

**INFORME TÉCNICO DAC N° 573 de 20 de junio de 2017**  
**PROPUESTA MODIFICACIÓN RESOLUCIÓN ACOMPAÑANTE**  
**DEL REGLAMENTO AMBIENTAL PARA LA ACUICULTURA**  
**(RESOLUCION N° 3612/2009)**

**1. ANTECEDENTES GENERALES**

Mediante Resolución de Subpesca N° 3612/09 se establecen las metodologías para la elaboración de los instrumentos de evaluación ambiental de la acuicultura en Chile: Caracterización Preliminar de sitio (CPS) e Informes Ambientales (INFAs). En dicha resolución, y con fines de estandarización, se clasifican los sectores donde se emplazan las actividades de acuicultura, en 8 categorías (desde la categoría 0 a la 7), las que se definen según tipo de producción, nivel de producción, tipo de cuerpo de agua, tipo de fondo y profundidad de los sectores donde se localizan los proyectos acuícolas y/o los centros de cultivo.

En base a la o las categorías en las que se clasifica un sector, se establece el tipo de variable ambiental que será utilizada para la evaluación ambiental correspondiente. En el caso de aquellos sectores con profundidades de hasta 60 metros y fondo duro (lecho subacuático formado por roca consolidada, sólida, ausente de partículas que exhiban movimiento), clasificados como categoría 4, las variables ambientales que determinan su condición ambiental son: la observación en el fondo acuático (mediante registro visual subacuático) de la presencia o ausencia de tapetes bacterianos visibles o burbujas de gas y la medición de oxígeno disuelto en columna de agua.

Desde la entrada en vigencia de la Resolución Acompañante han sido recurrentes las indicaciones sobre las dificultades que presentan las metodologías establecidas al momento de su aplicación y de cuanto afectan dichas situaciones en la correcta evaluación ambiental de sectores categoría 4.

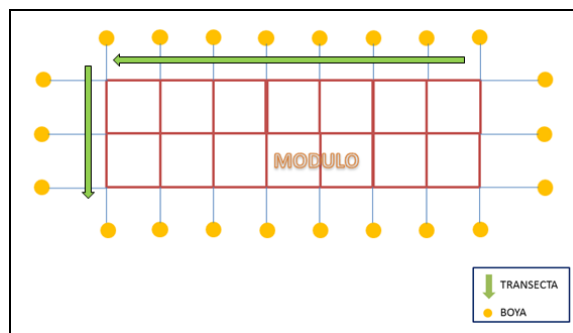
Dado lo anterior, la Subsecretaría propició el desarrollo del estudio “Revisión de las metodologías de definición de anaerobia en fondos (filmación: bacterias sulfato reductoras y burbujas de gas), verificación en terreno”, cuyo propósito fue obtener información que permitiera la mejora o perfeccionamiento de la metodología de filmación subacuática existente y su interpretación.

Es en base a los resultados e información generada en el proyecto señalado, que se presentan y proponen cambios en la metodología solo para la elaboración del registro visual y su evaluación ambiental, en sectores y/o centros categoría 4 (fondos duros) y aquellos sectores de fondo mixto que presenten categoría 4.

## 2. PROPUESTA METODOLÓGICA FILMACIÓN DE FONDO

- 2.1. En base a las propuestas metodológicas planteadas en el proyecto “Revisión de las metodologías de definición de anaerobia en fondos (filmación: bacterias sulfato reductoras y burbujas de gas), verificación en terreno” es que se plantean mejoras al procedimiento para la elaboración de registro visual establecido actualmente en la Resolución Acompañante.

Las principales dificultades detectadas en la metodología de filmación subacuática, que hoy se realiza por arrastre de la cámara en el fondo o lo más cercano al fondo posible, según se describe en el numeral 25 la Resolución N° 3612/09; se deberían a las características geográficas, oceanográficas y climáticas del sector donde se realiza la filmación, a las que se suman, en el caso de los centros de cultivo en operación (INFA), la dificultad que ofrecen las estructuras de cultivo presentes en el área (Figura 1).



**Figura 1:** Esquema de cómo se lleva a cabo actualmente la filmación subacuática en el perímetro de las estructuras de cultivo.

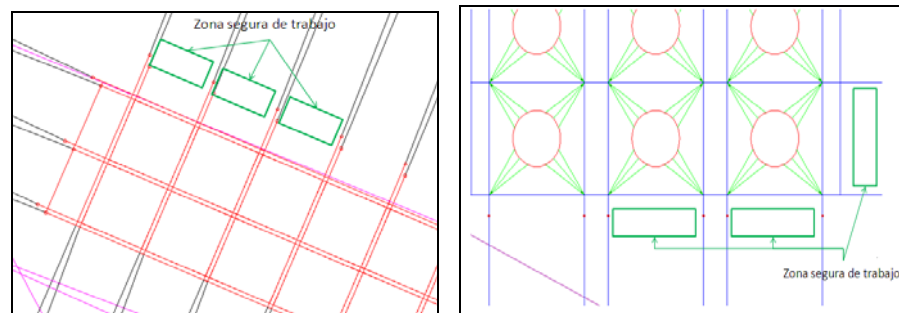
Principales dificultades detectadas:

- El arrastre de la cámara genera re-suspensión, lo cual dificulta la visualización de los componentes del megabentos.
- La calidad de la filmación en ocasiones dificulta el análisis del megabentos.
- La calidad del formato MPG1 tiende a ser menor a otros formatos existentes, como por ejemplo formato DVD o AVI.
- Luminosidad de la columna de agua (mayor o menor luminosidad) incide en la revisión de la imagen.
- En caso de centros de cultivo (con estructuras de cultivo instaladas), el arrastre de la cámara en el perímetro de las estructuras, resulta difícil debido a la presencia de fondeos, redes loberas y jaulas, estructuras que se extienden bajo

la superficie más allá de los módulos de cultivo, generando el enganche y a veces la pérdida de la cámara.

