

Puerto Montt, 10 de julio de 2023

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

At.: Sr. Angelo Farrán Martínez – Fiscal Instructor División de Sanción y Cumplimiento.

Ref.: Rol D-145-2023 / Presenta Programa de Cumplimiento, CES Isla Juan.

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, relativa a la unidad fiscalizable “CES Isla Juan”, en procedimiento sancionatorio Rol D-145-2023, venimos en acompañar:

1. Propuesta de Programa de Cumplimiento, con arreglo a lo dispuesto en el artículo 42 del artículo segundo de la Ley 20.417 y según lo instruye el formato para la presentación de un Programa de Cumplimiento elaborado por la Superintendencia del Medio Ambiente.
2. “Evaluación de afectación negativa en el sedimento y columna de agua. CES Isla Juan” efectuado por IA Consultores SpA, que descarta efectos ambientales respecto de los hechos infraccionales imputados.
3. Enlace de acceso a carpeta compartida One Drive desde la cual se pueden descargar los archivos que componen los anexos del informe referido en el número anterior. Este link tiene acceso habilitado para los usuarios de las siguientes casillas electrónicas: oficinadepartes@sma.gob.cl, angelo.farran@sma.gob.cl, y gabriela.tramon@sma.gob.cl

Enlace: https://onecermaq-my.sharepoint.com/:f:/r/personal/rodrigo_mejias_cermaq_com/Documents/Caso%20Isla%20Juan%20PdC/Informe%20Evaluaci%C3%B3n%20ambiental?csf=1&web=1&e=trMzjC

Por tanto, solicito a usted tener por presentado el Programa de Cumplimiento y demás antecedentes acompañados y, en consecuencia, suspender el procedimiento sancionatorio Rol D-145-2023 en contra de mi representada.

En caso de cualquier inconveniente con la visualización o descarga de alguno de los documentos acompañados directamente en esta presentación o a través del enlace a carpeta compartida que se provee, agradeceré hacérselo saber, para buscar vías alternativas de

presentación.

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.



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

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 Isla Juan, RNA 120169, durante el ciclo productivo ocurrido entre 23 de julio de 2018 y el 28 de junio de 2020.	
NORMATIVA PERTINENTE	<p>Adenda N°1 de la DIA <i>[...] 1.1. Respuesta: El Titular acoge la observación y se señala que la información indicada en la página 8 de la DIA, se debe a un error en la transcripción de la información la producción del proyecto, que debe ser de 5.200 toneladas y que es concordante con lo indicado en el Proyecto Técnico. Considerando 3.2.1.2.1, RCA 032/2014.</i></p> <p>RCA N° 175/2014: <i>Considerando 3. [...] Que, según los antecedentes señalados en la Declaración de Impacto Ambiental respectiva, el proyecto "CENTRO DE ENGORDA DE SALMONÍDEOS, "SENO SKYRING, ISLA JUAN PUNTA DE BAJO N° PERT 212121012" consiste en la instalación y operación de un centro de cultivo de salmones cuyo objetivo es una producción máxima de 5.200 Toneladas, en un área de 5,55 hectáreas, mediante la utilización de 20 balsas jaulas de 30x30x17 metros. Para el tratamiento de las mortalidades se utilizará sistema de ensilaje.</i></p> <p>D.S. N° 320/2001 Ministerio de Economía. Reglamento Ambiental para la Acuicultura. Artículo 15: <i>[...] El titular de un centro de cultivo no podrá superar los niveles de producción aprobados en la resolución de calificación ambiental.</i></p>	
DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN O FUNDAMENTACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE EFECTOS NEGATIVOS	En conformidad con el informe de "Evaluación de afectación negativa en el sedimento y columna de agua. CES Isla Juan", suscrito por el Ingeniero Ambiental Sr. Rodrigo Moreno Escalona, de IA Consultores SpA, es posible descartar efectos ambientales adversos producto de la superación de la producción máxima autorizada durante el ciclo productivo 2018-2020, materia de los cargos.	
FORMA EN QUE SE ELIMINAN O CONTIENEN Y REDUCEN LOS EFECTOS Y	Se adoptarán medidas para hacerse cargo de la sobreproducción constatada durante el periodo 2018-2020, para lo cual Cermaq Chile S.A. ("Cermaq") considera aplicar una reducción de siembra de 180.080 peces en un CES de la Agrupación de Concesiones de Salmónidos ("ACS") 49A, para el período productivo que inicia en 2024.	

**FUNDAMENTACIÓN EN CASO EN QUE NO
PUEDAN SER ELIMINADOS**

Esta medida implicará una reducción de producción de al menos 1.092 ton. con respecto a la biomasa máxima autorizada por la Resolución de Calificación Ambiental (“RCA”) respectiva, que equivale a la sobreproducción imputada al CES Isla Juan (1.092 ton), estimada por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (“Sernapesca”) en base a la mortalidad y eliminaciones registradas en plataforma SIFA y a la cosecha registrada en sistema de Trazabilidad, como se indica en los numerales 18 y 19 de la Res. Ex. SMA N° 1 / ROL D-145-2023.

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 imputada en el CES Isla Juan (código 120169) durante el ciclo 2018-2020 (1.092 ton), disminuyendo la producción de un CES de la ACS 49A en el periodo productivo que inicia en 2024, en el equivalente al exceso de producción imputado, respecto del máximo de producción autorizada por su RCA, a través de una menor siembra.

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

FICADOR	(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)
N/A	Acción	N/A	N/A	Reporte Inicial	N/A	Impedimentos
	N/A			N/A		N/A
	Forma de Implementación			Reportes de avance		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
	N/A			Reporte final		N/A
				N/A		

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 (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	PLAZO DE EJECUCIÓN (periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES (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	Acción	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Inicio</u>: 12 meses desde la aprobación del PdC. - <u>Término</u>: 23 meses desde la 	La siembra de 180.080 peces menos que lo proyectado en el CES respectivo, de manera que su producción proyectada sea menor en 1.092 ton respecto de su producción autorizada por RCA.	Reportes de avance	\$1.252.371,1 (Considerando un margen bruto promedio de la industria de 1,43 USD/kg)	Impedimentos
	<p>Reducir la siembra en un CES de la ACS 49A, para el periodo productivo que inicia en 2024, en 180.080 peces respecto de la proyección de siembra inicial.</p> <p>De esta manera, la proyección de producción final del CES respectivo</p>			N/A		<ul style="list-style-type: none"> - No alcanzar un acuerdo con el titular del CES Isla Juan –Trusal S.A., compañía no relacionada a Cermaq– o quien tenga derecho a operarlo para que la medida de reducción

