

Puerto Montt, 27 de agosto de 2024

Señores (as)
Superintendencia del Medio Ambiente
Teatinos 280, piso 7
Santiago
Presente

At.: Sr. Daniel Garcés Paredes – Jefe de la División de Sanción y Cumplimiento.
Sr. Felipe Ortúzar Yáñez – Fiscal Instructora Titular.

Ref.: Presenta Programa de Cumplimiento para Centro de Engorda de Salmónidos (CES) Punta Victoria, en relación a los cargos formulados mediante Resolución Exenta N°1/ Rol D-166-2024 de 30 de julio de 2024.

De nuestra consideración:

Por medio de la presente, en representación de Cermaq Chile S.A., rol único tributario N°79.784.980-4, empresa de giro de la producción, procesamiento y comercialización de salmónidos (en adelante, "Cermaq"), estando dentro de plazo, conforme a lo establecido en la Resolución Exenta N°1/ Rol D-166-2024 de 30 de julio de 2024 y notificada a esta parte con fecha 5 de agosto de 2024, de la Superintendencia del Medio Ambiente ("SMA"), relativa a la formulación de cargos en contra de la unidad fiscalizable "CES VICTORIA (RNA 110590)" (en adelante, "Victoria" o "CES Victoria"), venimos en presentar Programa de Cumplimiento (en adelante, "PdC").

Así, en el constante compromiso de Cermaq de cumplir con la normativa ambiental vigente y cooperar en los procedimientos de sanción, es que, solicitamos tener por presentado el presente Programa de Cumplimiento para el CES Victoria (en adelante "PdC Victoria" o "PdC"), para que sea aprobado en los términos propuestos y con ello, suspenda el respectivo procedimiento de sanción.

Por lo tanto, solicitamos tener por presentado el PdC Victoria y aprobarlo en los términos propuestos, atendido a que cumple con los requisitos normativos, debiendo, por tanto, suspender el presente procedimiento.

Tener por presentado, los siguientes documentos a esta presentación:

1. PdC Victoria asociado al procedimiento de sanción Rol D-166-2024.
2. "Informe Integrado de Análisis Ambientales en Columna de Agua y Sedimento" para el CES Victoria y sus anexos, los que se pueden descargar del siguiente link: <https://we.tl/t-MhLvqh7XGZ>

3. Borrador de Protocolo para Control de Producción CES Punta Victoria.
4. Borrador de Procedimiento Planta de Tratamiento de Riles Artefacto Naval CES Punta Victoria.

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.



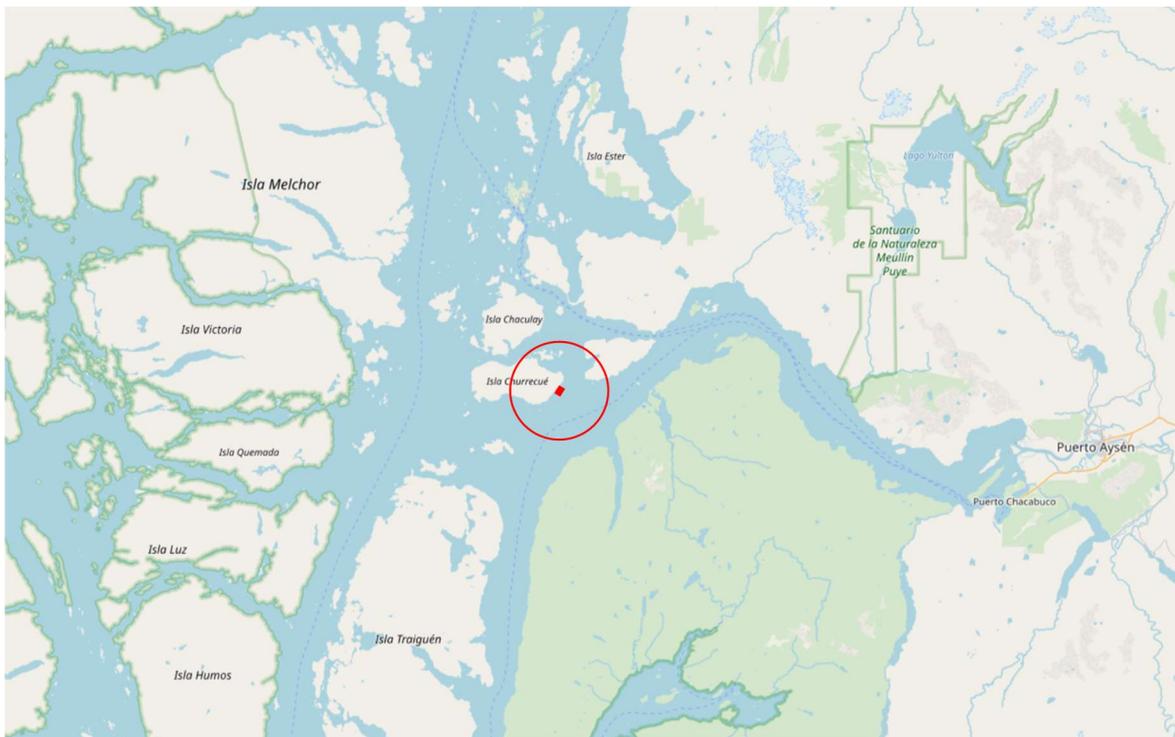
Juan Nicolás Vial Cosmelli
p.p. **CERMAQ CHILE S.A.**

INFORME INTEGRADO DE ANÁLISIS AMBIENTALES EN COLUMNA DE AGUA Y SEDIMENTO

Proyecto: “CENTRO DE CULTIVO PUNTA VICTORIA SECTOR SURESTE ISLA CHURRECUE”

SOLICITANTE: CERMAQ CHILE S.A.

EJECUTOR: IA Consultores SpA.



Agosto de 2024

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción	3
2	Evaluación de Aportes Adicionales en la Columna de agua.....	3
2.1	Descripción de la columna de agua	4
2.2	Cuantificación de la emisión de nutrientes orgánicos e inorgánicos mediante balance de masas.....	6
2.2.1	Resultados de la emisión de nutrientes	10
2.3	Determinación del consumo de oxígeno y nutrientes.....	13
2.3.1	Consumo de nutrientes.....	13
2.3.2	Consumo de oxígeno de la biomasa en cultivo.....	16
2.4	Evaluación de la condición ambiental de la columna de agua	17
2.5	Discusión y Conclusiones	23
3	Evaluación del sedimento del fondo marino	27
3.1	Metodología para la modelación	27
3.1.1	NewDepomod.....	27
3.1.2	Definición del Área de Influencia (AI).....	34
3.2	Objetivos de la modelación.....	34
3.3	Datos de entrada del balance de masas.....	35
3.4	Descripción del área de estudio.....	36
3.4.1	Batimetría	36
3.4.2	Hidrodinámica del área modelada	37
3.5	Antecedentes de la modelación	38
3.5.1	Grilla de Modelación	38
3.5.2	Cálculo de los valores de flujo diario y flujo anual de carbono	39
3.6	Resultados de la modelación.....	40
3.6.1	Resultados INFA en sedimento	42
3.7	Conclusiones	43
4	Anexos (adjuntos en formato digital)	45

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

1 Introducción

El presente análisis se realiza en el contexto de las observaciones efectuadas a la titular del CES “Victoria” (RNA 110590), CERMAQ CHILE S.A., por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante “SMA” o “Superintendencia”) en la RES. EX. N° 1 / ROL D-166-2024, en adelante la “Resolución”, analizando los aportes adicionales producidos en la columna de agua y sedimento, así como sobre la biota presente en el fondo marino.

El presente informe consta de dos secciones principales. La primera se centra en identificar los aportes adicionales en la columna de agua, mediante el uso de un balance de masas y análisis de información de terreno. La segunda parte corresponde en determinar el aporte adicional en el sedimento marino dado por la sobreproducción del ciclo 2020 – 2021, mediante el uso del modelo de sedimentación NewDepomod y análisis de la información disponible. En ambas secciones se comparan los resultados del ciclo de sobreproducción con los del ciclo de producción autorizada, y adicionalmente con los del ciclo con producción reducida que se presenta con el fin de reducir el efecto.

2 Evaluación de Aportes Adicionales en la Columna de agua

Con el fin de identificar y evaluar los aportes adicionales en la columna de agua, se realizó el presente análisis mediante balance de masas, cuyos objetivos buscan dar respuesta a lo siguiente:

1. Identificar el aporte de nutrientes en el mes de máxima emisión de nutrientes, que representa la condición más desfavorable, durante el ciclo 2020 – 2021, objeto de la sobreproducción.
2. Comparar el aporte de nutrientes del ciclo 2020 – 2021 con el aporte de nutrientes de un ciclo productivo según máxima producción autorizada a través de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA 262/2009) del CES Victoria (en adelante “ciclo producción autorizada”).
3. Analizar los resultados con el fin de evaluar los aportes adicionales sobre la columna de agua y biota.

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

4. Determinar el consumo de oxígeno de la biomasa en cultivo, los nutrientes y materia orgánica emitidos a la columna de agua y comparar el consumo de oxígeno entre el ciclo 2020 – 2021 y el ciclo según producción autorizada por RCA.
5. Presentar el ciclo de producción reducida como propuesta de generación de un efecto favorable respecto al aporte adicional del ciclo 2020 – 2021, evaluando su emisión de nutrientes y sedimentación con los resultados obtenidos de los ciclos de producción autorizada y de sobreproducción.
6. Evaluar efectos potenciales en la columna de agua producto de la superación del límite máximo establecido en la circular A-52/004 de la DGTM y MM para el parámetro DBO5, en el efluente de la PTAS del pontón habitable, durante el mes reportado de diciembre de 2022.

Para ello, el presente estudio cuenta con la siguiente batería de análisis:

- Descripción de los ciclos productivos a analizar.
- Cálculo de la emisión de nutrientes a la columna de agua mediante balance de masas, de acuerdo con lo descrito por Wang et. al., 2012¹.
- Cálculo del consumo de oxígeno por oxidación de nutrientes, según Boyle, et.al., (© 2016–2021 Global Aquaculture Alliance²)
- Cálculo del consumo de oxígeno por parte de la biomasa en cultivo, según Bergheim et.al., 1993³
- Estimación del factor de dilución y consumo de oxígeno del DBO5 emitido.

2.1 Descripción de la columna de agua

En relación con las características oceanográficas del sector, se analizaron los perfiles de la columna de agua realizados en los monitoreos INFA realizados el 10-08-2021 y el 29-03-2022. Se observa una columna con posible estratificación, con baja salinidad superficial (27 PSU) la que aumenta rápidamente hacia el fondo, hasta llegar a 31 PSU a 90 m de

¹ Wang X., Olsen L.M., Reitan K.I., Olsen Y. Discharge of nutrient wastes from salmon farms: environmental effects, and potential for integrated multi-trophic aquaculture. *Aquacult Environ Interact*. Vol. 2: 267–283, 2012.

² <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/understanding-oxygen-demand-aquafeeds>

³ Bergheim, A., Forsberg, O.I., Sanni, S., (1993). Biological basis for landbased farming of Atlantic salmon: oxygen consumption. In: Reinertsen, Dahle, Jørgensen, Tvinnereim, (eds.), *Fish Farming Technology*, p. 289 95. A.A. Balkema, Rotterdam. ISBN 90 5410 326 4.

profundidad. Las concentraciones de oxígeno muestran también una reducción hacia el fondo, con valores en superficie en torno a 8.5 – 9 mg/l, bajando hasta valores mínimos de 5.7 mg/ a partir de los 80 m de profundidad.

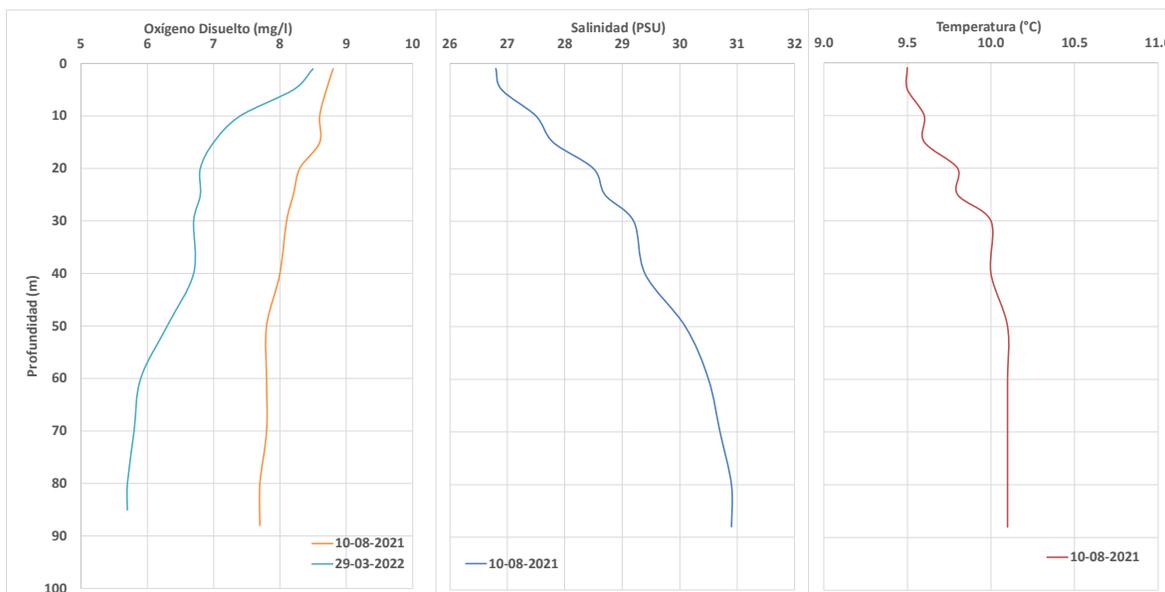


Figura 1. Perfiles de columna obtenidos en los monitoreos INFA de Victoria.

En cuanto al comportamiento hidrodinámico, éste se analizó con el objetivo de calcular una tasa de dilución de los nutrientes emitidos **por el centro de cultivo en su mes de máxima emisión de nutrientes**. Para ello, en primer lugar, se requiere conocer la velocidad promedio de la corriente en la zona de emisión de nutrientes. Para tal fin, se utilizan las capas disponibles de la correntometría, comprendidas entre los 2 y los 20 m de profundidad. La correntometría fue realizada entre los días 12 de diciembre de 2019 y 20 de enero de 2020. La velocidad promedio del período de medición en el rango de profundidades indicado es de 10.52 cm/s. Para más información ver en **Anexo - Correntometría**.

En relación con las concentraciones de nutrientes, es importante destacar que los ecosistemas pelágicos son principalmente afectados por las cargas de nutrientes inorgánicos (Olsen y Olsen, 2008), lo que corresponde al fósforo y al nitrógeno inorgánico disueltos (DIP y DIN por sus siglas en inglés). La zona afectada por la descarga de nutrientes de los centros de cultivo corresponde a las aguas de la zona fótica, donde se realiza la fotosíntesis y en las cuales la mayoría de los nutrientes se drenan (Wang. et.al.

2012). Siguiendo el trabajo de Wang et.al., 2012, se evaluará la carga de nutrientes en la capa fótica comprendida entre 0 y 20 m de profundidad, con el fin de calcular posteriormente su demanda de oxígeno en el proceso de oxidación.

A continuación se resumen los análisis de nutrientes realizados en las inmediaciones del centro Victoria, por parte de los cruceros CIMAR FIORDO 1⁴, estación 76, y CIMAR FIORDO 7, estación 15 Etapa 1⁵ y 2⁶.

Tabla 1. Valores de los análisis de nutrientes obtenidos en las cruceros CIMAR FIORDO 1 y 7, en las estaciones 76 y 15 respectivamente, las más cercanas al centro de cultivo Victoria.

	Prof (m)	Fosfato (µM)	Nitrato (µM)	Nitrito (µM)
CIMAR FIORDO 1, Estación 76	2	1.26	12.4	0.34
CIMAR FIORDO 1, Estación 76	5	1.33	14.6	0.36
CIMAR FIORDO 1, Estación 76	10	1.53	14.9	0.35
CIMAR FIORDO 1, Estación 76	25	1.55	15.3	0.33
CIMAR FIORDO 7, est. 15 etapa 1	0	1.18	14	
CIMAR FIORDO 7, est. 15 etapa 1	5	1.37	15	
CIMAR FIORDO 7, est. 15 etapa 1	10	1.66	17.9	
CIMAR FIORDO 7, est. 15 etapa 1	30	1.69	18.3	
CIMAR FIORDO 7, est. 15 etapa 2	0	1.12	11.3	
CIMAR FIORDO 7, est. 15 etapa 2	5	1.12	11.5	
CIMAR FIORDO 7, est. 15 etapa 2	10	1.32	14	
CIMAR FIORDO 7, est. 15 etapa 2	25	1.45	14.8	
Promedio		1.382	14.691	0.345
Mínimo		1.120	11.300	0.330
Máximo		1.690	18.300	0.360

2.2 Cuantificación de la emisión de nutrientes orgánicos e inorgánicos mediante balance de masas.

Según lo indicado por Wang et.al., 2012⁷ la acuicultura libera a la columna de agua carbono (C), nitrógeno (N) y fósforo (P), ver Figura 2. El nitrógeno inorgánico disuelto, abreviado como DIN (N aportado por el amoníaco, NH₃⁺) y el fósforo inorgánico disuelto, abreviado como DIP (P aportado por el fosfato, PO₄³⁻), se liberan a través de la excreción de los ejemplares de cultivo, y el C inorgánico como CO₂ se libera a través de la respiración de los

⁴ https://www.shoa.cl/n_cendhoc/productos/cimar-1/quimica-del-agua-de-mar/oxigeno-nutrientes-pH/tablas/page39.html

⁵ https://www.shoa.cl/n_cendhoc/productos/cimar-7/Proyectos_Investigadores/Silva/Silva_1_15.htm

⁶ https://www.shoa.cl/n_cendhoc/productos/cimar-7/Proyectos_Investigadores/Silva/Silva_2_15.htm

⁷ Wang X., Olsen L.M., Reitan K.L., Olsen Y. Discharge of nutrient wastes from salmon farms: environmental effects, and potential for integrated multi-trophic aquaculture. *Aquacult Environ Interact.* Vol. 2: 267–283, 2012.

peces. Las partículas orgánicas del C, N y P, como el Carbono Orgánico Particulado (POC), el Nitrógeno Orgánico Particulado (PON) y el Fósforo Orgánico Particulado (POP), se liberan a través de la defecación de los peces y del alimento no consumido. El C, N y P orgánicos disueltos, como el Carbono Orgánico Disuelto (DOC), el Nitrógeno Orgánico Disuelto (DON) y el Fósforo Orgánico Disuelto (DOP), se generan a través de la disolución de fracciones orgánicas de partículas de fecas y alimento procedentes tanto de la columna de agua como de las ya sedimentadas (Olsen y Olsen 2008⁸).

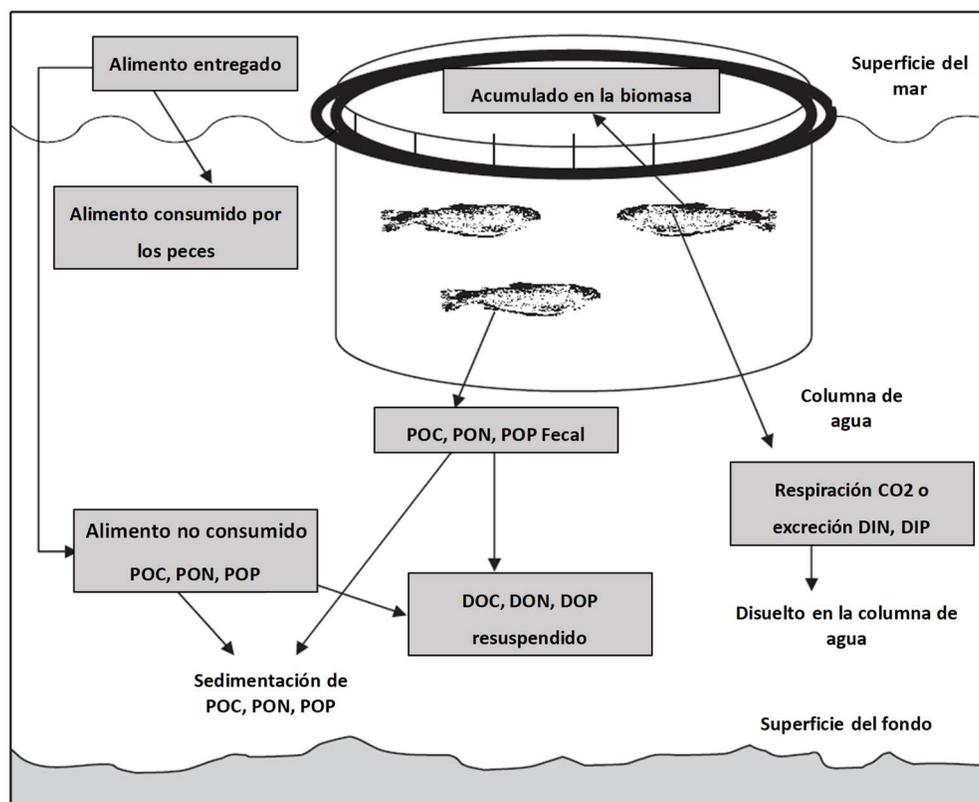


Figura 2. El flujo y el destino de los nutrientes de un sistema de cultivo de salmónidos. El nitrógeno y el fósforo inorgánicos disueltos (DIN y DIP, respectivamente) se liberan a través de la excreción de los peces, y el carbono inorgánico (CO₂) a través de su respiración. Las partículas orgánicas C, N y P (POC, PON y POP, respectivamente) se liberan a través las fecas de los ejemplares y el alimento no consumido. C, N y P orgánicos disueltos (DOC, DON y DOP, respectivamente) se resuspenden a partir de heces y partículas de alimento no consumido. Figura traducida de Wang et al., 2012.