2.2. Con los antecedentes recopilados en el proyecto y en base a lo señalado en el punto anterior, se pudo determinar un área segura de trabajo en el cual se pueden disminuir los riesgos de atrapamiento de los equipos a utilizar. Los lugares más idóneos para realizar estas labores, especialmente en centros de cultivo de peces (Figura 2), se indican a continuación:

- En jaulas metálicas realizar labores entre boyas, a favor de corriente.
- Para jaulas circulares realizar labores en sectores de jaulas laterales y cabeceras de los módulos.



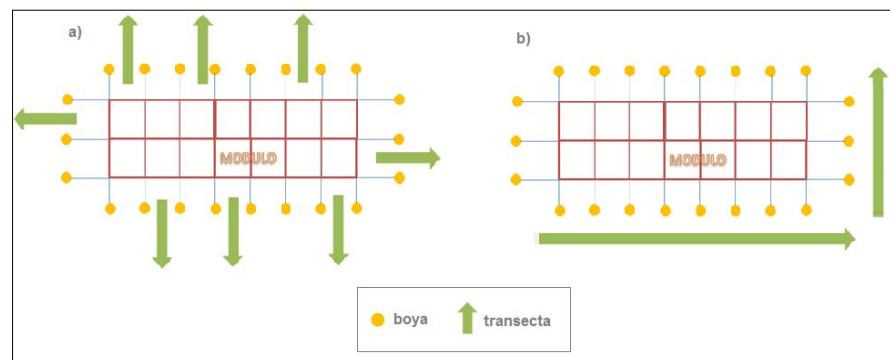
**Figura 2:** Esquema de los lugares idóneos donde realizar el registro visual (en jaulas centros de salmones con jaulas metálicas cuadradas y jaulas circulares).

2.3. Teniendo en cuenta los aspectos descritos, y en base a los resultados del proyecto, es que se propone implementar como metodología de elaboración para el registro visual de sectores categoría 4, la metodología “Filmación en transectas perpendiculares” que corresponden a transectas cortas localizadas perpendicularmente a las estructuras de cultivo.

Para lo cual se plantea que:

- El número de transectas perpendiculares de filmación a evaluar, correspondería al mismo número de estaciones utilizadas actualmente para muestreo de sedimento de las INFAs (8 estaciones). Se deberá realizar 8 transectas cortas perpendiculares a los módulos de cultivo, según se muestra en la Figura 3a). En caso de centros de cultivo con sistemas de producción extensiva de moluscos y algas, cuya concesión autorizada tenga un área igual o menor a 6 hectáreas, se deberá realizar seis transectas de filmación.

- La distribución y ubicación de las transectas de filmación, será en el área perimetral de él o los dos módulos de cultivo que ha mantenido la máxima biomasa del año o ciclo productivo.
- Cada transecta se extenderá hasta la isobata de 60 metros cuando la profundidad vaya en aumento y hasta 20 metros cuando esta decrezca, siempre y cuando no sobrepase los 50 metros de largo contados a partir del sector más cercano al borde exterior de las estructuras de cultivo (módulo de cultivo) o de la red lobera cuando esta exista.
- En la Figura 3, es posible visualizar un esquema de ubicación y número de transectas perpendiculares a realizar en una INFA categoría 4 (letra **a**). La que se compara su vez con la metodología actualmente aplicada: filmación de transectas en el perímetro de los módulos de cultivo (letra **b**); de la INFA categoría 4.



**Figura 3:** **a)** Esquema de la localización de transectas de filmación propuesto. **b)** Esquema de localización de actual metodología de registro visual, según Resolución N° 3612/09.

- El límite de aceptabilidad propuesto a utilizar en la metodología de “Filmación en transectas perpendiculares” en el caso de la elaboración de INFAs categoría 4, considerará la evaluación cualitativa (presencia/ausencia) de las cubiertas de microorganismos visibles o burbujas de gas en cada transecta, al igual que el límite actualmente vigente en la Res. Ex. N° 3612/09. Sin embargo, se hará la ponderación del número de transectas de filmación con presencia de cubiertas de microorganismos visibles y/o burbujas de gas respecto del total de transectas filmadas (Tabla 1).

**Tabla 1:** Límites de aceptabilidad INFAs categoría 4.

Límites propuestos		Límites actuales	
Límite de aceptabilidad	Límite aceptabilidad post-anaerobia	Límite de aceptabilidad	Límite aceptabilidad post-anaerobia
N° transectas $\leq 3$ , con presencia de cubierta de microorganismos visibles y/o burbujas de gas.	N° transectas $\leq 1$ , con presencia de cubierta de microorganismos visibles y/o burbujas de gas.	Ausencia de cubierta de microorganismos visibles y/o burbujas de gas.	Ausencia de cubierta de microorganismos visibles y/o burbujas de gas.

