

MAT.: 1. Formula descargos; 2. Solicita apertura de término probatorio; 3. Reserva de prueba. 4. Se solicita tener por acompañado el documento “*Informe Análisis De Probables Efectos Ambientales En CES Córdova 5 A-016-2023*”

ANT.: 1. Res. Ex. N°9/Rol N°A-016-2023, de 28 de enero de 2025, de la Superintendencia del Medio Ambiente; 2. Res. Ex. N°1/Rol N°A-016-2023, de 17 de abril de 2023, de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Puerto Varas, 6 de febrero de 2025.

Señor

Daniel Garcés Paredes

Jefe de División de Sanción y Cumplimiento
Superintendencia del Medio Ambiente

Teatinos N°280, Piso 8, Santiago

Presente

Atn: Sr. Matías Carreño Sepúlveda, Fiscal Instructor de la División de Sanción y Cumplimiento de la Superintendencia del Medio Ambiente.

JOSÉ LUIS FUENZALIDA RODRÍGUEZ, en representación de **Australis Mar S.A. (“Australis”, “Compañía” o “Titular”)**, RUT. N°76.003.885-7, ambos domiciliados, para estos efectos, en Decher N°161, comuna de Puerto Varas, Región de Los Lagos, en procedimiento sancionatorio **Rol N° A-016-2023**, vengo en presentar descargos relativos a los hechos infraccionales contenidos en la Res. Ex. N°1/Rol A-016-2023 (“**Formulación de Cargos**”, “**FdC**” o “**Res. Ex. N°1**”) de la Superintendencia del Medio Ambiente (“**SMA**” o “**Superintendencia**”), en virtud del artículo 49 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, cuyo texto fue fijado por el artículo 2º de la Ley 20.417 (“**LO-SMA**”).

Por medio de esta presentación, que se realiza dentro del plazo y en la oportunidad procesal correspondiente de acuerdo con lo resuelto por la SMA en la Res. Ex. N°1/Rol N°A-016-2023, que levanta la suspensión decretada por el Resuelvo VI de la Res. Ex. N°1, **se solicita, como petición concreta que se aplique la mínima sanción que en derecho corresponda, en atención a las consideraciones de hecho y de derecho sostenidas en el cuerpo de esta presentación.**

I. RESUMEN DE LOS DESCARGOS

En el presente acápite se resumen los fundamentos de hecho y argumentos de derecho que sustentan los presentes descargos, para el solo efecto de facilitar su entendimiento, no siendo por ende un modo de limitar el sentido y alcance de las alegaciones que en el presente escrito se desarrollan en extenso:

- (a) No se configura respecto del cargo imputado el supuesto incumplimiento grave de medida, por permanencia en el tiempo y grado de implementación, del artículo 36 N°2 letra e) de la LO-SMA.

- (b) Respecto del cargo imputado, no concurren circunstancias agravantes de responsabilidad para efectos de determinar la sanción conforme al artículo 40 de la LO-SMA y, en cambio, concurren circunstancias que justifican disminuir el monto de la misma.
- (i) En cuanto a la circunstancia de la letra a), los hechos materia de los descargos no han generado un daño o peligro a componentes ambientales ni de otro tipo. Si bien se constata un aumento en la superficie e incremento en la deposición de materia orgánica, respecto de lo evaluado ambientalmente, fueron acotados en el tiempo y en el espacio, sin afectar el medio marino, y sin tener consecuencias acumulativas, tal como es presentado en los Informes de Efectos acompañados en el expediente.
- (ii) En cuanto a la circunstancia de la letra c), todo potencial beneficio económico asociado a la infracción ha sido capturado por las acciones ejecutadas y en ejecución por el Titular, destinadas a hacerse cargo de la sobreproducción de los CES de la Compañía, incluyendo el CES Córdova 5, materia de estos descargas.
- (iii) En cuanto a la circunstancia de la letra d), la administración actual de Australis, con toma de control efectivo desde junio de 2022, asumió funciones con posterioridad al término de los ciclos materia de estos descargas y, seguidamente, implementó un Ajuste Global de Producción para hacerse cargo de la sobreproducción, sin que pueda atribuirse participación ni intencionalidad en la comisión de los hechos.
- (iv) En cuanto a la circunstancia de la letra f), la situación económica y financiera de Australis se ha visto mermada sustancialmente, con motivo del Ajuste Global de Producción adoptado por la administración actual para hacerse cargo de la sobreproducción.
- (v) En cuanto a la circunstancia de la letra h), los hechos materia de estos descargas, en base a los antecedentes del Procedimiento Sancionatorio, no han causado detrimento material a la Reserva Nacional Kawésqar ni han vulnerado sus objetos de protección.
- (vi) Por último, en cuanto a la circunstancia de la letra i) del artículo 40 de la LO-SMA:
- Australis puso en conocimiento a la Superintendencia de los hechos infraccionarios en análisis por medio de una Autodenuncia integral.
 - La Compañía colaboró y sigue colaborando activa y sustancialmente en la investigación que comprende este Procedimiento Sancionatorio.
 - El Titular ha propuesto, presentado e implementado medidas correctivas, con anterioridad a que esta Autodenuncia fuere acogida, e incluso presentada y previo a que se dictaren las Formulaciones de Cargos respectivas.

II. ANTECEDENTES DEL PROCESO DE SANCIÓN Y DE LA FORMULACIÓN DE CARGOS

1. Australis y la Unidad Fiscalizable “CES Córdova 5”

El Grupo Australis, conformado para estos efectos por Australis Mar S.A. y sus filiales (incluyendo sus empresas relacionadas) es una compañía del giro acuícola, presente en cinco regiones del sur de Chile (Biobío, La Araucanía, Los Lagos, Aysén y Magallanes). Australis es actualmente controlada por el grupo chino JOYVIO GROUP, y se dedica a la reproducción, engorda y comercialización de especies salmonidas.

Australis es titular del proyecto “**Centro de Engorda de Salmones. Estero Córdova, al Sur de Caleta Baker, Isla Desolación. PERT 207121253**”, calificado favorablemente en lo ambiental mediante Resolución Exenta N°155 de 23 de septiembre de 2015, de la Comisión Regional de Medio Ambiente de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena (“**RCA N°155/2015**”).

Conforme consta en la Resolución de Calificación Ambiental (“**RCA**”), se aprobó la instalación y operación de centros de cultivos de recursos hidrobiológicos, específicamente de engorda de salmones, con una producción aprobada, en el caso del CES Córdova 5 de 4.320 toneladas de salmónidos. Este CES pertenece a la Agrupación de Concesiones de Salmónidos N°52, y se encuentran inscritos en el Registro Nacional de Acuicultura con el código N°120217.

Asimismo, confirme al Sistema Nacional de Fiscalización Ambiental dicho CES conforma la siguiente unidad fiscalizable: “CES CORDOVA 5 (RNA 120217) ACUÍCOLA CORDILLERA”.

2. De la Autodenuncia presentada con fecha 27 de octubre de 2022

A partir del cambio efectivo de controlador de la Compañía, materializado en el segundo semestre de 2022, dado el inicio de formulaciones de cargos por sobreproducciones en ciclos asociados a la planificación productiva de Australis en sus CES, se define por la nueva administración la necesidad de un ajuste global de producción de la operación integral de la Compañía, mandatada por la normativa aplicable, como asimismo de una gestión orientada al cumplimiento ambiental (“**Ajuste Global de Producción**”). Esto tiene como antecedente la participación voluntaria y colaborativa de Australis en el Programa Piloto de *Compliance* de la SMA, siendo la primera compañía del rubro acuícola en incorporarse identificando las principales variables de control de los CES, los mecanismos de control pertinentes, la definición de alertas tempranas y acciones correctivas oportunas y los sistemas de seguimiento disponibles, privilegiando la entrega de datos en línea a la SMA, y el trabajo desarrollado para escalar este programa a todos los CES de la Compañía en un Programa Integral de *Compliance* Ambiental.

Cabe indicar que dicha instancia se originó a raíz de la invitación por parte de la División de Fiscalización de la SMA a un taller de promoción al cumplimiento, luego del cual se inició un trabajo conjunto entre la Superintendencia y Australis que, de hecho, luego sirvió de base para la autoridad para el desarrollo de instancias de promoción de *Compliance* en el rubro acuícola.

En el marco del este trabajo la Compañía detectó hechos susceptibles de constituir una infracción de competencia de la SMA en la operación de sus CES, por lo cual, de conformidad con lo señalado en el artículo 41 de la LO-SMA, en el párrafo 2º del Reglamento, y en la Guía para la presentación de Autodenuncias por infracciones a instrumentos de carácter ambiental de septiembre de 2018 (en adelante, “**Guía autodenuncia**”) con fecha 27 de octubre de 2022 presentó ante esta autoridad una autodenuncia (en adelante, “**Autodenuncia**”).

Conforme se indicó en la Autodenuncia, presentada desde su inicio como un vehículo de retorno al cumplimiento normativo ambiental en forma integral, estos hechos consisten en la superación del máximo de producción en toneladas de biomasa autorizada ambientalmente en 33 CES de Australis en ciclos productivos iniciados con siembra entre los años 2018 a 2021, inclusive, implicando, a la fecha de cierre para ingreso de la Autodenuncia (23 de octubre de 2022), una sobreproducción total de **81.060 toneladas**, según lo informado en la referida Autodenuncia.

Mediante Resolución Exenta N°2145, de 6 de diciembre de 2022, la SMA formuló un requerimiento de información a Australis, que abarcaba todos y cada uno de los contenidos de la Autodenuncia, tanto respecto de los CES infractores como los CES destinados a asumir la sobreproducción mediante su reducción operacional, requerimiento que fue debidamente respondido mediante presentación de fecha 26 de diciembre de 2022.

Posteriormente, mediante Resolución Exenta N°421, de fecha 7 de marzo de 2023 la Autodenuncia fue acogida respecto de 31 CES que fueron objeto de dicha presentación. Luego, la SMA inició 21 procedimientos sancionatorios. Uno de estos procedimientos sancionatorios corresponde al presente ROL A-016-2023 (“**Procedimiento Sancionatorio**”), respecto de la unidad fiscalizable “Córdova 5”.

3. De la Formulación de Cargos y el presente procedimiento sancionatorio

Conforme a lo expresado en los considerandos de la Formulación de Cargos, el presente procedimiento se inició a partir de los siguientes antecedentes:

- i. Autodenuncia Grupo Australis presentada a la SMA con fecha 27 de octubre de 2022.
- ii. Requerimiento de información complementaria previo a proveer la Autodenuncia, formulado por la SMA mediante Resolución Exenta N°2145, de 06 de diciembre de 2022 y su respuesta entregada con fecha 26 de diciembre de 2022.
- iii. Declaración de admisibilidad de Autodenuncia mediante Resolución Exenta N°421, de fecha 7 de marzo de 2023, de la SMA.
- iv. Denuncia de SERNAPESCA ingresada con fecha 27 de enero de 2022, ID: 9-XII-2022.
- v. Informe de fiscalización ambiental DFZ-2022-1357-XII-RCA.

En base a estos antecedentes, con fecha 17 de abril de 2023, mediante la Resolución Exenta N°1, dictada en el Procedimiento Sancionatorio Rol A-016-2023, se formularon cargos a Australis por los siguientes hechos, actos u omisiones, por estimar que corresponden a incumplimientos de normas, condiciones, y medidas establecidas en la RCA que regula el Proyecto, con la clasificación de gravedad que se indica:

Tabla 11: Cargos formulados en Res. Ex. N°1/Rol A-016-2023

Hecho Infraccional	Gravedad
Superar la producción máxima autorizada en el CÓRDOVA 5 (RNA 120217), durante el ciclo productivo ocurrido entre 13 de diciembre de 2019 y 4 de julio de 2021.	<ul style="list-style-type: none">• Grave, por contravenir las disposiciones pertinentes y que alternativamente incumplan gravemente las medidas para eliminar o minimizar los efectos adversos del proyecto o actividad de acuerdo a lo previsto en la respectiva RCA (artículo 36 N°2 letra e) de la LO SMA).• Grave, 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 (artículo 36 N°2 literal i) de la LO-SMA)

Frente a esta Formulación de Cargos, consistente con lo requerido en el marco de una Autodenuncia y con la disposición colaborativa de Australis, se presentó un Programa de Cumplimiento (“**PdC**”) con fecha 9 de mayo de 2023. Este PdC fue objeto de 2 rondas de observaciones mediante Res. Ex. N°3, de fecha 3 de agosto de 2023, y Res. Ex. N°6, de fecha 8 de julio de 2024, las que fueron debidamente abordadas mediante los respectivos PdC Refundidos presentados con fecha 05 de octubre de 2023 (“**PdC Refundido primera versión**”) y 14 de agosto de 2024 (“**PdC Refundido segunda versión**”).

Luego, la Superintendencia dictó la Res. Ex. N°9, de fecha 28 de enero de 2025, que resuelve el rechazo del PdC Refundido segunda versión, y en su Resuelvo II levanta la suspensión del procedimiento, con lo cual a partir de su notificación inicia el plazo de 7 días para la presentación de descargos, expirando este plazo el 06 de febrero de 2025.

III. DESCARGOS RESPECTO DE LOS HECHOS QUE SE ESTIMAN CONSTITUTIVO DE INFRACCIÓN

A continuación, se exponen las alegaciones de Australis, con relación a la calificación de gravedad de los hechos imputados, y la ausencia de circunstancias que incrementan la responsabilidad, junto con acreditar aquellas que la disminuyen.

A. CON RELACIÓN A LA CALIFICACIÓN DE GRAVEDAD DEL CARGO N°1 DE LA FDC.

1. Con relación a la calificación de gravedad, no se justifica la calificación de gravedad asociada a la causal del art. 36 n°2 letra e) de la LO-SMA

La Superintendencia califica las infracciones imputadas como graves de acuerdo a lo dispuesto en el literal e) del numeral 2 del artículo 36 de la LO-SMA, esto es, por estimar que se trata del “*incumplimiento grave de una medida para eliminar o minimizar los efectos adversos de un proyecto o actividad, de acuerdo a lo previsto en la respectiva RCA*” en base a lo señalado en los Cons. 24 y siguientes de la Formulación de Cargos.

No obstante, en dichos Considerandos la Superintendencia se limita a citar los informes de denuncia y lo señalado por Sernapesca, para luego, en el Considerando 26 estimar los potenciales efectos que pudiese generar el desarrollo de la actividad acuícola desde una perspectiva general, mas no aplicada al CES Córdoba 5. En este sentido, es pertinente señalar desde ya, que la justificación en abstracto de la calificación de gravedad no implica que esta esté debidamente justificada, ni fundamentada, dado que no se expresa para el caso concreto cómo a raíz de la sobreproducción se habría generado un incumplimiento grave de las medidas de la RCA para evitar o reducir los potenciales efectos de un proyecto acuícola, lo que es determinante para configurar el supuesto descrito por la norma (incumplimientos graves de la medida en cuestión).

Esta omisión en la fundamentación de la gravedad de la infracción imputada no es irrelevante, toda vez que, para este propósito, la SMA ha desarrollado ciertos criterios que sirven para sustentar la calificación de la gravedad indicada en el artículo 36 N°2 letra e) de la LO-SMA y, con ello, determinar la entidad del incumplimiento de las medidas. Estos criterios son: **(i)** la centralidad o relevancia de la medida incumplida, en relación con el resto de las medidas que se hayan dispuesto en la RCA para hacerse cargo del correspondiente efecto identificado en la evaluación; **(ii)** la permanencia en el tiempo del incumplimiento; y **(iii)** el grado de implementación de la medida, es decir, el porcentaje de avance en su implementación.

En este sentido, corresponde aplicar estos criterios en lo pertinente, y considerando las características propias de la operación de un CES, como serían la cantidad de sobreproducción en particular imputada, la duración de permanencia en el incumplimiento y, consecuentemente, la implementación de medidas de corrección de la situación de incumplimiento.

Respecto del criterio de permanencia en el tiempo del incumplimiento, se debe tener en consideración que para el caso del Cargo N°1, la sobreproducción se inició en la semana del 22 de noviembre de 2020 y se prolongó solo hasta el término del ciclo productivo, esto es hasta el 4 de julio de 2021. Con ello, difícilmente podrá ser considerado como una medida gravemente incumplida, en los términos establecidos por el artículo 36 N° 2 letra e) de la LO-SMA.

Adicionalmente, de acuerdo con lo señalado en el Informe “Análisis de Probables Efectos Ambientales en CES Córdoba 5”, elaborado por ECOTECNOS (“Informe Ecotecnos” o “Informe de Efectos”) y adjuntado en el Anexo 1.1 de la segunda versión del PdC Refundido, la superación de la producción asociada al Cargo N° 1 se produjo a partir de la semana del 22 de noviembre de 2020, con una duración total de 32 semanas. Sin embargo, desde agosto de 2021, esto es, antes de ser presentada y acogida la Autodenuncia y consecuentemente, previo a la Formulación de Cargos, la condición de superación fue revertida y no persiste. Lo anterior obedece a que, en efecto, con posterioridad a este ciclo, el Titular

inició un intenso Ajuste Global de Producción que ha permitido que todos sus CES se encuentren en cumplimiento, incluido el CES Córdova 5, desde hace dos años (diciembre 2022 – actualidad).

A lo anterior, se suma que el Ajuste Global de Producción tiene un segundo eje, consistente en una reducción operacional de las actividades de la Compañía en distintos CES objeto de la Autodenuncia, que, a la fecha, considerando las toneladas no producidas por concepto de reducciones operacionales ejecutadas, activas y por ejecutar desde julio de 2025, superan el valor total autodenunciado. Toda esta temática será desarrollada en profundidad en el acápite 2.3, referido a la circunstancia de determinación de sanción por concepto de beneficio económico.

Finalmente, en relación con el **criterio grado de implementación de la medida**, cabe reiterar que la sobreproducción imputada en la Formulación de Cargos tuvo un carácter acotado, tanto en cantidad de toneladas sobreproducidas como en la duración de la misma, toda vez que ambas sobreproducciones concluyeron con las cosechas de la biomasa, y los excesos de producción fueron acotados.

En este sentido, de acuerdo con lo desarrollado en el Informe Ecotecnos, al comparar el escenario con un funcionamiento acorde a la RCA con el escenario de funcionamiento con mayor producción, es posible advertir que en ambos escenarios ha existido un bajo nivel de pérdida de alimento, una alta asimilación y un buen desempeño sanitario y ambiental.

En consecuencia, atendido a que no se configura en la especie ninguno de los criterios alternativos que permitirían determinar la existencia de una infracción grave de acuerdo con lo dispuesto por el artículo 36 N° 2 letra e) de la LO-SMA, no concurren, plausiblemente, elementos de juicio para calificar la infracción como grave, a título de incumplimiento grave de medida, ya que la superación fue acotada en su volumen respecto de la RCA, no persistió en el tiempo y, más aún, el Titular implementó el Ajuste Global de Producción que, por una parte, llevó a que no hubiere CES con sobreproducción desde fines de 2022 y, por otra, que a la fecha se ha reducido y se está reduciendo la operación de la Compañía en un volumen superior al Autodenunciado. Así, estas circunstancias debieran ser ponderadas para recalificar el hecho infraccional como leve.

B. CON RELACIÓN A LAS CIRCUNSTANCIAS DEL ARTÍCULO 40 DE LA LO-SMA, EL CASO MATERIA LOS DESCARGOS PRESENTA PECULIARIDADES QUE DEBEN SER TENIDAS EN CONSIDERACIONES EN LA APLICACIÓN DE LAS NORMAS REGULADORAS DE UNA POTENCIAL SANCIÓN

A continuación, en el presente acápite se desarrolla el análisis el análisis de cada una de las circunstancias que prescribe el artículo 40 de la LO-SMA, para efectos de determinar la potencial sanción en el marco del presente Procedimiento Sancionatorio. La referida norma dispone:

“Artículo 40.- Para la determinación de las sanciones específicas que en cada caso corresponda aplicar, se considerarán las siguientes circunstancias: a) La importancia del daño causado o del peligro ocasionado. b) El número de personas cuya salud pudo afectarse por la infracción. c) El beneficio económico obtenido con motivo de la infracción. d) La intencionalidad en la comisión de la infracción y el grado de participación en el hecho, acción u omisión constitutiva de la misma. e) La conducta anterior del infractor. f) La capacidad económica del infractor. g) El cumplimiento del programa señalado en la letra r) del artículo 3º. h) El detrimento o vulneración de un área silvestre protegida del Estado. i) Todo otro criterio que, a juicio fundado de la Superintendencia, sea relevante para la determinación de la sanción”.

Como señala el profesor Iván Hunter Ampuero en el Tomo II de "Derecho Ambiental Chileno":

“Estos criterios de ponderación no son más que formas de materializar el principio de proporcionalidad en las sanciones ambientales, dado que buscan que la sanción aplicada sea adecuada a la intensidad, puesta en peligro o lesión de los bienes jurídicos. El legislador, por ende, no deja entregada a la entera discrecionalidad de la SMA la determinación de la sanción”

*específica, sino que define un conjunto de parámetros que dicho organismo debe considerar y un amplio margen para la creación de otras circunstancias*¹. En este sentido, el autor cita lo resuelto por el Ilustre Tercer Tribunal Ambiental en sentencia dictada en los autos R-44-2022, de 27 de julio de 2023:

“...Este margen, sin embargo, no importa que la SMA cuente con un ámbito de discrecionalidad absoluta, sino que tal potestad debe respetar el conjunto de garantías de los administrados, pues aquella se enmarca en el contexto de un procedimiento que debe respetar el deber de motivación de sus actos. Por lo tanto, cuando la SMA aplica aquellas circunstancias del art. 40, aquella se encuentra obligada a razonar y explicar la forma en que tales factores influyen al fijar la sanción específica”.

Consistente con lo señalado, la Guía de Bases Metodológicas para la Determinación de Sanciones (“**Guía de Bases**”) contempla entre sus principios orientadores el que la sanción debe ser flexible, consistente y considerar las circunstancias específicas del caso y del infractor.

En este sentido la SMA señala que:

“La sanción debe mantener un trato justo y equitativo para los regulados. Esto implica que debe conservarse un grado de flexibilidad en la determinación de la sanción, el cual permita valorar las circunstancias particulares del caso y del infractor, haciendo legítimas diferencias a casos en apariencia similares.”

Y agrega: “Este principio se encuentra vinculado con el fin preventivo de la infracción, ya que permite ajustar la sanción dependiendo del efecto que esta tendrá en el destinatario. También, permite adecuar la sanción con el objetivo de proporcionar incentivos para ejercer determinadas conductas positivas, como aquellas que propendan a la corrección de la infracción y sus efectos.”

Desde ya, se puede anticipar que los elementos esenciales de ponderación de esta norma, aplicados al caso en particular de ambos cargos del Procedimiento Sancionatorio, son las siguientes:

- a. En cuanto a la circunstancia de la letra a), los hechos materia de los descargos no han generado un daño o peligro a componentes ambientales ni de otro tipo. Los efectos asociados a la infracción fueron acotados en el tiempo y acotados en el espacio, sin tener consecuencias acumulativas, tal como es presentado en los informes de efectos acompañados en el expediente.
- b. En cuanto a la circunstancia de la letra b), los hechos materia de los descargos no han generado un daño o peligro a la salud de las personas. Los efectos asociados a la infracción no tienen la susceptibilidad de causar daño o peligro a la salud de la población.
- c. En cuanto a la circunstancia de la letra c), todo potencial beneficio económico asociado a la infracción ha sido capturado por las acciones ejecutadas y en ejecución por el Titular, destinadas a hacerse cargo de la sobreproducción de los CES de la Compañía, incluyendo el CES Córdova 5, materia de estos descargos.
- d. En cuanto a la circunstancia de la letra d), la administración actual de Australis, tomó el control efectivo de la empresa desde junio de 2022, asumió funciones con posterioridad al término de los ciclos materia de estos descargos y, seguidamente, implementó el Ajuste Global de Producción para hacerse cargo de la sobreproducción, sin que pueda atribuirse participación ni intencionalidad en la comisión de los hechos.
- e. En cuanto a la circunstancia de la letra f), la situación económica y financiera de Australis se ha visto mermada sustancialmente, con motivo del Ajuste Global de Producción adoptado por la administración actual para hacerse cargo de la sobreproducción.
- f. En cuanto a la circunstancia de la letra h), los hechos materia de estos descargos, en base a los antecedentes del Procedimiento Sancionatorio, no han causado detrimento material a la Reserva Nacional Kawésqar ni han vulnerado sus objetos de protección.

¹ HUNTER AMPUERO, Iván. Obra citada, página 44.

- g. Por último, en cuanto a la circunstancia de la letra i):
- Australis puso en conocimiento a la Superintendencia de los hechos en análisis por medio de una Autodenuncia integral.
 - La Compañía colaboró y sigue colaborando sustancialmente en la investigación que comprende este Procedimiento Sancionatorio.
 - El Titular ha propuesto, presentado e implementado medidas correctivas, con anterioridad a que esta Autodenuncia fuere acogida, e incluso presentada, y previo a que se dictaren las Formulaciones de Cargos respectivas.

A continuación, se exponen en detalle los antecedentes de hecho y de derecho que fundamental lo señalado conforme al citado artículo 40 de la LO-SMA y lo dispuesto en la Guía de Bases.

1. No se generó daño o peligro a partir de la sobreproducción imputada (artículo 40 letra a) de la LO-SMA.

Conforme dispone el artículo 40 de la LO-SMA, para determinar la sanción, en caso de que esta autoridad decida aplicarla, se requiere ponderar la importancia del daño o peligro ocasionado.

Ahora bien, en la Formulación de Cargos, y en las observaciones formuladas a los Programas de Cumplimiento presentados por el Titular, la SMA ha aludido a potenciales efectos generales de la acuicultura.

Así, el Considerando 26° de la Formulación de Cargos dispone que:

“Las técnicas productivas utilizadas en la acuicultura pueden afectar el medio ambiente marino de distintas formas, una de las cuales es la alimentación de los salmones, la que interviene, tanto en la columna de agua como en el fondo marino a través tanto del alimento no consumido, como de los desechos fecales de los peces.” Y agrega que:

“Otros impactos esperables en cultivos con sobreproducción es la disminución de flujo de agua por mayor volumen ocupado por el exceso de biomasa en producción; y un aumento en la probabilidad de escape de peces al medio con el peligro de depredación de ejemplares de fauna nativa.”

De esta forma, según se indica en la Formulación de Cargos, mediante la alimentación de los peces durante el ciclo productivo en un escenario de sobreproducción, se podría afectar tanto la columna de agua, el fondo marino y la flora y fauna macrobentónica.

Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en sede de evaluación ambiental, donde este ejercicio tiene utilidad para determinar, ex ante, las condiciones de aprobación de un Proyecto a través de la respectiva RCA, lo que procede en sede sancionatoria es identificar si estos potenciales impactos se produjeron en el caso concreto, es decir si se generaron efectos (o peligros) en el ambiente asociados al hecho infraccional para luego, si corresponde, determinar su alcance.

A este respecto, la Guía Metodológica para la determinación de sanciones de la SMA (en adelante, “Guía para determinación de sanciones”) ha considerado los conceptos de daño, peligro y riesgo desde la siguiente perspectiva:

“En consecuencia, se puede determinar la existencia de un daño frente a la constatación de afectación a la salud de las personas y/o menoscabo al medio ambiente, sean o no significativos los efectos ocasionados. Al recoger nuestra legislación un concepto amplio de medio ambiente, un daño se puede manifestar también cuando exista afectación a un elemento sociocultural, incluyendo aquellos que incidan en los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos, y en el patrimonio cultural.

En cuanto al concepto de peligro, de acuerdo a la definición adoptada por el SEA, este corresponde a la “capacidad intrínseca de una sustancia, agente, objeto o situación de causar un efecto adverso sobre un receptor”. A su vez, dicho servicio distingue la noción de peligro, de la de riesgo, definiendo a esta última como la “probabilidad de ocurrencia del efecto adverso sobre el receptor”²²

De acuerdo con las directrices impetradas por esta Superintendencia, es preciso establecer que los estándares para determinar la existencia de daño, riesgo y/o peligro deberán considerarse y ponderarse en base a las circunstancias del caso concreto, cuestión que revisaremos a continuación, conforme a los distintos análisis que se han realizado de los parámetros ambientales existentes en el ecosistema donde se ubica el CES Córdova 5, y su relación con las infracciones imputadas.

Con este objeto, a partir de la Autodenuncia y en cada uno de los Programas de Cumplimiento presentados en este expediente, el Titular fue acompañando Informes de Efectos elaborados por un equipo interdisciplinario experto compuesto por Doctores en Ciencias de la Ingeniería, Biólogos marinos, Ingenieros civiles con Magíster en oceanografía física, entre otros, que permitieron identificar de forma robusta los potenciales efectos que pudieron haberse relacionado con la sobreproducción del CES Córdova 5 y si estos se verificaron. Los Informes, en sus contenidos y puntos desarrollados, superan ampliamente a los presentados a esa fecha, que se acotaban a las INFA disponibles

Al respecto, especial relevancia tiene al informe **“Análisis de probables efectos ambientales en CES Córdova 5 A-016-2023”**, versión refundida y actualizada, que rula en el Procedimiento Sancionatorio.

Respecto de cada CES objeto de las FdC, se acompañó un informe técnico de análisis de efectos, que contenía un análisis de efectos en atención los antecedentes ambientales particulares de cada CES:

- (i) oxígeno disuelto en la columna de agua,
- (ii) análisis espectral de oxígeno disuelto,
- (iii) uso de antibióticos y antiparasitarios,
- (iv) uso de alimento adicional,
- (v) presencia de FAN,
- (vi) presencia de mortalidades,
- (vii) INFA, y,
- (viii) análisis de nutrientes en la columna de agua.

Posteriormente, dicho informe se actualizó para la presentación del Programa de Cumplimiento refundido, según lo indicado por la SMA en sus observaciones, y conforme con la intención del titular de profundizar el análisis ambiental realizado. En esa línea, la versión refundida del informe de efectos incorpora una sección de **“Análisis de Información Ambiental Complementaria”**, que comprende un análisis más profundo de los siguientes elementos:

- (i) Sedimentos,
- (ii) Bentos Submareal,
- (iii) Columna de agua (nutrientes) y
- (iv) Antibióticos y antiparasitarios.

²² Guía de Bases Metodológicas para la determinación de sanciones (2017), SMA, p. 33.

En ese contexto, el análisis de efectos realizado en su versión refundida³ se hace cargo, en primer lugar, de la determinación de los **potenciales efectos** asociados a la excedencia de la producción máxima autorizada en la actividad acuícola que desarrolla el CES Córdova 5⁴, esto es, circunstancias que, a priori, **pueden ser generadoras de efectos o impactos negativos en el marco del proceso de engorda de salmonidos**. En otras palabras, la sobreproducción en la acuicultura es una actividad que tiene asociados determinados riesgos, definidos como la “*capacidad intrínseca de una sustancia, agente, objeto o situación de causar un efecto adverso sobre un receptor*”⁵.

La identificación de estos potenciales efectos se realizó en abstracto, utilizando de referencia la bibliografía especializada en la materia (Buschmann (2001)), lo cual se expresa en la sección 5 del Informe, denominada “*Efectos Previstos Por Excedencia De La Producción Máxima De Biomasa Permitida En El Medio Marino*” y se representa gráficamente en la Figura 5.1. del informe “**Esquema indicando los impactos y efectos ambientales producidos por desechos orgánicos producto del cultivo de organismos de alto nivel trófico.**” y en la Figura 5.2. “**Flujo de nitrógeno (N) y fósforo (P) en términos porcentuales en un centro de cultivo de salmonidos (con aporte exógeno de alimento) [...]**”.

Así, se identificaron los siguientes potenciales efectos que pudieron generarse a consecuencia del hecho infraccional:

- (a) Aumento de la cantidad de alimentación para sustentar el exceso de biomasa producida. Esto llevaría a un aumento de alimento no consumido por los peces y aumento de los desechos de los peces, con el concomitante aumento de nutrientes en la columna de agua y en los sedimentos submareales que se encuentran bajo los centros de cultivo. Un detalle de ello se aprecia en la Figura 5.2.
- (b) Aumento del aporte de Materia Orgánica Total y Materia Inorgánica Total proveniente del alimento en exceso y de las fecas de los peces. El aumento de materia orgánica puede llevar a la eutroficación de los sedimentos y, cuando esta capacidad de carga es superada y no es posible degradar aeróbicamente esta materia orgánica, comienza a producir procesos de degradación anaeróbica, con la consecuente producción de ácido sulfídrico o sulfuro de hidrógeno (H_2S) y emisión de gases desde los sedimentos.
- (c) Propagación de enfermedades y disponibilidad de fármacos (antibióticos) en el medio. Frecuentemente, frente a un aumento de la biomasa de cultivo, pueden llegar a aparecer enfermedades oportunistas y con ello, bacteriosis que deben ser tratadas con antibióticos.
- (d) Se estima que un aumento de la biomasa de producción puede provocar una disminución de flujo de agua que pasa por el sistema de cultivo.
- (e) Aumento de la probabilidad de escape de peces al medio, con la consecuente depredación de ejemplares de fauna nativa.
- (f) Aumento de la probabilidad de aparición de especies de microrganismos nocivos, especialmente de Floraciones Algales Nocivas (FAN).

Para el análisis particular de potenciales efectos en el CES Córdova 5 en los ciclos productivos en que fuera imputada la sobreproducción, fue considerada la siguiente información empírica de terreno:

- (a) Datos de concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua.

³ Se hace presente que, en adelante, se tomará como referencia su versión refundida, ya que se trata de la más reciente y completa.

⁴ Regulada en el Considerando 4.1. de la RCA N°115/2015.

⁵ Guía metodológica para la determinación de sanciones ambientales, página 33.

- (b) Análisis de presencia de microalgas causantes de FAN.
- (c) Datos de concentración de nutrientes en la columna de agua: Nitratos (NO₃), nitritos (NO₂), amonio (NH₄) y fosfatos (PO₄³⁻).
- (d) Datos de concentración de nutrientes en los sedimentos submareales: Nitratos (NO₃), nitritos (NO₂), amonio (NH₄) y fosfatos (PO₄³⁻).
- (e) Información sobre presencia de burbujas de gas y/o cubierta de microorganismos en el sustrato (presencia de Beggiatoa).
- (f) Análisis de la mortalidad del CES y sus causas.
- (g) Estadística de aumento de alimentación.
- (h) Estadística de aumento de antibióticos.

Cada uno de estos antecedentes fue obtenido directamente en el sitio del CES y su entorno según las metodologías vigentes y validadas para los análisis de fondo marino, columna de agua y biota, en específico para cada componente⁶, y respecto de los datos productivos del CES, se acompañaron los antecedentes del ciclo entregados por el titular, los cuales, además, se van entregando a la autoridad de forma permanente durante la operación del CES.

De esta forma, en las secciones 6 (Análisis de Información Ambiental), 7 (Nutrientes) y 8 (Análisis de Información Ambiental Complementaria) del Informe de Efectos, se analiza si estos potenciales efectos en fondo, columna de agua y flora/fauna se concretaron, según la revisión de los antecedentes del CES a la luz de los parámetros establecidos en la bibliografía especializada.

Las conclusiones a las que arriba el Informe de Efectos en su versión consolidada, son las siguientes:

1. En cuanto al Ciclo 2019 – 2021

a) En cuanto al oxígeno disuelto:

- i. *El análisis espectral del oxígeno disuelto mostró que tanto para los 5 como los 10 metros de profundidad, los ciclos estacionales (cambio de estación) son los que condicionan preferentemente la magnitud total disponible en la columna de agua, siendo responsables de prácticamente el 99% de su valor. De tal modo, que cualquier evento diferente a la estacionalidad (por ejemplo, las intervenciones antrópicas) tendría un efecto menor al 1%, dado que existen muchas más forzantes, tales como, reaireación por vientos intensos, consumos excesivos de oxígeno producto de mayor biomasa o concentración de la misma, entre otros.*
- ii. *Lo anteriormente expuesto deja de manifiesto que los cambios de estaciones son el fenómeno más importante en la determinación de la concentración de oxígeno disuelto, es decir, que los aumentos de biomasa y sus respectivos alimentos*

⁶Para cada muestreo se deben tener presente los lineamientos establecidos por el Decreto N°320/2001 (RAMA) y las resoluciones que lo modifican. Además, para cada componente se han establecido requisitos metodológicos para la realización de los muestreos:

Los antecedentes INFA fueron obtenidos según lo establecido por la Res. Ex. N°3612/2009 que “Fija Las Metodologías Para Elaborar La Caracterización Preliminar De Sitio (CPS) y La Información Ambiental (INFA)”.

Los datos de oxígeno disuelto: Resolución Exenta N°2662, de 22 de diciembre de 2021, que contiene la “*Instrucción general para la implementación de un Sistema de Monitoreo Continuo de Centros de Engorda de Salmones*”. O la versión anterior de dicha instrucción (resolución exenta N° 1.397, que aprobó la “*Instrucción General para la implementación de un sistema de monitoreo continuo en centros de engorda de salmones (CES)*”), en su caso.

Datos de nutrientes: Estándar ASC para Salmones - Versión 1.3 - julio de 2019.

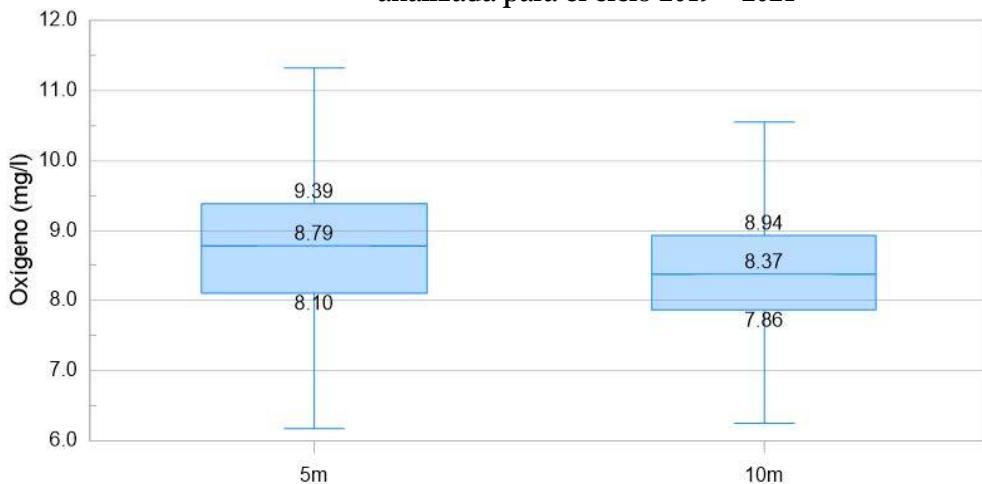
Datos de fitoplancton: Respecto de la frecuencia, las resoluciones de pre-alerta acuícola vigentes a la fecha de los muestreos. En cuanto a la metodología: Resolución N° 3264/2019 “*Establece Metodología y Frecuencia Para Monitorear Situaciones o Variables que deben considerar los planes de acción ante contingencias, a la que se refiere el artículo 5º inciso 5º letra G) del D.S. N°320 de 2001, que establece el Reglamento Ambiental de la Acuicultura*”.

adicionales suministrados, son fenómenos que no aportan significativamente a la concentración de oxígeno disuelto, pues se encontrarían dentro del conjunto de forzantes extras que solamente y en su conjunto, explican el 1% de la magnitud registrada.

- iii. *Por su parte, durante el período de mediciones efectuadas en el primer ciclo productivo, en la columna de agua, especialmente en lo que se refiere a las concentraciones de oxígeno disuelto, junto a la ourrencia puntual de Floraciones Algaes Nocivas (FANS), con presencia de especies consideradas “Nocivas” menores al 1% del total de muestras, en concomitancia con otras variables analizadas, dieron cuenta que, para dicho ciclo, imperaron condiciones aeróbicas en la columna de agua, y equivalentes a los registrados por el crucero CIMAR durante el año 1998 y la CPS levantada durante el 2015.*

En base a la información recopilada, fue posible determinar en el informe de efectos que en el ciclo productivo 2019 – 2021 los valores promedios de oxígeno disuelto durante el ciclo productivo se situaron en 8,79 mg/l y 8,37 mg/l a 5 y 10 metros de profundidad respectivamente. De esta forma, es posible concluir que, en el ciclo indicado, **los valores de oxígeno disuelto se mantuvieron muy por sobre el estándar de calidad óptima de 5 mg/l** (Calderón, 2019). Lo anterior, permite a su vez concluir que en ambas profundidades se obtuvieron valores prácticamente homogéneos, no variando la cantidad de oxígeno disuelto en una u otra capa analizada.

Figura 1. Análisis estadístico de oxígeno disuelto en cada profundidad analizada para el ciclo 2019 – 2021



Fuente: Informe de Efectos CES Córdova 5 (Ecotecnos, 2024)

b) Antibióticos

Cabe señalar que durante el ciclo 2019 – 2021 **no se realizaron tratamientos con antibióticos en el CES Córdova 5**

c) Nutrientes

En conclusión, es posible establecer que luego de concluido el ciclo productivo del CES Córdova 5, las condiciones de las aguas marinas respecto a los nutrientes se encontraban **de acuerdo con lo esperable para aguas marinas de la Región de Magallanes**.

d) Condiciones aeróbicas:

Los resultados del Informe Ambiental (INFA) para el ciclo productivo 2019-2021 se aprecian en el Anexo I. La información para la INFA fue levantada el día 31-05-2021 y entregada el día 14-05-2021. El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (“SERNAPESCA”) emitió su ORD./DN- 02615/2021, de 05-07-2021, en el que se concluye que el centro de cultivo presenta para el período informado condiciones ambientales ANAERÓBICAS, debido a la presencia de bacterias en las transectas de filmación submarina.

Posteriormente, se realizó una INFA oficial el 06-07-2023, la cual fue notificada a través del ORD. DN-03130/2023, de SERNAPESCA, el día 26-07-2023, señalando que se concluye que el centro presenta condiciones ambientales AERÓBICAS.