⁸ Olsen Y, Olsen LM (2008) Environmental impact of aquaculture on coastal planktonic ecosystems. In: Tsuka - moto K, Kawamura T, Takeuchi T, Beard TD Jr, Kaiser MJ (eds) Fisheries for global welfare and environment. Proc 5th World Fisheries Congress 2008, Terrapub, Tokyo, p 181–196.

Las grandes partículas fecales y el alimento no consumido se hunden rápidamente y podrían acumularse en los sedimentos del fondo marino (Cromey et al. 2002⁹, Olsen & Olsen 2008, Nickell et al. 2009¹⁰). El DON y el DOP se disuelven del alimento y las partículas fecales, y pueden constituir moléculas pequeñas que contienen N y P como, por ejemplo, aminoácidos y nucleótidos, pero en su mayoría comprenden compuestos químicos complejos disueltos (<0.2 µM) que están disponibles para bacterias y para el fitoplancton en una escala de tiempo más larga (Palenik y Morel 1990¹¹, Fan et al. 2003¹², Stoecker & Gustafson 2003¹³).

En la Tabla N° 5 se muestran los resultados del balance de masas de emisión de Carbono (C), Nitrógeno (N) y Fósforo (F) biogénicos generados por el centro de cultivo, mediante la metodología de balance de masas descrita por Wang et.al., 2012. El balance de masas se calcula mediante los coeficientes indicados en la Tabla N° 2. Dado que la emisión de nutrientes consiste en un flujo, el cálculo es realizado con los valores productivos del mes de máxima emisión de nutrientes (condición más desfavorable). Los parámetros productivos mensuales se presentan en la Tabla N° 3.

Tabla 2. Coeficientes del modelo para el contenido de agua del alimento y los peces, la eficiencia de asimilación (EA) del carbono (C), nitrógeno (N) y fósforo (P) del alimento, el contenido de C, N y P en alimento y peces y la velocidad de lixiviación (es decir, fracción soluble) de materia fecal y de alimentación C, N y P. DW: peso seco; WW: peso húmedo (según Wang et. al., 2012). **Todos los cálculos se realizaron sobre el mes de máxima emisión de nutrientes, teniendo en cuenta el incremento de biomasa en dicho mes, dado que es el dato directamente asociado al volumen de alimento entregado.**

Coeficientes	Ciclo producción autorizada	Ciclo 2020 – 2021	Ciclo Reducción Siembra	Referencias
Mes de máxima emisión	mes 14	mes 14	mes 14	Información Cermaq
FCR	1.11	1.11	1.05	Información Cermaq
Biomasa producida (Ton)	504.4	578.1	398.4	Información Cermaq
Alimento entregado (Ton)	625.3	716.6	490.3	Información Cermaq
Alimento no consumido	1.0%	1.0%	1.0%	Morriey D., et.al, Niwa Report, 2011
Humedad en alimento (DW)	9.0%	9.0%	9.0%	Información Cermaq

⁹ Cromey CJ, Nickell TD, Black KD (2002) DEPOMOD—modelling the deposition and biological effects of waste solids from marine cage farms. *Aquaculture* 214: 211–239

¹⁰ Cromey CJ, Nickell TD, Treasurer J, Black KD, Inall M (2009) Modelling the impact of cod (*Gadus morhua* L.) farming in the marine environment—CODMOD. *Aquaculture* 289: 42–53

¹¹ Palenik B, Morel FMM (1990) Amino-acid utilization by marine-phytoplankton: a novel mechanism. *Limnol Oceanogr* 35: 260–269.

¹² Fan CL, Glibert PM, Burkholder JM (2003) Characterization of the affinity for nitrogen, uptake kinetics, and environmental relationships for *Prorocentrum minimum* in natural blooms and laboratory cultures. *Harmful Algae* 2: 283–299

¹³ Stoecker DK, Gustafson DE Jr (2003) Cell-surface proteolytic activity of photosynthetic dinoflagellates. *Aquat Microb Ecol* 30: 175–183

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria		IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160		

Materia seca en peces (WW)	33.5%	33.5%	33.5%	Talbot et al. (1986)
Eficiencia asimilación C (AE)	80.0%	80.0%	80.0%	Cheshuk et al. (2003), Corner et al. (2006)
Contenido de C en alimento (DW)	54.6%	54.6%	54.6%	Información Cermaq
Contenido de C en el pez (DW)	50%	50%	50%	Olsen & Olsen (2008)
Fracción soluble C en alimento y fecas (DW)	15%	15%	15%	Chen et al. (2003)
Eficiencia asimilación N (AE)	85%	85%	85%	T. Lea, Skretting AS
Contenido de N en alimento (DW)	7.2%	7.2%	7.2%	Gillibrand et al. (2002), Mente et al. (2006)
Contenido de N en el pez (WW)	3.0%	3.0%	3.0%	Ackefors & Enell (1990),
Contenido de N en el pez (DW)	9.0%	9.0%	9.0%	Davies & Slaski (2003)
Fracción soluble N en alimento y fecas (DW)	15.0%	15.0%	15.0%	Chen et al. (2003)
Eficiencia asimilación P (AE)	50.0%	50.0%	50.0%	Reid et al. (2009), Bureau et al. (2003)
Contenido de P en alimento (DW)	1.20%	1.20%	1.20%	Petersen et al. (2005), Reid et al. (2009)
Contenido de P en el pez (WW)	0.40%	0.40%	0.40%	Talbot et al. (1986)
Contenido de P en el pez (DW)	1.19%	1.19%	1.19%	
Fracción soluble P en alimento y fecas (DW)	15.0%	15.0%	15.0%	Sugiura et al. (2006)

Tabla 3. Detalle del incremento mensual de biomasa y alimento mensual entregado, en toneladas, de los 3 ciclos modelados relativos al CES Victoria. Se resaltan en negrita los valores de máximo incremento de biomasa y máxima cantidad de alimento entregado en un mes, correspondientes a la condición más desfavorable utilizada para la modelación de nutrientes de cada ciclo.

Mes	Ciclo producción autorizada			Ciclo 2020 – 2021			Ciclo Reducción Siembra		
	Biomasa mensual	Incremento biomasa	Alimento	Biomasa mensual	Incremento biomasa	Alimento	Biomasa mensual	Incremento biomasa	Alimento
1	188	-	79	216	-	91	170	-	68
2	279	90,687	107	320	103,922	123	250	80,069	91
3	381	102,318	122	437	117,251	140	339	89,326	103
4	515	135,942	160	590	153,313	183	455	115,912	134
5	676	160,589	193	774	184,026	221	593	137,851	160
6	872	196,515	236	999	225,195	271	760	167,284	195
7	1093	221,135	267	1253	253,409	306	946	186,313	220
8	1356	263,139	319	1554	301,542	365	1166	219,882	260
9	1656	299,855	365	1898	343,617	418	1414	248,231	296
10	1982	326,086	399	2272	373,676	457	1682	267,079	321
11	2359	376,998	462	2704	432,018	529	1988	306,309	370
12	2763	403,447	497	3166	462,328	570	2312	324,234	395
13	3223	460,089	568	3693	527,237	651	2679	366,852	448
14	3727	504,444	625	4271	578,065	717	3077	398,418	490

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria		IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160		

15	4217	490,262	615	4833	561,813	705	3459	381,289	479
----	------	---------	-----	------	---------	-----	------	---------	-----

De la tabla anterior se desprende que los meses con mayor emisión de nutrientes, es decir más desfavorables para la emisión de nutrientes, corresponden al mes 14 para los 3 ciclos. Los valores identificados de alimento entregado e incremento de biomasa en dicho mes son los utilizados en los balances de masas, según puede verse en la Tabla N° 2, filas 3 y 4.

A continuación, se detalla la secuencia de ecuaciones utilizadas para el cálculo y los resultados obtenidos más adelante:

- | | | |
|---|---|---------------------------------|
| 1) Balance de masas de C, N y P en peces: | | I = A + F = G + E + F |
| Siendo: | I | Consumo de alimento (DW) |
| | A | Alimento asimilado (DW) |
| | F | defecación (DW) |
| | G | Crecimiento (DW) |
| | E | excreción (DW) |
| 2) Eficiencia de asimilación AE (=eficiencia digestiva) | | AE = A / I |
| 3) Excreción de Nutrientes (E) | | E = A - G = (I x AE) - G |
| 4) Emisión de Fecas (F) | | F = I - A = I x (1 - AE) |

2.2.1 Resultados de la emisión de nutrientes

De acuerdo con el análisis y metodología del punto anterior, se presentan a continuación los resultados de la emisión de nutrientes en la columna de agua.

Emisión mensual de nutrientes en la columna de agua

Tabla 4. Se detalla en toneladas peso seco (DW) los resultados de alimento no consumido (A), crecimiento (G) y alimento consumido (I). Valores de alimento corresponden al mes 14.

	Ciclo producción autorizada	Ciclo 2020 – 2021	Ciclo Reducción Siembra
Biomasa	504	578	398
Alimento entregado	625	717	490
Alimento consumido	619	709	485
Alimento no consumido (A)	5.7	6.5	4.5
Crecimiento (G)	169	194	133
Consumo de alimento (I)	563	646	442

Tabla 5. Se detallan la excreción de C, N y P mediante excreción de los peces y emisión de fecas de los salmónidos a partir de las cargas de C, N y P entregadas mediante el alimento. Excreción: CO₂ eliminado en la respiración; DIN es liberado mediante amoníaco (NH₃) por las branquias; DIP es liberado como fosfato (PO₄ 3-) por la orina de los ejemplares. Valores en toneladas mensuales.

	Contenido C, N, F	Abrev.	Ciclo producción autorizada		Ciclo 2020 – 2021		Ciclo Reducción Siembra		Destino
			Ton	%	Ton	%	Ton	%	
Alimento entregado	Carbono		310.7	100%	356.1	100%	243.6	100%	---
	Nitrógeno		41.0	100%	46.9	100%	32.1	100%	---
	Fósforo		6.8	100%	7.8	100%	5.4	100%	---
Producción	Carbono		84.5	27%	96.8	27%	66.7	27%	---
	Nitrógeno		15.1	37%	17.3	37%	12.0	37%	---
	Fósforo		2.0	30%	2.3	30%	1.6	30%	---
Excreción	Carbono	CO ₂	161.6	52%	185.2	52%	126.2	52%	columna y atm.
	Nitrógeno	DIN	19.3	47%	22.2	47%	15.1	47%	columna
	Fósforo	DIP	1.4	20%	1.6	20%	1.1	20%	columna
Alimento no consumido + fecas	Carbono	POC	54.9	18%	63.0	18%	43.1	18%	sedimento
	Nitrógeno	PON	5.5	13%	6.3	13%	4.3	13%	sedimento
	Fósforo	POP	2.9	43%	3.4	43%	2.3	43%	sedimento
Lixiviado de fecas y alimento	Carbono	DOC	9.7	3%	11.1	3%	7.6	3%	columna
	Nitrógeno	DON	1.0	2%	1.1	2%	0.8	2%	columna
	Fósforo	DOP	0.5	8%	0.6	8%	0.4	8%	columna

En relación con la cuantificación de las emisiones de N, P y C inorgánicos, del 100% del C, N y P entregados mediante el alimento, el balance de masas realizado arroja que un 52% del C es excretado como CO₂ durante la respiración de los peces, mientras que un 47% del N es excretado como amoníaco (NH₃) a través de las branquias (DIN). En cuanto al fósforo, un 20% del P es excretado como fosfato (PO₄ 3-) a través de la orina de los peces (DIP). Adicionalmente, el proceso de lixiviación de las fecas y alimento aporta con carbono, nitrógeno y fósforo orgánicos disueltos, con un 3%, 2% y 8% respectivamente, del total de estos elementos ingresados mediante el alimento.

Concentración de nutrientes

A partir de los volúmenes totales de nutrientes emitidos a lo largo de un mes, presentados en la Tabla N° 5, se calcula a continuación la tasa de emisión de éstos, con el fin de obtener una aproximación a las concentraciones en mg/l que habrían sido aportadas al cuerpo de agua receptor.

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

Para el cálculo de las tasas de emisión se utilizó la velocidad promedio de la corriente en la capa superficial (2 - 20 m de profundidad), la que es de 10.52 cm/s y se calculó la velocidad de recambio del agua en el volumen del centro de cultivo. Conociendo este valor, es posible calcular la cantidad de litros por unidad de tiempo que atravesarían el centro de cultivo, y de esta manera obtener una concentración promedio de los nutrientes que emitió. **Con el fin de asumir la condición más desfavorable, se minimizó al máximo la velocidad de recambio al asumir que la corriente siempre se mueve a lo largo del eje más largo del centro de cultivo.** Por lo tanto, dado el volumen del centro de cultivo y la corriente paralela a éste, se calcularon las concentraciones por unidad de volumen (m³) considerando que cada m³ se desplaza a lo largo de todo el tren de jaulas, durante un período igual a la velocidad de recambio del volumen de agua del centro. Tiempo durante el cual se acumulan los nutrientes y carbono orgánico antes de ser emitidos hacia el exterior del centro de cultivo.

Se detallan a continuación las ecuaciones de cálculo utilizadas:

- Tiempo de recambio del volumen de agua del centro = longitud del centro / velocidad promedio de la corriente (10.52 cm/s).
- Flujo de emisión = Volumen del centro / velocidad de recambio.
- Concentración de emisión de un nutriente o partícula = carga de nutriente o partículas generadas diariamente / flujo de agua emitido diariamente.

Tabla 6. Cálculo de la tasa de emisión de nutrientes inorgánicos y orgánicos en la columna de agua en el mes de máxima emisión de nutrientes en el CES Victoria, utilizando para ello los valores de emisión mensual de DIN, DIP, DOC, DON y DOP. El aporte adicional corresponde a la diferencia entre la emisión del ciclo 2020 – 2021 y el ciclo de producción autorizada. La propuesta ambientalmente favorable corresponde a la diferencia entre el aporte del ciclo de producción reducida y el ciclo de producción autorizada.

Item	Ciclo producción autorizada	Ciclo 2020 – 2021		Ciclo Reducción Siembra		Unidad
			Aporte adicional		Efecto favorable	
Longitud tren de jaulas	226	226	-	200	-	m
Volumen centro	240,000	240,000	-	240,000	-	m ³
Velocidad promedio corriente superficial	10.51570487	10.51570487	-	10.51570487	-	cm / s
Tiempo de recambio volumen de un tren de jaulas	36	36	-	32	-	minutos
Flujo de emisión	6,688	6,688	-	7,571	-	m ³ / min

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria					IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160					

Emisión de N inorgánico disuelto	66.9	76.7	9.8	46.1	-20.8	mg DIN / m ³
Emisión de P inorgánico disuelto	4.7	5.4	0.7	3.2	-1.5	mg DIP / m ³
Emisión de C orgánico disuelto	33.6	38.5	4.9	23.2	-10.3	mg DOC / m ³
Emisión de N orgánico disuelto	3.4	3.9	0.5	2.3	-1.0	mg DON / m ³
Emisión de P orgánico disuelto	1.8	2.1	0.3	1.2	-0.6	mg DOP / m ³

El máximo aporte de nutrientes inorgánicos y orgánicos a la columna de agua, en la condición más desfavorable, según lo descrito anteriormente, corresponde a los valores DIN, DIP, DOC, DON y DOP indicados en la Tabla N° 6.

Se destacan en negrita en la tabla anterior los valores de aporte adicional del ciclo 2020 – 2021 y los valores de diferencia positiva del ciclo de producción reducida. **Se observa que en todos los casos, el ciclo de producción reducida favorece ampliamente los nutrientes aportados por el ciclo 2020 – 2021.**

2.3 Determinación del consumo de oxígeno y nutrientes

2.3.1 Consumo de nutrientes

Según lo indicado por Boyle, et.al., (© 2016–2021 Global Aquaculture Alliance¹⁴) los componentes orgánicos e inorgánicos del alimento emitidos al medio ambiente son aquellos que no se encuentran en la biomasa en el momento de la cosecha y que no fueron retirados del sistema de cultivo durante el ciclo de producción (mortalidad, etc). El carbono orgánico es oxidado a dióxido de carbono por las especies de cultivo y los microorganismos que descomponen el alimento no consumido y las heces. Los animales de cultivo y los microorganismos también excretan amoníaco en el agua que es nitrificada a nitrato por bacterias especializadas.

La oxidación de la materia orgánica por las especies de cultivo y por las bacterias y otros organismos de descomposición es un proceso complejo que involucra la glucólisis y el ciclo de Krebs. Sin embargo, la demanda potencial de oxígeno de la materia orgánica en el alimento se puede calcular mediante la siguiente ecuación simple:

¹⁴ <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/understanding-oxygen-demand-aquafeeds>

- **Carbono orgánico + O₂ = CO₂ + H₂O**

El carbono tiene un peso molecular de 12 y el peso molecular del oxígeno molecular (O₂) es 32. Por lo tanto, se necesitan 2.67 (32/12) kg de oxígeno para oxidar un kilogramo de C orgánico.

El amonio del nitrógeno en el alimento se oxida mediante bacterias nitrificantes, reacción que se representa mediante la siguiente ecuación:

- **NH₄⁺ + 2O₂ = NO₃⁻ + 2H⁺ + H₂O**

El peso molecular del nitrógeno es de 14, mientras que el peso molecular del oxígeno x2 (dos moléculas) es de 64. Por tanto, cada molécula de amonio oxidada a nitrato requiere dos moléculas de oxígeno molecular. Por lo tanto, cada kilogramo de nitrógeno amoniacal oxidado requiere 4.57 (64/14) kg de oxígeno molecular.

Teniendo en cuenta las bases de cálculo indicadas, y los valores de nutrientes analizados previamente, se determinan a continuación los respectivos consumos de oxígeno.

Tabla 7. Se muestra la demanda potencial de oxígeno necesaria para oxidar totalmente el flujo de amoníaco a nitrito y de carbono orgánico a CO₂, emitidos por el centro de cultivo. Se muestran también las constantes de degradación, las que permitirán calcular los tiempos necesarios para que sucedan los procesos de oxidación.

		Concentración en el punto de emisión mg/m ³	Demanda potencial de oxígeno mg O ₂ / l	Constante de degradación	
Ciclo producción autorizada	Amoníaco (NH ₃) excretado por las branquias (DIN)	19.3	0.306	1.27 mg/m ³ /día	(Kitidis, et.al., 2011)
	Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	33.6	0.090	0.15 K / día	(Avimelech, et.al., 1995)
	Carbono Orgánico particulado (POC)	57.0	0.152	0.15 K / día	(Avimelech, et.al., 1995)
Ciclo 2020 - 2021	Amoníaco (NH ₃) excretado por las branquias (DIN)	22.2	0.351	1.27 mg/m ³ /día	(Kitidis, et.al., 2011)
	Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	38.5	0.103	0.15 K / día	(Avimelech, et.al., 1995)
	Carbono Orgánico particulado (POC)	65.4	0.175	0.15 K / día	(Avimelech, et.al., 1995)
Ciclo de producción reducida	Amoníaco (NH ₃) excretado por las branquias (DIN)	15.1	0.211	1.27 mg/m ³ /día	(Kitidis, et.al., 2011)

Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	23.2	0.062	0.15 K / día	(Avimelech, et.al., 1995)
Carbono Orgánico particulado (POC)	39.5	0.105	0.15 K / día	(Avimelech, et.al., 1995)

Dadas las constantes de degradación indicadas en la tabla anterior, a continuación, se muestran los resultados de demanda de oxígeno y tiempos requeridos para la oxidación total del amoníaco y carbono orgánico emitidos por el centro.

Tabla 8. A partir de las constantes de degradación se obtiene la demanda diaria de O₂ para cada componente y la demanda total diaria por litro. Se utiliza la tasa de difusión de oxígeno atmosférico al agua de mar calculada por Waldichuk, M, 1975¹⁵ para estimar el tiempo de recuperación del oxígeno utilizado en la degradación del amoníaco y el carbono orgánico.

		Demanda diaria de O ₂	Demanda total diaria	Tasa de difusión de O ₂ atm-agua	Tiempo de recuperación
		mg O ₂ /l/día	mg O ₂ /l/día	mg O ₂ /l/día	minutos
Ciclo producción autorizada	Amoníaco (NH ₃) excretado por las branquias (DIN)	0.0058			
	Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	0.0134	0.0421	2.4	25.2
	Carbono Orgánico particulado (POC)	0.0228			
Ciclo 2020 – 2021	Amoníaco (NH ₃) excretado por las branquias (DIN)	0.0058			
	Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	0.0154	0.0474	2.4	28.4
	Carbono Orgánico particulado (POC)	0.0262			
Ciclo de producción reducida	Amoníaco (NH ₃) excretado por las branquias (DIN)	0.0058			
	Carbono Orgánico Disuelto (DOC)	0.0093	0.0309	2.4	18.6
	Carbono Orgánico particulado (POC)	0.0158			

Los cálculos realizados permiten de forma aproximada establecer que la demanda de oxígeno generada por la suma del amoníaco y el carbono orgánico particulado y disuelto, es muy baja, con valores en el rango de 0.047 y de 0.031 mg O₂/l/día. Estas demandas diarias son casi 2 órdenes de magnitud inferiores a la velocidad diaria de difusión molecular

¹⁵ Waldichuk, M. Diffusion of oxygen into still sea water. OCEAN 75 Conference, 1975, pp. 907-912

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

de oxígeno atmosférico hacia la capa superficial de la columna de agua, lo que permite inferir que no existirá una reducción en la concentración de oxígeno en la columna de agua producto de la oxidación de los componentes analizados.

