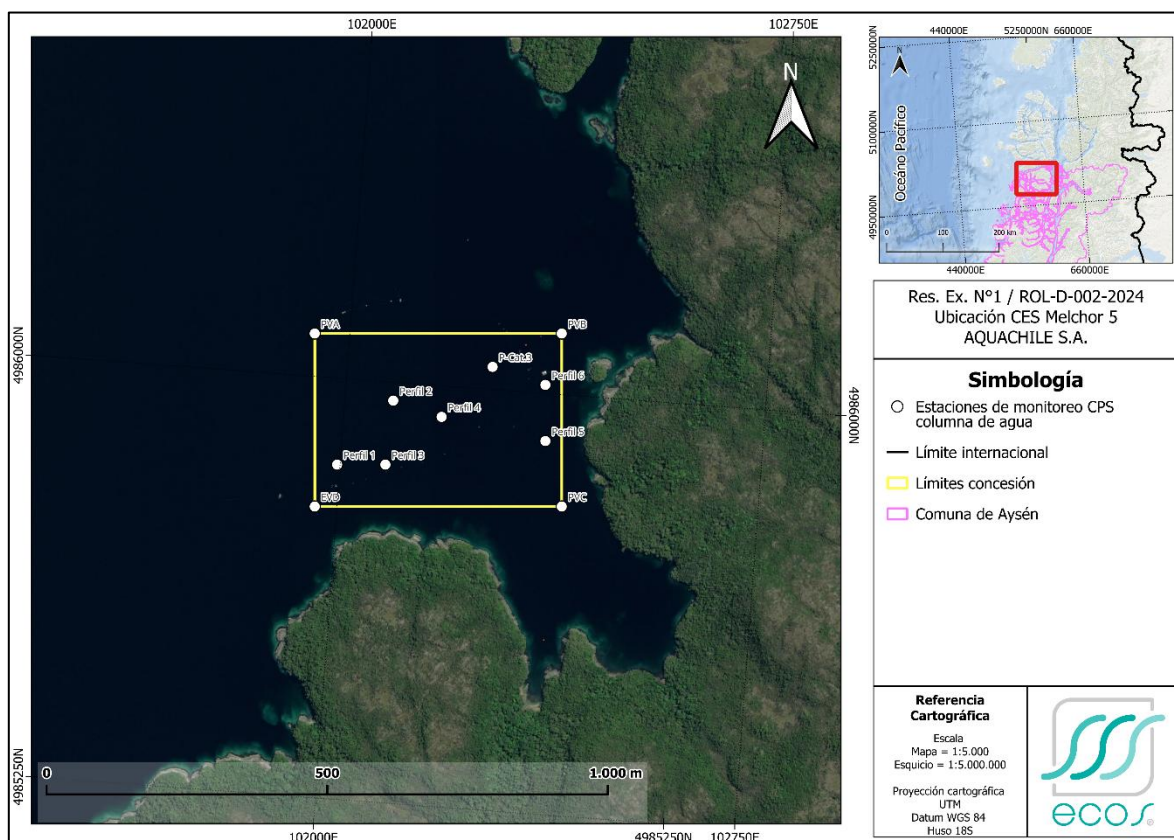
6.1.1 Columna de agua

Profundidades: A partir del estudio de batimetría realizado el día 27 de junio de 2011, utilizando un GPS, marca Magellan modelo 315 y el ecosonda GARMIN, modelo Fish Finder 250; el sector donde se emplaza el CES presenta profundidades que varían entre los 12 y 55 metros con una profundidad media de 37 metros.

Corrientes y mareas: El estudio de corrientes eulerianas en estación fija se efectuó entre los días 22 de junio de 2011 y 24 de junio de 2011. Las mediciones fueron realizadas mediante un correntómetro ADCP, marca RDI. De los datos obtenidos de las mediciones realizadas indican que el rango más representativo se da en los valores de velocidad en un rango de 1,5 a 3,0 cm/s, con una mayor predominancia en las corrientes superficiales con dirección Sureste.

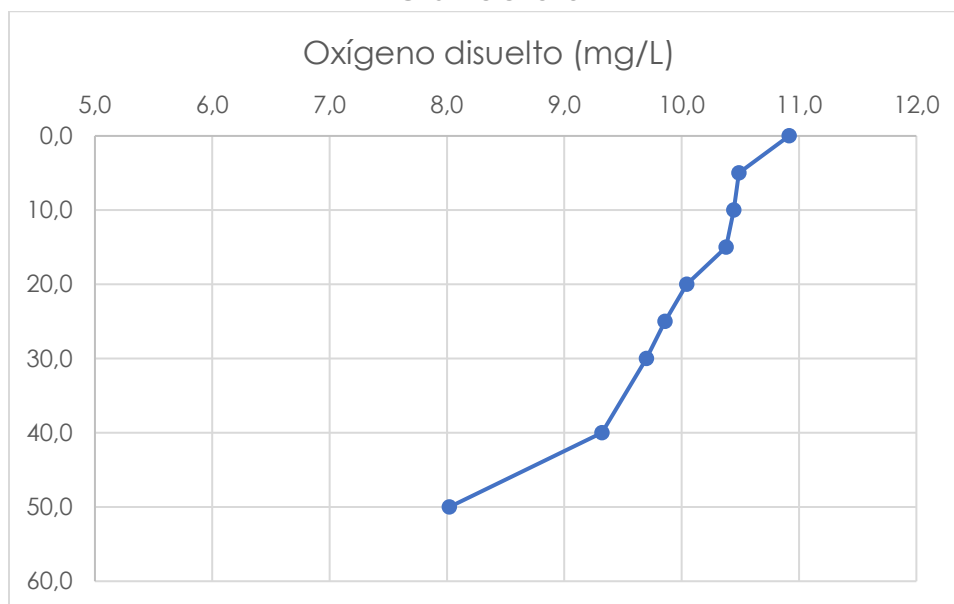
Columna de agua: Con fecha 23 de octubre de 2011 se realizó un monitoreo en 10 puntos (Figura 4) de la columna de agua con un equipo marca YSI modelo 6560, el cual registró las variables Oxígeno disuelto (mg/l), temperatura, salinidad y porcentaje de saturación en un rango de profundidad que va de los 13,0 metros a los 57,0 metros, y cuyos resultados promedios se incluyen en las gráficas de la Figura 5, Figura 6 y Figura 7. Salinidad (PSU) en columna de agua en puntos de monitoreo CPS en CES Melchor 5

Figura 4. Ubicación de estaciones de muestreo CPS para el CES Melchor 5



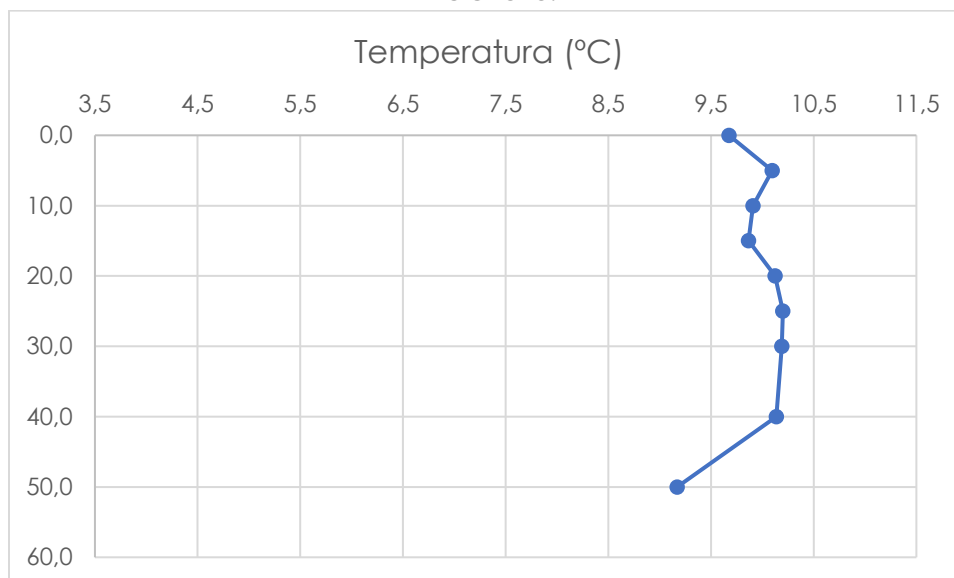
Fuente: Elaboración propia a partir del Anexo II de la Adenda 1 de la DIA "Ampliación de Producción, Centro de Engorda de Salmones, Isla Melchor Estero del Medio, Caleta Entrada Pert N° 208111457". (2012).

Figura 5. Oxígeno disuelto (mg/L) en columna de agua para puntos de monitoreo CPS en CES Melchor 5



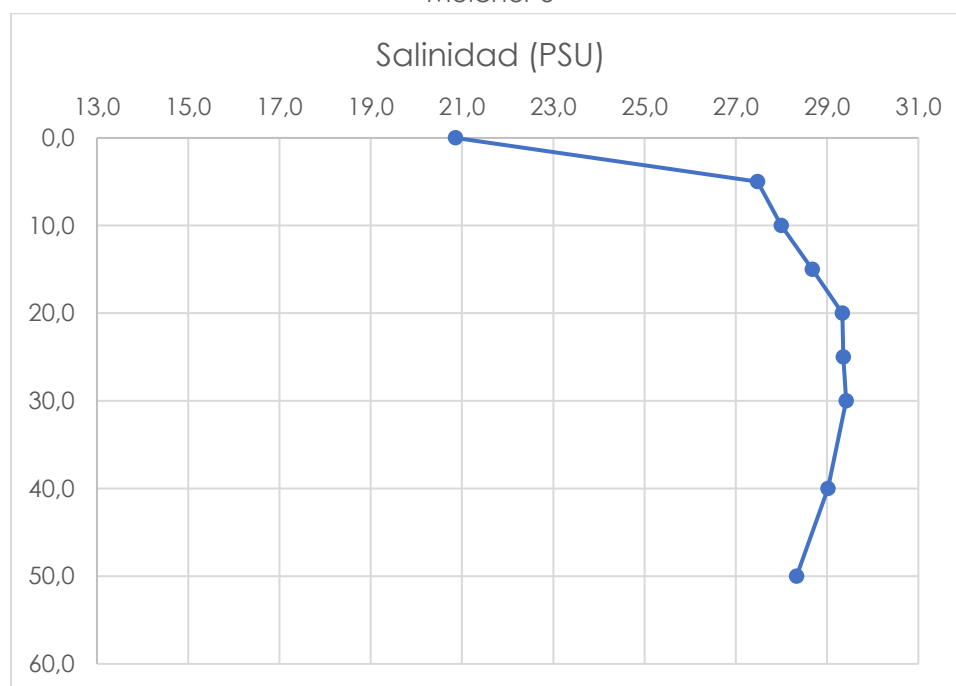
Fuente: Elaboración propia a partir del Anexo I, Adenda 2 de la DIA "Ampliación de Producción, Centro de Engorda de Salmones, Isla Melchor Estero del Medio, Caleta Entrada Pert N° 208111457". (2012).

Figura 6. Temperatura (°C) en columna de agua en puntos de monitoreo CPS en CES Melchor 5.



Fuente: Elaboración propia a partir del Anexo I, Adenda 2 de la DIA "Ampliación de Producción, Centro de Engorda de Salmones, Isla Melchor Estero del Medio, Caleta Entrada Pert N° 208111457". (2012).

Figura 7. Salinidad (PSU) en columna de agua en puntos de monitoreo CPS en CES Melchor 5



Fuente: Elaboración propia a partir del Anexo I, DIA "Centro de Cultivo de Salmónidos, Estero Poca Esperanza, Sector Melchor 5, comuna de Natales, XII Región Pert. 207122034". (2012).

6.1.2 Sedimento y sustrato marino

Materia Orgánica Total: Para la descripción de materia orgánica presente en el sedimento, se obtuvo un total de 8 estaciones de muestreo, donde el porcentaje de materia orgánica varía a un 1,25% hasta un 7,80%. En la Tabla 6 se puede ver el detalle del contenido de materia orgánica total en cada una de las estaciones.

Tabla 6: Contenido de Materia Orgánica Total en las estaciones de la CPS.

Estación N°	Vértice D	Estación n 2	Estación n 3	Estación n 4	Estación n 7	Estación n 9	Estación 10	Estación 11	Estación 12
Materia orgánica (%)	7,80	3,55	9,36	4,40	1,51	2,43	2,97	3,16	1,25

Fuente: Elaboración propia a partir del Anexo I, DIA "Centro de Cultivo de Salmónidos, Estero Poca Esperanza, Sector Melchor 5, comuna de Natales, XII Región Pert. 207122034". (2012).

Granulometría: El análisis textural arroja que la fracción más representativa correspondió a arena fango con un presentándose como el más representativo en 5 de las 8 estaciones, las cuales corresponden a las estaciones denominadas Vértice D, E-2, E-3, E-4, E-9 y E-11. Mientras que en las estaciones E-7, E-10 y E-12, predomina arena gruesa, arena muy fina y arena muy fina respectivamente.

pH y REDOX: Se realizó un monitoreo de pH y potencial Redox el 27 de junio de 2011, midiendo las variables potencial redox y pH. De estos resultados se desprende un **Potencial Redox que va desde los 107 Eh (NHE) a los 354 Eh (NHE), y un pH que varía entre 7,0 a 7,6 unidades.** En la que se puede ver el detalle de las mediciones de pH y Redox en cada una de las estaciones.

Tabla 7. Mediciones de pH y Redox en las estaciones de la CPS

Estación	pH	Potencial REDOX Eh (NHE)
Vértice D	7,2	234
Estación 2	7,0	107
Estación 3	7,1	146
Estación 4	7,3	124
Estación 7	7,6	269
Estación 9	7,4	184
Estación 10	7,4	218
Estación 11	7,3	231
Estación 12	7,6	354

Fuente: Elaboración propia a partir del Anexo I, DIA "Centro de Cultivo de Salmónidos, Estero Poca Esperanza, Sector Melchor 5, comuna de Natales, XII Región Pert. 207122034". (2012).

Macrofauna: La CPS realizada para la DIA asociada a la RCA N°111/2012 con fecha 27 de junio de 2011 consideró un monitoreo de macrofauna. Los resultados indican la presencia de 7 Phylum, correspondientes a Annelida con una diversidad de 8 especies y 60 individuos; Arthropoda con 5 especies y 6 individuos; Mollusca con 5 especies y 23 individuos; Nematoda con una especie y un individuo; Nemertea con una especie y 2 individuos; Priapulida con una especie y dos individuos; y finalmente Echinodermata con una especie y un individuo. (Tabla 8).

Tabla 8. Abundancia y biomasa macrofauna bentónica al momento de la evaluación ambiental.

Phyllum	Familia	Nombre científico	Abundancia (N° ind./m²)	Biomasa húmeda (g/m²)
Annelida	Maldanidae	Maldanidae n.d.	30	0,264
	Nephtyidae	Aglaophamus sp.	200	2,568
	Polynoidae	Harmothoe sp.	40	0,194
	Cirratulidae	Tharyx sp.	140	0,174
	Glyceridae	Glyceridae n.d.	30	0,308
	Trichobranchidae	Trichobranchidae n.d.	20	0,281
	Lumbrineridae	Lumbrineris sp.	140	0,390
	Terebellidae	Artacama valparaisiensis	10	17,331
Arthropoda	Phoxocephalidae	Pseudoharpinia sp.	10	0,166
	Cirolanidae	Natatolana sp.	20	2,347
	Lysianassidae	Lysianassidae n.d.	10	0,013
	Ostracoda n.d.	Ostracoda n.d.	10	0,008
	Urothoidae	Urothoe falcata	10	0,020
Mollusca	Tellinidae	Macoma inornata	80	0,808
	Mytilidae	Mytilus chilensis	10	0,824
	Veneridae	Venus antiqua	20	7,907
	Thyasiridae	Thyasira sp.	110	0,256
	Tindariidae	Tindariopsis sulculata	10	3,192
Nematoda	Amphiporidae	Amphiporidae n.d.	10	30,093
Nemertea	Nemertea n.d.	Nemertea n.d.	20	0,089
Priapula	Priapula n.d.	Priapula n.d.	20	0,375
Echinodermata	Schizasteridae	Tripylaster philippii	10	341,837

Fuente: Elaboración propia a partir del Anexo I, DIA "Centro de Cultivo de Salmónidos, Estero Poca Esperanza, Sector Melchor 5, comuna de Natales, XII Región Pert. 207122034". (2012).