### 3. REQUISITOS A INCORPORAR EN LA RESOLUCIÓN ACOMPAÑANTE REFERENTE A LA FILMACIÓN EN INFAs

3.1. El registro visual se realizará por medio de la grabación subacuática de los componentes del megabentos con especial atención en la presencia de bacterias filamentosas y/o burbujas de gas, conforme a los procedimientos que se indican a continuación.

3.2. Se deberá incluir una indicación sobre la obligatoriedad de mantenciones periódicas que aseguren la buena calidad de las imágenes de la cámara.

#### 3.3. Equipos

I. La grabación subacuática se podrá realizar por buceo o por sistema remoto; y

II. El equipo debe contar con lente gran angular ( $120^\circ$  o más) y con la capacidad de grabar con buena luminosidad (natural o artificial) y foco adecuado. Deberá contar con un sistema de iluminación auxiliar y con un sistema fotométrico automático para regular la abertura del foco y permitir el ingreso de la luz adecuada.

III. GPS con una precisión mínima de 10 metros.

#### 3.4. Toma de datos

I. La grabación se debe realizar a una velocidad de arrastre de la cámara que permita la observación de calidad de los distintos componentes del megabentos y la identificación de cubiertas de microorganismos y burbujas de gas.

- II. En la CPS, se realizará el registro visual en dos transectas, las que deberán ubicarse a partir de los vértices más distantes del área solicitada y cruzarse entre sí, pasando por el punto medio de la misma.
  
- III. En la INFA, se realizará el registro visual mediante 8 transectas perpendiculares a los módulos seleccionados. Cada transecta deberá llegar hasta la isóbata de 60 m cuando la profundidad vaya en aumento y hasta la de 20 m cuando ésta decrezca, siempre y cuando no sobrepase los 50 m de largo contados a partir de la red lobera.
  
- IV. En cada transecta se debe registrar la siguiente información:
  - a. Número de solicitud de acuicultura, código de centro (en el caso de INFA) nombre del titular, nombre del lugar y fecha y hora de grabación. Esta información puede estar en audio o escrita; además de mostrarse escrita en un cartel que se enfoque al inicio y final de cada transecta de filmación.
  - b. Registro de las coordenadas UTM geográficas del punto de inmersión, referidas al Datum WGS-84 y en la Zona correspondiente según la longitud (huso 18 o 19), escritas o grabadas con la cámara de la pantalla del GPS.
  - c. Grabación en superficie: grabación 360° del área de estudio, dirección en que se efectuará la transecta (referencia a tierra, identificando la transecta).
  - d. Grabación subacuática: visualización de fecha y hora de la grabación, registro de profundidad y rumbo (profundímetro y brújula) dos veces como mínimo. Los sistemas remotos de grabación, deberán disponer de esta información en forma continua. En ningún caso, se podrá interferir en el campo visual; y
  - e. Regreso a superficie: grabación 360° del área de estudio, dirección en que se efectuó la transecta (referencias a tierra), identificación de la transecta.
  - f. Registro de las coordenadas UTM geográficas del punto de ascensión, referidas al Datum WGS-84 y en la Zona correspondiente según la longitud (huso 18 o 19), escritas o grabadas con la cámara de la pantalla del GPS.

### 3.5. Análisis de datos

Se debe realizar visualmente, congelando la imagen:

- I. Determinar el tipo de sustrato;
- II. Determinar y cuantificar los componentes del megabentos, al nivel taxonómico más bajo posible;
- III. Determinar la presencia o ausencia de burbujas de gas emanadas desde el sustrato; y

IV. Determinar la presencia o ausencia de cubiertas de microorganismos.

### 3.6. Entrega de resultados

I. La grabación de puede entregar en un archivo digital MPEG1 a 3.500 kbps, a un formato 352x240 dpi en un disco compacto CD o DVD. En estos casos deberá estar claramente etiquetado y deberá contener la siguiente información:

- a. Numero de solicitud de acuicultura;
- b. Código de centro (en el caso de la INFA);
- c. Localización geográfica del centro;
- d. Nombre del titular;
- e. Fecha de la grabación

II. La grabación deberá ser acompañada de un informe escrito que contenga una descripción y discusión de lo observado en el registro visual e indicando los siguientes aspectos:

- a. Localización geográfica del centro;
- b. Nombre del titular;
- c. Numero de solicitud de acuicultura;
- d. Código de centro (en el caso de la INFA);
- e. Coordenadas UTM geográficas de los puntos de inmersión y ascensión, referidas al Datum WGS-84 y en la Zona correspondiente según la longitud (huso 18 o 19);
- f. Fecha y hora en que se realizó el registro;
- g. Descripción de los sedimentos;
- h. Presencia de cubierta de microorganismos;
- i. Presencia de burbujas de gas; y determinación y cuantificación del megabentos observado en el registro visual.