2.3.2 Consumo de oxígeno de la biomasa en cultivo

Para el cálculo del consumo de oxígeno se utilizó la ecuación propuesta por Bergheim et.al., 1993¹⁶, para un rango de temperaturas de 7 a 10 °C, la que se detalla a continuación:

$$\text{Consumo O}_2 \text{ promedio} = 7,76 \cdot W^{-0,31} \cdot 10^{0,015C}$$

Siendo: W = peso promedio (g)
C = velocidad de la corriente (cm/s)

Tabla 9. A partir de la ecuación de consumo de oxígeno de salmónidos, se calculó el consumo de oxígeno por litro, teniendo en cuenta para ello el flujo de emisión del centro (ver Tabla 5). Finalmente se calculó el tiempo de recuperación del oxígeno consumido por la biomasa, utilizando para ello tasa de difusión de oxígeno atmosférico al agua de mar calculada por Waldichuk, M, 1975.

		Ciclo producción autorizada	Ciclo 2020 – 2021	Ciclo producción reducida
Peso promedio	gr	6171	6171	6171
Máxima biomasa mensual	Ton	4217	4833	3459
Velocidad promedio corriente	cm/s	10.52	10.52	10.52
Temperatura promedio	°C	9.6	9.6	9.6
Tasa Consumo de oxígeno / kg de pez / min	mg O ₂ /Kg/min	0.75	0.75	0.75
Densidad cultivo	Kg/m ³	17.6	20.1	14.4
Tasa de consumo por m ³	mg O ₂ /m ³ /min	13.1	15.0	10.7
Consumo O ₂ / l	mg O ₂ /l	0.47	0.54	0.34
Tiempo de recuperación	horas	4.7	5.4	3.4

Las tasas de consumo de oxígeno por unidad de volumen (mg O₂/l) son altamente dependientes de la densidad de cultivo, así como de las proporciones y ubicación de los trenes de jaulas respecto de la corriente principal. En este caso el efecto sobre la columna de agua será levemente menor en el ciclo con producción autorizada respecto del ciclo 2020 – 2021, con consumos de oxígeno proyectados de 0.47 y 0.54 mg O₂/l

¹⁶ Bergheim, A., Forsberg, O.I., Sanni, S., (1993). Biological basis for landbased farming of Atlantic salmon: oxygen consumption. In: Reinertsen, Dahle, Jørgensen, Tvinnereim, (eds.), Fish Farming Technology, p. 289-95. A.A. Balkema, Rotterdam. ISBN 90 5410 326 4.

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

respectivamente. Ambos efectos además son mínimos, ya que reducirían la concentración de oxígeno superficial de la columna en un valor inferior a 1 mg O₂/l, lo que teóricamente se recupera mediante difusión molecular atmosférica en un plazo de tan solo 4.7 y 5.4 horas respectivamente.

En cuanto al aporte adicional producto de la sobreproducción, éste se puede calcular como la diferencia en el oxígeno consumido por la biomasa de los ciclos de sobreproducción respecto al ciclo de producción autorizada:

- Ciclo 2020 – 2021 vs. producción autorizada: $0.54 \text{ mg/l} - 0.47 \text{ mg/l} = \mathbf{0.07 \text{ mg/l}}$

En cuanto al efecto ambientalmente favorable del ciclo de producción reducida, éste se revisa a continuación:

- Ciclo Reducción Siembra vs. Ciclo producción autorizada: $0.34 \text{ mg/l} - 0.47 \text{ mg/l} = -\mathbf{0.13 \text{ mg/l}}$

Se concluye que el efecto favorable supera ampliamente al efecto adicional producido por el ciclo 2020 – 2021.

Es importante además considerar que los cálculos presentados asumen la peor condición no solo de biomasa, sino también de corriente, ya que se está considerando que ésta es paralela al tren de jaulas, lo que implica el máximo tiempo de recambio de agua posible. También es importante tener en cuenta que los cálculos se realizan en base a la peor condición, dado que no se está aplicando ningún factor de dispersión ni dilución. Se asume además que el proceso de recuperación mediante difusión atmosférica comienza a suceder una vez que el agua ha terminado de pasar a través del tren de jaulas, pese a que en realidad es un proceso constante.

2.4 Evaluación de la condición ambiental de la columna de agua

Se analizan a continuación los nutrientes emitidos a la columna de agua, en relación al potencial efecto de eutrofización dado por la sobreproducción del ciclo 2020 – 2021, y el efecto que ésta podría tener a su vez sobre la biota. Se analiza también el efecto favorable del ciclo propuesto de producción reducida.

Tabla 10. A partir de la Tabla 5, se detallan la excreción de C, N y P mediante excreción y emisión de fecas de peces a partir de las cargas de C, N y P entregadas mediante el alimento. Excreción: CO₂ eliminado en la respiración; DIN es liberado mediante amoníaco (NH₃) por las branquias; DIP es liberado como fosfato (PO₄ 3-) por la orina de los peces. Valores en toneladas mensuales. Se incluyen las columnas de aporte adicional y ambientalmente favorable, calculadas a partir de la diferencia en el aporte entre el ciclo 2020 – 2021 y entre el ciclo de producción reducida con el ciclo de producción autorizada respectivamente.

Contenido C, N, F	Abrev.	Ciclo producción autorizada		Ciclo 2020 – 2021		Aporte adicional Ton	Ciclo Reducción Siembra		Efecto favorable Ton	Destino
		Ton	%	Ton	%		Ton	%		
Carbono	CO ₂	161.6	52%	185.2	52%	23.59	126.2	52%	-35.38	columna y atm.
Nitrógeno	DIN	19.3	47%	22.2	47%	2.82	15.1	47%	-4.26	columna
Fósforo	DIP	1.4	20%	1.6	20%	0.20	1.1	20%	-0.31	columna

Con el fin de contextualizar las concentraciones de DIN y DIP aportadas por el centro de cultivo, se detalla a continuación un comparativo con las concentraciones naturales del sector cercano al centro de cultivo. A partir de los registros de mediciones de nutrientes de la Tabla 1, se desprenden los siguientes valores:

- Promedio de Nitrato = DIN = 14.69 µM = **910.8 mg/m³**
- Promedio de Fosfato = DIP = 1.38 µM = **132.6 mg/m³**

Tabla 11. Comparación entre los flujos de DIN y DIP emitidos por el centro de cultivo con la concentración natural del sector, según los registros ASC del titular. Valores en mg/m³. Aporte y efecto favorable son calculados respecto del ciclo de producción autorizada.

Item	Emisión de nitrógeno inorgánico disuelto (DIN)	Emisión de fósforo inorgánico disuelto (DIP)
Ciclo producción autorizada	66.9	4.7
Ciclo 2020 – 2021	76.7	5.4
Aporte adicional ciclo de sobreproducción	9.8	0.7
Ciclo de producción reducida	46.1	3.2
Efecto favorable del ciclo producción reducida	-20.8	-1.5
Concentración natural del sector	910.8	132.6

Por lo tanto, el aporte adicional producto de la emisión adicional de nutrientes inorgánicos DIN y DIP, es en el peor de los casos (ciclo 2020 – 2021) de apenas 9.8 y 0.7 mg/m³ respectivamente, en el mes de máxima biomasa y en los primeros metros de haber sido emitidos, antes de que se produzca dispersión y dilución alguna. Adicionalmente, los

valores de efecto favorable obtenidos por el ciclo de producción reducida permitirían afectar favorablemente los aportes adicionales de DIN y DIP del ciclo 2020 – 2021.

Al comparar estos valores con las concentraciones naturales del sector aledaño al centro de cultivo, obtenemos que las concentraciones máximas emitidas por el centro de cultivo corresponden a una fracción menor. Como se puede ver en la siguiente tabla, el aporte adicional por emisión de DIP equivale al 0.52% de la concentración natural del sector aledaño al centro de cultivo, mientras que, en el caso de DIN, equivale al 1.07% de la concentración natural del sector. Ello teniendo en cuenta que, tras los primeros metros de profundidad, las concentraciones de DIP y DIN se reducirán rápidamente producto de la dispersión y dilución hidrodinámica.

Tabla 12. Comparación entre las concentraciones naturales de DIN y DIP y el aporte adicional emitido por el centro de cultivo en el ciclo 2020 – 2021.

	Concentraciones naturales	Aporte adicional Ciclo 2020 – 2021	
	mg/m ³	mg/m ³	%
Fósforo inorgánico disuelto (DIP)	132.6	0.69	0.52%
Nitrógeno Inorgánico Disuelto (DIN)	910.8	9.77	1.07%

Teniendo en cuenta el bajo aporte relativo de nutrientes al medio, se evalúan a continuación las posibles implicancias sobre el crecimiento de macroalgas, microalgas y otros organismos.

El nitrógeno inorgánico disuelto (DIN), compuesto por amoníaco, nitrito y nitrato, constituye el factor limitante que determina el crecimiento y productividad de las macroalgas en la mayoría de los ambientes marinos del mundo (Troell et al. 2009¹⁷, á Norði et al. 2011¹⁸). De acuerdo a Wang et.al., 2012, entre un 10% y un 30% del DIN total liberado por un centro de cultivo de salmónidos puede ser asimilado por macroalgas. Teniendo en cuenta que el contenido en nitrógeno de las macroalgas se estima entorno a un 4,2% de su peso seco

¹⁷ Troell M, Joyce A, Chopin T, Neori A, Buschmann AH, Fang JG (2009) Ecological engineering in aquaculture— potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems. *Aquaculture* 297: 1–9

¹⁸ á Norði G, Glud RN, Gaard E, Simonsen K (2011) Environmental impacts of coastal fish farming: carbon and nitrogen budgets for trout farming in Kaldbaksfjørour (Faroe Islands). *Mar Ecol Prog Ser* 431: 223–241

(Yang et al. 2006¹⁹) y que su contenido de humedad es de entorno al 85% (Wang et.al., 2012), se realiza a continuación una estimación del crecimiento de macroalgas que pudiesen verse teóricamente inducidas por el ciclo de sobreproducción.

Tabla 13. A partir de la emisión de DIN en el mes de máxima biomasa de ambos ciclos, se calcula el crecimiento de macroalgas asumiendo un 20% de asimilación, 4.2% de nitrógeno peso seco y 15% de humedad.

	Proceso	Cálculo	Resultado	Unidad
Ciclo producción autorizada	DIN consumido por macroalgas	DIN x 20%	3.9	Ton / mes
	Biomasa generada peso seco (BPS)	DIN consumido / 4.2%	92.1	Ton / mes
	Biomasa peso húmedo (BPH)	BPS / 15%	614.1	Ton / mes
Ciclo 2020 – 2021	DIN consumido por macroalgas	DIN x 20%	4.4	Ton / mes
	Biomasa generada peso seco (BPS)	DIN consumido / 4.2%	105.6	Ton / mes
	Biomasa peso húmedo (BPH)	BPS / 15%	703.7	Ton / mes
Aporte adicional	Biomasa peso húmedo	(BPH ciclo de sobreproducción) – (BPH ciclo biomassa autorizada)	89.6	Ton / mes
Ciclo Reducción Siembra	DIN consumido por macroalgas	DIN x 20%	3.0	Ton / mes
	Biomasa generada peso seco (BPS)	DIN consumido / 4.2%	71.8	Ton / mes
	Biomasa peso húmedo (BPH)	BPS / 15%	478.7	Ton / mes
Efecto favorable	Biomasa peso húmedo	(BPH ciclo reduccion siembra) – (BPH ciclo biomassa autorizada)	-135.4	Ton / mes

A partir de los cálculos desarrollados en la tabla anterior, se puede inferir que, en el mes de máxima biomasa del ciclo 2020 – 2021, la emisión de nitrógeno inorgánico (DIN) pudo haber significado el crecimiento de 703.7 Ton. de macroalgas, es decir un aporte adicional respecto del ciclo de producción autorizada de 89.6 Ton., mientras que el ciclo de producción reducida podría significar el crecimiento de 478.7 Ton, lo que implicaría una reducción o efecto favorable respecto del ciclo de producción autorizada de 135.4 Ton.

¹⁹ Yang HS, Zhou Y, Hu HY, Liu Y and others (2006) Bioremediation potential of the macroalga *Gracilaria lemaneiformis* (Rhodophyta) integrated into fed fish culture in coastal waters of north China. *Aquaculture* 252: 264–276

En cuanto al fitoplancton, se estima que éste necesita entre 3 y 7 días para responder a un aumento en la concentración de nutrientes (Buschmann et al. 2007²⁰, Olsen et al. 2007²¹, 2011²²). Wang. et. al. 2012 asume una relación peso húmedo : nitrógeno del 50%. Asumiendo el peor escenario en que la diferencia de DIN no absorbido por las macroalgas, sea incorporado a la biomasa fitoplanctónica, el incremento diferencial fitoplanctónico sería el que se calcula a continuación, poniendo como ejemplo el ciclo de 2020 – 2021:

- DIN emitido por el ciclo de sobreproducción: 19.3 Ton/mes
- DIN emitido por el ciclo de producción autorizada: 22.2 Ton/mes
- Aporte diferencial del ciclo de sobreproducción: 2.8 Ton/mes
- DIN utilizado por macroalgas (20%): 0.6 Ton/mes
- DIN disponible para el fitoplancton: 2.3 Ton/mes
- Incremento en biomasa fitoplanctónica: 2.3 Ton/50% = 4.5 Ton peso húmedo.

En la siguiente tabla se muestra la potencial producción fitoplanctónica resultante del aporte adicional, y también a consecuencia del ciclo de producción reducida.

Tabla 14. Se detalla el potencial crecimiento fitoplanctónico resultante de las concentraciones totales de DIN emitidas por los ciclos de sobreproducción, el ciclo de producción autorizada, y de la concentración DIN producto del aporte adicional del ciclo 2020 – 2021.

	Emisión DIN (Ton/mes)	DIN utilizado por macroalgas (Ton)	producción macroalgas (peso húmedo) (Ton)	DIN utilizado por fitoplancton (Ton)	producción fitoplancton (peso húmedo) (Ton)
Ciclo producción autorizada	19.3	3.9	614.1	15.5	30.9
Ciclo 2020 – 2021	22.2	4.4	703.7	17.7	35.5
Diferencia o Aporte adicional	2.8	0.6	89.6	2.3	4.5
Ciclo Reducción Siembra	15.1	3.0	478.7	12.1	24.1
Diferencia o Aporte adicional	-4.3	-0.9	-135.4	-3.4	-6.8

²⁰ Buschmann A, Costa-Pierce B, Cross S, Iriarte J, Olsen Y, Reid G (2007) Nutrient impacts of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) on pelagic ecosystems and implications for carrying capacity. Report of the Technical Working Group (TWG) on nutrients and carrying capacity of the Salmon Aquaculture Dialogue. WWF, Washington DC

²¹ Olsen Y, Andersen T, Gismervik I, Vadstein O (2007) Protozoan and metazoan zooplankton-mediated carbon flows in nutrient-enriched coastal planktonic communities. *Mar Ecol Prog Ser* 331: 67–83

²² Olsen Y, Andersen T, Gismervik I, Vadstein O (2011) Marine heterotrophic bacteria, protozoan and metazoan zooplankton may experience protein N or mineral P limitation in coastal waters. *Mar Ecol Prog Ser* 436: 81–100

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

Se puede inferir que, en el mes de máxima biomasa del ciclo de sobreproducción, la emisión de nitrógeno inorgánico (DIN) pudo haber significado el crecimiento de 4.5 Ton. de fitoplancton, como aporte adicional a lo que genera un ciclo con producción autorizada, mientras que el ciclo con producción reducida dejaría de aportar 6.8 Ton de producción potencial de fitoplancton. **El aporte adicional indicado, sin embargo, no implica necesariamente un efecto de eutrofización de la columna de agua, principalmente por los siguientes motivos:**

1. Dilución: el DIN adicional aportado por el ciclo de sobreproducción se dispersa ampliamente producto de los procesos hidrodinámicos, diluyéndose a niveles muy bajos rápidamente, por lo que su efecto tiene lugar en una amplia área geográfica y a concentraciones muy bajas.
2. Relación con concentración DIN natural: el análisis realizado es en el contexto en el que el DIN adicional aportado por el ciclo de sobreproducción representa aproximadamente el 0.5% de la concentración natural del sector, en el momento de su máxima concentración y a pocos metros del tren de jaulas, por lo que representa un aporte mínimo en relación a la concentración natural preexistente. Además, esta concentración se diluirá con rapidez según lo indicado anteriormente.

Por último, es importante mencionar que Gianella et.al., 2023²³, encontraron ausencia de correlación significativa entre la biomasa de los centros de salmónidos con la abundancia celular y aparición de diversos géneros de fitoplancton que componen las floraciones algales nocivas en el norte del Reino Unido, géneros que son también recurrentes en el sur de Chile: *Dinophysis spp.*, *Alexandrium spp.* y *Pseudo-nitzschia spp.* Una posible explicación que se entrega en el estudio mencionado, por la falta de correlación significativa entre salmonicultura y la abundancia celular de fitoplancton nocivo, es que los centros de cultivo están generalmente ubicados en zonas hidrodinámicamente energéticas, donde el recambio de agua permite la dilución efectiva de los nutrientes; argumento que se encuentra alineado con lo expuesto anteriormente en este documento.

²³ Gianella F., Burrows M T., Davidson K. The relationship between salmon (*Salmo salar*) farming and cell abundance of harmful algal taxa. *Harmful Algae* 129 (2023)

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

2.5 Evaluación emisión DBO5

En el muestreo el efluente de la PTAS del artefacto naval SH-13 ubicado en el CES Victoria, se reportaron los parámetros aceites y grasas, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, pH, DBO5, DQO, sólidos flotantes y coliformes fecales para el período de diciembre de 2022 y se evaluaron en base a los límites establecidos en la D.G.T.M y M.M. Ord. 12.600/931/VRS Circular A-52/004. Ver informe en Anexo para más detalles.

De todos los parámetros evaluados, se obtuvo cumplimiento en todos excepto en el DBO5, el que arrojó un valor de 35.6 mg/l. Teniendo en cuenta el límite normativo de 25 mg/l, se produjo por lo tanto un exceso de 15.6 mg/l.

Al tratarse de un parámetro no conservativo, su dilución y dinámica en la columna de agua es compleja y está sujeta a gran cantidad de procesos biológicos, lo que obliga a utilizar un modelo biogeoquímico o similar para establecer adecuadamente la tasa de dilución y su efecto en la columna de agua. Habiendo realizado modelaciones similares en centros de cultivo sujetos a regímenes hidrodinámicos también similares y con efluentes equivalentes en su PTAS, se utiliza a continuación la tasa de dilución de un proyecto similar, modelado mediante modelación biogeoquímica²⁴. En dicho trabajo, se obtiene que a partir de una concentración inicial en el punto de salida de la PTAS de DBO5 6.6 mg/l, a una distancia aproximada de 5 m esta concentración se ha reducido a tan solo 0.00012 mg/l, lo que equivale a una reducción superior al 99.998%. Se trata por lo tanto de una dilución muy rápida, lo que es favorecido por el muy bajo caudal emitido por las PTAS de los pontones habitables.

Para la tasa calculada en 5 m de >99.998%, la concentración inicial de 35.6 mg/l en el CES Victoria se reduciría a tan solo 0.000647 mg/l. Teniendo en cuenta que la curva de dilución no es lineal sino exponencial en los primeros metros, debemos asumir que las concentraciones bajarán a mayor velocidad tras su emisión. Es por lo tanto posible asumir que las concentraciones de DBO5 serán prácticamente negligibles a partir de los primeros metros de su emisión, no generando una afectación detectable en la columna de agua, pese a que las concentraciones en el punto de salida hayan superado el límite máximo según lo indicado.

²⁴ Ver: https://seia.sea.gob.cl/elementosFisicos/enviados.php?id_documento=2162955016 anexo 11.

2.6 Discusión y Conclusiones

Aporte de nutrientes a la columna de agua.

El aporte adicional en la columna de agua, que sería producido por el aporte extra del ciclo 2020 – 2021, en su mes de máxima emisión de nutrientes, se representa a continuación en términos de aporte total mensual y de aporte en flujo promedio de nutrientes por m³. Se identifica además el diferencial aportado por los ciclos de sobreproducción y de producción reducida respecto del ciclo con producción autorizada.

Tabla 15. Cuantificación del aporte adicional de nutrientes orgánicos e inorgánicos a la columna de agua, tanto disueltos como particulados: ciclo de producción autorizada comparado con el aporte el ciclo 2020 – 2021. Cargas de nutrientes en Ton/mes y concentración mg/m³.