<p>disminuirá en 1.092 ton. respecto de la biomasa que su RCA autoriza producir, considerando la información de mortalidad y eliminaciones –según se registra en el sistema SIFA (información entregada por el CES a Sernapesca)– y de cosecha –según se informa en sistema de Trazabilidad (información entregada por plantas de proceso a Sernapesca)–.</p> <p>Se hace presente que se realizarán las gestiones pertinentes tendientes a lograr que la medida de reducción de siembra sea ejecutada en el CES Isla Juan y, en caso de no alcanzar un acuerdo con el titular o quien tenga derecho a operarlo, la medida será ejecutada en el CES Ensenada Rys (ubicado a 8 millas náuticas del CES Isla Juan) u otro centro de titularidad de Cermaq perteneciente a la misma ACS.</p>	<p>aprobación del PdC.</p>			<p>LWE, y un valor del dólar observado de \$802 al 3/7/2023)</p>	<p>de siembra sea ejecutada en éste, en cuyo caso la medida será ejecutada en el CES Ensenada Rys u otro centro de titularidad de Cermaq perteneciente a la misma ACS 49A.</p> <p>- Situaciones o circunstancias fuera del control operacional del regulado, tales como situación sanitaria excepcional, contingencia que disminuya significativamente la disponibilidad de medios logísticos más allá de lo previsto, catástrofes naturales y otras situaciones análogas, que impliquen un retraso imprevisto en la siembra del CES.</p>
<p>Forma de implementación</p>			<p>Reporte final</p>		<p>Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento</p>
<p>Sembrar en un CES de la ACS 49A 180.080 peces menos que lo que se proyecta sembrar para alcanzar la biomasa permitida producir por su RCA, de modo que la proyección de producción luego de aplicada la medida sea al menos 1.092 toneladas</p>			<p>Declaración jurada de siembra efectiva enviada a Subpesca para el periodo productivo iniciado el 2024.</p>		<p>- Reportar a la Autoridad situación vinculada a la falta de acuerdo con el titular del CES Isla Juan para ejecutar ahí la medida de reducción de siembra.</p>

	más baja que la producción autorizada por RCA.						- Reportar a la Autoridad situación vinculada a algún impedimento que pudiese afectar la siembra o cosecha del CES.
N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	PLAZO DE EJECUCIÓN (periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES (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, difusión e implementación de protocolo de control de biomasa para el CES respectivo, para asegurar el cumplimiento de la acción correspondiente a la acción N° 1.	<u>Inicio:</u> 12 meses desde la notificación de la aprobación del PDC. <u>Término:</u> 18 meses desde la aprobación del PDC.	Elaborar, difundir e implementar un protocolo de control de biomasa, en el plazo comprometido.	- Protocolo de control de la biomasa. - Copia de correos de difusión del protocolo al Gerente de Producción de Agua de Mar de la Región de Magallanes de Cermaq y a personal del departamento de Control y Planificación de la empresa. - Registros de sesiones de difusión del protocolo al Gerente de Producción de Agua de Mar de la Región de Magallanes de Cermaq y a personal del departamento de Control y Planificación de la empresa. - Reportes de control de biomasa elaborados y	Costo interno	Que la medida de reducción de siembra se implemente en un CES que no sea operado por Cermaq.	

				<p>difundidos de acuerdo con el protocolo, durante el período de duración de esta medida.</p> <p>- Correos electrónicos de difusión de los reportes de control de biomasa de acuerdo con el protocolo, durante el período de duración de esta medida.</p>		
	Forma de implementación			Reporte final		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
	<p>Se difundirá e implementará el protocolo para el control de la biomasa adjunto 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 de Magallanes de Cermaq y personal del departamento de Control y Planificación de la empresa, mediante su envío por correo electrónico y sesiones de difusión.</p>			<p>Reporte consolidado de control de biomasa al mes anterior al de término de la acción.</p>		<p>Acordar con la empresa que opere el CES en que se implemente la medida la elaboración, difusión e implementación de un protocolo de control de biomasa, en el plazo comprometido; y, en tal supuesto, Cermaq solicitará a la empresa respectiva la información productiva que se requiera de acuerdo con el protocolo, y la reportará luego de su recepción a través de los informes de avance.</p>
	Acción			Reportes de avance		Impedimentos
3	<p>Cargar en el SPDC el Programa de Cumplimiento aprobado por la Superintendencia del Medio Ambiente.</p>	<p>10 días hábiles desde la notificación de la aprobación del PDC</p>	N/A	N/A	Costo interno	<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</p>

						oportuna carga de la información.
	Forma de implementación			Reporte final		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
	N/A					Se dará aviso inmediato a la SMA, vía correo electrónico, especificando los motivos técnicos por los cuales no haya sido posible cargar el Programa de Cumplimiento en el portal SPDC, remitiendo comprobante del error o cualquier otro medio de prueba que acredite dicha situación. En tal caso, la entrega del Programa de Cumplimiento se realizará a más tardar al día siguiente hábil al vencimiento del plazo correspondiente, en la Oficina de Partes de la SMA.
	Acción			Reportes de avance		Impedimentos
4	Cargar en el portal SPDC de la SMA, en las oportunidades respectivas, todos los medios de verificación comprometidos, en su caso, en los reportes inicial, de avance y final, para acreditar la ejecución de las acciones comprendidas en el PdC, de conformidad con lo establecido en la Res. Ex. N° 116/2018 de la SMA.	En las oportunidades correspondientes a cada reporte: - Reportes de avance: Cada 6 meses. - Reporte final: 30 días hábiles después de	N/A	N/A	Costo interno	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.
	Forma de implementación			Reporte final		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento

	N/A	terminada la acción 1.		N/A	Se dará aviso inmediato a la SMA, vía correo electrónico, especificando los motivos técnicos por los cuales no haya sido posible cargar el Programa de Cumplimiento en el portal SPDC, remitiendo comprobante del error o cualquier otro medio de prueba que acredite dicha situación. En tal caso, la entrega del Programa de Cumplimiento se realizará a más tardar al día siguiente hábil al vencimiento del plazo correspondiente, en la Oficina de Partes de la SMA.
--	-----	------------------------	--	-----	---

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 (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	ACCIÓN PRINCIPAL ASOCIADA (N° Identificador)	PLAZO DE EJECUCIÓN (a partir de la ocurrencia del impedimento)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)
6	Acción	1	5 días hábiles.	Correo electrónico enviado a Oficina de Partes de la SMA.	Reportes de avance	Costo interno
	Reportar a la Autoridad situación vinculada al impedimento que pudiese afectar la siembra o cosecha del CES.				N/A	
	Forma de implementación				Reporte final	

	Informar el impedimento a la SMA mediante presentación vía e-mail enviado a Oficina de Partes y al Fiscal instructor.				N/A		
N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	ACCIÓN PRINCIPAL ASOCIADA (N° Identificador)	PLAZO DE EJECUCIÓN (a partir de la ocurrencia del impedimento)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	
7	Acción	2	6 meses	<p>[- Documento en que conste el acuerdo con el operador del CES respectivo para la elaboración, difusión e implementación de protocolo de control de biomasa.</p> <p>- Correos electrónicos enviados al titular del CES Isla Juan requiriendo información.</p> <p>- Correo electrónico de recepción de la información, de haberlo.</p> <p>- Información incluida en el siguiente informe de avance a la recepción de a información, en caso de haberse recibido.]</p>	Reportes de avance	Costo interno	
	Forma de implementación				Reporte final		

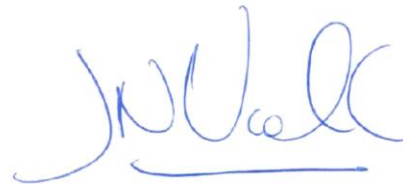
	La solicitud de información se efectuará al titular del CES a través de correo electrónico. Una vez recibida, se incorporará en el informe de avance siguiente.				N/A		
--	---	--	--	--	-----	--	--

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)	N/A	Días hábiles desde de la notificación de la aprobación del Programa.	
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción a reportar	
3.2 REPORTE DE AVANCE			
REPORTE DE ACCIONES EN EJECUCIÓN Y POR EJECUTAR.			
TANTOS REPORTE 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 a reportar	
	1	Reducir la siembra del CES para el período que inicia en 2024 en 180.080 peces respecto de la intención de siembra inicial para la producción de la biomasa permitida por su RCA.	
	2	Elaboración, difusión e implementación de protocolo de control de biomasa para el CES.	