Registro visual: Con fecha 01 de diciembre de 2011 se realizó una filmación submarina en el contexto de la CPS, en la cual se llevó a cabo el registro visual de dos transectas. No se registró presencia de cubiertas de microorganismos visibles y/o burbujas de gas.

Como complemento a las especies encontradas en el monitoreo de macrofauna, durante la prospección de la primera transecta, habitando sobre el bentos se determinó presencia de 4 taxa de nivel superior: phylum Annelida, Cnidaria, Echinodermata y Porifera. Como representantes del phylum Annelida se observó

una especie con 6 tubos; el phylum Cnidaria estuvo representado por 2 especies y 12 individuos; el phylum Echinodermata estuvo representado por 2 especies y 26 individuos; finalmente el phylum Porifera estuvo representado por una especie y 3 individuos.

Por otra parte, en la prospección de la segunda transecta se determinó la presencia de 4 taxa de nivel superior: phylum Brachiopoda, Cnidaria, Echinodermata y Porifera. Como representantes del primer phylum se observó una especie con 19 ejemplares; el phylum Cnidaria estuvo representado por 2 especies y 7 individuos; el phylum Echinodermata estuvo representado por 2 especies y 13 individuos; Finalmente, el phylum Porifera estuvo representado por una especie y 4 individuos.

6.2 Revisión de denuncias al Centro de Cultivo de Salmones Melchor 5

Durante el mes de mayo de 2023, SERNAPESCA realizó una actividad de fiscalización al CES Melchor 5, desarrollada en el marco de la verificación del cumplimiento del número y biomasa de salmones autorizada a cultivar. En detalle, dentro de los objetivos se tiene la verificación de: i. la producción total del centro de cultivo en el último ciclo productivo, y ii. Mortalidad producida también en el último ciclo productivo.

Para el análisis de tales objetivos, SERNAPESCA consideró la información desde el Sistema de Información para la Fiscalización de Acuicultura (SIFA) y del Sistema de Trazabilidad, desde donde se obtuvo información productiva relativa al número y biomasa de peces, mortalidad, cosecha reportada en SIFA y por las Plantas de Proceso.

De los resultados del análisis de fiscalización realizado por SERNAPESCA, la información desde SIFA y Sistema Trazabilidad, desde el punto de vista de la biomasa, se tiene que para el ciclo 2021-2022 se habrían producido entre 2.277 y 2.646 toneladas de biomasa, equivalente a un 8,92% por bajo la cantidad autorizada y 5,84% por sobre la cantidad autorizada, respectivamente.

En conclusión, SERNAPESCA constató que, en base a la información analizada, los cálculos de producción total del CES Melchor 5 para el ciclo productivo 2021-2022, sobrepasan la producción autorizada en la RCA N°111/2012.

Con fecha 11 de julio de 2024, SERNAPESCA dictó el Ord. N° DN – 0321/2024 por medio del cual dio respuesta al requerimiento de información, adjuntando el archivo Excel con los datos correspondientes. Realizando un cruce de información entre la cosecha de los ciclos productivos estudiados con el límite autorizado en su respectiva RCA, la Fundación Terram identificó una infracción a la RCA N°111/2012

por parte de AquaChile S.A. debido a un exceso de biomasa cosechada (3.285 ton) respecto de la autorizada por dicha RCA (2.500 ton), correspondiente a 785 toneladas en el ciclo productivo 2021 - 2022.

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

A partir de la revisión del informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2023-1579-XI-RCA elaborado por la Superintendencia de Medio Ambiente, se puede indicar que:

El informe se refiere principalmente a lo señalado en el informe de denuncia de SERNAPESCA derivado a la SMA, ingresado como denuncia ID 37-XI-2023.

Respecto a dicho informe de denuncia, se indica que, durante el ciclo productivo 2021-2022, la Unidad fiscalizable CES Melchor 5 superó la producción máxima autorizada por sobre lo permitido en la RCA N°111/2012, de entre 2.277 y 2.646 toneladas aproximadamente, según las distintas fuentes de información analizadas.

En complemento de lo anterior, y de acuerdo con lo levantado en la denuncia sectorial, se advierte la existencia de condiciones anaeróbicas en el centro durante el período de sobreproducción, ya que de acuerdo con la información ambiental (INFA) realizada con fecha 24 de julio 2021, las estaciones E2, E4, E7 y E8 monitoreadas en la columna de agua incumplen el límite de aceptabilidad señalado en la Res. Ex. N°3612/2009 de SUBPESCA para pH y Redox.

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

6.4 Revisión de la información ambiental (INFA) del CES Melchor 5

Tal como señala la Ley y reglamentos asociados (i.e. LGPA, RAMA y Res. Ex. N°3612/2009), las 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 una INFA debe realizarse dos meses antes de la cosecha, en el momento de máxima biomasa del centro de cultivo.

Dado lo anterior, y atendida su referencia en la formulación de cargos, se tiene como antecedente las INFA oficial realizada en el CES Melchor 5 posterior al ciclo productivo 2021-2022 se realizó una INFA con fecha 24 de julio de 2022, dando cuenta del **estado anaeróbico del CES Melchor 5**.

Luego, con fecha 12 de noviembre de 2023, se realizó una INFA post anaeróbica que mantiene la conclusión de que el centro presenta condiciones ambientales anaeróbicas para el período informado.

Como antecedente, se adjunta a la presente minuta, las INFAs realizadas con el objeto de hacer seguimiento ambiental de las variables críticas consignadas en el análisis ambiental del medio acuático. Bajo lo anterior, la Tabla 9 indica el resultado de dichas INFAs, realizadas después del período relacionado con el hecho infraccional imputado por la SMA.

Tabla 9. INFAs realizadas en el CES Melchor 5.

#	Fecha monitoreo	Tipo de INFA - Resultado	Observaciones sobre materia orgánica, pH, y redox en sedimentos	Observaciones sobre la columna de agua
1	24 de julio de 2022	INFA Oficial - Anaeróbica	La variable cuyo límite de aceptabilidad se ha incumplido es pH & Redox. Estaciones de sedimento E2, E4, E7 y E8.	No se cumplen los criterios para anaerobiosis.
2	12 de noviembre de 2023	INFA Post Anaeróbica - Anaeróbica	La variable cuyo límite de aceptabilidad que se ha incumplido es: 6 estaciones pH - Redox 3 estaciones de Materia orgánica.	No se cumplen los criterios para anaerobiosis.

Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por AquaChile S.A.

Es importante mencionar que posterior al ciclo objeto de la formulación de cargos, se obtuvieron INFAs oficial anaeróbicas para el centro, para los parámetros de sedimento marino correspondientes a pH, redox y porcentaje de materia orgánica. Sin embargo, para el parámetro de oxígenos disuelto en la columna de agua, se obtuvieron valores por sobre el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3216/2009 en todas las estaciones monitoreadas.

En cuanto a los parámetros monitoreados en las INFAS antes mencionadas, se realizaron monitoreos específicos para CES de categorías 3¹⁰. A partir de ello, es pertinente mencionar lo siguiente:

Materia orgánica: Respecto de los valores asociados a la concentración de materia orgánica para las ocho estaciones, las mediciones permitieron concluir que para la INFA realizada con fecha 24 de julio 2022 no se encontraron estaciones que sobrepasen los valores promedio permitidos. Para el caso de la INFA con fecha 12 de noviembre 2024, solo tres de estas presentaron valores promedio mayores al 9% del peso de la muestra.

pH y Redox: Al analizar los valores de pH y potencial redox registrados en las estaciones de muestreo, se obtuvo un promedio de pH de 7,3 para la estación 1 del año 2022 y 7,2 para la estación 5 del año 2023, cuando el nivel de aceptabilidad para el pH es mayor o igual a 7,1 pH; y todos los promedios Redox registrados bajo el nivel de aceptabilidad para el Redox (mayor o igual a 50 mV), exceptuando la estación 6 del año 2022.

Tabla 10. Resultados potencial redox INFAS históricas CES Melchor 5

Redox: Promedio de estaciones (mV)									
Fecha INFA	E1eh	E2eh	E3eh	E4eh	E5eh	E6eh	E7eh	E8eh	Promedio
24-07-2022	-11	-82,0	-157,7	-164,3	-105,3	87,0	-157,3	5,3	-73,16
12-11-2023	-33,7	-104,0	-151,7	-155,7	-123,3	-106,0	-59,7	-77	-101,39

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el titular, 2022

Tabla 11. Resultados pH INFAS históricas CES Melchor 5

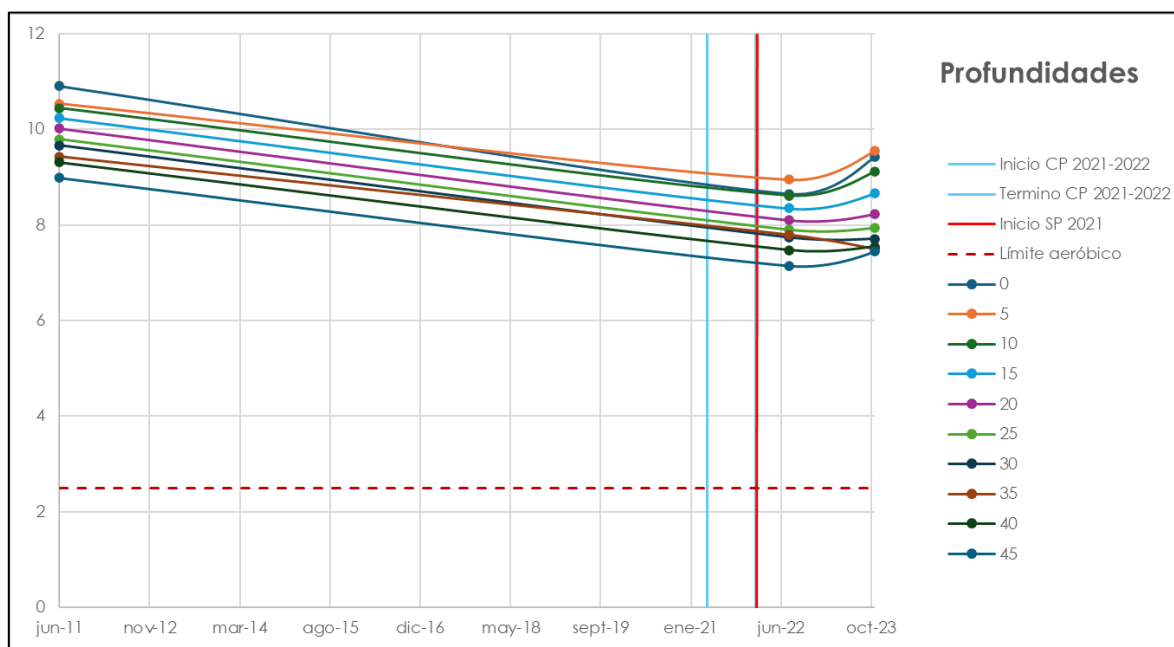
Ph: Promedio de estaciones (pH)									
Fecha INFA	E1pH	E2pH	E3pH	E4pH	E5pH	E6pH	E7pH	E8pH	Promedio
24-07-2022	7,3	6,6	7,1	6,6	7,1	7,1	6,5	7,0	6,9
12-11-2023	6,7	6,8	6,9	6,8	7,2	7,1	6,6	6,3	6,8

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el titular, 2022

¹⁰ Los parámetros monitoreados en Categoría 3: Materia orgánica, redox, pH y oxígeno disuelto.

Columna de agua: Al contrastar los resultados de las INFAS 2022 con los resultados de la CPS, se observa que presentan rangos similares, entre 7,2 a 8,95 mg/l para el caso de la INFA 2022, entre 7,5 a 9,55 mg/l para el caso de la INFA 2023 y entre 9 a 10,9 para la CPS, por lo que existe consistencia en los resultados obtenidos, dando cuenta de una buena condición ambiental. A mayor abundamiento, en la Figura 8 se presenta la evolución temporal de la columna de agua de acuerdo a sus profundidades y mg/L de oxígeno disuelto.

Figura 8. Variación temporal de oxígeno disuelto en la columna de agua, CES Melchor 5



Fuente: Elaboración propia.

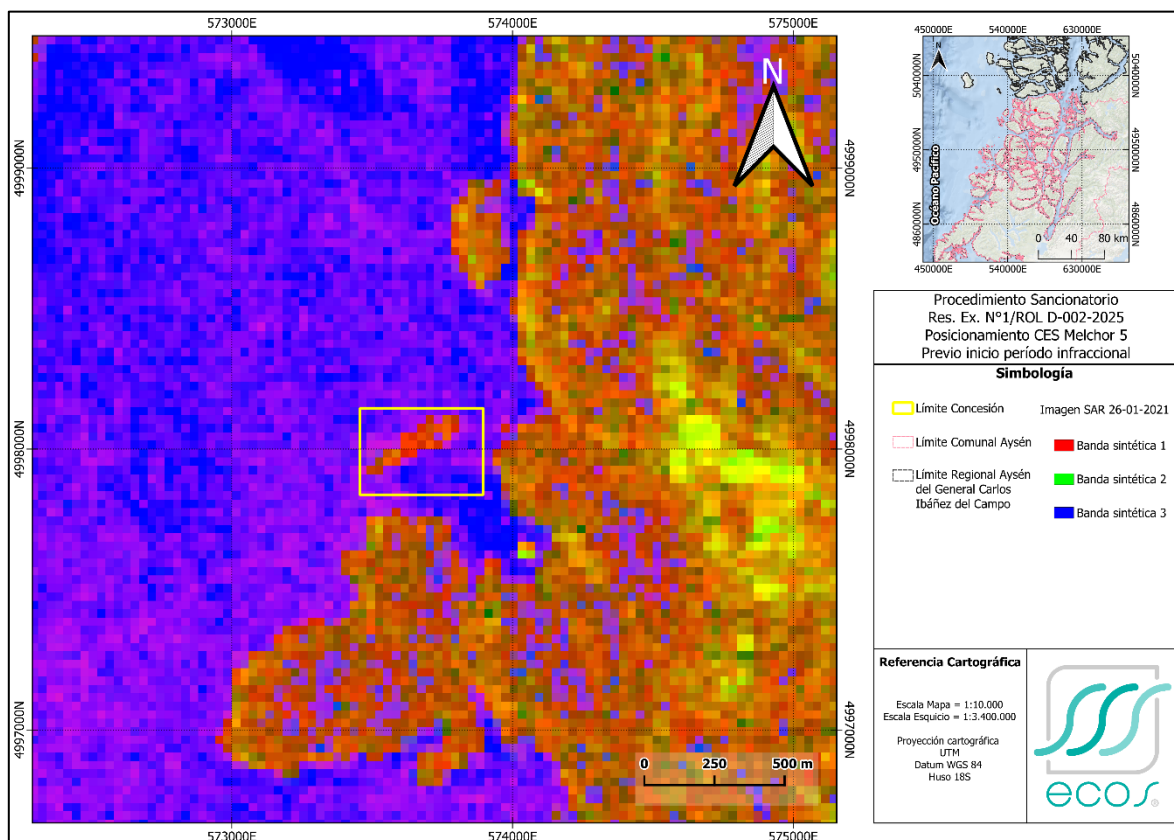
La documentación referente a INFAS se adjunta a la presente minuta en Apéndice 4.

6.5 Análisis de posicionamiento de estructuras

En base a la metodología descrita en el punto 5.5, se realizó un análisis de posicionamiento de las estructuras mediante tres imágenes satelitales SAR Sentinel 1A y 1B. A continuación, se detallan los resultados identificados:

Imagen del 26 de enero de 2021: Esta imagen representa la situación 3 meses antes del inicio del periodo asociado al hecho infraccional N°1 y se encuentra representada como composición RGB (rojo, verde y azul, por sus siglas en ingles) en la Figura 9. En esta imagen, se puede observar la presencia de un módulo de cultivo, que se encuentran dentro de los límites de concesión.

