



RESOLUCIÓN QUE ESTABLECE  
METODOLOGÍA PARA EL LEVANTAMIENTO DE  
INFORMACIÓN, PROCESAMIENTO Y  
CÁLCULOS DEL ESTUDIO DE INGENIERÍA, Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS  
ESTRUCTURAS DE CULTIVO, A LA QUE SE  
REFIERE EL ARTICULO 4° LETRA E) DEL D.S.  
N° 320 DE 2001, DEL ACTUAL MINISTERIO DE  
ECONOMIA, FOMENTO Y TURISMO.

VALPARAISO, 18 AGO 2020

R. EX. N° 1821

VISTO: El Informe Técnico (D.AC.) N° 650 de fecha 22 de julio de 2020, contenido en el Memorándum (D.Ac.) N° 657, de fecha 22 de julio de 2020, y los Oficios (D.Ac.) N° 1824, N° 1825, N° 1826 y N° 1827, de fecha 27 de diciembre de 2019, todos de la División de Acuicultura de esta Subsecretaría; el oficio D.G.T.M. Y M.M. ORD. N° 12600/42 S.S.P. Y A., de fecha 28 de enero de 2020, de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante; lo dispuesto en el D.F.L. N° 5, de 1983; la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones, cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el D.S. N° 430, de 1991, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; la ley N° 19.880; el D.S. N° 320 de 2001, y sus modificaciones, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

**CONSIDERANDO:**

Que el Reglamento Ambiental para la Acuicultura establecido por el D.S. N° 320 de 2001, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, fue publicado en el Diario Oficial el 14 de diciembre de 2001, con el objetivo de dar cumplimiento a lo establecido en los artículos 74° y 87° de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

Que mediante D.S. N° 168 de 2011, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, se modificó el artículo 4° letra e) del citado reglamento, en el sentido de establecer que la metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería, así como las especificaciones técnicas de las estructuras de cultivo, se establecerán por resolución de esta Subsecretaría, con consulta previa al Ministerio del Medio Ambiente.

Que mediante Informe Técnico (D.AC.) N° 650 de 2020, citado en Visto, la División de Acuicultura de esta Subsecretaría, elabora la propuesta de metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos del estudio

de ingeniería (“memoria de cálculo”), así como las especificaciones técnicas que deban cumplir las estructuras que conformar los centros de cultivo intensivos de salmones.

Que mediante Oficio (D.Ac.) N° 1827 de 2019, citado en Visto, se consultó en forma previa al Ministerio del Medio Ambiente. En atención a que el informe solicitado a la fecha no ha sido evacuado y a lo previsto en los artículos 24 inc. 3° y 38, ambos de la Ley N° 19.880, se prescindirá del mismo.

## R E S U E L V O:

1.- Establézcase la metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería (“memoria de cálculo”), así como las especificaciones técnicas de las estructuras que conformar los centros de cultivo intensivos de salmones, de conformidad con el artículo 4° letra e) del D.S. N° 320 de 2001, y sus modificaciones, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

2.- Para los efectos de la presente resolución se entenderá por:

- a) Acuicultura: actividad que tiene por objeto la producción de recursos hidrobiológicos organizada por el hombre.
- b) Artes de cultivo: elementos o sistemas utilizados para realización de acuicultura. Se comprenden dentro de estos las redes, linternas, cuelgas y demás elementos destinados a la contención de especies en cultivo, así como los elementos de fijación, flotación y protección de los mismos.
- c) Balsa: estructura semirrígida con boyantes y estabilidad, cuyo objetivo es dar soporte a los sistemas de confinamiento de especies en cultivo.
- d) Centro de cultivo o centro: lugar donde se realiza acuicultura.
- e) Certificación anual del centro de cultivo: inspección en terreno del centro de cultivo, realizada por un profesional o entidad debidamente calificados, inscritos en el registro al que hace referencia el artículo 122 letra k) de la Ley General de Pesca y Acuicultura, y distinto del titular, que tiene por finalidad comprobar las condiciones de seguridad de los módulos de cultivo y del fondeo de los centros de cultivo, así como de las demás disposiciones contenidas en esta normativa.
- f) Ciclo productivo: período de tiempo para que una especie hidrobiológica en cultivo alcance el grado de desarrollo necesario suficiente para continuar con la o las siguientes etapas productivas. En el caso de la engorda de peces, es el período que va entre el ingreso o siembra de una generación de ejemplares hasta su cosecha total o el despoblamiento total del centro de cultivo.
- g) Concesión de acuicultura: es el acto administrativo mediante el cual el Ministerio de Defensa Nacional otorga a una persona los derechos de uso y goce, por el plazo de 25 años renovables sobre determinados bienes nacionales, para que ésta realice en ellos actividades de acuicultura.