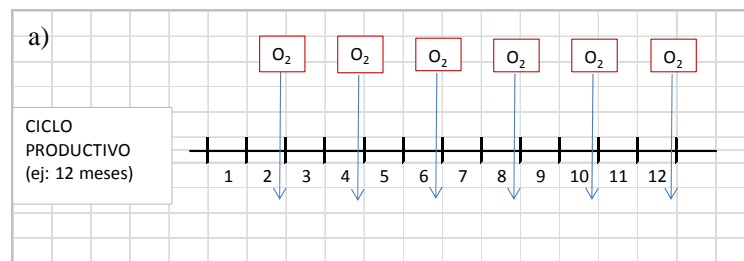
## **4. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA REGISTRO VISUAL, SECTORES CATEGORÍAS MIXTAS**

4.1. Actualmente existe una norma transitoria que establece que los centros de cultivo que presenten sustrato mixto y que una de sus categorías incluya categoría 4, debe determinar la condición ambiental del sector donde se emplazan y cuando el 30% o más del área sea categoría 4 (fondo duro) y exista presencia de cubierta de microorganismos la condición de área es anaeróbica.

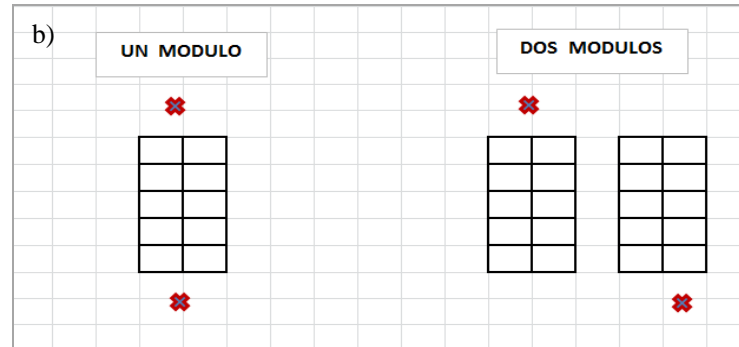
- 4.2. La transitoriedad de esta metodología estaba dada por el tiempo que tomó la elaboración y ejecución del proyecto “Revisión de las metodologías de definición de anaerobia en fondos (filmación: bacterias sulfato reductoras y burbujas de gas), verificación en terreno” que indicó una metodología para cuantificar la variable (registro visual) y mejorar las metodologías establecidas a la fecha. Por lo tanto, habiendo finalizado el proyecto mencionado, es que se debe indicar que el artículo transitorio correspondiente debe ser reemplazado o eliminado por la propuesta que se describe a continuación.
- 4.3. Se deberá establecer que en casos de centros o concesiones de categoría mixtas que presenten categoría 4, se debe realizar en el área de categoría 4 la metodología de filmación en transectas perpendiculares, tal como se describe anteriormente y distribuir las estaciones de filmación (8 en caso de INFAs) en el área correspondiente a su categoría. En general es hacer en cada categoría del área el muestreo las INFAs de las categorías que se presenten.

## 5. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA MEDICIÓN DE LAS VARIABLES DE LA COLUMNA DE AGUA (OXÍGENO DISUELTO, TEMPERATURA Y CONDUCTIVIDAD/SALINIDAD), EN INFAs.

- 5.1. Actualmente la medición de las variables de la columna de agua, tal como se describe en el numeral 30 letra B) de la Resolución N° 3612/2009, en el caso de la elaboración de INFAs; se lleva a cabo midiendo, cada dos meses, las variables oxígeno disuelto, temperatura y conductividad/salinidad en dos perfiles de la columna de agua. La medición se realiza al costado de él o los dos módulos de cultivo con mayor biomasa, los dos perfiles se deben realizar en los extremos opuestos del mismo. (Figura 4).



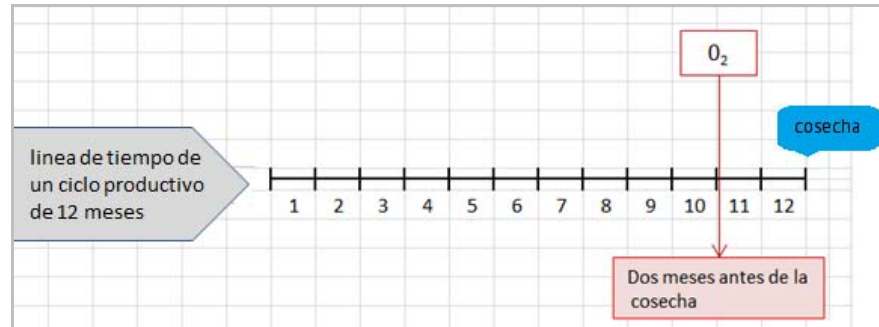




**Figura 4:** Esquema de como se lleva a cabo actualmente la medición del oxígeno disuelto en columna de agua. Temporalidad (a) y localización de estaciones de medición (b).

- 5.2. A partir de lo anterior, la normativa indica que para el caso del oxígeno disuelto, la condición anaeróbica se constatará si se incumple el límite de aceptabilidad en a lo menos el 30% de los perfiles. Sin embargo y dado que la medición se realiza a lo largo de todo el ciclo productivo es posible constatar que muchas de las mediciones se realizan en un momento en que el centro no cuenta con la máxima biomasa en el agua y por tanto, dichos valores obtenidos pueden no reflejar la real condición ambiental del centro de cultivo.
- 5.3. En atención a lo anterior y a que el objetivo de la normativa es medir la condición ambiental de un centro de cultivo en el momento en que este presente el mayor aporte de carga orgánica al ambiente, es decir, en el momento de máxima biomasa, se propone modificar la actual metodología de medición de la variable oxígeno disuelto de tal forma de hacerla consistente con los objetivos de la norma y con el momento en que se miden las demás variables que determinan la condición ambiental de un centro. De esta forma, se propone modificar la temporalidad y número de estaciones a medir según se indica a continuación.
- 5.4. Temporalidad de medición