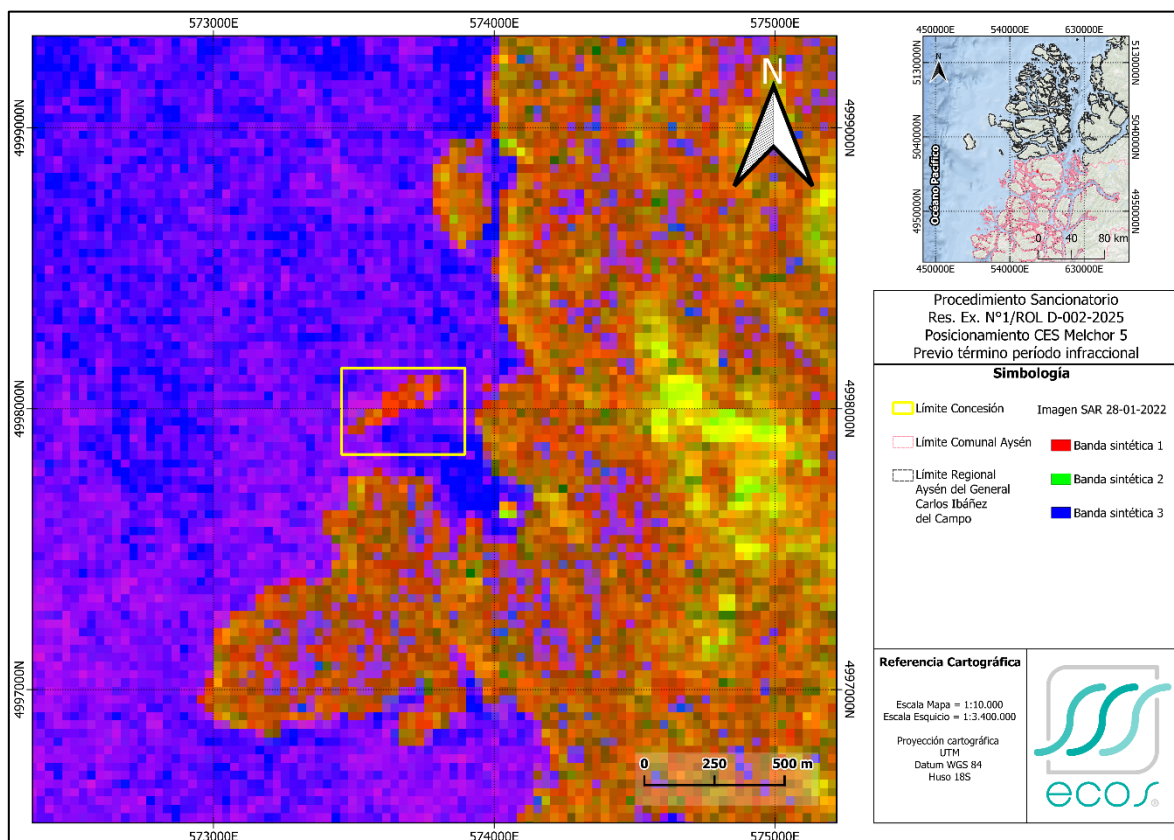
Figura 9. Posicionamiento del CES al 26 de enero 2021



Fuente: Elaboración propia a partir de información del Programa Copernicus de la Agencia Espacial Europea (ESA) y el Anexo II de la Adenda 1 de la DIA "Ampliación de Producción, Centro de Engorda de Salmones, Isla Melchor Estero del Medio, Caleta Entrada Pert N° 208111457". (2012).

Imagen del 28 de enero de 2022: Esta imagen representa la situación tres días antes del término del periodo asociado al hecho infraccional N°1 y se encuentra representada como composición RGB en la Figura 10. En esta imagen, se puede observar la presencia de un módulo de cultivo, que se encuentran dentro de los límites de concesión.

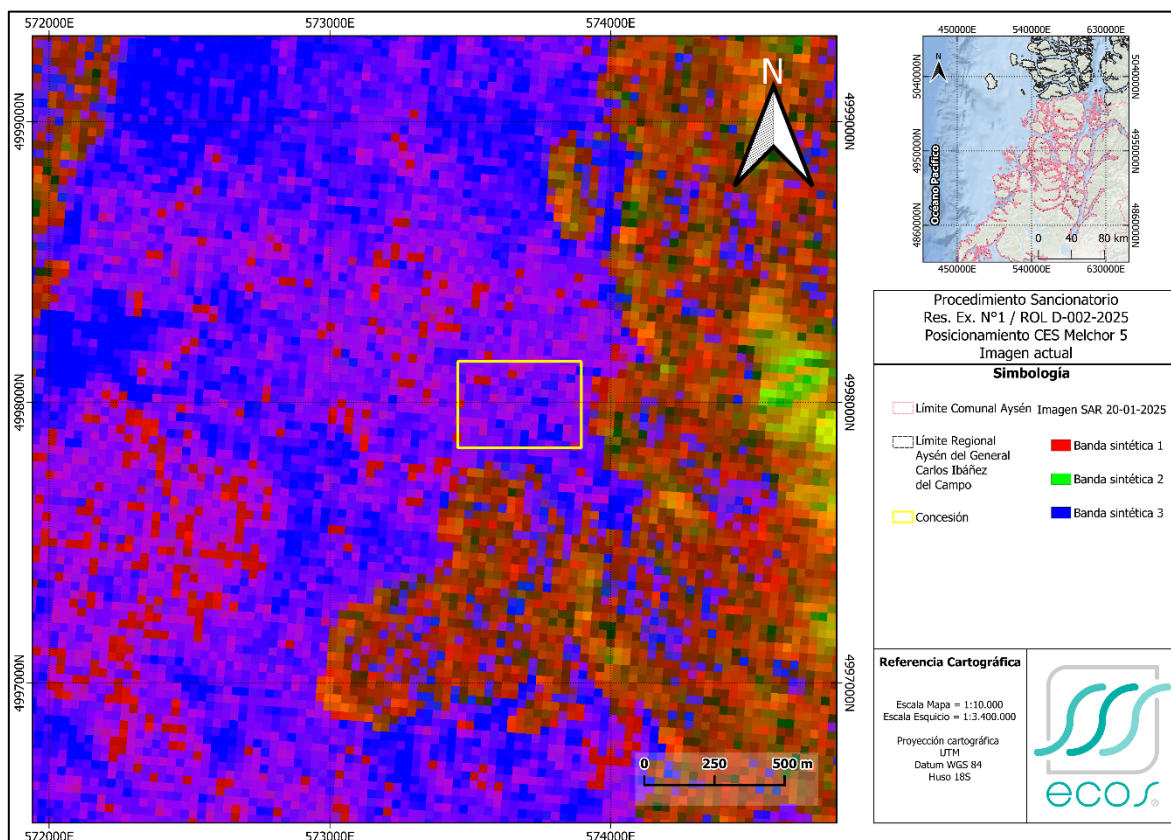
Figura 10. Posicionamiento del CES al 28 de enero de 2022.



Fuente: Elaboración propia a partir de información del Programa Copernicus de la Agencia Espacial Europea (ESA) y el Anexo II de la Adenda 1 de la DIA "Ampliación de Producción, Centro de Engorda de Salmones, Isla Melchor Estero del Medio, Caleta Entrada Pert N° 208111457". (2012).

Imagen del 20 de enero de 2025: Esta imagen representa la situación actual del centro y se encuentra representada como composición RGB en la Figura 11. En esta imagen, se puede observar la ausencia de presencia de módulos productivos.

Figura 11. Posicionamiento del CES al 20 de enero de 2025.



Fuente: Elaboración propia a partir de información del Programa Copernicus de la Agencia Espacial Europea (ESA) y el Anexo II de la Adenda 1 de la DIA "Ampliación de Producción, Centro de Engorda de Salmones, Isla Melchor Estero del Medio, Caleta Entrada Pert N° 208111457". (2012).

Bajo el anterior análisis, se verifica que el posicionamiento de los módulos y demás estructuras pertenecientes al CES estuvieron dentro de los límites de la concesión aprobada para su operación respectivamente.

6.6 Revisión de antecedentes a potencial afectación de áreas silvestres protegidas del Estado

En base a los resultados presentados en el punto 6.5 anterior y lo indicado respecto al objeto de protección de la reserva (punto 4.3), se puede observar que las estructuras pertenecientes al CES se mantuvieron en todo momento dentro de los límites de la concesión. Adicionalmente, las estructuras se encuentran fuera de los límites terrestres de la Reserva Forestal "Las Guaitecas, por lo que se descarta cualquier posible afectación del objeto de protección de la Reserva Forestal.

Sin perjuicio de lo anterior, de acuerdo con los resultados de los análisis presentados en este informe, y como se detallará a continuación, se observa que la sobreproducción no ha generado efectos sobre la columna de agua, los antibióticos utilizados son inocuos para el medio ambiente y no se han superado los límites de aceptabilidad para los parámetros de pH y redox según los resultados parciales de la campaña de monitoreo 2025, descartándose así posibles afectaciones a otros componentes de la Reserva.

6.7 Determinación de área de influencia con modelación NewDepomod

Para cuantificar la potencial afectación de dispersión de carbono, se realizó una modelación de depositación de carbono considerando la generación de biomasa asociada al hecho infraccional (2.756 toneladas) y a la autorizada en su respectiva RCA (2.500 toneladas). La modelación, consideró como datos de entrada las siguientes variables: batimetría, corriente en columna de agua, características de las balsas jaulas, densidad productiva, factor de conversión, duración del ciclo, y características fisicoquímicas del alimento, cuyos valores corresponden a los que se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Parámetros de modelación de depositación de carbono en CES Melchor 5.

Parámetro		Caso Real (Hecho N°1)	Producción RCA
Aspectos generales	Coordenadas de referencia	573.349 m E, 4.998.065 m N	
		(WGS-84, Huso 18 Sur)	
	Largo	30 m.	30 m.
	Ancho	30 m.	30 m.
	Profundidad malla	13 m.	13 m.
	N° Jaulas	20	20
	N° Módulos	1	1
	Configuración Módulo(s)	2x10	2x10
	Tipo de jaulas	Cuadradas	
Aspectos de	Meses de producción	9	9
	Biomasa final	2.756 ton.	2.500 ton.
	Alimento suministrado	3.175 ton.	2.880 ton.
Alimento	Densidad	11,8 kg/m ³	10,7 kg/m ³
Traza do	Contenido de agua del alimento (en base a proveedor alimentos / RCA)	Variable	Variable

Parámetro		Caso Real (Hecho N°1)	Producción RCA
	Digestibilidad (en base a proveedor alimentos / RCA)	Variable	Variable
	Alimentos desperdiciados como % de los alimentos administrados (ANC)	5,0%	5,0%
	Carbono como % de los pellets de alimentos (peso seco)	Variable	Variable
Fecas	Fracción	Variable (depende de del valor de digestibilidad)	Variable (depende de del valor de digestibilidad)
	Carbono como % de heces (peso seco)	30 %	
	Sedimentación fecas	0.032 (m/s)	0.032 (m/s)
	Desviación estándar	± 0,001 (m/s)	± 0,001 (m/s)
Modo de trayectoria de partículas	Correntómetro	Nortek modelo AWAC 400 kHz	
	Número de Partículas Simuladas	10 simulaciones	
	Evaluación de la exactitud de la trayectoria	6 segundos	
Velocidad de corrientes	Número de capas (profundidades desde el fondo)	21 capas (6 - 46 m.)	
	Profundidades anclaje ADCP	48.35 m	
	Profundidad del sector	62 m.	
	Profundidad promedio del sector	37 m	37 m
	Periodo de medición de corrientes	30 días	30 días
	Paso de tiempo de velocidad de corriente	3.600 s.	
	Datos Longitud de Velocidad de Corriente (pasos de tiempo)	4318	4318
Modelo de turbulencia	Coeficiente de Dispersión Dirección Horizontal x (Kx)	0,1 m ² /s (Keeley et al. (2013))	
	Coeficiente de Dispersión Dirección Horizontal y (Ky)	0,1 m ² /s (Keeley et al. (2013))	
	Coeficiente de Dispersión Dirección Vertical (Kz)	0,001 m ² /s (Keeley et al. (2013))	

Fuente: Elaboración proporcionada por el titular.

A continuación, en la Tabla 13 se visualizan los datos de la dieta suministrada durante el ciclo 2021-2022 para ser utilizados en la modelación de NewDepomod.

Tabla 13. Información de las dietas utilizadas en modelación NewDepomod ciclo 2021-2022

Dietas	Calibre (mm)	Humedad (%)	Digestibilidad (%)	Fecas (%)	Carbono (%)	Velocidad sedimentación (m/s)*
Coho 100-200	3	8	85,2	14,8	44	0,076177755
Coho 200 - 500	4	8,2	85,2	14,8	47	0,082497624
Coho Crecimiento 500	6	8,4	85,2	14,8	42,47	0,096753789
MFF50 500 - 1000	6	8,5	85,2	14,8	42,47	0,096753789
Coho AE 1000	8	7,7	85,2	14,8	53	0,113473518
Coho Crecimiento 1000	8	7,7	85,2	14,8	39,9	0,113473518
Repro-Adulce-8mm	8	8,2	85,2	14,8	46	0,113473518
Verlasso 2000	10	7,5	85,2	14,8	52	0,133082534
Repro-Adulce-10mm	10	7,8	85,2	14,8	47,8	0,133082534
Coho Crecimiento 2000	10	8	85,2	14,8	38,01	0,133082534
Coho Refuerzo 2000-3000	10	8	85,2	14,8	38,01	0,133082534
Ensayo c 2000	10	8	85,2	14,8	38,01	0,133082534
Repro-Adulce-12mm	12	8,3	85,2	14,8	47,5	0,156080124
Coho Crecimiento 3000	12	8,4	85,2	14,8	35,9	0,156080124
3000008531 / Ewo Ultra HE 2000 12 60 Maxi	12	9	86,87	13,13	50,5	0,156080124

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el titular.

Por su parte, en la Figura 12 se presenta la dispersión de la depositación de materia orgánica en el escenario de producción autorizada, mientras que en la Figura 13 se presenta la dispersión de la depositación de materia orgánica en el escenario de producción en el marco del hecho infraccional N°1, con sobreproducción. En ambos, se presenta una estimación del área de influencia considerando toda la superficie en la que se obtiene una sedimentación superior a 365 gC/m²/año¹¹. La

¹¹ Valor ampliamente utilizado para marcar el límite a partir del cual existen condiciones de enriquecimiento orgánico que pueden ser detectables y atribuibles a la actividad acuícola. Valor

Tabla 14 entrega los resultados de la superficie estimada para el área de influencia en ambos escenarios.

Tabla 14. Áreas de dispersión modelación de dispersión de carbono NewDepomod.

Biomasa con superación (2.756 Ton)		Biomasa autorizada (2.500 Ton)	
Sedimentación (gC/m ² /año)	Área de influencia (m ²)	Sedimentación (gC/m ² /año)	Área de influencia (m ²)
> 365	52.495	> 365	51.520
762 m ² fuera de los límites de concesión, equivalente al 1,45% del área de impacto total.		672 m ² fuera de los límites de concesión, equivalente al 1,30% del área de impacto total.	

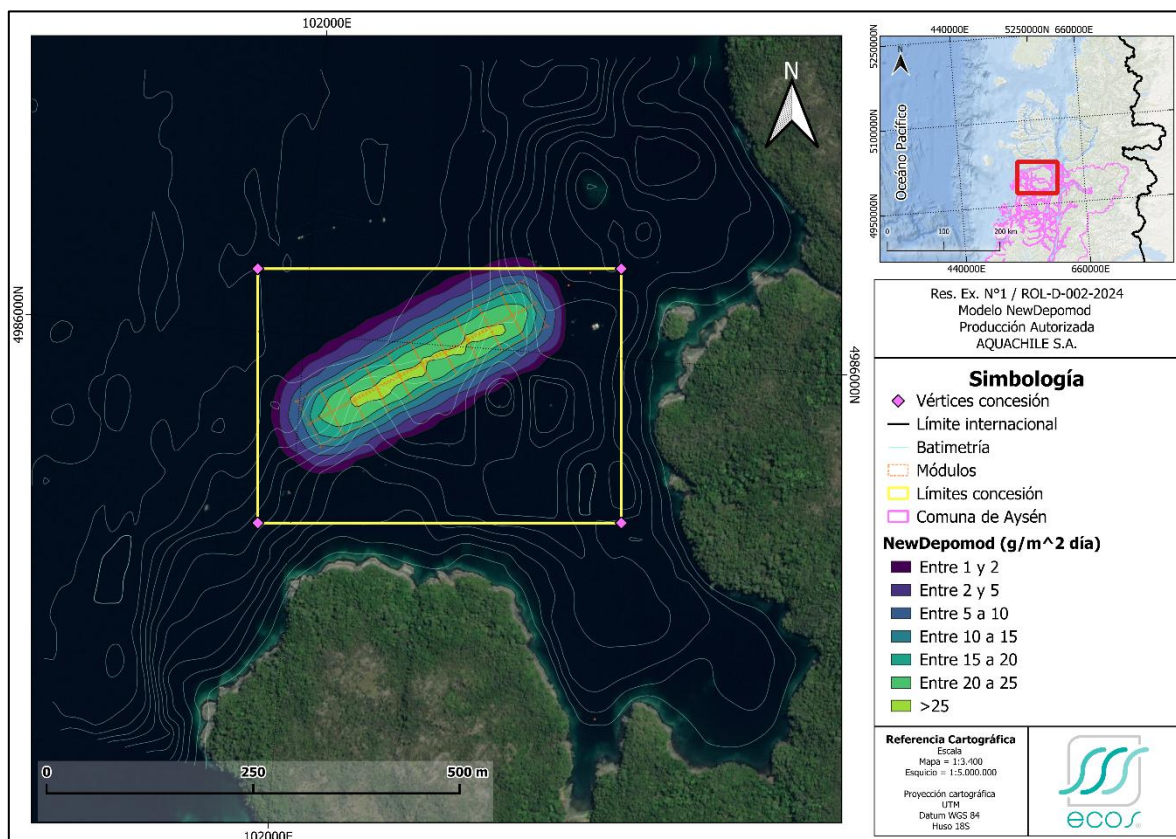
Fuente: Elaboración proporcionada por el titular.