2. En cuanto al análisis de la información complementaria generada para dar respuesta a las observaciones de la SMA en el marco del Procedimiento Sancionatorio

a. Análisis de sedimentos:

Con respecto al análisis de sedimentos, es preciso señalar que, a partir de las observaciones realizadas por esta Superintendencia a los Informes de Efectos presentados en el marco de los PdC y sus versiones refundidas, en la última versión presentada con fecha 14 de agosto de 2024 se incorporó un análisis comparativo del área de deposición de sedimentos entre el ciclo con sobreproducción y el ciclo con biomasa máxima autorizada.

De esta forma, a partir de los resultados obtenidos a través de la modelación de la dispersión de materia orgánica realizada a través del sistema NewDepomod, el cual considera el aumento del aporte de materia orgánica y nutrientes provenientes del alimento y fechas de los peces que podrían asociarse a la sobreproducción. Así, se utilizó el parámetro más conservador construido por la literatura especializada, teniendo como valor límite para la determinación del área de influencia 365 g C/m²/año, lo cual corresponde a 1 g C/m²/día.

A partir de lo anterior, la modelación del ciclo al cual **se asocia la sobreproducción** (2019 – 2021) alcanza una concentración máxima de 9,59 g C/m²/día, con un área de dispersión de carbono de 75.252 m², mientras que, al considerar la producción autorizada, el resultado de la modelación es de 5,99 gC/m²/día, y un área de dispersión de carbono de 55.397 m².

Sin perjuicio de lo anterior, es pertinente tener presente que en el caso del ciclo 2019 – 2021 la cobertura del rango que supera los 5 g C/m²/día fue mínima y solo representó un 30% de cobertura del área total sedimentada, mientras que la cobertura mayoritaria del rango hasta 2 g C/m²/día fue de un 32%. En base a lo anterior, el Informe de Efectos concluye que:

“Los resultados comparativos indican que, si bien hay diferencias entre los escenarios simulados, no implica necesariamente un mayor efecto en el medio marino, tal como se ha mostrado en los capítulos 6 y 7.”

Lo anterior, viene a ser complementado a través de un análisis comparativo de los tiempos de decaimiento de carbono en el escenario con sobreproducción y con biomasa máxima autorizada, según es posible observar a través de la siguiente tabla:

Tabla 2. Comparación de los resultados de los escenarios modelados CES Córdova 5

Indicador	Sobreproducción	RCA	Diferencia
Flujo máximo de Carbono (gC/m ² /día)	9,59	5,99	3,6
Área de influencia (m ²)	75,252	55,397	19,85
Tiempo Optimista de Decaimiento (días)	45,22	35,80	9,42
Tiempo Conservador de Decaimiento (días)	226,07	179,00	47,07

Fuente: Informe de Efectos (Ecotecnos, 2024)

La comparación demuestra que, a pesar de las diferencias entre escenarios, no conlleva necesariamente efectos en la vida acuática, dado que la diferencia entre los tiempos de decaimiento conservador y optimista varían en 47,07 días y 9,42 días respectivamente, desde el escenario RCA al de sobreproducción. Lo anteriormente mencionado corresponde a una evidencia numérica de que los procesos actúan en una ventana de tiempo acotada, es decir, tienen un inicio y un término que se puede estimar, por lo cual en el lecho los efectos no serían acumulativos, **sino que responderían concretamente a un fenómeno acotado temporal y especialmente, cuyo decaimiento en definitiva es neutralizado por el ecosistema, sin generar una afectación concreta, más allá del hecho de constatar en base a modelación numéricas una diferencia entre las áreas de influencia entre el ciclo con sobreproducción y el con biomasa máxima autorizada por RCA, cuestión obvia, al considerar que los *inputs* del modelo serían mayores (biomasa y alimento).**

b. Bentos submareales, aves y mamíferos

En el caso del bentos submareal, se pudo advertir que el CES Córdova 5 no registra una caracterización de los sedimentos submareales ni de la biota, en términos de fauna macrobentónica, flora marina u otros componentes biológicos. No obstante lo anterior, en la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) efectuada para este CES, se efectuó un levantamiento de información biológica de las comunidades de avifauna y mamíferos marinos. En base a esta información, se pudo registrar un total de 6 especies de aves, sin reconocer especies de mamíferos marinos (año 2015).

Respecto a los aspectos biológicos, se determinó la presencia de una comunidad bentónica caracterizada por un total de **10 especies** considerando el total de las estaciones analizadas, estando representados los Phyla Cnidaria, Annelida, Brachiopoda, Mollusca, Echinodermata y Chordata.

Adicionalmente, en la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) efectuada para este CES, año 2015, se efectuó una caracterización de la avifauna y de la presencia de mamíferos marinos en los alrededores del CES Córdova 5. Se registraron en el área un total de **12 especies de aves y 1 especie de mamífero marino**.

Dado que, en base a la categoría del CES Córdova 5 (categoría 4 y 5) no se considera el monitoreo de seguimiento de aves y mamíferos, no se tienen antecedentes actuales si estas especies aún frecuentan el área del CES. Sin perjuicio de lo anterior, al ser especies nectónicas, que pertenecen al conjunto de organismos que nadan activamente en las áreas acuáticas, es probable asumir que estas sigan estando presentes en el área del CES Córdova 5.

De lo anterior se puede deducir que pese a no contar con datos de caracterización física química de los sedimentos que se encuentran en los fondos adyacentes al CES Córdova 5, la riqueza de especies de aves y mamíferos levantada en la CPS fue moderada, y aparentemente las condiciones oceanográficas del medio circundante y las de operación del CES, han mantenido condición perturbada de sus comunidades y, probablemente, de las características químicas de los sedimentos, los que se reflejaron en la condición de anaerobiosis resultante de la INFA.

c. Nutrientes

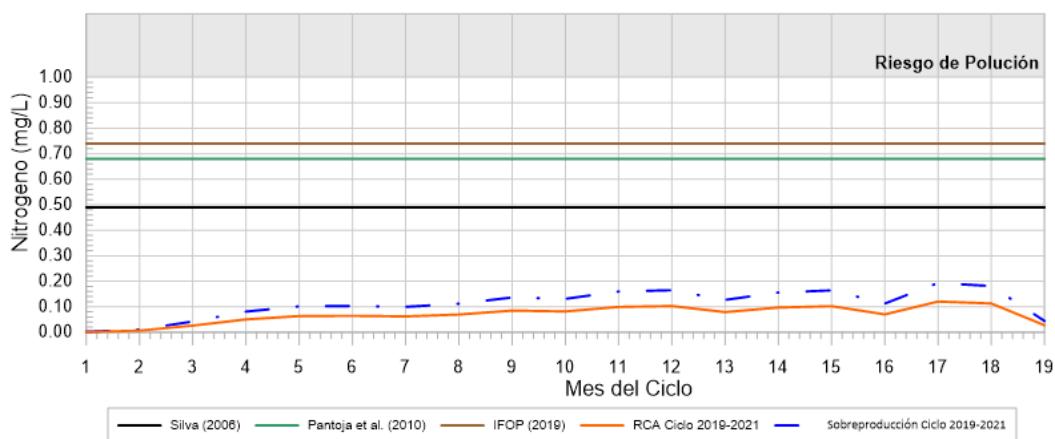
En cuanto al análisis del aporte de nutrientes en el centro de cultivo, en un escenario comparativo entre el ciclo con sobreproducción (2019-2021) y el ciclo con biomasa máxima autorizada, fue posible concluir en el Informe de Efectos que:

“Según los resultados obtenidos para el balance de masa de nutrientes en columna de agua, se pudo advertir que a pesar de la sobreproducción declarada, los nutrientes en el medio marino circundante al centro de engorda, no se elevaron por sobre registros históricos que pueden obtenerse de la literatura, de tal modo que es posible concluir que ni el nitrógeno ni el fósforo producido por las operaciones propias del CES, generaría efectos sobre los nutrientes naturales, así como tampoco sobre la calidad de aguas.”

Lo anteriormente descrito es concordante con lo previamente indicado con el análisis de nutrientes, así como también con oxígeno disuelto en el agua, reforzando de esta manera las conclusiones previamente emitidas y consecuentemente, validando los análisis ambientales efectuados.” (el énfasis es propio)

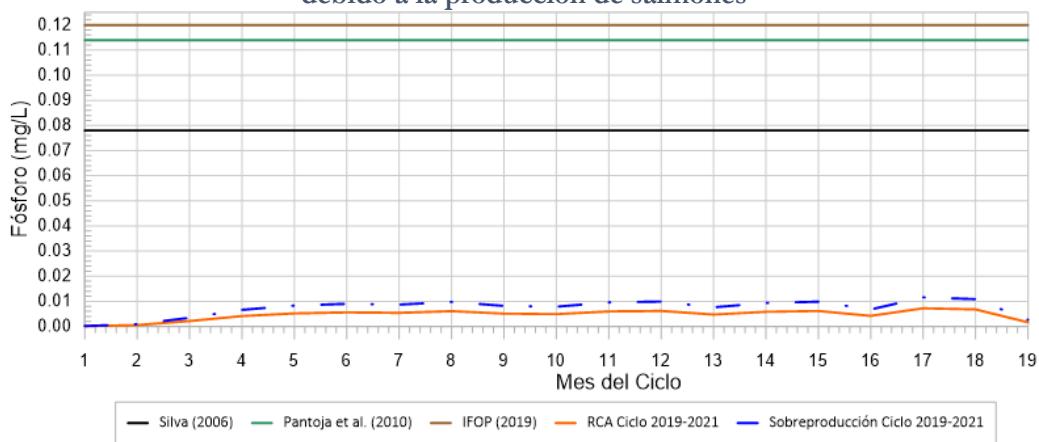
Lo anterior, podrá ser apreciado a través de las siguientes imágenes:

Figura 2. Concentración promedio de nitrógeno incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones



Fuente: Informe de Efectos CES Córdova 5 (Ecotecnos, agosto 2024)

Figura 3. Concentración promedio de fósforo incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones



Fuente: Informe de Efectos CES Córdova 5 (Ecotecnos, agosto 2024)

De esta forma, como esta Superintendencia podrá observar, a través del análisis desarrollado en el Informe de Efectos, es posible constatar que la diferencia entre un ciclo con biomasa máxima autorizada y los ciclos con sobreproducción es mínima, y no representa un peligro o riesgo para el ecosistema donde se ubica el CES Córdova 5, menos, por cierto, un daño.

d. Antibióticos y antiparasitarios

En lo relativo al uso de antibióticos y uso de antiparasitarios, para el CES Córdova 5 no se realizó tratamiento con antibióticos durante el periodo productivo 2019 - 2021, por lo tanto, no se realizó la caracterización del riesgo (cálculo de RQ) de acuerdo a los supuestos y criterios establecidos para esta evaluación del riesgo ambiental de acuerdo a lo señalado en el informe de INTESAL.

3. Conclusión

De esta forma, a modo de conclusión para los ciclos en estudio, el análisis de la información ambiental complementaria en cumplimiento de lo requerido por la SMA concuerda que la sobreproducción de biomasa declarada por el Titular no ha tenido un efecto adverso sobre el medio marino.

*“De esta forma, a modo de conclusión para el ciclo, si bien se ha identificado un efecto acotado, espacial y temporalmente, el análisis de la información ambiental complementaria en cumplimiento de lo requerido por la SMA concuerda que este **efecto no subsiste ni ha generado un efecto acumulativo**, por lo que la conclusión original de este informe se mantiene en cuanto a que, en base a la información disponible, **la sobreproducción de biomasa declarada por el Titular no ha tenido un efecto adverso sobre el medio marino.**” (lo destacado es nuestro).*

Lo anterior es consistente con lo señalado por la SMA en la Resolución Exenta N°9/Rol N°A-016-2023, en la cual la autoridad reseña los análisis técnicos efectuados por el Titular, arribando a una conclusión referida a un aumento del área de depositación de carbono respecto de lo evaluado ambientalmente. Así, el Considerando N° 27 de la Res. Ex. N°9/Rol N°A-016-2023:

“En este sentido, los antecedentes técnicos presentados por el titular permiten determinar el área de influencia a partir de la sedimentación en las condiciones generada por el CES durante el ciclo 2019-2021 en que se desarrolló la infracción, comparándolo con un escenario de cumplimiento dado por un ciclo productivo ajustado a las toneladas máximas establecidas por la RCA que rige al CES Córdova 5, de acuerdo con las variables y metodología establecida por la Guía del Servicio de Evaluación Ambiental⁷. A partir de dichos

antecedentes, se logró estimar que la infracción significó un aumento en el aporte de materia orgánica y nutrientes en el medio marino superior a lo evaluado ambientalmente, lo cual repercute directamente la capacidad que naturalmente el sistema emplea para abatir el exceso de dichas emisiones. Lo anterior implicaría a su vez un potencial efecto en la superación de la capacidad de carga del sistema marino donde se encuentra emplazado el CES. El aporte de materia orgánica y nutrientes trae consigo un incremento de la superficie total impactada por la actividad de producción del CES Córdova 5, abarcando un área que no fue incluida dentro del área de influencia definida durante la evaluación ambiental del proyecto.”

Lo sostenido por la SMA en el Considerando antes transscrito es consistente con lo analizado en el Informe de Efectos en cuanto a que a partir de la sobreproducción solo se constata una diferencia entre las áreas de depositación de carbono, pero no se refieren ni se generan efectos acumulativos en el entorno.

Así, en la sección 8.1.3 del Informe de Efectos, se analiza comparativamente los escenarios sobreproducción - cumplimiento RCA:

“Como resultados de comparación, se muestra en la Figura 8.6 las áreas obtenidas para cada escenario de simulación, asociadas por rango de flujo de carbono en el lecho. De ella se puede advertir como el escenario en RCA tiene mayores áreas para flujos de menor cuantía y menos áreas para flujos de mayor magnitud.

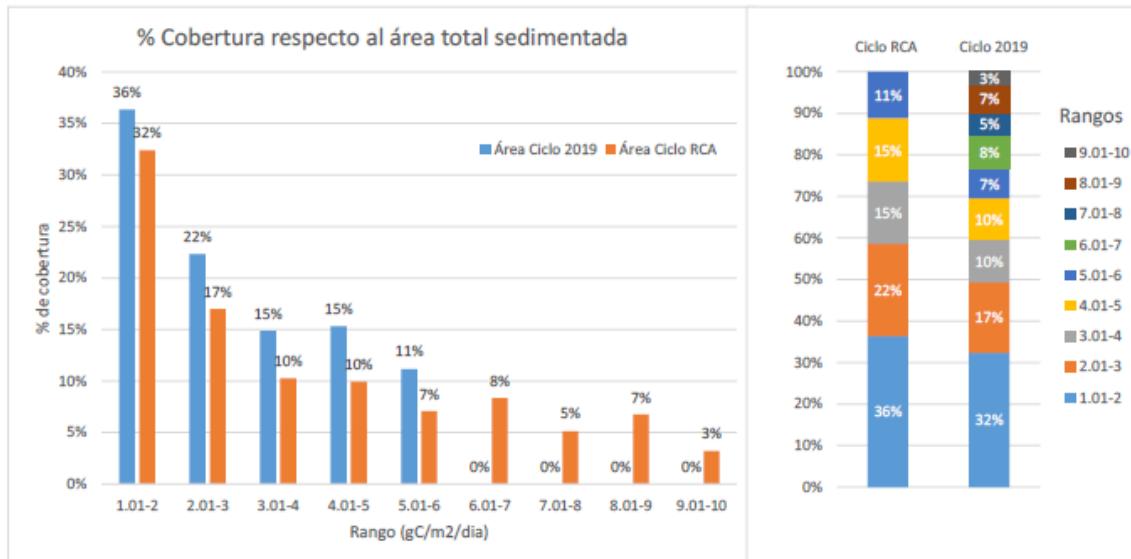
Porcentualmente, se logra advertir diferencias en las distribuciones de las áreas entre ambos escenarios, lo cual es de esperar dadas las diferencias en los flujos. Sin embargo, para cuantificar de mejor manera los resultados se ha elaborado la Tabla 8.3 que contrasta el flujo másico, área de influencia y tiempo de decaimiento (optimista y conservador), para cada uno de los escenarios modelados.

De la comparación de los resultados se logra advertir que el flujo de carbono en ambos casos (sobreproducción y RCA) superan los 5 gC/m²/día y se alcanzaría una diferencia de 3,60 gC/m²/día en el flujo de carbono. En el caso del área la diferencia sería de 19,855 m² y los tiempos optimistas se diferenciarían en 9,42 días, mientras que los conservadores en 47,07 días.

Los resultados comparativos indican que, si bien hay diferencias entre los escenarios simulados, no implica necesariamente un mayor efecto en el medio marino, tal como se ha mostrado en los capítulos 6 y 7.”

Figura 4: Comparación de los rangos de % de cobertura respecto al área total sedimentada

Fuente: Informe Innovación Ambiental



De esta forma, y como indicáramos previamente, según se muestra en la Tabla 2, La comparación demuestra que, a pesar de las diferencias entre escenarios, no conlleva necesariamente efectos en la vida acuática, dado que la diferencia entre los tiempos de decaimiento conservador y optimista varían en 47,07 días y 9,42 días respectivamente, desde el escenario RCA al de sobreproducción.

Lo anteriormente mencionado corresponde a una evidencia numérica de que los procesos actúan en una ventana de tiempo acotada, es decir, tienen un inicio y un término que se puede estimar, por lo cual en el lecho los efectos no serían acumulativos.

A este respecto, como podrá observar, el período de tiempo de decaimiento es breve, y no dista mayormente de aquellos tiempos de decaimiento proyectados para la producción máxima autorizada según RCA. De esta forma, tanto desde una perspectiva temporal, como espacial, los efectos que podrían atribuirse a la sobreproducción son especialmente acotados, es posible estimarlos y cuantificarlos, de modo tal, que habida cuenta del análisis desarrollado es posible concluir que estos no persisten en el tiempo, no son acumulativos, y que no se dispersaron más allá del área de la concesión del CES Córdoba 5.

Lo anterior, como ya fue indicado, fue incluido en las conclusiones del Informe de Efectos para el CES Córdoba 5:

“La comparación del apartado 8.1.4 demuestra que, a pesar de las diferencias entre escenarios, no conlleva necesariamente efectos en la vida acuática. Por otro lado, el tiempo de decaimiento conservadora versus optimista es de 6,03 meses. En la sección 8.3.7, que compara resultados de los valores máximos se infiere que, al observar la Sobreproducción, sobrepasa los límites mencionados por RCA”

“Lo anteriormente mencionado corresponde a una evidencia numérica de que los procesos actúan en una ventana de tiempo acotada, es decir, tienen un inicio y un término que se puede estimar, por lo cual en el lecho los efectos no serían acumulativos.”

De este modo, en atención a lo expuesto previamente, es posible concluir que la circunstancia de la letra a) del artículo 40 de la LO-SMA, no concurre como circunstancia agravante en la aplicación de una potencial sanción por los hechos materia de los presentes descargos.

2. No se afectó la salud de personas producto de la infracción. (Art. 40 letra b) LO-SMA)

De acuerdo con lo establecido en el artículo 40 de la LO-SMA, la segunda circunstancia a ser considerada para la determinación de las sanciones específicas que en cada caso corresponda aplicar, es: “**El número de personas cuya salud pudo afectarse por la infracción**”.

Al respecto, en el presente proceso sancionatorio, dada la naturaleza y circunstancias del mismo, no se identificaron potenciales efectos negativos a la salud de la población como consecuencia del hecho infraccional, no siendo por tanto pertinente el análisis de esta circunstancia del artículo 40 letra b) de la LO-SMA.

3. El (potencial o supuesto) beneficio económico obtenido con motivo de la sobreproducción ya fue capturado (Art. 40 letra c) LO-SMA)

La letra c) del artículo 40 de la LO-SMA se refiere al “beneficio económico obtenido con motivo de la infracción”, y tiene como supuesto que el posible infractor haya obtenido ingresos o ganancias ilegales derivadas de las infracciones imputadas o haya evitado pérdidas a partir de las mismas.

Según se establece en las Guía de Bases, para la determinación del beneficio económico es necesario configurar en un principio el escenario de incumplimiento, el cual corresponde al escenario real con infracción, y contrastarlo con un escenario de cumplimiento, el que se configura en base a una situación hipotética en que la empresa cumplió oportunamente cada una de sus obligaciones. De acuerdo con las misma Guía de Bases, la eliminación del beneficio económico obtenido con motivo de la infracción “**apunta a dejar al infractor en la misma posición en que hubiera estado de haber cumplido con la normativa, evitando la existencia de un incentivo económico para el incumplimiento**”. Para estos efectos, los elementos relevantes que contemplan la Guía de Bases son (i) el análisis comparativo escenario cumplimiento/escenario incumplimiento; (ii) beneficios por costos atrasados o evitados; y (iii) beneficios por ganancias ilícitas anticipadas o adicionales.

Como es presentado en términos generales en este acápite, sin perjuicio del informe técnico de terceros expertos que será acompañado en el proceso, considerando la naturaleza de la actividad (operación de centros de engordas de salmones), la naturaleza de la infracción (operación en condición de sobreproducción), todo beneficio económico por concepto de ganancia adicional derivada del escenario de incumplimiento (sobreproducción) ha sido capturado por las acciones adoptadas por Australis para hacerse cargo de las toneladas sobre producidas.

En efecto, en la determinación del beneficio, deberá ser considerada la reparación y/o resarcimiento de los eventuales daños que haya ejecutado o ejecute el supuesto infractor, en cuanto estas acciones reparatorias implicarán necesariamente costos que son asumidos por el titular, a propósito de la infracción imputada. Conforme lo anterior, debiesen también tenerse en cuenta en relación a esta circunstancia, aquellos costos incurridos por Australis para retornar al estado de cumplimiento, y hacerse cargo de los efectos de esta infracción, ya que han implicado costos para Australis que son muy superiores a las ganancias que han sido obtenidas a partir de la sobreproducción imputada.

En este marco:

1. Australis previo a la presentación de la Autodenuncia, desde junio de 2022 inició el Ajuste Global de Producción, cuyo primer eje tuvo como objeto y fin que a inicios de enero de 2023 (antes de ser acogida la Autodenuncia y de ser formulados los cargos), **ningún CES de la Compañía**, autodenunciado o no, estuviere en condición de sobreproducción. Las acciones del Plan de Ajuste Global de Producción ejecutadas en este período significaron un

costo asociado superior a USD 30.000.000 (treinta millones de dólares de Estados Unidos de América).

2. Como segundo eje del Ajuste Global de Producción, Australis inició la ejecución del programa integral de reducción operacional para hacerse cargo de todas las toneladas producidas en exceso de sus permisos ambientales. En ese marco, Australis presentó en los 21 procedimientos sancionatorios instruidos con motivo de la Autodenuncia, el respectivo programa de cumplimiento respecto de los 33 CES autodenunciados. Los montos asociados a este plan integral de reducción operacional están aún en proceso de cálculo, a la espera de la resolución final respecto de los PdC presentados respecto de los 33 CES, promediando un costo aproximado de 3.700 millones por PdC (dependiendo del número de CES y ciclos).
3. A la fecha de estos descargos, los **resultados del Ajuste Global de Producción implementado por la Compañía**, contempla una **reducción operacional global de 98.982 toneladas**, superior a la **sobreproducción Autodenunciada** y contenida en las Formulaciones de Cargos que le sucedieron, que alcanzaban las **81.540 toneladas**, según la tabla siguiente:

Tabla 3. Reducciones de producción de CES AD ejecutadas, activas y por ejecutar⁷

Ítem	Ton
Formulación de Cargos	81.540
Saldos Operacionales Oct-2022 – Dic-2024 Saldos Operacionales: Se refiere a los CES comprendidos en el Autodenuncia que han cosechado durante este período (desde octubre de 2022), como la diferencia positiva entre el límite de producción contenido en la RCA y su producción efectiva: $[RCA] - [Cosecha + Mortalidad] = >0$.	13.649
Reducción de Producción Activa en CES AD (hasta junio 2025)⁸ Reducción de Producción Activa: Se entiende por aquella (i) que ya está en desarrollo o (ii) que va a comenzar su ejecución a más tardar en el mes de junio de 2025, irreversiblemente ejecutada ya que no es posible en términos	48.999

⁷ Respecto a estos términos, (i) Ejecutadas: Dice relación con aquellas reducciones de producción que ya han sido parte de cosechas ejecutadas a la fecha de esta presentación; (ii) Activas: Dice relación con aquellas reducción de producción que ya están en desarrollo o que van a comenzar su ejecución a más tardar en el mes de junio de 2025, dado que hasta esa fecha, en términos logísticos la empresa podría hacer cambios para los posteriores ciclos; y, (iii) Por ejecutar: Dice relación con aquellas reducciones de producción que están comprometidas para ser ejecutadas posterior al mes de julio de 2025.-

⁸ Considera los montos incorporados en la propuesta del Téngase Presente presentado el 03.01.2025, referenciado en el considerando N°14 de la resolución recurrida.

logísticos modificar la planificación productiva a esa fecha)	
Reducción de Producción por Ejecutar (desde julio 2025), según propuesta actual. Reducción de Producción por Ejecutar: Se entiende por aquella que está comprometida para ser ejecutadas posterior al mes de julio de 2025.	36.334
Total reducción	98.982

Fuente: Elaboración propia.

4. Como se puede apreciar de la tabla anterior, las reducciones de producción en CES Autodenunciados con cosechas desde octubre de 2022, fecha de implementación del Ajuste Global de Producción, a junio de 2025 se habrán compensado un total de **62.648⁹** ton, estando a la fecha dichas toneladas irreversiblemente ejecutadas, lo cual supera a esta fecha un 76% las toneladas contenidas en la FdC. Por su parte, en virtud del ajuste de la propuesta global de reducción de producción, quedarían **36.334** ton de reducción de producción por ejecutar desde julio de 2025. Por tanto, sumados ambos valores, la propuesta actual considera 98.982 ton de reducción de producción en los CES Autodenunciados, esto es, un 21% adicional a las toneladas de sobreproducción contenidas en la FdC.

Tabla 4. Reducciones de producción de CES AD ejecutadas a junio de 2025 (Ciclos comprometidos en PDC Refundidos agosto 2024)¹⁰

ID.	CES	Rol	PT	SP	Ciclo productivo asociado a la compensación ejecutada	Reducción ejecutada a junio de 2025 (ton)
1	Bahía León	A-003-2023	4.100	3.310	01-08-23 al 23-12-2024	4.100
2	Córdova 4	D-092-2023	5.967	351	01-07-2023 al 14-11-2024	5.967
3	Córdova 5	A-016-2023	4.320	2.128	01-08-2023 al 14-11-2024	659
4	Humos 1	A-002-2023	3.500	4.612	01-04-2025 al 26-05-2026	3.500

⁹ Que corresponde a la sumatoria de los ítems “Reducción de producción “activa” en CES AD (hasta junio de 2025)” y “Saldos operativos CES AD-Oct-2022 – Dic 2024”, de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

¹⁰ Conforme a la segunda versión del PdC refundido incorporando un ajuste en los CES Caleta Fog Humos 2, Obstrucción, Matilde 2 y Traiguén, conforme a la propuesta del Téngase Presente del 3 de enero de 2025

5	Isla Grande	A-009-2023	5.525	2.561	01-08-2023 al 23-12-2024	5.525
6	Luz 1	P-002-2024	2.756	879	01-04-2025 al 26-05-2026	2.756
7	Luz 2	P-003-2024	2.756	992	01-04-2025 al 26-05-2026	2.756
8	Matilde 3	A-005-2023	3.000	492	01-03-2024 al 25-04-2025	3.000
9	Muñoz Gamero 3	A-015-2023	4.080	303	01-01-2024 al 25-05-2025	4.080
10	Puerto Browne	P-005-2024	3.240	2.545	16-04-2023 al 07-09-2024	3.240
11	Punta Sur	A-006-2023	3.240	1.595	16-04-2023 al 07-09-2024	2.019
12	Rabudos	A-012-2023	3.500	2.865	01-10-2024 al 25-11-2025	3.500
13	Skyring	A-010-2023	4.488	3.150	01-08-2023 al 23-12-2024	4.488
14	Caleta Fog	P-008-2024	5.967	2.885	23-10-2024 al 17-03-2026	809
15	Humos 2	A-001-2023	4.200	2.449	01-04-2025 al 26-05-2026	600
16	Obstrucción	A-011-2023	7.500	2.821	15-01-2025 al 09-06-2026	1200
17	Matilde 2	P-010-2024	3.500	1.110	22-12-2024 a 15-02-2026	200

18	Traiguén	A-003-2024	4.499	2.582	04-2025 al 05-2026	600
Total			35.048			48.999

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Reducciones de producción de CES AD, no asociados a los ciclos propuestos para las acciones de reducción de Producción de los PDC presentados

Nº	CES	Ciclo Productivo	Producción Autorizada (ton)	Cosecha (ton)	Mortalidad (ton)	Producción Final (ton) ⁴	Monto reducido (ton) ⁵
1	Caleta Fog	Diciembre 2021 a marzo 2023	5.967	5.122	250,8	5.373	594
2	Melchor 1	Febrero 2022 a diciembre 2022	4.158	3.586	75,3	3.661	497
3	Moraleda	Marzo 2022 a abril 2023	4.590	4.131	105	4.236	354
4	Matilde 3	Abril 2022 a marzo 2023	3.000	2.402	71,9	2.474	526
5	Obstrucción	Abril 2022 a septiembre 2023	7.500	6.028	191,4	6.219	1.281
6	Matilde 2	Septiembre 2022 a octubre 2023	3.500	2.477	651,0	3.129	371
7	Rabudos	Octubre 2022 a diciembre 2023	3.500	2.989	55,9	3.045	455
8	Punta Goddard	Octubre 2022 a marzo 2024	5.967	5.228	99,7	5.327	640
9	Matilde 1	Diciembre 2022 a	3.500	2.941	62,4	3.003	497

		diciembre 2023					
10	Luz 1	Enero 2023 a enero 2024	2.756	2.286	55,6	2.341	415
11	Luz 2	Febrero 2023 a febrero 2024	2.756	2.288	58,7	2.346	410
12	Humos 1	Marzo 2023 a marzo 2024	3.500	2.574	72,0	2.646	854
13	Humos 2	Mayo 2023 a mayo 2024	4.200	2.931	108,2	3.039	1.161
14	Bahía Buckle	Mayo 2023 a septiembre 2024	4.320	3.693	153,0	3.846	474
15	Melchor 1	Junio 2023 a junio 2024	4.158	2.215	331,7	2.546	1.612
16	Humos 4	Julio 2023 a agosto 2024	3.500	2.486	234,0	2.720	780
17	Traiguén	Septiembre 2023 a septiembre 2024	4.499	3.569	251,7	3.821	678
18	Humos 6	Noviembre 2023 a noviembre 2024	3.500	2.085	420,0	2.505	995
19	Melchor 4	Diciembre 2023 a noviembre 2024	4.499	3.301	142,1	3.443	1.056
	TOTAL						13.649

Fuente: Elaboración propia.

Además, a escala del mismo cuerpo de agua, curso de agua o fiordo en el que se encuentra el CES objeto de estos descargos, la **Tabla 6** da cuenta de las toneladas ya compensadas en dicho sector.

Tabla 6. Reducción de producción en Estero Córdova (Sobreproducción de 2.479 ton)

CES	Compensado a junio 2025	Saldos Operacionales*	Compensación propuesta posterior a junio 2025
Córdova 4	5.967	-	
Córdova 5	659	-	
Sobreproducción total en ecosistema Estrecho Magallanes Oeste, en que se ubica Estero Córdova		2.479 ton	
Reducción de producción activa y por ejecutar en ecosistema Estrecho Magallanes Oeste, en que se ubica Estero Córdova		6.626 ton	
Reducción pendiente de ejecutar para compensar sobreproducción de CES Córdova 5		0	

Fuente: Elaboración propia.

* Para el caso de los CES comprendidos en el Autodenuncia que han cosechado durante este período (desde octubre de 2022), por “Saldos Operacionales” se entiende como la diferencia positiva entre el límite de producción contenido en la RCA y su producción efectiva: [RCA] – [Cosecha + Mortalidad] = >0.

** Centros de Engorda de Salmónidos que no son parte de la Autodenuncia, pero que pertenecen al mismo ecosistema y que, a consecuencia de la implementación del Plan de Ajuste Global de Producción de Australis Mar, su producción fue menor al límite de producción contenido en la RCA, dejando así, un saldo operacional.

Se hace presente que el CES Córdova 5 no operó durante el ciclo 2023-2024, para reducir la sobreproducción imputada de 3.661 ton en el PdC presentado en el marco del expediente sancionatorio Rol D-161-2021, aprobado, por lo cual se cumple el objetivo ambiental en orden a disminuir los aportes de materia orgánica en el CES.

Adicionalmente, el Ajuste Global de Producción, en su carácter integral, se hizo cargo no solo de los CES considerados en la Autodenuncia, sino que también de la reducción de producción de otros 5 CES que contaban con formulaciones de cargos anteriores a la Autodenuncia de octubre de 2022, estos son, los CES Costa, Córdova 3, Morgan, Estero Retroceso y Punta Lobos. En el marco de estos procedimientos sancionatorios se han presentado Programas de Cumplimientos que se encuentran actualmente en ejecución y que contemplan, en su conjunto, una reducción de producción equivalente a 20.244 toneladas adicionales a las consideradas en la Autodenuncia.

En efecto, el Ajuste Global de Producción, considerando los procedimientos sancionatorios provenientes de la Autodenuncia y aquellos anteriores a la Autodenuncia, alcanzan un total de **38 unidades fiscalizables, lo que significa un 85% de los CES productivos de la Compañía**. Por esta razón es que el esquema de reducción de producción que se presentó en la Autodenuncia (sin precedentes por la cantidad de unidades fiscalizables y toneladas sobreproduciadas), concretado y optimizado en la posterior presentación de los distintos PdC, implicó un Ajuste Global de Producción que permitiera a Australis un mínimo vital para hacer viable su continuidad operacional.

Estas condiciones operacionales importan costos tanto directos, como indirectos o consecuenciales. Directos, producto de la capacidad productiva no ejercida en el marco de la reducción operacional global de **98.982** toneladas. Indirectos o consecuenciales, producto del sobrecosto que implica la operación reducida de la Compañía respecto de los CES que sí mantiene operando, principalmente, porque su densidad operacional es menor, acarreando la pérdida de eficiencia y sinergia entre sus unidades productivas, debiendo soportar múltiples costos fijos en un volumen de operación menor.

Esta dura decisión adoptada por la actual Administración, con el fin de hacerse cargo de las infracciones cometidas por el anterior controlador, como hemos reseñado implica altos costos operacionales por disminución de volumen de producción, reportando pérdidas en períodos en que otras Compañías del sector -con información abierta al mercado- muestran utilidades. Las pérdidas de Australis han superado los USD 200 millones desde iniciado el ajuste en el 2º semestre de 2022.

A lo anterior se agregan los siguientes efectos adversos económicos y sociales para Australis y su cadena de valor:

- i. Se han optimizado e incluso cerrado líneas completas de proceso en plantas de proceso en Los Lagos y Magallanes, y pisciculturas en la Araucanía. Entre ellas, el cierre total de la planta de proceso Torres del Paine en Punta Arenas en octubre de 2023, debiendo desvincular al total de sus trabajadores.
- ii. En línea con lo anterior, sin duda uno de los efectos más sensibles, corresponde a la disminución de aproximadamente un 35% la dotación total de la Compañía, durante 2023, lamentando el término de contrato que ha afectado a más de 1.200 trabajadores directos, los que en su mayoría corresponden a fuerza trabajadora local, de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes.
- iii. Efecto en proveedores y trabajadores indirectos de la cadena de valor, a raíz de la disminución de flujo productivo de la Compañía.
- iv. Restricciones de acceso al crédito para la Compañía como también para sus proveedores directos, dificultando el cumplimiento de otras obligaciones y compromisos contractuales.
- v. Aceleración en los cobros de créditos y líneas de crédito utilizadas por la compañía por un monto superior a los USD 250 millones.

En atención a lo expuesto previamente, lo que será desarrollado al tenor del informe técnico de terceros expertos que será allegado al proceso, no concurre esta circunstancia agravante en la especie, habida cuenta que, en el caso particular, todo beneficio económico ha sido capturado por las acciones correctivas desplegadas por Australis, desde antes de ser acogida la Autodenuncia.

4. No existe intencionalidad en la comisión de la infracción, por el contrario, el actual controlador ha implementado acciones inmediatas de retorno al cumplimiento (Art. 40 letra d) LO-SMA)

La cuarta circunstancia establecida en la LO-SMA para ser ponderada en la aplicación de una sanción consiste en *“La intencionalidad en la comisión de la infracción y el grado de participación en el hecho, acción u omisión constitutiva de la misma”*.

Como se ha señalado, desde mediados de 2019 Australis es de propiedad del Grupo chino JOYVIO, toma de control efectiva que pudo materializarse solo finalizando la pandemia el año 2022, con cambios en la administración que iniciaron con el nombramiento de un nuevo Gerente General (CEO) a mediados de 2022.

En enero de 2021, de forma anterior a que se concretaran los cambios organizacionales necesarios para la toma de control efectiva por parte del nuevo controlador, la SMA inició formulaciones de cargos por sobreproducción en ciclos asociados a la planificación productiva de Australis en sus CES, cuyas siembras

datan de los años 2017 y 2018. Este hecho impulsa una profunda revisión interna por parte de la nueva administración.

A partir de lo anterior se define la necesidad de un ajuste global de la producción de la Compañía, mandatada por la normativa aplicable, y de una gestión orientada al cumplimiento ambiental. Esto se ve reflejado en la participación de Australis en el *Programa Piloto de Compliance*, el trabajo desarrollado para escalar este programa a todos los CES de la Compañía en un *Programa Integral de Compliance Ambiental*, y en la Autodenuncia presentada con fecha 27 de octubre de 2022.

En relación con el *Programa Piloto de Compliance*, implementado por la División de Fiscalización y Conformidad Ambiental de la SMA, Australis fue la primera empresa del rubro que se suma a participar, desde el segundo semestre del 2021, en forma anterior a la presentación de la Autodenuncia. En el marco de este Programa, se identificaron, en forma colaborativa con la autoridad, las principales variables de control en los CES, los mecanismos de control pertinentes, la definición de alertas tempranas y acciones correctivas oportunas y los sistemas de seguimiento disponibles, privilegiando la entrega de datos en línea a la autoridad.

A partir del trabajo, informado a la SMA, de incorporar todos los CES de la Compañía a un *Programa Integral de Compliance Ambiental*, se identificaron hechos susceptibles de constituir infracción a determinados instrumentos de fiscalización ambiental de los que es titular Australis, hecho que motivó la Autodenuncia presentada en octubre de 2022.

Ahora bien, con ese contexto es posible analizar los elementos centrales de la circunstancia establecida en la letra h) del artículo 40 de la LO-SMA: por una parte, la intencionalidad en la comisión de la infracción y, por otra, el grado de participación en el hecho, acción u omisión constitutiva de la misma.

4.1. Intencionalidad

En el caso de marras, es manifiesto que el nuevo controlador de Australis asume su administración propiamente tal desde mediados del año 2022, esto es, de manera posterior al inicio y término del primer y segundo ciclo productivo imputado en el CES Córdoba 5 no siendo posible concluir que haya cometido la infracción de manera intencional. La propia SMA ha señalado que la planificación productiva en el rubro acuícola es de largo plazo, por lo que en ella el nuevo administrador no tuvo participación alguna¹¹.

A mayor abundamiento, es precisamente la nueva administración, mediante la Autodenuncia como medio de comunicación formal con la autoridad ambiental, la que manifiesta el conocimiento de hechos constitutivos de infracción cometidos con anterioridad a que se asumiera el control de la Compañía, implementando de manera inmediata medidas correctivas detener la sobreproducción en todos los CES de Australis, con el inicio de cosechas anticipadas, eliminación de peces y ayunos planificados, todo parte de un Plan de ajuste global de producción que asegure tanto el cumplimiento de los niveles de producción aprobados ambientalmente, como de la compensación total del exceso de producción autodenunciado.

Por ende, el elemento de intencionalidad no se verifica ya que, por una parte, a la fecha de comisión de la infracción materia del proceso el control efectivo por la administración actual no se había materializado y, por otra, el ajuste global de producción sumamente relevante para la Compañía, que llevó a que no

¹¹ Al respecto, en el Considerando N° 315 de la Resolución Exenta N° 1073, de 6 de julio de 2022, que resuelve el procedimiento administrativo sancionatorio Rol D-093-2019, seguido en contra de Nova Austral S.A., la SMA señaló “[...] todo el sistema de producción acuícola funciona bajo la lógica de la planificación de la cantidad a producir según cada temporada. De esta forma, la producción es distribuida entre los distintos centros de engorda con los que cuenta cada empresa, en función de variables, tales como si la agrupación de concesiones al que pertenece está activo, la capacidad instalada de cada centro y conforme a los permisos ambientales y sectoriales vigentes para los mismos”.

hubiera CES alguno de Australis en condición de sobreproducción a inicios de enero de 2023, deja en evidencia que no hay un elemento subjetivo de culpabilidad, doloso o negligente por parte de la actual administración de Australis. Al contrario, ha adoptado medidas extremas, tanto para retornar al cumplimiento, como para hacerse cargo frente a la SMA de las infracciones autodenunciadas.

4.2. Autoría y grado de participación

Para estos efectos, es menester enfocar el análisis en el momento que el hecho infraccional fue cometido, para determinar la autoría y el grado de participación del titular en su comisión.

En este sentido, como se ha venido señalando, el control efectivo de la Compañía fue materializado en 2022, esto es, posterior a los ciclos productivos con sobreproducción, constitutivo del hecho infraccional. Es por esta razón que la autoría, si bien corresponde a Australis Mar S.A. como persona jurídica, dado que esta circunstancia del artículo 40 es emitentemente subjetiva y asociada a la instancia de gobierno corporativo de toma de decisión de la unidad de negocio, es imperativo considerar el cambio en la administración para ponderar un grado de participación mínimo en la comisión de la infracción. Se resalta que el Titular, con esta nueva administración que entró en labores en junio de 2022, posterior al término de los ciclos materia del proceso, ejecutó acciones correctivas para volver al cumplimiento ambiental, acciones que se concretaron mediante la presentación de la Autodenuncia y también mediante acciones que fueron propuestas en los PdC presentados en los 21 procedimientos sancionatorios surgidos a raíz de la Autodenuncia.