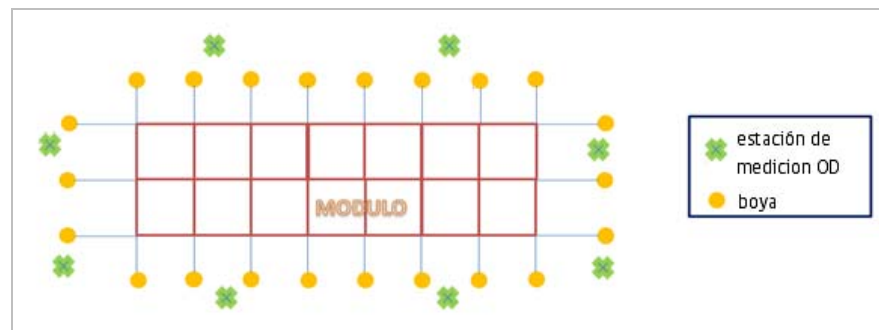
Se propone modificar la temporalidad de medición de las variables de la columna de agua, en el sentido de reemplazar la actual frecuencia de muestreo (cada dos meses) por la medición en el momento de máxima biomasa, es decir, al momento de realizar la respectiva INFA (Figura 5), según se indica en el numeral 12 de la actual Resolución Acompañante (Res. Ex. N° 3612/09).



**Figura 5:** Esquema del momento cuando se realizaría la medición de oxígeno disuelto en un centro de cultivo de salmones (engorda).

#### 5.5. Estaciones de medición de las variables de la columna de agua

Junto con lo anterior es que se propone aumentar el número de estaciones para la medición de las variables de la columna de agua, desde dos estaciones de medición establecidas actualmente en la resolución, a 8 estaciones distribuidas de manera uniforme en él o los módulos de cultivo de máxima biomasa acumulada durante el período (Figura 6).

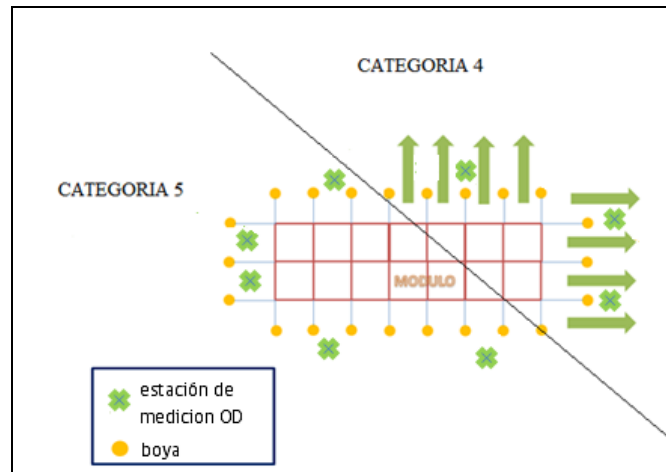


**Figura 6:** Esquema de la distribución de las estaciones de medición de oxígeno disuelto en un centro de cultivo con un módulo de cultivo.

#### 5.6. Medición de las variables de la columna de agua para INFAs de sectores de categoría mixta

En el caso de sectores categoría mixta que tengan en común la medición las variables de la columna de agua (categorías 1, 3, 4, 5, 6 y 7) deberán realizar la medición de estas, solo una vez y no repitiéndola para cada una de las categorías que

corresponda al sector mixto y midiendo con el número de estaciones propuestas en el 5.5 del presente documento, 8 estaciones de medición (Figura 7) y en la temporalidad propuesta en el punto 5.4 del presente documento.



**Figura 7:** Esquema que ejemplifica la aplicación de la medición de oxígeno disuelto, en centros categoría mixta.

## 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL PERFECCIONAMIENTO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE MUESTREOS Y MEDICIONES ESTABLECIDOS

### 6.1. OXÍGENO DISUELTO

Se deberá incorporar a los procedimientos actualmente vigentes (CPS e INFA) las siguientes adecuaciones, que permitan perfeccionar la medición del oxígeno disuelto y garantizar la idoneidad de las metodologías para la correcta toma de datos, y por ende la correcta evaluación de ellos.

- 6.1.1. Se deberá especificar que los “equipos” a utilizar deben estar acorde al área en la que se van a realizar las mediciones (ejemplo: máxima profundidad de medición acorde a la profundidad de fondo o rango de medición de las distintas variables).
- 6.1.2. Se deberá incorporar el concepto de “mantención y calibración de equipos” como parte de los procedimientos descritos en la R.Exe. N° 3612/09. Se deberá establecer que los equipos utilizados en la medición de las variables

de la columna de agua deberán contar con calibraciones periódicas, como mínimo una vez al año y pruebas de equipos.

El objetivo de la “prueba de equipos” es realizar una verificación de la calibración realizada mediante el contraste de la medición con un método de determinación directa del contenido de oxígeno disuelto (método Winkler). Los análisis químicos de estas pruebas, en el caso de las INFAs deberán ser realizados por él o los laboratorios que el Servicio designe.