	Contenido o C, N, F	abrev.	Ciclo producción autorizada		Ciclo 2020 – 2021		Aporte adicional		Ciclo producción reducida		Efecto favorable	
			Ton / mes	mg/m ³	Ton / mes	mg/m ³	Ton / mes	mg/m ³	Ton / mes	mg/m ³	Ton / mes	mg/m ³
Excreción	Nitrógeno	DIN	19.3	66.9	22.2	76.7	2.82	9.77	15.1	46.1	-4.26	-20.84
	Fósforo	DIP	1.4	4.7	1.6	5.4	0.20	0.69	1.1	3.2	-0.31	-1.48
Lixiviado de fecas y alimento	Carbono	DOC	9.7	33.6	11.1	38.5	1.41	4.90	7.6	23.2	-2.09	-10.31
	Nitrógeno	DON	1.0	3.4	1.1	3.9	0.14	0.49	0.8	2.3	-0.21	-1.04
	Fósforo	DOP	0.5	1.8	0.6	2.1	0.08	0.26	0.4	1.2	-0.11	-0.55
Total de nutrientes			31.9	110.4	36.5	126.5	4.65	16.11	24.9	76.1	-6.98	-34.23

En términos de DIN, DIP, DOC, DON y DOP, el volumen total de nutrientes adicionales aportados por el ciclo 2020 – 2021 corresponde a 4.65 Ton mensuales en el mes de máximo aporte de nutrientes (máximo crecimiento y máxima entrega de alimento), por sobre el aporte de un ciclo con producción autorizada. En el caso del aporte adicional en términos de concentración de nutrientes orgánicos e inorgánicos en la columna, este corresponde a 16.11 mg/m³. El ciclo de producción reducida generaría un efecto favorable de 6.98 Ton y 34.23 mg/m³, lo que cubriría con creces al aporte adicional del ciclo 2020 – 2021.

Al relacionar las concentraciones naturales DIP y DIN del sector con el máximo aporte adicional calculado para el ciclo 2020 – 2021, se obtiene que, en los primeros metros tras la emisión desde el centro de cultivo, es decir de forma previa a que se diluya la emisión, la

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

concentración DIP emitida corresponde al 0.52% de la concentración natural del sector, mientras que, en el caso de DIN, corresponde al 1.07% de la concentración natural del sector. Ello teniendo en cuenta que, tras los primeros metros, las concentraciones de DIP y DIN se reducirán rápidamente producto de la dispersión y dilución hidrodinámica.

En relación a los nutrientes emitidos a la columna de agua y su posible efecto sobre las macroalgas, el ciclo 2020 – 2021 genera un máximo aporte adicional mensual, producto de la emisión de nitrógeno inorgánico disuelto, de 2.82 Ton, las que a su vez tienen el potencial de haber sido asimiladas en un 20% por macroalgas, lo que habría generado una producción adicional de 89.6 Ton peso húmedo, probablemente en una amplia área de dispersión. Este aporte contrasta con el valor ambientalmente favorable calculado para el ciclo de producción reducida, aportando 135.4 Ton menos que el ciclo de producción autorizada, lo que favorecería ampliamente el aporte adicional.

En relación a los nutrientes emitidos a la columna de agua y su efecto sobre las comunidades planctónicas, se concluye que el crecimiento fitoplanctónico potencial a partir de los nutrientes adicionales emitidos por el ciclo 2020 – 2021 podría haber llegado a las 4.5 Ton. peso húmedo, ocurriendo ello en una amplia área de dispersión. A su vez, el aporte adicional del DIN emitido corresponde al 1.07% de la concentración natural del sector. **El bajo aporte relativo, sumado a la energía hidrodinámica y su consiguiente elevada dispersión y dilución, permiten concluir que no habría un proceso de eutrofización asociado al aporte diferencial de nutrientes por parte del ciclo 2020 – 2021.** A ello hay que agregarle el efecto ambientalmente favorable calculado por el ciclo de Producción reducida, el que generaría un efecto favorable de 6.8 Ton respecto a la potencial generación de fitoplancton aportada por el ciclo de producción autorizada.

Consumo de oxígeno en la columna de agua.

En relación al consumo de oxígeno en la columna, por parte de la biomasa en cultivo y de la oxidación del amoníaco y carbono orgánico particulado y disuelto, se obtiene lo siguiente:

1. El consumo de oxígeno producto de la oxidación del amoníaco y el carbono orgánico particulado y disuelto, es muy bajo, con valores de 0,042 y 0.047 mg O₂/l/día en los escenarios de producción autorizada y Ciclo 2020 – 2021 respectivamente. El efecto

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

del ciclo 2020 – 2021 es además mejorado por el aporte de 0.031 del ciclo de producción reducida.

2. El consumo de oxígeno por parte de la biomasa en cultivo, considerando el mes con máxima biomasa, es levemente menor en el ciclo con producción autorizada respecto del ciclo 2020 – 2021, con consumos de oxígeno proyectados de 0.47 y 0.54 mg O₂/l respectivamente. Ambos consumos son además mínimos, ya que reducirían la concentración de oxígeno superficial de la columna en un valor inferior a 1 mg O₂/l, lo que teóricamente se recuperaría mediante difusión molecular atmosférica en un plazo de tan solo 4.7 y 5.4 horas respectivamente. El consumo de 0.34 mg O₂/l del ciclo de producción reducida aportaría favorablemente el efecto adicional producido por el ciclo 2020 – 2021.

En relación a las mediciones de los INFA, no es posible asociar la sobreproducción del ciclo 2020 – 2021 a los valores de concentraciones mínimas o promedio de oxígeno medidas en la columna de agua, dado que las concentraciones de oxígeno en la columna de agua dependen de una infinidad de procesos físicos y biológicos que suceden a una mayor escala que la de un centro de cultivo, lo que es consistente con la reducida diferencia calculada en el consumo de oxígeno de la biomasa y nutrientes emitidos en el ciclo 2020 – 2021 respecto a un ciclo con producción autorizada.

Se concluye por lo tanto que pese a que sí es posible determinar teóricamente la diferencia del consumo de oxígeno del ciclo 2020 – 2021 vs un ciclo con producción autorizada, esto representa una estimación teórica que da cuenta de lo reducido que podría haber resultado un déficit de oxígeno en la columna de agua, siendo muy poco probable que ello se haya traducido en alguna respuesta por parte de la biota y las propiedades físico químicas de la columna de agua.

Emisión de DBO₅: teniendo en cuenta que en el mes de diciembre de 2022 se emitió una concentración de DBO₅ de 35.6 mg/l, es decir un adicional de 15.6 mg/l por sobre el límite máximo permitido, se debe considerar que las tasas de dilución modeladas mediante modelos biogeoquímicos en proyectos similares son muy elevadas, alcanzando valores superiores a 99.998% en aproximadamente 5 m de distancia del punto de emisión. Ello implicaría una probable concentración de tan solo 0.000647 mg/l a 5 m de distancia en el

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

caso de Victoria. Al ser la dilución exponencial en los primeros metros, es posible asumir que las concentraciones y su efecto serán prácticamente negligibles en la columna de agua.

3 Evaluación del sedimento del fondo marino

La evaluación del sedimento del fondo marino en el área de la concesión se realiza a través de la modelación de fecas y alimento no consumido, mediante el software de modelado de rastreo de partículas NewDEPOMOD, desarrollado por la Asociación Escocesa de Ciencias del Mar (SAMS, en sus siglas en inglés), en conjunto con la industria de la acuicultura y la Agencia Escocesa de Protección del Medio Ambiente (SEPA, en sus siglas en inglés).

SEPA monitorea y regula las descargas de acuicultura y especifica los Estándares de Calidad Ambiental (EQS, en sus siglas en inglés) para los sedimentos del fondo marino, que se aplican para todos los sitios de acuicultura en Escocia.

DEPOMOD, AutoDEPOMOD y NewDEPOMOD son modelos desarrollados por “The Scottish Association for Marine Science” (SAMS, en sus siglas en inglés). Estos modelos predicen el impacto de los residuos de centros de cultivo de acuicultura en el fondo marino de manera tal de optimizar la operación de los sitios de acuicultura para que coincida con la capacidad ambiental. SEPA adoptó AutoDEPOMOD como una etapa obligatoria en el proceso de consentimiento para la planificación de la acuicultura en Escocia, y también se utilizó en otros 25 países en todo el mundo. En 2017, comisionado por el gobierno escocés, SAMS produjo la siguiente generación del modelo, NewDEPOMOD, el que ahora ha sido adoptado como el nuevo estándar de la industria acuícola (SAMS 2019²⁵).

3.1 Metodología para la modelación

3.1.1 NewDepomod

El Modelo incorpora una gama de procesos, que en conjunto simulan el destino de las partículas de residuos individuales producidas en las jaulas de un centro de cultivo. Al simular el destino de las partículas durante un período de semanas a años, e incluir factores ambientales como la batimetría (forma del fondo marino) y las corrientes de agua, es posible crear una imagen de cómo es probable que se distribuyan los residuos en el entorno bentónico (fondo marino) de los centros de cultivo de acuicultura. Aunque el Modelo no

²⁵ SAMS Research Services Limited, NewDepomod Team, 2019-2020, NewDepomod User Guide

incorpora actualmente una unidad de biogeoquímica, los usuarios pueden hacer sus propias asociaciones entre el flujo calculado y los impactos de interés (por ejemplo, Normas de Calidad Ambiental (EQS) especificadas por el regulador).

Los distintos procesos del Modelo que no fueron activados se resumen en la siguiente tabla N°16. En Anexos del presente documento, se incorpora la carpeta denominada “Recomendación SAMS” que contiene el detalle de sus recomendaciones respecto de la desactivación de los módulos indicados en la tabla N°16.

Tabla 16. Detalle de los módulos y procesos del modelo NewDepomod que no fueron activados.

MÓDULOS	PROCESOS	ACTIVACIÓN
Bed Module	Consolidación	-
	Degradación	NO
	Erosión	NO
Resuspensión	Resuspensión	NO

Adicionalmente, es importante aclarar que el Módulo de sedimento (Bed Module) corresponde aún a un sub-modelo experimental que no arroja cambios significativos en los resultados cuando es modificado, de acuerdo a lo que indica el documento de validación de NewDepomod (*Refining Sea-Bed Process Models For Aquaculture*²⁶, pp., 40). Se transcribe a continuación el texto:

“El "módulo de sedimento" en NewDEPOMOD describe la consolidación y relajación de sedimentos enterrados y exhumados que altera la tensión de cizalla (*shear stress*) crítica requerida para la erosión. En los experimentos, la variación de los parámetros del módulo de sedimento no mostró ningún efecto observable. Por lo tanto, esta característica se ha ignorado provisionalmente, con miras a realizar más pruebas exploratorias en una fecha posterior.” Este es el motivo principal por el que este sub-módulo no ha sido activado.

Con el fin de entregar una breve descripción del funcionamiento del modelo NewDepomod, y conocer algunas de sus limitaciones y supuestos, a continuación, se describen los procesos que afectan el destino de las partículas del modelo, de manera secuencial y en el

²⁶ <https://www.sams.ac.uk/t4-media/sams/pdf/publications/REFINING-SEA-BED-PROCESS-MODELS-FOR-AQUACULTURE-Final-Report-for-web.pdf>

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

orden en que tienen lugar dentro de cada subsección. Se presentan los diagramas y ecuaciones que introducirán los parámetros claves.

Generación de residuos

La primera etapa en el modelo es la producción de partículas de residuos. Esto se lleva a cabo desde jaulas que ocupan un volumen fijo debajo de la superficie del agua. A las jaulas se les asigna una densidad de población (kg m^{-3}) y una serie de tiempo que describe los insumos de alimentación. El nivel de almacenamiento y la información de las entradas de alimentación permiten una serie temporal que describe la cantidad de partículas de residuos que salen de las jaulas del centro de cultivo que se simulará. Las partículas de residuos que caen de los centros de cultivo se agrupan en dos categorías:

- Residuos de alimento
- Fecas

Estas dos clases de partículas difieren en sus características: tamaño, densidad y composición (proporción de masa compuesta de carbono, agua y residuos químicos), lo que afecta su velocidad de sedimentación. En realidad, no hay dos partículas exactamente iguales, y el modelo representa esta variabilidad seleccionando tamaños de partículas y tasas de sedimentación de una distribución. Estas características alteran cómo se mueve una partícula individual en cada etapa posterior de la ejecución del Modelo. A lo largo de una simulación, las partículas se liberan continuamente de las jaulas del centro de cultivo modelo y comienzan su viaje hacia el fondo marino.

Transporte de partículas en suspensión: asentamiento y advección

Una vez que las partículas salen de las jaulas, su movimiento está sujeto a las condiciones que encuentran cuando se asientan ("Módulo de seguimiento de partículas", Figura N° 4). Las partículas pueden moverse horizontal y verticalmente, sujetas a las corrientes de agua (advección), procesos difusivos y hundimiento. De manera predeterminada, la columna de agua se representa en 3 dimensiones como una cuadrícula que consta de celdas cuadradas regulares horizontalmente y una serie de capas definidas por los datos del medidor actual suministrados y la información de batimetría. El movimiento "horizontal" de las partículas es verdaderamente lateral (perpendicular a vertical), en lugar de seguir la forma del fondo marino. En términos generales, los sólidos de interés (en términos de impactos bentónicos) no son flotantes; en ausencia de fuerza externa, se hunden hacia el fondo del mar. Como

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

se señaló anteriormente, la velocidad de hundimiento puede variar entre las partículas, pero permanece constante para una partícula dada durante su vida útil en el modelo. Las corrientes de agua varían con la profundidad y generalmente son más altas cerca de la superficie del agua. Esta variación se representa en los registros de series temporales actuales que se recopilan en los centros de cultivo, por lo que se recomienda tener una medición de superficie (alrededor de 0,1 x profundidad de la columna de agua), una medición de profundidad media (alrededor de 0,5 x profundidad de la columna de agua) y una medición cercana al lecho (alrededor de 0,95 x profundidad de la columna de agua). La velocidad horizontal para una partícula dada se obtiene interpolando linealmente las corrientes a profundidades por encima y por debajo de la profundidad de partícula actual. Las partículas también están sujetas a lo que colectivamente se denominan "procesos difusivos". Debido a las fluctuaciones a pequeña escala en las corrientes y los movimientos del agua debido a la turbulencia, las partículas que se mueven en el agua tienden naturalmente a separarse unas de otras. Esto tiene lugar tanto horizontal como verticalmente, y se representa en el modelo mediante pequeñas adiciones aleatorias a (o sustracciones de) los movimientos que las partículas realizan debido al hundimiento o a las corrientes horizontales. La magnitud de esta dispersión aleatoria está representada por tres dimensiones, x, y (ambas horizontales) y z (vertical). El tipo de caminata aleatoria implementada se puede definir en el modelo como una de dos ecuaciones:

1. Reticular:

$$x_{i,t+\Delta t} = x_{i,t} + (\Delta t \times u_{i,t}) + (\sqrt{2k_x \Delta t} \times R)$$

$$y_{i,t+\Delta t} = y_{i,t} + (\Delta t \times v_{i,t}) + (\sqrt{2k_y \Delta t} \times R)$$

2. Uniforme

$$x_{i,t+\Delta t} = x_{i,t} + (\Delta t \times u_{i,t}) + (\sqrt{6k_x \Delta t} \times U)$$

$$y_{i,t+\Delta t} = y_{i,t} + (\Delta t \times v_{i,t}) + (\sqrt{6k_y \Delta t} \times U)$$

donde $x_{i,t}$ y $y_{i,t}$ son las ubicaciones de una partícula i en los ejes este y norte (en m) en el tiempo t (por lo tanto, el subíndice $t + \Delta t$ indica la ubicación después de un paso de tiempo de longitud Δt). u y v son las velocidades de corriente este y norte (en m s⁻¹) en la ubicación de la partícula, y el término adicional incorpora el efecto de difusión horizontal, basado en

el paso de tiempo, el parámetro de escala $k(x, y)$. $R = +1$ o -1 , y U es un número aleatorio uniforme entre -1 y 1

Del mismo modo, el movimiento vertical puede estar representado por una de las siguientes dos ecuaciones:

1. Reticular:

$$z_{i,t+\Delta t} = z_{i,t} + (\Delta t \times V_{sink,i}) + (\sqrt{2k_z \Delta t} \times R)$$

2. Uniforme

$$z_{i,t+\Delta t} = z_{i,t} + (\Delta t \times V_{sink,i}) + (\sqrt{6k_z \Delta t} \times U)$$

donde $z_{i,t}$ es la posición vertical de la partícula, k_z es el coeficiente de difusión vertical y $V_{sink,i}$ es la velocidad de hundimiento de la partícula i . El período de tiempo para que una partícula llegue al fondo marino depende de la profundidad del agua, la forma del fondo marino y la velocidad de hundimiento de la partícula. Finalmente, la partícula interceptará el fondo marino. Esto generalmente ocurre entre dos puntos de tiempo de modelo. En el caso de que se calcule una nueva posición de partículas por debajo del fondo marino, un algoritmo de interpolación busca identificar el momento preciso en el que la partícula llegó al fondo marino, y la partícula se coloca en el fondo marino en ese punto y tiempo. Una representación de este escenario se da en la figura N° 4.

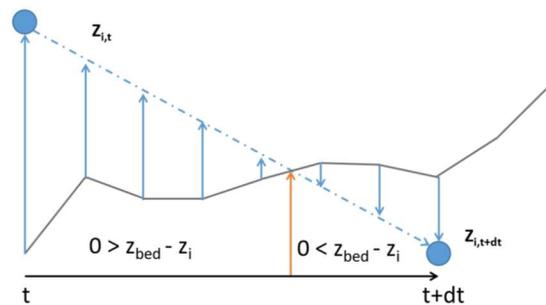


Figura 4. Representación de la interacción de partículas con el fondo marino.

Los altos caudales reducen las tasas de sedimentación de partículas y, en casos extremos, les permiten mostrar velocidades de sedimentación negativas, lo que les permite tener una flotabilidad positiva. Esto puede representarse en el modelo habilitando el "asentamiento modificado por cizallamiento", que altera el v_{sink} de acuerdo con la velocidad de fricción local, f_v :

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

$$v_{sinkMod} = v_{sink} \left(1 - \left(\frac{f_v}{\sqrt{\alpha} v_{sink}} \right)^2 \right)$$

Donde α es un parámetro de ajuste. Una referencia adicional a esto, entregando rango adecuado de valores, se puede encontrar en el paper de Black et al. (2016). Se proporciona una opción adicional para habilitar o prevenir la flotabilidad en este caso. De acuerdo a lo indicado por el fabricante del modelo, en la mayoría de los casos, no es necesario o recomendable el uso de asentamiento modificado por cizallamiento o habilitación de flotabilidad, motivo por el cual no fue activado en la presente modelación.

Esta recomendación se debe a que el módulo aún corresponde a un sub-modelo experimental que no arroja cambios significativos en los resultados cuando es modificado, de acuerdo a lo que indica el documento de validación de NewDepomod (*Refining Sea-Bed Process Models For Aquaculture*²⁷, pp., 40). Se transcribe a continuación el texto y se copia también el párrafo original: “El “módulo bentónico” en NewDEPOMOD describe la consolidación y relajación de sedimentos enterrados y exhumados que altera la tensión de cizalla (*shear stress*) crítica requerida para la erosión. En los experimentos, la variación de los parámetros del módulo de sedimento no mostró ningún efecto observable. Por lo tanto, esta característica se ha ignorado provisionalmente, con miras a realizar más pruebas exploratorias en una fecha posterior.”

Procesos en el sedimento

Cuando los módulos de sedimento (Bed Module) y el módulo de resuspensión en NewDEPOMOD son activados, una vez que una partícula alcanza el fondo marino, se deposita en una capa de sedimento en la superficie del fondo marino. Después de que las partículas han estado en el fondo marino por un cierto tiempo (definido por un parámetro modelo), se produce la consolidación, lo que significa que la capa de partículas depositadas se convierte en parte del fondo marino y puede estar cubierta por nuevas partículas que se depositan sobre ellos. Las partículas en el fondo marino pueden sufrir degradación (descomposición del carbono y/o concentraciones químicas). Las partículas en la superficie del fondo marino son susceptibles a la erosión. Esto significa que, si el esfuerzo de cizalla

²⁷ <https://www.sams.ac.uk/t4-media/sams/pdf/publications/REFINING-SEA-BED-PROCESS-MODELS-FOR-AQUACULTURE-Final-Report-for-web.pdf>

en el fondo marino es suficientemente alto, las partículas se eliminan del fondo marino y vuelven a entrar en la columna de agua. Este proceso se representa en la figura N°5.

El fondo marino dentro de una unidad horizontal dada se modela como una serie de capas. La capa superior (en la superficie del fondo marino) es la capa que recibe partículas depositadas de la columna de agua. Cuando se depositan las partículas, comienzan a formar una nueva capa, que cubre las capas establecidas. La dureza de las capas en el fondo marino aumenta con el tiempo. Como las capas depositadas más recientemente están en la superficie del fondo marino, esto significa que la dureza aumenta al incrementarse la profundidad debajo de la superficie del fondo marino (z_b), y que el esfuerzo de cizalla requerido para erosionar las capas más profundas es mayor que para las capas menos profundas. Cuando se agrega una nueva capa, la capa debajo de ella aumenta en dureza (su esfuerzo crítico de cizallamiento por erosión “ τ_{crit} , z ” aumenta), acercándose a una dureza máxima de lecho de equilibrio. La configuración de las capas en el modelo de fondo y su dureza se muestran en la figura N° 5.