4.3. Conclusión

De este modo, concurren en la práctica antecedentes concreto que dejan en evidencia la falta de intencionalidad infraccional, como, asimismo, descarta el grado de participación de la administración en los hechos del proceso, a saber:

- (a) El control efectivo de la Compañía por la nueva administración tuvo lugar con posterioridad al término de los ciclos objeto de la Formulación de Cargos;
- (b) La nueva administración de la Compañía implementó un ajuste global de la producción, logrando un estado de cumplimiento de todos los CES, antes de ser acogida la Autodenuncia y emitidas las correspondientes Formulaciones de Cargos.
- (c) Una vez resuelta la Autodenuncia, respecto de todas y cada una de las Formulaciones de Cargos la Compañía presentó Programas de Cumplimiento, con miras a reponer el exceso de producción de todos los CES infractores.

Así, en virtud de todos los argumentos previamente sostenidos, solicitamos a la circunstancia descrita en el literal d) del artículo 40 de la LO-SMA debe ser ponderada en el sentido de que no existió intencionalidad del Titular en la ejecución de los hechos infraccionales, además de considerar el mínimo grado de participación del titular en la comisión de las infracciones.

5. La conducta anterior del infractor. (Art. 40 letra e) LO-SMA)

La quinta circunstancia prevista en el artículo 40 de las LO-SMA para ser ponderada al momento de establecer una sanción consiste en "*La conducta anterior del infractor*".

Con respecto a la conducta anterior desarrollada en la Unidad Fiscalizable objeto del procedimiento sancionatorio, es preciso señalar que según consta en SNIFA, Australis no cuenta con procedimientos sancionatorios que se hayan iniciado por parte de esta Superintendencia, de forma previa a la formulación de cargos que da origen a este procedimiento sancionatorio.

6. La capacidad económica del infractor. (Art. 40 letra f) LO-SMA)

La sexta circunstancia del artículo 40 de la LO-SMA para su ponderación en la aplicación de la sanción consiste en "*La capacidad económica del infractor*".

En cuanto a la capacidad económica del infractor, resulta pertinente considerar la **capacidad de pago** como un factor de disminución de la sanción. Este requisito tiene relación con la situación financiera específica del infractor en el momento de la aplicación del conjunto de sanciones pecuniarias determinadas para el caso bajo análisis. En ese sentido, Australis, como se acreditará, y hemos reseñado, producto de sus acciones de Ajuste Global de Producción, y actual plan de ajuste operacional en ejecución, se encuentra en una situación financiera con pérdidas acumuladas de más de USD 200 millones desde el inicio del Ajuste. La que, sin embargo, permitió que a inicios de enero de 2023 es decir desde hace un año a la fecha, no existiera ningún CES con sobreproducción en la Compañía.

Adicionalmente, como se mencionó precedentemente, se propuso un Esquema Integral de Compensación de la totalidad de la sobreproducción, que operaba sobre la base de los precedentes de la SMA para la aprobación de PdC por sobreproducción en la industria acuícola vigentes al momento de su presentación en octubre de 2022, esto es, que en la medida que ello fuera justificado era posible compensar en un CES distinto al CES objeto de la formulación de cargos (justificación que a esa fecha se basaba en un criterio sanitario consistente en que el CES que compensaba se encontrara en el mismo barrio de aquel que sobre produjo).

En efecto, por su magnitud, la propuesta ha requerido un esfuerzo excepcional de la Compañía, y una planificación integrada. La seriedad de este esfuerzo adicional de la Compañía se ve reflejada en:

- i. Aproximadamente USD 30 millones en recursos y pérdidas por ajuste de producción comprometido previamente y durante la elaboración de la Autodenuncia, ejecutados en el 2º semestre de 2022, asegurando a 2023 un cumplimiento 100% de producción autorizada.
- ii. Reconfiguración general de áreas y esquemas operacionales, con períodos de no operación en sectores (ACS) completos.
- iii. Esto implica altos costos operacionales por disminución de volumen de producción, reportando pérdidas en períodos en que otras Compañías del sector -con información abierta al mercado- muestran utilidades. Las pérdidas han superado los USD 200 millones desde iniciado el ajuste en el 2º semestre de 2022.
- iv. Se han optimizado e incluso cerrado líneas completas de proceso en plantas de proceso en Los Lagos y Magallanes, y pisciculturas en la Araucanía. Entre ellas, el cierre de la planta de proceso Torres del Paine en Punta Arenas en octubre de 2023.
- v. Sin duda uno de los efectos más sensibles, corresponde a la disminución de aproximadamente un 35% la dotación total de la Compañía, durante 2023, lamentando ya el término de contrato que ha afectado a más de 1.000 trabajadores, los que en su mayoría corresponden a fuerza trabajadora local, de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes.
- vi. Efecto en proveedores y trabajadores indirectos de la cadena de valor, a raíz de la disminución de flujo productivo de la Compañía.
- vii. Restricciones de acceso al crédito para la Compañía como también para sus proveedores directos, dificultando el cumplimiento de otras obligaciones y compromisos contractuales.

Estas condiciones operacionales importan costos tanto directos, como indirectos o consecuenciales. Directos, producto de la capacidad productiva no ejercida en el marco de la reducción operacional global de 98.982 toneladas. Indirectos o consecuenciales, producto del sobrecoste que implica la operación reducida de la Compañía respecto de los CES que, si mantiene operando, principalmente, porque su densidad operacional es menor, acarreando la pérdida de eficiencia y sinergia entre sus unidades productivas, debiendo soportar múltiples costos fijos en un volumen de operación menor.

En el marco del proceso serán acompañados los antecedentes que dan cuenta de la condición financiera de Australis, determinada sustancialmente por las acciones correctivas adoptadas con motivo de la Autodenuncia de octubre de 2022, hasta la fecha, materia que debe ser ponderado para efectos de la aplicación de sanción por parte de esta Superintendencia.

7. El cumplimiento del programa señalado en la letra r) del artículo 3º (Art. 40 letra g) LO-SMA)

La séptima circunstancia prevista en el artículo 40 de la LO-SMA, como circunstancia a ser ponderada en el establecimiento de una sanción, en la consistente en el "*El cumplimiento del programa señalado en la letra r) del artículo 3º*" de la LO-SMA.

La norma referida se refiere a programas de cumplimiento aprobados por la SMA, en conformidad con el artículo 42 de la LO-SMA.

Al respecto, esta norma no concurre en atención a que el presente proceso sancionatorio no dice relación con la infracción a un programa de cumplimiento previamente aprobado por la SMA, razón por la cual, no es una circunstancia a ser ponderada en el caso de marras.

8. El detrimento o vulneración de un área silvestre protegida del Estado. (Art. 40 letra h) LO-SMA)

Además, el artículo 40 contempla como penúltima circunstancia a ser ponderada en el establecimiento de una sanción la del literal h), consistente en "*El detrimento o vulneración de un área silvestre protegida del Estado*".

En el caso de marras, uno de los elementos del proceso consiste en la existencia de un área colocado bajo protección oficial del Estado, en el caso particular, la Reserva Nacional Kawésqar ("**RNK**").

Como correctamente expone la SMA en la Formulación de Cargos, la RNK fue creada por medio del Decreto Supremo N°6, del Ministerio de Bienes Nacionales, publicado en el Diario Oficial con fecha 30 de enero de 2019 ("**D.S N°6**"). Cabe señalar que, mediante el citado Decreto, se diferenció el área terrestre del área marina, siendo protegida la primera a través de la figura de "Parque Nacional", mientras que el área marítima fue protegida a través de la figura de una "Reserva Nacional", figura que, conforme al artículo 158 de la Ley General de Pesca y Acuicultura ("**LGPA**") admite expresamente el desarrollo de acuicultura. Para efectos de estos descargos, nos abocaremos al análisis de la RNK, toda vez que los CES que son objeto de esta formulación de cargos están ubicados al interior de esta.

Primero, cabe observar que en los considerandos del D.S. N°6, la autoridad explicita los motivos que tuvo a la vista para recategorizar y proteger mediante una figura distinta el área marítima, actualmente asociada a la RNK. A este respecto, el Decreto considera que:

"Que, la protección de índole forestal del espacio marítimo actual, no guarda relación alguna con los objetivos y resguardos propios que requieren los cuerpos de agua marina involucrados, por lo que se hace indispensable proteger dichas aguas bajo un sistema de protección eficiente y compatible, como ocurre con el modelo de protección denominado "Reserva Nacional", de tal modo que no afecta el principio de no regresión ambiental.

Que la recategorización de las aguas marinas a Reserva Nacional "Kawésqar", permitirá dar cumplimiento a las demandas fundamentales del pueblo Kawésqar, expresadas

en el proceso de cultura indígena, esto es, la protección de sus aguas, la compatibilidad de ejercer actividades productivas en dicho espacio marítimo, y, el reconocimiento al pueblo Kawésqar, a través del cambio de nombre de las nuevas áreas protegidas.” [énfasis agregado]

De esta forma, según lo señalado en el D.S. N°6, la creación de la RNK, donde se ubican los CES objeto del procedimiento sancionatorio, tendría como antecedente el dar cumplimiento a las demandas del pueblo Kawésqar, mediante la: **(i) protección de sus aguas, (ii) la compatibilidad de ejercer actividades productivas en dicho espacio marítimo, y, (iii) el reconocimiento del pueblo Kawésqar.**

Otro antecedente que es preciso citar corresponde al “Informe por Recurso de Invalidación Proyecto “Centro de Engorda de Salmónidos Estero Pérez de Arce, al noreste de Punta Rivera, Isla Riesco, Pert N°207121260”, elaborado por Gestión Ambiental Consultores S.A., en septiembre de 2021 (en adelante, “Informe”). En lo que nos convoca, cabe señalar que, en el Informe, a partir de un documento interno de trabajo de Conaf denominado “Contextualización de la Planificación de la Reserva Nacional Kawésqar, de Irene Ramírez Merida” (2020), se desprenden ciertos objetivos de conservación que podría tener la RNK.

Estos objetivos de conservación relacionados con la protección de las aguas podrían ser los siguientes: (i) Fiordos y canales; (ii) Litoral marino; (iii) Fondo marino; (iv) Bosques de macroalgas; (v) Recursos hidrobiológicos; (vi) Cetáceos; y, (vii) Aves marinas y costeras.

Por otra parte, la SMA en la Guía para la determinación de sanciones ha diferenciado los conceptos de detrimento y vulneración. En este contexto, la Superintendencia entiende que podría existir un detrimento “[...] cuando la infracción ha generado una afectación material del ASPE.”¹² En el caso de la vulneración a un área silvestre protegida, la SMA entiende que esta “[...] tiene lugar cuando la infracción genera riesgos ambientales que pueden amenazar el ASPE o implica una transgresión a la normativa que tiene por objeto proteger el ASPE.”¹³

A renglón seguido, la SMA en la misma Guía estima que se deberá considerar especialmente para efectos de analizar la circunstancia descrita en el literal h) del artículo 40, los objetos de conservación del ASPE, y también la significancia del detrimento o vulneración. En este sentido, es posible sostener que, al realizar la distinción entre ambos conceptos, la SMA estaría dotando de una mayor gravedad al primero, toda vez que corresponde a una afectación directa, mientras que en el segundo caso (vulneración) es necesario analizar si se creó o no un riesgo respecto a los objetos de protección del ASPE.

Pues bien, en la Formulación de Cargos la SMA tampoco desarrolla cuáles serían los objetos de protección de la RNK, sino que se limita a indicar que esta habría sido creada para asegurar la biodiversidad y los procesos evolutivos del ecosistema de carácter subantártico patagónico (considerando 42º). Así, sin un mayor detalle, solo califica la gravedad de la infracción a la luz de la circunstancia estipulada en el literal i) del numeral 2) del artículo 36 de la LO-SMA, cuestión que no ha sido controvertida respecto a la ubicación de los CES que son objeto de este proceso sancionatorio, y la respectiva ASPE.

De esta forma, no existe antecedente alguno, ni en las denuncias presentadas por Sernapesca, ni tampoco en la resolución mediante la cual se le formuló cargos a Australis, **que señale ni demuestre la existencia de algún tipo de detrimento a alguno de los objetivos de conservación de la RNK que estén asociados a las infracciones que fueran autodenunciadas.** Por otra parte, en el considerando 26 de la Formulación de Cargos la Superintendencia solo se limita a señalar cuáles serían los potenciales efectos

¹² Guía “Bases metodológicas para la determinación de sanciones ambientales”, SMA (diciembre, 2017), p. 45.

¹³ Ídem.

que podría generar la industria acuícola en el ecosistema marino, sin hacer alusión alguna a la información que a dicha fecha había sido levantada por mi representada, y presentada en sede sectorial.

Lo anterior, podría deberse precisamente a que en virtud de la información periódica que es presentada en sede sectorial respecto al CES que es objeto de este proceso sancionatorio, se ha dado cuenta de que **estos han mantenido su condición aeróbica, independiente de haber aumentado la producción en los respectivos ciclos productivos, más allá de lo aprobado ambientalmente.**

De lo anterior da cuenta la respectivas INFA's individualizadas en la Tabla N°5 de la Res. Ex. N°1, en que se observa que durante todos los ciclos productivos en los distintos CES que son objeto de la FDC, el principal parámetro observado, oxígeno disuelto en columna de agua (O₂) se mantuvo dentro de parámetros estables, y no tuvo mayores variaciones a lo largo de los ciclos en cuanto iba aumentando la producción. En este sentido, el principal indicador para descartar un cambio sustantivo que a su vez podría incidir en otros componentes asociados al ecosistema marino, se mantuvo estable, pese al aumento productivo, dando cuenta así, **que las condiciones del oxígeno disuelto en la columna de agua no se comportaron de forma diferente a aquellas condiciones históricas en los lugares donde se ubican los CES.**

A su vez, cabe señalar que, en el Informe de Efectos presentado en el proceso, se analiza técnicamente toda la información que fuera proporcionada por mi Australis para evaluar si a partir de la sobreproducción en los respectivos ciclos productivos se generaron o no efectos ambientales en el ecosistema. De esta forma, es posible observar que las infracciones imputadas no generaron una alteración material en la condición de los distintos componentes asociados al ecosistema marino, en los períodos asociados a los respectivos ciclos productivos, ya que no se generó una afectación material en el bentos submareal, macrofauna bentónica, recursos hidrobiológicos, ni alteración en la propia calidad de la columna de agua.

Bajo esta lógica, **no existe antecedente alguno que permita sostener que los hechos materia del proceso generaron una afectación directa a algún componente asociado al ecosistema marino, en relación a los objetos de protección de la RNK.** Por otra parte, toca analizar si las infracciones imputadas constituyeron o no un riesgo para los objetivos de conservación de la RNK. Respecto al concepto de riesgo a utilizar, la SMA en la Guía para la determinación de sanciones, utiliza un concepto acuñado por el Servicio de Evaluación Ambiental (en adelante, “SEA”), entendiendo por este como la “capacidad intrínseca de una sustancia, agente, objeto o situación de causar un efecto adverso sobre un receptor.”¹⁴ El propio SEA, a través del Instructivo “Impacto ambiental y riesgo en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental”¹⁵ estima que:

“[...] la palabra “riesgo” se identifica con el “peligro”, tal como lo hace la RAE, y en algunos pasajes precisos, el concepto “riesgo” se asocia de manera implícita a las consecuencias potencialmente negativas derivadas de un “peligro” y del grado de exposición o “vulnerabilidad””¹⁶

En este sentido, es posible constatar que la sobreproducción no generó riesgo o peligro alguno respecto a los objetivos de conservación de la RNK, toda vez que los potenciales efectos que se podrían haber generado en virtud de la sobreproducción **no tienen la capacidad de afectar los bosques que se ubican en el área terrestre cercana al CES que es objeto del presente proceso sancionatorio.** En este sentido, las infracciones imputadas no tuvieron la potencialidad, entendida como la generación de un peligro, de afectar las especies que fueran resguardadas por el legislador mediante el Decreto N°9.

¹⁴ Servicio de Evaluación Ambiental. 2012. “Guía de evaluación de impacto ambiental, riesgo para la salud de la población”.

¹⁵ OF. ORD. D.E.: N°180972/2018.

¹⁶ Instructivo “Impacto ambiental y riesgo en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental”, p.6.

Por todo lo señalado, solicitamos que se descarte la aplicación de la causal contenida en el literal h) del artículo 40 de la LO-SMA, para efectos de la determinación de la sanción en el presente proceso sancionatorio.

9. Todo otro criterio que, a juicio fundado de la Superintendencia, sea relevante para la determinación de la sanción (Art. 40 letra i) LO-SMA)

A continuación, de acuerdo lo dispuesto en el numeral 3.1.9. de la Guía de Bases, la Superintendencia sin ser taxativa, enumera ciertos criterios que ha considerado relevante tener en cuenta al momento de la determinación de la sanción. A tal efecto, revisaremos si concurren o no estos criterios adicionales a aquellos enumerados en el artículo 40 de la LO-SMA.

9.1. Cooperación en la investigación y/o procedimiento:

Como un primer criterio a considerar por parte de esta SMA al momento de la determinación de la sanción que será determinada en la resolución de término, es pertinente reiterar que este procedimiento sancionatorio se origina en virtud de una la **Autodenuncia** presentada por Australis con fecha 27 de octubre de 2022, a la luz de lo dispuesto en el artículo 41 de la LOS-SMA.

Por medio de la Autodenuncia se entregó toda la información de la que disponía Australis relativa a los hechos, que en los distintos CES individualizados, podrían dar lugar a constituir infracciones ambientales.

Esta circunstancia es un elemento diferenciador respecto de la regla general en que los procesos sancionatorios inician por denuncia y/o como resultado de un proceso de fiscalización de la SMA, existiendo una actitud propositiva por parte del Titular en orden a retornar al cumplimiento normativo, cooperando de esta manera con la Autoridad en orden a conseguir dicho fin.

La Autodenuncia tiene una magnitud sin precedentes en la historia del derecho administrativo sancionador, alcanzando un total de 33 unidades fiscalizables o CES autodenunciados, respecto de un total de 49 ciclos productivos. Es decir, esto versa en una gran escala de Unidades Fiscalizables, con el consecuente valor agregado en cuanto al uso eficaz de recursos fiscales para labores de fiscalización.

Para efectos de tener un orden de magnitud, los CES materia de la Autodenuncia, sumados a los demás CES en otros procedimientos en curso a la fecha de presentación de la misma, alcanzan un total de 38 unidades fiscalizables, lo que significa un 85% de los CES productivos de la Compañía.

De forma posterior a la presentación de la Autodenuncia, la SMA dictó la Resolución Exenta N°2145, de 6 de diciembre de 2022, mediante la cual requirió información complementaria de forma previa a proveer la autodenuncia. Este requerimiento de información fue debidamente respondido oportunamente por Australis con fecha 26 de diciembre de 2022, entregando nuevamente toda la información actualizada que fuera requerida por esta Superintendencia, dando cuenta de una permanente actitud de cooperación eficaz con la autoridad para la determinación y esclarecimiento de los hechos.

Esta cooperación es considerada, desarrollada y calificada por la propia SMA al momento de admitir a trámite la autodenuncia, a través de la Resolución Exenta N°421, de 7 de marzo de 2023 (en adelante, “Res. Ex. N°421”). En esta resolución, en lo que respecta a la entrega de información realizada por mi representada, y la calidad y suficiencia de esta para la SMA estima que “[...] la empresa ha entregado una descripción satisfactoria del hecho autodenunciado, cumpliendo con un estándar de información conforme con esta etapa [...] lo mismo respecto de los antecedentes aportados que fundarían el hecho infraccional;”²³[énfasis agregado]

En el mismo sentido, la SMA determinó en el considerando 22 de la resolución que admite a trámite la Autodenuncia, que mi representada entregó información asociada a los potenciales efectos relacionados a los hechos autodenunciados, así también como antecedentes que respalden el análisis de efectos.

Adicionalmente, superada la fase investigativa, es decir en el proceso sancionatorio mismo, Australis ha entregado toda la información necesaria que ha sido solicitada por esta Superintendencia. En estos términos, mi representada presentó un PDC acompañado de un Informe de Efectos con toda la información necesaria para que se realizaran los respectivos análisis sobre si se generaron o no efectos asociados a las infracciones imputadas. Este Informe fue posteriormente actualizado a la luz de las observaciones realizadas por esta Superintendencia a través de las posteriores versiones del PDC.

De esta forma, la información que ha sido proporcionada por mi representada de forma previa y a lo largo del proceso sancionatorio, ha sido útil y oportuna para el esclarecimiento de los hechos imputados, sus circunstancias y/o efectos. Es útil, por una parte, porque ha permitido a esta SMA esclarecer los hechos que dan lugar a las infracciones, entregando la información fidedigna y necesaria para estos efectos. Y ha sido oportuna, porque ha permitido desde un principio poner en conocimiento a esta SMA de los hechos y sus circunstancias, y posteriormente se ha dado pronta respuesta a toda la información que ha sido requerida por la SMA.

Sumado a lo anterior, y en razón de lo entendido por la propia SMA en la Guía de Bases, **es preciso señalar que desde un principio mi representada se ha allanado a la existencia de las infracciones**, y no las ha controvertido, sino por el contrario fue mi representada quien puso en conocimiento de esta SMA la concurrencia de estas.

De acuerdo a los antecedentes presentados, y atendiendo los propios criterios introducidos por esta Superintendencia, **se deberá tener especialmente en cuenta al momento de determinar la sanción aplicable, la concurrencia de la colaboración eficaz que ha tenido en todo momento mi representada, tanto de forma previa al inicio del proceso investigativo, durante el proceso investigativo, así también como en el desarrollo del procedimiento sancionatorio.**

9.2. Adopción de medidas correctivas:

Otro criterio relevante que la SMA considera para efectos de la determinación de la sanción, corresponde a si el presunto infractor ha adoptado acciones concretas para corregir los hechos constitutivos de infracción y eliminar o reducir los potenciales efectos.

En relación a esta circunstancia, es pertinente señalar que Australis, mediante su actual administración ha adoptado acciones desde que tomó conocimiento de los hechos tomó acciones concretas con el objeto de cesar las infracciones relacionadas a la sobreproducción. De estas acciones se dio cuenta en la autodenuncia presentada con fecha 27 de octubre de 2022, y fue recogida por esta propia SMA a través de la Res. Ex. N°421.

Para el cese de la infracción presentada en la Autodenuncia, admitida mediante Res. Ex. N°421, de 7 de marzo de 2023, Australis implementó un Ajuste Global de Producción que se estructura sobre dos ejes. El primer eje consiste en cumplir con el límite de producción aprobado ambientalmente, como resultado del cual, antes de la admisión de la Autodenuncia no existían (ni han existido desde entonces) CES con sobreproducción en Australis. El segundo eje consiste en compensar la totalidad de la sobreproducción autodenunciada, sin poner en riesgo la continuidad de Australis, por medio de una propuesta de compensación seria y responsable.

En concreto, para los CES cuya cosecha no había finalizado, se implementaron cosechas tempranas, para evitar o reducir la sobreproducción del ciclo en curso. Esta acción fue ejecutada desde junio de 2022 a enero de 2023 con la cosecha del último CES con sobreproducción en la empresa.

De forma complementaria, con el objeto de controlar el aumento de la biomasa en agua, el ajuste global de producción de la Compañía contemplaba modificar el régimen de alimentación de los peces en los CES y ciclos que se encontraban con una sobreproducción en esa fecha. Esta acción fue ejecutada desde agosto de 2022 hasta marzo de 2023.

Finalmente, para el caso de los CES con cosecha finalizada, el Ajuste Global de Producción de la Compañía considera ajustar la planificación de las futuras siembras, en conjunto con la producción, para asegurar cumplimiento con los límites de volumen producidos por ciclo de cultivo impuestos en las autorizaciones ambientales vigentes y poder compensar los excesos, conforme al estándar exigido por la SMA para retornar al estado de cumplimiento, conforme a los precedentes de la SMA en esta materia.

En este sentido, resultado del Plan de Ajuste Global de producción, se contempla una reducción operacional global de 98.982 toneladas, superior a las toneladas Autodenunciadas y contenidas en las Formulaciones de Cargos que le sucedieron.

Tabla 7. Reducciones de producción de CES AD ejecutadas, activas y por ejecutar

Ítem	Ton
AD – Formulación de Cargos	81.540
Reducción de producción “activa” en CES AD (hasta junio 2025)	48.999
Saldos operativos CES AD-Oct-2022 – Dic-2024	13.649
Reducción por ejecutar (desde julio 2025), según propuesta actual	36.334
Total reducción	98.982

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar de la tabla anterior, las reducciones de producción en CES Autodenunciados con cosechas desde octubre de 2022, fecha de implementación del Ajuste Global de Producción, a junio de 2025 se habrán compensado un total de **62.648** ton, estando a la fecha dichas toneladas irreversiblemente ejecutadas (en cuanto a esta fecha no es posible operar esos CES). Por su parte, en virtud del ajuste de la propuesta global de reducción de producción, quedarían **36.334** ton de reducción de producción por ejecutar desde julio de 2025. Por tanto, sumados ambos valores, la propuesta actual considera 98.982 ton de reducción de producción en los CES Autodenunciados, esto es, un 21% adicional a las toneladas de sobreproducción contenidas en las Formulaciones de Cargos.

A mayor abundamiento, el costo total de los PdC presentados alcanza aproximadamente 64.285.000.000 pesos, promediando un estimado de 1.948 millones de pesos por PdC (dependiendo del número de CES y de ciclos, y considerando la desacumulación realizada por la Superintendencia).

En el caso del CES Córdova 5, al mismo tiempo, como parte de la propuesta de PdC presentada, rechazada por Res. Ex. 1, se encuentra implementado un “Procedimiento de aseguramiento de Cumplimiento del límite de producción en el CES Córdova 5”, capacitaciones vinculadas al

procedimiento antes mencionado, y el esquema de reducción de producción propuesto se encuentra ejecutado en 2.479 toneladas en los CES Córdova y Córdova 5, hasta antes del mes de junio de 2025.

De esta forma, Australis ha adoptado acciones correctivas importantes para el retorno al cumplimiento. Por lo tanto, la concurrencia de la circunstancia **descrita deberá ser tomada especialmente en cuenta para efectos de la determinación de la sanción**.

9.3. Autodenuncia:

La Superintendencia establece en la Guía de Bases que: “[...] resulta importante considerar a su favor el hecho de haber presentado una autodenuncia en aquellos casos en que esta no fue aprobada o, siendo aprobada, no se presentó o aprobó el PDC respecto de ella.”²⁵

En el caso que nos convoca cabe señalar que, mi representada, ante la decisión de la SMA de formular cargos presentó un PDC, sin embargo, este fue rechazado a través de la Res. Ex. N°1/Rol A-016-2023, razón por la cual se presentan estos descargos. Pues bien, **la génesis de este proceso sancionatorio es la autodenuncia ingresada por mi representada con fecha 27 de octubre de 2022, y declarada admisible por esta SMA a través de la Res. Ex. N°421, de 7 de marzo de 2023.**

Por lo tanto, la presentación de la autodenuncia como antecedente del proceso sancionatorio en curso deberá ser tenido en cuenta como un factor importante de disminución de la sanción, a fin de beneficiar a mi representada en razón de la actitud que tuvo y ha mantenido desde el momento en que toma conocimiento de los hechos infraccionales.

Pues bien, a modo de resumen, y en razón de las “otras circunstancias” que deben ser tenidas en cuenta para la determinación de la sanción, es preciso observar que uno de los objetivos de la potestad sancionatoria que posee esta Superintendencia ya ha sido cumplido, esto es, la utilización de la sanción como una forma de asegurar la corrección del comportamiento del infractor, desincentivándolo a cometer nuevas infracciones (prevención especial).

Lo anterior está plenamente acreditado en el marco del procedimiento sancionatorio a través de la concurrencia de las tres últimas circunstancias antes desarrolladas, esto es **la cooperación eficaz en la investigación y procedimiento, la adopción inmediata de medidas correctivas, y la presentación inicial de una autodenuncia**. Todo esto da cuenta de la voluntad de Australis de retornar al cumplimiento ambiental, poniendo en conocimiento de la autoridad los potenciales hechos infraccionales, ejecutando las medidas necesarias para corregir estos hechos infraccionales, y aportando toda la información necesaria en las diferentes instancias que permitieron a esta SMA contar con todos los antecedentes necesarios para determinar las acciones a seguir.

Es por lo anterior, que para efectos de la sanción que sea impuesta a mi representada mediante el Dictamen sancionatorio, **se deberá considerar especialmente la conducta colaborativa, antes y durante el proceso sancionatorio, que finalmente dan cuenta de que mi representada, en su administración actual, desde que tomó conocimiento de los hechos y a futuro, pretende cumplir con la legislación ambiental y sectorial aplicable, y en particular con las cantidades máximas de producción autorizadas a través de las respectivas RCA.**

IV. CONCLUSIONES

De este modo, en atención a lo expuesto en los presentes descargos, es posible concluir:

- a) En cuanto al cargo imputado neo concurre el elemento de gravedad para configurar la infracción grave del artículo 36 N°2 letra e) de la LO-SMA, por concepto de incumplimiento grave de medida.

- b) Además, no concurren circunstancias agravantes de responsabilidad para efectos de establecer una potencial sanción, conforme a las reglas establecidas en el artículo 40 de la LO-SMA.
- c) **En cuanto a la circunstancia de la letra a),** los hechos materia de los descargos no han generado un daño o peligro a componentes ambientales ni de otro tipo. Los efectos asociados a la infracción fueron acotados en el tiempo y acotados en el espacio, sin tener consecuencias acumulativas, tal como es presentado en los informes de efectos acompañados en el expediente.
- d) **En cuanto a la circunstancia de la letra c),** todo potencial beneficio económico asociado a la infracción ha sido capturado por las acciones ejecutadas y en ejecución por el Titular, destinadas a hacerse cargo de la sobreproducción de los CES de la Compañía, incluyendo el CES Córdova 5 materia de estos descargos.
- e) **En cuanto a la circunstancia de la letra d),** la administración actual de Australis, con toma de control efectivo desde junio de 2022, asumió funciones con posterioridad al término de los ciclos materia de estos descargos y, seguidamente, implemento el Ajuste Global de Producción para hacerse cargo de la sobreproducción, sin que pueda atribuirse participación ni intencionalidad en la comisión de los hechos.
- f) **En cuanto a la circunstancia de la letra f),** la situación económica y financiera de Australis se ha visto mermada sustancialmente, con motivo del Ajuste Global de Producción adoptado por la administración actual para hacerse cargo de la sobreproducción.
- g) **En cuanto a la circunstancia de la letra h),** los hechos materia de estos descargos, en base a los antecedentes del Procedimiento Sancionatorio, no han causado detrimento material a la Reserva Nacional Kawésqar ni han vulnerado sus objetos de protección.

Por último, **en cuanto a la circunstancia de la letra i):**

- Australis puso en conocimiento a la Superintendencia de los hechos infraccionarios en análisis por medio de una Autodenuncia integral;
- La Compañía colaboró y sigue colaborando sustancialmente en la investigación que comprende este Procedimiento Sancionatorio;
- El Titular ha propuesto y presentado medidas correctivas, incluso con anterioridad a que esta Autodenuncia fuere acogida y previo a que se dictaren las Formulaciones de Cargos respectivas.

V. PETICIONES CONCRETAS

Que, en razón de las consideraciones antes expuestas, se solicita a esta Superintendencia:

- (a) Tener por presentados, dentro de plazo, los descargos de mi representada relativos a la infracción imputada en la Res. Ex. N° 9/Rol N°A-016-2023 de la Superintendencia del Medio Ambiente.
- (b) En razón de las consideraciones de hecho y de derecho que se exponen en el cuerpo de este escrito se solicita respetuosamente a esta Superintendencia aplicar la mínima sanción que en derecho corresponda, en atención a las consideraciones de hecho y de derecho sostenidas en el cuerpo de esta presentación.

PRIMER OTROSÍ: Se solicita a esta Superintendencia que, en virtud de lo establecido por el artículo 50 de la LO-SMA, se de inicio a un término probatorio que permita acompañar los antecedentes técnicos pertinentes y conducentes con lo desarrollado en los descargos contenidos en lo principal de este escrito.

Lo anterior, sin perjuicio de los derechos que les corresponden a todas las personas en sus relaciones con la Administración del Estado, particularmente aquella escrita en el artículo 17 letra g) de la Ley N° 19.880, esto es, “Formular alegaciones y aportar documentos en cualquier fase del procedimiento anterior al trámite de audiencia, que deberán ser tenidos en cuenta por el órgano competente al redactar la propuesta de resolución”.

SEGUNDO OTROSÍ: Se hace presente que Australis Mar S.A. hará uso de los medios de prueba que franquea la ley durante la instrucción de este procedimiento sancionatorio, de modo de acreditar los hechos en los cuales fundamenta sus descargos. Estos medios de prueba buscarán acreditar las circunstancias objetivas de los supuestos de hecho de este procedimiento y las circunstancias subjetivas que configuran las circunstancias alegadas, correspondientes principalmente a informes elaborados por expertos en las materias relevantes asociadas a los cargos imputados al CES Córdova 5

Los antecedentes señalados son fundamentales para la defensa de mi representada, pues permitirán acreditar las alegaciones formuladas en los presentes descargos.

TERCER OTROSÍ: Se solicita tener por acompañado el documento “*Informe Análisis De Probables Efectos Ambientales En CES Córdova 5 A-016-2023*” elaborado por la consultora Ecotecnos en agosto de 2024 (en adjunto) ya que por error la versión cargada en el Anexo 11. del Programa de Cumplimiento Refundido presentada en agosto de 2024, correspondía a una versión no actualizada del informe, que no contenía todos ítems referenciados en el Programa de Cumplimiento presentado.

JOSE LUIS
FUENZALIDA
RODRIGUEZ



Firmado digitalmente por JOSE
LUIS FUENZALIDA RODRIGUEZ
Fecha: 2025.02.06 21:15:38 -03'00'

José Luis Fuenzalida Rodríguez
Australis Mar S.A.

**ANÁLISIS DE
PROBABLES EFECTOS
AMBIENTALES EN CES
CÓRDOVA 5
A-016-2023**

Australis Mar S.A.

**Región de Magallanes y
la Antártica Chilena**

- Agosto, 2024 -



**ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS
AMBIENTALES CES CÓRDOVA 5
Australis Mar S.A.**

Solicitado Por:



Casa Central
Decher Nro. 161,
Puerto Varas, Chile

Preparado Por:



Casa Matriz
Limache 3405, Of. 31-33,
Edificio Reitz de las Empresas
El Salto, Viña Del Mar - Chile
Teléfono 56 32 2189200
info@ecotecnos.cl

Rev.	Fecha	Propósito de la emisión	Por	Rev.	Apr.
B	03-10-2023	Revisión Interna	M. Quezada	M. Quezada	H. Díaz
O	07-08-2024	Revisión Interna	K. Marshall	P. Monreal	M. Quezada


ecotecnos.
CONSULTORES AMBIENTALES

B: Emitido para revisión interna.

A: Emitido para aprobación del cliente.

O: Aprobado.



Profesionales Responsables

Ecotecnos S.A.

Jefe de Proyecto

PhD. Ing. Sr. Matías Quezada

Jefe del Departamento de Oceanografía
Física y Modelamiento Matemático
Doctor en Ciencias de la Ingeniería,
Mención Fluidodinámica
Ingeniero Civil Oceánico

Revisor

Dr. Humberto Díaz

Biólogo Marino
Dr. Ingeniería Química

Equipo Profesional

Ing. Pia Monreal Donoso

Ingeniero Civil Oceánico
Magíster en Oceanografía Física ©

Keitell Marshall

Ingeniero Civil Oceánico (e)



ECOTECNOS S.A.

Limache 3405, Of. 31-33,
Edificio Reitz de las Empresas,
El Salto, Viña Del Mar – Chile.