- a) Los equipos YSI 6600, YSI EXO u otro que no realice su calibración en el extranjero, deberá realizar la prueba de equipos en los meses de enero y agosto de cada año.
- b) Los equipos que son enviados al extranjero para su calibración, podrán realizar la calibración correspondiente cada dos años y deberán realizar una “prueba de equipos” cada seis meses, la primera de estas pruebas deberá realizarse al cumplirse un año desde la calibración, y la segunda seis meses después de la primera.
- c) El procedimiento de la prueba de equipo consiste en bajar los equipos que se desean verificar a una profundidad aproximada de 10 metros (la profundidad puede variar dependiendo de la ubicación de la picnoclina, ya que se requiere que las muestras de agua sean tomadas bajo esta capa).

Las muestras se comienzan a recoger luego de transcurridos cinco minutos, tiempo destinado para asegurar la estabilización del equipo, luego de este tiempo se deberán tomar 5 muestras, las cuales se fijarán cuidando la manipulación de las soluciones y las jeringas para fijar, de modo de evitar la contaminación de ellas. Además se deberá setear la hora del equipo de acuerdo a la hora local y comprobar que la botella oceanográfica usada para la toma de muestras esté en perfecto estado, de modo de evitar filtraciones y pérdidas de agua.

- d) Las pruebas de equipos deberán ser realizadas en presencia de funcionarios del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, y los datos crudos de los equipos (en formato original y transformado a texto) deberán ser entregados en terreno al funcionario, inmediatamente al finalizar la prueba.
- e) Una vez que se realice el análisis de los datos obtenidos en las pruebas de equipos, el Servicio enviará a la entidad de análisis un correo electrónico con la autorización de uso del equipo y su fecha de vigencia.

Los resultados de estas pruebas con la autorización de su uso deben estar disponibles para los verificadores de terreno designados por Servicio.

6.1.3. Se deberá incorporar como parte del procedimiento de “toma de datos” correspondiente a las mediciones in situ de las variables de la columna de agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y porcentaje de saturación), las siguientes consideraciones:

- a) El tiempo mínimo de estabilización de los sensores es de cuatro minutos, contados desde que el equipo ingresa al agua. Una vez finalizado este tiempo, traer el equipo a la superficie sin que salga fuera del agua y comenzar el lance.
- b) En el caso de los sensores multiparamétricos YSI 6600, además de lo indicado en el punto anterior, deberá considerar la estabilización de dos minutos por cada una de las profundidades de interés.
- c) Utilización de un peso muerto adecuado a cada uno de los sitios de medición, que permita un ángulo mínimo de inclinación del cable.
- d) Para equipos CTD perfiladores de la columna de agua, el ejecutor deberá mantener una velocidad de bajada constante, de acuerdo a los valores recomendados por el fabricante, la misma velocidad deberá mantenerse para la subida.
- e) El intervalo de tiempo entre mediciones, debe ser seteado a fin de obtener la mayor cantidad de datos. (ejemplo: cada 4 segundos para YSI 6600 o 4 mediciones en 1 segundo para SBE19 plus).

6.1.4. Al procedimiento de análisis de datos se deberá incorporar especificaciones correspondientes al procesamiento de datos:

- a) El procesamiento de datos debe cumplir con los pasos indicados en los manuales de cada equipo.
- b) Para el caso de los multiparamétricos YSI 6600, el procesamiento en cada profundidad de interés deberá considerar la eliminación de los datos tomados en el primer minuto y el promedio de los datos del segundo minuto.
- c) Para el caso del CTDO, perfiladores de la columna de agua, se deberán utilizar los datos tomados durante la bajada del instrumento.

## 6.2. POTENCIAL REDOX, PH Y TEMPERATURA DEL SEDIMENTO

La medición mediante electrodos de los parámetros Potencial Redox y pH debe incluir las siguientes consideraciones:

6.2.1. Se deberá incorporar como parte del procedimiento el ítem “calibración o verificación de los equipos” La calibración o verificación de los electrodos debe realizarse antes de comenzar los muestreos en cada sector a muestrear (o centro de cultivo), cada vez que el equipo se apague o cada vez que el equipo muestre valores dudosos. La verificación de los instrumentos se debe realizar con soluciones trazables en pH cercanos a 4, 7 y 10 en agua de mar o agua dulce según corresponda al ambiente del sector que se quiera muestrear y con soluciones de referencia de 200 a 275 mV. El procedimiento básico para la verificación de los equipos es el siguiente:

- a) Una cantidad de la solución de referencia debe ser vaciada en un vaso de precipitado limpio para insertar los electrodos, la cual luego de ser utilizada, debe ser desechada.
- b) Luego de cada medición en solución de referencia, los electrodos deben ser lavados con abundante agua destilada y secados con toalla de papel (no el bulbo)
- c) Las soluciones de referencia no deben estar contaminadas, deben ser llevadas a terreno en su envase original y con etiqueta en buen estado, a fin de poder visualizar claramente la fecha de vencimiento.

6.2.2. Se deberá incluir como parte del procedimiento de “toma de datos”:

- a) La medición del pH y Redox debe realizarse simultáneamente, con un equipo en el caso que éste permita el uso de los electrodos redox y pH, o con dos equipos, para equipos que solo permita uno de los electrodos además del de temperatura. Al terreno deberán llevarse además, un electrodo y un equipo de repuesto.
- b) En situaciones en la que la estabilización de los valores de pH y/o redox no sea indicada por el equipo debido a su constante variación, las lecturas deben anotarse a los dos minutos.
- c) Una vez terminadas las mediciones en terreno se deberá realizar la limpieza de los electrodos, de acuerdo a lo establecido por el fabricante (limpieza estándar).