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 a reportar
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	1	Reducir la siembra del CES para el período que inicia en 2024 en 180.080 peces respecto de la intención de siembra inicial para la producción de la biomasa permitida por su RCA.
	2	Elaboración, difusión e implementación de protocolo de control de biomasa para el CES.

4. CRONOGRAMA																									
EJECUCIÓN ACCIONES	En meses <input 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	25
1												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
2												X	X	X	X	X	X	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)																									
Reporte de avance N° 1												X													
Reporte de avance N° 2																		X							
Reporte de avance N°3																								X	
Reporte final																									X



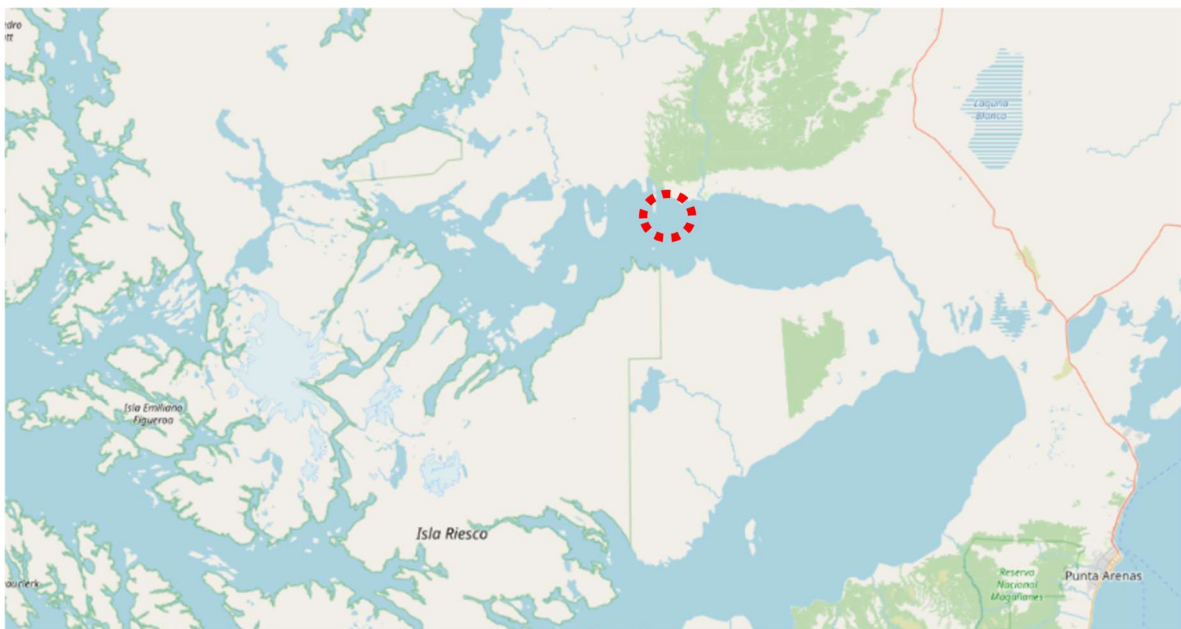
Nicolás Vial Cosmelli
p.p. CERMAQ CHILE S.A.

EVALUACIÓN DE AFECTACIÓN NEGATIVA EN EL SEDIMENTO y COLUMNA DE AGUA

CES ISLA JUAN

SOLICITANTE: CERMAQ CHILE S.A.

EJECUTOR: IA Consultores SpA.



Julio de 2023

Julio-2023	Evaluación Afectación Negativa en el Sedimento y Columna de Agua, CES Isla Juan, código 120169	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 23089	

TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción	3
2	Metodología y Supuestos.....	4
2.1	NewDepomod.....	4
3	Objetivos de la modelación	10
4	Datos de entrada del modelo	10
5	Descripción del área de estudio	11
5.1	Batimetría	11
5.2	Hidrodinámica del área.....	12
5.2.1	Filtrado y selección de capas de la correntimetría	13
6	Antecedentes de la modelación	13
6.1	Grilla de Modelación	13
6.2	Cálculo de los valores de flujo diario y flujo anual de carbono	14
6.3	Cálculo del Índice de Impacto (Findlay – Watling).....	15
7	Resultados	16
7.1	Evaluación de Afectación Negativa.....	16
7.2	Perfil de oxígeno en la columna de agua	18
7.3	Análisis Sedimento y Columna de Agua ASC	19
8	Conclusiones	22
9	Anexos (adjuntos en formato digital)	23
3.	Archivos de correntimetría utilizada para la modelación.....	23

Julio-2023	Evaluación Afectación Negativa en el Sedimento y Columna de Agua, CES Isla Juan, código 120169	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 23089	

1 Introducción

NewDEPOMOD es un software de modelado de rastreo de partículas, desarrollado por la Asociación Escocesa de Ciencias del Mar (SAMS), en conjunto con la industria de la acuicultura y la Agencia Escocesa de Protección del Medio Ambiente (SEPA).

El tamaño de los centros de cultivo de acuicultura marinos está directamente relacionado con la escala y el grado de los impactos de los alimentos no consumidos y las heces de peces que caen al fondo marino. A medida que estos componentes se asientan, pueden causar cambios en la química y la biología del fondo marino. Si el tamaño del centro no se ajusta bien al entorno en el que se encuentra, el lecho marino puede contaminarse, afectando negativamente a la fauna bentónica y afectando la capacidad de la comunidad de sedimentos para procesar los desechos. Utilizando un enfoque de gestión informado, estos impactos pueden mantenerse dentro de los límites permitidos.

Los desechos descargados de los centros de cultivo (heces de peces, desperdicios de alimentos y tratamientos químicos) se acumulan en el fondo del mar, causando enriquecimiento orgánico y acumulación de residuos, lo que puede conducir a condiciones tóxicas para la vida marina. SEPA monitorea y regula las descargas de acuicultura y especifica los Estándares de Calidad Ambiental (EQS) para los sedimentos del fondo marino, que se aplican para todos los sitios de acuicultura en Escocia. Sin embargo, predecir cómo las descargas de las operaciones de acuicultura nuevas (o alteradas) afectarán la calidad ambiental del fondo marino (y las consecuencias para la fauna biológica) es difícil debido a las complejas condiciones específicas del sitio que existen.

DEPOMOD, AutoDEPOMOD y NewDEPOMOD son modelos desarrollados por “The Scottish Association for Marine Science” (SAMS). Estos modelos predicen el impacto de las descargas 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 (SAMS 2019¹).

¹ SAMS Research Services Limited, NewDepomod Team, 2019-2020, NewDepomod User Guide

2 Metodología y Supuestos

2.1 NewDepomod

El modelo incorpora una gama de procesos, que en conjunto simulan el destino de las partículas de desechos individuales producidas en las jaulas del 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 productos de desecho en el entorno bentónico (fondo marino) de los centros de cultivo de acuicultura. El entorno bentónico (fondo marino). Aunque el modelo no 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 se resumen en la siguiente figura. A la derecha de la figura se indica además qué módulos fueron activados en la presente modelación y cuales no lo fueron.