El presente informe fue elaborado por ECOTECNOS S.A. a requerimiento de la empresa Australis Mar S.A., por lo que este documento solamente puede ser utilizado y divulgado con la autorización expresa de sus propietarios, quedando terminantemente prohibido el uso y divulgación, de todo o parte, del referido documento, en cualquiera de sus formas. La información de este documento se encuentra protegida, entre otras normas, por la Ley N° 17.336 sobre Propiedad Intelectual, publicada en el Diario Oficial N° 27.761, de 2 de octubre de 1970.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	5
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	13
2	DOCUMENTOS REVISADOS	13
3	AUTODENUNCIA, CARGOS FORMULADOS Y NORMATIVA ASOCIADA	13
4	EVIDENCIAS DE LOS CARGOS AUTODENUNCIADOS	16
5	EFEKTOS PREVISTOS POR EXCEDENCIA DE LA PRODUCCIÓN MÁXIMA DE BIOMASA PERMITIDA EN EL MEDIO MARINO.....	16
6	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN AMBIENTAL.....	19
6.1	CICLO: 2019 - 2021.....	19
	Oxígeno disuelto en la columna de agua	19
	Análisis espectral del oxígeno disuelto.....	27
	Uso de antibióticos	30
	Uso de alimento adicional	31
	Presencia de FAN	31
	Mortalidades	33
	INFA 34	
7	NUTRIENTES	35
8	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN AMBIENTAL COMPLEMENTARIA	52
8.1	SEDIMENTOS	53
8.1.1	Comportamiento con sobreproducción	53
8.1.2	Comportamiento con RCA	57
8.1.3	Comparación de comportamientos	60
8.2	BENTOS SUBMAREAL	62
8.2.1	Sección Antecedentes Biológicos y Químicos	62
8.2.2	Análisis Ambiental	62
8.3	COLUMNA DE AGUA	70
8.3.1	Antecedentes Bibliográficos de Nutrientes en Agua de Mar	70
8.3.2	Aspectos Generales	71
8.3.3	Antecedentes del Centro	73
8.3.4	Formulación Matemática	76
8.3.5	Resultados de Nutrientes en Columna de Agua con Sobreproducción	79
8.3.6	Resultados de Nutrientes en Columna de Agua con RCA	85
8.3.7	Comparación de resultados de manera gráfica y discusiones	92
8.4	ANTIBIÓTICOS Y ANTIPARASITARIOS	95
9	CONCLUSIONES	96
9.1	RESPECTO AL CICLO: 2019 – 2021	96

	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	6
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

9.2 RESPECTO DEL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN AMBIENTAL COMPLEMENTARIA.....	97
10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3.1: CES, ciclos productivos y producciones de la presente Autodenuncia	14
Tabla 3.2: Toneladas sobreproducididas según SIFA, por plantas de proceso y mortalidad (ciclo 2019-2021)	15
Tabla 6.1: Profundidades máximas por estación de INFA	25
Tabla 6.2: Resumen del aporte energético de las forzantes principales detectadas en el espectro.....	30
Tabla 6.3: Presencia de microalgas consideradas “Nociva” en las aguas marinas circundantes al CES Córdova 5 en el ciclo 2019-2021. Estrato 0,5, 5, 10 y 15 m.....	32
Tabla 7.1: Resultados del monitoreo ASC de 03/03/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Marzo de 2020.	37
Tabla 7.2: Resultados del monitoreo ASC de 23/04/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Abril de 2020.	37
Tabla 7.3: Resultados del monitoreo ASC de 07/05/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Mayo de 2020.....	38
Tabla 7.4: Resultados del monitoreo ASC de 30/06/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Junio de 2020.....	38
Tabla 7.5: Resultados del monitoreo ASC de 31/07/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Julio de 2020.....	39
Tabla 7.6: Resultados del monitoreo ASC de 30/08/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Agosto de 2020.	39
Tabla 7.7: Resultados del monitoreo ASC de 28/09/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Septiembre de 2020.	40

	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	7

Tabla 7.8: Resultados del monitoreo ASC de 31/10/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Octubre de 2020.....	40
Tabla 7.9: Resultados del monitoreo ASC de 16/11/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Noviembre de 2020.....	41
Tabla 7.10: Resultados del monitoreo ASC de 13/12/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Diciembre de 2020.....	41
Tabla 7.11: Resultados del monitoreo ASC de 03/01/2021. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Enero de 2021.....	42
Tabla 7.12: Resultados del monitoreo ASC de 05/02/2021. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Febrero de 2021.....	42
Tabla 7.13: Resultados del monitoreo ASC de 31/03/2021. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Marzo de 2021.....	43
Tabla 7.14: Resultados del monitoreo ASC de 30/04/2021. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Abril de 2021.....	43
Tabla 7.15: Resultados del monitoreo ASC de 19/05/2021. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Mayo de 2021.....	44
Tabla 7.16: Resultados del monitoreo ASC de 30/06/2021. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Junio de 2021.....	44
Tabla 7.17: Valores de referencia de las concentraciones de fosfato y nitrato en zonas de la Región de Magallanes.....	45
Tabla 7.18: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 03/03/2020.....	47
Tabla 7.19: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 23/04/2020.....	47
Tabla 7.20: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 07/05/2020.....	47

	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	8

Tabla 7.21: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 30/06/2020	47
Tabla 7.22: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 31/07/2020	48
Tabla 7.23: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 30/08/2020	48
Tabla 7.24: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 28/09/2020	48
Tabla 7.25: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 31/10/2020	48
Tabla 7.26: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 16/11/2020	49
Tabla 7.27: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 13/12/2020	49
Tabla 7.28: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 03/01/2021	49
Tabla 7.29: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 05/02/2021	49
Tabla 7.30: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 31/03/2021	50
Tabla 7.31: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 30/04/2021	50
Tabla 7.32: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 19/05/2021	50
Tabla 7.33: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 30/06/2021	50
Tabla 8.1: Estimación de tiempos necesarios para disminuir el flujo de carbono depositado hasta 1 gC/m ² /día para el ciclo 2019.....	56
Tabla 8.2: Estimación de tiempos necesarios para disminuir el flujo de carbono depositado hasta 1 gC/m ² /día, para el escenario RCA.....	60
Tabla 8.3: Comparación de los resultados de los escenarios modelados.....	61
Tabla 8.4: Detalle de las especies identificadas en los sedimentos submareales de CES Córdova 5 y sus abundancias (Nº ind. / Transecta). CPS.....	63

	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	9
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 8.5: Índice de Simpson e índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') calculados para todas las transectas submareales en la CPS del CES Córdova 5.	63
Tabla 8.6: Detalle de las especies de aves y mamíferos identificados en el CES Córdova 5 en la CPS (2015).	66
Tabla 8.7: Cubierta bacteriana.	67
Tabla 8.8: Cubierta bacteriana. INFA 31/05/2021. Asociada al ciclo 2019-2021.	69
Tabla 8.9: Información productiva y operativa del ciclo 2019 – 2021....	74
Tabla 8.10: Cantidad de alimento a suministrar a los peces.	74
Tabla 8.11: Proyección de los tamaños promedio de los salmones durante el ciclo productivo.	75
Tabla 8.12: Calibre del alimento, según rango de pesos de los salmones.	75
Tabla 8.13: Cantidad (%) de nitrógeno y fósforo consumidos por los peces según los distintos calibres considerados por el titular del proyecto junto al promedio determinado entre ellos.	76
Tabla 8.14: Parámetros de entrada para el balance de masas.	78
Tabla 8.15: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 4.	79
Tabla 8.16: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 6.	80
Tabla 8.17: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 9.	81
Tabla 8.18: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 12.	82
Tabla 8.19: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua según el crecimiento y dieta efectiva suministrada.	83
Tabla 8.20: Concentraciones de nitrógeno y fósforo esperadas en el medio marino, debido a la alimentación suministrada durante el ciclo de crecimiento.	84
Tabla 8.21: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 4.	86
Tabla 8.22: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 6.	87
Tabla 8.23: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 9.	88

	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	10
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 8.24: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 12.....	89
Tabla 8.25: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua según el crecimiento y dieta efectiva suministrada.....	90
Tabla 8.26: Concentraciones de nitrógeno y fósforo esperadas en el medio marino, debido a la alimentación suministrada durante el ciclo de crecimiento.....	91

LISTADO DE FIGURAS

Figura 5.1: Esquema indicando los impactos y efectos ambientales producidos por desechos orgánicos producto del cultivo de organismos de alto nivel trófico.....	17
Figura 5.2: Flujo de nitrógeno (N) y fósforo (P) en términos porcentuales en un centro de cultivo de salmonídeos (con aporte exógeno de alimento). Se indica que el nitrógeno queda principalmente disuelto en la columna de agua en tanto el fósforo principalmente sedimenta al fondo. La cosecha remueve sólo un 23 al 25 % de los aportes de ambos nutrientes del ecosistema (modificado de Folke & Kautsky 1989).....	18
Figura 6.1: Ejemplo de presentación de los resultados estadísticos de las series de tiempo de oxígeno disuelto.....	20
Figura 6.2: Oxígeno disuelto en la columna de agua para Córdova 5 para el Ciclo 2019.	22
Figura 6.3: Series de tiempo de oxígeno disuelto a 5 metros de profundidad, para el ciclo 2019 – 2021.....	23
Figura 6.4: Serie de tiempo de oxígeno disuelto a 10 metros de profundidad, para el ciclo 2019 – 2021.....	23
Figura 6.5: Análisis estadístico del oxígeno disuelto en cada profundidad analizada, para el ciclo 2019 – 2021.....	24
Figura 6.6: Mediciones de oxígeno disuelto en INFA asociado al ciclo 2019 – 2021.....	25
Figura 6.7: Estaciones de muestreos entregados en la INFA asociadas al ciclo 2019 - 2021.	26
Figura 6.8: Espectro de oxígeno disuelto a 5 metros de profundidad, para el ciclo productivo comprendido entre el 2019 – 2021.....	28
Figura 6.9: Espectro de oxígeno disuelto a 10 metros de profundidad, para el ciclo productivo comprendido entre el 2019 – 2021.....	28

	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	11
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Figura 6.10: Aporte energético de cada frecuencia detectada en el espectro, (a) para 5 metros de profundidad y (b) para 10 metros de profundidad.	29
Figura 6.11: Uso de antibióticos y antiparasitarios, para el ciclo 2019 – 2021.....	30
Figura 6.12: Uso de alimentos adicional, para el ciclo 2019 – 2021.	31
Figura 6.13: Presencia de FAN a 0,5 m de profundidad, para el ciclo 2019 – 2021.	32
Figura 6.14: Presencia de FAN a 5 m de profundidad, para el ciclo 2019 – 2021.	33
Figura 6.15: Presencia de FAN a 10 m de profundidad, para el ciclo 2019 – 2021.	33
Figura 6.16: Presencia de FAN a 15 m de profundidad, para el ciclo 2019 – 2021.	33
Figura 6.17: Causas de mortalidad durante el ciclo productivo 2019 – 2021.....	34
Figura 7.1: Ubicación de las estaciones AZE y de control.	36
Figura 8.1: Rangos de % de cobertura respecto al área total sedimentada del ciclo 2019....	53
Figura 8.2: Zona de depositación de flujo diario de carbono obtenida por terceros mediante modelación NewDepomod, para el escenario con sobreproducción advertido durante el ciclo productivo 2019 – 2021.	54
Figura 8.3: Decaimiento del carbono orgánico depositado en los sedimentos.	56
Figura 8.4: Zona de depositación de flujo diario de carbono obtenida por terceros mediante modelación NewDepomod, para el escenario en cumplimiento de la RCA.	58
Figura 8.5: Decaimiento del carbono orgánico depositado en los sedimentos.	59
Figura 8.6: Comparación de los rangos de % de cobertura respecto al área total sedimentada.....	61
Figura 8.7: Monograma de correlación de múltiples escalas que tipifican el grado de impacto. Incluye escala de enriquecimiento orgánico basado en Eh y sulfuro totales, los procesos metabólicos dominantes de tipo aeróbico o anaeróbico y su relación con el ciclo del azufre, una categoría de riesgo según pH y un conjunto de índices bióticos. Resumen incluido en Hargrave <i>et al.</i> (2008). Datos obtenidos de Wildish <i>et al.</i> (2001) y Brooks (2001) y Brooks <i>et al.</i> (2003).....	65
Figura 8.8: Ubicación de las transectas.....	68
Figura 8.9: Porcentajes de cobertura bacteriana en total.	69
Figura 8.10: Flujo y destino de los nutrientes en un CES.....	73
Figura 8.11: Concentración de nitrógeno incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.	85
Figura 8.12: Concentración de fósforo incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.	85

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	12
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

- Figura 8.13: Concentración de nitrógeno incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones. 92
- Figura 8.14: Concentración de fósforo incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones. 92
- Figura 8.15: Concentración de nitrógeno incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones. 94
- Figura 8.16: Concentración de fósforo incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones. 94

	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	13
	Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.		

1 INTRODUCCIÓN

En el marco procedimiento sancionatorio **Rol A-016-2023**, instruido por la Superintendencia de Medio Ambiente (“**SMA**”) en contra de Australis Mar S.A. (“**el Titular**”) se encargó a la consultora EcoTecnos S.A. la realización de un Informe Técnico que se pronuncie sobre la posible existencia de efectos ambientales negativos derivados de los hechos materia de la formulación de cargos contenida en la Resolución Exenta N°1/ROL A-016-2023 (“en adelante e indistintamente “**Formulación de Cargos**”), para la presentación de un Programa de Cumplimiento (“**PdC**”). Este PdC fue objeto de observaciones por parte de la SMA por medio de la Resolución Exenta N°3/ROL A-016-2023, de fecha 03 de agosto de 2023. Asimismo, fue objeto de nuevas observaciones mediante la Resolución Exenta N°6/ ROL A-016-2023, de fecha 8 de julio de 2024.

2 DOCUMENTOS REVISADOS

Las observaciones y comentarios que a continuación se efectúan, se basan en la revisión de los siguientes documentos:

- a. *Autodenuncia Australis Mar S.A., titular de CES Córdova 5, Estero Córdova al Sur de Caleta Baker Isla Desolación Pert 207121253.*
- b. *Resolución Exenta N°1/Rol A-016-2023, SMA, que formula cargos que indica a Australis Mar S.A., Titular del Centro de Engorda de Salmones Córdova 5 (RNA 120217), integrante de la Agrupación de Concesiones de Salmónidos N°52, de 17 de abril de 2023*
- c. *Estadísticas de alimentos, antibióticos, mortalidades y perfiles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad del CES Córdova 5 suministrados por Australis Mar S.A. Ciclo 2019-2021.*
- d. *Niveles de Nutrientes de la Columna de Agua Marina del CES provenientes de pruebas ASC.*
- e. *Bibliografía especializada, citada en el texto.*
- f. *Res. Ex. N°3/Rol A-016-2023 de la SMA de 03 de agosto de 2023.*
- g. *Res. Ex. N°6/Rol A-001-2023, de la SMA, de 8 de julio de 2024.*

3 AUTODENUNCIA, CARGOS FORMULADOS Y NORMATIVA ASOCIADA

El procedimiento sancionatorio Rol A-016-2023 tiene su origen en una Autodenuncia presentada por el Titular el 27 de octubre de 2022 (“**Autodenuncia**”). En la presentación, el Titular puso en conocimiento de la SMA la superación de la producción máxima autorizada en

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	14
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

uno o más ciclos productivos en 33 Centros de Engorda de Salmónidos (“**CES**”), en el periodo productivo comprendido entre 2018 y 2022. El detalle particular respecto del CES Córdova 5 se presenta en la Tabla 3.1. a continuación:

Tabla 3.1: CES, ciclos productivos y producciones de la presente Autodenuncia

Nº	Unidad fiscalizable/CES	Normativa que se estima infringida	Período del Ciclo productivo (fecha de Inicio o siembra a fecha de término de cosecha)	Producción (toneladas) ¹	Superación de las toneladas aprobadas ambientalmente
21	CES CORDOVA 5 (RNA 120217) ACUÍCOLA CORDILLERA	Considerando 4.1 de la RCA N°155/2015: “ <i>El proyecto corresponde a la instalación de un nuevo centro de cultivo de Salmónidos, con el objeto de producir 4320 toneladas, mediante la instalación de 24 balsas jaulas de 30x30x20 metros, en un área de 20 hectáreas. Para el tratamiento de las mortalidades se usará sistema de ensilaje.</i> ”	13/12/2019 a 4/7/2021	6.448	2.128

Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis

Respecto de este CES, en el Resuelvo I de la Formulación de Cargos, la SMA imputó al Titular, como cargo N°1 la siguiente infracción respecto de la Resolución de Calificación Ambiental (“**RCA**”) aplicable al CES Córdova 5.

- “*Superar la producción máxima autorizada en el CES Córdova 5 durante el Ciclo productivo ocurrido entre el 13 de diciembre de 2019 y el 4 de julio de 2021*”.

Por su parte en la siguiente Tabla 3.2 se identifica lo señalado por la SMA, en la Tabla N°4 de la página 7, de la Formulación de Cargos, respecto del ciclo 2019-2021.

¹ Valor incorpora mortalidad

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	15
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 3.2: Toneladas sobrereproducidas según SIFA, por plantas de proceso y mortalidad (ciclo 2019-2021)

Nº	Unidad Fiscalizable	Producción Autorizada RCA (ton)	Ciclo productivo autodenunciado	Exceso (ton) en base a sobreproducción SIFA	% de superación RCA
1	CES CÓRDOVA 5 (RNA 120217)	4.320	09/12/2019 a 13/07/2021	2.128	49%

Fuente: Tablas N°4, Res. Exenta N°1/ROL A-016-2023

Este hecho conlleva la infracción de la siguiente normativa:

RCA Nº 155/2015

Considerando 4.1.: “El proyecto corresponde a la instalación de un nuevo centro de cultivo de salmonídeos, con el objeto de producir 4.320 toneladas mediante la instalación de 24 balsas jaulas de 30x30x20m, en un área de 20 hectáreas. Para el tratamiento de las mortalidades se usará sistema de ensilaje”

Considerando 7.3. “Que, de acuerdo a los antecedentes que constan en el expediente de evaluación, la forma de cumplimiento de la normativa de carácter ambiental aplicable al Proyecto es la siguiente:

[...] Norma: D.S. MINECON 320/01 Reglamento Ambiental para la acuicultura y sus modificaciones.”

Esta infracción fue clasificada por la SMA como grave, en virtud del literal e) del numeral 2 del artículo 36 de la Ley Orgánica de la SMA (“LO-SMA”), que establece que constituyen infracciones graves los hechos, actos u omisiones que contravengan las disposiciones pertinentes y que alternativamente incumplan gravemente las medidas para eliminar o minimizar los efectos adversos del proyecto o actividad de acuerdo a lo previsto en la respectiva RCA, en atención a lo señalado en el considerando 24° y siguientes de la Formulación de Cargos.

Asimismo, e indistintamente, la infracción fue calificada como grave en virtud del literal i) del mismo numeral y artículo, en tanto se trata de hechos, actos u omisiones que contravengan las disposiciones pertinentes y que alternativamente se ejecuten al interior de áreas silvestres protegidas del estado, sin autorización, en atención a lo señalado en los considerandos 29 y siguientes de la Formulación de Cargos.

	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	16
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

4 EVIDENCIAS DE LOS CARGOS AUTODENUNCIADOS

Superar la producción máxima autorizada en el CES Córdova 5

- Durante el Ciclo productivo ocurrido entre el 13 de diciembre del 2019 y el 4 de julio del 2021

De acuerdo con la Res. Ex. N° 1/ROL A-016-2023, durante el ciclo 2019-2021, el CES Córdova 5, tuvo una sobreproducción total de 2.128 toneladas.

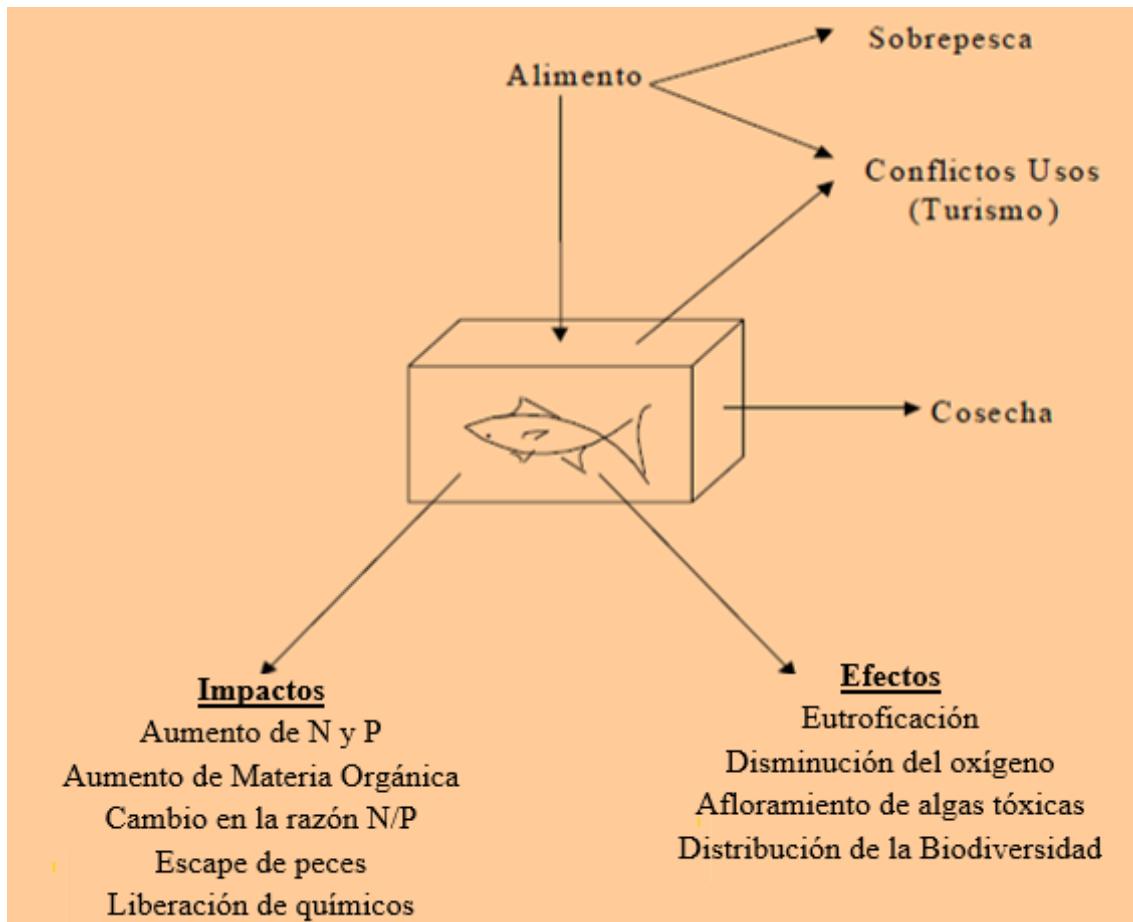
5 EFECTOS PREVISTOS POR EXCEDENCIA DE LA PRODUCCIÓN MÁXIMA DE BIOMASA PERMITIDA EN EL MEDIO MARINO

La SMA, en su Res. Ex. N° 1/ROL A-016-2023, señala una serie de efectos posibles debido al aumento de la biomasa de producción, que concuerdan con lo detallados por Buschmann (2001) en su documento “Impacto Ambiental de la Acuicultura el Estado de la Investigación en Chile y el Mundo”. Estos se resumen en la Figura 5.1.

En síntesis, de acuerdo a esta literatura, los efectos previstos más importantes son:

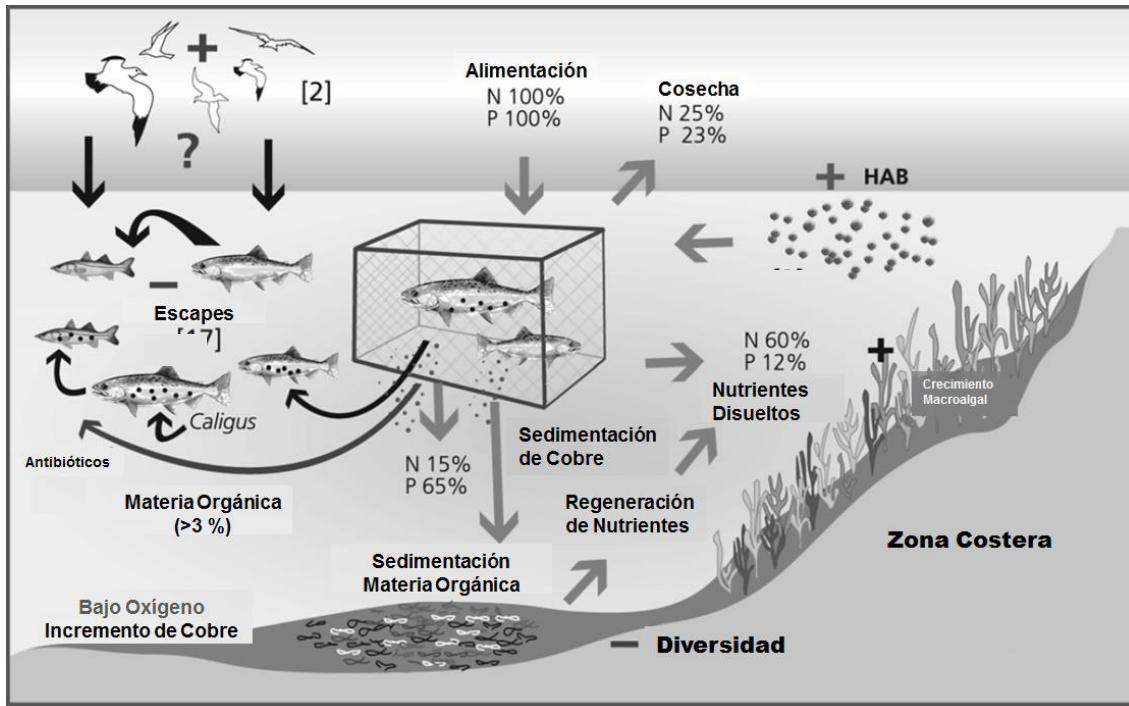
1. Aumento de la cantidad de alimentación para sustentar el exceso de biomasa producida. Esto llevaría a un aumento de alimento no consumido por los peces y aumento de los desechos de los peces, con el concomitante aumento de nutrientes en la columna de agua y en los sedimentos submareales que se encuentran bajo los centros de cultivo. Un detalle de ello se aprecia en la Figura 5.2.
2. Aumento del aporte de Materia Orgánica Total y Materia Inorgánica Total proveniente del alimento en exceso y de las fecas de los peces. El aumento de materia orgánica puede llevar a la eutrofización de los sedimentos y, cuando esta capacidad de carga es superada y no es posible degradar aeróbicamente esta materia orgánica, comienza a producir procesos de degradación anaeróbica, con la consecuente producción de ácido sulfídrico o sulfuro de hidrógeno (H_2S) y emisión de gases desde los sedimentos.
3. Propagación de enfermedades y disponibilidad de fármacos (antibióticos) en el medio. Frecuentemente, frente a un aumento de la biomasa de cultivo, pueden llegar a aparecer enfermedades oportunistas y con ello, bacteriosis que deben ser tratadas con antibióticos.
4. Se estima que un aumento de la biomasa de producción puede provocar una disminución de flujo de agua que pasa por el sistema de cultivo.

5. Aumento de la probabilidad de escape de peces al medio, con la consecuente depredación de ejemplares de fauna nativa.
6. Aumento de la probabilidad de aparición de especies de microrganismos nocivos, especialmente de Floraciones Algales Nocivas (FAN).



Fuente: Buschmann (2001).

Figura 5.1: Esquema indicando los impactos y efectos ambientales producidos por desechos orgánicos producto del cultivo de organismos de alto nivel trófico.



Fuente: Buschmann (2001).

Figura 5.2: Flujo de nitrógeno (N) y fósforo (P) en términos porcentuales en un centro de cultivo de salmonídeos (con aporte exógeno de alimento). Se indica que el nitrógeno queda principalmente disuelto en la columna de agua en tanto el fósforo principalmente sedimenta al fondo. La cosecha remueve sólo un 23 al 25 % de los aportes de ambos nutrientes del ecosistema (modificado de Folke & Kautsky 1989).

La información antes detallada permite desprender que para poder determinar si el aumento de la biomasa del CES Córdova 5 produjo algún efecto en el medio ambiente, es preciso contar con la siguiente información:

1. Datos de concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua.
2. Análisis de presencia de microalgas causantes de FAN.
3. Datos de concentración de nutrientes en la columna de agua: Nitratos (NO_3^-), nitritos (NO_2^-), amonio (NH_4^+) y fosfatos (PO_4^{3-}).
4. Datos de concentración de nutrientes en los sedimentos submareales: Nitratos (NO_3^-), nitritos (NO_2^-), amonio (NH_4^+) y fosfatos (PO_4^{3-}).
5. Información sobre presencia de burbujas de gas y/o cubierta de microorganismos en el sustrato (presencia de *Beggiatoa*).
6. Análisis de la mortalidad del CES y sus causas.
7. Estadística de aumento de alimentación.
8. Estadística de aumento de antibióticos.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	N° DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	19
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Debido a la clasificación del CES Córdova 5 Categorías 4 y 5 de acuerdo con Resolución Exenta N°3612-09, de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (“**SUBPESCA**”) Resolución Acompañante del Reglamento Ambiental para la Acuicultura, (en adelante, “**RAMA**”), no le corresponde efectuar el seguimiento a través de las INFA (Información Ambiental) de datos de nutrientes en aguas y/o sedimentos². Sí se cuenta con la información oxígeno disuelto y otros datos provenientes de fuentes de Australis para nutrientes en agua de mar.

Por tanto, descritos los posibles efectos y cómo podrían estos seguirse, se revisará a continuación la información entregada por el titular, su INFA y la serie de estadísticas inherentes a la producción con que cuenta. Esto para el ciclo 2019-2021.

6 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN AMBIENTAL

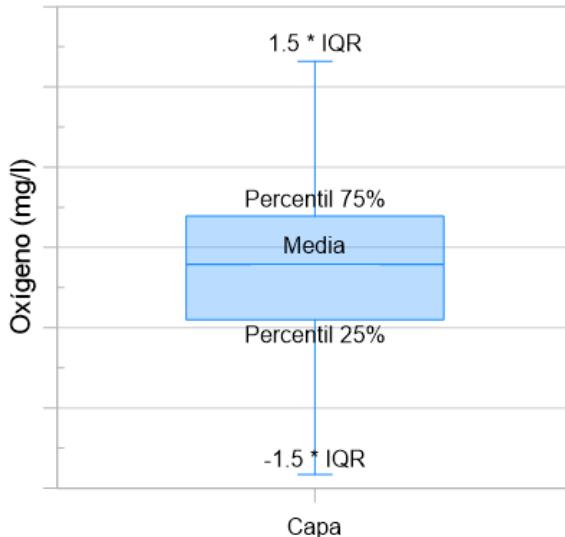
6.1 CICLO: 2019 - 2021

6.1.1 Oxígeno disuelto en la columna de agua

Para abordar las observaciones de la SMA contenidas en el considerando 41.3 de la Res. Ex. N°3/ROL A-016-2023, y profundizar los análisis del comportamiento del oxígeno disuelto se analizaron series de tiempo, las cuales se obtuvieron de las mediciones realizadas en los sensores ubicados en el módulo de cultivo y en el pontón. Dependiendo del ciclo y centro, estos fueron instalados por las empresas Innovex o InnovaSea. Cabe destacar que, los datos obtenidos pueden ser consultados en línea, en las plataformas de estos proveedores, las coordenadas de ubicación del sensor ubicado en los módulos de cultivo corresponden a 600.231 E y 4.104.716 S, Datum WGS84, Zona 18. Así, Para profundizar los análisis del comportamiento del oxígeno disuelto se analizaron las series de tiempo y se compararon con los límites sugeridos por Calderón (2019). Adicionalmente para cada una de las series de tiempo y capas de profundidad donde se registró, se elaboraron resúmenes estadísticos mediante boxplot (ver Figura 6.1) en el cual se indica la media, percentil 75% y 25%, así como los bordes definidos por el IQR (Rango intercuartílico) amplificado por un factor de 1.5 veces, tal como se ilustra en la Figura 6.1.

² No obstante, en el contexto de las certificaciones con que cuenta Australis para sus CES, se encuentra la de la “Aquaculture Stewardship Council” (Consejo de Gestión Responsable de la Acuicultura), conocida como ASC, que considera monitoreos de nutrientes durante cada ciclo de cultivo. Los resultados de los monitoreos de nutrientes efectuados para la obtención de la certificación ASC respecto del CES Córdova 5, se analiza en el numeral 7 de este informe.

	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	20
	Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.		



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 6.1: Ejemplo de presentación de los resultados estadísticos de las series de tiempo de oxígeno disuelto.

Se utilizó la capa a 5 metros para caracterizar la superficie, mientras que la ubicada a 10 metros se empleó para capturar información a la profundidad en la cual usualmente se encuentran los salmones desarrollando su ciclo de vida.

Adicionalmente, cabe indicar que dichas profundidades corresponden a aquellas consideradas por la Superintendencia del Medio Ambiente en la Resolución SMA Exenta N°2662, de 22 de diciembre de 2021³, que contiene la instrucción general para la implementación de un sistema de monitoreo continuo de centros de engorda de salmones, específicamente en su Resuelvo II, apartado 7.a:

"7. Obligación de informar en tiempo real parámetros de columna de agua

a) Indicadores

Los parámetros a informar en virtud de la presente Instrucción General, en tiempo real, serán los siguientes:

- (i) Oxígeno Disuelto en columna de agua (mgOD/L)*
- (ii) Salinidad (psu)*
- (iii) Temperatura (°C).*

Estos parámetros serán medidos inicialmente a 5 y 10 metros de profundidad de la columna de agua".

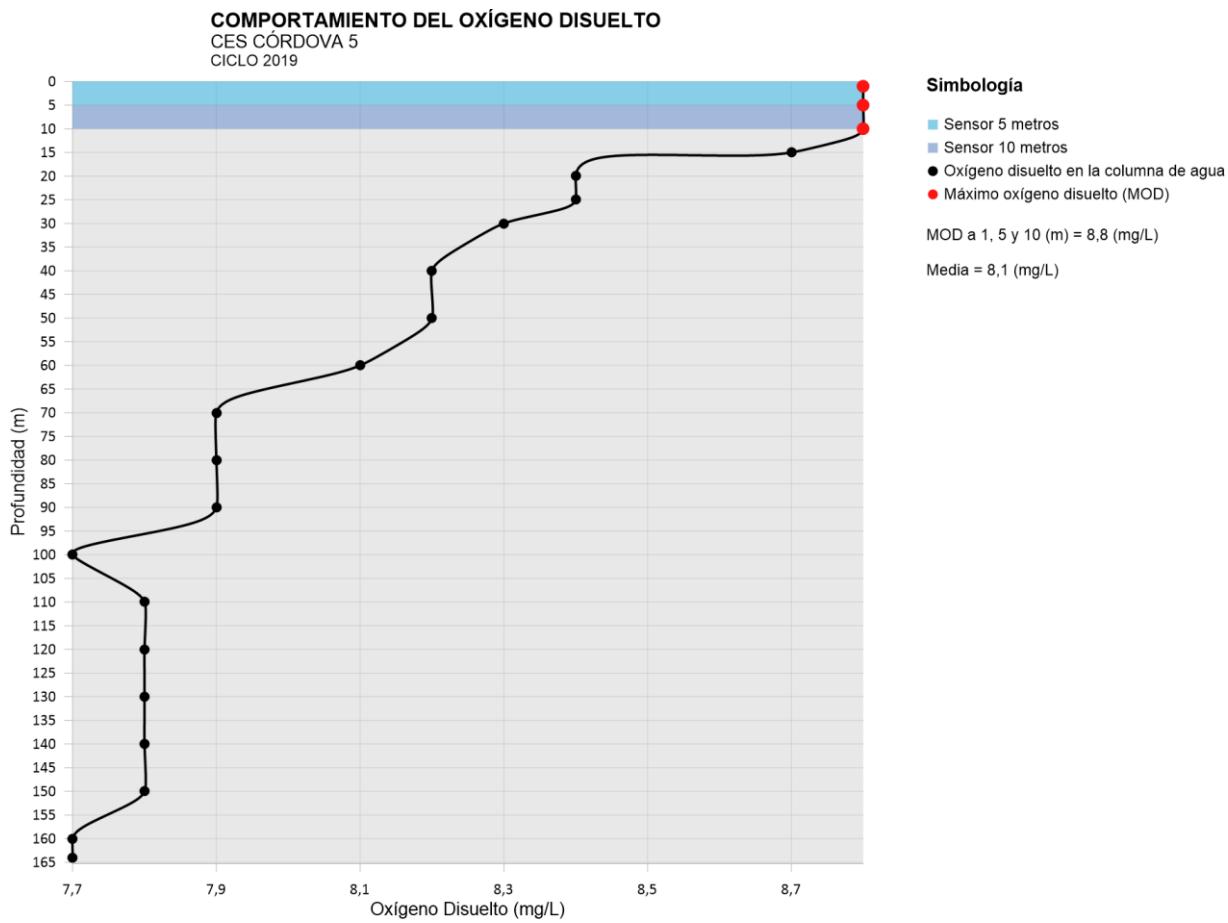
³ Es importante destacar que, si bien el propósito de estos registros no es el de medir efectos de la sobreproducción en el medio, se trata de información disponible que permite determinar la concentración de oxígeno en la columna de agua y por tal motivo se han empleado sus registros como un elemento más dentro de otros datos de oxígeno que han sido revisados y analizados.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	21
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

El seguimiento de parámetros ambientales en cada CES es sumamente relevante para la operación de este, en particular, el análisis del oxígeno disuelto en la columna de agua es una variable fundamental en el ciclo del salmón y la salud de los peces. Debido al valor de ello, se presentan, a continuación, gráficos representativos de la distribución vertical de esta componente, para estudiar en detalle la calidad del elemento en el medio marino.

Al analizar el oxígeno disuelto en la columna de agua para el Ciclo 2019 mediante el perfil vertical del centro Córdova 5, se logra apreciar un alto nivel de oxigenación. Posteriormente, la máxima se encuentra a 1,5 y 10 metros de profundidad con **8,8 mg/l**, por lo que la calidad en las primeras capas es óptima para la vida. El promedio del oxígeno disuelto para la columna de agua corresponde a **8,1 mg/l**, y el mínimo aceptable es **7,2 mg/l**.

Basado en lo anterior, analizar las primeras capas de la columna de agua permitirá visualizar los posibles efectos que tendrán la permanencia de salmonidos en el agua, mientras que analizar el perfil completo, permitirá visualizar posibles afectaciones en la estructura vertical.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 6.2: Oxígeno disuelto en la columna de agua para Córdova 5 para el Ciclo 2019.

En la Figura 6.3 se presentan los resultados de la comparación de las series de tiempo de oxígeno disuelto a 5 metros de profundidad, mientras que en la Figura 6.4, se presentan los resultados para 10 metros de profundidad. Adicionalmente se han incorporado mediciones de CIMAR, CPS e INFAS, como datos puntuales.

En términos generales se logra apreciar para 5 metros de profundidad, que el comportamiento temporal del oxígeno disuelto se desarrolló en los rangos característicos reportados previamente por **CIMAR** (7 a 10 mg/l aproximadamente) y la **CPS** (entre los 9,1 mg/L y los 9,2 mg/L), por su parte, en el caso de la **INFAS** se logra ver que uno de los puntos de medición registró bajo los 5 mg/l, sin embargo, dicha situación es un evento aislado de poca ocurrencia durante toda la serie de tiempo analizada.

El comportamiento de la serie de tiempo ilustra resultados que se comportan con calidad de agua desde adecuada hacia óptima, según el criterio de calderón y solamente en escasos

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	23
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

casos se evidencia que la calidad de agua disminuye hacia una condición inadecuada, lo cual estadísticamente se puede considerar como un comportamiento atípico.

En el caso de la capa a 10 metros de profundidad, se logra advertir un comportamiento equivalente al descrito en la capa de 5 metros de profundidad, es decir, durante el tiempo medido el oxígeno disuelto presentó magnitudes que preferentemente se desarrollaron sobre el límite de calidad de aguas adecuado hacia óptimo, con bajas fluctuaciones hacia rangos inferiores y desarrollando su comportamiento en los rangos equivalentes a los registrados por el crucero CIMAR durante el año 1998 y la CPS levantada durante el 2015.

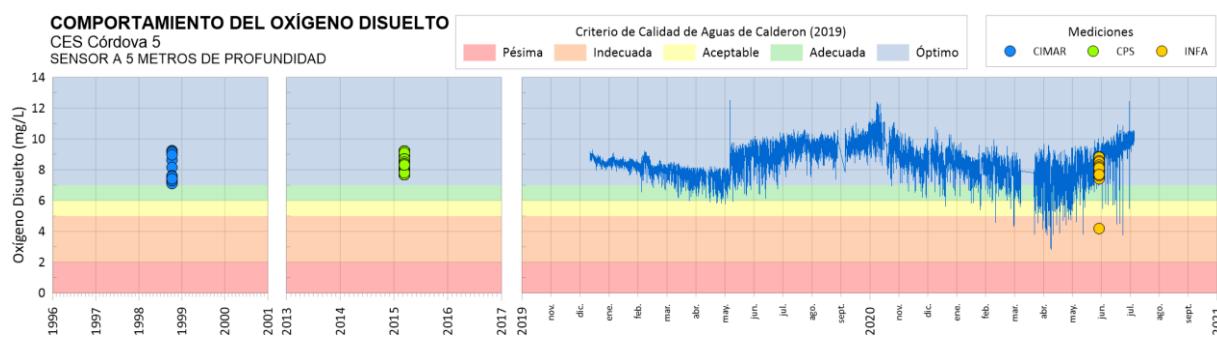


Figura 6.3: Series de tiempo de oxígeno disuelto a 5 metros de profundidad, para el ciclo 2019 – 2021.

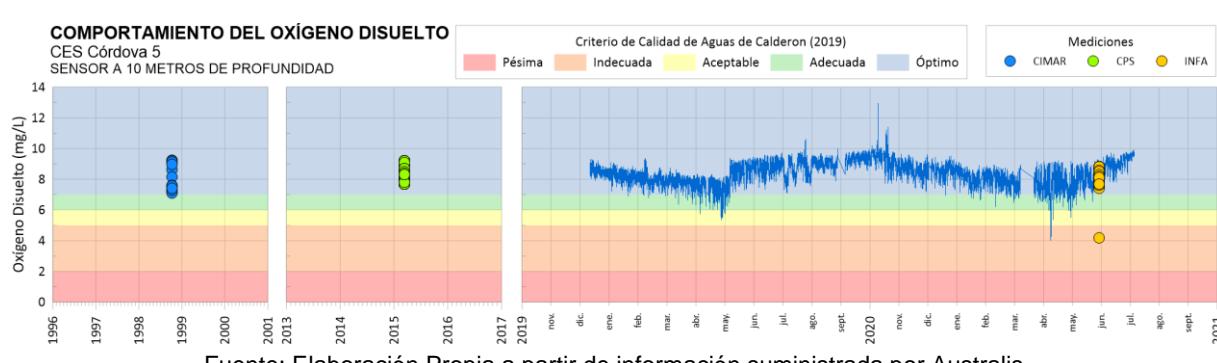
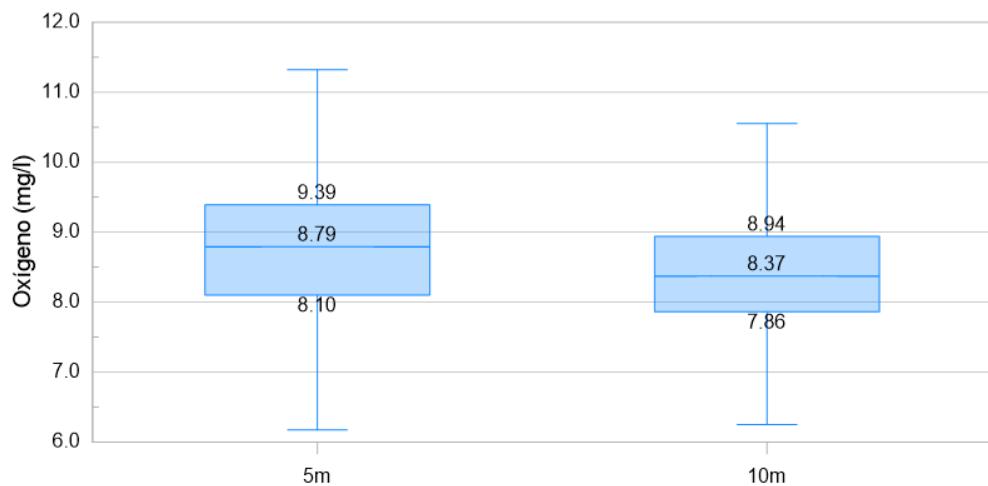


Figura 6.4: Serie de tiempo de oxígeno disuelto a 10 metros de profundidad, para el ciclo 2019 – 2021.

Al analizar estadísticamente los resultados previamente ilustrados, se han obtenido los resultados ilustrados en la Figura 6.5. En ella se muestra la asociación estadística mediante el computo de las medidas de tendencia central, donde el valor promedio de oxígeno disuelto como concentración fue de **8.79 mg/l** a 5 metros de profundidad y **8.37 mg/l** a 10 m de profundidad, es decir, un valor similar independiente de la capa analizada.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	24
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Por tanto, considerando los datos de concentración de oxígeno disuelto, es posible reconocer que la columna de agua, en general, mantuvo buenas condiciones de oxigenación, con concentraciones similares en los dos estratos de la columna de agua (Figura 6.4), si se considera la desviación estándar de los datos.



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

Figura 6.5: Análisis estadístico del oxígeno disuelto en cada profundidad analizada, para el ciclo 2019 – 2021.

Adicionalmente, para atender a la referida observación del referido considerando 41.3 de la res. Ex. N°3/Rol A-016-2023, se cuenta con información de oxígeno tomada en la INFA al término del ciclo 2019-2021, la cual se realizó el 31-05-2021, donde se tomaron datos de perfiles de oxígeno en 8 estaciones, en donde se caracterizó desde la superficie hasta los 164 metros de profundidad (ver Tabla 6.1), estos datos se presentan de forma puntual en el gráfico para verificar la calidad del agua en toda la columna, las estaciones se presentan de forma geográfica en la Figura 6.7.