- d) Todas las muestras deben ser preservadas en frío ( $\leq 4^{\circ}\text{C}$ ) desde el momento de ser tomadas y deberán ser ingresadas al laboratorio de análisis en menos de 24 horas. Para mayor lapso de tiempo, como por ejemplo para el track de muestreo, las muestras deben ser congeladas.

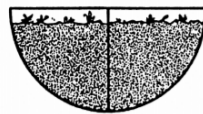
### 6.3. PROCEDIMIENTOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS Y TRASLADO

Debido a la diversidad de procedimientos que se aplican en terreno y diferencia de criterios al enfrentarse las condiciones de terrenos, en especial aquellos cuyo objetivo es la toma de datos de sedimento; es que requiere establecer procedimiento básico que permita una estandarización de aquellos procedimientos y tratamiento correspondientes:

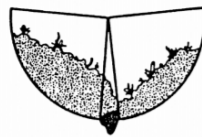
#### 6.3.1. Muestreo y medición de variables del sedimento

Las mediciones in situ de las variables de los sedimentos (pH, Temperatura, potencial redox) y la toma de muestras para análisis químicos (materia orgánica, granulometría y macrofauna bentónica) deberán ser realizadas de acuerdo a las especificaciones básicas indicadas a continuación:

- a) Luego del lance de la draga, esta debe ser elevada lentamente para que el agua decante con la menor pérdida de finos contenidos en la muestra; al momento de llegar a la superficie y recuperara las muestras, se debe constatar que esté cerrada y que contenga una cantidad de sedimento aceptable según Figura 8. De lo contrario se deberá repetir el procedimiento.



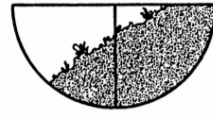
ACEPTAR si la profundidad mínima de penetración ha sido alcanzada (cantidad suficiente de sedimento) y existe una capa de agua sobre la muestra.



RECHAZAR, muestra lavada, piedra bloquea la draga.



RECHAZAR, muestra parcial inclinada.



RECHAZAR, muestra lavada.

**Figura 8:** Muestras obtenidas con dragas que son aceptables o no.

### 6.3.2. Transporte de equipos y embarcaciones

Se deberá señalar que los equipos e insumos deben ser transportados en contenedores adecuados y acondicionados para protegerlos en caso de mal tiempo, accidente, caída o cualquier impacto que pueda provocar su deterioro.

En el caso de que quien realice los muestreos y que utilice embarcaciones arrendadas o propias, deberá considerar para las embarcaciones algunas consideraciones técnicas que a continuación se indican:

La embarcación deberá cumplir con los siguientes requisitos

- a) Tener un tamaño apropiado y condiciones adecuadas de navegación para resistir sin problemas las condiciones climáticas y geográficas presentes en el lugar donde se va a muestrear.
- b) Tener vigentes, todos los permisos y seguros correspondientes.
- c) Contar con tripulación calificada para realizar las actividades a desarrollar.
- d) Contar con todos los elementos de seguridad, suficientes para la tripulación para el personal de terreno de la entidad de análisis y para la entidad verificadora designada por el Servicio (balsa salvavidas y chalecos salvavidas debidamente autorizados por la Autoridad Marítima).
- e) Espacio en cubierta adecuado para los trabajos a realizar.
- f) Para las embarcaciones utilizadas en campañas que comprendan más de un día de trabajo, contar un sistema que permita mantener las muestras congeladas (suministro continuo de electricidad de 220 volts, con generados para 220 volts) y además, contar con habilidades adecuada



para el personal de la entidad de análisis y para el verificador designado por el Servicio (baño, camarote, alimentación).

- g) Debe contar con un equipamiento adecuado para tomar todas las medidas de bioseguridad (higiene y desinfección) tendientes a evitar la diseminación de agentes patógenos entre centros de cultivo y equipos de desinfección tales como hidrolavadora, maniluvios y pediluvios.
- h) Tener autonomía de agua y combustible para asegurar el abastecimiento para todos los días del track de navegación (desde la salida hasta el regreso a puerto).

#### 6.4. REQUISITOS PARA PROFESIONALES DE TERRENO QUE REALIZAN CPS O INFA Y RUTINAS A REALIZAR PREVIAS A UN TERRENO

- 6.4.1. Los profesionales encargados de realizar muestreos y/o mediciones, deberán contar con los conocimientos y experiencia necesaria para realizar las mediciones y muestreos que se van a realizar (uso de draga, toma de muestras para análisis requeridos, mediciones de las variables de sedimentos, uso de ecosonda, GPS, cámaras o ROV submarinos, entre otros).
- 6.4.2. Contar con los conocimientos y experiencia necesaria para realizar la revisión de los datos de la columna de agua y detectar inconsistencias en éstos. En caso de detectar errores en terreno, las mediciones deberán ser repetidas en el momento. Lo mencionado anteriormente, será verificado por profesionales del Servicio o por profesionales de la entidad verificadora que éste encomiende.
- 6.4.3. Conocer y llevar a terreno, la información relacionada con los muestreos y mediciones que se realizarán en el sector de muestreo (código de centro, ubicación, track de la campaña, categoría del centro, etc.).
- 6.4.4. Antes de la salida a terreno, verificar que se cuenta con todos los equipos e insumos necesarios para el trabajo que se desarrollará. Deberá además verificar que éstos están en buenas condiciones, vigentes y con sus calibraciones al día.
- 6.4.5. Realizar la revisión en terreno, antes de iniciar las mediciones en un centro de cultivo, del estado de los equipos (membrana, voltaje de las pilas, memoria, fecha, hora, intervalo de medición). Para lo indicado anteriormente, la entidad de análisis deberá disponer en terreno de un computador que le

permita al verificador de terreno designado por el Servicio, visualizar estos aspectos.