A partir de lo anterior, es posible visualizar que el escenario de sobreproducción representa un incremento del 1,89% del área de influencia determinada para la condición autorizada en el escenario modelado. Pese a lo anterior, se observa que el área de influencia modelada se encuentra mayoritariamente al interior del área de la concesión, donde 762 m² del área modelada se encuentra fuera de los límites de concesión para la producción asociada al hecho infraccional n°1, correspondiente al 1,45% del área modelada total, mientras que la modelación asociada a la producción autorizada por la RCA determina la existencia de 672 m² del área modelada se encuentra fuera de los límites de concesión, correspondiente al 1,30% del área modelada total¹². Los valores de depositación máxima son mayores en el caso de la producción asociada al hecho infraccional n°1 con 27,1 gC/m²/día, mientras que con la producción autorizada el valor máximo de depositación corresponde a 29,7 gC/m²/día.

conservador en relación con lo señalado por diversos autores, los que indican condiciones sin impacto con valores de 474 a 15.000 gC/m²/año (Chamberlain J, Stucchi D, 2007; Hargrave B.T., 2010).

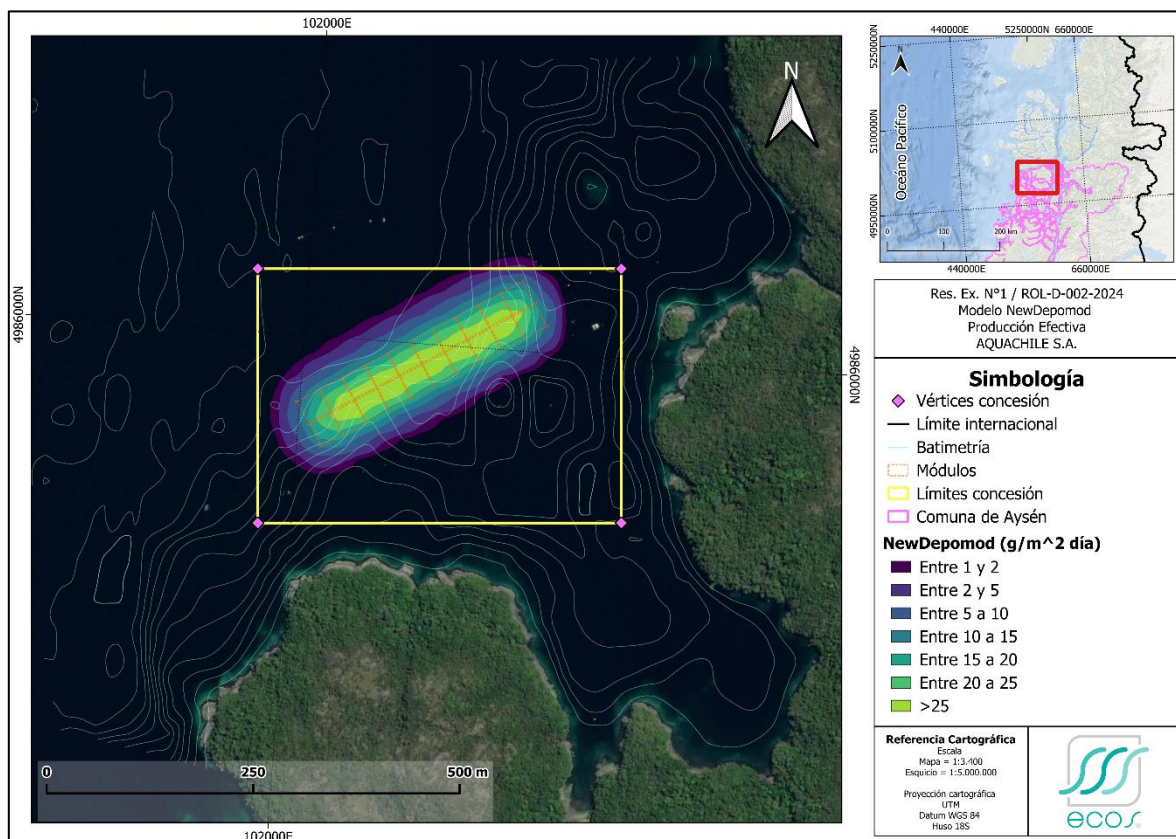
¹² Cabe destacar que el cálculo del área de influencia que se encuentra fuera de los límites de la concesión posee un error del 0,06%. Lo anterior se debe a que dicho cálculo se realizó a partir de la conversión de formato AutoCAD (.dwg), entregado por el software NewDepomod, a formato SIG (.shp).

Figura 12. Modelación de dispersión de carbono NewDepomod para la producción máxima autorizada en la RCA.



Fuente: Elaboración a partir de información proporcionada por el titular.

Figura 13. Modelación de dispersión de carbono Depomod para la producción asociada al hecho infraccional N°1 con sobreproducción.



Fuente: Elaboración proporcionada por el titular.

6.8 Uso de antibióticos/antiparasitarios en CES Melchor 5

6.9 Balance de nutrientes

De acuerdo con los resultados del análisis del aporte de nutrientes a la columna de agua descritos en el informe realizado por WSP Ambiental S.A., los resultados de los componentes disueltos totales liberados a la columna de agua para C, N y P, se muestran en la Tabla 15, Tabla 16 y Tabla 17 tanto para el escenario de incumplimiento (2021-2022) como el de cumplimiento (RCA), diferenciando la fracción inorgánica producto de la excreción, y la fracción orgánica soluble proveniente de las fecas y el alimento no consumido (ANC). La Figura 14 muestra una comparación gráfica de la fracción disuelta entre ambos escenarios.

Tabla 15. Flujo másico de Carbono (C) disuelto estimado en relación con el alimento suministrado en CES Melchor 5

Escenario	Alimento (kg)	Carbono disuelto (kg)
Ciclo 2021-2022	3.175.386	608.250,38
RCA	2.880.430	551.751,07

Fuente: WSP Ambiental S.A.

Tabla 16. Flujo másico de nitrógeno (N) disueltos estimados en relación con el alimento suministrado en CES Melchor 5

Escenario	Alimento (kg)	Nitrógeno disuelto (kg)		
		Inorgánico	Orgánico	Total
Ciclo 2021-2022	3.175.386	80.987,77	5.351,31	86.339,08
RCA	2.880.430	73.464,96	4.854,24	78.319,20

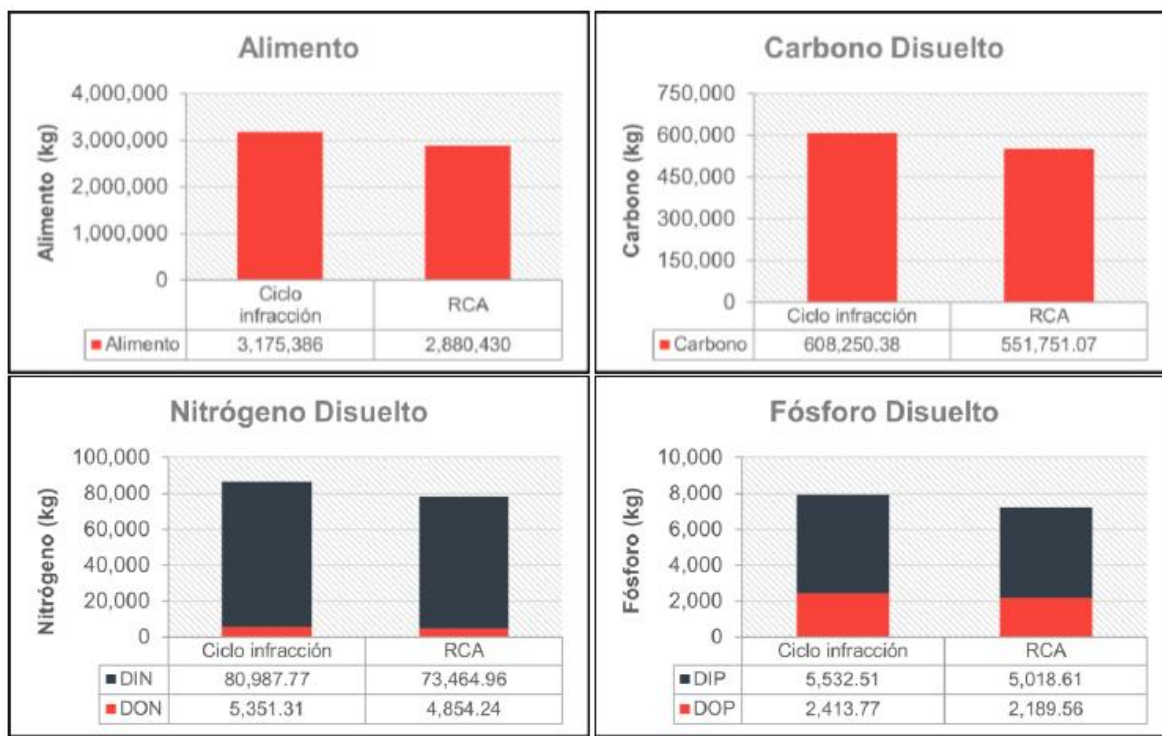
Fuente: WSP Ambiental S.A.

Tabla 17. Flujo másico de fósforo (P) disueltos estimados en relación con el alimento suministrado en CES Melchor 5

Escenario	Alimento (kg)	Fósforo disuelto (kg)		
		Inorgánico	Orgánico	Total
Ciclo 2021-2022	3.175.386	5.532,51	2.413,77	7.946,28
RCA	2.880.430	5.018,61	2.198,56	7.208,16

Fuente: WSP Ambiental S.A.

Figura 14. Comparación de la fracción elemental disuelta entre el periodo de infracción respecto al del cumplimiento (RCA).



Fuente: WSP Ambiental S.A.

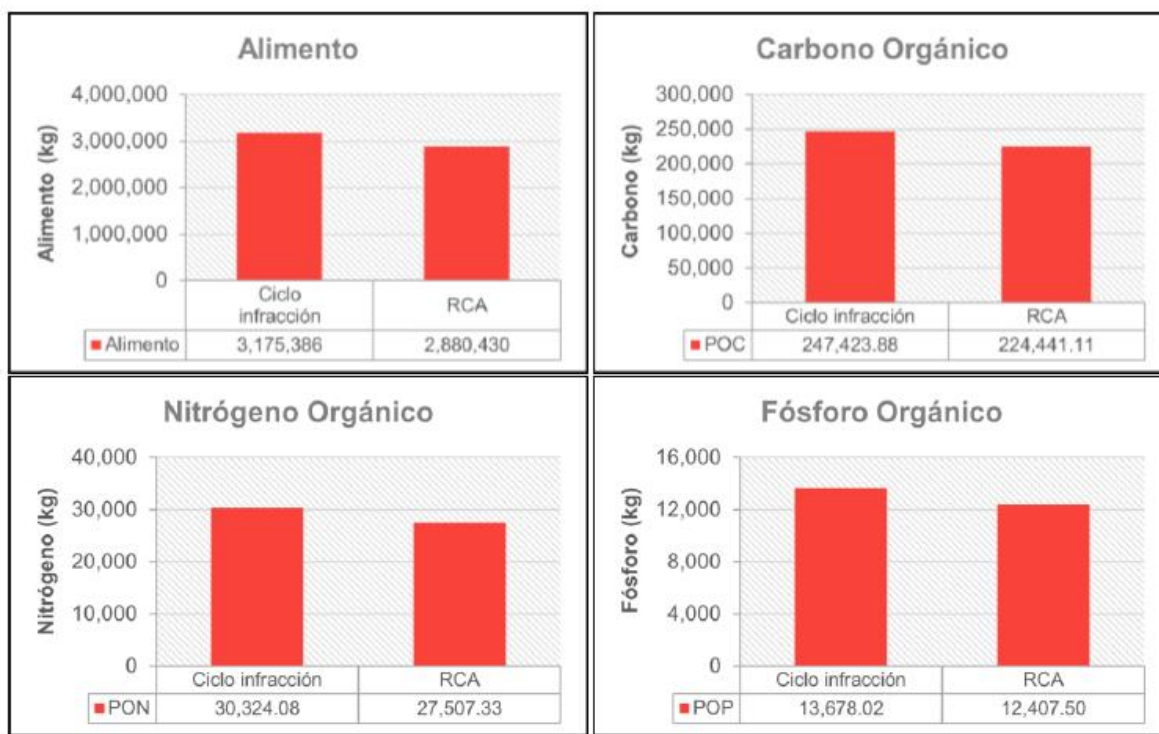
Los resultados de los componentes particulados, es decir, que sedimentan en el fondo marino, se muestran en la Tabla 18 tanto para el ciclo en infracción (2021-2022) como de cumplimiento (RCA). La Figura 15 muestra una comparación gráfica de la fracción orgánica particulada entre ambos ciclos.

Tabla 18. Flujo másico de C, N y P orgánicos particulados estimado, en relación al alimento suministrado en CES Melchor 5

Escenario	Alimento (kg)	Componentes orgánicos particulados (kg)		
		Carbono	Nitrógeno	Fósforo
Ciclo 2021-2022	3.175.386	247.423,88	30.324,08	13.678,02
RCA	2.880.430	224.441,11	27.507,33	12.407,50

Fuente: WSP Ambiental S.A.

Figura 15. Comparación de la fracción orgánica particulada entre el periodo de infracción respecto al del cumplimiento (RCA).



Fuente: WSP Ambiental S.A.

Tomando en cuenta los resultados del flujo masico de la emisión, calculados mediante balance de masa y la tasa de recambio de agua, se obtienen las concentraciones de los distintos parámetros analizados (C, N y P), los que se presentan en la Tabla 19.

Tabla 19. Concentración de C, N y P disuelto estimado en relación al alimento suministrado en CES Melchor 5

Escenario	Carbono disuelto (mg/L)	Nitrógeno disuelto (mg/L)			Fósforo disuelto (mg/L)		
		Inorgánico	Orgánico	Total	Inorgánico	Orgánico	Total
Ciclo 2021-2022	4,94	0,66	0,04	0,7	0,04	0,02	0,06
RCA	4,48	0,60	0,04	0,64	0,04	0,02	0,06

Fuente: WSP Ambiental S.A.

Según lo indicado en el informe antes mencionado, de los componentes que permanecen en la columna de agua (disueltos), la mayor emisión corresponde a

los nutrientes inorgánicos (Nitrógeno y Fósforo) en comparación con la fracción orgánica.

En particular, para el caso del Fósforo los resultados indican que la mayor parte de dicha emisión corresponde al Fósforo orgánico particulado (5.532,51 kg) para todo el ciclo objeto del hecho infraccional; y para el caso del Nitrógeno, la mayor parte corresponde a la fracción inorgánica disuelta, con un total de 80.987,77 kg para el mismo escenario. Lo anterior, tiene relación con que la excreción de los peces es mayor que el proceso de solubilización del material orgánico particulado. Ahora bien, de los tres parámetros analizados en la Tabla 15, Tabla 16 y Tabla 17, el Carbono es el que genera mayor emisión en la columna de agua, debido principalmente a la composición proximal de las diferentes dietas (variando entre un 35,90 y 53% de C); así como el gran porcentaje de carbono disuelto presente en el CO₂ liberado producto de la respiración de los peces.

Al comparar los componentes disueltos de los particulados de los parámetros analizados, se infiere que la mayor tasa de emisión de Carbono corresponde a la fracción disuelta, es decir, la mayor parte de lo emitido permanece en la columna de agua. En el caso del Nitrógeno, la mayor parte de la emisión corresponde a la fracción inorgánica disuelta; mientras que, para el caso del Fósforo, la mayor parte de la emisión corresponde a material orgánico particulado.