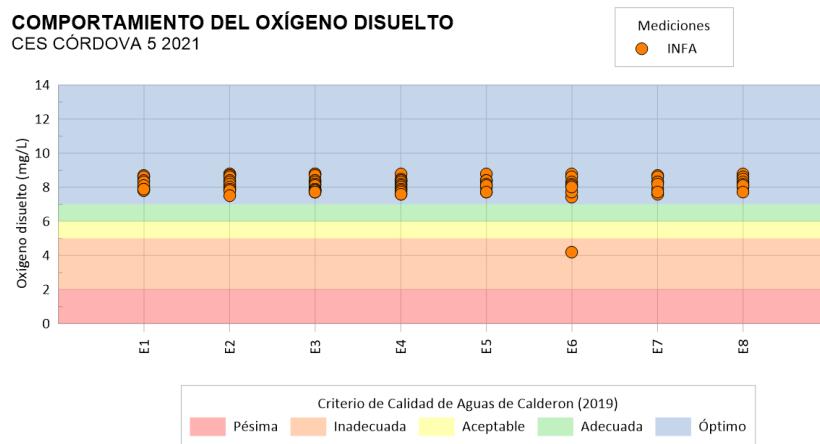
 ecotecnos _s CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	25
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 6.1: Profundidades máximas por estación de INFA

Estación	Profundidad Máxima
E1	66
E2	98
E3	164
E4	115
E5	45
E6	41
E7	39
E8	30

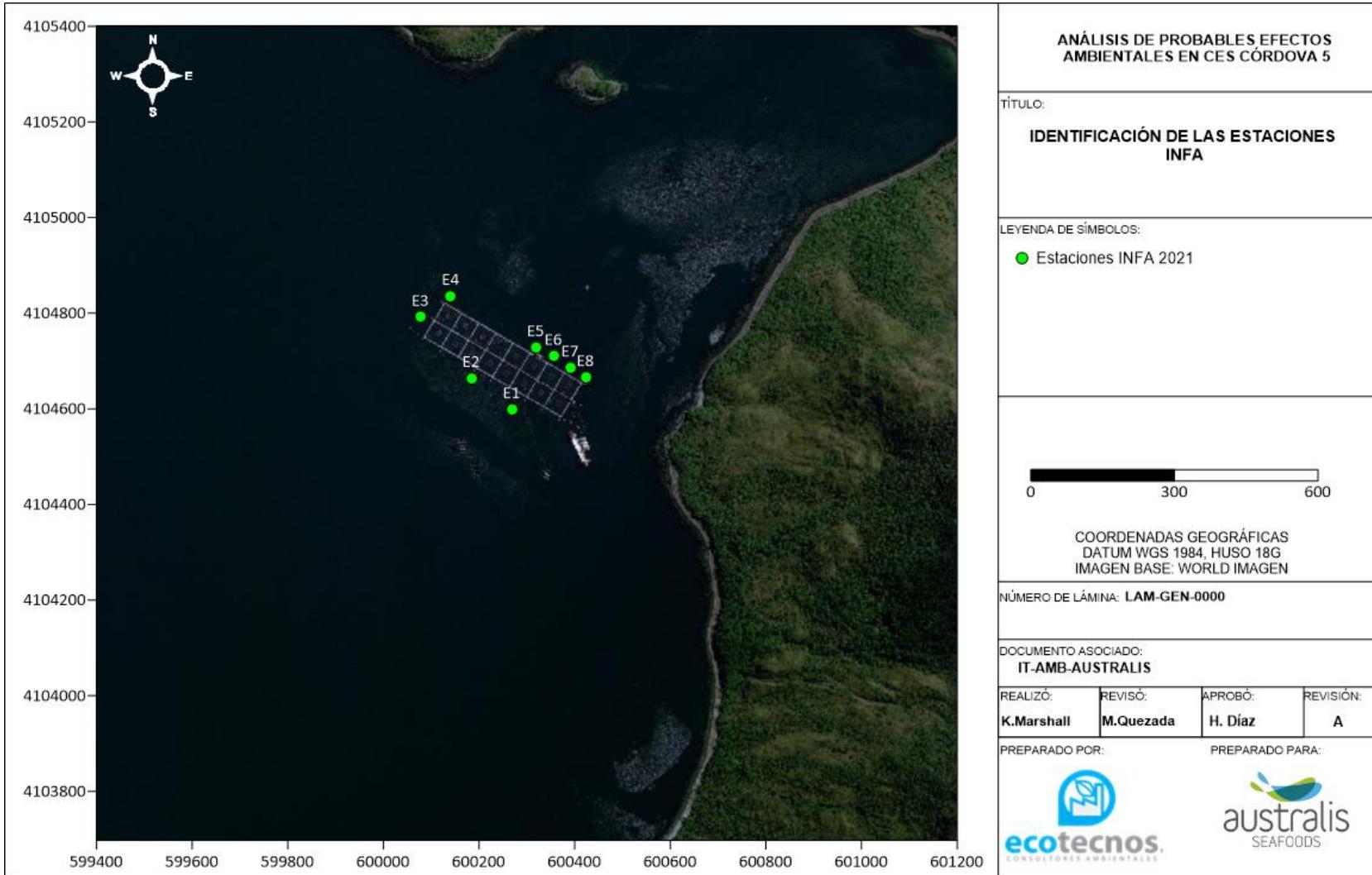
Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

El comportamiento del oxígeno disuelto se reporta sobre los 4 (mg/L), en los rangos de calidad de agua inadecuada (un valor) hacia óptima (todos los valores restantes) según el criterio de Calderón (2019), sin constatar descensos hacia rangos de menor calidad de agua según la escala empleada.



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

Figura 6.6: Mediciones de oxígeno disuelto en INFA asociado al ciclo 2019 – 2021.



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

Figura 6.7: Estaciones de muestreos entregados en la INFA asociadas al ciclo 2019 - 2021.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	27
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

6.1.2 Análisis espectral del oxígeno disuelto

El análisis espectral de una serie de tiempo mediante la descomposición de series de Fourier corresponde a una herramienta matemática que permite determinar que forzantes son las que aportan al contenido energético de una señal determinada, pues una de las grandes ventajas matemáticas que subyace dentro de este análisis es que cada acción del ambiente que actúa con una determinada ciclicidad, se ve reflejada en una respuesta del mismo ambiente y con la misma ciclicidad.

Como ejemplo de lo anteriormente dicho, es común encontrar en la naturaleza ciclos diarios, ciclos mensuales, ciclos quatrimestrales (estaciones del año), ciclos anuales, entre otros. Todos estos procesos son propios de la naturaleza, sin embargo, algunas ciclicidades pueden ser condiciones establecidas por el hombre.

Basado en lo anterior y considerando la disponibilidad de mediciones de series de tiempo de oxígeno disuelto, es que se han determinado los espectros y adicionalmente se han estimado el aporte relativo de energía de cada uno de los ciclos presentes en el espectro.

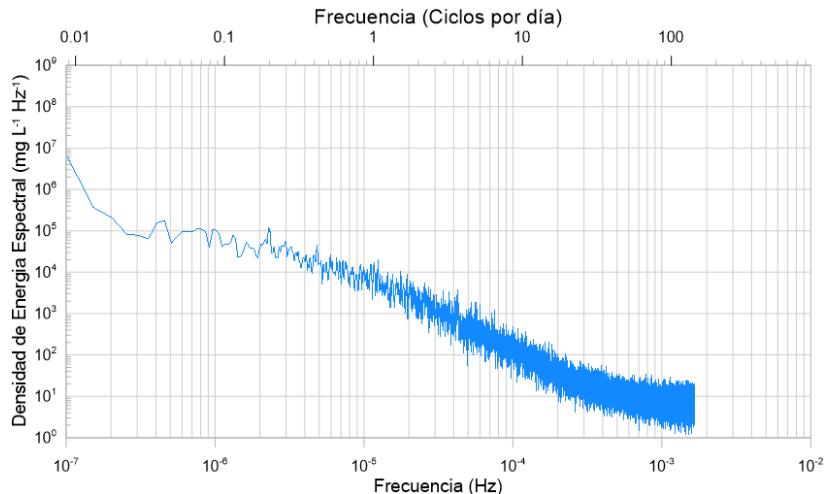
En la Figura 6.8 se aprecia el espectro de energía del oxígeno disuelto a 5 metros de profundidad, de la traza seguida por la función se logra advertir que los modos más energéticos se obtienen para las bajas frecuencias (10^{-7} Hz), sin grandes peaks secundarios que permitan inferir dominio de otros procesos como las mareas (por ejemplo), los que, si bien están presentes, no inducen mayor variabilidad del oxígeno en comparación a escalas de tiempo mayores.

La señal espectral del oxígeno disuelto a 5 metros de profundidad desarrolló una disminución sostenida de su contenido energético en función del aumento de la frecuencia, es decir, se espera que todos aquellos forzantes que actúan en períodos cortos aporten energía de manera poco significativa a la construcción total de la magnitud registrada de oxígeno disuelto en la columna de agua a la profundidad descrita.

De igual manera a lo descrito para 5 metros de profundidad, en la Figura 6.9 se presenta el espectro del oxígeno disuelto a 10 metros de profundidad del cual se advierte un comportamiento equivalente a lo descrito previamente, tanto en su comportamiento en la ciclicidad como los aportes energéticos de los distintos componentes encontrados.

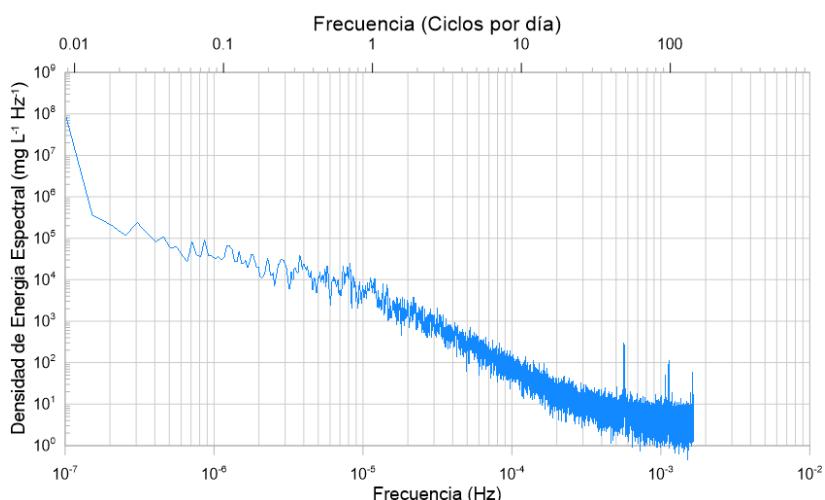
Con el propósito de destacar el comportamiento energético a 10 metros de profundidad, los ciclos asociados a 10^{-7} Hz aportan significativamente más energía que las restantes frecuencias encontradas en el espectro.

 ecotecnos _s CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	28
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

Figura 6.8: Espectro de oxígeno disuelto a 5 metros de profundidad, para el ciclo productivo comprendido entre el 2019 – 2021.



Fuente: Elaboración Propria a partir de información suministrada por Australis.

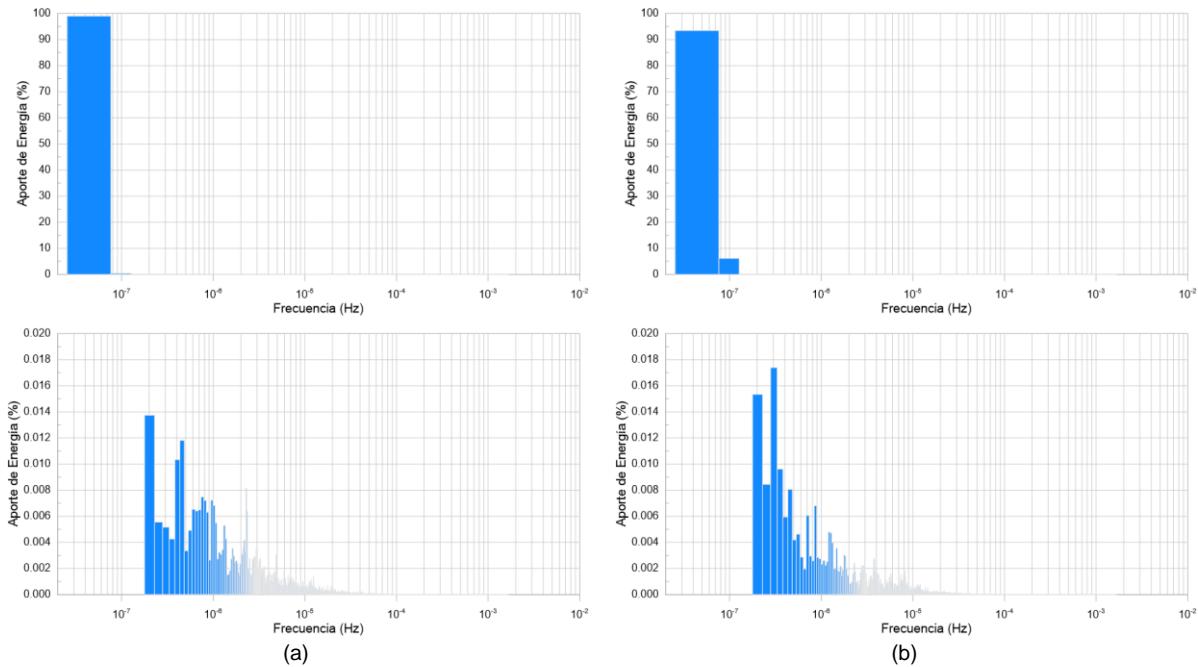
Figura 6.9: Espectro de oxígeno disuelto a 10 metros de profundidad, para el ciclo productivo comprendido entre el 2019 – 2021.

Para cuantificar el aporte de energía de los forzantes contenidos en el espectro, es que se determina el aporte individual de cada frecuencia, como una fracción de la energía total contenida. Es decir, se ha estimado el porcentaje de aporte de cada forzante en cada frecuencia, siendo resumidos en la Figura 6.10 y la Tabla 6.2.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	29
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

La Figura 6.10 se compone de dos bloques, uno de ellos para los resultados a 5 metros de profundidad (a) y el otro a los 10 metros (b). En cada bloque en el recuadro superior se muestran los resultados para todas las frecuencias en la escala porcentual de 0 a 100%, mientras que el recuadro inferior entrega solamente el aporte de los modos secundarios, es decir, de aquellos que aportan menos energía al total global del espectro.

Del análisis de la Figura 6.10 se logra apreciar que las frecuencias de orden 10^{-8} Hz compilan prácticamente entre el 99% y 95% de todo el contenido energético para la capa 5 y 10 respectivamente, es decir, esta ciclicidad es la que modula la concentración total de oxígeno disuelto en la columna de agua.



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

Figura 6.10: Aporte energético de cada frecuencia detectada en el espectro, (a) para 5 metros de profundidad y (b) para 10 metros de profundidad.

De los resultados resumidos en la Tabla 6.2 se puede observar que la ciclicidad que más aporta a la energía total del espectro y consecuentemente a la magnitud de la concentración de oxígeno disuelto en el agua, son aquellos equivalentes a los fenómenos que ocurren en escala de meses, pues ellos reúnen prácticamente el 99% del contenido energético (suma de las frecuencias de 10^{-8} y 10^{-7} Hz), siendo el restante 1% distribuido en todos los modos secundarios, los que en su individualidad no aportan más de 0,02%.

	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	30
	Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.		

Lo anteriormente expuesto deja de manifiesto que los cambios de estaciones son el fenómeno más importante en la determinación de la concentración de oxígeno disuelto, es decir, que los aumentos de biomasa y sus respectivos alimentos adicionales suministrados, son fenómenos que no aportan significativamente a la concentración de oxígeno disuelto, pues se encontrarían dentro del conjunto de forzantes extras que solamente y en su conjunto, explican el 1% de la magnitud registrada.

Tabla 6.2: Resumen del aporte energético de las forzantes principales detectadas en el espectro.

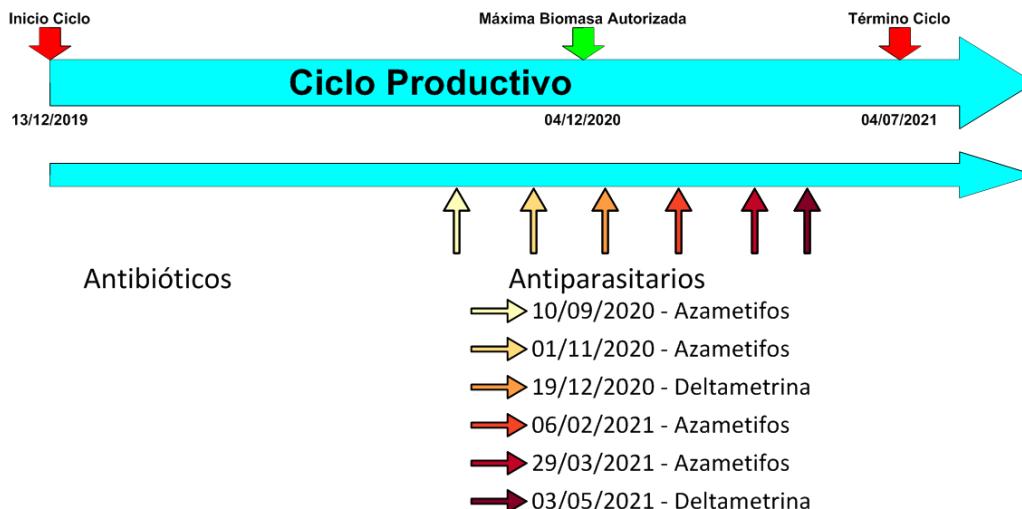
Frecuencia (Hz)	Ciclicidad (meses)	Aporte porcentual por cada profundidad)	
		5 (m)	10 (m)
5 10 ⁻⁸	7,58	99,02%	93,41%
1 10 ⁻⁷	3,79	0,42%	6,16%
2 10 ⁻⁷	1,90	0,02%	0,03%
3 10 ⁻⁷	1,26	0,01%	0,02%

Fuente: Elaboración propia.

6.1.3 Uso de antibióticos

Como se observa en la Figura 6.11, no se utilizó antibióticos durante el ciclo productivo 2019-2021 de CES Córdova 5. Para el caso de antiparasitarios se utilizaron en seis oportunidades durante todo el ciclo productivo, antes y después de alcanzar la biomasa máxima autorizada.

CES CÓRDOVA 5 RNA 120217: Ciclo 2019-2021.



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

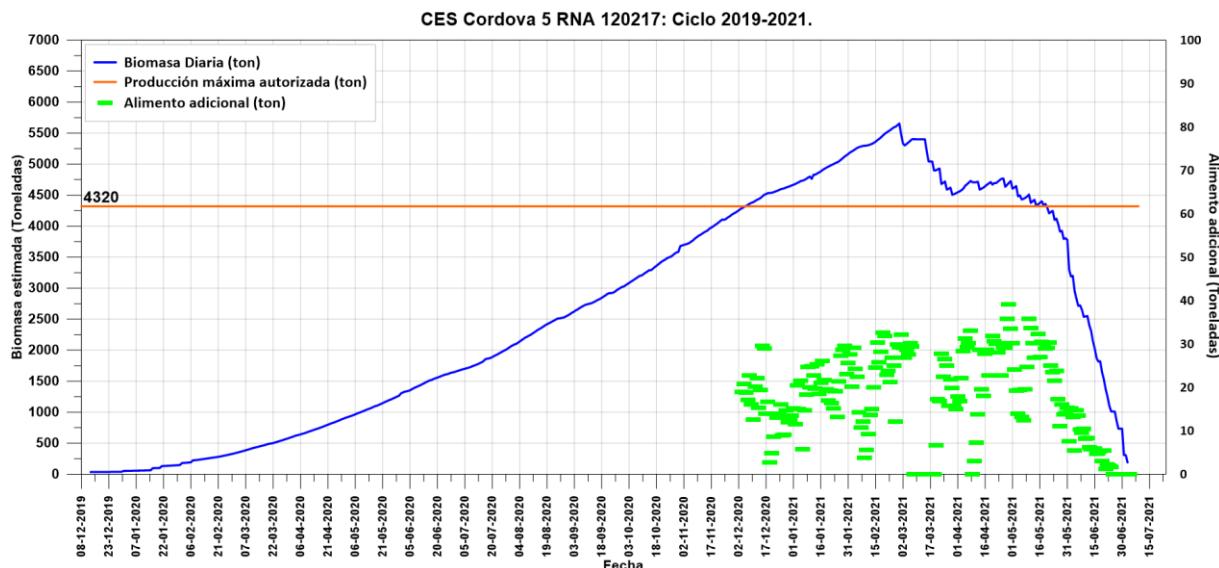
Figura 6.11: Uso de antibióticos y antiparasitarios, para el ciclo 2019 – 2021.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	31
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

6.1.4 Uso de alimento adicional

De acuerdo con el documento “Análisis de la producción de biomasa para el Centro de Engorda de Salmones Córdova 5 (RNA 120217)” elaborado por la División de Seguimiento e Información Ambiental, indica una producción mayor a la permitida por la RCA N°155/2015, a partir del reporte SIFA de la semana del 22 de noviembre del 2020, en la cual se habría alcanzado un máximo de 4.320 toneladas de biomasa a la fecha del último reporte, donde 157,7 toneladas de ellas corresponde a la mortalidad acumulada.

En el siguiente gráfico se presenta la información sobre el alimento utilizado durante el ciclo 2019 – 2021 del CES Córdova 5, de acuerdo con los datos obtenidos del programa de producción “Mercatus” utilizado por el Titular.



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

Figura 6.12: Uso de alimentos adicionales, para el ciclo 2019 – 2021.

6.1.5 Presencia de FAN

A partir de la estadística completa de FAN provista por Australis Mar S.A. (2019-2021), se obtuvieron los datos correspondientes a la presencia de las especies consideradas “Nocivas”, analizadas e identificadas tanto a 0,5 m, como a 5, 10 y 15 m (Tabla 6.3). Nótese que, en las tablas mencionadas, se indican los valores en cél/L, que corresponderían a Nivel Nocivo, Alarma Crítico y de Alarma Precaución determinados para cada especie. Estos listados no incluyen a aquellas especies detectadas que no se consideran nocivas para los cultivos de salmonídos.

De la información de la Tabla 6.3 puede desprenderse que solo la especie de diatomea *Chaetoceros criophilus* sobrepasó en solo 1 oportunidad los valores de nivel nocivo, lo que equivale al 0,05% del total de mediciones/muestreos (1.911). Para el resto de las especies, si bien, se presentaron algunas consideradas nocivas y que pueden producir FAN, sus niveles de concentración, en ningún caso, alcanzaron valores ni siquiera para poder configurar una situación de “precaución”.

La presencia de FAN se registró entre el año 2019 y 2021, en solo 1 oportunidad el día 06/01/2021 para una profundidad de 15 m (Figura 6.16). Para 0,5 m, 5 m y 10 m, no hubo presencia de FAN durante todo el ciclo.

De lo anterior, se puede concluir que las superaciones de los datos correspondientes a la presencia de las especies consideradas “Nocivas”, analizadas e identificadas tanto a 0,5 m, como a 5, 10 y 15 m, fueron puntuales a lo largo de todo el ciclo productivo, siendo estas menores al 1% del total de muestreos. Dicha información es concordante con la expuesta en el ítem “Mortalidades”, respecto a que no se registraron mortalidades asociadas a la presencia de FAN en el ciclo 2019-2021 en el CES Córdova 5.

Fecha Muestreo	Grupo	Nombre Especie	Nivel Nocivo	Alarma Crítico	Alarma Precaución	Medición 0.5 m (cé/mL)	Medición 5 m (cé/mL)	Medición 10 m (cé/mL)	Medición 15 m (cé/mL)
06-01-2021	Diatomeas	<i>Chaetoceros criophilus</i>	5	5	1				8

Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

Tabla 6.3: Presencia de microalgas consideradas “Nociva” en las aguas marinas circundantes al CES Córdova 5 en el ciclo 2019-2021. Estrato 0.5, 5, 10 y 15 m.

CES Cordova 5 2019



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

Figura 6.13: Presencia de FAN a 0,5 m de profundidad, para el ciclo 2019 – 2021.

	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	33
	Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.		

CES Cordova 5 2019
Floraciones Algales Nocivas (FAN) a 5.0 m



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

Figura 6.14: Presencia de FAN a 5 m de profundidad, para el ciclo 2019 – 2021.

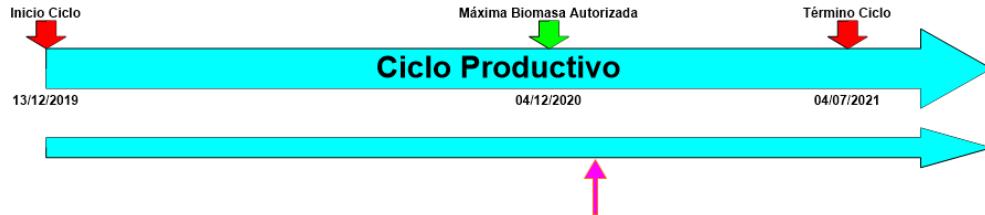
CES Cordova 5 2019
Floraciones Algales Nocivas (FAN) a 10.0 m



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

Figura 6.15: Presencia de FAN a 10 m de profundidad, para el ciclo 2019 – 2021.

CES Cordova 5 2019
Floraciones Algales Nocivas (FAN) a 15.0 m



→ 06/01/2021 - Grupo: Diatomeas, Especie: Chaetoceros criophilus

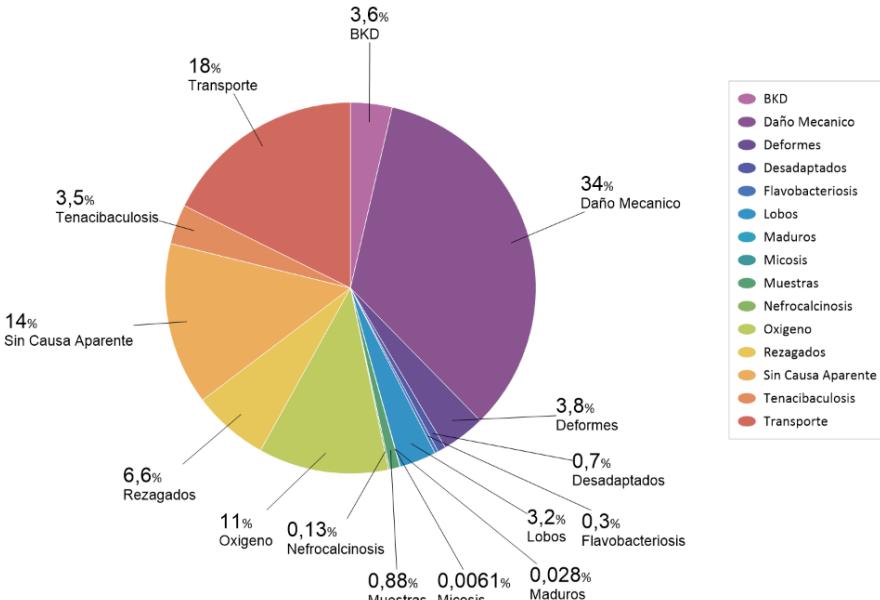
Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

Figura 6.16: Presencia de FAN a 15 m de profundidad, para el ciclo 2019 – 2021.

6.1.6 Mortalidades

La estadística suministrada por Australis Mar S.A. (2019-2021) se puede apreciar en detalle la Figura 6.17. De los 49.574 ejemplares muertos en el ciclo 2019-2021, un 34 % tuvo como causa de muerte el daño mecánico, seguido por un 18 % producida por transporte y un 14 % sin causa aparente.

 ecotecnos _s CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	34
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

Figura 6.17: Causas de mortalidad durante el ciclo productivo 2019 – 2021.

6.1.7 INFA

Los resultados del Informe Ambiental (INFA) para el ciclo productivo 2019-2021 se aprecian en el **Anexo I**. La información para la INFA fue levantada el día 31-05-2021 y entregada el día 14-05-2021. El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (“SERNAPESCA”) emitió su ORD. /DN- 02615/2021, de 05-07-2021, en el que se concluye que el centro de cultivo presenta para el período informado condiciones ambientales **ANAERÓBICAS**, debido a la presencia de bacterias en las transectas de filmación submarina.

Posteriormente, se realizó una INFA oficial el 06-07-2023, la cual fue notificada a través del ORD. DN-03130/2023, de SERNAPESCA, el día 26-07-2023, señalando que se concluye que el centro presenta condiciones ambientales **AERÓMICAS**.

Por tanto, de acuerdo con el Anexo de los resultados de la INFA, la condición ambiental de anaerobiosis, revertida en INFA posterior, se vincularía a los registros visuales de microorganismos.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	35
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

7 NUTRIENTES

Un aspecto complementario y relevante que se indicó en el punto **5. Efectos Previstos por Excedencia de la Producción Máxima de Biomasa Permitida en el Medio Marino**, se refirió a la posibilidad de contar con datos de concentración de nutrientes en la columna de agua: nitratos (NO_3^-), nitritos (NO_2^-) y fosfatos (PO_4^{3-}).

Se indicó que, dada la Categoría del Centro de Cultivo Córdova 5 (Categoría 4 y 5). Según se ha señalado, la información de nutrientes en las aguas marinas, no se encuentra incluida en las INFAs (ni CPS). No obstante, se realizaron monitoreos de estos parámetros en el contexto de las certificaciones con que cuenta Australis para sus CES, en particular, la “Aquaculture Stewardship Council” (Consejo de Gestión Responsable de la Acuicultura), conocida como ASC, en que se comprometen monitoreos de nutrientes durante cada ciclo de cultivo.

En este caso, se cuenta con información mensual para ASC, desde el 03 de marzo 2020 hasta el 30 de junio de 2021. En estos monitoreos se consideran las variables Nitrato (NO_3^-), Nitrito (NO_2^-), Nitrógeno Kjeldahl, Nitrógeno Total, Ortofósforo (PO_4^{3-}) y Fósforo Total, información que se presenta entre la Tabla 7.1 y la Tabla 7.16. Dichos parámetros se analizan en 2 estaciones establecidas de acuerdo con el estándar ASC: AZE, por sus siglas en inglés Allowable Zone of Effect (Zona de efecto permitido) y Control, ambas en la dirección de la corriente residual. En la Figura 7.1 se presentan las ubicaciones de las estaciones de muestreo.

En tanto, en la Tabla 7.17, se entregan valores de referencia de las concentraciones de fosfato y nitrato obtenidos de la literatura científica de varias zonas de la Región de Magallanes.

Es posible determinar que las concentraciones promedio de **nitrato** en la zona misma del CES Córdova 5, obtenidas durante el primer ciclo productivo, fluctuaron entre <0,200 mg/L, esto en la medición efectuadas el 30 de abril del 2021 y 0,447 mg/L registrado durante el muestreo del 30 de junio del 2021. Mientras, en la zona Control los valores promedio de nitrato se registraron entre 0,215 mg/L obtenido en la campaña del 19 de mayo de 2021, coincidente con la fecha de medición de uno de los valores mínimos registrados en la estación dentro del CES, y 0,45 mg/L, correspondiente al muestreo del 30 de junio de 2021. **Con ello es posible determinar que ambas zonas (zonas mismas del CES y zonas de control) arrojaron valores en un rango muy similar en ambos sectores durante todo el período de medición, dando cuenta que la fluctuación de nitrato en el agua de mar durante el período de muestreo fue la “natural” del área de estudio.**



Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de ASC.

Figura 7.1: Ubicación de las estaciones AZE y de control.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	37
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 7.1: Resultados del monitoreo ASC de 03/03/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Marzo de 2020.

Monitoreo 03/03/2020

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,218	0,211	0,202	0,210	0,008	0,038
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	0,600	0,582	0,617	0,600	0,018	0,029
Nitrógeno Total	mg/L	0,818	0,793	0,819	0,810	0,015	0,018
Ortofósforato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,271	0,259	0,255	0,262	0,008	0,032
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,03	0,984	1,06	1,025	0,038	0,037
Nitrógeno Total	mg/L	1,30	1,24	1,32	1,287	0,042	0,032
Ortofósforato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de marzo de 2020.

Tabla 7.2: Resultados del monitoreo ASC de 23/04/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Abril de 2020.

Monitoreo 23/04/2020

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,317	0,299	0,303	0,306	0,009	0,031
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,37	1,31	1,33	1,337	0,031	0,023
Nitrógeno Total	mg/L	1,69	1,61	1,63	1,643	0,042	0,025
Ortofósforato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	0,005	0,004	0,004	0,004	0,001	0,133

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,296	0,288	0,286	0,290	0,005	0,018
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,42	1,34	1,44	1,400	0,053	0,038
Nitrógeno Total	mg/L	1,72	1,63	1,73	1,693	0,055	0,033
Ortofósforato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	0,004	0,004	0,004	0,004	0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de abril de 2020.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	38
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 7.3: Resultados del monitoreo ASC de 07/05/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Mayo de 2020.

Monitoreo 07/05/2020

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,233	0,238	0,229	0,233	0,005	0,019
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,48	1,38	1,36	1,407	0,064	0,046
Nitrógeno Total	mg/L	1,71	1,62	1,59	1,640	0,062	0,038
Ortofósфato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,240	0,237	0,233	0,237	0,004	0,015
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	0,718	0,733	0,757	0,736	0,020	0,027
Nitrógeno Total	mg/L	0,958	0,970	0,990	0,973	0,016	0,017
Ortofósфato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de mayo de 2020.

Tabla 7.4: Resultados del monitoreo ASC de 30/06/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Junio de 2020.

Monitoreo 30/06/2020

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,366	0,358	0,353	0,359	0,007	0,018
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,04	0,999	1,08	1,040	0,041	0,039
Nitrógeno Total	mg/L	1,41	1,36	1,43	1,400	0,036	0,026
Ortofósфato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,379	0,370	0,371	0,373	0,005	0,013
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,20	1,15	1,25	1,200	0,050	0,042
Nitrógeno Total	mg/L	1,58	1,52	1,62	1,573	0,050	0,032
Ortofósфato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de junio de 2020.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	39
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 7.5: Resultados del monitoreo ASC de 31/07/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Julio de 2020.

Monitoreo 31/07/2020

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,374	0,361	0,362	0,366	0,007	0,020
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,24	1,36	1,30	1,300	0,060	0,046
Nitrógeno Total	mg/L	1,61	1,72	1,66	1,663	0,055	0,033
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,390	0,383	0,373	0,382	0,009	0,022
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,09	1,04	1,12	1,083	0,040	0,037
Nitrógeno Total	mg/L	1,48	1,42	1,49	1,463	0,038	0,026
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de julio 2020.

Tabla 7.6: Resultados del monitoreo ASC de 30/08/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Agosto de 2020.

Monitoreo 30/08/2020

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,386	0,379	0,381	0,382	0,004	0,009
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,17	1,24	1,09	1,167	0,075	0,064
Nitrógeno Total	mg/L	1,56	1,62	1,47	1,550	0,075	0,049
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,357	0,346	0,337	0,347	0,010	0,029
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,55	1,59	1,47	1,537	0,061	0,040
Nitrógeno Total	mg/L	1,91	1,94	1,81	1,887	0,068	0,036
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de agosto 2020.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	40
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 7.7: Resultados del monitoreo ASC de 28/09/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Septiembre de 2020.

Monitoreo 28/09/2020

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,425	0,420	0,418	0,421	0,004	0,009
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	0,640	0,613	0,692	0,648	0,040	0,062
Nitrógeno Total	mg/L	1,07	1,03	1,11	1,070	0,040	0,037
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,431	0,430	0,426	0,429	0,003	0,006
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	0,769	0,734	0,790	0,764	0,028	0,037
Nitrógeno Total	mg/L	1,20	1,16	1,22	1,193	0,031	0,026
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de septiembre 2020.

Tabla 7.8: Resultados del monitoreo ASC de 31/10/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Octubre de 2020.

Monitoreo 31/10/2020

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,307	0,315	0,313	0,312	0,004	0,013
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	0,998	0,952	1,05	1,000	0,049	0,049
Nitrógeno Total	mg/L	1,31	1,27	1,36	1,313	0,045	0,034
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,306	0,322	0,322	0,317	0,009	0,029
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	0,874	0,830	0,898	0,867	0,034	0,040
Nitrógeno Total	mg/L	1,18	1,15	1,22	1,183	0,035	0,030
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de octubre 2020.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	41
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 7.9: Resultados del monitoreo ASC de 16/11/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Noviembre de 2020.

Monitoreo 16/11/2020

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,331	0,320	0,310	0,320	0,011	0,033
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,09	1,04	1,15	1,093	0,055	0,050
Nitrógeno Total	mg/L	1,42	1,36	1,46	1,413	0,050	0,036
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,321	0,320	0,332	0,324	0,007	0,021
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	0,971	0,919	1,02	0,970	0,051	0,052
Nitrógeno Total	mg/L	1,29	1,24	1,35	1,293	0,055	0,043
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de noviembre de 2020.

Tabla 7.10: Resultados del monitoreo ASC de 13/12/2020. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Diciembre de 2020.

Monitoreo 13/12/2020

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,261	0,242	0,242	0,248	0,011	0,044
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,17	1,13	1,21	1,170	0,040	0,034
Nitrógeno Total	mg/L	1,43	1,37	1,45	1,417	0,042	0,029
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,260	0,248	0,255	0,254	0,006	0,024
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,31	1,22	1,27	1,267	0,045	0,036
Nitrógeno Total	mg/L	1,57	1,47	1,53	1,523	0,050	0,033
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de diciembre de 2020.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	42
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 7.11: Resultados del monitoreo ASC de 03/01/2021. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Enero de 2021.

Monitoreo 03/01/2021

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,307	0,297	0,291	0,298	0,008	0,027
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	0,566	0,530	0,586	0,561	0,028	0,051
Nitrógeno Total	mg/L	0,873	0,827	0,877	0,859	0,028	0,032
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,309	0,300	0,294	0,301	0,008	0,025
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	0,705	0,670	0,739	0,705	0,035	0,049
Nitrógeno Total	mg/L	1,01	0,970	1,03	1,003	0,031	0,030
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de enero de 2021.

Tabla 7.12: Resultados del monitoreo ASC de 05/02/2021. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Febrero de 2021.

Monitoreo 05/02/2021

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,335	0,339	0,325	0,333	0,007	0,022
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	0,832	0,822	0,812	0,822	0,010	0,012
Nitrógeno Total	mg/L	1,17	1,16	1,14	1,157	0,015	0,013
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,324	0,307	0,300	0,310	0,012	0,040
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,13	1,12	1,12	1,123	0,006	0,005
Nitrógeno Total	mg/L	1,45	1,43	1,42	1,433	0,015	0,011
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de febrero de 2021.

 CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	43
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 7.13: Resultados del monitoreo ASC de 31/03/2021. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Marzo de 2021.

Monitoreo 31/03/2021

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,385	0,362	0,361	0,369	0,014	0,037
Nitrito (NO ₂)	mg/L	0,006	0,006	0,006	0,006	0,000	0,000
-Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,34	1,27	1,39	1,333	0,060	0,045
Nitrógeno Total	mg/L	1,73	1,64	1,76	1,710	0,062	0,037
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	0,005	0,005	0,006	0,005	0,001	0,108
Fósforo Total	mg/L	0,010	0,009	0,011	0,010	0,001	0,100

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,362	0,367	0,367	0,365	0,003	0,008
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,24	1,19	1,29	1,240	0,050	0,040
Nitrógeno Total	mg/L	1,60	1,56	1,66	1,607	0,050	0,031
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	0,005	0,006	0,005	0,005	0,001	0,108
Fósforo Total	mg/L	0,010	0,011	0,011	0,011	0,001	0,054

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de marzo de 2021.

Tabla 7.14: Resultados del monitoreo ASC de 30/04/2021. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Abril de 2021.

Monitoreo 30/04/2021

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	-	-
Nitrito (NO ₂)	mg/L	0,004	0,004	0,004	0,004	0,000	0,000
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,37	1,43	1,31	1,370	0,060	0,044
Nitrógeno Total	mg/L	1,37	1,43	1,31	1,370	0,060	0,044
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	0,019	0,019	0,019	0,019	0,000	0,000
Fósforo Total	mg/L	0,027	0,032	0,029	0,029	0,003	0,086

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,265	0,278	0,288	0,277	0,012	0,042
Nitrito (NO ₂)	mg/L	0,004	0,004	0,004	0,004	0,000	0,000
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	0,990	1,03	0,948	0,989	0,041	0,041
Nitrógeno Total	mg/L	1,26	1,31	1,24	1,270	0,036	0,028
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	0,019	0,020	0,021	0,020	0,001	0,050
Fósforo Total	mg/L	0,034	0,035	0,035	0,035	0,001	0,017

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de abril de 2021.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	44
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 7.15: Resultados del monitoreo ASC de 19/05/2021. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Mayo de 2021.

Monitoreo 19/05/2021

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,311	0,313	0,280	0,301	0,019	0,061
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,11	1,07	1,15	1,110	0,040	0,036
Nitrógeno Total	mg/L	1,42	1,38	1,43	1,410	0,026	0,019
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	0,016	0,018	0,018	0,017	0,001	0,067
Fósforo Total	mg/L	0,030	0,029	0,031	0,030	0,001	0,033

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,209	0,215	0,220	0,215	0,006	0,026
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	0,815	0,771	0,851	0,812	0,040	0,049
Nitrógeno Total	mg/L	1,02	0,986	1,07	1,025	0,042	0,041
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	0,020	0,021	0,021	0,021	0,001	0,028
Fósforo Total	mg/L	0,038	0,037	0,041	0,039	0,002	0,054

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de mayo de 2021.

Tabla 7.16: Resultados del monitoreo ASC de 30/06/2021. Se incluyen las 3 réplicas por estación y los estadísticos promedio, desviación estándar (D.S.) y coeficiente de variación (C.V.). Junio de 2021.

Monitoreo 30/06/2021

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		AZE R-1	AZE R-2	AZE R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,463	0,446	0,431	0,447	0,016	0,036
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	1,69	1,74	1,74	1,723	0,029	0,017
Nitrógeno Total	mg/L	2,15	2,19	2,17	2,170	0,020	0,009
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	0,010	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000
Fósforo Total	mg/L	0,012	0,014	0,015	0,014	0,002	0,112

Parámetros	Unidad	Estaciones			Estadísticos		
		Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio	D.S.	C.V.
Nitrato (NO ₃)	mg/L	0,453	0,446	0,451	0,450	0,004	0,008
Nitrito (NO ₂)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-	-
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	0,998	0,982	0,971	0,984	0,014	0,014
Nitrógeno Total	mg/L	1,45	1,43	1,42	1,433	0,015	0,011
Ortofosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-
Fósforo Total	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ASC Monitoreo de junio de 2021.

	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	45
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 7.17: Valores de referencia de las concentraciones de fosfato y nitrato en zonas de la Región de Magallanes.

Parámetros	Silva (2006)	Calderón (2019)	Calderón (2019)	Argomedo (2017)
Nitrato (mg/L)	0,0 - 0,496 (0-50 m)	0,0 - 3,0 Óptimo	3,0 - 4,0 Adecuado	0,068 - 1,55
Fosfato (mg/L)	0,0 - 0,076 (0-50 m)	0,0-0,01 Óptimo	0,01 - 0,02 Adecuado	0,0 - 0,298

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Silva (2006), Calderón (2019) y Argomedo (2017).

Desde el punto de vista comparativo, los valores de nitrato se hallaron en todos los casos en los rangos de calidad “Óptima” de acuerdo a Calderón (2019) y a los citados, por ejemplo, por Silva (2006) y Argomedo (2017) (Tabla 7.17).