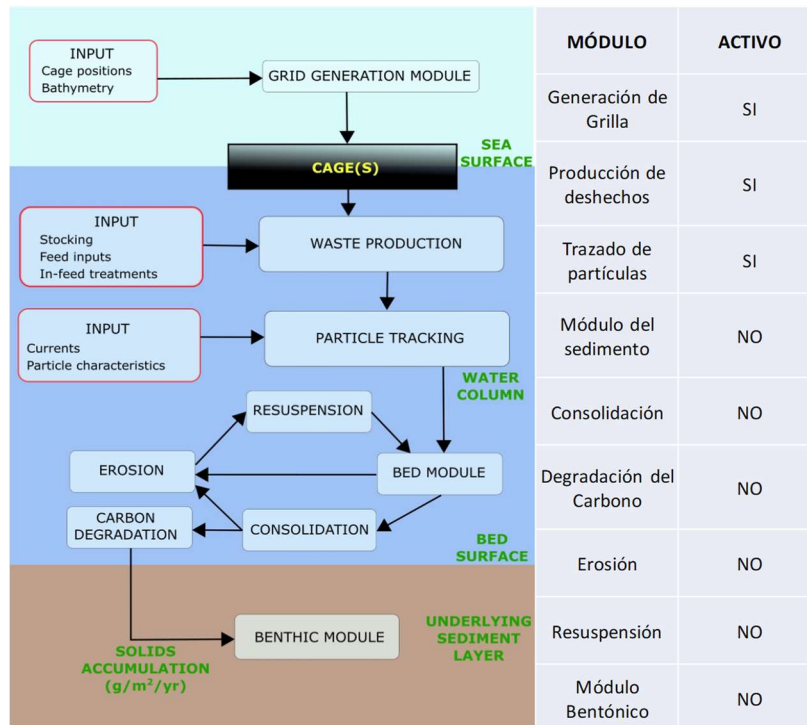


Figura 1. Diagrama de flujo que representa las entradas, módulos y procesos del modelo NewDEPOMOD. En la tabla de la derecha se identifican los módulos que fueron desactivados en la presente modelación.

Julio-2023	Evaluación Afectación Negativa en el Sedimento y Columna de Agua, CES Isla Juan, código 120169	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 23089	

A continuación, se describen los procesos que afectan el destino de las partículas del modelo, de manera secuencial y en el orden en que tienen lugar dentro de cada subsección. A continuación, se presentan los diagramas y ecuaciones que introducirán los parámetros claves.

Generación de desechos

La primera etapa en el modelo es la producción de partículas de desechos. 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 desechos que salen de las jaulas del centro de cultivo que se simulará. Las partículas de desechos 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 1). 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)

Julio-2023	Evaluación Afectación Negativa en el Sedimento y Columna de Agua, CES Isla Juan, código 120169	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 23089	

no son flotantes; en ausencia de fuerza externa, se hunden hacia el fondo del mar. Como 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 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:

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

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

2. Uniforme

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

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

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

Julio-2023	Evaluación Afectación Negativa en el Sedimento y Columna de Agua, CES Isla Juan, código 120169	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 23089	

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 2.

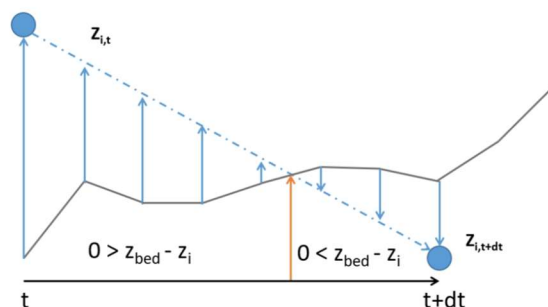


Figura 2. Representación de la interacción de partículas con el fondo marino.

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 :

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

Julio-2023	Evaluación Afectación Negativa en el Sedimento y Columna de Agua, CES Isla Juan, código 120169	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 23089	

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.

Procesos en el sedimento

El proceso de lecho y el módulo de resuspensión en NewDEPOMOD representa un desarrollo significativo de AutoDEPOMOD, proporcionando un manejo más refinado de este aspecto del proceso de depósito. 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 cortante 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 3. 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 aumentar la profundidad debajo de la superficie del fondo marino (z_b), y que el esfuerzo cortante requerido para erosionar las capas más profundas es mayor que para las capas poco profundas. Cuando se agrega una nueva capa, la capa debajo de ella aumenta en dureza (su esfuerzo crítico de cizallamiento por erosión “ t_{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 3.

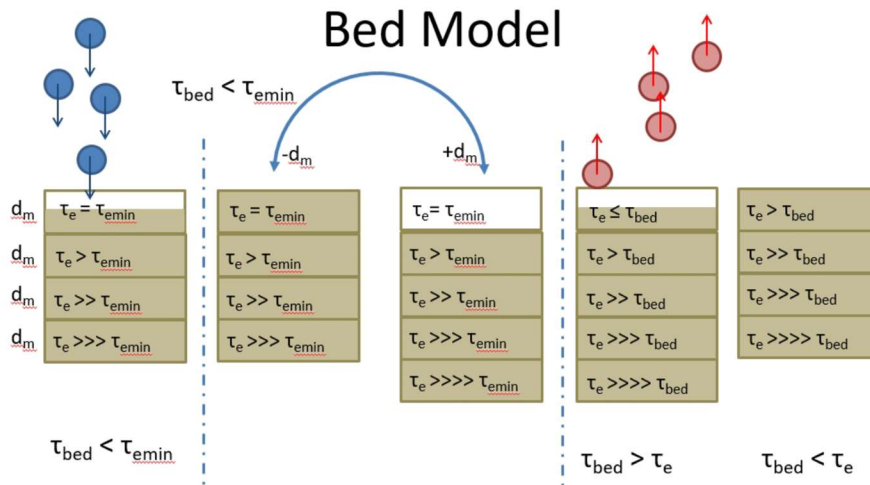


Figura 3. Representación del movimiento de partículas en el modelo de fondo desde la deposición (a la izquierda), hasta la consolidación (centro) y la erosión (derecha).

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 modelo también puede permitir la degradación del carbono a lo largo del tiempo, aunque 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 (SAMS, 2019²). Debido a ello, el módulo de sedimento no fue activado en la presente modelación.

Para la evaluación ambiental, se define un Área de Influencia (AI) siguiendo para ello lo indicado en la “Guía para la Descripción del Área de Influencia”, publicado por el SEA. Como AI se define al área comprendida dentro de la isolínea de los 700 gC/m²/año de sedimentación. Este valor es seleccionado debido a que un número relevante de publicaciones especializadas identifican un valor similar como el límite inferior a partir del cual el impacto ambiental producto de la sedimentación de fecas y alimento, aunque no necesariamente significativo, sí comienza a ser detectable (Cromey et.al, 2002³, Hargrave 2010⁴)

² SAMS Research Services Limited, NewDepomod Team, 2019-2020, NewDepomod User Guide

³ 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

⁴ Hargrave BT (2010) Empirical relationships describing benthic impacts of salmon aquaculture. Aquacult Environ Interact 1: 33–46

Julio-2023	Evaluación Afectación Negativa en el Sedimento y Columna de Agua, CES Isla Juan, código 120169	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 23089	

3 Objetivos de la modelación

Para poder entregar antecedentes que permitan descartar que el ciclo productivo de los años 2018 – 2020 haya generado algún impacto adicional sobre el sedimento, en comparación con el índice de evaluación de impacto ambiental (Findlay – Watling, 1997), para lo cual se procedió a modelar ambos escenarios en cuanto a su biomasa y estructuras de cultivo a través del software NewDepomod.

4 Datos de entrada del modelo

Se detalla a continuación la configuración productiva que tuvo el ciclo 2018 – 2020 y que se utilizó para alimentar el modelo.

Tabla 1. Configuración productiva a partir de la cual se alimentó el modelo de dispersión NewDEPOMOD. El calibre utilizado de 12 mm corresponde al máximo calibre utilizado.