A su vez, al realizar una comparación entre los escenarios descritos (ciclo 2021-2022 y RCA), sobre las emisiones de Carbono, Nitrógeno y Fósforo, se observa que para ambos casos la mayor parte de la emisión del Fósforo es a través del material orgánico particulado; y para el caso del Carbono y Nitrógeno, para ambos escenarios, el mayor flujo corresponde a la fracción inorgánica disuelta. En general, las emisiones de los parámetros analizados son mayores para el ciclo productivo objeto de la formulación de cargos (ciclo 2021-2022), respecto del escenario de cumplimiento (RCA), lo que responde a las toneladas de alimento suministrado a los peces en los diferentes ciclos, siendo mayor para el escenario de la producción efectiva.

Cabe destacar que para ambos escenarios se consideró 15 dietas alimenticias usadas para todo el ciclo productivo y que las modelaciones consideraron características físicas reales del alimento de acuerdo con las dietas suministradas en el ciclo en infracción.

Por último, y de acuerdo con lo señalado en el informe, es importante señalar que los resultados respecto a los componentes particulados que sedimentan en el fondo corresponden a una aproximación, y el valor de concentraciones finales que llegan al sedimento dependen de la hidrodinámica, profundidad, y de procesos físicos y biogeoquímicos en el sector.

La minuta técnica "Antecedentes técnicos para abordar Observaciones a la Formulación de Cargos según Res. Ex. N°1/ Rol D-002-2025" se adjunta a la presente minuta en el Apéndice 2.

6.9.1 Uso de antiparasitarios

En relación con el uso de antiparasitarios, es relevante resaltar que CES Melchor 5 solo realiza el tratamiento con antibióticos para el control de patógenos en el ciclo productivo, por lo que no se entregan este tipo de fármacos.

6.9.2 Uso de antibióticos

En la Tabla 20 se indican los tipos de tratamiento con antibiótico y el compuesto asociado que fueron aplicados al cultivo durante el ciclo productivo objeto del presente cargo.

Tabla 20. Antibióticos aplicados durante el ciclo productivo del hecho infraccional

Especificaciones técnicas tratamiento CES Melchor 5 ciclo 2021-2022		
Mes	Agosto	Octubre
Año	2021	2021
Centro	Melchor 5	Melchor 5
Especie	Coho	Coho
Jaula Tratada	101 a 120	117
Nº Peces tratados	678.627	10.924
Peso Promedio	905	2.228
Veterinario Responsable	Claudio Vergara Ojeda	Claudio Vergara Ojeda
Producto	Florfenicol (Duflosan 50%)	Oxitetraciclina (Terrivet F200)
Laboratorio	Veterquímica	Veterquímica
Concentración	50%	20%
Vía de administración	Oral	Injectable
Dosis	20	20
Kgs producto comercial	545	2,4
Kgs Principio activo	272,5	0,5
Planta	Pargua	N/A
Fecha inicio	08-08-2021	29-10-2021
Fecha término	23-08-2021	29-10-21

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el titular, 2024.

De acuerdo con lo señalado en el Informe técnico de fiscalización ambiental DFZ-2023-1579-XI-RCA es posible identificar que la fecha en que se produce la superación del límite de 2.500 ton autorizado por RCA Nº111/2012 corresponde al 3 de enero de 2022, con fecha de termino de cosecha correspondiente al 7 de febrero de 2022.

En relación con lo expuesto anteriormente, es posible concluir que el tratamiento con Florfenicol fue suministrado en el mes de agosto y Oxitetraciclina en noviembre ambos en el año 2021, de manera previa a la fecha que comenzó a registrarse la sobreproducción. Por lo tanto, se descarta el uso adicional de fármacos producto de la sobreproducción.

Adicionalmente, la RCA Nº084/2003 en su considerando 3.1 "Etapa de Operación" indica el uso de productos farmacéuticos, los cuales contarán con prescripción formada de un médico veterinario siendo los productos antimicrobianos posibles para usar, aquellos autorizados y registrados en el SAG. Se especifica que el principal antibiótico a utilizar es la Oxitetraciclina al 80%. Por otra parte, la RCA

N°111/2012 en su considerando 3.11.2.4 "Manejo de Peces en el Centro" indica que se utilizarán tratamientos terapéuticos correspondientes a orales e inyectables con antibióticos en peces de producción. Se puntualiza que el tratamiento será ejecutado cuando el veterinario determine su necesidad, mediante el uso de antibióticos como Oxitetraciclina, Florfenicol, entre otros. Esto se efectuará previa indicación por escrito de las indicaciones del tratamiento en particular (duración y dosificaciones de fármacos). Lo anterior, es consistente con los tratamientos utilizados durante el ciclo asociado al hecho infraccional.

Al respecto, cabe señalar que las prescripciones médico-veterinarias para el tratamiento con antibióticos en mar aplicados durante agosto y octubre de 2021, se adjuntan en el apéndice 5.

En Apéndice 6 se adjuntan las fichas técnicas o prospectos de los compuestos activos suministrados como tratamiento al cultivo del periodo agosto y noviembre de 2021. Respecto al principio activo, se destaca que la ficha técnica del Florfenicol al 50% del Laboratorio Veterquímica aprobada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) indica una vida media de eliminación rápida y relativamente corta (vida media 12,2 horas, cuando la temperatura del agua es de $10,8 \pm 1,5$ °C) y su uso "es seguro para el medio ambiente siempre y cuando se utilice de acuerdo con la dosis y esquema de tratamiento autorizado"¹³. Por otra parte, en la ficha técnica del producto Terrivet F200, aprobada por el SAG, indica que es una solución inyectable, por lo que se distribuye en los tejidos de las especies con un tiempo de vida media en el plasma de 16,8 horas. Respecto de sus efectos ambientales, dicha ficha indica que es seguro para el medio ambiente siempre y cuando se utilice de acuerdo a dosis, pauta horaria y modo de empleo autorizado¹⁴. Cabe destacar, que las dosis suministradas de ambos antibióticos fueron indicadas por el veterinario responsable del centro.

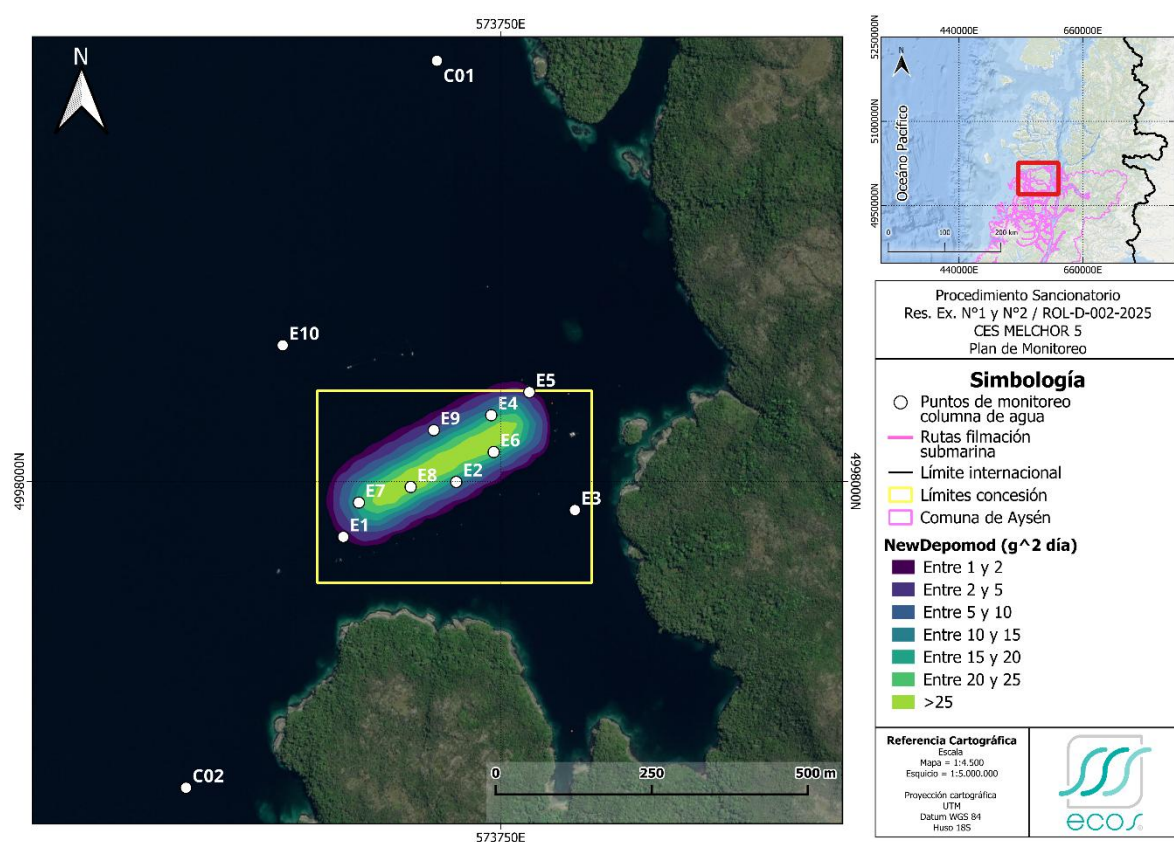
¹³ Información obtenida de https://medicamentos.sag.gob.cl/_CARGAS/ETIQUETAS/1769.pdf

¹⁴ Información obtenida de https://medicamentos.sag.gob.cl/_CARGAS/ETIQUETAS/2252-B.pdf

6.10 Campaña de monitoreo 2025

De acuerdo al plan de monitoreo, con fecha 27 y 28 de mayo, y 02 al 06 de junio de 2025 se muestrearon 12 de estaciones en total (Apéndice 3¹⁵), ocho (8) dentro del área de depositación, dos (2) fuera y dos (2) puntos de control, cuya ubicación se muestra en la Figura 16 para columna de agua y en la Figura 17 para transectas de filmación submarina.

Figura 16. Ubicación espacial estaciones de monitoreo columna de agua, mayo 2025



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla 21 se muestra la jerarquización de las estaciones de monitoreo de columna de agua, a partir del rango de depositación entregado por la modelación NewDepomod y la distancia de los puntos respecto del módulo.

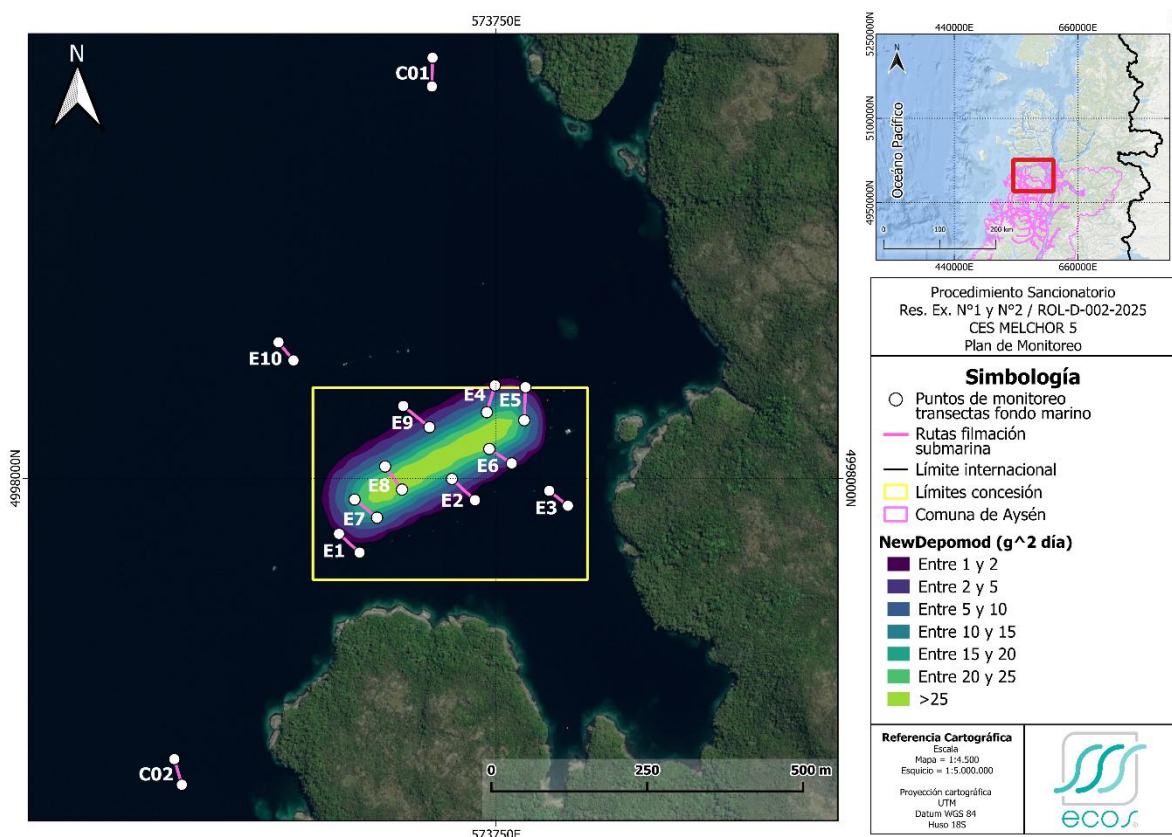
¹⁵ Se adjuntan los kmz de el plan de monitoreo propuesto y el ejecutado.

Tabla 21. Jerarquización de las estaciones de monitoreo de columna de agua, campaña junio 2025, en base a distancia al área de influencia y rango de depositación.

Rango de depositación	ID	Código de origen	Origen	Datum WGS84, Huso 18 Sur	
				Este (m)	Norte (m)
>25	E8	S6C3	INFA	573606	4997991
Entre 20 y 25	E6	S3C3	INFA	573739	4998047
Entre 15 y 20	E7	S5C3	INFA	573523	4997966
	E4	P5C3	INFA	573735	4998106
Entre 10 y 15	E2	Perfil 4	CPS	573679	4997999
Entre 5 y 10	E9	S8C3	INFA	573643	4998082
Entre 1 y 2	E5	S2C3	INFA	573796	4998143
0 metros fuera	E1	Perfil 1	CPS	573498	4997911
100 metros fuera	E3	Perfil 5	CPS	573869	4997954
200 metros fuera	E10	SR1C3	INFA	573401	4998218
470 metros fuera	C02	PM02	NewDepomod	573246	4997509
530 metros fuera	C01	PM01	NewDepomod	573648	4998674

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Ubicación espacial transectas de monitoreo fondo marino, mayo – junio 2025



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 22 se muestra la jerarquización de las estaciones de monitoreo de fondo marino, a partir del rango de depositación entregado por la modelación NewDepomod y la distancia de los puntos respecto del módulo.