En tanto, el **ortofosfato** (la forma predominante en que el fosfato se halla en el agua marina) se registró con un valor promedio mínimo de 0,003 mg/L en las mediciones del 03 de marzo al 13 de diciembre del 2020 y los días 03 de enero al 05 de febrero del 2021, y un máximo promedio de 0,019 mg/L en el muestreo del 30 de abril del 2021 para la estación AZE. Mientras, en el caso de la estación Control, el mínimo promedio correspondió a 0,003 mg/L, valor obtenido en el monitoreo del 03 de marzo al 13 de diciembre del 2020, los días 03 de enero, el 05 de febrero y el día 30 de junio 2021, y un valor promedio máximo de 0,021 mg/L en la campaña efectuada el 19 de mayo de 2021. Por su parte, el **fósforo total** se registró en concentraciones promedio que variaron entre un mínimo de 0,003 mg/L en las campañas del 03 de marzo, del 07 de mayo al 13 de diciembre del 2020 y los monitoreos del 03 de enero al 05 de febrero del 2021 y un máximo de 0,03 mg/L en la campaña del 19 de mayo del 2021 (Estación AZE), y un mínimo promedio de 0,003 mg/L para las campañas del 03 de marzo, desde el 07 de mayo al 13 de diciembre del 2020, del 03 de enero, 05 de febrero y el 30 de junio del 2021 y un máximo de 0,039 mg/L para la campaña del 19 de mayo del 2021 (Estación Control). A la luz de estos resultados, es posible determinar que ambos rangos promedio son muy similares entre los sectores y que, en ambos casos, los máximos valores promedio se registraron durante el monitoreo de junio. Al considerar ambas formas de químicas, los valores promedio de fosfato (ortofosfato) y fósforo total de la estación Control resultan muy similares a los obtenidos en la estación localizada en la proximidad del CES Córdova 5, pudiendo ser incluso levemente superior en el área de control, dando cuenta que la fluctuación de estos dos compuestos en el agua de mar durante el segundo ciclo de producción fue la “natural” del área de estudio.

Desde el punto de vista comparativo (Tabla 7.17), los valores de fosfato se hallaron dentro de los rangos establecidos por Silva (2006) y para Argomedo (2017) un 6,25% cumple, mientras que el 90,6% de las muestras se registraron en los rangos de calidad “Óptima” a “Adecuada”

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	46
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

de acuerdo con Calderón (2019) y el 9,4% restante se establecieron fuera de rango en comparación a lo que señala este autor.

Por otra parte, cabe volver a mencionar que el principal agente oxidante de la materia orgánica en las aguas marinas es el oxígeno disuelto, pero cuando las concentraciones de oxígeno disuelto disminuyen, el agente oxidante más importante pasa a ser el **nitrato** a través de la desnitrificación (Libes 1992). Esta condición de bajos niveles de oxígeno disuelto o hipoxia, requerida para que la desnitrificación ($< 0,5 \text{ mL L}^{-1}$) (Naqvi *et al.* 2010), raramente se encuentra en la columna de agua de los océanos y mares interiores.

El consumo de nitrato para la degradación de la materia orgánica puede limitar la biomasa fitoplanctónica, afectando así a toda la cadena trófica. Bajo ese ámbito, la **relación de Redfield** es la proporción molecular del nitrógeno y fósforo en el fitoplancton, cuya relación estequiométrica es Nitrógeno:Fósforo = 16:1 (N:P) en la mayoría de estos organismos, cuando los nutrientes no son limitantes (Redfield 1934). Esta proporción fue observada por Redfield tanto en la composición de la materia orgánica de los organismos autotróficos como en la **concentración de nitrato (NO_3^-) y fosfato (PO_4^{3-}) en la columna de agua del océano** (Rojas 2015), y es una medida útil para interpretar condiciones de limitación de producción primaria producto de falta de algún nutriente. Las bajas concentraciones de nitrato y fosfato en aguas superficiales y el enriquecimiento de estos nutrientes en aguas profundas son consecuencia de cómo las partículas biogénicas se producen en la capa superficial y se destruyen en el océano profundo. Lo que suele provocar la limitación de estos nutrientes para su consumo por el fitoplancton y una probable desviación en la relación de Redfield. Cuando la biomasa fitoplancótica está limitada por nitrato, el agua presenta una relación $\text{NO}_3^- : \text{PO}_4^{3-}$ menor a la de Redfield y cuando es el fosfato el nutriente limitante, el agua presenta una relación $\text{NO}_3^- : \text{PO}_4^{3-}$ mayor a la de Redfield (Correll 1998, Davidson *et al.* 2012).

En razón de lo anterior, se han calculado los valores de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio, para cada monitoreo, información que se expone entre la Tabla 7.18 y la Tabla 7.33. De ellas se puede desprender que la relación de Redfield promedio, para el 9,4% de los muestrados, se mostraron en una relación $\text{NO}_3^- : \text{PO}_4^{3-} < 16$, considerando tanto la estación localizada en las inmediaciones del CES como la estación Control. A partir de esta información, es posible señalar que se presenta una desviación en la relación de Redfield, revelando que biomasa fitoplancótica está limitada mayoritariamente por el nitrato, puesto que lo obtenido es menor a la de Redfield 16:1 (N:P). En tanto, en el 90,6% de los monitoreos restantes, para la estación dentro del área del CES Córdova 5 en ambos casos, los valores de Redfield fueron > 16 , por lo que la biomasa fitoplancótica estuvo limitada en dichas oportunidades por fosfatos. Es decir, en ninguna parte del ciclo hubo un equilibrio en la disponibilidad de nitratos o fosfatos, lo que explica por qué las Floraciones Algales Nocivas, fueron prácticamente puntuales, con registros inferiores al 1%, dada las limitantes de ambos nutrientes, en una u otra parte de ciclo, para el crecimiento del fitoplancton.

 ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	47
	Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 7.18: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 03/03/2020.

Relaciones de Redfield			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
72,67	70,33	67,33	70,11
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
90,33	86,33	85,00	87,22

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.19: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 23/04/2020.

Relaciones de Redfield			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
105,67	99,67	101,00	102,11
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
98,67	96,00	95,33	96,67

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.20: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 07/05/2020.

Relaciones de Redfield			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
77,67	79,33	76,33	77,78
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
80,00	79,00	77,67	78,89

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.21: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 30/06/2020.

Relaciones de Redfield			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
122,00	119,33	117,67	119,67
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
126,33	123,33	123,67	124,44

Fuente: Elaboración propia.

 ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	48
	Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 7.22: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 31/07/2020.

Relaciones de Redfield			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
124,67	120,33	120,67	121,89
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
130,00	127,67	124,33	127,33

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.23: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 30/08/2020.

Relaciones de Redfield			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
128,67	126,33	127,00	127,33
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
119,00	115,33	112,33	115,56

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.24: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 28/09/2020.

Relaciones de Redfield			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
141,67	140,00	139,33	140,33
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
143,67	143,33	142,00	143,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.25: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 31/10/2020.

Relaciones de Redfield			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
102,33	105,00	104,33	103,89
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
102,00	107,33	107,33	105,56

Fuente: Elaboración propia.

 ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	49
	Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 7.26: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 16/11/2020.

Relaciones de Redfield			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
110,33	106,67	103,33	106,78
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
107,00	106,67	110,67	108,11

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.27: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 13/12/2020.

Relaciones de Redfield			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
87,00	80,67	80,67	82,78
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
86,67	82,67	85,00	84,78

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.28: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 03/01/2021.

Relaciones de Redfield			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
102,33	99,00	97,00	99,44
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
103,00	100,00	98,00	100,33

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.29: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 05/02/2021.

Relaciones de Redfield			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
111,67	113,00	108,33	111,00
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
108,00	102,33	100,00	103,44

Fuente: Elaboración propia.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	50
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 7.30: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 31/03/2021.

Relaciones de Redfield			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
77,00	72,40	60,17	69,86
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
72,40	61,17	73,40	68,99

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.31: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 30/04/2021.

Relaciones de Redfield			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
10,53	10,53	10,53	10,53
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
13,95	13,90	13,71	13,85

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.32: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 19/05/2021.

Relaciones de Redfield			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
19,44	17,39	15,56	17,46
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
10,45	10,24	10,48	10,39

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7.33: Cálculos de las relaciones de Redfield para cada una de las réplicas analizadas, junto a su promedio. 30/06/2021.

Relaciones de Redfield			
Aze R-1	Aze R-2	Aze R-3	Promedio
46,30	44,60	43,10	44,67
Control R-1	Control R-2	Control R-3	Promedio
151,00	148,67	150,33	150,00

Fuente: Elaboración propia.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	51
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Finalmente, dado que el Nitrógeno Kjeldahl considera la suma del nitrógeno orgánico en sus diversas formas (proteínas y ácidos nucleicos en diversos estados de degradación, urea, aminas, etc.) y el ion amonio NH_4^+ , los valores obtenidos dan cuenta claramente en ambos sectores (inmediaciones y control), que es el nitrógeno orgánico el predominante.

En conclusión, es posible establecer que luego de concluido el ciclo productivo del CES Córdova 5, **las condiciones de las aguas marinas respecto a los nutrientes se encontraban de acuerdo con lo esperable para aguas marinas de la Región de Magallanes.**

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	N° DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	52
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

8 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN AMBIENTAL COMPLEMENTARIA

A modo de profundizar en los análisis desarrollados, para abordar las observaciones contenidas en las secciones pertinentes de la Res. Ex. N°3/Rol A-016-2023 y la Res. Ex. N°6/Rol A-006-2023, se ha analizado información complementaria considerando variables ambientales como sedimentos, macrofauna, columna de agua, antibióticos y antiparasitarios.

Se incorpora además en esta sección resultados adicionales de trabajos previamente realizados y post-procesados que permiten identificar nuevos antecedentes para columna de agua, filmación de fondo marino y demás parámetros relevantes en el área efectivamente impactada por la actividad CES, en comparación con el área de influencia del CES, en concordancia a lo requerido por la SMA.

Importante también es mencionar que se realizó una modelación de la dispersión de la materia orgánica generada en el CES para determinar el área afectada por la sobreproducción.

Basado en lo anterior, los resultados presentados en esta sección complementan y amplían la información presentada en los capítulos anteriores, además mediante el empleo de herramientas de modelación y balance de masa.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	N° DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	53
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

8.1 SEDIMENTOS

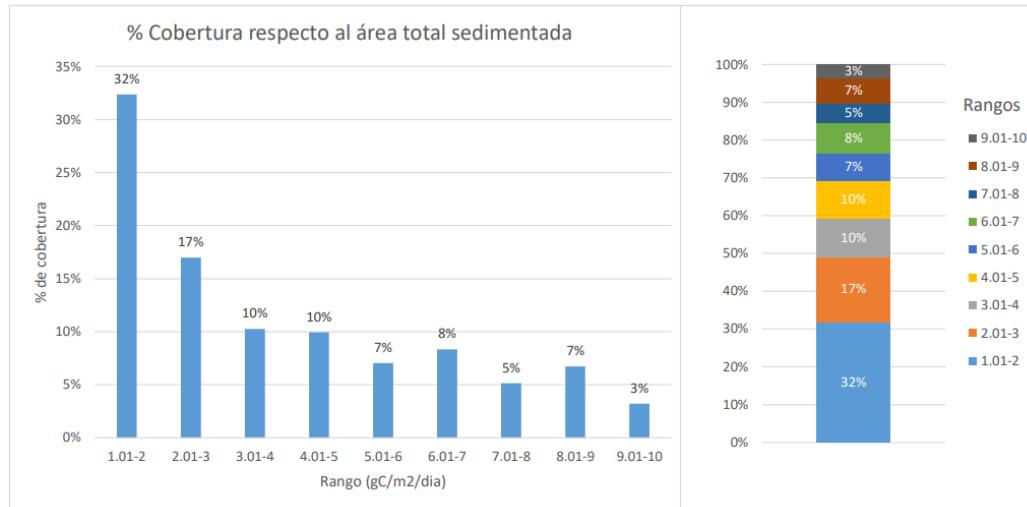
8.1.1 Comportamiento con sobreproducción

Para abordar las observaciones contenidas en particular en los Considerandos Nº 41.8, 41.9 y 4.10 de la Res. Ex. Nº3/Rol A-016-2023 y considerandos 29 y siguientes de la Res. Ex. Nº6/Rol A-016-2023, mediante la configuración y explotación del modelo numérico NewDepomod, la consultora Innovación Ambiental estimó el comportamiento del flujo de carbono, sus tasas de depositación y consecuentemente el área de influencia esperada debido al proceso de alimentación.

Los detalles de la configuración del modelo numérico, las forzantes aplicadas, el procesamiento de la información y otros aspectos fundamentales, pueden ser consultados en el Anexo A, en el cual se ha incorporado íntegramente el informe elaborado por la consultora mencionada.

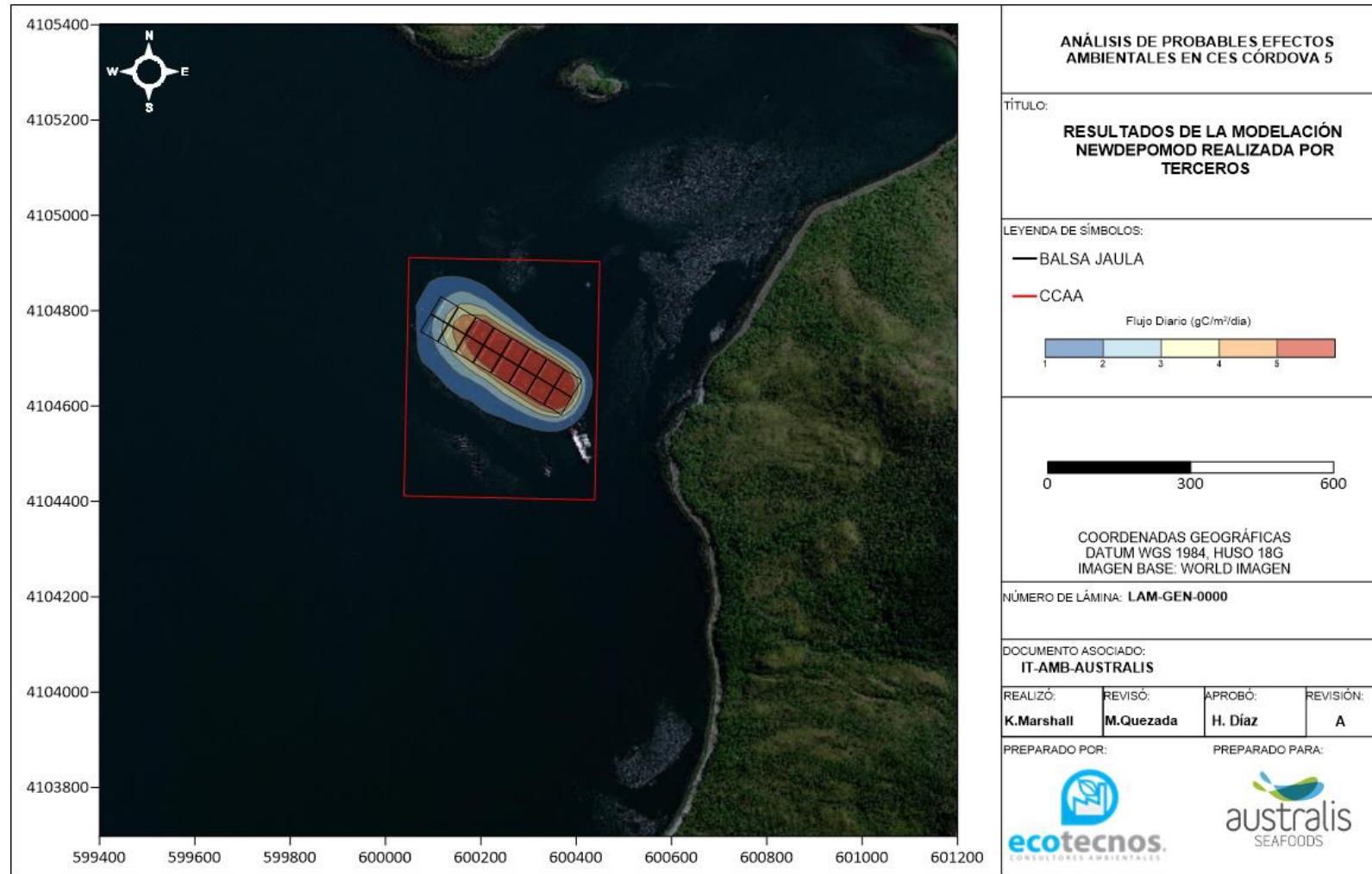
A partir de sus resultados, se ha construido la Figura 8.2, en la cual se muestra el área de depositación de partículas estimada a partir del flujo de carbono diario. De ella el área estimada con valores por sobre 1 gC/m²/día asciende a 75.252 m², mientras que su valor máximo llego a los 9,59 gC/m²/día.

La distribución del porcentaje de cobertura de cada uno de los rangos de flujo diario de carbono, dentro del área de influencia, se ilustra en la Figura 8.1. De ella se puede calcular que el 69% del área de depositación es igual o inferior a 5 gC/m²/día y el peak de 9,59 gC/m²/día, donde concentraciones entre 9,01 a 9,59 gC/m²/día corresponden al 3 % del área.



Fuente: Informe Innovación Ambiental.

Figura 8.1: Rangos de % de cobertura respecto al área total sedimentada del ciclo 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.2: Zona de depositación de flujo diario de carbono obtenida por terceros mediante modelación NewDepomod, para el escenario con sobreproducción advertido durante el ciclo productivo 2019 – 2021.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	55
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Según estudios realizados por Hargrave & Phillips (1989), el decaimiento del carbón orgánico puede ser modelado como una ecuación de decaimiento de primer orden, de tal modo que:

$$\frac{dC}{dt} = -k$$

Donde

C: Carbono depositado en los sedimentos desde el funcionamiento del centro.

t: Tiempo.

k: Coeficiente de decaimiento.

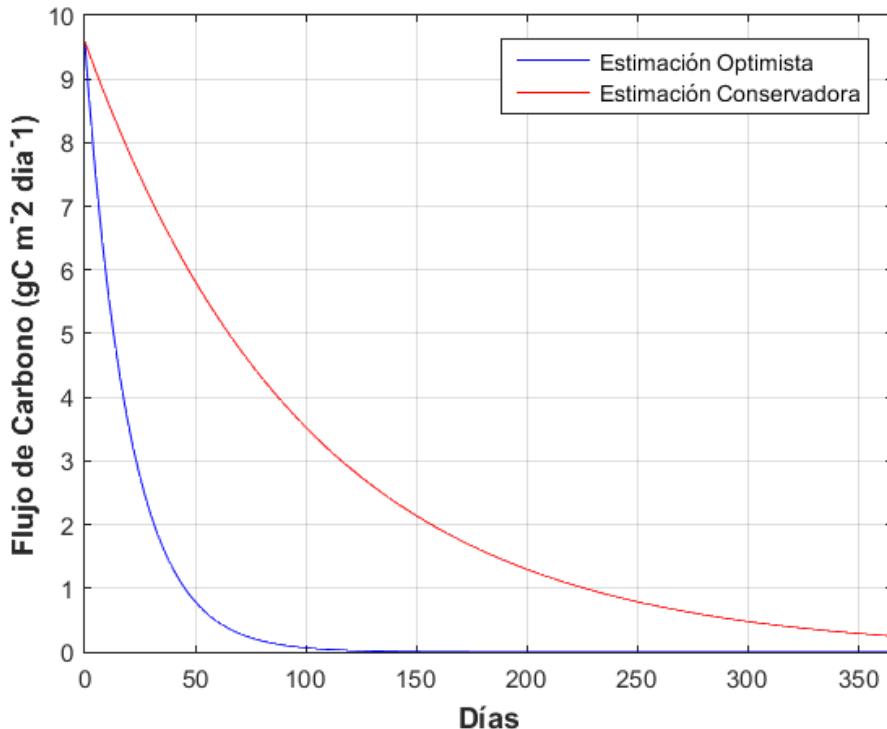
Dado que a partir de la operación del centro se espera la depositación de carbón orgánico total, que corresponde a aquella fracción que aún tiene energía disponible y consecuentemente es demandada por bacterias o el mismo bentos que pueda existir en el lugar.

Esta disponibilidad de carbono orgánico total en el lecho, se transforma en una fuente adicional de alimento y por lo tanto, su demanda por las bacterias y eventualmente el bentos que se encuentra en el medio y la inexistencia del aporte antrópico generado por la operación del centro (debido a que se está en periodo de descanso), producen que en el tiempo la disponibilidad comience a disminuir paulatinamente, siendo esto asimilable en mayor proporción a un proceso lóbil que a uno refractario, desde un punto de vista químico. Es decir, que el decaimiento del contenido de carbono orgánico total en los sedimentos, tienen a disminuir en el tiempo y lo hará según una ecuación de primer orden tal como comenta Hargrave & Phillips (1989).

Basado en lo anterior y según la información reportada por Hargrave & Phillips (1989), los coeficientes de decaimiento del carbono orgánico en una fase que tiende a ser lóbil, se estiman entre 1/20 a 1/100 día⁻¹, de tal modo que aplicando dichos coeficientes al valor máximo reportado según el informe de modelación numérica NewDepomod, se obtienen el decaimiento de primer orden mostrado en la Figura 8.3.

Empleando los resultados del modelo de decaimiento, se han estimado los tiempos necesarios para alcanzar un valor de 1 gC/m²/día siendo estos resumidos en la Tabla 8.1 y alcanzando valores entre 45,22 hasta 226,07 según las estimaciones optimistas y conservadoras, respectivamente.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	56
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.3: Decaimiento del carbono orgánico depositado en los sedimentos.

Tabla 8.1: Estimación de tiempos necesarios para disminuir el flujo de carbono depositado hasta 1 gC/m²/día para el ciclo 2019.

Estimación	Tiempo (días)
Optimista	45,22
Conservadora	226,07

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis general de los resultados obtenidos, se puede advertir que el tiempo más conservador estimado y en el cual se podría reducir el flujo de carbono depositado en el lecho hasta 1 gC/m²/día sería cercano a **7,5 meses**.

Este plazo determinado, es un indicador de que los procesos de depositación no son permanentes, es decir, se pueden revertir luego de un determinado tiempo de finalizadas las operaciones del CES. Lo anteriormente mencionado corresponde a una evidencia numérica de que los procesos actúan en una ventana de tiempo acotada, es decir, tienen un inicio y un término que se puede estimar, por lo cual, en el lecho, los efectos no serían acumulativos.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	57
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

8.1.2 Comportamiento con RCA

Al igual que en el escenario con sobreproducción, conforme a lo solicitado en los considerandos 31 y siguientes de la Res. N°6/Rol A-016-2023, se ha modelado en NewDepomod el comportamiento del flujo de carbono, donde sus características específicas de la configuración, las forzantes aplicadas, el procesamiento de la información y otros aspectos fundamentales, pueden ser consultados en el Anexo A, en el cual se ha incorporado íntegramente el informe elaborado por la consultora Innovación Ambiental

A partir de sus resultados, se ha construido la Figura 8.4, en la cual se muestra el área de depositación de partículas estimada a partir del flujo de carbono diario. De ella el área estimada con valores por sobre 1 gC/m2/día asciende a 55,397 m², mientras que su valor máximo llegó a los 5,99 gC/m2/día.

Al igual que para el caso en sobreproducción, se ha estimado el decaimiento del carbono en el lecho, considerando que según estudios realizados por Hargrave & Phillips (1989), el decaimiento del carbón orgánico puede ser modelado como una ecuación de decaimiento de primer orden, de tal modo que:

$$\frac{dC}{dt} = -k$$

Donde

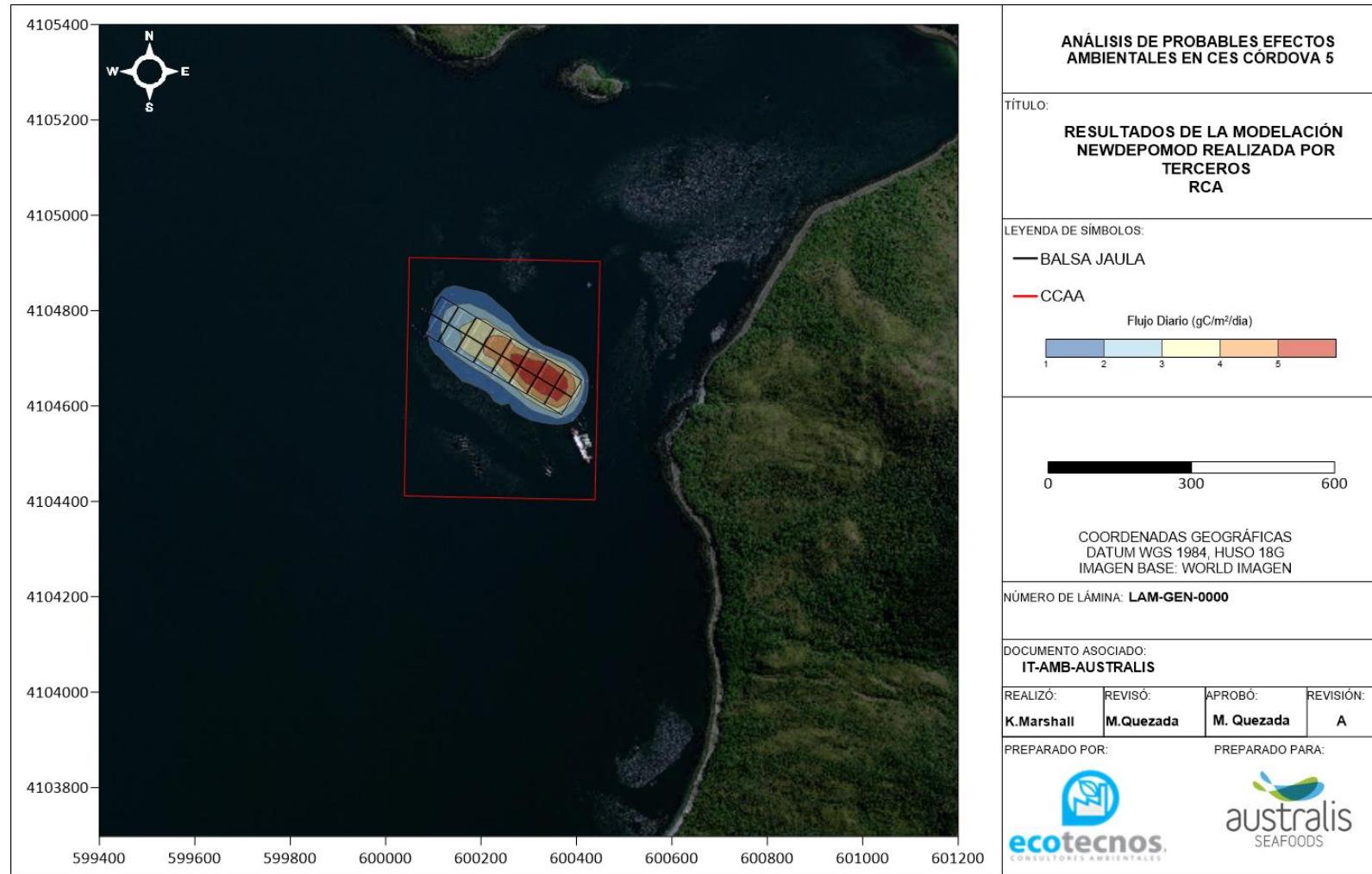
C: Carbono depositado en los sedimentos desde el funcionamiento del centro.

t: Tiempo.

k: Coeficiente de decaimiento.

Dado que a partir de la operación del centro se espera la depositación de carbón orgánico total, que corresponde a aquella fracción que aún tiene energía disponible y consecuentemente es demandada por bacterias o el mismo bentos que pueda existir en el lugar.

Esta disponibilidad de carbono orgánico total en el lecho, se transforma en una fuente adicional de alimento y por lo tanto, su demanda por las bacterias y eventualmente el bentos que se encuentra en el medio y la inexistencia del aporte antrópico generado por la operación del centro (debido a que se está en periodo de descanso), producen que en el tiempo la disponibilidad comience a disminuir paulatinamente, siendo esto asimilable en mayor proporción a un proceso lóbil que a uno refractario, desde un punto de vista químico. Es decir, que el decaimiento del contenido de carbono orgánico total en los sedimentos, tienen a disminuir en el tiempo y lo hará según una ecuación de primer orden tal como comenta Hargrave & Phillips (1989).



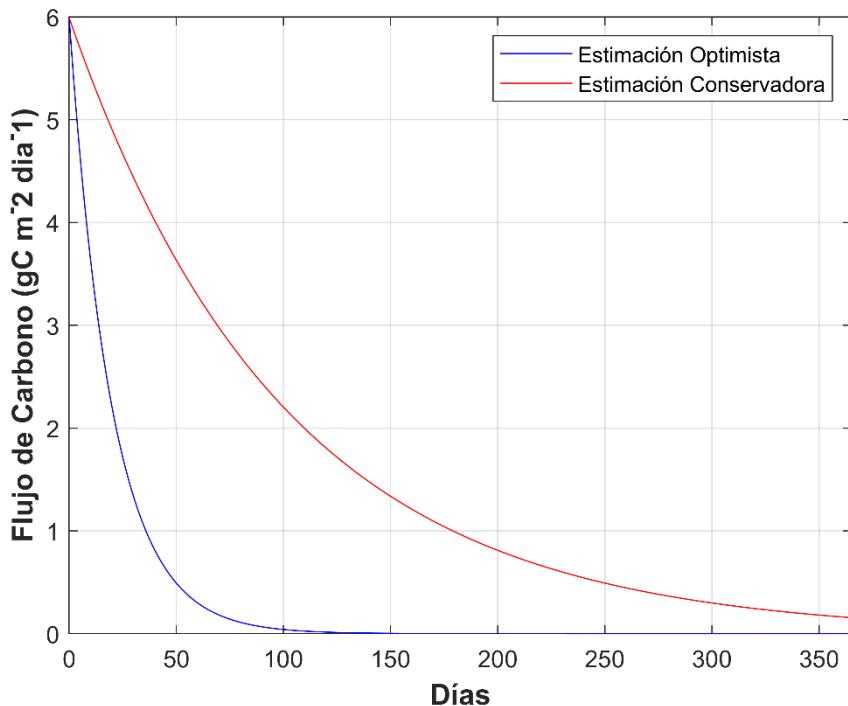
Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.4: Zona de depositación de flujo diario de carbono obtenida por terceros mediante modelación NewDepomod, para el escenario en cumplimiento de la RCA.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	59
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Basado en lo anterior y según la información reportada por Hargrave & Phillips (1989), los coeficientes de decaimiento del carbono orgánico en una fase que tiende a ser lábil se estiman entre 1/20 a 1/100 día⁻¹, de tal modo que aplicando dichos coeficientes al valor máximo reportado según el informe de modelación numérica NewDepomod, se obtienen el decaimiento de primer orden mostrado en la Figura 8.5.

Empleando los resultados del modelo de decaimiento, se han estimado los tiempos necesarios para alcanzar un valor de 1 gC/m²/día siendo estos resumidos en la Tabla 8.2 y alcanzando valores entre 35,80 hasta 179,00 según las estimaciones optimistas y conservadoras, respectivamente.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.5: Decaimiento del carbono orgánico depositado en los sedimentos.

Del análisis general de los resultados obtenidos, se puede advertir que el tiempo más conservador estimado y en el cual se podría reducir el flujo de carbono depositado en el lecho hasta 1 gC/m²/día sería cercano a **6 meses**.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	60
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 8.2: Estimación de tiempos necesarios para disminuir el flujo de carbono depositado hasta 1 gC/m²/día, para el escenario RCA.

Estimación	Tiempo (días)
Optimista	35,8058
Conservadora	179,0092

Fuente: Elaboración propia.

Este plazo determinado, es un indicador de que los procesos de depositación no son permanentes, es decir, se pueden revertir luego de un determinado tiempo de finalizadas las operaciones del CES. Lo anteriormente mencionado corresponde a una evidencia numérica de que los procesos actúan en una ventana de tiempo acotada, es decir, tienen un inicio y un término que se puede estimar, por lo cual, en el lecho, los efectos no serían acumulativos.

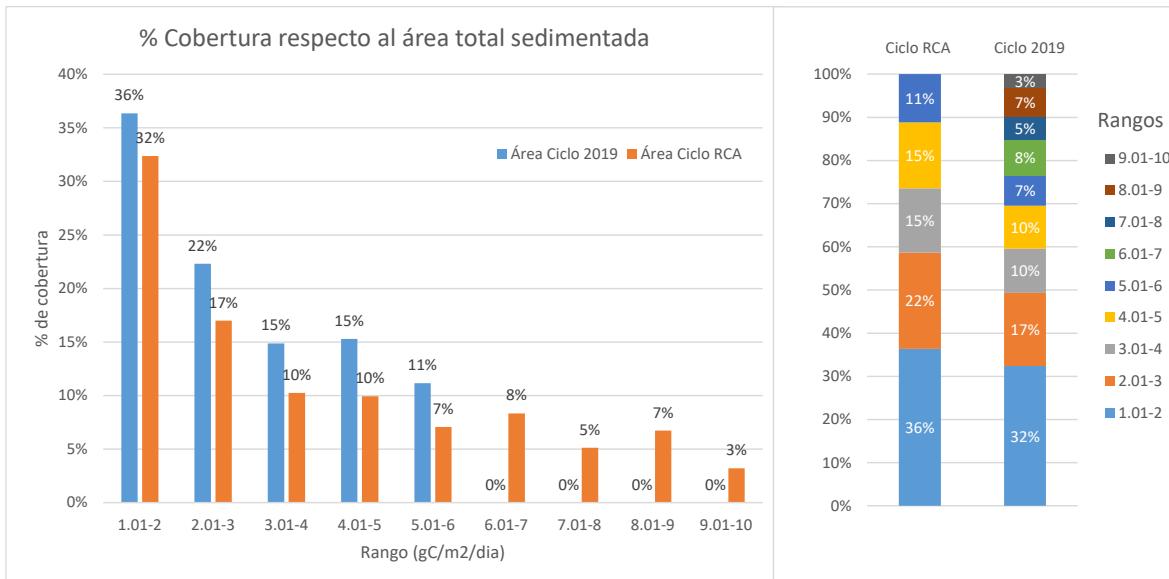
8.1.3 Comparación de comportamientos

Como resultados de comparación, se muestra en la Figura 8.6 las áreas obtenidas para cada escenario de simulación, asociadas por rango de flujo de carbono en el lecho. De ella se puede advertir como el escenario en RCA tiene mayores áreas para flujos de menor cuantía y menos áreas para flujos de mayor magnitud.

Porcentualmente, se logra advertir diferencias en las distribuciones de las áreas entre ambos escenarios, lo cual es de esperar dadas las diferencias en los flujos. Sin embargo, para cuantificar de mejor manera los resultados se ha elaborado la Tabla 8.3 que contrasta el flujo másico, área de influencia y tiempo de decaimiento (optimista y conservador), para cada uno de los escenarios modelados.

De la comparación de los resultados se logra advertir que el flujo de carbono en ambos casos (sobreproducción y RCA) superan los 5 gC/m²/día y se alcanzaría una diferencia de 3,60 gC/m²/día en el flujo de carbono. En el caso del área la diferencia sería de 19,855 m² y los tiempos optimistas se diferenciarían en 9,42 días, mientras que los conservadores en 47,07 días.

Los resultados comparativos indican que, si bien hay diferencias entre los escenarios simulados, no implica necesariamente un mayor efecto en el medio marino, tal como se ha mostrado en los capítulos 6 y 7.



Fuente: Informe Innovación Ambiental.

Figura 8.6: Comparación de los rangos de % de cobertura respecto al área total sedimentada.

La comparación entre el tiempo de decaimiento conservadora versus optimista es de **6,03 meses**, al considerar la situación con sobreproducción, mientras que de 4,77 meses para el caso en RCA. Estas diferencias de tiempo son concordantes con las escalas temporales asociadas a las INFAs.

Tabla 8.3: Comparación de los resultados de los escenarios modelados

Indicador	Sobreproducción	RCA	Diferencia
Flujo máximo de Carbono (gC/m²/día)	9,59	5,99	3,6
Área de influencia (m²)	75,252	55,397	19,85
Tiempo Optimista de Decaimiento (días)	45,22	35,80	9,42
Tiempo Conservador de Decaimiento (días)	226,07	179,00	47,07

Fuente: Elaboración propia.

	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	62
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

8.2 BENTOS SUBMAREAL

Además, también para abordar las observaciones contenidas en particular en los Considerandos N°41.7, 41.8 y 41.9 de la Res. Ex. N°3/ROL A-016-2023, se presenta la siguiente información.

8.2.1 Sección Antecedentes Biológicos y Químicos

El centro de cultivo Córdova 5, de acuerdo a lo establecido en el Título III, artículo 19 del D.S. N° 320 de 2001, y en lo detallado en la Resolución (SUBPESCA) N° 3612 de 2009, presenta condiciones hidrográficas y de tipo de sustrato que permiten clasificar el centro en **Categoría 4 y 5**, por presentar profundidades menores y mayores a 60 m, fondo duro o semiduro, por lo tanto, corresponde a dicho CES entregar en cada INFA la siguiente información:

- Plano batimétrico y de sustrato, ubicación actual de los módulos de cultivo y de las transectas
- Registro visual
- Oxígeno disuelto en la columna de agua
- Temperatura en la columna de agua
- Conductividad/salinidad en la columna de agua

A esto se adiciona, en el caso de la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS), estudios de correntía euleriana.

Por lo anterior, en los seguimientos ambientales, el CES Córdova 5 no registra una caracterización de los sedimentos submareales ni de la biota, en términos de fauna macrobentónica, flora marina u otros componentes biológicos.

No obstante, lo anterior, en la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) efectuada para este CES en el año 2015, se efectuó el levantamiento de las comunidades bentónicas de los fondos submareales subyacentes al CES Córdova 5, junto al levantamiento de la avifauna y los mamíferos marinos.

8.2.2 Análisis Ambiental

Respecto a los aspectos biológicos, se determinó la presencia de una comunidad bentónica caracterizada por un total de **10 especies**, considerando el total de las estaciones analizadas, estando representados los Phyla Cnidaria, Annelida, Brachiopoda, Mollusca, Echinodermata y Chordata. Tal como se aprecia en la Tabla 8.4, el máximo de especies por transecta se obtuvo en la transecta 2 con 10 especies, mientras que la menor riqueza se registró en la transecta 1 con 8 especies.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	63
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 8.4: Detalle de las especies identificadas en los sedimentos submareales de CES Córdova 5 y sus abundancias (Nº ind. / Transecta). CPS.

Phyllum	Familia	Nombre científico	Abundancia por Transecta	
			Transecta 1	Transecta 2
Cnidaria	Hydrozoa	<i>sp. 1</i>	1	1
	Anthozoa	<i>sp. 2</i>	7	6
	Gorgonidae	<i>sp. 3</i>	4	13
Annelida	Serpulidae	<i>sp. 4</i>	4	5
Brachiopoda	-	<i>sp. 5</i>	1	1
Mollusca	Pectinidae	<i>sp. 6</i>	1	1
Echinodermata	Stichasteridae	<i>Cosmasterias sp.</i>	1	5
	Asterinidae	<i>sp. 7</i>	2	4
	Psolidae	<i>Psolus sp.</i>	-	2
Chordata	-	<i>sp. 8</i>	-	3
Nº Total de Individuos			21	41

CPS Córdova 5 (2015).

Complementariamente, en la Tabla 8.5 se entrega un detalle de los resultados del cálculo del índice de Simpson (D) y del índice de diversidad de Shannon-Weaver (H'), obtenido a partir de los datos de la CPS para todas las transectas levantadas.

Tabla 8.5: Índice de Simpson e índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') calculados para todas las transectas submareales en la CPS del CES Córdova 5.

	Transecta 1	Transecta 2
D	0,202	0,171
H'	1,802	1,996

Cálculos propios.

En específico, el índice de Simpson (D) osciló entre 0,171 y 0,202. Cabe señalar que el índice de Simpson mide la diversidad de especies según la siguiente expresión:

$$S = 1 - \sum_{i=1}^n p_i^2$$

$$0 < S < 1$$

Donde p_i es la abundancia relativa de cada una de las especies presentes en un ambiente.

En términos generales un ambiente se considera ambientalmente saludable cuando la diversidad de Simpson es alta (cercana a 1), que refleja que no existe dominancia de una única especie en el ambiente. En tanto, cuando el ambiente se encuentra perturbado, usualmente la diversidad disminuye (tiene a cero) y una sola especie domina el ambiente.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	64
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Considerando lo anterior y basado en que la naturaleza de las especies biológicas se distribuye estadísticamente en forma normal, se han considerado los siguientes intervalos de decisión:

$$V^B = \begin{cases} S \leq 0.25 \rightarrow \text{Muy Perturbado a Perturbado} \\ 0.25 < S < 0.75 \rightarrow \text{Moderadamente Perturbado} \\ S \geq 0.75 \rightarrow \text{No Perturbado} \end{cases}$$

Es importante mencionar que el valor de 0,25 y 0,75, se han definido como una función de la desviación estándar de la distribución normal, a modo de dar una confiabilidad del valor central.

De lo anterior se desprende, de acuerdo al índice de Simpson, que el ambiente submareal, antes del funcionamiento del CES Córdova 5, daba indicios de una comunidad **Muy Perturbada a Perturbada**.

En tanto, en la Tabla 8.5 se aprecia también el resultado del cálculo del índice de diversidad de Shannon-Weaver (H'). Para efectuar una comparación de los datos obtenidos, se ha utilizado el resumen efectuado por Hargrave *et al.* (2008) (Figura 8.7). Estos autores confeccionaron un monograma de correlación de múltiples escalas para tipificar el grado de impacto en sedimentos submareales, basados sobre los datos presentados por Wildish *et al.* (2001) y Brooks (2001) y Brooks *et al.* (2003). Dado que el cálculo de los índices de Shannon-Weaver (H') oscilan entre 1,802 – 19962, se puede concluir que los sedimentos del CES Morgan presentaron en la CPS una **Biodiversidad Reducida**, coincidente con lo indicado por el índice Simpson.