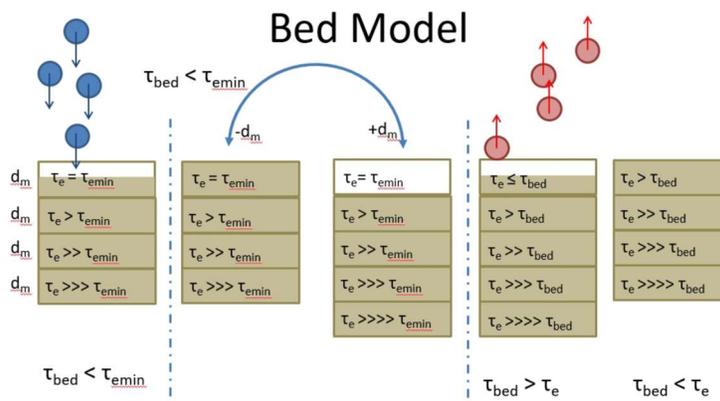


Figura 5. Representación del movimiento de partículas en el modelo de fondo desde la deposición (a la izquierda), hasta la consolidación (centro) y la erosión (derecha).

La materia en el fondo marino se degrada con el tiempo. Esto significa que la masa química se elimina de la masa depositada de acuerdo con las velocidades definidas para la ejecución del modelo particular (se utilizan valores predeterminados razonables). El sub-modelo “Bed Module” también puede permitir la degradación del carbono a lo largo del tiempo, aunque, como se indicó anteriormente, se requieren pruebas adicionales de este proceso tanto para el material lábil como para el refractario, a fin de tener en cuenta los cambios en este proceso con la temperatura, la profundidad y, por lo tanto, el oxígeno

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

(SAMS, 2019²⁸). Debido a ello, el módulo de sedimento no fue activado en la presente modelación.

Al no estar activos ninguno de los dos sub-módulos de sedimento ni de resuspensión, como ya se explicó, la modelación no genera una reducción de la concentración de carbono producto de la resuspensión ni tampoco producto de la oxidación del carbono orgánico, por lo que en este caso se está modelando una condición más desfavorable para la acumulación de carbono orgánico.

3.1.2 Definición del Área de Influencia (AI)

El límite entre condiciones naturales sin impacto a condiciones de enriquecimiento detectable se da entre 1.000 y 1.500 g C/m²/año según diversos autores (Hargrave 1994²⁹, Findlay – Watling 1997, Cromey et al. 2002a³⁰, Chamberlain & Stucchi 2007³¹). Por otro lado, Hargrave B.T., 2010³², establece este límite entre 473,46 y 912,5 g C/m²/año.

Corresponde por lo tanto a un límite relativamente variable. En la búsqueda de evaluar la condición más desfavorable posible, en Chile se ha establecido el valor de 365 g C/m²/año para establecer el límite del área de influencia, a partir del cual existen condiciones de enriquecimiento orgánico que pueden ser detectables y podrían ser atribuibles a la actividad acuícola.

Por este motivo se seleccionó el valor de 365 g C/m²/año como el límite inferior a mostrar en los resultados y por ende para la definición del área de influencia del proyecto.

3.2 Objetivos de la modelación

Entregar antecedentes que permitan:

- Determinar los aportes adicionales sobre el sedimento del ciclo de sobreproducción 2020 – 2021.

²⁸ SAMS Research Services Limited, NewDepomod Team, 2019-2020, NewDepomod User Guide

²⁹ Hargrave BT (1994) A benthic enrichment index. In: Hargrave BT (ed) Modelling benthic impacts of organic enrichment from marine aquaculture. Can Tech Rep Fish Aquat Sci 1949: 79–91

³⁰ Cromey CJ, Nickell TD, Black KD (2002a) DEPOMOD— modelling the deposition and biological effects of waste solids from marine cage farms. Aquaculture 214: 211–239

³¹ Chamberlain J, Stucchi D (2007) Simulating the effects of parameter uncertainty on waste model predictions of marine finfish aquaculture. Aquaculture 272: 296–311

³² Hargrave B.T. (2010) Empirical relationships describing benthic impacts of salmon aquaculture. Aquacult Environ Interact Vol. 1: 33–46

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

- Comparación relativa de los ciclos de producción reducida y 2020 – 2021 respecto de un ciclo con producción autorizada.
- Determinar el efecto ambientalmente favorable del ciclo de producción reducida propuesto.
- Identificar y evaluar el aporte adicional sobre los diferentes componentes expuestos a la sedimentación: sedimento y biota principalmente, analizando también los resultados de sedimento INFA de 2021 y 2022.

3.3 Datos de entrada del balance de masas

Se detalla a continuación la configuración productiva que tuvieron los ciclos de producción autorizada, 2020 – 2021 y de producción reducida con la información que se utilizó para alimentar el modelo.

Cabe mencionar que en el ciclo de producción autorizada, las toneladas de producción y alimento indicadas corresponden a la máxima producción autorizada mediante RCA 262/2009, mientras que el resto de los parámetros son idénticos a los del ciclo 2020 – 2021. Al mismo tiempo, es importante destacar que el ciclo de producción reducida, se restringe a 15 meses producto, pudiendo haber sido de 18 como se pretendía, con el fin de respetar la ventana productiva del barrio. Ello implica que probablemente la producción que se logrará en el ciclo de producción reducida será incluso menor a la que se indica en el presente informe.

Tabla 17. Configuración productiva de los 3 escenarios a partir de la cual se alimentaron las modelaciones de dispersión NewDepomod.

	Unidad	Ciclo RCA	Ciclo 2020 – 2021	Ciclo producción reducida
Meses ciclo	Meses	15	15	15
Numero de Jaulas	Jaulas	10	10	10
dimensiones	Metros	40x40x20	40x40x20	40x40x20
Producción (biomasa + mortalidad)	Ton	4500	5157	3843
Cosecha	Ton	4217	4833	3458.7
Mortalidad	%	6.28%	6.28%	10.0%
Mortalidad	Ton	283	324	384
Alimento	Ton	5014	5746	4032
Digestibilidad Alimento	%	90%	90%	90%
FCRb	-	1.15	1.15	1.08
Alimento no consumido	%	1%	1%	1%

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria			IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160			

	Ton	50	57	40
Fecas	%	10%	10%	10%
	Ton	501	575	403
Contenido agua en alimento*	%	9	9	9
% Carbono en alimento*	%	54.6%	54.6%	54.6%
% Carbono en fecas	%	30%	30%	30%
Módulo de Resuspensión y de fondo	-	NO	NO	NO
Máximo calibre pellets alimento	Mm	9	9	9
Velocidad hundimiento pellets*	m/s	0.121	0.121	0.121
Velocidad hundimiento fecas	m/s	0.032	0.032	0.032

3.4 Descripción del área de estudio

3.4.1 Batimetría

Para el modelo se utilizó la batimetría del sector, a partir de la cual se definió el tamaño del Dominio de modelación, esto quiere decir que el modelo es capaz de representar la sedimentación que se genere dentro de esta área.

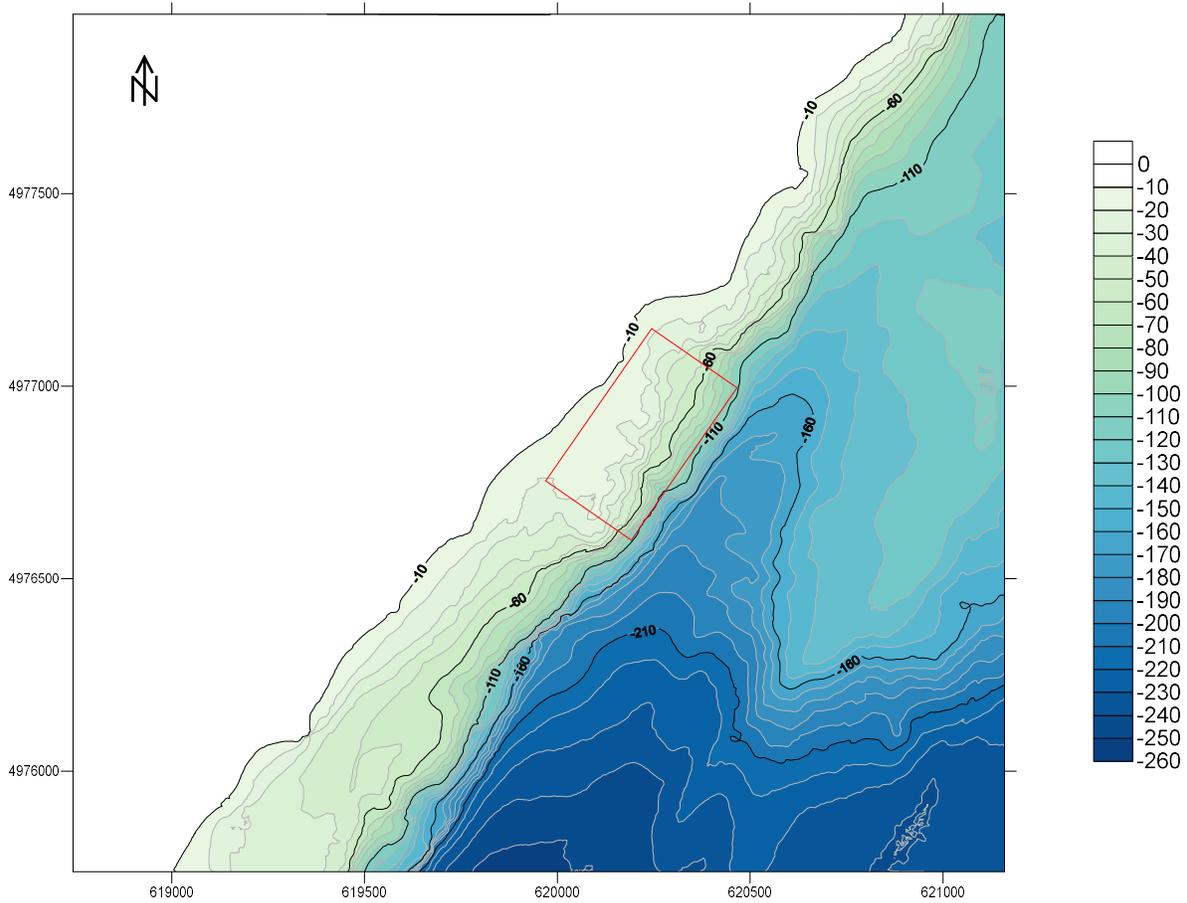


Figura 6. Vista bidimensional de la Batimetría del dominio de Modelación en Victoria. Área de la concesión en color rojo.

Las profundidades bajo la concesión se distribuyen entre los 12 y los 110 metros de profundidad aproximadamente (profundidades corregidas al nivel de reducción de sondas).

3.4.2 Hidrodinámica del área modelada

La correntometría fue realizada entre los días 12 de diciembre de 2020 y 20 de enero de 2021, por un período de 39 días y utilizando para ello un Correntómetro ADCP. Ver informe de corrientes en Anexos para mayor detalle. Se analizó una serie de tiempo de magnitud y dirección de velocidad de corrientes, constituida por 15 capas, entre los 2,0 y 30,0 m, con un ancho de capa de 2,0 m, y con registros cada 10 minutos.

Según el análisis de velocidades de corrientes, en la capa más profunda (Figura 7) el 16% de las velocidades de fondo registradas durante el período de medición superan los 9,4

cm/s, lo que clasifica a este centro como **sedimentario** (dispersivos son aquellos con >50% de registros con velocidades superiores a 9,4 cm/s, según Keeley et.al., 2013³³). Las frecuencias de velocidades en la capa más profunda se distribuyeron de acuerdo con el siguiente gráfico.

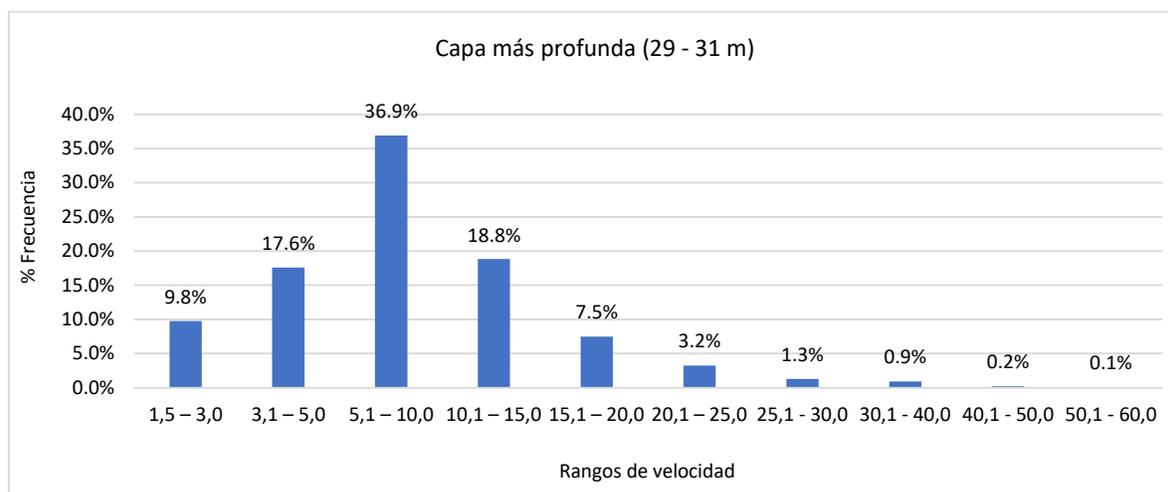


Figura 7. Distribución de frecuencias de las velocidades de corriente en la capa más profunda registrada de la columna.

3.4.2.1 Filtrado y selección de capas de la correntometría

En todas las modelaciones realizadas, se utilizó el 100% de las capas de medición de corrientes, las que están comprendidas entre los -3 y los -31 m de profundidad.

Las capas utilizadas para modelar corresponden por lo tanto a las siguientes profundidades -31,-29,-27,-25,-23,-21,-19,-17,-15,-13,-11,-9,-7,-5 y -3.

3.5 Antecedentes de la modelación

3.5.1 Grilla de Modelación

Para la generación del modelo se utilizó una Grilla con malla de 25x25 m, con un offset promedio (desfase respecto de balsas jaulas) de 700 metros aproximadamente.

³³ Keeley N.B., Cromey C.J., Goodwin E.O., Gibbs M.T., Macleod C.M., 2013, Predictive depositional modelling (DEPOMOD) of the interactive effect of current flow and resuspension on ecological impacts beneath salmon farms. *Aquacult Environ Interact*. Vol. 3: 275-291, 2013

3.5.2 Cálculo de los valores de flujo diario y flujo anual de carbono

El modelo NewDepomod fue alimentado en primer lugar con la información del ciclo productivo de 15 meses que se describe en la Tabla 1. Es importante recalcar que la información que entrega el modelo corresponde al flujo acumulado de carbono durante todo el período de modelación, es decir **15 meses** en este caso. Esto es posible verificarlo revisando el archivo generado automáticamente por el software, ubicado en la carpeta del presente informe: **Anexo_Archivos modelaciones / "nombre modelación" como "E1_VICTORIA_2022" u otro / Depomod / results / E1_VICTORIA_2022-TREN200-NONE-N-carbon-g0**. Al abrir el archivo, se observan 3 columnas, las que corresponden de izquierda a derecha a: eje X, eje Y, gramos de Carbono / m² (ver Figura 8).

	"x", "y", "g carbon/m2"
2	618756.45, 4975751.51, 0.000000
3	618781.35, 4975751.51, 0.000000
4	618806.24, 4975751.51, 0.000000
5	618831.14, 4975751.51, 0.000000
6	618856.04, 4975751.51, 0.000000
7	618880.93, 4975751.51, 0.000000
8	618905.83, 4975751.51, 0.000000
9	618930.73, 4975751.51, 0.000000

Figura 8. Resultados de flujo de carbono extraídos de NewDepomod. De izquierda a derecha: columnas eje X, eje Y y carbono acumulado por m².

La naturaleza del resultado obtenido es por lo tanto un valor acumulado, no asociado de forma explícita a una unidad de tiempo, que representa la acumulación de carbono a lo largo de todo el ciclo productivo modelado. Por lo tanto, se debe en primer lugar conocer el período de tiempo que representan los valores de carbono obtenidos, con el objetivo de poder obtener un valor de flujo de carbono por unidad de tiempo, por ejemplo, diario (gC/m²/día) o anual (gC/m²/año).

Por lo tanto, dado que el ciclo productivo representado es de 15 meses, se debe en primer lugar dividir cada uno de los valores de carbono acumulado por el número de días que hay en 15 meses. Ello nos permite obtener el valor de flujo de carbono

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

diario (gC/m²/día), el cálculo para obtener el valor de flujo diario de carbono es el siguiente:

$$\text{(g carbono / m}^2\text{) / (n}^\circ\text{ días en 15 meses)}$$

Como es lógico, para transformar este valor a un flujo de carbono anual, se deberá multiplicar por 365 el resultado anterior

3.6 Resultados de la modelación

Tal como se indicó en el punto 2.2 del presente análisis, se delimita el área de influencia como aquella área comprendida dentro de la isolínea de 1 gC/m²/día de sedimentación, o su equivalente de 365 gC/m²/año, al expresarlo mediante flujo anual. Adicionalmente, se define como área de impacto a la zona comprendida dentro de la isolínea de 1.800 gC/m²/año de sedimentación, de acuerdo con descrito en el punto 2.3 anterior. Se detallan y grafican a continuación los resultados de flujo de carbono obtenidos.

Tabla 18. Concentraciones máximas de deposición de carbono y área de sedimentación, delimitada por la isolínea de 365 gC/m²/año.

	gC/m ² /año	Superficie AI (m ²)	Aporte adicional flujo carbono (gC/m ² /año)	Aporte adicional área sedimentación (m ²)
Ciclo producción autorizada	5,379	63,795	-	-
Ciclo 2020 – 2021	6,066	69,737	687.5	5,942
Ciclo de producción reducida	4,317	57,455	-757.46	-6,340

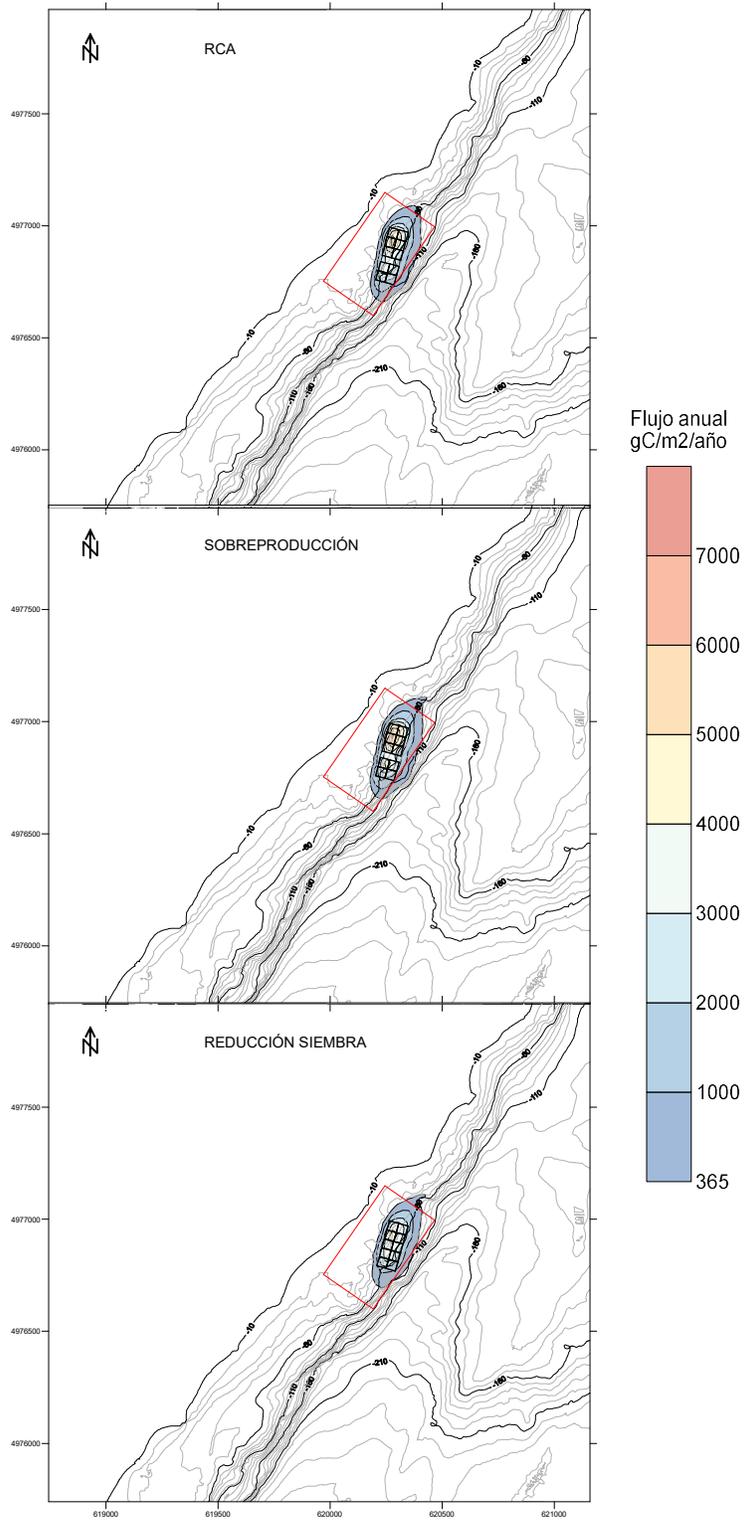


Figura 9. Flujo anual de carbono. Tasa de sedimentación en gC/m²/año. De arriba abajo.: Ciclo RCA, ciclo 2020 – 2021 y ciclo de producción reducida.