	Unidad	Escenario ciclo 2018-2020 10 jaulas cuadradas de 40x40x20 m
Meses ciclo	Meses	23
Numero de Jaulas	Jaulas	10
dimensiones	Metros	40x40x20
Producción Total	Ton	6.292
Toneladas a Cosechar	Ton	5.994
Toneladas de mortalidad	Ton	298
Toneladas de Alimento	Ton	7.242
Digestibilidad Alimento	%	92
FCR	-	1,2
Pérdida de alimento	%	1,0
	Ton	72
Pérdida de fecas	%	8
	Ton	574
Contenido agua en alimento	%	9
% Carbono en alimento	%	49
% Carbono en fecas	%	30
Módulo de Resuspensión y de fondo	-	Inactivo
Velocidad hundimiento pellets, calibre 12 mm	m/s	0,127
Velocidad hundimiento fecas	m/s	0,032

5 Descripción del área de estudio

5.1 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.

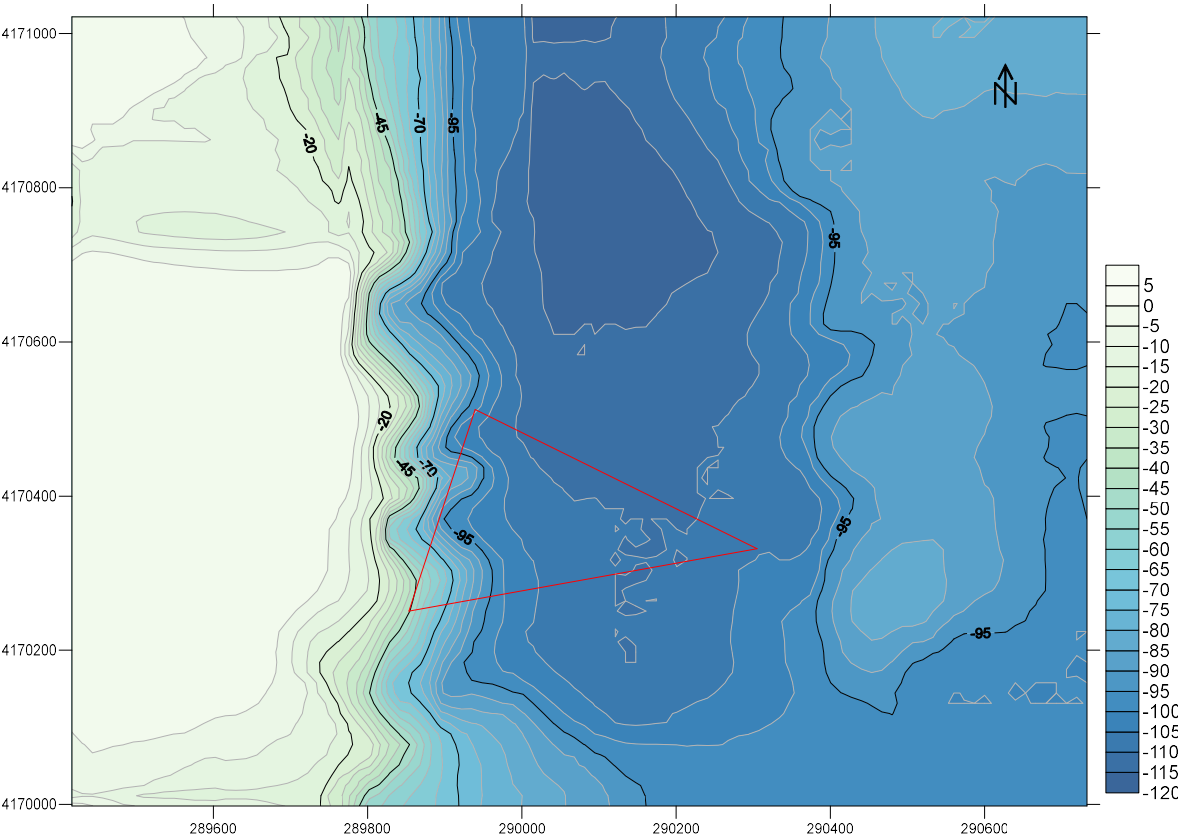


Figura 1. Vista bidimensional de la Batimetría del dominio de Modelación en Punta Islas. Concesión otorgada en color rojo.

Las profundidades bajo la concesión se distribuyen entre los 45 y los 110 metros de profundidad aproximadamente.

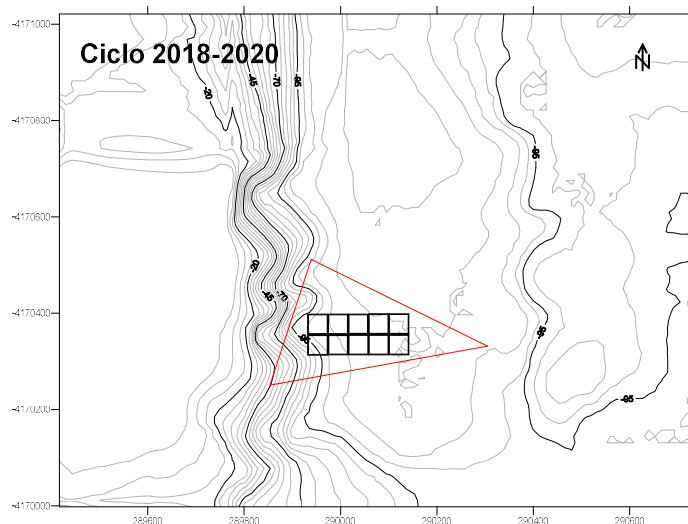


Figura 2. Configuración de 10 jaulas de 40x40x20 del ciclo 2018-2020.

5.2 Hidrodinámica del área

La correntimetría fue realizada entre los días 24 de junio y 10 de septiembre de 2017, por un período de 78 días y utilizando para ello un Correntómetro ADCP. Cabe destacar que el titular optó por modelar utilizando la correntimetría más actual y extensa realizada en la concesión. Se analizó una serie de tiempo de magnitud y dirección de velocidad de corrientes, constituida por 17 capas, entre los 5,0 y 37,0 m, con un ancho de capa de 2,0 m, y con registros cada 10 minutos, durante 78 días. Cabe mencionar que la capa más superficial no fue incluida en la modelación, por ser considerada por la Autoridad competente no representativa.

Según el análisis de velocidades de corrientes, en la capa más profunda (Figura 3) el 27% 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., 2013⁵).

⁵ 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

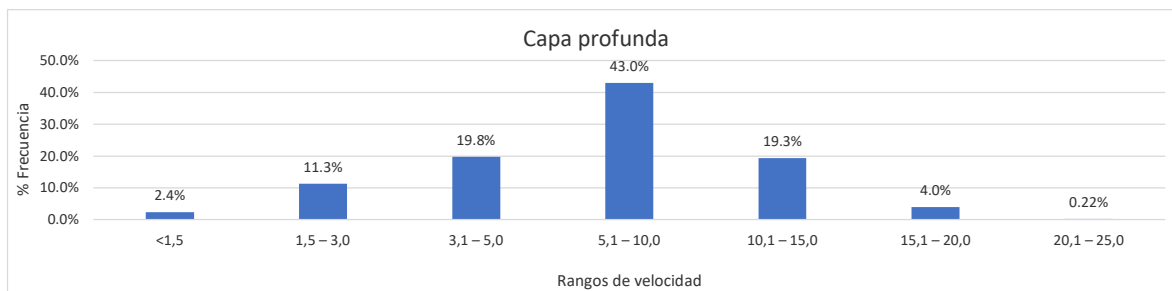


Figura 3. Distribución de frecuencias de las velocidades de corriente en la capa más profunda registrada de la columna.

5.2.1 Filtrado y selección de capas de la correntometría

En la modelación realizada, se utilizó el 100% de las capas de medición de corrientes entre los -5 y los -37 m de profundidad.