Tabla 22. Jerarquización de las estaciones de monitoreo de fondo submarino, campaña mayo - junio 2025

Estación	Profundidad (m)	UTM Este	UTM Norte
E1 inicio	30,1	573498	4997911
E1 fin	20,5	573531	4997881
E2 inicio	37,3	573679	4997999
E2 fin	24,6	573716	4997965
T3 inicio	30	573865	4997956
T3 fin	34,2	573835	4997980
E4 inicio	43,7	573735	4998106
E4 fin	44,3	573748	4998149
T5 inicio	29,4	573797	4998146
T5 fin	46,1	573795	4998093
E6 inicio	27,3	573739	4998047
E6 fin	35	573775	4998024
E7 inicio	35,8	573523	4997966
E7 fin	23,7	573559	4997937
T8 inicio	37,2	573599	4997982
T8 fin	52,5	573572	4998019
E9 inicio	52,6	573643	4998082
E9 fin	54,9	573601	4998116
E10 inicio	56,7	573401	4998218
E10 fin	56,5	573425	4998189
C01 inicio	53,7	573648	4998674
C01 fin	54,1	573647	4998628
C02 inicio	33,7	573246	4997509
C02 fin	41,9	573234	4997550

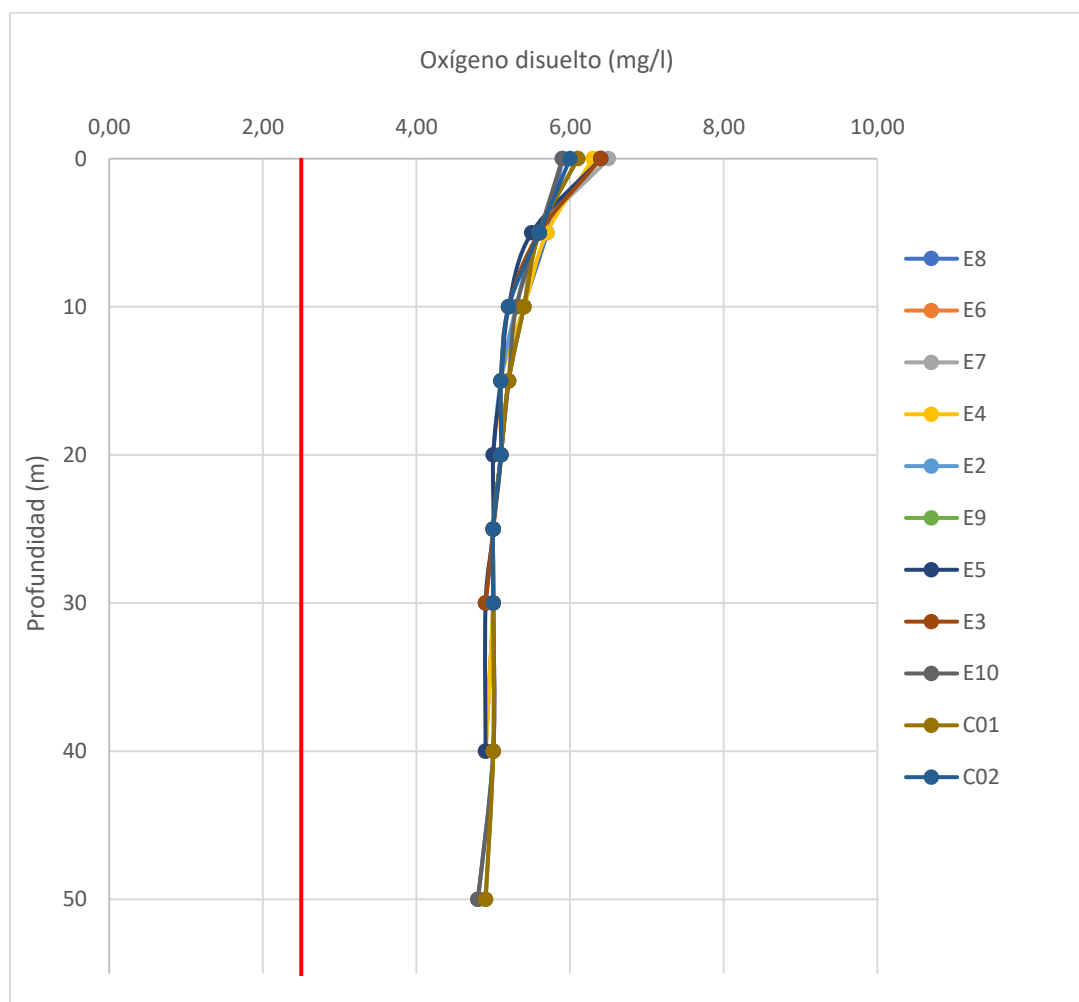
Fuente: Elaboración propia

6.10.1 Monitoreo en columna de agua

Los días 8 y 9 de mayo de 2025, se realizaron 12 perfiles de oxígeno por la empresa Alfa SEA Spa (Apéndice 7.1). A continuación, en la Figura 18 se presentan los

resultados obtenidos del parámetro oxígeno disuelto (mg/L) por profundidad para todas las estaciones.

Figura 18. Oxígeno disuelto (mg/L) en relación a la profundidad

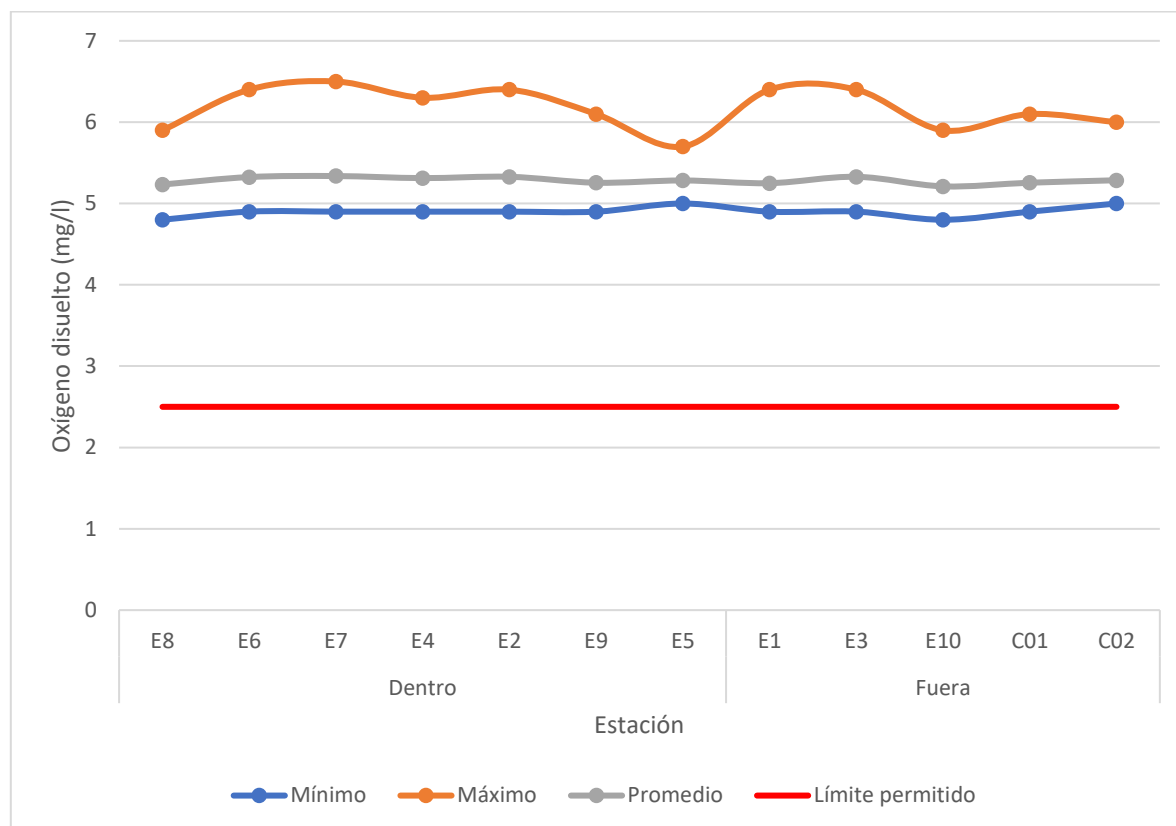


Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el titular, 2025.

De acuerdo con lo anterior, se puede observar que en las diferentes estaciones de monitoreo y a diferentes profundidades, las concentraciones de oxígeno disuelto oscilan en un rango entre 4,8 y 6,5 mg/L aproximadamente para las 10 estaciones (E1 a la E10) evaluadas. Además, cabe destacar que todos los valores obtenidos se encuentran por sobre el límite de 2,5 mg/L establecido en la Res. Ex. N°3612/2009, descartándose una condición anaeróbica. Finalmente, se señala que los valores obtenidos en ambos gráficos no presentan diferencias notorias en las concentraciones de oxígeno disuelto a diferentes profundidades.

Complementariamente, y con el fin de analizar la variación espacial en el área de influencia, se obtuvo la estadística básica de cada uno de los puntos de medición, obteniendo el promedio, valor mínimo y máximo de oxígeno disuelto de cada punto de muestreo. Estas fueron ordenadas según la categoría del área de estudio establecido en la Tabla 21 de acuerdo con su rango de depositación.

Figura 19. Estadísticas de oxígeno disuelto (mg/L) por punto de monitoreo (ordenado por distancia al área de influencia)



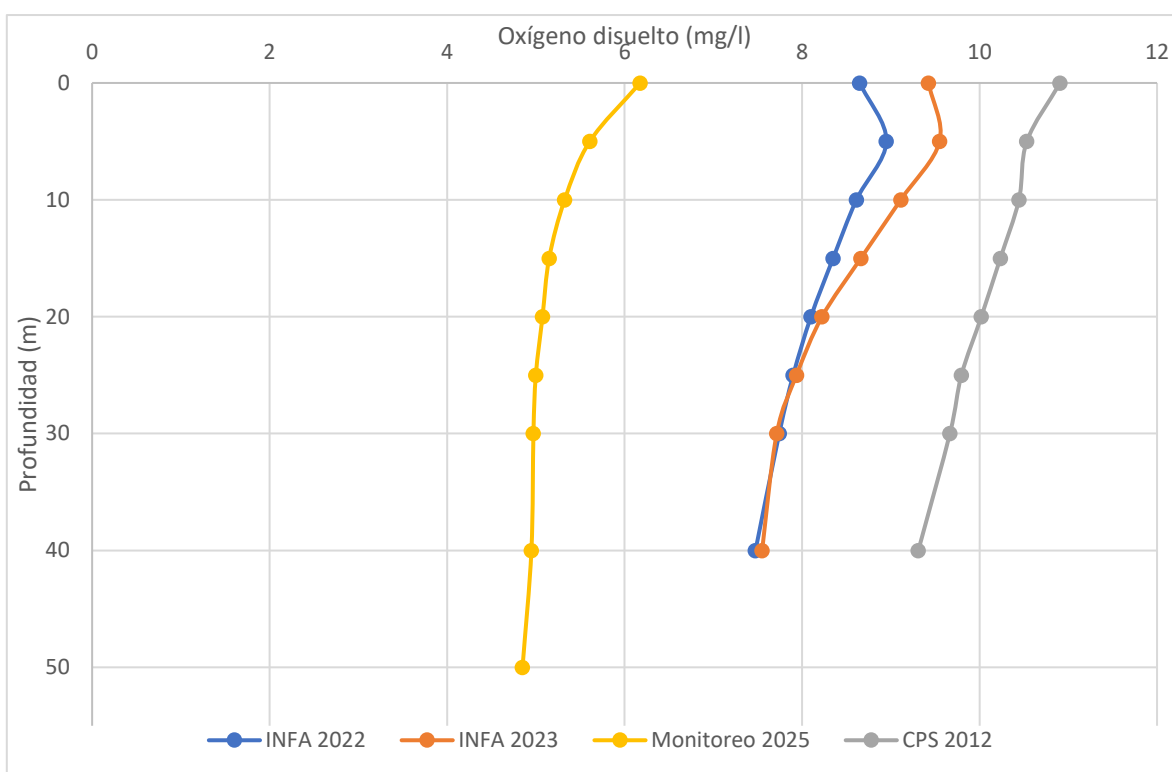
Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el titular, 2025.

En el gráfico presentado en la Figura 19, se observa que en las estaciones monitoreadas de la E1 a la E10 no presentan diferencias sustanciales entre sus valores, el promedio de las concentraciones en las estaciones anteriormente mencionadas varía entre 5,21 – 5,34 mg/l correspondiente a las estaciones E10 y E7, respectivamente. Mientras que en las estaciones de control (C01 y C02) el mínimo promedio corresponde a 5,21 y el máximo a 5,34 mg/l.

En adición se puede ver que no hay una variación sustancial en la concentración de oxígeno disuelto presente entre las áreas de estudio según la ubicación dentro

o fuera del área de influencia. El punto que se encuentra dentro del rango de mayor depositación de carbono (E8) posee valores que varían desde 4,8 hasta 5,9 mg/l mientras que el punto más alejado del área de influencia (10) presenta el mismo rango. Con respecto a las estaciones fuera del área de depositación en las estaciones E1 y E3 se presentan las mejores concentraciones de oxígeno para el valor mínimo y máximo correspondientes a 4,9 y 6,4 mg/l respectivamente, para ambas estaciones el promedio es de 5,25 (E1) y 5,33 (E3) mg/l.

Figura 20. Niveles de oxígeno disuelto en columna de agua INFAS históricas y campaña de monitoreo 2025



Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el titular, 2025.

Al contrastar los resultados con las INFAs históricas, se puede observar en la Figura 20, que la variación en la cantidad de oxígeno disuelto a distintas profundidades varía en, aproximadamente, entre 1 y 2 mg/l de diferencia. No obstante, se observa una disminución progresiva de la cantidad de oxígeno disuelto disponible a lo largo de los años, incluso posterior al periodo en que ocurrió la sobreproducción, donde el monitoreo con más bajos resultados de oxígeno corresponde al de mayo de 2025 (alcanzado un mínimo de 4,85 mg/L a los 50 metros de profundidad), pero de todos modos manteniéndose siempre dentro del límite aeróbico, y por sobre los 4 mg/l.

Los resultados del monitoreo de columna de agua realizados en el marco de la campaña de mayo de 2025 se presentan en Apéndice 7.1.

6.10.2 Nutrientes en columna de agua

En relación con el análisis de nutrientes presente en el agua de mar, se realizó la campaña del monitoreo el 28 de mayo de 2025. En la Tabla 23 se presentan los resultados de los parámetros Amonio (NH_4^+), Fosfato (P-PO_4), Nitrato (N-NO_3^- ; NO_3^-) y Nitrito (NO_2^-) asociados a las 12 estaciones de monitoreo.

Tabla 23. Concentración de nutrientes en agua de mar, campaña 2025

Rango de depositación	Transecta	Amonio (NH_4^+)	Fosfato (P-PO_4)	Nitrato (NO_3^-)	Nitrito (NO_2^-)	Unidad
Mayor a 25	E-8	<0,03	<0,5	0,687	<0,023	mg/l
Entre 20 y 25	E-6	<0,03	<0,5	0,683	<0,023	mg/l
Entre 15 y 20	E-7	<0,03	<0,5	0,640	<0,023	mg/l
	E-4	<0,03	<0,5	0,723	<0,023	mg/l
Entre 10 y 15	E-2	<0,03	<0,5	0,703	<0,023	mg/l
Entre 5 y 10	E-9	<0,03	<0,5	0,643	<0,023	mg/l
Entre 1 y 2	E-5	<0,03	<0,5	0,767	<0,023	mg/l
A 0 metros	E-1	<0,03	<0,5	0,760	<0,023	mg/l
A 100 metros	E-3	<0,03	<0,5	0,717	<0,023	mg/l
A 200 metros	E-10	<0,03	<0,5	0,520	<0,023	mg/l
A 470 metros	C02	<0,03	<0,5	0,460	<0,023	mg/l
A 530 metros	C01	<0,03	<0,5	0,580	<0,023	mg/l

Fuente: Elaboración propia en base a informes de ensayo y/o medición ANAM, mayo 2025.

A partir de los resultados, se observa que las muestras de amonio, fosfato, nitratos, se encuentran en su valor mínimo o por debajo de su límite de detección tanto para las estaciones de monitoreo como para los puntos control. Respecto al contenido de nitrato en la columna de agua, su valor es variable y se observa que no presenta una tendencia relacional entre el resultado y el rango de depositación, por lo que no es posible asegurar que aquel resultado esté relacionado con las actividades del CES Melchor 5.

Los informes de ensayo y de medición de nutrientes en la columna de agua se encuentran disponibles en el Apéndice 7.2.

6.10.3 Fondo y sedimento marino

En la Tabla 24 se pueden observar los resultados del registro visual (Apéndice 7.3) realizado los días 27 de mayo y 6 de junio de 2025. Por otro lado, respecto al sedimento marino se puede verificar que todas las transectas monitoreadas presentan fondo duro, por lo que no fue posible realizar análisis al sedimento marino.

Tabla 24. Resultados de registro visual fondo marino CES Melchor 5

Rango de depositación	Transecta	Fondo	Cubierta microorganismos	Presencia de burbujas de gas	Epifauna	Algas	Restos calcáreos	Observaciones generales
>25	E 8	Duro	Si*	No	Si	Si	Si	Peces silvestres en entorno
Entre 20 y 25	E 6	Duro	No	No	Si	No	Si	No
Entre 15 y 20	E 4	Duro	No	No	Si	Si	Si	Peces silvestres en entorno
	E 7	Duro	Si*	No	Si	Si	Si	No
Entre 10 y 15	E 2	Duro	Si*	No	Si	Si	Si	Peces silvestres en entorno
Entre 1 y 2	E 5	Duro	Si*	No	Si	Si	Si	Peces silvestres en entorno. Hubo error en hora en tablilla de inicio, ya que aparece 10:07 y debe decir 11:07
Entre 5 y 10	E 9	Duro	Si*	No	Si	No	Si	No
A 0 metros	E 1	Duro	No	No	Si	Si	Si	Peces silvestres en entorno
A 100 metros	E 3	Duro	Si*	No	Si	Si	Si	Peces silvestres en entorno
a 200 metros	E 10	Duro	Si**	No	Si	No	Si	No
A 530 metros	C 01	Duro	Si*	No	Si	No	Si	No
A 470 metros	C 02	Duro	Si**	No	Si	Si	Si	No

*Se observó un fondo duro con capa de sedimento gruesa sobre él.