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

Los valores máximos de flujo anual de carbono en los escenarios de producción autorizada, y 2020 – 2021, son de 5,379 y 6,066 gC/m²/año respectivamente, lo que significa un aporte adicional de 687.5 gC/m²/año por parte del ciclo 2020 – 2021. El ciclo con producción reducida genera un flujo máximo de 4,317 gC/m²/año, por lo que genera un efecto favorable de -1,318 gC/m²/año al compararlo con el ciclo de producción autorizada, lo que excede el aporte adicional calculado para el ciclo 2020 – 2021.

El área de influencia en el sedimento corresponde a 63,795 y 69,737 m² en los ciclos de producción autorizada y 2020 – 2021 respectivamente, lo que significa un aporte adicional de 5,942 m². El escenario de producción reducida, con un área de influencia de 57,455 m², genera un efecto favorable de -4.979 m², al comparar su área de influencia con la del ciclo de producción autorizada, permitiendo así generar un efecto favorable respecto del efecto adicional del ciclo 2020 – 2021.

3.6.1 Resultados INFA categoría 4

El monitoreo INFA realizado el 10 de agosto de 2021, correspondió a un registro visual del área categoría 4, en el lado oeste y cabecera norte del tren de jaulas del centro. Fue realizado al término del ciclo productivo 2020 – 2021.

Cabe destacar que en 7 de los 8 transectos de registro visual hubo algún tipo de avistamiento de colonias de bacterias, identificadas como del tipo *Beggiatoa*. Por esta razón, Sernapesca declaró que el centro de cultivo presentó condiciones anaeróbicas. Es importante destacar que las bacterias del tipo *Beggiatoa* son características de ambientes no necesariamente anóxicos, ya que las bacterias de este género mantienen un metabolismo quemolitotrófico en el que hacen uso tanto de oxígeno como de nitrato almacenado internamente para oxidar el sulfuro a sulfato³⁴. Es por ello que la presencia de estas bacterias no es un indicador fiable de que existan condiciones anóxicas.

Tras un período de descanso productivo, se realizó un INFA postanaeróbico el día 29 de marzo de 2022, resultando en la total ausencia de colonias tipo *Beggiatoa*, y declarándose las condiciones ambientales como nuevamente aeróbicas.

³⁴ Aranda C, Valenzuela C, Matamala Y, Godoy F, Aranda N. Sulphur-cycling bacteria and ciliated protozoans in a *Beggiatoaceae* mat covering organically enriched sediments beneath a salmon farm in a southern Chilean fjord. Marine Pollution Bulletin 100 (2015) 270–278

3.7 Uso de antibióticos y antiparasitarios

Se adjunta en Anexo “Informe Fármacos Intesal” el informe realizado por Intesal, en el que se analiza el uso de antibióticos y antiparasitarios en el caso del centro con sobreproducción. Se extraen a continuación algunos de los párrafos relevantes para entender las conclusiones de dicho trabajo: “Se realizó un análisis del riesgo ambiental para el antibiótico florfenicol administrado por vía oral en el CES Punta Victoria de la empresa Cermaq Chile.

El registro ecotoxicológico de especies marinas representantes para los niveles tróficos microalgas, invertebrados y peces no sugieren un riesgo a las concentraciones estimadas por el modelo predictivo, lo cual podría explicarse por la distribución por efecto de la velocidad de corriente y otros mecanismos de transporte (difusivos y no difusivos) del antibiótico producto de la integración de estas variables en el modelación, así como también un patrón que sería determinado por las propiedades físicas y químicas del antibiótico florfenicol”.

3.8 Conclusiones

Alimento adicional entregado: como se desprende de la Tabla 17, el alimento utilizado en el ciclo con producción autorizada corresponde a 5,014 Ton., mientras que en el ciclo de sobreproducción 2020 – 2021 se entregaron 5,746 Ton. En la siguiente tabla se muestra el cálculo hasta llegar a los valores de carbono diario adicional aportado por cada jaula, en el mes de máxima producción del ciclo de sobreproducción, comparándolo también con el ciclo de producción reducida y su efecto favorable.

Tabla 19. Cálculo de los aportes adicionales de carbono por día y por jaula, en el ciclo de sobreproducción (2020 – 2021) durante el mes de máxima entrega de alimento y su comparación con el ciclo de producción reducida.

		Ciclo RCA	Ciclo 2020 – 2021	Ciclo producción reducida
Total alimento entregado	Ton.	5,014	5,746	4,032
Máxima entrega de alimento mensual	Ton.	625	717	490
	%	1%	1%	1%
Pérdida de alimento	Ton.	6.25	7.17	4.9
	Kg/Día.	208.3	239.0	163.3
	Kg/día/jaula	20.8	23.9	16.3

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental	
	Proyecto 24160		

	% Carbono	54.6%	54.6%	54.6%
	Kg C/día/jaula	11.38	13.05	8.92
Aporte adicional	Kg C/día/jaula	-	1.67	-2.46

El aporte adicional diario de carbono por alimento no consumido, a nivel de jaula, en el mes de máxima entrega de alimento, habría sido de 1.67 kg en el ciclo 2020 – 2021, mientras que el ciclo de producción reducida generaría un efecto favorable de -2.46 Kg C/jaula/día.

Concentraciones de carbono y área de sedimentación: como puede verse en la tabla 18, los valores de máximo flujo anual de carbono corresponden a 5,379 y 6,066 gC/m²/año en los escenarios de producción autorizada y de 2020 – 2021 respectivamente. Ello implica un aporte adicional máximo sobre el ciclo con producción autorizada, de 687.5 gC/m²/año. El aporte diferencial del ciclo de producción reducida, de -1,318 gCm²/año generaría un efecto favorable al comparar su máximo flujo de carbono anual (4,317 gC/m²/año) con el del ciclo de producción autorizada.

En cuanto al área de sedimentación adicional del ciclo 2020 – 2021, ésta corresponde a 5,942 m², mientras que el ciclo de producción reducida generaría un efecto favorable de -6,340 m² respecto del ciclo de producción autorizada, generando un efecto ambiental favorable al producido por el ciclo de sobreproducción.

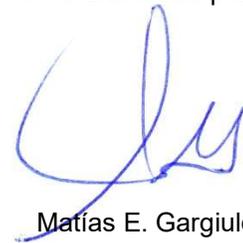
Resultados INFA: el resultado del INFA realizado a fin del ciclo 2020 – 2021, en agosto de 2021, presentó colonias de bacterias tipo *Beggiatoa* en 7 de los 8 transectos de registro visual realizados. Debido a ello, la autoridad declaró su condición como anaeróbica, situación que tras un INFA postanaeróbico realizado en marzo de 2022, se demostró que había retornado a condición aeróbica.

Uso de fármacos: El análisis de riesgo ambiental de químicos utilizados en el CES Punta Victoria, adjunto en Anexos, concluye que “basado en los antecedentes de uso del antibiótico florfenicol en centro de cultivo Punta Victoria de la empresa Cermaq Chile no se sugiere un riesgo ambiental durante el periodo de producción 2020-2021, donde la posibilidad de generar afectación al ambiente marino se encuentra 10.000 veces por debajo a una condición adversa no tolerable por organismos marinos modelos, como corrobora la Figura 2. En efecto, de acuerdo a las implicancias ambientales de esta caracterización del

Ago-2024	Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 24160	

riesgo, para que exista una afectación sobre el ecosistema se debería reportar concentraciones del antibiótico en el ambiente acuático marino por sobre el 1 µg/L”.

Informe elaborado por:



Matías E. Gargiulo
Biólogo Marino
IA Consultores

4 Anexos (adjuntos en formato digital)

1. Anexo 1_AutoCad Modelaciones.

Ago-2024	<i>Informe Integrado de Análisis Ambientales CES Victoria</i>	IA Consultores Innovación Ambiental
	<i>Proyecto 24160</i>	

2. Anexo 2_ Modelaciones NewDepomod.
3. Anexo 3_ Correntometria.
4. Anexo 4_ Monitoreos INFA.
5. Anexo 5_ Informe fármacos Intesal
6. Anexo 6_ Informe muestreo PTAS
7. Anexo 7_ Tablas

2. FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO

Para la elaboración de un PDC se recomienda utilizar el formato presentado a continuación, diseñado de acuerdo a las indicaciones descritas en el capítulo precedente. Este formato contempla cuatro aspectos principales:

1. Descripción del hecho constitutivo de infracción, la normativa pertinente y los efectos negativos asociados. Respecto de los efectos negativos generados, se debe describir asimismo la forma en que estos efectos se eliminan o contienen y reducen, fundamentar, si corresponde, la imposibilidad de eliminar los efectos producidos y, en caso de afirmar que no se generan efectos negativos, fundamentar debidamente dicha afirmación.
2. El Plan de Acciones y Metas para volver al cumplimiento, y eliminar o contener y reducir los efectos negativos.
3. El Plan de Seguimiento del Plan de Acciones y Metas.
4. Cronograma.

➤ **Para lo indicado en los puntos 1 y 2, el formato se aplica a cada uno de los hechos constitutivos de infracción, de acuerdo a la formulación de cargos respectiva, cuando sea procedente la presentación de un PDC.**

➤ **Para lo indicado en los puntos 3 y 4, el formato se aplica para el conjunto de acciones contenidas en el Programa, de forma única.**

Se recomienda presentar el programa únicamente a través de este formato y **no duplicar esfuerzos en la presentación adicional en formato de texto plano, a menos que existan aspectos relevantes a considerar de forma complementaria a lo señalado a través del formato**. Cabe señalar que en el caso en se presenten ambos formatos y se encuentren inconsistencias, la Superintendencia dará prioridad a lo que sea presentado en el formato de tabla.

En el Anexo 5.4 de este documento se encuentra un ejemplo del uso de este formato.

COMPLETAR PARA CADA INFRACCIÓN:

1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS

IDENTIFICADOR DEL HECHO	Hecho N°1
DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN	Superar la producción máxima autorizada en el CES VICTORIA (RNA 110590), durante el ciclo productivo ocurrido entre el 26 de junio de 2020 y el 18 de septiembre de 2021.
NORMATIVA PERTINENTE	<p>RCA N°262/2009: Considerando 3.6. <i>“La producción máxima es de 4500 toneladas de salmónidos”.</i></p> <p>Considerando 4. <i>“Que, en relación con el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable [...] debe indicarse que la ejecución del proyecto [...] cumple con:</i> 4. D.S. N°86/2007 que reemplaza (sic) el D.S. N°320/01 Reglamento Ambiental para la Acuicultura”</p> <p>D.S. N°320/2001 Ministerio de Economía. Reglamento Ambiental para la Acuicultura: Artículo 15: “[...] El titular de un centro de cultivo no podrá superar los niveles de producción aprobados en la resolución de calificación ambiental.”</p>
DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN O FUNDAMENTACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE EFECTOS NEGATIVOS	En conformidad con el “INFORME INTEGRADO DE ANÁLISIS AMBIENTALES EN COLUMNA DE AGUA Y SEDIMENTO”, del CES Victoria (RNA 110590), suscrito por Matías E. Gargiulo, de IA Consultores, en base a antecedentes provenientes de campañas de muestreo de las INFA, y en complemento con modelaciones NewDepomod de distintos escenarios respecto a sobreproducción, al límite autorizado por la Resolución de Calificación Ambiental y el comprometido como reducción, es posible descartar efectos ambientales negativos producto de la superación de la producción máxima autorizada durante el ciclo productivo materia de los cargos.
FORMA EN QUE SE ELIMINAN O CONTIENEN Y REDUCEN LOS EFECTOS Y	Principalmente, se adoptarán las medidas para hacerse cargo de la sobreproducción constatada durante el periodo de los cargos, rebajando 657 toneladas de la producción -según definición del literal n) del artículo 2° del Decreto Supremo N°320/2001 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción- del ciclo de producción 2024/2025 en el CES Victoria (RNA 110590) respecto

FUNDAMENTACIÓN EN CASO EN QUE NO PUEDAN SER ELIMINADOS	de lo autorizado por su Resolución de Calificación Ambiental (RCA N°262/2009). Asimismo, se compromete acción consistente en la elaboración y difusión de un protocolo de control de producción, enfocado en el concepto de producción, su forma de cálculo y los límites autorizados, particularmente la producción máxima de 4.500 toneladas de salmónidos establecida en el considerando 3.6 de la RCA N°262/2009, con el objeto de asegurar de manera efectiva su cumplimiento.
---	---

2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA, Y ELIMINAR O CONTENER Y REDUCIR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS

2.1 METAS

Hacerse cargo de la sobreproducción materia de los cargos en el CES Victoria (RNA 110590), disminuyendo su producción en el ciclo productivo 2024/2025, en la misma cantidad que se imputa haber producido en exceso (657 toneladas) respecto de la autorizada por su RCA N°262/2009 (Acción N°1) y permear en los colaboradores con injerencia directa en el ciclo productivo del CES Victoria (RNA 110590) el entendimiento del concepto de producción, tal como lo define la normativa aplicable, teniendo en cuenta no solo la biomasa producida, sino que además, las injerencias de la mortalidad y los demás egresos para su cálculo, todo ello, relacionados con el límite autorizado en la Resolución de Calificación Ambiental (Acción N°2).

2.2 PLAN DE ACCIONES

2.2.1 ACCIONES EJECUTADAS

Incluir todas las acciones cuya ejecución ya finalizó o finalizará antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS INCURRIDOS
	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(fechas precisas de inicio y de término)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reporte Inicial)	(en miles de \$)
N/A	Acción	N/A	N/A	Reporte Inicial	N/A
	N/A				
	Forma de Implementación				
	N/A				

2.2.2 ACCIONES EN EJECUCIÓN

Incluir todas las acciones que han iniciado su ejecución o se iniciarán antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	FECHA DE INICIO Y PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS ESTIMADOS	IMPEDIMENTOS EVENTUALES
	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(fecha precisa de inicio para acciones ya iniciadas y fecha estimada para las próximas a iniciarse, y plazo de ejecución)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reporte Inicial, Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	(en miles de \$)	(indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
1	<p>Acción</p> <p>Disminuir la producción en el ciclo productivo 2024/2025 en el CES Victoria (RNA 110590) en 657 toneladas respecto de lo autorizado por su RCA (4.500 toneladas).</p> <p>“Producción” se denomina, de acuerdo al literal n) del artículo 2 del D.S. N°320/2001 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, al <i>“resultado de la suma de todos los egresos, expresados en toneladas, kilos o unidades, y al remanente existente en un centro de cultivo en un período determinado”</i>.</p> <p>Por tanto, se limitará la producción total a un máximo de 3.843 toneladas, considerando la información de mortalidad y eliminaciones según se registra en el sistema de fiscalización para la acuicultura o “SIFA” (información entregada por el CES a Sernapesca) y de cosecha según se</p>	<p><u>Fecha de inicio:</u> octubre de 2024.</p> <p><u>Plazo de ejecución:</u> 18 meses.</p>	<p>La producción final no es superior a 3.843 toneladas obtenida en el ciclo productivo 2024/2025 en el CES Victoria (RNA 110590).</p>	<p>Reporte Inicial</p> <p>Resolución que autoriza la siembra de los smolts en el CES Victoria para el ciclo que se iniciará en 2024.</p> <p>Reportes de avance</p>	<p>\$144.000 (Considerando un margen bruto promedio de la industria de 0,24 USD/kg LWE, y un valor del dólar observado de 911,01 a la fecha del 26/08/2024).</p>	<p>Impedimentos</p> <p>Se consideran los siguientes impedimentos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Situaciones o circunstancias fuera del control operacional del regulado, tales como situación sanitaria excepcional (ej: situación de contingencia sanitaria en que por orden de autoridad o disposición normativa se deba efectuar eliminación, cosecha o traslado urgente de ejemplares de otros centros de cultivo, que impliquen que Cermaq no pueda contar con los medios logísticos con que

	<p>informa en sistema de Trazabilidad (información entregada por plantas de proceso a Sernapesca).</p>				<p>planifica efectuar o procesar la cosecha de Victoria), o catástrofes naturales (ejemplo: maremoto, terremoto, epidemia, temporal imprevisible u otras situaciones de fuerza mayor que impliquen un retraso imprevisto en la cosecha del centro); y</p> <p>2. La obtención de una INFA Anaeróbica.</p>
	<p>Forma de Implementación</p>				<p>Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento</p>
	<p>Se ejecutará la cosecha en el momento y plazos necesarios para lograr una producción total de no más de 3.843 toneladas en el ciclo productivo 2024/2025.</p> <p>Para lograr este objetivo, se estima que la siembra se iniciará en octubre de 2024 y que la cosecha finalizará en diciembre de 2025. El plazo de finalización será revisado periódicamente y ajustado según la evolución y crecimiento de los peces, de modo de lograr el objetivo propuesto.</p>			<p>Declaración jurada de siembra.</p>	<p>Respecto de los impedimentos 1 y 2 anteriores se considera reportar a la Autoridad, la situación asociada al impedimento, que pudiese afectar la cosecha del centro.</p>
	<p>La clasificación de esta acción como acción en ejecución supone que la aprobación de este PDC no será antes de octubre de 2024 (fecha estimativa</p>			<p>Reporte final</p> <p>Reporte que consolide en forma metódica la información sobre: 1. Detalle de mortalidad informado en SIFA; y 2. Cosecha</p>	<p>Solamente respecto del impedimento número 2 indicado anteriormente, se considera la no operación del CES Victoria durante todo el período productivo.</p>

del inicio del ciclo productivo 2024/2025).	efectiva informada por planta en sistema Trazabilidad.
---	--

2.2.3 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa.

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS ESTIMADOS	IMPEDIMENTOS EVENTUALES
	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	(en miles de \$)	(indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
	Acción			Reportes de avance		Impedimentos
2	Elaboración y difusión de protocolo de control de producción para el CES Victoria, para asegurar el cumplimiento de la acción correspondiente a la Acción N°1 y el cumplimiento normativo aplicable a la producción del mismo.	<u>Fecha de inicio:</u> 1 mes desde la aprobación del PDC. <u>Fecha de término:</u> 15 meses desde la aprobación del PDC.	Elaborar y difundir un protocolo de control de biomasa, en el plazo comprometido.	Texto del protocolo definitivo; correos electrónicos de difusión y registro de reunión en las que se dé a conocer.	Costo interno	1. Que alguno de los colaboradores que deban elaborar y difundir el protocolo sea desvinculado de Cermaq. 2. Que alguna de las personas que deben elaborar y difundir el protocolo, no puedan hacerlo dentro del plazo comprometido por razones personales justificadas, no imputables a Cermaq tales como acto de autoridad,

						<p>enfermedad (al menos con justificación de profesional idóneo) o problemas personales o familiares acreditados.</p>
	Forma de Implementación			Reporte final		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
	<p>Se difundirá el protocolo para el control de la producción adjunta a esta propuesta, con el objeto de prevenir y evitar superaciones del límite de producción del CES.</p> <p>Este procedimiento será difundido al Gerente de Producción de Agua de Mar de la Región correspondiente de Cermaq y personal del departamento de Control y Planificación de la empresa, mediante su envío por correo electrónico, con sesiones de difusión.</p>			<p>Reporte consolidado de control de producción al mes anterior al de término de la acción, en el cual se presentará versión final visada por los encargados de su elaboración dentro de Cermaq; los medios de verificación de su difusión, que no hayan sido acompañados en reportes de avance.</p>		<p>1. Se solicitará la participación del reemplazo de la persona(s) desvinculada(s).</p> <p>2. En el caso de ausencia justificada, se gestionará y realizarán las acciones con aquellas personas que asuman las responsabilidades de dichos colaboradores.</p> <p>Específicamente para el caso del impedimento N° 1, la acciones a efectuar las asumirá la(s) persona(s) que ocupe(n) el cargo más similar o igual en funciones.</p> <p>En el caso del N° 2, se gestionará una reunión explicativa para aquellas</p>

						<p>personas que asumen las responsabilidades relacionadas con el protocolo.</p> <p>En el caso que persistan los impedimentos más allá del plazo de ejecución de la medida, se dará aviso a la SMA, a la oficina de partes, con el objeto de ampliar dicho plazo.</p>
3	Acción	<p><u>Fecha de inicio:</u> desde la notificación de la resolución que apruebe el programa de cumplimiento.</p> <p><u>Plazo de ejecución:</u> durante la ejecución del PDC hasta el respectivo reporte final de la última acción de más larga data.</p>	<p>Comprobante electrónico generado por el sistema digital en el que se implemente el SPDC.</p>	Reportes de avance	Costo interno	Impedimentos
	<p>Informar a la SMA los reportes y medios de verificación que acrediten la ejecución de las acciones comprendidas en el programa de cumplimiento a través de los sistemas digitales que se dispongan al efecto para implementar el SPDC.</p>			N/A		<p>Problemas exclusivamente técnicos que pudieren afectar el funcionamiento del sistema digital en el que se implemente el SPDC, y que impidan la correcta y oportuna entrega de los documentos correspondientes.</p>
	Forma de implementación			Reporte final		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
	<p>Dentro del plazo y según la frecuencia establecida en la resolución que apruebe el programa de cumplimiento, se accederá al sistema digital que se disponga para este efecto, y se cargará el programa de cumplimiento y la información relativa al reporte inicial, los reportes de avance o el informe final de cumplimiento, según se corresponda con las acciones reportadas, así como</p>			N/A		<p>Se dará aviso inmediato a la SMA, vía correo electrónico, especificando los motivos técnicos por los cuales no fue posible cargar los documentos en el sistema digital en el que se implemente el SPDC, remitiendo comprobante del error o cualquier otro medio de prueba que</p>

	los medios de verificación para acreditar el cumplimiento de las acciones comprometidas. Una vez ingresados los reportes y/o medios de verificación, se conservará el comprobante electrónico generado por el sistema digital en el que se implemente el SPDC.					acredite dicha situación. La entrega del reporte se realizará a más tardar el día siguiente hábil del vencimiento del plazo correspondiente, en la Oficina de Partes digital o física de la Superintendencia del Medio Ambiente.
--	--	--	--	--	--	--