Las capas utilizadas para modelar corresponden por lo tanto a las siguientes profundidades -37, -35, -33, -31, -29, -27, -25, -23, -21, -19, -17, -15, -13, -11, -9, -7 y -5.

Cabe mencionar que la capa más superficial no fue incluida en la modelación, por ser considerada por la Autoridad competente no representativa.

6 Antecedentes de la modelación

6.1 Grilla de Modelación

Para la generación del modelo se utilizó una Grilla con malla de 15x15 m, con un offset mínimo (desfase respecto de balsa jaulas) de 200 metros.

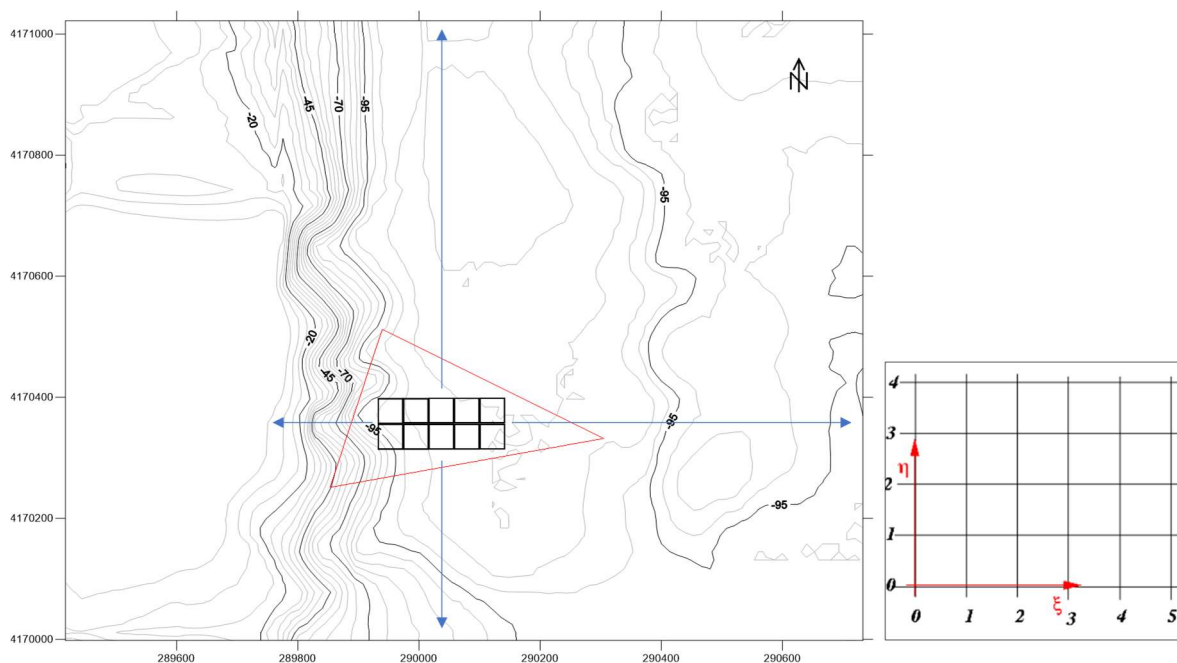


Figura 4. Esquematación de grilla utilizada para la modelación, junto con la disposición espacial estructurada de los elementos dentro del área modelada.

6.2 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 23 meses según 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 **23 meses** en este caso. Esto es posible verificarlo revisando el archivo generado automáticamente por el software, ubicado en la carpeta del presente informe: **Anexo 2_Archivos modelaciones / “nombre modelación” como “E1_ISLAJUAN” u otro / Depomod / results / E1_ISLAJUAN-10jaulasE1-NONE-N-carbon-g0.demomodresultssur** 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 4).

```

E1_ISLAJUAN-10.JAULAS-NONE-N-carbon-g0.depomodresultssur
1  "x", "y", "g carbon/m2"
2  289424.50, 4170005.50, 0.000000
3  289439.50, 4170005.50, 0.000000
4  289454.50, 4170005.50, 0.000000
5  289469.50, 4170005.50, 0.000000
6  289484.50, 4170005.50, 0.000000
7  289499.50, 4170005.50, 0.000000
8  289514.50, 4170005.50, 0.000000
9  289529.50, 4170005.50, 0.000000
10 289544.50, 4170005.50, 0.000000
11 289559.50, 4170005.50, 0.000000
12 289574.50, 4170005.50, 0.000000
13 289589.50, 4170005.50, 0.000000
14 289604.50, 4170005.50, 0.000000
15 289619.50, 4170005.50, 0.000000
16 289634.50, 4170005.50, 0.000000
17 289649.50, 4170005.50, 0.000000
18 289664.50, 4170005.50, 0.000000
19 289679.50, 4170005.50, 0.000000

```

Figura 4. Extracto de los 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 23 meses, se debe en primer lugar dividir cada uno de los valores de carbono acumulado por el número de días que hay en 23 meses. Ello nos permite obtener el valor de flujo de carbono diario (gC/m²/día), el cálculo para obtener el valor de flujo diario de carbono es el siguiente:

$$(\text{g carbono} / \text{m}^2) / (\text{n}^\circ \text{ días en 23 meses})$$

Para el cálculo de flujo anual, el resultado se multiplica por 365 días.

6.3 Cálculo del Índice de Impacto (Findlay – Watling)

Con los resultados del modelo, y los datos de corrientes y oxígeno es posible elaborar un índice de evaluación de impacto ambiental (Findlay – Watling, 1997). Este índice entrega el

Julio-2023	Evaluación Afectación Negativa en el Sedimento y Columna de Agua, CES Isla Juan, código 120169	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 23089	

balance entre la demanda de oxígeno necesario para la oxidación del carbono orgánico, y el oxígeno intersticial disponible.

Si la disponibilidad de oxígeno es mayor que la demanda, el índice tendrá un valor mayor a 1, y los impactos serían mínimos, dado que el carbono orgánico tendría disponibilidad de oxígeno suficiente para oxidarse y no se producirían condiciones anaeróbicas.

Sin embargo, si la disponibilidad y la demanda son equivalentes, el índice sería cercano a 1 y los impactos moderados. Por otra parte, si la demanda es mayor que la disponibilidad, los valores del índice serán menores a 1 lo que tendría como consecuencia sedimentos hipóxicos y anaeróbicos, por lo que el sector de impacto vería notables cambios en la estructura ecológica de las especies presentes en el fondo del sector sedimentado. El cálculo del índice se realiza según la siguiente ecuación:

$$I = \frac{736,3 + 672,6 * \log(X)}{-32,6 + 1,1 * Y}$$

Donde: X = Promedio menor de 2 horas de las Velocidades de Corrientes en la capa de Fondo.
Y = Concentración de carbono en mmol/m²/día.

Para generar el índice de impacto en fondo se calculó el mínimo promedio de 2 horas de duración en la capa más cercana al fondo (Capa 5), de acuerdo a lo indicado por Findlay et.al, 1997. El valor obtenido para estos efectos fue de **2,4 cm/s**.

7 Resultados

7.1 Evaluación de Afectación Negativa

Para los proyectos sometidos al SEIA se define un área de influencia como aquella área comprendida dentro de la isolínea de 1 gC/m²/día de sedimentación, que es lo graficado en la figura siguiente. Este valor es seleccionado debido a que un número relevante de publicaciones especializadas identifican un valor similar como el límite inferior a partir del cual el impacto ambiental producto de la sedimentación de fecas y alimento comienza a ser detectable (*Cromey et.al, 2002³, Hargrave 2010⁴*).