**Según informe de laboratorio de Alfa Sea SpA, corresponde a un "hallazgo puntual".

Fuente: Elaboración propia en base a Informe técnico Alfa Sea SpA, 2025.

Respecto al fondo marino, a partir de los resultados presentados en el informe de laboratorio Alfa SEA SpA. se observa que, de las 10 transectas monitoreadas, siete (7) de ellas presentaron cubierta de microorganismos, y de estas, cinco (5) se encuentran dentro del área de influencia (E2, E5, E7, E8 y E9) y dos (2) están fuera de ésta (E3 y E10). Es importante destacar que no se detectó presencia de burbujas

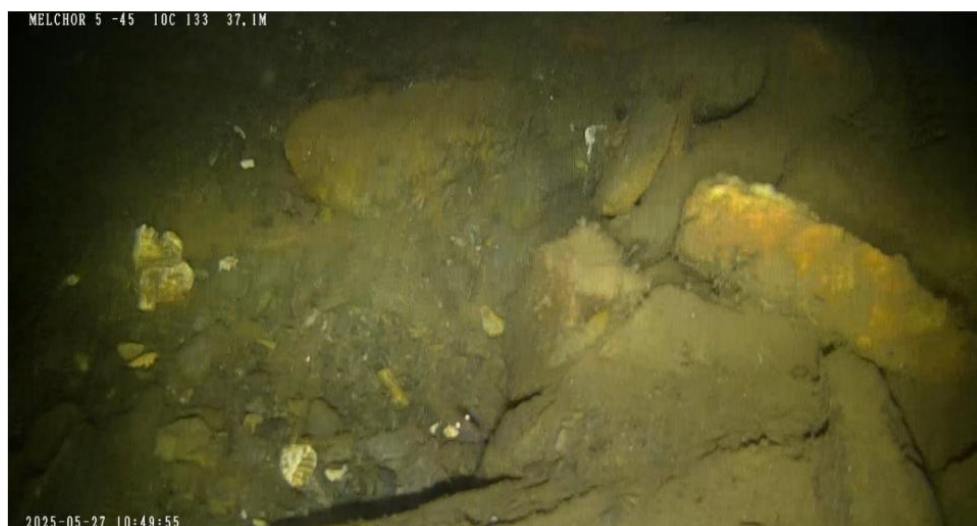
de gas en ninguna de las transectas monitoreadas ni estaciones control, sin embargo, se evidencia presencia de Epifauna y restos calcáreos en la totalidad de estas.

En base a los resultados descritos anteriormente, existe una presencia de cubierta de microorganismos en las zonas de mayor sedimentación modelada. No obstante, cabe señalar que estos constituyen resultados del estado actual del fondo marino en el área de las instalaciones del CES Melchor 5, los que no permiten establecer una relación directa con la operación del ciclo productivo 2021-2022 con sobreproducción.

Con respecto a la epifauna del fondo marino, en la Tabla 25 se presentan las taxas detectadas en cada una de las transectas monitoreadas.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la filmación del fondo marino en las transectas y puntos de control, se presentan a continuación, la Figura 21, Figura 22, Figura 23, Figura 24 y Figura 25, las que muestran imágenes representativas obtenidas durante la filmación del fondo marino, de las que se desprenden los resultados presentados en la .

Figura 21. Filmación de fondo marino, cubierta de microorganismos a los 03:20 min de transecta 1.



Fuente. Informe técnico Alfa Sea SpA, 2025.

Figura 22. Filmación de fondo marino, cubierta de microorganismos a los 12:02 min de transecta 5.



Fuente. Informe técnico Alfa Sea SpA, 2025.

Figura 23. Filmación fondo marino, cubierta de microorganismos a los 06:31 min de transecta 6.



Fuente. Informe técnico Alfa Sea SpA, 2025.

Figura 24. Filmación fondo marino, cubierta de microorganismos a los 02:52 min de transecta 7.



Fuente. Informe técnico Alfa Sea SpA, 2025.

Figura 25. Filmación fondo marino, cubierta de microorganismos (hallazgo puntual) a los 08:39 min de transecta C01.



Fuente. Informe técnico Alfa Sea SpA, 2025.

Tabla 25. Taxa y abundancia detectada por estación de monitoreo

Rango de deposición	Transecta	Phylum	Clase	Orden	Familia	Abundancia
>25	E-8	Annelida	No identificado	No identificado	Sabellidae	Bajo
		Brachiopoda	No identificado	No identificado	Terebratulidae; Magellania sp	Bajo
		Cnidaria	No identificado	No identificado	Caryophylliidae; Desmophyllum sp.	Bajo
			No identificado	No identificado	Primnoidae	Abundante
		Echinodermata	No identificado	No identificado	Psolidae	Bajo
		Mollusca	No identificado	No identificado	Mytilidae; Mytilus sp.	Bajo
		Porifera	Demospongiae	No identificado	No identificado	Bajo
Entre 20 y 25	E-6	Annelida	No identificado	No identificado	Sabellidae	Bajo
		Cnidaria	No identificado	No identificado	Primnoidae	Abundante
			No identificado	No identificado	Primnoidae; Primnoella sp.	Bajo
		Echinodermata	No identificado	No identificado	Stichasteridae; Cosmasterias lurida	Bajo
		Mollusca	Gastropoda	No identificado	No identificado	Bajo
			No identificado	No identificado	Mytilidae	Bajo
Entre 15 y 20	E-7	Annelida	No identificado	No identificado	Sabellidae	Moderado
		Cnidaria	No identificado	No identificado	Primnoidae	Abundante
		Echinodermata	No identificado	No identificado	Stichasteridae; Cosmasterias lurida	Bajo
		Mollusca	No identificado	No identificado	Cymatiidae; Argobuccinum sp	Bajo
			No identificado	No identificado	Mytilidae	Abundante
		Porifera	Demospongiae	No identificado	No identificado	Bajo
Entre 15 y 20	E-4	Annelida	No identificado	No identificado	Sabellidae	Bajo
		Cnidaria	No identificado	No identificado	Caryophylliidae; Desmophyllum sp.	Moderado
			No identificado	No identificado	Primnoidae	Abundante
		Echinodermata	Asteroidea	No identificado	Stichasteridae; Cosmasterias lurida	Bajo
			Asteroidea	No identificado	Psolidae	Bajo
		Mollusca	Gastropoda	No identificado	No identificado	Bajo
		Porifera	Demospongiae	No identificado	No identificado	Bajo
Entre 10 y 15	E-2	Annelida	No identificado	No identificado	Sabellidae	Abundante
		Brachiopoda	No identificado	No identificado	Terebratulidae; Magellania venosa	Bajo

Rango de depositación	Transecta	Phylum	Clase	Orden	Familia	Abundancia
		Cnidaria	No identificado	No identificado	Actiniidae; Bolocera sp.	Bajo
			No identificado	No identificado	Caryophylliidae; Desmophyllum sp.	Moderado
			No identificado	No identificado	Primnoidae	Abundante
			No identificado	No identificado	Primnoidae; Primnoella sp.	Bajo
		Echinodermata	Asteroidea	No identificado	Psolidae	Abundante
		Porifera	Demospongiae	No identificado	No identificado	Moderado
Entre 5 y 10	E-9	Cnidaria	No identificado	No identificado	Primnoidae	Bajo
Entre 1 y 2	E-5	Annelida	No identificado	No identificado	Chaetopteridae	Bajo
			No identificado	No identificado	Sabellidae	Moderado
		Brachiopoda	No identificado	No identificado	Terebratulidae; Magellania sp	Bajo
		Cnidaria	No identificado	No identificado	Actiniidae; Bolocera sp.	Bajo
			No identificado	No identificado	Caryophylliidae; Desmophyllum sp.	Bajo
			No identificado	No identificado	Primnoidae	Moderado
			No identificado	No identificado	Primnoidae; Primnoella sp.	Bajo
		Echinodermata	Holothuroidea	No identificado	No identificado	Bajo
			No identificado	No identificado	Arbaciidae; Arbacia dufrenoyi	Bajo
			No identificado	No identificado	Stichasteridae; Cosmasterias lurida	Bajo
			No identificado	No identificado	Psolidae	Moderado
		Mollusca	No identificado	No identificado	Calyptraeidae; Crepidatella sp.	Bajo
			No identificado	No identificado	Mytilidae; Mytilus sp.	Bajo
		Porifera	Demospongiae	No identificado	No identificado	Bajo
A 0 metros	E-1	Annelida	No identificado	No identificado	Sabellidae	Bajo
		Brachiopoda	No identificado	No identificado	Terebratulidae; Magellania venosa	Bajo
		Cnidaria	No identificado	No identificado	Primnoidae	Bajo
		Echinodermata	Asteroidea	No identificado	Stichasteridae; Cosmasterias lurida	Bajo
		Mollusca	No identificado	No identificado	Mytilidae	Bajo
		Porifera	Demospongiae	No identificado	No identificado	Bajo
A 100 metros	E-3	Annelida	No identificado	No identificado	Sabellidae	Bajo
		Cnidaria	No identificado	No identificado	Primnoidae	Bajo
		Echinodermata	No identificado	No identificado	Stichasteridae; Cosmasterias lurida	Bajo

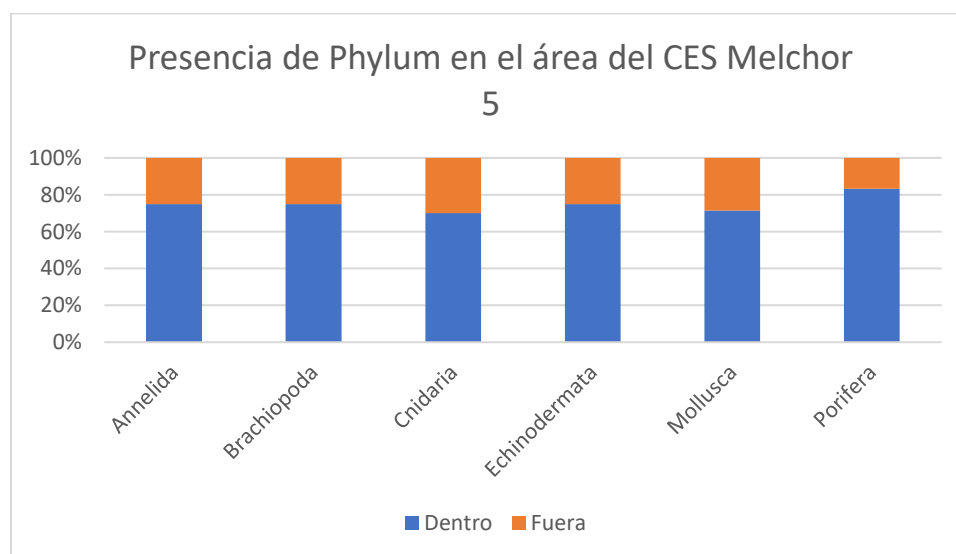
Rango de deposición	Transecta	Phylum	Clase	Orden	Familia	Abundancia
		Mollusca	No identificado	No identificado	Mytiliidae; Mytilus sp	Bajo
A 200 metros	E-10	Cnidaria	No identificado	No identificado	Primnoidae	Bajo
A 470 metros	C-02	Annelida	No identificado	No identificado	Sabellidae	Abundante
		Brachiopoda	No identificado	No identificado	Terebratellidae; Magellania sp	Bajo
		Cnidaria	No identificado	No identificado	Caryophylliidae; Desmophyllum sp.	Bajo
			No identificado	No identificado	Primnoidae	Abundante
			No identificado	No identificado	Primnoidae; Primnoella sp.	Bajo
		Echinodermata	Asteroidea	No identificado	No identificado	Bajo
			No identificado	No identificado	Echinasteridae; Henricia sp	Bajo
			No identificado	No identificado	Psolidae	Abundante
			No identificado	No identificado	Stichasteridae; Cosmasterias lurida	Bajo
		Mollusca	No identificado	No identificado	Cymatiidae; Argobuccinum sp	Bajo
		Porifera	Demospongiae	No identificado	No identificado	Abundante
A 530 metros	C-01	Cnidaria	No identificado	No identificado	Primnoidae	Bajo

Fuente. Informe técnico Alfa Sea SpA, 2025.

Al analizar los resultados presentados en la Tabla 20, se evidencia presencia de Epifauna en la totalidad de las transectas monitoreadas, además de los puntos de control. En línea con lo anterior, se detectó presencia de un único phylum (Cnidaria) en la totalidad de las estaciones, tanto de muestreo como puntos de control. Además, destaca la presencia del phylum Annelida en ocho de las diez estaciones de monitoreo y en una de las dos estaciones de control.

En la Figura 26 se observa el conteo de abundancia por especie, sin evidenciar un patrón claro asociado al rango de depositación. No obstante, se identificó una mayor cantidad de especies con baja abundancia dentro del área de depositación, lo que podría atribuirse a la diferencia en el número de transectas monitoreadas: 7 dentro del área y 3 fuera de ella.

Figura 26. Cuenta de abundancia de especies de epifauna según rango de depositación.



Fuente: Elaboración propia a partir de Informe técnico Alfa Sea SpA, 2025.

Con respecto a los resultados de sedimento marino, mediante la filmación submarina realizada se logró constatar la presencia de fondo duro en la totalidad de las transectas (10) y puntos de control (2).

El informe de ensayo con la información de registro visual de fondo marino se encuentra disponible en el Apéndice 7.3.

Con respecto a los muestreos realizados en el sedimento marino (Ver Tabla 26) el potencial redox en sedimentos varió entre 104 (C01) y 114 (E10) mV, con diferencias

de aproximadamente 10 mV entre estaciones, de esta manera cumpliendo con lo establecido en la Res. Ex N°3612/2009. La variable pH, presentó valores de 7,3 para la estación de muestreo E10 cumpliendo con los límites establecidos en la resolución anteriormente mencionada, mientras que en la estación de control (C01) el valor muestreado fue de 7,3 unidades de pH. Así mismo, el porcentaje de materia orgánica en sedimentos osciló entre 9,49% y 9,99%, con una diferencia de 0,50% entre las estaciones con valores extremos.

Tabla 26. Mediciones de temperatura, pH, potencial redox y materia orgánica total del sedimento In situ en el CES Melchor 5

Estación	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	pH	Factor de corrección	Materia Orgánica Total (%)
E 10	55,0	11,4	7,3	216	9,99
C 01	54,0	11,3	7,2	217	9,49

Fuente. Elaboración propia en base a informe de laboratorio Alfa Sea SpA 2025.

En la Tabla 27 se pueden ver los resultados de la macrofauna bentónica encontrada en las estaciones con sustrato blando (E10 y C01), al contrastar los resultados de la estación del muestreo E10 con el punto de control podemos observar que no existen diferencias relevantes entorno a la abundancia de individuos.

Tabla 27. Macrofauna bentónica en el sedimento marino.

Estación de monitoreo	Phylum	Orden	Familia	Nombre científico	Abundancia (ind/m²)	Biomasa (Biomasa (g/m²))
E10	Annelida	-	Maldanidae	Asychis sp.	10	15,616
		Phyllodocida	Nephtyidae	Aglaophamus sp.	20	0,127
			Sigalionidae	Leanira sp.	10	1,692
	Mollusca	Cariida	Tellinidae	Macoploma inornata	20	19,225
C01	Annelida	-	Maldanidae	Asychis sp.	20	14,686
		Phyllodocida	Nephtyidae	Aglaophamus sp.	20	15,129
			Sigalionidae	Leanira sp.	30	0,711
	Amphipoda	Phoxocephalidae		Microphoxus sp.	10	0,076

Fuente. Elaboración propia en base a informe de laboratorio Alfa Sea SpA 2025.

El informe de ensayo del muestreo en sedimento marino se puede ver en el Apéndice 7.1 y 7.4.

Los informes con los resultados completos se adjuntan en el Apéndice 7.

7. DETERMINACION Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES

Como se mencionó en los análisis previos, la SMA formuló un cargo por superación en la cantidad de la biomasa autorizada en la RCA N°111/2012 durante el ciclo productivo del CES Melchor 5 comprendido entre el 26 de abril de 2021 y el 31 de enero del año 2022, considerando lo cotejado por la SMA a través de la información remitida por el titular al SIFA. En la fiscalización realizada por dicho organismo, se determinó una sobreproducción de un 10,24% por sobre las 2.500 toneladas autorizadas ambientalmente en su RCA.