Se concluye, por tanto, que la biodiversidad de las comunidades bentónicas del área de estudio en donde se localiza el CES Córdova 5, ha presentado desde sus inicios, previo al funcionamiento del centro, una biodiversidad reducida de organismos, con indicios claros de perturbación.

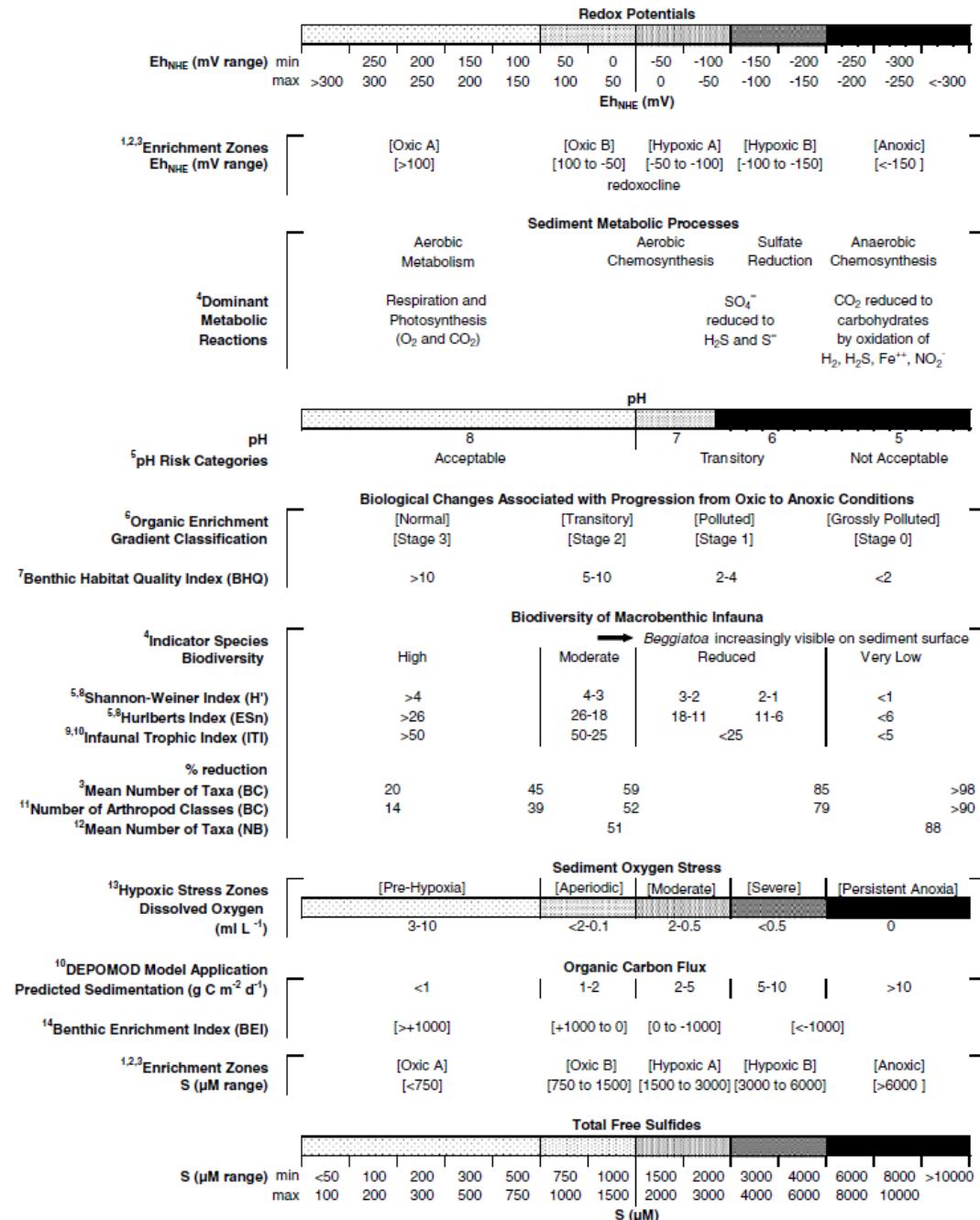


Figura 8.7: Monograma de correlación de múltiples escalas que tipifican el grado de impacto. Incluye escala de enriquecimiento orgánico basado en Eh y sulfuro totales, los procesos metabólicos dominantes de tipo aeróbico o anaeróbico y su relación con el ciclo del azufre, una categoría de riesgo según pH y un conjunto de índices bióticos. Resumen incluido en Hargrave *et al.* (2008). Datos obtenidos de Wildish *et al.* (2001) y Brooks (2001) y Brooks *et al.* (2003).

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	66
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Adicionalmente, en la Caracterización Preliminar de Sitio (CPS) efectuada para este CES, año 2015, se efectuó una caracterización de la avifauna y de la presencia de mamíferos marinos en los alrededores del CES Córdova 5. Como se aprecia en la Tabla 8.6, se registraron en el área un total de **12 especies de aves y 1 especie de mamífero marino**. La especie de la avifauna más abundante resultó ser la gaviota *Larus dominicanus* con 22 individuos contabilizados y las especies menos abundantes fueron el yeco (*Phalacrocorax brasiliensis*), el cormorán de las rocas (*Phalacrocorax magellanicus*) y el churrete (*Cinclodes patagonicus*), todo con 3 individuos avistados.

Tabla 8.6: Detalle de las especies de aves y mamíferos identificados en el CES Córdova 5 en la CPS (2015).

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Nº Individuos
Aves	Procellariiformes	Procellariidae	<i>Puffinus griseus</i>	Fardela negra	10
Aves	Procellariiformes	Procellariidae	<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel gigante	5
Aves	Procellariiformes	Diomedeidae	<i>Thalassarche melanophrys</i>	Albatros de ceja negra	4
Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota	22
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Tachyeres pteneres</i>	Quetru no volador	8
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Chloephaga hybrida</i>	Caranca	4
Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasiliensis</i>	Yeco	3
Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax atriceps</i>	Cormorán imperial	21
Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax magellanicus</i>	Cormorán de las rocas	3
Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	3
Aves	Charadriiformes	Stercorariidae	<i>Stercorarius chilensis</i>	Salteador chileno	7
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huiravo	1
Mammalia	Carnivora	Otariidae	<i>Byronia flavescens</i>	Lobo marino común	

CPS Córdova 5 (2015).

Cabe mencionar que de acuerdo a la “Guía de campo de las especies de aves y mamíferos marinos del sur de Chile”, de Hucke-Gaete & Ruiz (2010), la especie de mamífero hallada en el área de estudio es común de avistar en la región de Magallanes. Lo mismo se puede indicar de las especies de avifauna identificadas.

Dado que las Categorías 4 y 5 a la cual pertenece el CES Córdova 5, no considera en su monitoreo a través de las INFAs el seguimiento de aves y mamíferos, no se tiene antecedentes de si estas especies siguen frecuentando el área de estudio. **Dado que los mamíferos marinos son especies nectónicas, es decir, pertenecen al conjunto de los organismos que nadan activamente en las áreas acuáticas, es muy probable que sigan estando presentes el área de estudio. Lo mismo para las especies de aves.**

En conclusión, sobre la base de los datos obtenidos a partir de la CPS (2015), es posible indicar que el área que rodea al CES Córdova 5 es frecuentada por especies de aves y mamíferos que son típicas de la Región de Magallanes. En tanto, las comunidades bentónicas submareales del fondo marino han presentado una biodiversidad reducida de organismos, con indicios claros de perturbación.

Posteriormente, se realizó una INFA oficial el 06-07-2023, la cual fue notificada a través del ORD. DN-03130/2023, de SERNAPESCA, el día 26-07-2023, señalando que se concluye que el centro presenta condiciones ambientales AERÓMICAS.

De lo anterior se puede deducir que pese a no contar con datos de caracterización física química de los sedimentos que se encuentran en los fondos adyacentes al CES Córdova 5, la riqueza de especies de aves y mamíferos levantada en la CPS fue moderada, y aparentemente las condiciones oceanográficas del medio circundante y las de operación del CES, han mantenido condición perturbada de sus comunidades y, probablemente, de las características químicas de los sedimentos, los que se reflejaron en la condición de anaerobiosis resultante de la INFA.

Adicionalmente y dado que este CES es categoría 4 y 5 (para el ciclo 2019-2021), se cuenta con filmaciones submarinas en donde se caracterizó el fondo marino, con 8 transectas (ver Figura 8.8), con la finalidad de cuantificar el porcentaje de cubierta bacteriana en las transectas realizadas en los procesos de INFA.

En la Tabla 8.7 se presentan las categorías propuestas por especialista en el tema (DVS Technology), para cuantificar la cobertura de bacterias, en las transectas realizadas en los procesos de INFA. Como se aprecian las categorías van desde sin presencia visible a cubierta continua, en donde se definen los grados de cobertura. Es importante mencionar que estas mediciones se realizan dentro del marco de la INFA.

Tabla 8.7: Cubierta bacteriana.

Grados	Cubierta de Bacterias
G0	Sin presencia visible
G1	Pequeños vestigios, principalmente bajo rocas
G2	Pequeñas colonias en formación dispersa
G3	Cubierta en manchones dispersos
G4	Grandes manchones dispersos sin llegar a cubrir grandes rocas
G5	Cubierta continua delgada sin llegar a cubrir grandes rocas
G6	Cubierta continua gruesa, llegando a cubrir grandes rocas

Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

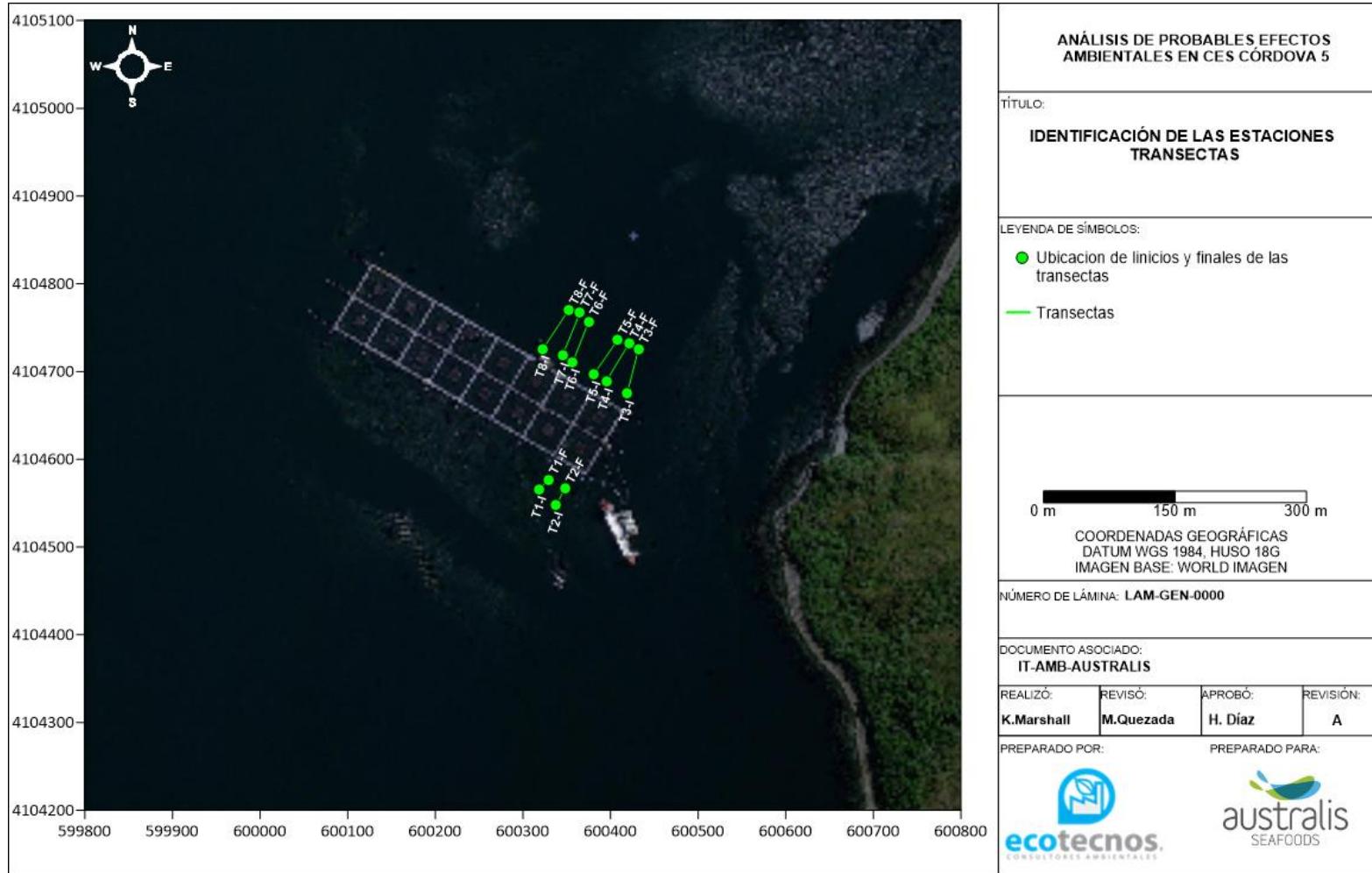


Figura 8.8: Ubicación de las transectas.

Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	69
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

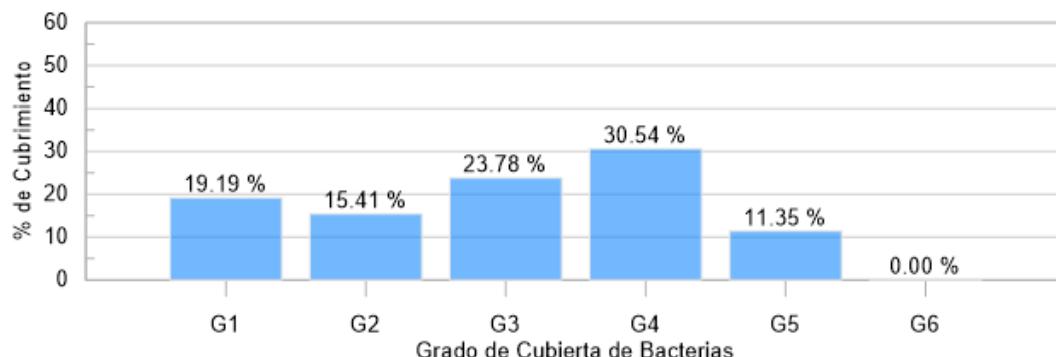
En relación con los hallazgos realizados en las filmaciones se presenta la Tabla 8.8 donde se puede apreciar que para la INFA del Ciclo 2019-2021, se registró que en las transecta 6 y 4 se presentó la mayor área cubierta por bacterias, en un grado G4.

Tabla 8.8: Cubierta bacteriana. INFA 31/05/2021. Asociada al ciclo 2019-2021.

Córdova 5	Total de Hallazgos	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Visualización de Bacterias (T1)	19	14	1	1	2	1	0
Visualización de Bacterias (T2)	47	17	15	12	3	0	0
Visualización de Bacterias (T3)	71	26	17	14	10	4	0
Visualización de Bacterias (T4)	74	1	8	15	26	24	0
Visualización de Bacterias (T5)	67	0	7	22	34	4	0
Visualización de Bacterias (T6)	75	1	5	23	38	9	0
Visualización de Bacterias (T7)	5	3	1	1	0	0	0
Visualización de Bacterias (T8)	12	9	3	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

Adicionalmente se muestra la Figura 8.9, donde se indica el porcentaje total (considerando todas las transectas) asociado a cada grado de cobertura, de esta se desprende que los grados más frecuentes de aparición fueron el G4 y G3.



Fuente: Elaboración Propia a partir de información suministrada por Australis.

Figura 8.9: Porcentajes de cobertura bacteriana en total.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	70
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

8.3 COLUMNAS DE AGUA

8.3.1 Antecedentes Bibliográficos de Nutrientes en Agua de Mar

La concentración y la dinámica de los nutrientes en la zona de los fiordos de la Patagonia Chilena ha sido estudiada en varias ocasiones, encontrándose que se trata de una zona de altos gradientes verticales y horizontales, debido al alto aporte de agua dulce proveniente de los ríos, rica en silicio, pero pobre en nitrógeno y fosfato, así como un aporte importante de aguas oceánicas provenientes de la Corriente Circumpolar Antártica (Iriarte *et al.* 2014, Pantoja *et al.* 2010). Estas dos influencias generan un patrón estacional con un predominio de aguas de origen continental pobres en nutrientes durante el invierno, y un mayor aporte de aguas oceánicas ricas en nutrientes durante el verano, época en que se concentra la mayor productividad primaria.

Dado que los intensos gradientes de temperatura y salinidad encontrados en las aguas de los fiordos patagónicos imponen una limitación a la mezcla vertical, y que la producción primaria está determinada por el fitoplancton que se encuentra restringido a la capa superficial, la magnitud de la producción primaria estaría determinada por el aporte de nutrientes desde la capa profunda de origen marino, estando así la actividad biológica determinada por las condiciones hidrográficas de mezcla vertical en la columna de agua, generando capas de concentración distintas entre superficie y fondo, e incluso estratos intermedios, que de cualquier forma son dinámicos.

En este contexto, Silva (2006) muestra que para los canales de la Patagonia Chilena, la distribución de nutrientes inorgánicos (nitrato y fosfato) se encuentra dividida en dos compartimentos principales, uno superficial ubicado de 0 a 30-50 m de profundidad, donde se hallan concentraciones de nitrato de entre 0,0 y 0,49 mg/L, y de fosfato de entre 0,0 a 0,078 mg/L, seguido de una capa profunda que se encuentra a más de 75 m de profundidad, donde se observan concentraciones de nitrato de entre 0,77 y 1,49 mg/L, y concentraciones de entre 0,114 y 0,228 mg/L de fosfato. Del mismo modo, Pantoja *et al.* (2010) muestran para la zona de los fiordos de la Patagonia Norte, valores de nitrato superficial (0 a 25 m) que oscilan entre 0,53 a 0,68 mg/L, y de fosfato superficial que varían entre 0,097 y 0,114 mg/L, mientras que la capa profunda, por debajo de 50 m de profundidad, presentaría valores promedio de 0,15 mg/L de fosfato.

Los resultados más recientes presentados por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP, 2019), muestran valores de nitrato y fosfato en el canal de Costa y Moraleda, de 0,74 y 0,12 mg/L respectivamente en el estrato superficial y de 1,09 y 0,15 mg/L respectivamente en el fondo⁴.

⁴ Se considera un promedio de los datos superficiales y de fondo de nitrato y fosfato presentes en los esquemas de resultados para cada periodo analizado y para las estaciones que representan el canal de Moraleda (14) y de Costa (34). Información disponible en el informe del IFOP (2019): “Modelación de Alta Resolución Aplicada al Transporte Hidrodinámico, en la región de Aysén”.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	71
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Para determinar las concentraciones de nitrógeno y fósforo, se puede considerar a los nutrientes nitrato y fosfato como los principales, dado que se asume que el medio ambiente se encuentra dominado por la fotosíntesis y la respiración aeróbica, como procesos principales de producción y remineralización de la materia orgánica. Esto, ajustado al modelo de Redfield, genera un equilibrio entre el nitrato y el fosfato con el nitrógeno y el fósforo en forma orgánica. Además, tal cual se mencionó anteriormente, la productividad está regulada por el aporte de nutrientes desde la capa profunda hacia la capa superficial, la que se encuentra limitada por los gradientes de temperatura y salinidad entre la capa superficial y la profunda, de modo que las concentraciones de nitrato y fosfato son las que regulan la producción primaria.

8.3.2 Aspectos Generales

Una de las principales interacciones ambientales referidos a los sistemas de cultivo de especies ícticas, es el posible efecto generado por la alimentación de los peces en CES. Dicha interacción se generaría, principalmente, por el aporte de nutrientes al medio acuoso y sedimentario a través de la materia orgánica particulada en forma de *pellets* de alimento no consumido por los peces y materia fecal, así como en forma de nutrientes inorgánicos relacionado con la excreción de sustancias a través de la orina y las agallas de los peces (Olsen & Olsen 2008).

La eficiencia del proceso de alimentación de los peces es uno de los temas más importantes para la industria de la salmonicultura, tanto por el coste del alimento, que representa una parte importante del costo total de producción, como por los posibles efectos ambientales de la acumulación del alimento no consumido en el medio ambiente (Olsen et al. 2008). La eficiencia de los procesos de alimentación depende de una serie de variables, como el tipo y calibre del alimento suministrado, las condiciones ambientales estacionales y la dinámica de la zona donde se emplaza el centro de cultivo (Wang et al. 2012). En los últimos años, los sistemas de cultivo han realizado esfuerzos para mejorar la eficiencia del proceso de alimentación, dada la alta demanda de proteína de pescado a nivel mundial (FAO 2006), así como la creciente preocupación por los efectos ambientales de este tipo de actividades. En particular, para este análisis se indica que la pérdida de alimento como Alimento No Consumido (ANC) alcanza como máximo un 0,5% del alimento suministrado, de acuerdo con los estudios permanentes que realiza el titular del proyecto en sus centros de cultivo.

Para estimar y evaluar la liberación de nutrientes desde las jaulas de cultivo, es necesario establecer un balance de masas, que represente cada una de las vías del proceso de alimentación de los salmones. Este proceso puede ser representado de manera esquemática como se muestra en la Figura 8.10.

Del alimento suministrado a los peces, una fracción no es consumida, por lo que pasa directamente a depositarse en el sedimento marino. Una parte de este Alimento No Consumido

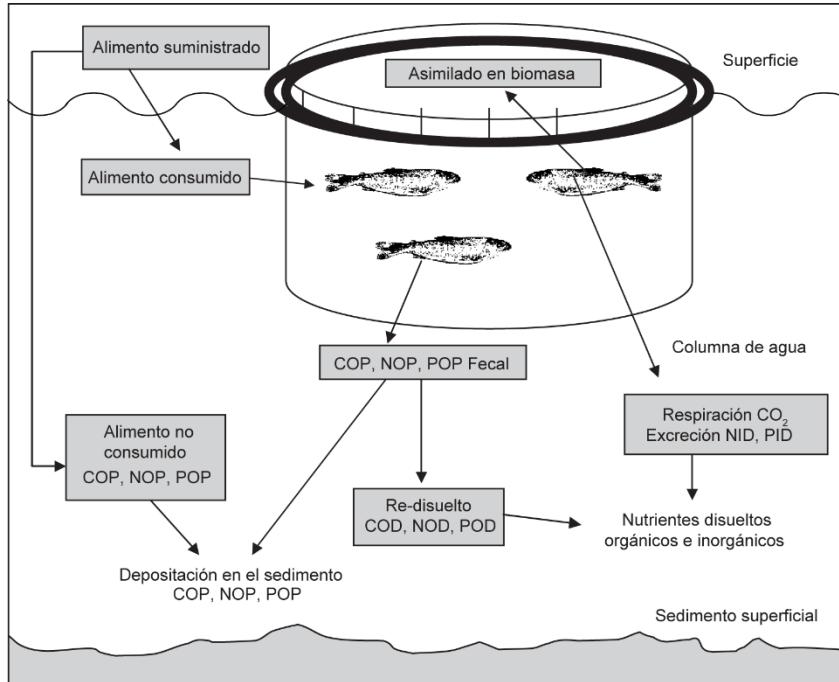
 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	N° DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	72
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

(ANC) es solubilizada en la columna de agua, por lo que una parte de los nutrientes contenidos en el alimento pasan a formar parte de los nutrientes orgánicos disueltos (Nitrógeno Orgánico Disuelto, NOD, y Fósforo Orgánico Disuelto POD). Por otro lado, parte del alimento es eliminado por los peces en forma de materia fecal, la cual contribuye al material orgánico particulado que se deposita en el sedimento. Del mismo modo que el ANC, parte de los nutrientes contenidos en la materia fecal son solubilizados en la columna de agua pasando a formar parte de los nutrientes orgánicos disueltos (NOD y POD). Chen *et al.* (2003) indica que el 15% del nitrógeno contenido en la materia orgánica particulada (ANC y materia fecal) es resolubilizado al ambiente en forma de NOD, mientras que, en el caso del fósforo, Sugiura *et al.* (2006) indica que el 15% de este elemento es resolubilizado en forma de POD.

Por otro lado, del Alimento Consumido (AC), una parte es asimilado por los peces, mientras que el resto es eliminado a través de la materia fecal. En el caso particular de los nutrientes, la Eficiencia de Asimilación (EA) para cada elemento es diferente, estimándose que un 85% del nitrógeno consumido en el alimento es asimilado en la biomasa (Wang *et al.* 2012), mientras que para el fósforo la EA alcanza un 50% (Reid *et al.* 2009, Bureau *et al.* 2003).

De los nutrientes asimilados por los peces, una parte es incorporado a la biomasa de estos a través de su proceso de crecimiento y engorda, mientras que el resto es excretado a través de la orina y las agallas. La proporción de nutrientes que es incorporado en la biomasa es expresada como la Eficiencia de Crecimiento (EC), que para el caso del nitrógeno ha sido estimada en un 38% y en el caso del fósforo alcanza un 30 % (Wang *et al.* 2012).

Mediante este modelo conceptual, es posible estimar el aporte neto de nitrógeno y fósforo a la columna de agua como nutrientes disueltos, así como el aporte neto de nutrientes a los sedimentos en forma de materia orgánica particulada.



Fuente: Wang et al. (2012)

COP: carbono orgánico particulado. NOP: nitrógeno orgánico particulado, POP: fósforo orgánico particulado; COD: carbono orgánico disuelto. NOD: nitrógeno orgánico disuelto, POD: fósforo orgánico disuelto; NID: nitrógeno inorgánico disuelto, PID: fósforo inorgánico disuelto.

Figura 8.10: Flujo y destino de los nutrientes en un CES.

8.3.3 Antecedentes del Centro

Abordando la observación contenida en el considerando 41.5 de la Res. Ex. N°3/Rol A-016-2023 y en los considerandos 33 y 34 de la Res. Ex. N°6/2023, como parte del proceso de engorda de los salmonidos en los CES, es necesario el suministro de alimentos al medio marino, del cual una fracción significativa es capturada por los ejemplares y otra de menor cuantía no es consumida.

Cada uno de los tipos de alimentos que se suministran, tiene según el productor un contenido energético y de nutrientes que se incorporan al salmón mediante su metabolismo y generan consecuentemente su crecimiento y engorda.

Las estimaciones del aporte de nutrientes a la columna de agua a partir del alimento suministrado a los peces de cultivo se realizaron utilizando los datos de cantidad de alimento suministrado para ciclo 2019-2021, en conjunto con parámetros y/o coeficientes entregados por el titular en base a la operación histórica del CES y respaldados por bibliografía especializada. Las características productivas y operativas del centro se presentan de manera resumida en la Tabla 8.9.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	74
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 8.9: Información productiva y operativa del ciclo 2019 – 2021.

Parámetro	Valor considerado
Producción (Ton)	6.460
Número de jaulas	16
Tipo de jaulas	Cuadradas
Dimensión de jaulas (m)	40x40
Profundidad (m)	15,4
Duración ciclo productivo (meses)	19

Fuente: Anexo A.

El alimento suministrado (Tabla 8.10) para producir la biomasa proyectada fue calculado para la modelación NEW DEPOMOD® (incorporada en el Anexo A), a través del modelo de “Coeficiente de Crecimiento Térmico (TGC)” (Cho & Bureau 1998, Cho 2004), el cual estima el crecimiento mensual de los peces a través de la Función de Coeficiente de Crecimiento y la Tasa de Coeficiente de Crecimiento Térmicos por ciclo. Es importante destacar que esta información fue computada y proporcionada por la Consultora Innovación Ambiental, y en base a este cómputo de esta consultora Ecotecnos la ha empleado como valor de ingreso al balance de masa que se describe en las siguientes secciones del documento.

Tabla 8.10: Cantidad de alimento a suministrar a los peces.

Mes	Días	Sobreproducción (kg/día)	RCA (kg/día)
1	31	194	121
2	31	1,161	723
3	28	4,558	2,840
4	30	8,774	5,466
5	30	11,011	6,860
6	31	13,131	8,181
7	30	12,678	7,898
8	31	14,229	8,865
9	31	17,561	10,941
10	30	16,874	10,512
11	31	20,559	12,808
12	30	21,234	13,229
13	31	16,344	10,182
14	31	20,052	12,493
15	28	21,145	13,173
16	30	14,491	9,028
17	30	24,886	15,504
18	31	23,319	14,528
19	30	5,674	3,535

Fuente: Estimado a través del modelo de coeficiente de crecimiento térmico (TGC) (Cho & Bureau 1998, Cho 2004).

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	75
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

De acuerdo con los antecedentes provistos desde el diseño operacional del CES, el ciclo de engorda de los salmones se desarrolla en un plazo de 19 meses, los que según la proyección de mortalidad y crecimiento irá alcanzando las tallas de cosecha según lo mostrado en la Tabla 8.11.

Tabla 8.11: Proyección de los tamaños promedio de los salmones durante el ciclo productivo.

Mes	Días	Sobreproducción (g)	RCA (g)
1	31	210	210
2	31	295	295
3	28	390	390
4	30	511	511
5	30	654	654
6	31	829	829
7	30	1025	1025
8	31	1258	1258
9	31	1524	1524
10	30	1815	1815
11	31	2152	2152
12	30	2515	2515
13	31	2931	2931
14	31	3391	3391
15	28	3846	3846
16	30	4376	4376
17	30	4953	4953
18	31	5600	5600
19	30	6278	6278

Fuente: Estimado a través del modelo de coeficiente de crecimiento térmico (TGC) (Cho & Bureau 1998, Cho 2004).

Según la pauta de alimentación declarada, se ha informado que el calibre de alimento suministrado de acuerdo con el peso de los salmones tal como se indica en la Tabla 8.12.

Tabla 8.12: Calibre del alimento, según rango de pesos de los salmones.

Rango de peso (g)	Calibre (mm)
100 – 250	4
250 – 800	6
800 – 1.500	9
> 1.500	12

Fuente: Definida por el proveedor de alimentos.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	76
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

8.3.4 Formulación Matemática

La formulación del balance de masas de los nutrientes suministrados en el alimento a un sistema de cultivo, y que se describe en la sección anterior, se detalla en Wang *et al.* (2012) y en las referencias citadas en dicha publicación científica.

Como ya se señaló, del Alimento Suministrado (AS), una parte se pierde en el sedimento en forma de Alimento No Consumido (ANC). De esta forma, el Alimento Consumido puede ser expresado como:

$$AC = AS \times (1 - fp)$$

Mientras que el alimento no consumido puede ser determinado como:

$$ANC = AS * fp$$

Donde fp representa el factor de pérdida, que ha sido estimado como máximo en 0,5 % (0,005).

La cantidad de nutrientes consumidos por los peces en el alimento puede ser determinado conociendo el contenido de estos en el alimento suministrado, el cual, de acuerdo con lo señalado en información referencial del alimento para cada dieta entregada por el proveedor de alimento se expone en la Tabla 8.13.

Tabla 8.13: Cantidad (%) de nitrógeno y fósforo consumidos por los peces según los distintos calibres considerados por el titular del proyecto junto al promedio determinado entre ellos.

Nutriente	Unidad	Calibres				Promedio
		4	6	9	12	
Nitrógeno en el alimento	% N	7,78	7,42	6,32	6,24	6,94
Fósforo en el alimento	% P	1,30	1,10	1,00	0,68	1,02

Fuente: Construida a partir de información proporcionada por el proveedor de alimentos.

De este modo, el balance general para cada uno de los nutrientes (nitrógeno y fósforo) puede ser expresado en la siguiente ecuación:

$$AC_i = F_i + AD_i = F_i + B_i + E_i$$

Donde:

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	77
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

- AC_i : Nutriente (i) en el alimento consumido (kg/día)
 F_i : Nutriente (i) eliminado mediante fecas (kg/día)
 AD_i : Nutriente (i) asimilado por los peces (kg/día)
 B_i : Nutriente (i) incorporado a la biomasa (kg/día)
 E_i : Nutriente (i) eliminado mediante excreción (kg/día)

La proporción de nutrientes asimilados por los peces e incorporados a la biomasa, están determinados por la Eficiencia de Asimilación (EA) y la Eficiencia de crecimiento (EC), respectivamente, las cuales se puede expresar mediante las siguientes ecuaciones:

$$EA_i = \frac{AD_i}{AC_i}$$

$$EC_i = \frac{B_i}{AC_i}$$

De este modo, es posible determinar el valor de los nutrientes incorporados en la biomasa (B_i) conociendo el valor de AC_i , y el valor de la eficiencia de crecimiento (EC_i). Este último puede ser determinado mediante la productividad del centro, y el análisis del contenido de nitrógeno y fósforo en los peces, sin embargo, para efectos de este balance, se utilizaron los valores de eficiencia de crecimiento proporcionados por Wang *et al.* (2012) correspondientes a 0,39 y 0,31 para nitrógeno y fósforo, respectivamente.

Asimismo, los nutrientes eliminados a través de las fecas y de la excreción, pueden ser determinados mediante las ecuaciones:

$$F_i = AC_i \times (1 - EA_i)$$

$$E_i = (AC_i \times EA_i) - B$$

Mediante estas expresiones, es posible determinar la cantidad de nutrientes liberados al medio marino, de acuerdo con el modelo conceptual presentado en la Figura 8.10. Estos valores se obtienen de las siguientes expresiones:

$$NA_i = (F_i \times fs) + (ANC_i \times fs) + E_i$$

$$NS_i = F_i \times (1 - fs) + ANC_i \times (1 - fs)$$

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	78
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Donde NA_i y NS_i corresponden al aporte neto de nutrientes (nitrógeno y fósforo) a la columna de agua y el sedimento marino, respectivamente, y f_s corresponde al factor de solubilidad de los nutrientes orgánicos (NOD y POD), el cual ha sido estimado por Chen *et al.* (2003) y Sugiura *et al.* (2006) para nitrógeno y fósforo, respectivamente, siendo en ambos casos de 0,15.

La Tabla 8.14 muestra un resumen de los parámetros obtenidos de la literatura científica o de información proporcionada por el proveedor de alimentos, y utilizados en el balance de masas.

Tabla 8.14: Parámetros de entrada para el balance de masas.

Parámetro	Valor	Expresión	Referencia
Nitrógeno en alimento suministrado	(1)	---	Datos proporcionados por proveedor de alimento
Fósforo en AS	(1)	---	
factor de pérdida (alimento no consumido)	0,005	fp	Datos proporcionados por proveedor de alimento
Eficiencia asimilación de nitrógeno	0,85	EA_N	Wang <i>et al.</i> (2012)
Eficiencia de crecimiento para nitrógeno	0,39	EC_N	Wang <i>et al.</i> (2012)
Eficiencia asimilación de fósforo	0,50	EA_P	Reid <i>et al.</i> (2009), Bureau <i>et al.</i> (2003)
Eficiencia de crecimiento para fósforo	0,31	EC_P	Wang <i>et al.</i> (2012)
Fracción soluble (nitrógeno y fósforo)	0,15	f_s	Chen <i>et al.</i> (2003)

Fuente: Elaboración Propia.

(1) Valores expuestos en la Tabla 8.13 para los respectivos calibres considerados

Para llevar a cabo el balance de masas se utilizaron los valores de suministro de alimentos que se muestran en la Tabla 8.10, calculado para la modelación NewDepomod® presentada por el mandante, de acuerdo con la biomasa proyectada en el ciclo productivo.

Es necesario señalar que para realizar el balance de masas se consideraron los siguientes supuestos:

- Se consideraron condiciones estacionarias durante todo el ciclo productivo.
- No se consideró el alimento consumido por la fauna íctica silvestre, tanto dentro como fuera de las jaulas.
- No se consideró la incorporación de nutrientes por el desarrollo de macroalgas y moluscos (fouling) en las jaulas durante el proceso productivo.
- No se consideró el aporte de nutrientes propios de la dinámica interna del medio circundante (producción fotosintética-respiración) ya que estos se encuentran dentro del reciclaje de nutrientes propio del sistema donde se encuentran las jaulas.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	79
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

8.3.5 Resultados de Nutrientes en Columna de Agua con Sobreproducción

El balance de masa presentado a continuación, es una herramienta que permite obtener información vital de los procesos biogeoquímicos de los nutrientes a partir de la información nutricional en base a cuatro calibres, en los cuales, el contenido de nitrógeno y fósforo es variable, según su suministro a los ejemplares de *Salmo salar* de acuerdo al peso de estos, teniendo lo siguiente: calibre 4, entre 100 - 250 g; calibre 6, entre 250 - 800 g calibre 9, entre 800 - 1500 g, calibre 12 igual o superior a 1500 g. La información suministrada se hizo bajo el supuesto de que un solo calibre se aplicó durante todo el ciclo productivo, sin considerar que los calibres de alimento van variando a lo largo del ciclo, esto como una primera aproximación, pues para estimar el aporte esperado en sobreproducción se simula el aporte efectivo al medio marino.

Desde la Tabla 8.15 a la Tabla 8.18 se muestran los valores de nitrógeno y fósforo liberados al medio marino, ya sea en forma disuelta o particulada en kg/día, a partir de las cantidades de alimento de la producción proyectada para los cuatro calibres (4, 6, 9 y 12). Dado que el balance de masas supone que las condiciones en la concesión son estacionarias, la liberación de nutrientes varía en forma lineal con el alimento suministrado.

Tabla 8.15: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 4.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)	NS _N (kg/día)	NS _P (kg/día)
1	31	7,265	0,668	1,981	1,078
2	31	43,440	3,992	11,845	6,448
3	28	170,523	15,669	46,497	25,311
4	30	328,215	30,160	89,496	48,717
5	30	411,904	37,850	112,316	61,139
6	31	491,210	45,137	133,941	72,910
7	30	474,263	43,580	129,320	70,395
8	31	532,279	48,911	145,139	79,006
9	31	656,945	60,367	179,133	97,510
10	30	631,231	58,004	172,121	93,693
11	31	769,096	70,672	209,713	114,157
12	30	794,364	72,994	216,603	117,907
13	31	611,407	56,182	166,716	90,751
14	31	750,128	68,929	204,541	111,341
15	28	791,011	72,686	215,689	117,409
16	30	542,094	49,813	147,816	80,463
17	30	930,964	85,546	253,851	138,183
18	31	872,359	80,161	237,871	129,484
19	30	212,241	19,503	57,873	31,503

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua. NS_N y NS_P: nitrógeno y fósforo depositados en el sedimento marino.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	80
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 8.16: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 6.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)	NS _N (kg/día)	NS _P (kg/día)
1	31	6,93	0,56	1,89	0,91
2	31	41,43	3,38	11,30	5,46
3	28	162,63	13,26	44,35	21,42
4	30	313,03	25,52	85,36	41,22
5	30	392,84	32,03	107,12	51,73
6	31	468,48	38,19	127,74	61,69
7	30	452,32	36,88	123,34	59,56
8	31	507,65	41,39	138,42	66,85
9	31	626,55	51,08	170,84	82,51
10	30	602,02	49,08	164,16	79,28
11	31	733,51	59,80	200,01	96,59
12	30	757,61	61,76	206,58	99,77
13	31	583,12	47,54	159,00	76,79
14	31	715,42	58,32	195,08	94,21
15	28	754,41	61,50	205,71	99,35
16	30	517,01	42,15	140,98	68,08
17	30	887,89	72,39	242,10	116,92
18	31	831,99	67,83	226,86	109,56
19	30	202,42	16,50	55,19	26,66

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua. NS_N y NS_P: nitrógeno y fósforo depositados en el sedimento marino.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	81
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 8.17: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 9.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)	NS _N (kg/día)	NS _P (kg/día)
1	31	5,90	0,51	1,61	0,83
2	31	35,29	3,07	9,62	4,96
3	28	138,52	12,05	37,77	19,47
4	30	266,62	23,20	72,70	37,47
5	30	334,61	29,12	91,24	47,03
6	31	399,03	34,72	108,81	56,08
7	30	385,26	33,52	105,05	54,15
8	31	432,39	37,62	117,90	60,77
9	31	533,66	46,44	145,52	75,01
10	30	512,77	44,62	139,82	72,07
11	31	624,77	54,36	170,36	87,81
12	30	645,29	56,15	175,96	90,70
13	31	496,67	43,22	135,43	69,81
14	31	609,36	53,02	166,16	85,65
15	28	642,57	55,91	175,21	90,31
16	30	440,36	38,32	120,08	61,89
17	30	756,26	65,80	206,21	106,29
18	31	708,65	61,66	193,23	99,60
19	30	172,41	15,00	47,01	24,23

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua. NS_N y NS_P: nitrógeno y fósforo depositados en el sedimento marino.

 CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	82
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 8.18: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 12.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)	NS _N (kg/día)	NS _P (kg/día)
1	31	5,83	0,35	1,59	0,56
2	31	34,84	2,09	9,50	3,37
3	28	136,77	8,20	37,29	13,24
4	30	263,25	15,78	71,78	25,48
5	30	330,37	19,80	90,08	31,98
6	31	393,98	23,61	107,43	38,14
7	30	380,39	22,80	103,72	36,82
8	31	426,92	25,58	116,41	41,33
9	31	526,91	31,58	143,67	51,01
10	30	506,28	30,34	138,05	49,01
11	31	616,86	36,97	168,20	59,71
12	30	637,12	38,18	173,73	61,67
13	31	490,38	29,39	133,72	47,47
14	31	601,65	36,06	164,05	58,24
15	28	634,44	38,02	172,99	61,41
16	30	434,79	26,06	118,56	42,09
17	30	746,69	44,75	203,60	72,28
18	31	699,68	41,93	190,79	67,73
19	30	170,23	10,20	46,42	16,48

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua. NS_N y NS_P: nitrógeno y fósforo depositados en el sedimento marino.

Considerando la fracción disuelta como principal interés de este capítulo, dado que previamente se discutió en extenso el efecto sobre los sedimentos, los resultados del modelo de crecimiento promedio de los ejemplares que se ha descrito en la Tabla 8.11 y la dieta recomendada (calibre del *pellet*) por el fabricante de alimentos según tamaño y que se ha descrito en la Tabla 8.12, se han obtenido los resultados presentados en la Tabla 8.19.