En cuanto a las concentraciones de Carbono en el sedimento, las concentraciones máximas anuales alcanzadas son de **2.409 g C/m²/año** para el escenario del ciclo 2018 – 2020.

Tabla 2. Concentraciones máximas de deposición de carbono.

	gC/m ² /día	gC/m ² /año	Extensión AI (Ha)
Ciclo 2018 - 2020	6,6	2.409	7,6

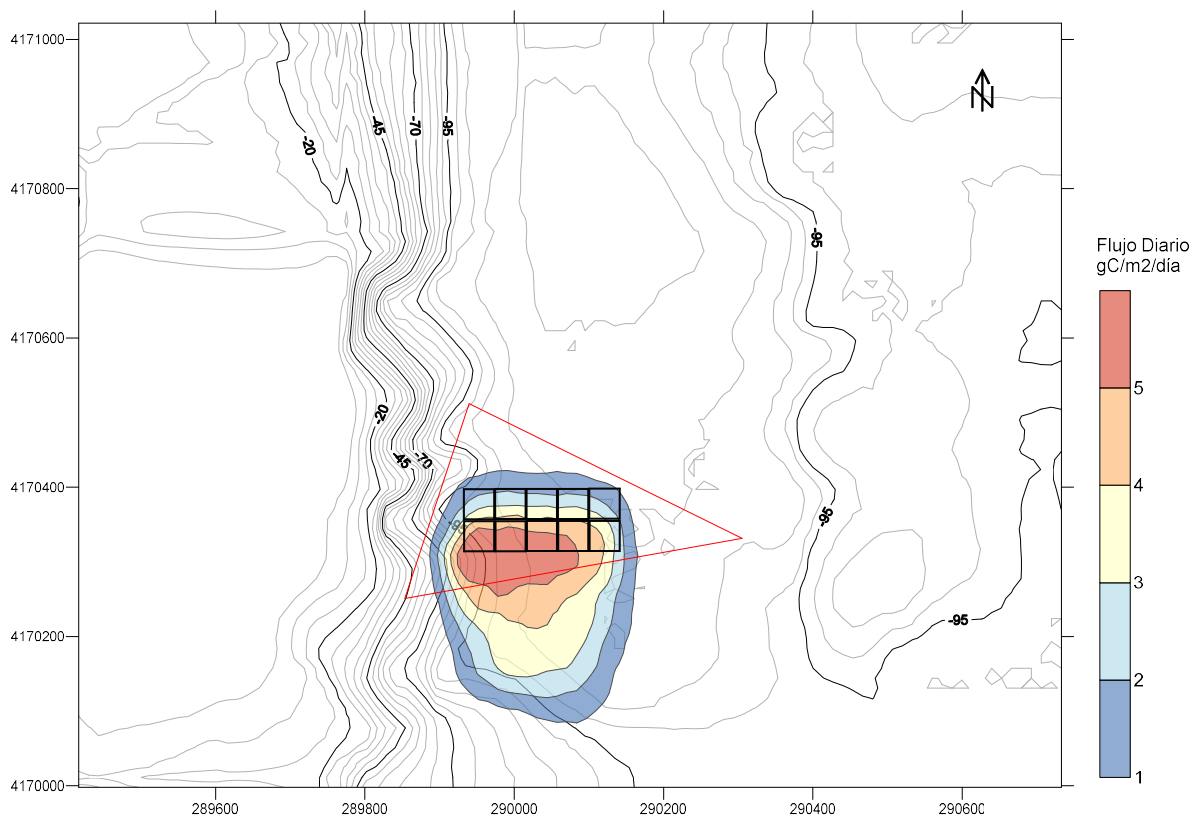


Figura 5. Flujo diario de carbono. Tasa de sedimentación en gC/m²/día.

Los valores máximos de flujo diario en el ciclo 2018 – 2020 es de 6,6 gC/m²/día. Cabe mencionar además que el AI del ciclo 2018 – 2020 es de 7,6 Ha.

A partir de los resultados de sedimentación de Carbono sobre el fondo se calculó el índice de Impacto propuesto por Findlay – Watling ,1997.

La evaluación del nivel de impacto muestra valores del Índice de Findlay – Watling de 1,7 para el ciclo en cuestión. **Ello permite indicar que el impacto no es significativo bajo el escenario del ciclo 2018 – 2020.**

Julio-2023	Evaluación Afectación Negativa en el Sedimento y Columna de Agua, CES Isla Juan, código 120169	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 23089	

Tabla 3. Valores mínimos de Índice de Impacto.

Escenario	Índice Findlay
Ciclo 2018 - 2020	1,7

7.2 Perfil de oxígeno en la columna de agua

De manera adicional y de acuerdo al Reglamento Ambiental para la Acuicultura, RAMA, se presenta el resultado del análisis de la información ambiental INFA del centro de cultivo, monitoreo realizado en 11 de septiembre de 2019, dentro del periodo de máxima biomasa del ciclo 2018 – 2020 evaluado en este informe, donde se conta en el ORD./D.G.A./N°: 147219, que presenta condiciones AERÓBICAS.

A continuación, se muestra una gráfica del perfil de oxígeno, donde es posible observar concentraciones sobre los 5 mg/l a un metro del fondo marino, en los tres perfiles realizados en el sector de los módulos de cultivo, dentro del periodo de máxima producción.

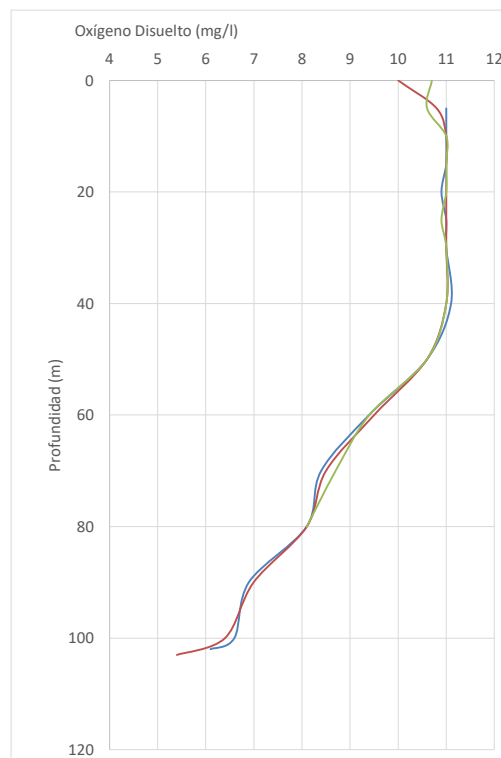


Figura 6. Perfiles de oxígeno correspondientes a la INFA de noviembre de 2019.

Julio-2023	Evaluación Afectación Negativa en el Sedimento y Columna de Agua, CES Isla Juan, código 120169	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 23089	

7.3 Análisis Sedimento y Columna de Agua ASC

El 15 de agosto de 2019, se realizó un monitoreo bajo los lineamientos del Programa de Certificación de Acuicultura de “A.S.C. Salmon Standard”, en su principio 2 y 4 (se adjunta informe en Anexo 5). Las estaciones fueron definidas de acuerdo a lo indicado en la A.S.C Salmon Estándar en su Apéndice I-1 donde las estaciones definidas como “Dentro” son aquellas que están contenidas en el límite interior del área de influencia definida por modelación Depomod, según lo indicado en el informe respectivo adjunto en el Anexo 5 (E1, E2, E6, E7 y E8); mientras que las definidas como “Fuera” son aquellas que está en el límite exterior de dicha área (E3, E4, E5, C1, C2 y C3); cada una con tres réplicas.