2.2.4 ACCIONES ALTERNATIVAS

Incluir todas las acciones que deban ser realizadas en caso de ocurrencia de un impedimento que imposibilite la ejecución de una acción principal.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	ACCIÓN PRINCIPAL ASOCIADA	PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS ESTIMADOS
	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(N° Identificador)	(a partir de la ocurrencia del impedimento)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	(en miles de \$)
4	Acción	1	Reporte a la autoridad: 5 días hábiles. No operación del CES Victoria: dentro de los 30 días hábiles siguientes a la obtención de la INFA negativa.	Reportar a la Autoridad situación asociada al impedimento, que pudiese afectar la cosecha del centro. No operación del CES Victoria durante todo el período productivo, en caso de obtención de INFA anaeróbica.	Reportes de avance	Reporte: costo interno No operación del CES Victoria: 984.000
					N/A	
	Forma de implementación				Reporte final	

	Informar el impedimento a la SMA mediante presentación vía e-mail enviado a Oficina de Partes y a el/la Fiscal instructor(a).				Reporte: Correo electrónico enviado a Oficina de Partes de la SMA. No operación del CES Victoria: el Programa de Manejo Individual (PRS) firmado ante notario y constancia de su ingreso Oficina de Partes de Subpesca.		
5	Acción	2	10 días hábiles	<ol style="list-style-type: none"> Solicitar la participación del reemplazo de la persona(s) desvinculada(s). En el caso de ausencia justificada, gestionar y realizar las acciones con aquellas personas que asuman las responsabilidades de dichos colaboradores. 	Reportes de avance	Costo interno	
					N/A		
	Forma de implementación				Reporte final		
	En el caso del impedimento N°1, la acciones a efectuar las asumirá la(s) persona(s) que ocupe(n) el cargo más similar o igual en funciones. En el caso del N° 2, se gestionará una reunión explicativa para aquellas personas que asumen las responsabilidades relacionadas con el protocolo.				Mismos que la acción N°2		
6	Acción	3	1 día hábil desde el vencimiento del plazo, para entregar los documentos en	Dar aviso inmediato a la SMA con los motivos técnicos por los cuales no fue posible cargar los documentos en el sistema digital en el	Reportes de avance	Costo interno	
	Dar aviso inmediato a la SMA con los motivos técnicos por los cuales no fue posible cargar los documentos en el sistema digital en el SPDC.				N/A		

	<p>Forma de implementación</p> <p>Comunicación, vía correo electrónico, especificando los motivos técnicos por los cuales no fue posible cargar los documentos en el sistema digital en el que se implemente el SPDC, remitiendo comprobante del error o cualquier otro medio de prueba que acredite dicha situación. La entrega del reporte se realizará a más tardar el día siguiente hábil al vencimiento del plazo correspondiente, en la Oficina de Partes de la Superintendencia del Medio Ambiente.</p>		<p>la Oficina de Partes de la SMA.</p>	<p>que se implemente el SPDC.</p>	<p>Reporte final</p> <p>Correo electrónico enviado a Oficina de Partes de la SMA; y</p> <p>Comprobante de entrega de los documentos en Oficina de Partes de la SMA.</p>		
--	---	--	--	-----------------------------------	--	--	--

1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS

<p>IDENTIFICADOR DEL HECHO</p>	<p>Hecho N°2</p>								
<p>DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN</p>	<p>Superar los parámetros máximos permitidos de DBO5 (mg/L) para el efluente de la PTAS del pontón ubicado en el CES Victoria.</p>								
<p>NORMATIVA PERTINENTE</p>	<p>RCA N° 262/2009 Considerando 4.1:</p> <table border="1" data-bbox="1134 1141 2034 1221"> <thead> <tr> <th data-bbox="1134 1141 1325 1221"><i>Normativa</i></th> <th data-bbox="1325 1141 1575 1221"><i>Etapa en que aplica al proyecto</i></th> <th data-bbox="1575 1141 2034 1221"><i>Forma de cumplimiento</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			<i>Normativa</i>	<i>Etapa en que aplica al proyecto</i>	<i>Forma de cumplimiento</i>			
<i>Normativa</i>	<i>Etapa en que aplica al proyecto</i>	<i>Forma de cumplimiento</i>							

Res. DGTM y MM Ord. N°12600/931 VRS	Operación de proyecto	Ver los antecedentes incluidos en el anexo 9 de la DIA, respecto a la certificación de la planta de tratamiento de aguas servidas y además el monitoreo a realizar según la legislación vigente*.
-------------------------------------	-----------------------	---

Circular A-52/004 DGTM y MM ORDINARIO N°12600/931 VRS de fecha 13 de diciembre de 2007:

III. EXIGENCIAS TÉCNICAS AMBIENTALES

Parámetro	Unidad	Expresión	Límites Marítimos
Aceites y Grasas	Mg/L	A y G	150
Sólidos Sedimentables	MI/L/h	S SED	35
Sólidos Suspendidos Totales	Mg/L	SS	35
pH	Unidad	pH	6 – 8,5
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	Coli/100 ml	100 (*)
Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días	Mg/L	DBO5	25
Demanda Química de Oxígeno	Mg/L	DQO	125
Sólidos flotantes	Ausentes		

DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN O FUNDAMENTACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE EFECTOS NEGATIVOS

Según se establece en informe denominado “INFORME INTEGRADO DE ANÁLISIS AMBIENTALES EN COLUMNA DE AGUA Y SEDIMENTO” para el CES Victoria (RNA 110590) de Cermaq Chile S.A., suscrito por Matías E. Gargiulo, de IA Consultores y, sus anexos, para el caso de la superación de DBO5, se puede concluir que las concentraciones de DBO5 serán prácticamente negligibles a partir de los primeros metros de su emisión, no generando una afectación detectable en la columna de agua, pese a que las concentraciones en el punto de salida hayan superado el límite máximo según lo indicado.

FORMA EN QUE SE ELIMINAN O CONTIENEN Y REDUCEN LOS EFECTOS Y FUNDAMENTACIÓN EN CASO EN QUE NO PUEDAN SER ELIMINADOS

Si bien, la superación constatada no presenta condiciones que permitan configurar la existencia de efectos negativos, se realizará un mayor control para asegurar el cumplimiento normativo durante la ejecución del Programa de Cumplimiento. En este sentido, se ejecutará una mantención total de la PTAS del pontón ubicado en el CES Victoria; se elaborará y difundirá un procedimiento para el adecuado manejo y operación de la PTAS; y se realizará un seguimiento a los niveles de DBO5 de la PTAS para asegurar la no superación de los parámetros máximos permitidos.

2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA, Y ELIMINAR O CONTENER Y REDUCIR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS

2.1 METAS

No presentar nuevas superaciones de DBO5 en la PTAS del pontón ubicado en el CES Victoria, a través de la mantención y de un mayor control sobre dicha infraestructura.

2.2 PLAN DE ACCIONES

2.2.1 ACCIONES EJECUTADAS

Incluir todas las acciones cuya ejecución ya finalizó o finalizará antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS INCURRIDOS
	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(fechas precisas de inicio y de término)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reporte Inicial)	(en miles de \$)
	Acción	N/A	N/A	Reporte Inicial	N/A
	N/A				
	Forma de Implementación				
	N/A				

2.2.2 ACCIONES EN EJECUCIÓN

Incluir todas las acciones que han iniciado su ejecución o se iniciarán antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	FECHA DE INICIO Y PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS ESTIMADOS	IMPEDIMENTOS EVENTUALES
	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(fecha precisa de inicio para acciones ya iniciadas y fecha estimada para las próximas a iniciarse, y plazo de ejecución)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reporte Inicial, Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	(en miles de \$)	(indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
7	Acción	<p><u>Fecha de inicio:</u> Octubre 2024.</p> <p><u>Plazo de ejecución:</u> 2 meses.</p>	Mantenimiento efectuada en PTAS instalada en el CES Victoria.	Reporte Inicial	<p>En caso de que sea ejecutado por un contratista: 1.200</p> <p>En caso de que sea ejecutado por personal Cermaq: costo interno.</p>	Impedimentos
	Ejecutar una mantención de la PTAS del pontón ubicado en el CES Victoria.			<p>1. Pedidos de compra, facturas u otros antecedentes contractuales que den cuenta de la mantención de la PTAS; y</p> <p>2. Certificado de homologación de la PTAS.</p>		<p>1. Retraso por una causa no imputable a Cermaq en la mantención de la PTAS</p> <p>2. No operación del CES Victoria por todo el período productivo por obtención de INFA anaeróbica.</p>
	Forma de Implementación			Reportes de avance		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
				N/A		

	Se ejecutará una mantención a la PTAS de manera previa al inicio del ciclo productivo 2024-2025. Dicha mantención puede ser ejecutada por medio de contratistas o por personal de Cermaq, la cual consistirá en un servicio de limpieza de aguas negras, revisión y reapriete de tablero eléctrico, limpieza de limpieza y mantención de los componentes de la planta. f					En caso de atraso en la mantención de la PTAS, se informará oportunamente a la Superintendencia del Medio Ambiente. Sin embargo, una vez instalada se efectuará la mantención total dentro de los 30 días siguientes a dicha instalación. En caso de no operación del CES por obtención una INFA anaeróbica, no se operará ninguna PTAS, por cuanto no habrá operaciones durante todo el período productivo.
8	Acción	<u>Fecha de inicio:</u> se estima en octubre de 2024. <u>Duración de ejecución:</u> 15 meses (duración estimada del ciclo productivo).	Elaborar y difundir un protocolo de control de parámetros, en el plazo comprometido.	Reporte final	Costo interno	Reporte inicial
	Elaboración y difusión de protocolo cuyo objetivo será establecer directrices para el adecuado manejo y operación de la PTAS.			N/A		Texto de la versión final del protocolo.
	Forma de implementación			Reporte de avance		Impedimentos
	Se elaborará y difundirá un protocolo cuyo objetivo será establecer directrices para el adecuado manejo y operación de la PTAS, el cual considera al jefe de centro y/o asistente técnico como los responsables de la supervisión directa del cumplimiento			N/A		Que alguno de los colaboradores que deba asistir a las capacitaciones se ausenten por causas justificadas.
				Reporte final		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
				Informe que consolide el resultado de la acción, con los siguientes antecedentes:		En el caso de ausencia justificada, se gestionará y realizarán las acciones con aquellas personas que asuman las responsabilidades de dichos colaboradores. Se gestionará una reunión explicativa para aquellas personas que asumen las
				1. Registro de asistencia a 1 o más reuniones de		

				información y capacitación, en que conste la fecha, temas tratados, nombre del (de la) relator(a), nombre y cargo de los asistentes, firma de los asistentes; y		responsabilidades relacionadas con el protocolo. En el caso que persistan los impedimentos más allá del plazo de ejecución de la medida, se dará aviso a la SMA, a la oficina de partes, con el objeto de ampliar dicho plazo.
				2. Material de apoyo utilizado en la(s) reunión(es).		

2.2.3 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS ESTIMADOS	IMPEDIMENTOS EVENTUALES
	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	(en miles de \$)	(indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
9	Acción	<u>Fecha de inicio:</u> 3 meses contados desde la aprobación del programa de cumplimiento <u>Fecha de término:</u> al término del ciclo productivo en el cual sea aprobado el programa de cumplimiento.	Se realiza seguimiento a los niveles de DBO5 del efluente de la PTAS, mediante informes de una ETFA. Informe de una ETFA que dé cuenta de los niveles de DBO5 del efluente de la PTAS respecto del parámetro DBO5.	Reportes de avance	Costo interno	Impedimentos
	Realizar seguimiento a los niveles de DBO5 de la PTAS.			Informe de ETFA que dé cuenta del parámetro de DBO5 del efluente de la PTAS.		Que los resultados del seguimiento de los niveles de DBO5 sean superiores a los parámetros máximos permitidos.
	Forma de implementación			Reporte final		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
	Se medirán en los efluentes de la PTAS los niveles de DBO5, de acuerdo con la periodicidad indicada en esta acción. Estas			Informe consolidado de ETFA que dé cuenta del seguimiento del parámetro de DBO5 del efluente de la		Se realizará una nueva mantención dentro del mes siguiente de la ocurrencia del impedimento.

	mediciones serán ejecutadas por una ETFA.			PTAS, durante el ciclo productivo.		Asimismo, se ejecutará una nueva medición de los parámetros de DBO5, de acuerdo a los términos de la presente acción, dentro de la semana siguiente a la nueva mantención de la PTAS.
--	---	--	--	------------------------------------	--	---

2.2.4 ACCIONES ALTERNATIVAS

Incluir todas las acciones que deban ser realizadas en caso de ocurrencia de un impedimento que imposibilite la ejecución de una acción principal.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	ACCIÓN PRINCIPAL ASOCIADA	PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS ESTIMADOS
	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(N° Identificador)	(a partir de la ocurrencia del impedimento)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	(en miles de \$)
10	Acción En caso de atraso en la mantención de la PTAS, se informará oportunamente a la Superintendencia del Medio Ambiente.	7	1 mes	En caso de atraso en la mantención de la PTAS, se informa oportunamente a la Superintendencia del Medio Ambiente.	Reportes de avance Correo electrónico enviado a Oficina de Partes de la Superintendencia del Medio Ambiente.	Costo interno
	Forma de implementación Se enviará un correo electrónico a la oficina de partes de la Superintendencia del Medio Ambiente, informando de la ocurrencia del atraso en la mantención de la PTAS				Reporte final N/A	
11	Acción En caso de atraso en la mantención de la PTAS, se	7	35 días hábiles	Mismos que la acción N° 7	Reporte de avance N/A	Mismos que la acción N° 7

	<p>efectuará la mantención dentro de los 30 días hábiles siguientes al reporte del atraso a la Superintendencia del Medio Ambiente.</p> <p>Forma de implementación</p> <p>Se efectuará la mantención total dentro de los 30 días hábiles posteriores a la comunicación de la ocurrencia del impedimento a la Superintendencia del Medio Ambiente. Esta mantención total tendrá las mismas características que las indicadas en la acción N° 7.</p>				<p>Reporte final</p> <p>1. Pedidos de compra, facturas u otros antecedentes contractuales que den cuenta de la mantención de la PTAS; y</p> <p>2. Certificado de homologación de la PTAS.</p>		
12	<p>Acción</p> <p>En el caso de ausencia justificada, se gestionará y realizarán las acciones con aquellas personas que asuman las responsabilidades de dichos colaboradores.</p> <p>Forma de implementación</p>	8	10 días hábiles	Respecto de la difusión del protocolo de directrices para el adecuado manejo y operación de la PTAS, se gestionan y realizan las acciones con aquellas personas que	<p>Reportes de avance</p> <p>N/A</p> <p>Reporte final</p>	Costo interno	

	<p>Se gestionará una reunión explicativa para aquellas personas que asumen las responsabilidades relacionadas con el protocolo.</p> <p>En el caso que persistan los impedimentos más allá del plazo de ejecución de la medida, se dará aviso a la SMA, a la oficina de partes, con el objeto de ampliar dicho plazo.</p>			<p>asuman las responsabilidades de dichos colaboradores, en caso de ausencia justificada aquellas.</p>	<p>Mismos que la acción N°8</p>		
13	<p>Acción</p> <p>Se realizará una nueva mantención dentro del mes siguiente de la ocurrencia del impedimento.</p> <p>Asimismo, se ejecutará una nueva medición de los parámetros de DBO5, de acuerdo a los términos de la presente acción, dentro de la semana siguiente a la nueva mantención de la PTAS.</p> <p>Forma de implementación</p> <p>Se realizará una nueva mantención dentro del mes siguiente de la ocurrencia del impedimento.</p> <p>Asimismo, se ejecutará una nueva medición de los</p>	9	<p>Nueva mantención: 1 mes desde la ocurrencia del impedimento.</p> <p>Nueva medición de parámetros: dentro de 1 semana de ocurrida la nueva mantención total.</p>	<p>Nueva mantención: mismos que la acción N°7.</p> <p>Nueva medición de parámetros de DBO5: mismos que la acción N°9</p>	<p>Reportes de avance</p> <p>N/A</p> <p>Reporte final</p> <p>Respecto de la nueva mantención de la PTAS:</p> <p>1. Pedidos de compra, facturas u otros antecedentes contractuales que den</p>	<p>Nueva mantención: mismos que la acción N°7</p> <p>Nueva medición de parámetros de DBO5: mismos que la acción N° 9</p>	

	parámetros de DBO5, de acuerdo a los términos de la presente acción, dentro de la semana siguiente a la nueva mantención de la PTAS.				<p>cuenta de la mantención de la PTAS; y</p> <p>2. Certificado de homologación de la PTAS.</p> <p>Respecto de la nueva medición de parámetros de DBO5: Informe de ETFA que dé cuenta del parámetro de DBO5 del efluente de la PTAS.</p>		
--	--	--	--	--	---	--	--

COMPLETAR PARA LA TOTALIDAD DE LAS INFRACCIONES:

3. PLAN DE SEGUIMIENTO DEL PLAN DE ACCIONES Y METAS		
3.1 REPORTE INICIAL		
REPORTE ÚNICO DE ACCIONES EJECUTADAS Y EN EJECUCIÓN.		
PLAZO DEL REPORTE (en días hábiles)	30	Días hábiles desde de la notificación de la aprobación del Programa.
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción por reportar
	1	Disminuir la producción en el ciclo productivo 2024/2025 en el CES Victoria (RNA 110590) en 657 toneladas respecto de lo autorizado por su RCA (4.500 toneladas).
	7	Ejecutar una mantención de la PTAS del pontón ubicado en el CES Victoria.
	8	Elaboración y difusión de protocolo para establecer directrices para el adecuado manejo y operación de la PTAS.

3.2 REPORTES DE AVANCE			
REPORTE DE ACCIONES EN EJECUCIÓN Y POR EJECUTAR.			
TANTOS REPORTES COMO SE REQUIERAN DE ACUERDO A LAS CARÁCTERÍSTICAS DE LAS ACCIONES REPORTADAS Y SU DURACIÓN			
PERIODICIDAD DEL REPORTE (Indicar periodicidad con una cruz)	Semanal		A partir de la notificación de aprobación del Programa. Los reportes serán remitidos a la SMA en la fecha límite definida por la frecuencia señalada. Estos reportes incluirán la información hasta una determinada fecha de corte comprendida dentro del periodo a reportar.
	Bimensual (quincenal)		
	Mensual		
	Bimestral		
	Trimestral		
	Semestral	X	
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción por reportar	
	1	Disminuir la producción en el ciclo productivo 2024/2025 en el CES Victoria (RNA 110590) en 657 toneladas respecto de lo autorizado por su RCA (4.500 toneladas).	
	2	Elaboración, difusión e implementación de protocolo de control de producción para el CES Victoria, para asegurar el cumplimiento de la acción correspondiente a la Acción N°1 y el cumplimiento normativo aplicable a la producción del mismo.	
	9	Realizar seguimiento a los niveles de DBO5 de la PTAS.	
3.3 REPORTE FINAL			
REPORTE ÚNICO AL FINALIZAR LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA.			
PLAZO DE TÉRMINO DEL PROGRAMA CON ENTREGA DEL REPORTE FINAL	30	Días hábiles a partir de la finalización de la acción de más larga data.	
	N° Identificador	Acción por reportar	
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	1	Disminuir la producción en el ciclo productivo 2024/2025 en el CES Victoria (RNA 110590) en 657 toneladas respecto de lo autorizado por su RCA (4.500 toneladas).	

	2	Elaboración, difusión e implementación de protocolo de control de producción para el CES Victoria, para asegurar el cumplimiento de la acción correspondiente a la Acción N°1 y el cumplimiento normativo aplicable a la producción del mismo.
	8	Elaboración y difusión de protocolo para establecer directrices para el adecuado manejo y operación de la PTAS.
	9	Realizar seguimiento a los niveles de DBO5 de la PTAS.

4. CRONOGRAMA

EJECUCIÓN ACCIONES		En Meses <input checked="" type="checkbox"/>					En Semanas <input type="checkbox"/>					Desde la aprobación del programa de cumplimiento														
N° Identificador de la Acción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
1																		X								
2															X											
3																				X						
7	X																									
8															X											
9																				X						
ENTREGA REPORTES		En Meses <input checked="" type="checkbox"/>					En Semanas <input type="checkbox"/>					Desde la aprobación del programa de cumplimiento														
Reporte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Reporte inicial (N/A)	X																									
Reporte Final																							X			



Juan Nicolás Vial Cosmelli
pp. Cermaq Chile S.A.