Bajo este hecho, la información proporcionada por las INFAs realizadas en el CES, da cuenta de que las condiciones ambientales del centro de cultivo Melchor 5 resultaron ser anaeróbicas posterior al ciclo productivo 2021-2022. Lo anterior en base a monitoreo de pH, Redox, materia orgánica, mientras que para el parámetro de oxígeno disuelto en la columna de agua se obtuvieron valores por sobre el límite de aceptabilidad establecido en la Res. Ex. N°3612/2009. En particular, se observa que de los resultados de la INFA de julio de 2022 se alcanzó un valor de pH por sobre lo normado para la estación N°1, para el caso de Redox se alcanzó un valor bajo en el caso de la estación N°6, para materia orgánica no se observan valores fuera de los rangos permitidos y, con respecto al oxígeno disuelto, los valores se manifestaron en el rango entre 7,2 a 8,95 mg/l, con un rango similar al obtenido en la CPS, de entre 9 a 10,9.

Respecto de las INFA post anaeróbica, con fecha 12 de noviembre de 2023, continuó presentando condiciones anaeróbicas, observándose 6 estaciones pH - Redox fuera de los límites de aceptabilidad y 3 estaciones sobrepasando el límite en el parámetro de materia orgánica. Cabe destacar que dichas condiciones, corresponden a una situación posterior al ciclo objeto de la formulación de cargos, a casi un año del término del ciclo imputado. Adicionalmente, es relevante indicar que la ubicación de los puntos de muestreo de la INFA 2021 son consistentes con el área del módulo.

Por otro lado, a partir del análisis espacial mediante imágenes satelitales se pudo evidenciar que tanto previo al inicio del ciclo productivo del hecho infraccional

(2020-2021) como previo al término de la cosecha, el módulo de cultivo se encontró en todo momento dentro de los límites de concesión, y cuyas estructuras, además, se encuentran fuera de los límites terrestres de la Reserva Forestal “Las Guaitecas”, descartándose una posible afectación al objeto de protección de la Reserva Forestal.

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 el ciclo imputado por la SMA, estimada en 256 ton por sobre el límite autorizado, generó un aumento en el área de influencia modelada en un 1,89%, correspondiente a una superficie de 975 m², respecto del escenario de cumplimiento (RCA). Lo anterior estaría asociado a la mayor emisión de materia orgánica y nutrientes 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 ciclo 2021-2022 en la columna de agua y sedimento marino. Al respecto, los resultados obtenidos permiten acotar lo anterior dando cuenta, por un lado, que el escenario en incumplimiento generó un aporte adicional de nutrientes (N, P, y C) particulados que sedimentan al fondo marino, estimado en un 10,2% más respecto de lo producido en un escenario de cumplimiento. Lo mismo ocurre con los nutrientes Carbono, Nitrógeno y Fósforo disueltos liberados a la columna de agua, cuya concentración es mayor en el escenario de incumplimiento, con un incremento de 10,2%, 10,2%, y 10,2%, respectivamente. Adicionalmente, y tal como se señala anteriormente, los resultados de calidad de la columna de agua resultan favorables en todos los monitoreos realizados en el centro en el marco de las INFAs.

En el marco de la campaña de monitoreo realizada en mayo de 2025, los resultados dan cuenta de valores actuales de oxígeno disuelto en la columna de agua para los diferentes puntos de muestreo dentro y fuera del área de influencia, y a diferentes profundidades. Respecto a dichos resultados obtenidos en la columna de agua, se constató que en todas las estaciones se cumple el límite establecido en la Res. Ex. N°3612/2009 igual a 2,5 mg/l, lo anterior ya que el oxígeno disuelto se encuentra entre 4,8 y 6,5 mg/l y que adicionalmente no existe una diferencia sustancial entre las estaciones de control y las estaciones de monitoreo. Adicionalmente, al contrastar temporalmente estos resultados con los monitoreos realizados en el marco de las INFAs y CPS, se observa que los resultados de los años

2012, 2022 y 2023 presentan condiciones aeróbicas, dando cuenta de que se han mantenido buenas condiciones ambientales en la columna de agua. Al contrastar los resultados de las áreas de depositación de carbono modeladas con NewDepomod con los monitoreos realizados en la columna de agua en mayo de 2025, no se encontró una correlación entre los rangos de depositación y niveles de oxígeno disuelto.

Respecto a los nutrientes en agua de mar, en la campaña de monitoreo realizada en mayo 2025, se observa que los elementos amonio, fosfato y nitritos, se encuentran por debajo de su límite de detección en la totalidad de las muestras tanto dentro como fuera del área de influencia, mientras que las concentraciones de nitrato se encontraron con un valor entre 0,460 y 0,767 mg/l, dichos resultados indican que no existe un patrón o tendencia en las concentraciones de nutrientes en agua a medida que se avanza a un área de mayor sedimentación modelada por lo que las concentraciones de nutrientes no pueden asociarse a las actividades del CES y no se puede establecer correlación entre el área de depositación y sus niveles en la columna de agua. Por lo tanto, es posible determinar que los nutrientes en las muestras de agua de mar tomadas en la campaña de monitoreo de mayo 2025 no dan cuenta de una posible afectación actual al medio producto de la sobreproducción asociada al ciclo 2021-2022.

En cuanto al sedimento marino, solo se identificó sustrato blando en la estación de muestreo E10 y en el punto de control C01. El potencial redox en sedimentos varió entre 104 mV (E10) y 114 mV (C01), cumpliendo con los límites establecidos en la Resolución Exenta N°3612/2009, con una diferencia de aproximadamente 10 mV entre estaciones. El pH en sedimentos registró valores entre 7,2 (C01) y 7,3 (E10), con una diferencia de 0,1 unidades, manteniéndose dentro de los límites de aceptabilidad establecidos por la misma resolución. Por su parte, el porcentaje de materia orgánica en sedimentos osciló entre 9,49% (C01) y 9,99% (E10), superando los límites de aceptabilidad. No obstante, los valores entre la estación de muestreo y el punto de control fueron similares, con una diferencia de 0,50% entre los extremos. Respecto a macrofauna bentónica en el sedimento no se encontraron diferencias relevantes entre el punto de control y la estación monitoreada.

Por su parte, en el registro visual de fondo marino, se observó la presencia de cubierta de microorganismos de forma puntual en 7 de las 10 transectas

monitoreadas, de las cuales 5 se encuentran dentro del área de influencia, y 2 fuera del área de influencia. Esto evidencia que no existe una relación entre los resultados en las estaciones de monitoreo y su cercanía con las áreas de mayor o menor depositación de carbono. A mayor abundamiento, en ninguna de las estaciones monitoreadas se observó presencia de burbujas de gas. Cabe destacar que en todas ellas se detectó presencia de epifauna. Respecto al análisis de taxas, se detectó presencia de taxas con baja abundancia dentro del área de depositación, lo que podría atribuirse a la diferencia de transectas monitoreadas.

Finalmente, en el presente caso el aumento en el área de sedimentación proyectada generada en el ciclo con sobreproducción respecto de un ciclo sin sobre producción, es levemente perceptible, ya que alcanza solo un 1,89%. Por otro lado, se puede identificar la generación de efectos sobre los componentes calidad de agua y fondo marino, relacionado al mayor aporte de Carbono, Nitrógeno y Fósforo, obtenido mediante balance de masa para ambos escenarios.

8. CONCLUSIONES

De conformidad a la evaluación de antecedentes abordados en la presente minuta, en relación con el hecho constitutivo de infracción N°1 del procedimiento sancionatorio Rol D-002-2025, es posible concluir que la superación de la producción máxima autorizada para el CES Melchor 5 durante el ciclo productivo entre el 26 de abril de 2022 y el 31 de enero de 2022, no tuvo repercusiones en las concentraciones estables de oxígeno disuelto en la columna de agua, reflejándose en valores de 7,2 mg/l de dicho parámetro en estaciones más profundas y en general en toda la columna de agua de acuerdo a INFAs realizadas de forma posterior al ciclo productivo imputado, descartándose por tanto una afectación en la columna de agua, en base a los hechos analizados, y la información tenida a la vista a la fecha.

De igual forma se descarta la afectación al objeto de protección de la Reserva Forestal "Las Guaitecas", puesto que durante todo el ciclo productivo los módulos e instalaciones del centro se mantuvieron dentro de los límites de la concesión y fuera de los límites terrestres de la Reserva. Si bien se verificó un aumento en el área de influencia del CES y un mayor aporte de nutrientes al medio marino, estos impactos se encuentran acotados principalmente al área de concesión. Igualmente, los resultados de los análisis presentados en este informe dan cuenta de que la sobreproducción no ha generado efectos sobre la columna de agua ni se han superado los límites de aceptabilidad para los parámetros de pH y redox según los resultados de la campaña de monitoreo 2025, pudiendo descartarse de esta forma la afectación de la fauna y del medio marino que rodea la Reserva Forestal producto de la infracción.

Por otro lado, en cuanto a sedimento marino, los resultados de las INFAs presentan un estado de anaerobiosis debido a una superación en los límites de aceptabilidad indicados en la Res. Ex. N°3612/2009, para los parámetros de pH, redox y porcentaje de materia orgánica. Adicionalmente, en base a los resultados obtenidos de la modelación mediante NewDepomod, se puede señalar que la sobreproducción de salmónidos en el CES durante el ciclo imputado por la SMA generó un aumento en el área de influencia modelada en un 1,89%, correspondiente a una superficie de 975 m², respecto del escenario de cumplimiento (RCA). Adicionalmente, los resultados obtenidos de la modelación permiten reconocer un aporte adicional de nutrientes (N, P, y C) particulados que sedimentan al fondo marino, estimado en un 10,2% más respecto de lo producido en un escenario de cumplimiento. Lo mismo ocurre con los nutrientes Carbono, Nitrógeno y Fósforo disueltos liberados a la

columna de agua, cuya concentración es mayor en el escenario de incumplimiento, con un incremento de 10,2%, 10,2%, y 10,2%, respectivamente.

Adicionalmente, respecto del uso de antibióticos Florfenicol y Oxitetracilina, se destaca que durante el periodo de sobreproducción estos no fueron suministrados a los ejemplares cultivados. Los productos farmacológicos utilizados durante el ciclo productivo fueron exclusivamente aquellos autorizados por la autoridad sanitaria competente (SAG) en conformidad con las dosis indicadas bajo prescripción médica veterinaria asegurando su inocuidad en el medio ambiente acuático. Cabe mencionar que, de acuerdo con las fichas técnicas aprobadas por el SAG, los antimicrobianos suministrados son seguros para el medio ambiente siempre y cuando se utilice de acuerdo con la dosis y esquema de tratamiento autorizado.

Por otro lado, los resultados de la reciente campaña de monitoreo de mayo - junio de 2025 permiten identificar condiciones favorables de oxigenación y nutrientes en la columna de agua. De acuerdo con los resultados obtenidos en la columna de agua, se constató que en todas las estaciones se cumple el límite establecido en la Res. Ex. N°3612/2009. Adicionalmente no existe una diferencia sustancial entre las estaciones de control y las estaciones de monitoreo. Al contrastar temporalmente estos resultados con los monitoreos realizados en el marco de las INFAs, se presentan condiciones aeróbicas, dando cuenta de que se han mantenido buenas condiciones ambientales en la columna de agua, con valores por sobre los 4 mg/L en todo momento. Estos resultados son consistentes con los valores de oxígeno disuelto monitoreados en el marco de la CPS del centro.

Respecto a nutrientes en columna de agua, se observa que los elementos amonio, fosfato, y nitritos, se encuentran por debajo de su límite de detección, mientras que las concentraciones de nitrato se variaron sin presentar relación con su cercanía en el área de depositación. Por lo tanto, es posible determinar que los nutrientes en las muestras de agua de mar tomadas en la campaña de monitoreo de mayo 2025 no dan cuenta de una posible afectación actual al medio producto de la sobreproducción asociada al ciclo 2021-2022.

Por su parte, en el registro visual de fondo marino se observó presencia de cubierta de microorganismos de forma puntual en 7 de las 10 transectas monitoreadas, de las cuales 5 se encuentran dentro del área de influencia, y 2 fuera del área de influencia. Esto evidencia que no existe una relación entre los resultados en las estaciones de monitoreo y su cercanía con las áreas de mayor o menor depositación de carbono. A mayor abundamiento, en ninguna de las estaciones

monitoreadas se observó presencia de burbujas de gas. Cabe destacar que en todas ellas se detectó presencia de epifauna.

De esta manera, de acuerdo con los antecedentes presentados y la información tenida a la vista, se puede indicar que se reconocen efectos producto del aumento del área de influencia modelada, el que alcanzó tan solo un 1,89%. Por otro lado, es posible identificar efectos en la calidad de la columna de agua y fondo marino por un aumento en el aporte de Carbono, Nitrógeno y Fósforo de un 10,2% respecto al escenario de cumplimiento de la RCA.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Argomedeo, V. 2017. Caracterización de las propiedades físicas y químicas de fiordos hipóxicos en la Patagonia Chilena (44°15'S – 51°08'S). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 64 pp.
- Calderón, N. 2019. Índice de calidad de aguas costeras para Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias. 83 pp.
- Cromey, C., Nickell, T., & Black, K. (2002). DEPOMOD— modelling the deposition and biological effects of waste solids from marine cage farms. *Aquaculture* 214, 211–239.
- D.S. 320/2009. (2009). Reglamento Ambiental Para la Acuicultura. Santiago: Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- IFOP. (2012). Diseño y estudio técnico de macrozonas de agrupaciones de concesiones en la zona sur austral X a XII Regiones.
- Keeley, et al (2014). Spatial and temporal dynamics in macrobenthos during recovery from salmon farm induced organic enrichment: When is recovery complete. *Marine Pollution Bulletin* 80 (2014) 250–262
- 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).
- 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.
- Silva, N.; y Palma, S. 2006. Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a Cabo de Hornos. Comité oceanográfico Nacional – Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso.
- Superintendencia del Medio Ambiente (2025), Res. Ex. N°1/ Rol D-002-2025, Formulación de Cargos que Indica a Aquachile SpA., Operador de CES Melchor 5.

- Superintendencia del Medio Ambiente (2023), Informe Técnico de Fiscalización Ambiental, DFZ-2023-1579-XI-RCA, CES Melchor 5 (RNA 110437).
- Russell, A., Castillo, D. Elgueta, S. y Sierralta, C. (2020). Automated Fish Cages Inventorying and Monitoring Using H/A/a Unsupervised Wishart Classification in Sentinel 1 Dual Polarization Data. 2020 IEEE Latin American GRSS & ISPRS Remote Sensing Conference (LAGIRS). DOI: 10.1109/LAGIRS48042.2020.9165669.
- Sierralta, C., Garay, C., Ramírez, H. y Sepúlveda, G. (2015). Enforcing aquaculture in southern Chile through SAR imagery, publicado en Special Report on Next Generation Compliance International Network for Environmental Compliance and Enforcement/Institute for Governance & Sustainable Development.
- Steckler, C. (2001). Using Radarsat to detect and monitor stationary fishing gear and aquaculture gear on the Eastern Gulf of Thailand. Thesis for the Degree of Master in Science. Victoria, Canadá: Department of Geography, University of Victoria. 117p.
- Travaglia, C., Profeti, G., Aguilar-Manjarrez, J. y López, N. (2004). Mapping Coastal Aquaculture and Fisheries Structures by Satellite Imaging Radar: Case Study of the Lingayen Gulf, the Philippines. Fisheries Technical Paper 459, Food and Agriculture Organization, FAO. Rome. 58pp.
- Osvaldo F. de la Fuente C. (2017). La relación entre el plan de cierre de faenas mineras y la resolución de calificación ambiental.

10. APÉNDICES

- Apéndice 1. Excel editables y archivos KMZ.
- Apéndice 2. Antecedentes técnicos para abordar Observaciones a la Formulación de Cargos según Res. Ex. N°1/ Rol D-002-2025.
- Apéndice 3. Plan de Monitoreo 2025
- Apéndice 4. Informes INFA.
- Apéndice 5. PMV para tratamiento con antimicrobianos en mar
- Apéndice 6. Fichas técnicas antibióticos.
- Apéndice 7. Resultados del Plan de Monitoreo 2025
 - Apéndice 7.1. Perfiles de Oxígeno y macrofauna
 - Apéndice 7.2. Nutrientes en la columna de agua
 - Apéndice 7.3. Registro Visual
 - Apéndice 7.4. Sedimento marino