Los resultados se muestran en la siguiente Tabla

Tabla 4. Valores registrados para variables in situ en el sedimento

A.Z. E	ESTACIÓN	PH	PROMEDIO PH	POTENCIAL REDOXCORREGIDO Eh (NHE)	PROMEDIO POTENCIAL REDOX
DENTRO	E1 R1	7,2	7,2	151	152
	E1 R2	7,2		149	
	E1 R3	7,2		157	
	E2 R1	7,8	7,8	1	6
	E2 R2	7,7		25	
	E2 R3	7,8		-8	
	E6 R1	7,6	7,6	59	79
	E6 R2	7,6		104	
	E6 R3	7,7		75	
	E7 R1	7,6	7,6	126	138
	E7 R2	7,7		119	
	E7 R3	7,5		170	
	E8 R1	7,7	7,7	128	134
	E8R2	7,7		134	
	E8 R3	7,6		139	
	E3 R1	7,7	7,8	144	145
	E3 R2	7,8		149	
	E3 R3	7,8		141	
	E4 R1	7,7	7,6	104	112
	E4 R2	7,6		119	

Julio-2023	Evaluación Afectación Negativa en el Sedimento y Columna de Agua, CES Isla Juan, código 120169		IA Consultores Innovación Ambiental	
	Proyecto 23089			

	E4 R3	7,6		114	
	E5 R1	7,5		118	
	E5 R2	7,6	7,6	109	108
	E5 R3	7,7		96	
FUERA	C1 R1	7,5		69	
	C1 R2	7,5	7,5	64	77
	C1 R3	7,5		99	
	C2 R1	7,6		126	
	C2 R2	7,5	7,6	119	126
	C2 R3	7,6		134	
	C3 R1	7,6		134	
	C3 R2	7,5	7,6	139	135
	C3 R3	7,6		132	

Los parámetros fisicoquímicos evaluados en terreno indican valores promedios que varían, para pH entre los 7,2 y los 7,8, y potencial redox promedio entre +6 y +152mV para todas las estaciones. El indicador 2.1.1 del estándar ASC, relacionado a este parámetro cumple en totalidad con el requerimiento, ya que en todas las estaciones fuera de la A.Z.E (área de influencia definida en el estándar A.SC.) se registraron valores superiores a 0 mV. De la misma forma todas las estaciones presentan aceptabilidad para el parámetro pH, según lo indicado en la Res. 3612/09 que pone como límite inferior el valor de 7,1.

En relación al oxígeno disuelto, a 1 metro del fondo, se registró valores superiores a 2,5 mg/L, límite establecido por normativa nacional Res. Ex. 3612/09.

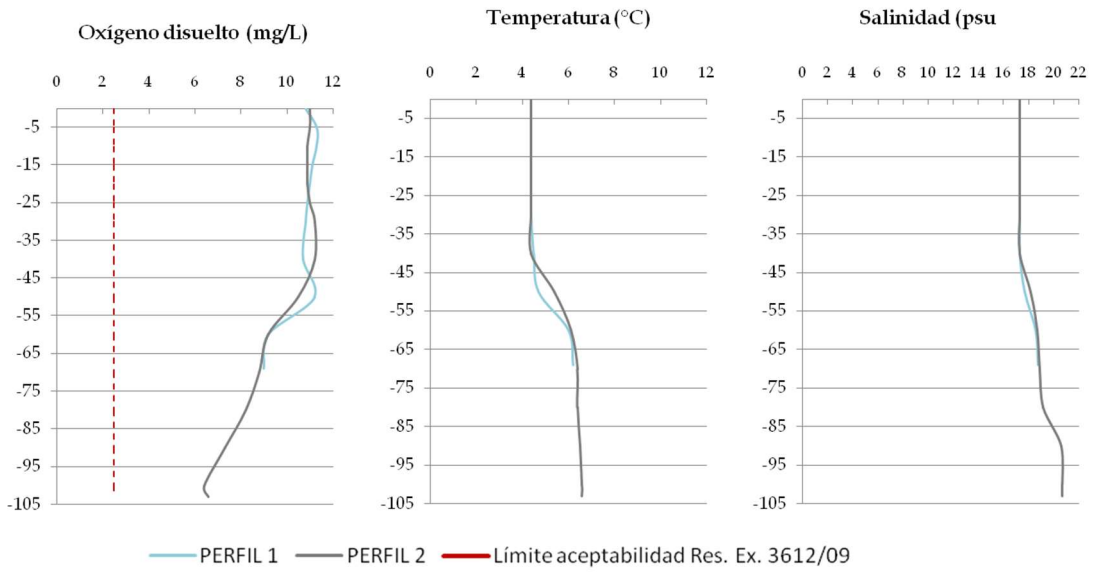


Figura 7. Perfil de oxígeno correspondientes al monitoreo ASC.

Julio-2023	Evaluación Afectación Negativa en el Sedimento y Columna de Agua, CES Isla Juan, código 120169	IA Consultores Innovación Ambiental
	Proyecto 23089	

8 Conclusiones

Evaluación de afectación negativa. El índice de Findlay – Watling muestra un valor superior a 1 en el escenario del ciclo 2018 – 2020, lo que aporta un antecedente relevante al indicar que la demanda de oxígeno no superaría a la oferta, no generándose por lo tanto condiciones de anaerobiosis en el escenario del ciclo 2018 – 2020, de forma adicional con los resultados de los perfiles de oxígeno de la INFA y el estándar ASC realizados en el 2019, se muestran concentraciones por sobre los 5 mg/l a un metro del fondo marino en la zona de las jaulas con producción, lo que estaría muy por sobre los 2,5 mg/l utilizados por la normativa vigente (Res. Ex 3612/2009) como límite para una condición anaeróbica, situación que también se presenta en todas las estaciones para el parámetro pH, puesto que todas las estaciones están por sobre los 7,1 establecidos en dicha Resolución. Además, para mayor abundamiento mencionar que el Potencial Redox cumple en totalidad con el requerimiento del ASC, ya que todas las estaciones fuera de la A.Z.E se registraron valores superiores a 0 mV. Todo lo anterior debido principalmente a los siguientes factores:

- El porcentaje de pérdida de alimento evaluado corresponden a un 1% del total del alimento suministrado.
- Las jaulas del ciclo 2018 – 2020 se ubican en la zona más profunda de la concesión.

Se concluye por tanto que la configuración de 10 jaulas cuadradas de 40x40x20 m, con una producción total de 6.292 Ton, no estaría evidenciando una afectación negativa significativa adicional en el sedimento marino, teniendo en cuenta los parámetros productivos utilizados para cada modelación y el valor del índice Findlay – Watling que se encuentra por sobre el estándar de 1. Lo anterior debido principalmente a la calidad del alimento suministrado sumado a las técnicas de alimentación adoptadas en el último tiempo y a la configuración de las balsas jaulas adoptada en el ciclo en cuestión. Adicionalmente agregar que los valores más altos de carbono quedan en su mayoría dentro del área concesionable.

Informe elaborado por:



Rodrigo Moreno Escalona
Ingeniero Ambiental
IA Consultores

Julio-2023	<i>Evaluación Afectación Negativa en el Sedimento y Columna de Agua, CES Isla Juan, código 120169</i>	IA Consultores Innovación Ambiental
	<i>Proyecto 23089</i>	

9 Anexos (adjuntos en formato digital)

1. Archivos AutoCAD georreferenciados en Datum Local de los escenarios modelados con tasa de sedimentación diaria.
2. Archivos de Modelaciones NEWDEPOMOD
3. Archivos de correntimetría utilizada para la modelación
4. Resultados INFA 2019 y Certificado Sernapesca
5. Resultados Monitoreo ASC