Procedimiento Planta de Tratamiento de Riles Artefacto Naval CES Punta Victoria

Versión: 01

Fecha Revisión: martes, 27 de agosto de 2024

Autor: William Fernando Toro Mesías

1. OBJETIVO

El presente instructivo tiene como objetivo establecer directrices para el adecuado manejo y operación de la planta de tratamiento de aguas servidas ubicada en el centro Punta Victoria, permitiendo su correcto funcionamiento y cuyas descargas al medio ambiente (residuos líquidos) cumplan con lo establecido en la normativa ambiental sectorial vigente, con el fin de prevenir o evitar la contaminación al medio ambiente.

2. ALCANCE

Este instructivo debe aplicarse al centro de cultivo Punta Victoria

LEGISLACIÓN APLICABLE

- D.S. N° 320/2001 Reglamento ambiental para la acuicultura (RAMA)
- Res. Ex. N° 68/2003 Aprueba programa sanitario general de manejo de desechos (PSGD)
- D.S. N° 1/1992 Reglamento para el control de la contaminación acuática
- DS N°1/2013 Aprueba reglamento del registro de emisiones y transferencias de contaminantes, RETC
- LEY N° 20.091/2005 Modifica EL D.S. N° 430/1991 ley general de pesca y acuicultura, ministerio de economía, fomento y reconstrucción. modifica ley general de pesca y acuicultura en materia de acuicultura (45).
- ORDINARIA/PERMANENTE Circular A-52/004 Aprueba circular de la dirección general del territorio marítimo y de marina mercante, ordinario N° A-52/004.
- DECRETO LEY N° 2222/1978 Ley de navegación del ministerio de defensa nacional
- D.F.L Código sanitario decreto con fuerza de ley N° 725
- D.S.64/2020 Reglamento que establece condiciones sobre tratamiento y disposición final de desechos provenientes de actividades de acuicultura.

3. DEFINICIONES

- Contaminación: la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones superiores o inferiores según corresponda a las establecidas en la legislación vigente.
- Artefacto Naval: a todo aquél que, no estando construido para navegar, cumple en el agua funciones de complemento o de apoyo a las actividades marítimas, fluviales o lacustres o de extracción de recursos, tales como diques, grúas, plataformas fijas o flotantes, balsas u otras similares, conforme lo determina el artículo 27, N° 2), del Reglamento para el control de la contaminación acuática. No se incluyen en este concepto, las obras portuarias, aunque se internen en el agua.
- Descarga: se entiende cualquier fuga procedente de un artefacto naval y comprende todo tipo de escape, evacuación, derrame, fuga, achique, emisión o vaciamiento.
- Muestra Compuesta: Combinación de muestras individuales de agua o agua residual tomadas a intervalos predeterminados a fin de minimizar los efectos de variabilidad de la muestra individual

- Muestra Puntual: muestra individual de agua o agua residual tomada en un instante específico de tiempo.

4. RESPONSABILIDADES

- El jefe de centro y/o asistente técnico, es el responsable de la supervisión directa del cumplimiento del presente instructivo.
- El jefe de centro y/o asistente técnico, es el responsable del adecuado manejo y operación diaria de la planta de tratamiento de aguas servidas.
- Electromecánico, es el encargado del adecuado manejo, operación diaria y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas servidas, siempre y cuando se encuentre presente en el artefacto naval.
- El jefe de Mantenimiento de equipos y artefactos navales será el responsable de supervisar el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento desde el inicio de la operación, para ello considerará la capacitación al personal del centro correspondiente, por parte del proveedor o servicio encargado del mantenimiento, y gestionará a través del electromecánico y/o servicio externo el mantenimiento de la planta de tratamiento.
- El departamento de mantenimiento de equipos y artefactos navales será el responsable de gestionar el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de planta de tratamiento, además de la limpieza y mantenimiento de los estanques acumuladores de aguas servidas y grasa, según periodicidad establecida por el proveedor.
- El encargado de medio ambiente será el responsable de gestionar los monitoreos semestrales de los residuos líquidos, cumpliendo con lo establecido en normativa vigente.
- El encargado de medio ambiente será el responsable de remitir la información a la autoridad marítima y/o ingreso al sistema de seguimiento ambiental, según corresponda.

5. INFRAESTRUCTURA

Sistema de tratamiento de aguas servidas ya sea de carácter biológico, fisicoquímico u otro (planta de tratamiento, estanques de acumulación de lodos u otros).

6. CONSIDERACIONES NORMATIVAS

Según Circular DGTM y MM ORD. A-52/004 del año 2008, indica que los efluentes de las plantas de tratamientos de aguas sucias deberán cumplir en todo momento con las siguientes concentraciones máximas para la descarga de su efluente

Parámetro	Unidad	Expresión	Límites Marítimos
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	150
Sólidos Sedimentables	ml/L/h	S SED	35
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SS	35
PH	Unidad	PH	6 – 8,5
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	Coli/100 ml	100(*)
Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días	mg/L	DBO ₅	25
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	DQO	125
Sólidos Flotantes	Ausentes		

NOTA (*): Respecto a casos en que la planta de aguas sucias vaya a operar en naves o artefactos navales que se localicen próximas a áreas de cultivos o dentro de un área apropiada para la acuicultura, tendrán un límite máximo de 70 NMP/100ml.

Además, indica que, para dar cumplimiento normativo se deberá realizar un monitoreo con frecuencia semestral a las descargas de los sistemas de tratamiento que se encuentren en funcionamiento.

Dicho muestreo deberá ser realizado por una Entidad Técnica de fiscalización Ambiental (ETFA) y cuyos resultados serán remitidos a la Autoridad Marítima Local mediante un informe firmado por un fiscalizador ambiental

7. LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO

El mantenimiento preventivo y correctivo de las plantas de tratamiento y de los estanques de aguas servidas será responsabilidad del departamento de mantenimiento de equipos y artefactos.

El mantenimiento preventivo mensual estará a cargo del electromecánico asignado por el jefe de mantenimiento de agua mar de área.

Para mantenimientos preventivos mayores (cada 5 meses) se evaluará el ingreso de un servicio técnico autorizado o de un electromecánico.

Para mantenimientos correctivos que el electromecánico no pueda resolver, ingresará servicio técnico autorizado, el cual será gestionado por el jefe de mantenimiento de agua mar del área. El retiro de lodos y aguas servidas será realizado por un servicio externo autorizado, y se gestionará por parte del jefe de mantenimiento del área.

Los mantenimientos preventivos mayores y retiros de lodos se harán cada 5 meses, posterior a estos trabajos se procederá a gestionar el muestreo de los residuos industrial líquidos (riles) Se debe realizar las limpiezas y mantenimientos (equipos, unidades y/o estanques), según lo indicado por el proveedor, y se realizará un mantenimiento semestral a las plantas y estanques acumuladores.

8. MUESTREO DE RILES (RESIDUOS LÍQUIDOS)

- Verifique que el equipo se encuentre operando, esto quiere decir que este efectuando el proceso.
- La muestra de los Riles deberá ser obtenida desde la llave de muestreo que está habilitada en la planta de tratamiento o según lo indicado en el manual de cada planta.
- Dejar pasar 3 descargas de la bomba antes de proceder a tomar la muestra.
- Abra la llave de toma de muestras, deseche la primera descarga, proceda a tomar las muestras.
- El muestreo deberá ser puntual, para Plantas de tratamiento de carácter biológico.
- El muestreo deberá ser compuesta (cuatro muestras en una hora como mínimo), para plantas de tratamiento de carácter fisicoquímico.

- Por ningún caso se deberá realizar descarga manual o forzada para la toma de muestras.
- Es importante que la planta se encuentre operando al momento de realizar los muestreos, ya que puede tomarse una muestra con agua que puede tener varias horas retenidas en la línea, lo que puede alterar los parámetros del equipo.
- Las muestras deben ser transportadas en frascos limpios y en caja isotérmica hacia el laboratorio de análisis.
- Se debe considerar que **no deben sobrepasar más de 48 hrs desde la toma de muestra hasta la recepción en laboratorio** ETFA, ya que, las muestras pierden su calidad para el análisis.
- Todos los muestreos de residuos líquidos (Riles) desde plantas de tratamiento, deberá ser realizado por una entidad ETFA (entidad técnica de fiscalización ambiental), para así poder evaluar el cumplimiento de los parámetros establecidos. Al realizar el muestreo de Riles, deberá quedar registro en el centro de cultivo, emitido por la entidad ETFA y/o laboratorio.
- El muestreo de Riles, se realizará con una periodicidad semestral, cuya coordinación estará a cargo del encargado de medio ambiente.
- Una vez analizadas las muestras por laboratorio acreditado ETFA y recepcionado el informe de resultados el que ha sido validado y firmado por un fiscalizador ambiental, se deberá remitir a la autoridad marítima y/o ingresado al SSA (Sistema de Seguimiento Ambiental), cuando corresponda. Lo anterior de responsabilidad del departamento de medio ambiente.

9. OTRAS CONSIDERACIONES

- Al inicio del ciclo productivo, el jefe de Mantenimiento de equipos y artefactos navales gestionará la correcta puesta en marcha de las plantas de tratamiento según sus características, las que considerará una capacitación oficial al personal del centro y de mantenimiento, por parte de un servicio calificado o con experiencia en el rubro, quedando respaldo de ello en la instalación.
- Cada planta de tratamiento, según características, cuenta con un manual de funcionamiento disponible (operación y mantenimiento).
- Toda planta de tratamiento deberá contar con su respectiva identificación según AAMM y certificado de homologación.
- En caso de no estar vigente el certificado de homologación, deberá cumplir con los parámetros establecidos de descarga, asegurando su correcto funcionamiento.
- En caso de no cumplir con los parámetros de monitoreos de Riles, se deberá implementar un plan de acción que asegure el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento (capacitación, mantención y limpieza u otro) a cargo del departamento de medio ambiente y cuyas acciones serán de responsabilidad del departamento de mantención de equipos y artefactos navales.
- Una vez implementado y realizadas las acciones establecidas en el plan de acción, el departamento de medio ambiente coordinará un nuevo muestreo de los Riles de la planta de tratamiento, como forma de asegurar el correcto funcionamiento y el cumplimiento normativo.
- Los resultados de los monitoreos de los parámetros analizados serán ingresados en el control de estadística de Riles de planta de tratamientos en artefacto naval a cargo del departamento de medio ambiente.

10. PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE FALLA /AVERÍA O COLAPSO DE ESTANQUE DE AGUAS NEGRAS.

- En caso de contingencia por falla o avería de la planta de tratamiento, el jefe de centro y/o asistente técnico deberán dar aviso inmediatamente a su Jefatura directa, departamento de medio ambiente y departamento de mantenimiento de equipos y artefactos navales.
- Los centros de cultivo contarán con personal capacitado de mantenimiento (electromecánico), que podrá actuar oportunamente ante una falla o avería de la planta de tratamiento y contará con repuestos (fusibles u otros) disponibles para su reparación.
- En caso de falla de la planta de tratamiento se deberá apagar el sistema operativo, apagando el suministro eléctrico. Esperar alrededor de 5 minutos y conectar al sistema eléctrico nuevamente para encender y reiniciar adecuadamente el sistema.
- Se deberá asegurar que los niveles de funcionamiento se encuentren en óptimas condiciones para su operación normal.
- Ante cualquier duda, se deberá consultar el manual de operación de la planta de tratamiento.
- En caso de que la planta de tratamiento no reinicie su funcionamiento en forma normal de operación, se deberá dar aviso de forma inmediata al departamento de mantención de equipos y artefactos navales.
- Se deberá proceder según lo indicado por el departamento de mantención de equipos y artefactos navales para poder restaurar el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento.
- Cuando no sea factible establecer el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento y no exista repuesto disponible en el centro de cultivo, se deberá coordinar el envío del repuesto o el ingreso de un servicio de mantención para su reparación en el menor tiempo posible.
- Cuando exista colapso del estanque de aguas negras se deberá extraer los riles con una motobomba u otro hacia estanques contenedores herméticos, para luego ser enviados hacia disposición final autorizada. En caso de que no exista contenedor hermético en la instalación, se deberá solicitar de forma inmediata al departamento de logística y abastecimiento. **En ningún caso se debe generar vertimiento al medio acuático.**
- Según sea el caso, el jefe de centro/asistente técnico y en conjunto con el electromecánico, deberán verificar y asegurar que se haya establecido el correcto funcionamiento normal de operación de la planta de tratamiento. Finalmente, como mejora continua el departamento de mantenimiento de equipos y artefactos navales levantará la información y causa de la falla o avería de la planta de tratamiento e implementará las acciones para evitar o disminuir el riesgo

11. REPORTE A LA AUTORIDAD POR CONTINGENCIA EN CASO DE FALLA /AVERÍA O COLAPSO DE ESTANQUE DE AGUAS NEGRAS.

En caso de falla de la planta de tratamiento o colapso de estanque de aguas negras se deberá dar aviso, a la Autoridad marítima y a la Superintendencia de medio ambiente.

12. REGISTROS

Informe técnico del análisis de la planta de tratamiento de aguas servidas.

«Protocolo para control de producción de CES Punta Victoria» CERMAQ

Versión: «dcDocumentRevisionsCurrentViewRevisionNu»

Fecha Revision: «EffectiveDate»

Código Documento: «dcDocumentsDocumentNumber»

Autor: «Document.CurrentRevision.Author»

Alcance:

Centro de engorda	Código de centro (SIEP)	RCA	Región
Punta Victoria	110590	144/2003 - 262/2009 74/2010	Aysén

Objetivo

Llevar un control de la producción de los centros de engorda, de modo de no sobrepasar en el ciclo 2024-2025 una biomasa total producida de 3.843 toneladas.

Antecedentes y registro de información

Previo a iniciar el ciclo productivo de un centro de cultivo existe una cantidad de biomasa autorizada de acuerdo con la RCA de cada centro, y es en función de este número que se debe planificar su producción.

No obstante, para el ciclo 2024-2025, Cermaq limitará la producción en el centro a un máximo de 3.843 ton y la planificará de acuerdo a ello.

Una vez comenzado el ciclo de engorda, la información productiva del centro debe ser reportada en diferentes plataformas:

FISHTALK: Sistema de control producción interno de la compañía. Una vez imputada la información de siembra de un centro, se debe comenzar a registrar de forma diaria todos los manejos y parámetros asociados al ciclo productivo (alimentación, mortalidades diarias, medición de parámetros ambientales, etc.).

Cabe señalar que si el centro tuviera una condición sanitaria delicada y por ende no pudieran realizarse los muestreos manuales de peso por un tiempo prolongado (mayor a 30 días) la Gerencia Técnica evaluará la implementación de herramientas automáticas de medición.

Al llegar el periodo de cosecha, debe ser registrado en el sistema el detalle del manejo: información productiva (cantidad cosechada estimada según conteo barco, peso promedio por jaula y biomasa), además de la información de transporte y destino final de los peces. Cabe mencionar que Fishtalk es un software que realiza la estimación de biomasa, mediante el cálculo de la entrega de alimento a un determinado número de peces, realizando dicha estimación de forma diaria.

SIFA: Sistema de Fiscalización de la Acuicultura, corresponde a la Plataforma del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca), en donde se debe reflejar toda la información productiva y sanitaria de un ciclo de producción, tanto, para centros de engorda como también para pisciculturas, esto considerando desde la siembra, mortalidad diaria (la cual se declara una vez a la semana), manejos productivos y sanitarios. Una vez comenzado el período de cosechas, cada traslado debe ir acompañado de un certificado sanitario de movimiento (“**CSM**”) y un certificado de autorización de movimiento (“**CAM**”), los cuales respalda el origen y destino de los peces, el que puede ser hacia un acopio flotante o directamente mediante descarga directa a una planta de procesos. Toda la información que se declara en este sistema se obtiene desde Fishtalk. Señalar, que esta plataforma se alimenta de información productiva, que es estimada mediante el software de control de producción.

TRAZABILIDAD: Sistema de control productivo de Sernapesca para plantas de proceso. Plataforma donde se registra la información de los peces efectivamente recepcionados en planta, de acuerdo con el conteo pieza a pieza (peso neto), más la biomasa correspondiente. La información es ingresada directamente por cada planta de proceso.

Control de Producción

Es necesario establecer puntos de revisión y control en cuanto a la biomasa que se vaya produciendo durante un ciclo productivo, implementando para ello niveles de alerta que nos permitan detectar de forma temprana el umbral de biomasa máximo establecido de 3.843 ton.

Atendida la definición de “producción” contenida en el artículo 2, letra n, del Reglamento Ambiental para la

Acuicultura¹, como biomasa producida se considerará tanto la estimación de biomasa en existencia, la biomasa de cosecha (informada en Trazabilidad), mortalidad (incluyendo eliminaciones) según los datos mensuales y proyecciones de producción, obteniéndose finalmente, la sumatoria de todos los egresos de biomasa para un ciclo cerrado.

Revisión periódica de la información productiva en Fishtalk

La información productiva del centro se revisará de forma mensual o quincenal, según corresponda, desde el sistema productivo Fishtalk.

Dentro de los 5 días hábiles siguientes de cada mes, el Departamento de Planificación de Concesiones enviará un reporte resumen de la evolución productiva del centro mediante planilla Excel por correo electrónico; dirigido al centro de cultivo, Gerente de Producción Agua Mar de la Región de Aysén y Gerente de Control y Planificación.

Como alerta temprana se establecerá un punto límite de biomasa producida de un 75%, respecto de la biomasa total a producir. Llegado este punto el reporte de la información productiva se emitirá cada 15 días. El reporte será generado por el Departamento de Planificación de Concesiones y será enviado al Gerente de Producción, quien a su vez analizará esta información en detalle con las áreas pertinentes para aplicar la mejor estrategia de crecimiento y programación de cosecha.

Dentro de las acciones correctivas ante la activación de la alerta temprana se considerarán las siguientes:

- i) Departamento de Concesiones emitirá la primera alerta generando reporte quincenal
- ii) Gerente de Control y Planificación validará las proyecciones y fecha de cosecha según la biomasa máxima establecida, en caso de que la cantidad de biomasa producida este fuera de las proyecciones se coordinará con la Gerencia de Producción del Área y la Gerencia de Logística Marítima la cosecha anticipada gradual o total del centro.

Variables productivas consideradas en la planificación

Para realizar la planificación del ciclo productivo del CES Punta Victoria, se han considerado las siguientes variables, las que están definidas por región y especie:

¹ “resultado de la suma de todos los egresos, expresados en toneladas, kilos o unidades, y del remanente existente en un centro de cultivo en un periodo determinado”.

- Peso promedio objetivo de cosecha;
- Mortalidad (% de peces) esperada en el ciclo;
- Peso promedio de mortalidad esperado;
- Producción máxima autorizada según la RCA del centro de cultivo; y
- Duración del ciclo productivo y su compatibilidad con la ventana de producción de la ACS.

Sobre la base de dichos parámetros, se ha definido como número máximo de smolts que el centro puede recibir como siembra efectiva, 673.000 smolts, para obtener no más de 3.843 ton. de producción a fin de ciclo.

Cálculo final de producción

El Departamento de Planificación de concesiones elaborará al final del ciclo, un cálculo de producción que considere:

- a) Número de peces muertos registrados en SIFA, multiplicados por el peso promedio registrado también en SIFA al final de la semana reportada, transformado a toneladas. Esta información se extrae desde la plataforma SIFA.
- b) Información de cosecha cargada en Trazabilidad por la(s) planta(s) de proceso que corresponda. Esta información se descarga en forma de planilla Excel desde dicha plataforma y debe ser proveída por el titular de la planta a Cermaq y considerada o transformada a toneladas.
- c) La suma de los valores a y b, expresada en toneladas.

Responsables

Ingreso de información a FT: Personal del centro de cultivo

Ingreso de información de mortalidad semanal a SIFA: Planificación de Concesiones, en base a registros de FT.

Ingreso de información de planta a Trazabilidad: Planta de proceso que corresponda (puede tratarse de una planta perteneciente a un tercero).

Envío de reportes periódicos de producción y cálculo final de producción de acuerdo a este protocolo: Planificación de Concesiones.

Toma de decisión acerca de fechas de cosecha y otras medidas para asegurar el cumplimiento del límite de biomasa: Gerente de Producción, en conjunto con las áreas pertinentes.

Medios de verificación de las acciones consideradas en la implementación de este protocolo y responsables

Medio de verificación	Plazo o frecuencia	Qué información entrega	Responsable
Declaración jurada de siembra efectiva	Dentro del plazo normativo, contado desde el fin de la siembra	Especie y cantidad de peces sembrados en el centro	Planificación de Concesiones
Reportes periódicos de producción	Mensuales (hasta llegar al 75% del límite de biomasa a producir) y quincenales (luego de superar el 75% de biomasa a producir)	Mortalidad, cosechas, peso promedio de existencia, estimación de producción total.	Planificación de Concesiones
Declaración jurada de cosecha efectiva	Dentro del plazo normativo, contado desde el final de la cosecha	Cosecha de acuerdo a información oficial (Trazabilidad informada por planta de procesos)	Planificación de Concesiones
Cálculo final de producción	60 días luego del término del ciclo	Biomasa total producida, de acuerdo a información oficial (mortalidad reportada en SIFA y cosechas reportadas en Trazabilidad)	Planificación de Concesiones