Sobre el flujo másico efectivo computado, y considerando las condiciones de corrientes indicadas en el Anexo A y la sección de cada balsa jaula (área lateral), se puede estimar la concentración mediante la siguiente expresión:

$$Q = A_l U$$

$$C = \frac{F_m}{Q}$$

Donde:

Q: Caudal volumétrico.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	83
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

- A_l : Área lateral de la balsa jaula.
 U : Velocidad del flujo.
 C : Concentración volumétrica.
 F_m : Flujo másico de nitrógeno o fósforo.

Tabla 8.19: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua según el crecimiento y dieta efectiva suministrada.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)
1	31	7,26	0,67
2	31	41,43	3,38
3	28	162,63	13,26
4	30	313,03	25,52
5	30	392,84	32,03
6	31	399,03	34,72
7	30	385,26	33,52
8	31	432,39	37,62
9	31	526,91	31,58
10	30	506,28	30,34
11	31	616,86	36,97
12	30	637,12	38,18
13	31	490,38	29,39
14	31	601,65	36,06
15	28	634,44	38,02
16	30	434,79	26,06
17	30	746,69	44,75
18	31	699,68	41,93
19	30	170,23	10,20

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua.

A modo de incorporar la variabilidad de las corrientes en el entorno de la jaula, se consideró el valor promedio en las capas como valor representativo y la media menos una desviación estándar como condición crítica, dado que menor velocidad implica menor caudal y consecuentemente, mayor concentración en el medio marino, construyendo de esta manera un escenario conservador.

Las concentraciones disueltas de nitrógeno y fósforo, expresadas como concentración se resumen en la Tabla 8.20, en la cual se han destacado en negrita los valores máximos de cada nutriente, siendo estos obtenidos en el mes 17 del ciclo productivo y alcanzando magnitudes máximas de 0.363 mg/l para nitrógeno y 0.0218 mg/l para fósforo.

	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	84
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

A modo de poner en contexto los valores obtenidos, se han elaborado gráficas comparativas con los valores registrados en aguas del extremo sur de Chile, por diversos autores, concluyéndose que **no se visualizan superaciones de dichos valores referenciales**, es decir, no se espera que los nutrientes liberados como parte del proceso de alimentación en su totalidad, ni en su uso adicional asociado a la biomasa de sobreproducción, tenga efectos por sobre lo que naturalmente se puede encontrar en el medio marino circundante.

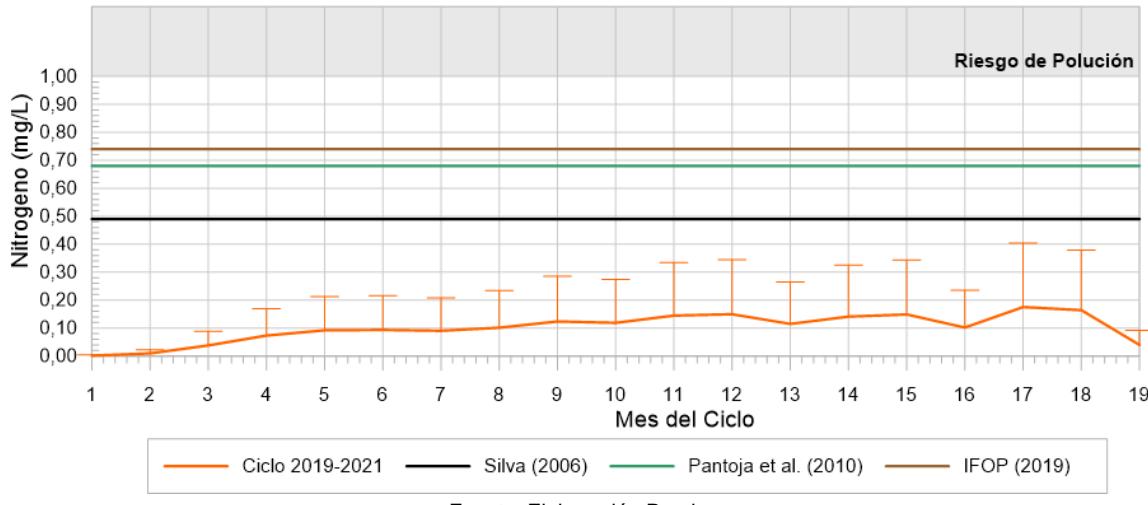
Tabla 8.20: Concentraciones de nitrógeno y fósforo esperadas en el medio marino, debido a la alimentación suministrada durante el ciclo de crecimiento.

Mes	Días	NA _N (mg/L)		NA _P (mg/L)	
		Media	Máxima	Media	Máxima
1	31	0,002	0,004	0,000	0,0003
2	31	0,010	0,020	0,0008	0,0016
3	28	0,038	0,079	0,0031	0,0065
4	30	0,073	0,152	0,0060	0,0124
5	30	0,092	0,191	0,0075	0,0156
6	31	0,094	0,194	0,0082	0,0169
7	30	0,090	0,187	0,0079	0,0163
8	31	0,102	0,210	0,0088	0,0183
9	31	0,124	0,256	0,0074	0,0154
10	30	0,119	0,246	0,0071	0,0148
11	31	0,145	0,300	0,0087	0,0180
12	30	0,150	0,310	0,0090	0,0186
13	31	0,115	0,239	0,0069	0,0143
14	31	0,141	0,293	0,0085	0,0175
15	28	0,149	0,309	0,0089	0,0185
16	30	0,102	0,212	0,0061	0,0127
17	30	0,175	0,363	0,0105	0,0218
18	31	0,164	0,340	0,0098	0,0204
19	30	0,040	0,083	0,0024	0,0050

Fuente: Elaboración Propia.

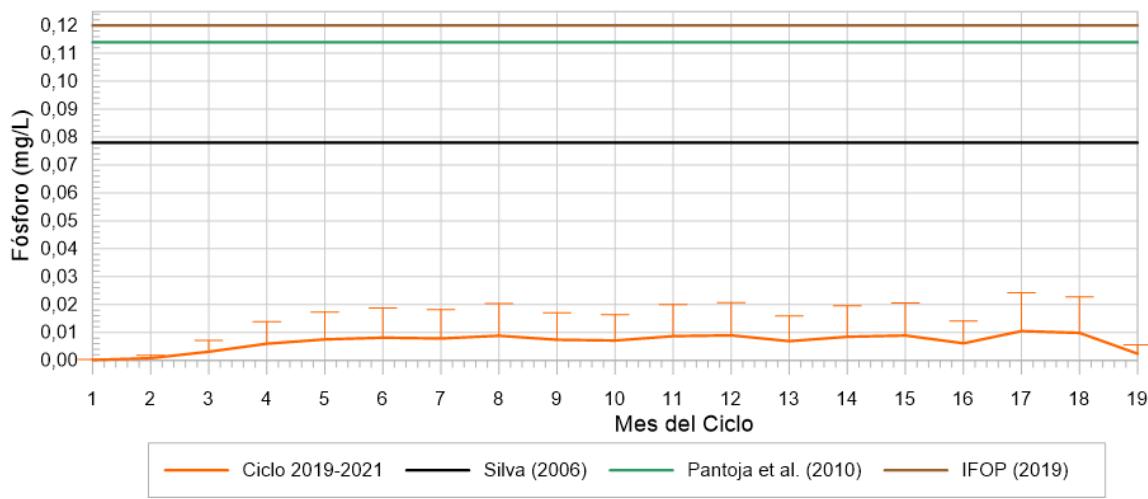
NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua.

 ecotecnos, CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	85
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8.11: Concentración de nitrógeno incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8.12: Concentración de fósforo incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.

8.3.6 Resultados de Nutrientes en Columna de Agua con RCA

El balance de masa presentado a continuación, es una herramienta que permite obtener información vital de los procesos biogeoquímicos de los nutrientes a partir de la información nutricional en base a cuatro calibres, en los cuales, el contenido de nitrógeno y fósforo es variable, según su suministro a los ejemplares de *Salmo salar* de acuerdo al peso de estos, teniendo lo siguiente: calibre 4, entre 100 - 250 g; calibre 6, entre 250 - 800 g calibre 9, entre

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	86
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

800 - 1500 g, calibre 12 igual o superior a 1500 g. La información suministrada se hizo bajo el supuesto de que un solo calibre se aplicó durante todo el ciclo productivo, sin considerar que los calibres de alimento van variando a lo largo del ciclo, esto como una primera aproximación, pues para estimar el aporte esperado en sobreproducción se simula el aporte efectivo al medio marino.

Desde la Tabla 8.21 a la Tabla 8.24 se muestran los valores de nitrógeno y fósforo liberados al medio marino, ya sea en forma disuelta o particulada en kg/día, a partir de las cantidades de alimento de la producción proyectada para los cuatro calibres (4, 6, 9 y 12). Dado que el balance de masas supone que las condiciones en la concesión son estacionarias, la liberación de nutrientes varía en forma lineal con el alimento suministrado.

Tabla 8.21: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 4.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)	NS _N (kg/día)	NS _P (kg/día)
1	31	4,526	0,416	1,234	0,672
2	31	27,064	2,487	7,380	4,017
3	28	106,237	9,762	28,968	15,769
4	30	204,481	18,790	55,757	30,351
5	30	256,620	23,581	69,974	38,090
6	31	306,028	28,121	83,446	45,424
7	30	295,470	27,151	80,567	43,857
8	31	331,615	30,472	90,423	49,221
9	31	409,282	37,609	111,601	60,750
10	30	393,263	36,137	107,233	58,372
11	31	479,154	44,029	130,653	71,121
12	30	494,896	45,476	134,946	73,457
13	31	380,912	35,002	103,865	56,539
14	31	467,337	42,944	127,431	69,367
15	28	492,807	45,284	134,376	73,147
16	30	337,729	31,034	92,090	50,129
17	30	579,999	53,296	158,151	86,089
18	31	543,487	49,941	148,196	80,670
19	30	132,228	12,150	36,055	19,627

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua. NS_N y NS_P: nitrógeno y fósforo depositados en el sedimento marino.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	87
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 8.22: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 6.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)	NS _N (kg/día)	NS _P (kg/día)
1	31	4,32	0,35	1,18	0,57
2	31	25,81	2,10	7,04	3,40
3	28	101,32	8,26	27,63	13,34
4	30	195,02	15,90	53,18	25,68
5	30	244,75	19,95	66,74	32,23
6	31	291,87	23,79	79,59	38,44
7	30	281,80	22,97	76,84	37,11
8	31	316,27	25,78	86,24	41,65
9	31	390,34	31,82	106,44	51,40
10	30	375,07	30,58	102,27	49,39
11	31	456,98	37,26	124,61	60,18
12	30	472,00	38,48	128,70	62,16
13	31	363,29	29,62	99,06	47,84
14	31	445,71	36,34	121,53	58,69
15	28	470,00	38,32	128,16	61,89
16	30	322,10	26,26	87,83	42,42
17	30	553,16	45,10	150,83	72,84
18	31	518,34	42,26	141,34	68,26
19	30	126,11	10,28	34,39	16,61

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua. NS_N y NS_P: nitrógeno y fósforo depositados en el sedimento marino.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	88
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 8.23: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 9.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)	NS _N (kg/día)	NS _P (kg/día)
1	31	3,68	0,32	1,00	0,52
2	31	21,98	1,91	5,99	3,09
3	28	86,30	7,51	23,53	12,13
4	30	166,11	14,45	45,29	23,35
5	30	208,46	18,14	56,84	29,30
6	31	248,60	21,63	67,79	34,94
7	30	240,02	20,89	65,45	33,74
8	31	269,38	23,44	73,45	37,86
9	31	332,48	28,93	90,66	46,73
10	30	319,46	27,80	87,11	44,90
11	31	389,24	33,87	106,13	54,71
12	30	402,02	34,98	109,62	56,51
13	31	309,43	26,92	84,37	43,49
14	31	379,64	33,03	103,52	53,36
15	28	400,33	34,83	109,16	56,27
16	30	274,35	23,87	74,81	38,56
17	30	471,16	41,00	128,47	66,22
18	31	441,50	38,42	120,39	62,05
19	30	107,41	9,35	29,29	15,10

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua. NS_N y NS_P: nitrógeno y fósforo depositados en el sedimento marino.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	89
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Tabla 8.24: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua y el sedimento marino en kg/día para todo el ciclo productivo considerando los valores nutricionales del calibre 12.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)	NS _N (kg/día)	NS _P (kg/día)
1	31	3.63005	0.21754	0.98982	0.35139
2	31	21.70671	1.30084	5.91888	2.10124
3	28	85.20836	5.10635	23.23421	8.24828
4	30	164.00549	9.82849	44.72024	15.87594
5	30	205.82343	12.33455	56.12296	19.92397
6	31	245.45197	14.70940	66.92869	23.76006
7	30	236.98392	14.20193	64.61966	22.94034
8	31	265.97379	15.93923	72.52448	25.74660
9	31	328.26766	19.67237	89.51048	31.77672
10	30	315.41881	18.90236	86.00691	30.53294
11	31	384.30845	23.03077	104.79141	37.20154
12	30	396.93429	23.78741	108.23417	38.42374
13	31	305.51294	18.30873	83.30583	29.57404
14	31	374.83053	22.46278	102.20702	36.28407
15	28	395.25923	23.68703	107.77742	38.26159
16	30	270.87793	16.23312	73.86171	26.22132
17	30	465.19213	27.87795	126.84639	45.03118
18	31	435.90755	26.12299	118.86121	42.19640
19	30	106.05431	6.35560	28.91839	10.26619

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua. NS_N y NS_P: nitrógeno y fósforo depositados en el sedimento marino.

Considerando la fracción disuelta como principal interés de este capítulo, dado que previamente se discutió en extenso el efecto sobre los sedimentos, los resultados del modelo de crecimiento promedio de los ejemplares que se ha descrito en la Tabla 8.11 y la dieta recomendada (calibre del *pellet*) por el fabricante de alimentos según tamaño y que se ha descrito en la Tabla 8.12, se han obtenido los resultados presentados en la Tabla 8.25.

Sobre el flujo másico efectivo computado, y considerando las condiciones de corrientes indicadas en el Anexo A y la sección de cada balsa jaula (área lateral), se puede estimar la concentración mediante la siguiente expresión:

$$Q = A_l U$$

$$C = \frac{F_m}{Q}$$

Donde:

Q: Caudal volumétrico.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	90
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

- A_l : Área lateral de la balsa jaula.
 U : Velocidad del flujo.
 C : Concentración volumétrica.
 F_m : Flujo másico de nitrógeno o fósforo.

Tabla 8.25: Valores de nitrógeno y fósforo liberado a la columna de agua según el crecimiento y dieta efectiva suministrada.

Mes	Días	NA _N (kg/día)	NA _P (kg/día)
1	31	4.53	0.42
2	31	25.81	2.10
3	28	101.32	8.26
4	30	195.02	15.90
5	30	244.75	19.95
6	31	248.60	21.63
7	30	240.02	20.89
8	31	269.38	23.44
9	31	328.27	19.67
10	30	315.42	18.90
11	31	384.31	23.03
12	30	396.93	23.79
13	31	305.51	18.31
14	31	374.83	22.46
15	28	395.26	23.69
16	30	270.88	16.23
17	30	465.19	27.88
18	31	435.91	26.12
19	30	106.05	6.36

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua.

A modo de incorporar la variabilidad de las corrientes en el entorno de la jaula, se consideró el valor promedio en las capas como valor representativo y la media menos una desviación estándar como condición crítica, dado que menor velocidad implica menor caudal y consecuentemente, mayor concentración en el medio marino, construyendo de esta manera un escenario conservador.

Las concentraciones disueltas de nitrógeno y fósforo, expresadas como concentración se resumen en la Tabla 8.23, en la cual se han destacado en negrita los valores máximos de cada nutriente, siendo estos obtenidos en el mes 17 del ciclo productivo y alcanzando magnitudes máximas de 0.2545 mg/l para nitrógeno y 0.0153 mg/l para fósforo.

	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	91
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

A modo de poner en contexto los valores obtenidos, se han elaborado gráficas comparativas con los valores registrados en aguas del extremo sur de Chile, por diversos autores, concluyéndose que **no se visualizan superaciones de dichos valores referenciales**, es decir, no se espera que los nutrientes liberados como parte del proceso de alimentación en su totalidad, ni en su uso adicional asociado a la biomasa de sobreproducción, tenga efectos por sobre lo que naturalmente se puede encontrar en el medio marino circundante.

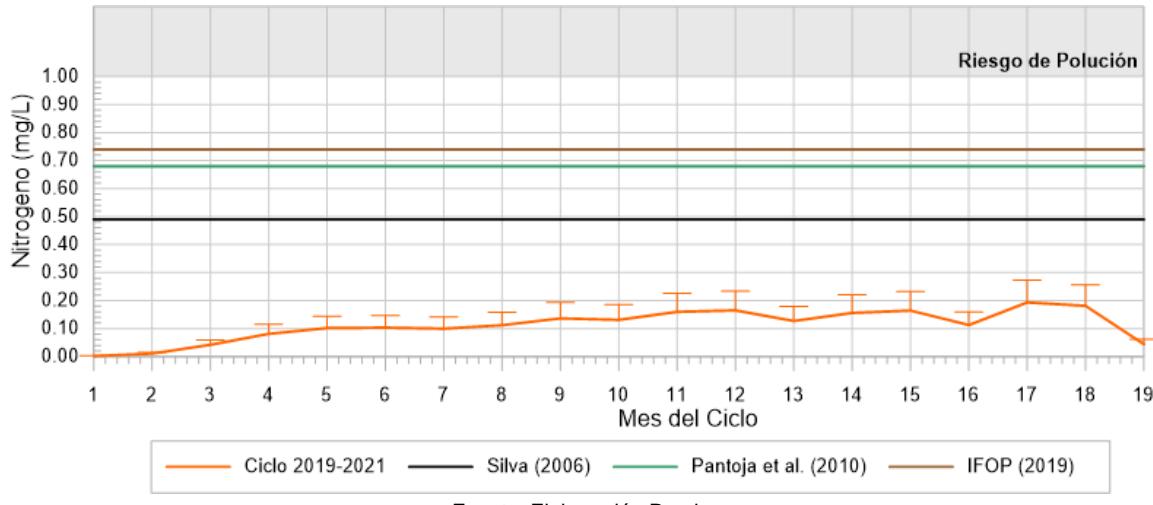
Tabla 8.26: Concentraciones de nitrógeno y fósforo esperadas en el medio marino, debido a la alimentación suministrada durante el ciclo de crecimiento.

Mes	Días	NA _N (mg/L)		NA _P (mg/L)	
		Media	Máxima	Media	Máxima
1	31	0.000012	0.0025	0.0000	0.0002
2	31	0.000067	0.0141	0.0000	0.0012
3	28	0.000263	0.0554	0.0000	0.0045
4	30	0.000505	0.1067	0.0000	0.0087
5	30	0.000634	0.1339	0.0001	0.0109
6	31	0.000644	0.1360	0.0001	0.0118
7	30	0.000622	0.1313	0.0001	0.0114
8	31	0.000698	0.1474	0.0001	0.0128
9	31	0.000850	0.1796	0.0001	0.0108
10	30	0.000817	0.1726	0.0000	0.0103
11	31	0.000996	0.2102	0.0001	0.0126
12	30	0.001028	0.2171	0.0001	0.0130
13	31	0.000792	0.1671	0.0000	0.0100
14	31	0.000971	0.2051	0.0001	0.0123
15	28	0.001024	0.2162	0.0001	0.0130
16	30	0.000702	0.1482	0.0000	0.0089
17	30	0.001205	0.2545	0.0001	0.0153
18	31	0.001129	0.2385	0.0001	0.0143
19	30	0.000275	0.0580	0.0000	0.0035

Fuente: Elaboración Propia.

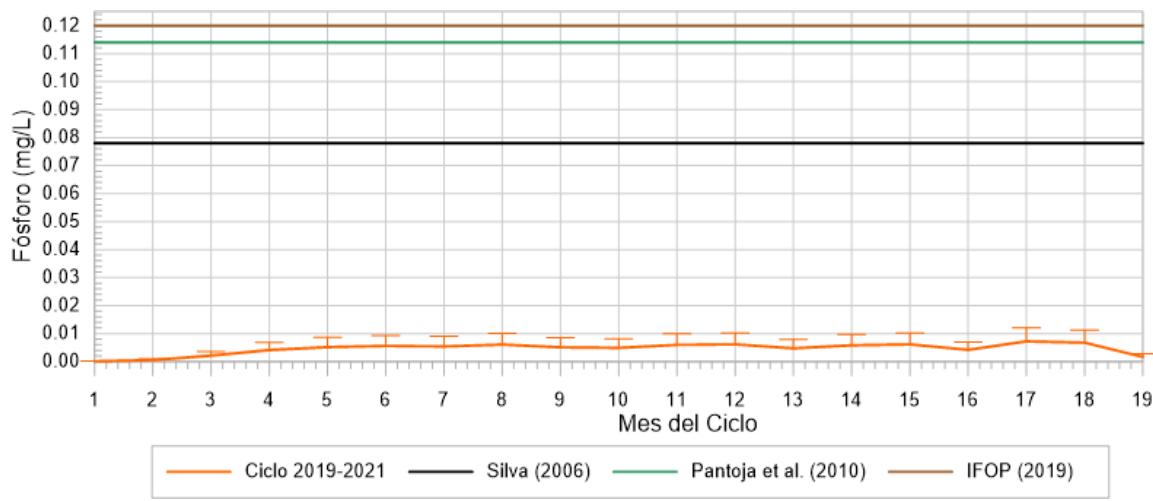
NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo liberados a la columna de agua.

 ecotecnos, CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	92
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8.13: Concentración de nitrógeno incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8.14: Concentración de fósforo incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.

8.3.7 Comparación de resultados de manera gráfica y discusiones.

Para mayor precisión de la información, es válido generar una comparación entre resultados. En la siguiente tabla, se tomaron valores máximos de Sobreproducción y RCA; con la finalidad de obtener un gráfico ilustrativo de la diferencia entre ellas.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	93
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Mes	RCA		Sobreproducción	
	NA _N (mg/L)	NA _P (mg/L)	NA _N (mg/L)	NA _P (mg/L)
1	0.001173	0.000108	0.001882	0.000173
2	0.006687	0.000545	0.010734	0.000875
3	0.026250	0.002140	0.042134	0.003435
4	0.050525	0.004119	0.081099	0.006612
5	0.063408	0.005169	0.101777	0.008297
6	0.064406	0.005604	0.103380	0.008995
7	0.062184	0.005411	0.099813	0.008685
8	0.069791	0.006073	0.112023	0.009748
9	0.085047	0.005097	0.136510	0.008181
10	0.081718	0.004897	0.131167	0.007861
11	0.099566	0.005967	0.159815	0.009577
12	0.102837	0.006163	0.165065	0.009892
13	0.079152	0.004743	0.127047	0.007614
14	0.097110	0.005820	0.155873	0.009341
15	0.102403	0.006137	0.164368	0.009850
16	0.070179	0.004206	0.112644	0.006751
17	0.120521	0.007223	0.193450	0.011593
18	0.112934	0.006768	0.181272	0.010863
19	0.027476	0.001647	0.044103	0.002643

Fuente: Elaboración Propia.

NA_N y NA_P: nitrógeno y fósforo máximos liberados a la columna de agua para RCA y Sobreproducción.

Al analizar ambos casos, los valores máximos obtenidos no superan los valores referenciales. Debido a esto, la zona en cuestión no presenta riesgos a los salmones ni a la vida acuática general. Sin embargo, los valores de sobreproducción máxima supera los de RCA pasando por alto los límites declarados.

 ecotecnos CONSULTORES AMBIENTALES	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	94
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

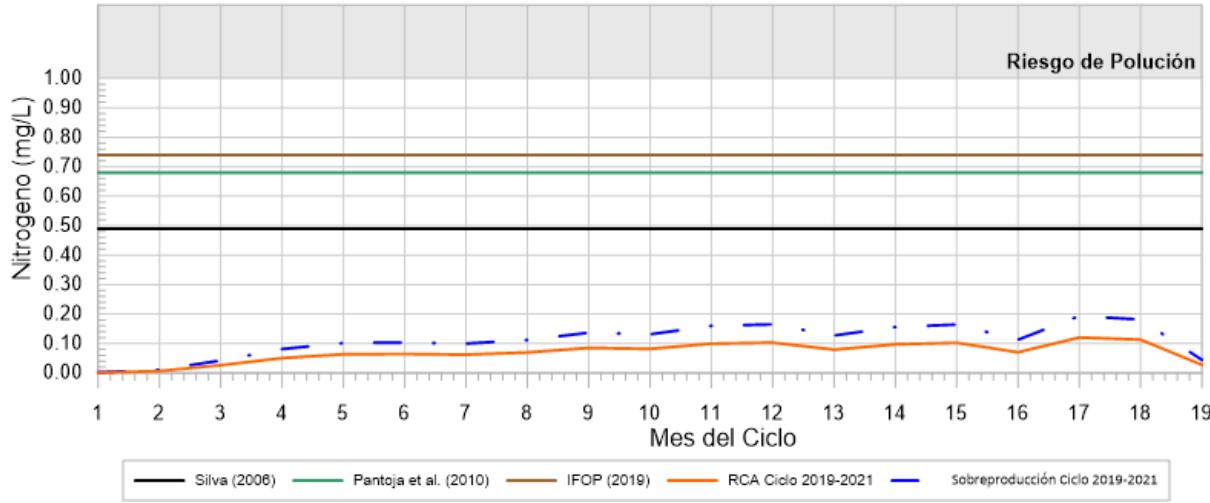


Figura 8.15: Concentración de nitrógeno incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.

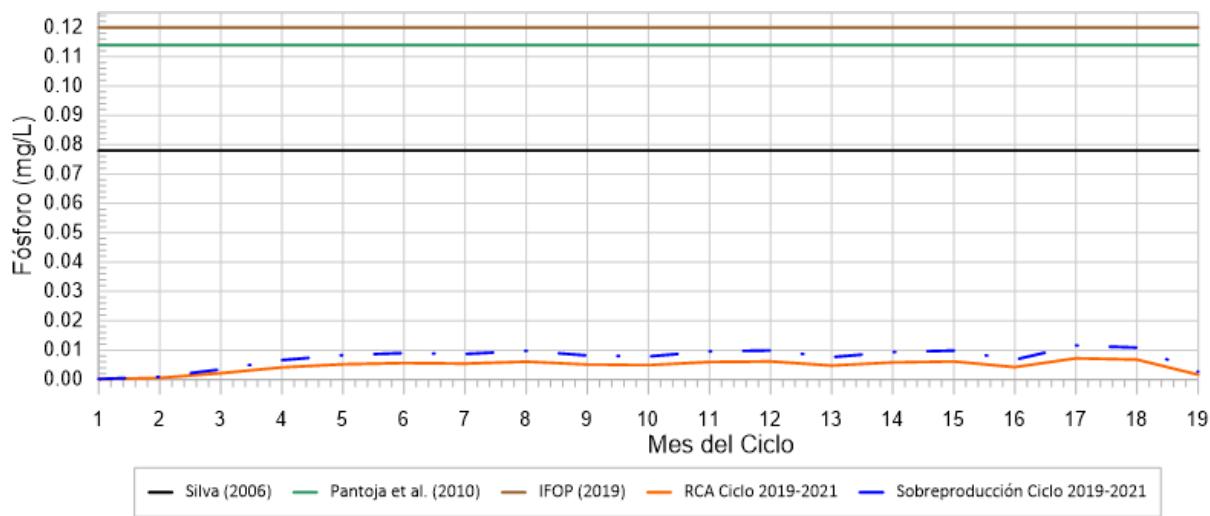


Figura 8.16: Concentración de fósforo incorporado al medio marino como fase disuelta, debido a la producción de salmones.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	N° DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	95
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

8.4 ANTIBIÓTICOS Y ANTIPARASITARIOS

Para el CES Córdova 5 no se realizó tratamientos con antibióticos, solo antiparasitarios, durante el periodo productivo 2019 - 2021, por lo tanto, no se realizó la caracterización del riesgo (cálculo de RQ) de acuerdo con los supuestos y criterios establecidos para esta evaluación del riesgo ambiental.

Como antecedente, y de acuerdo al informe emitido por el Instituto Tecnológico del Salmón (INTESAL), desde el punto de vista de sobreproducción de salmones en centros de cultivos de la empresa Australis Mar S.A., es importante destacar que el uso de alternativas antiparasitarias para el tratamiento en balsas jaulas se encuentran directamente relacionadas al **volumen de agua de mar** al momento de la dosificación en peces para el control del ectoparásito *Caligus rogercresseyi*, **por lo que no existe una relación directa entre la dosis recomendada para cada principio activo y la biomasa de salmones en jaulas durante tratamiento (www.sag.cl)**.

Actualmente, entre las alternativas antiparasitarias registradas para su uso en la salmonicultura se encuentran deltametrina, azametifos, hexaflumuron y peróxido de hidrógeno. Todos estos antiparasitarios pueden ser aplicados en balsas jaulas mediante el uso de lona impermeable (o Wellboat) con un volumen definido en que los peces son sumergidos y tratados, alcanzando la dosis recomendada por los laboratorios químicos.

Bajo este escenario, es decir, que el uso de antiparasitarios tiene directa relación con el volumen de agua al momento del tratamiento, y no a la biomasa a tratar, por lo que no se relaciona el uso de antiparasitarios con la condición de sobreproducción de la empresa Australis Mar S.A.

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	96
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

9 CONCLUSIONES

9.1 RESPECTO AL CICLO: 2019 – 2021

El análisis espectral del oxígeno disuelto mostró que tanto para los 5 como los 10 metros de profundidad, los ciclos estacionales (cambio de estación) son los que condicionan preferentemente la magnitud total disponible en la columna de agua, siendo responsables de prácticamente el 99% de su valor. De tal modo, que cualquier evento diferente a la estacionalidad (por ejemplo, las intervenciones antrópicas) tendría un efecto menor al 1%, dado que existen muchas más forzantes, tales como, reaireación por vientos intensos, consumos excesivos de oxígeno producto de mayor biomasa o concentración de la misma, entre otros.

Lo anteriormente expuesto deja de manifiesto que **los cambios de estaciones son el fenómeno más importante en la determinación de la concentración de oxígeno disuelto, es decir, que los aumentos de biomasa y sus respectivos alimentos adicionales suministrados, son fenómenos que no aportan significativamente a la concentración de oxígeno disuelto**, pues se encontrarían dentro del conjunto de forzantes extras que solamente y en su conjunto, explican el 1% de la magnitud registrada.

Por su parte, durante el período de mediciones efectuadas en el primer ciclo productivo, en la columna de agua, especialmente en lo que se refiere a las concentraciones de oxígeno disuelto, junto a la ocurrencia puntual de Floraciones Algales Nocivas (FANs), con presencia de especies consideradas “Nocivas” menores al 1% del total de muestreos, en concomitancia con otras variables analizadas, dieron cuenta que, para dicho ciclo, imperaron condiciones aeróbicas en la columna de agua, y **equivalentes a los registrados por el crucero CIMAR durante el año 1998 y la CPS levantada durante el 2015**.

En cuanto a la INFA para el ciclo productivo 2019-2021, cuya información fue levantada el día 31-05-2021 y entregada el día 14-05-2021, SERNAPESCA emitió su ORD./D.G.A./Nº 02615/2021, del 05-07-2021 en el que se concluye que el centro de cultivo presenta para el período informado condiciones ambientales ANAERÓBICAS.

Cabe señalar, que se realizó una INFA oficial el 06-07-2023, la cual fue notificada a través del ORD. DN-03130/2023, de SERNAPESCA, el día 26-07-2023, señalando que se concluye que el centro presenta condiciones ambientales **AERÓBICAS, siendo la anaerobiosis un efecto acotado espacialmente y, además, esencialmente reversible**.

En tanto, respecto a los **contenidos de nutrientes en la columna de agua**, conforme a los análisis realizados, es posible señalar que, durante el período de mediciones efectuados para

	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	97
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

el ciclo productivo, las aguas marinas presentaron concentraciones acordes a lo esperable para la Región de Magallanes.

Al considerar en conjunto los resultados del análisis del oxígeno disuelto en la columna de agua (series de tiempo y espectros), el comportamiento de los nutrientes y el resultado de la INFA, queda de manifiesto que la sobreproducción de biomasa declarada y autodenunciada por el Titular, no modificó las características principales de la columna de agua, es decir, no existió un sobreconsumo de oxígeno por mayor cantidad de ejemplares y no se alteraron las concentraciones de nutrientes por liberación de alimentación extra al medio marino.

En definitiva, el análisis efectuado en este informe en el ciclo analizado permite concluir que la sobreproducción de biomasa del Titular no ha tenido un efecto adverso sobre el medio marino.

9.2 RESPECTO DEL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN AMBIENTAL COMPLEMENTARIA

A partir de los resultados obtenidos en la sección 8 de este Informe, que analiza conforme a lo requerido por la SMA por medio de las Resoluciones Exentas N°3 y N°6/A-016-2023, componentes o alcances ambientales adicionales a los examinados en la primera presentación de este informe, se puede advertir que en el caso del lecho marino si bien el flujo de carbono supera los 5 gC/m²/día, se espera en un plazo aproximado de **7,5 meses para sobreproducción y 6 meses para RCA (equivalente a los tiempos empleados en las ejecuciones de INFAs)**, el lecho marino disminuya sus valores de flujo de carbono por debajo de 1 gC/m²/día, el cual corresponde al valor estándar empleado para delimitar las plumas de material particulado depositado en el lecho.

La comparación del apartado 8.1.4 demuestra que, a pesar de las diferencias entre escenarios, no conlleva necesariamente efectos en la vida acuática. Por otro lado, el tiempo de decaimiento conservadora versus optimista es de **6,03 meses**. En la sección 8.3.7, que compara resultados de los valores máximos se infiere que, al observar la Sobreproducción, sobrepasa los límites mencionados por RCA

Lo anteriormente mencionado corresponde a una evidencia numérica de que los procesos actúan en una ventana de tiempo acotada, es decir, tienen un inicio y un término que se puede estimar, **por lo cual en el lecho los efectos no serían acumulativos**.

En el caso del bentos submareal, se pudo advertir que la biodiversidad bentónica del área de estudio en donde se localiza el CES Córdova 5, ha presentado desde sus inicios, en su condición natural previo al funcionamiento del CES, una biodiversidad reducida de organismos, con indicios claros de perturbación. De este modo y como conclusión de esta

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	N° DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	98
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

variable ambiental y sobre la base de los datos obtenidos a partir de la CPS (2015), es posible indicar que el área que rodea al CES Córdova 5 es frecuentada por especies de aves y mamíferos que son típicas de la Región de Magallanes. En tanto, las comunidades bentónicas submareales del fondo marino han presentado una biodiversidad reducida de organismos, con indicios claros de perturbación.

Según los resultados obtenidos para el balance de masa de nutrientes en columna de agua, se pudo advertir que a pesar de la sobreproducción declarada, los nutrientes en el medio marino circundante al centro de engorda, no se elevaron por sobre registros históricos que pueden obtenerse de la literatura, de tal modo que es posible concluir que ni el nitrógeno ni el fósforo producido por las operaciones propias del CES, generarían efectos sobre los nutrientes naturales, así como tampoco sobre la calidad de aguas.

Lo anteriormente descrito es concordante con lo previamente indicado con el análisis de nutrientes, así como también con oxígeno disuelto en el agua, reforzando de esta manera las conclusiones previamente emitidas y consecuentemente, validando los análisis ambientales efectuados.

En lo relativo al uso de antibióticos y uso de antiparasitarios, para el CES Córdova 5 no se realizó tratamiento con antibióticos durante el periodo productivo 2019 - 2021, por lo tanto, no se realizó la caracterización del riesgo (cálculo de RQ) de acuerdo a los supuestos y criterios establecidos para esta evaluación del riesgo ambiental de acuerdo a lo señalado en el informe de INTESAL.

De esta forma, a modo de conclusión para el ciclo, si bien se ha identificado un efecto acotado, espacial y temporalmente, el análisis de la información ambiental complementaria en cumplimiento de lo requerido por la SMA concuerda que este **efecto no subsiste ni ha generado un efecto acumulativo**, por lo que la conclusión original de este informe se mantiene en cuanto a que, en base a la información disponible, **la sobreproducción de biomasa declarada por el Titular no ha tenido un efecto adverso sobre el medio marino**.


PhD. Ing. Marias Quezada Labra
 Ecotecnos S.A.
 Viña del Mar, 07 agosto de 2024

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	99
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argomedo, V. 2017. Caracterización de las propiedades físicas y químicas de fiordos hipóxicos en la Patagonia Chilena (44°15'S – 51°08'S). Trabajo de titulación para optar al Título de Oceanógrafo. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Ciencias del Mar, Carrera de Oceanografía. 79 pp.
- Buschmann A. 2001. Impacto ambiental de la acuicultura, el estado de la investigación en Chile y el mundo. Terram Publicaciones. 61 p.
- Brooks KM. 2001. An evaluation of the relationship between salmon farm biomass, organic inputs to sediments, physicochemical changes associated with those inputs and the infaunal response – with emphasis on total sediment sulfides, total volatile solids, and oxidation-reduction potential as surrogate endpoints for biological monitoring. Report to the Technical Advisory Group, MLWP, Nanaimo, BC.
- Brooks KM, Stierns AR, Mahnken CVM & DV Blackburn. 2003. Chemical and biological remediation of the benthos near Atlantic salmon farms. Aquaculture 219, 355–377.
- Calderón N. 2019. Índice de Calidad de Aguas Costeras para Chile. Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de Química Ambiental. Universidad de Chile - Facultad de Ciencias -Escuela de Pregrado. 92 p.
- Correll D. 1998. The role of phosphorus in the eutrophication of receiving waters: A review. *J. Environ. Qual.*, 27(2): 261 – 266.
- Chamberlain J & D Stucchi. 2007. Simulating the effects of parameter uncertainty on waste model predictions of marine finfish aquaculture. *Aquaculture* 272, 296–311.
- Chang BD, Page FH, Losier RJ & EP McCurdy. 2014. Organic enrichment at salmon farms in the Bay of Fundy, Canada: DEPOMOD predictions versus observed sediment sulfide concentrations. *Aquacult Environ Interact*, 5: 185–208.
- Davidson K, R Gowen, P Tett, E Bresnan, P Harrison, A McKinney, S Milligan, D Mills, J Silke & A Crooks. 2012. Harmful algal blooms: How strong is the evidence that nutrient ratios and forms influence their occurrence?. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 115: 399 – 413.
- Findlay RH & L Watling. 1997. Prediction of benthic impact for salmon net-pens based on the balance of benthic oxygen supply and demand. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 155, 147–157

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	100
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Folke C & N Kautsky. 1989. The role of ecosystems for a sustainable development of aquaculture. *Ambio*, 18: 234-243.

Hargrave BT. 1994. A benthic enrichment index, p. 79–91. In B.T. Hargrave (Ed.), Modelling benthic impacts of organic enrichment from marine aquaculture. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1949, xi + 125 p.

Hargrave BT, Duplesia DE, Pfeiffer E & DJ Wildish. 1993. Seasonal changes in benthic fluxes of dissolved oxygen and ammonium associated with marine cultured Atlantic salmon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 96, 249–257.

Hargrave BT, Phillips GA, Doucette LI, White MJ, Milligan TG, Wildish DJ & RE Cranston. 1997. Assessing benthic impacts of organic enrichment from marine aquaculture. *Water, Air Soil Poll.* 99, 641–650.

Hargrave BT, Holmer M & CP Newcombe. 2008. Towards a classification of organic enrichment in marine sediments based on biogeochemical indicators. *Marine Pollution Bulletin* 56 (2008) 810–824.

Hucke-Gaete R & J Ruiz. 2010. Guía de campo de las especies de aves y mamíferos marinos del sur de Chile. Especies comunes de avistar en las regiones de Los Lagos y Aysén. Comisión Nacional del Medio Ambiente. 132 p.

Kelly, J. R. & Nixon, S. W. 1984 Experimental studies of the effect of organic deposition on the metabolism of a coastal marine bottom community. *Marine Ecology Progress Series* 17, 157–169.

Kutti T, Ervik A & T Høisæter. 2008. Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. III. Linking deposition rates of organic matter and benthic productivity. *Aquaculture* 282:47–53.

Libes S. 1992. An introduction to marine biogeochemistry. Ed. J. Wiley and Sons Inc. New York, 734 pp.

Naqvi S, H Bange, L Farías, P Monteiro, M Scranton & J Zhang. 2010. Marine hypoxia/anoxia as a source of CH₄ and N₂O. *Biogeosciences*, 7(2): 159–2.190.

NBDELG (New Brunswick Department of Environment and Local Government). 2012. The Environmental Management Program for the marine finfish cage aquaculture industry in New Brunswick, version 3.0. NBDELG, Fredericton. Available at www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/MarineAquaculture-AquacoleMarin/EnvironmentalManagementProgramFinfish.pdf (accessed March 2014).

 ecotecnos <small>CONSULTORES AMBIENTALES</small>	ANÁLISIS DE PROBABLES EFECTOS AMBIENTALES EN CES CORDOVA 5	Nº DOCUMENTO IT-VUL-CES CÓRDOVA 5	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	101
		Fecha de emisión: 07-08-2024	Emitido por: Ecotecnos S.A.	

Rojas N. 2015. Evaluación de relación de Redfield, en la zona de los fiordos norpatagónicos chilenos. Tesis de Magíster en Oceanografía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso - Universidad de Valparaíso, Valparaíso, 101 pp.

Silva N. 2006. Oxígeno disuelto, pH y nutrientes en canales y fiordos australes. En: Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos. N. Silva & S. Palma (eds.) Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, pp. 37-43.

Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). 2023. Res. Ex. N° 1/ROL A-016-2023, Formula cargos que indica a Australis Mar S.A., titular de los Centros de Cultivo de Salmones Córdova 5 (RNA 120217), integrantes de la Agrupación de Concesión de Salmónidos N°52. 17 de abril de 2023.

Wildish DJ, Hargrave BT & G Pohle., 2001. Cost effective monitoring of organic enrichment resulting from salmon mariculture. J. Mar. Sci. 58, 469–476.