- 6.4.6. Presentar al verificador de los muestreos de terreno designado por el Servicio, los certificados de calibración y en los casos que corresponda, las autorizaciones de uso emitidas por el Servicio, de los equipos que se usarán en las mediciones de terreno.
- 6.4.7. Revisar que los datos consignados en el acta y planilla de verificación de trabajos en terreno del Servicio (en poder del verificador de terreno designado por el Servicio), coincidan con los anotados en sus planillas de terreno (planilla de muestreo de la entidad de análisis).
- 6.4.8. Firmar el acta de verificación de muestreos en terreno.

## 7. MEDICIONES DE CORRIENTES

- 7.1. Se propone modificar la temporalidad de las mediciones de corrientes, aumentando el registro de corrientes de 24 horas a 30 días. Dicha modificación se justifica en que las mediciones deben cubrir al menos aquella variabilidad temporal de los mínimos y máximos, que en buena medida para el caso de los fiordos del sur de Chile está sujeta a la variabilidad de la marea. Tapia *et al.*, 2017, realizaron una evaluación de la variabilidad de las corrientes, donde en base a datos de corrientes registrados por un largo período, se calcularon aquellos parámetros para caracterizar el régimen hidrodinámico local, y se compararon estos valores con aquellos obtenidos a partir de simulaciones. Los resultados indicaron que se requiere de un mínimo de entre 15 y 25 días de mediciones, en lugar de 24 horas, dependiendo de la sección y profundidad del fiordo, para asegurar una adecuada caracterización de las velocidades de las corrientes mínimas y máximas en cuanto a su variabilidad. En base a estos resultados y recomendaciones de expertos en el tema del régimen de corrientes asociado a la actividad de acuicultura, se ha extendido el período de registro de corrientes a 30 días, para caracterizar de manera correcta la magnitud y velocidad de la corriente.
- 7.2. Por otro lado las mediciones de corrientes deberán incluir las siguientes consideraciones que complementen las actuales:
  - Se deben utilizar equipos acústicos o mecánicos (puntual) con una resolución mínima de 0,5 cm/s.

- En caso de utilizar un perfilador acústico de corrientes Doppler (ADCP), este se debe fondear a 1 m del fondo, o a 60 m de profundidad en el caso que la profundidad total del sector sea mayor a 60 m, el cual deberá producir mediciones en la columna de agua a intervalos verticales máximos de 4 m.
  - Para el caso de correntómetros mecánicos (puntuales), se deberá instalar una línea con tres equipos: superficial (sobre la picnoclina), a media agua (bajo la picnoclina), y a 1 metro del fondo en el caso que la profundidad sea menor a 60 m, y en el caso que la profundidad sea mayor a 60 m se debe instalar el correntómetro a una profundidad de 60 m.
  - En ambos casos se debe proporcionar mediciones de velocidad de la corriente a intervalos máximos de 10 minutos.
  - Simultáneamente a la correntometría euleriana y en la búsqueda de agentes forzantes de las corrientes, se efectuarán mediciones de dirección e intensidad del viento por 30 días.
  - Cada una de las mediciones realizada deberá ser procesada a fin de proporcionar estadísticas de resumen, incluyendo:
    - i) Los datos obtenidos se deben analizar con el programa que entregue el fabricante del equipo, eliminando las interferencias por ecos en el lecho subacuático y en las olas en superficie.
    - ii) Se debe calcular la frecuencia de ocurrencia de cada rango de velocidad y dirección de la corriente.
    - iii) Se debe realizar el análisis de Vector Progresivo, las series de tiempo por componente U (E-W) y V (N-S) y las rosas de corrientes en las capas superficial, intermedia y fondo.
    - iv) Se debe realizar el análisis de la serie de marea.
    - v) Se deberán realizar las correlaciones entre procesos geofísicos, como por ejemplo con el viento.
- 7.3. Dado que esta mejora, en el levantamiento de información de corrientes permitirá evaluar escenarios relacionados con el aporte y dispersión de materia orgánica, se estima que este cambio debe ser aplicado a aquellos centros de cultivo que generen la mayor carga orgánica al sistema. Lo anterior, particularmente referido a los cultivos intensivos que alimenten con dietas artificiales.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Tapia, F. J., Buchan, S., Pizarro, O., Daneri, G., Quiñones, R. A., R. Norambuena, Pantoja, S. Measuring currents at potential aquaculture sites: recommendations to improve procedures and requirements to grant aquaculture concessions in Chile. *Aquac Environ Interact*. Submitted June 2017.



**EUGENIO ZAMORANO VILLALOBOS**  
Jefe División de Acuicultura