- h) Corrientes Euleriana: consiste en medir la intensidad y dirección de la corriente en un punto fijo.
- i) Corriente Lagrangiana: consiste en seguir el movimiento de una parcela de fluido en el espacio y el tiempo, permitiendo trazar la línea de corriente de la parcela. De esta forma, el método lagrangiano permite obtener la magnitud y dirección de la corriente promedio para cada instante de medición de la posición de la parcela de fluido.
- j) Titular: titular de una concesión de acuicultura o persona natural o jurídica que tenga un derecho sobre dicha concesión y que lo habilite al ejercicio de la actividad de acuicultura en ella, debidamente inscrito, de conformidad con el artículo 81 de la Ley General de Pesca y Acuicultura.
- k) Verificación semestral del centro de cultivo: inspección en terreno del centro de cultivo, efectuada por el titular, que tiene por finalidad comprobar que se mantienen las condiciones de seguridad de los módulos de cultivo y del fondeo de los centros de cultivo, con fines de mantención en caso necesario, para el restablecimiento de las condiciones de seguridad, debiendo registrarse.

## **TITULO I**

### **DEL LEVANTAMIENTO, MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE CULTIVO.**

3.- Para los efectos previstos en esta resolución, serán considerados parámetros ambientales para el diseño del sistema de cultivo las siguientes variables, cuyas mediciones se deben hacer de forma simultánea: corrientes, viento, olas, calidad de fondo y batimetría.

La validez de las mediciones de corrientes, viento y olas será de 5 años. La validez de las mediciones de calidad de fondo y batimetría será de 10 años, a menos que ocurra un fenómeno natural o antropogénico que altere o modifique el área del fondo marino, en cuyo caso, se deberá realizar un nuevo levantamiento de la información de dichas variables en el área de emplazamiento del o los módulos de cultivo.

#### **Párrafo I**

##### **Medición de corrientes.**

4.- Las observaciones de las corrientes Euleriana se prolongarán por un período mínimo de 30 días, con un intervalo de muestreo que no podrá exceder los 10 minutos.

El monitoreo se realizará al menos en dos oportunidades, una en la temporada invernal y otra en la temporada estival.

5.- Las mediciones de corrientes Euleriana deberán realizarse con perfilador(es) de corrientes tipo ADCP (Acoustic Doppler Current

Profiler), programados de tal manera que se establezcan capas con un espesor y distribución que aseguren la medición de las corrientes en toda la columna de agua, en cualquier estado de la marea.

Para ello se deberá verificar que el/los instrumento(s) utilizado(s) se encuentre(n) instalado(s) de tal forma que las mediciones no sean influenciadas por detalles batimétricos, que puedan afectar la obtención de datos representativos del área de interés.

6.- Paralelamente a las mediciones de corrientes Euleriana, se deberán desarrollar mediciones de correntometría Lagrangiana, mediante lances de derivadores durante mareas de siccias y de cuadratura, en condiciones de marea llenante y vaciante, a lo menos en dos niveles de profundidad, los cuales deberán ser monitoreados por un período mínimo de una hora.

7.- El titular de la concesión podrá justificarse con antecedentes técnicos, obtenidos de bibliografía científica en aguas chilenas o de otras fuentes, que la marea no es el principal forzante de las corrientes, con la única finalidad de efectuar las mediciones con los derivadores, en fechas y horarios no relacionados.

Los derivadores deberán tener dimensiones que aseguren un fiel reflejo de la deriva de un cuerpo de agua a una determinada profundidad, por lo que no deberán ser inferiores a 0,70 x 0,90 m<sup>2</sup>.

8.- Tanto la cantidad del instrumental como su distribución espacial, deberán planificarse para obtener resultados que sean representativos del área de interés.

Si el/los perfilador(es) de corrientes poseen sensor de presión integrado, se podrán utilizar dichas mediciones con el único propósito de determinar la relación existente entre el nivel del mar y las componentes ortogonales de la corriente.

9.- El posicionamiento del instrumental de correntometría Euleriana y Lagrangiana, deberá ser realizado con equipo GPS Diferencial, quedando las diferencias de posiciones en coordenadas vinculadas a la Red Geodésica Nacional, o en su defecto con GPS Navegador, lo cual dependerá de la precisión del instrumental empleado.

10.- Simultáneamente a la correntometría Euleriana fija y en la búsqueda de agentes forzantes de las corrientes, se efectuarán mediciones horarias del nivel del mar y de viento.

11.- Se deberá estimar la velocidad de corriente con períodos de retorno de 10 y 50 años, utilizando los siguientes factores:

$$V_{cb} * 1,65 = \text{período de retorno 10 años}$$

$$V_{cb} * 1,85 = \text{período de retorno 50 años}$$

12.- El análisis del estudio de corrientes debe contener, a lo menos, los siguientes aspectos:

- a) Control de calidad de la información, incluyendo las metodologías empleadas.
- b) Valor de corrección magnética utilizada y fuente de la cual fue extraída.
- c) Posición en coordenadas geográficas y/o UTM de los puntos monitoreados, indicando el datum geodésico utilizado e incluyendo un plano georreferenciado de la ubicación de la concesión y del instrumental.
- d) En el caso de las mediciones Eulerianas realizadas con perfiladores de corrientes ADCP programados para medir en múltiples capas, se deberán entregar esquemas o tablas resumen, donde se indiquen las profundidades de los lugares de fondeo y del instrumental, distancia de blanqueo y profundidades límites, máximas y medias, de cada capa registrada.
- e) Una tabla, con al menos 8 columnas de direcciones y 6 filas de bandas de intensidad (como mínimo), que contenga la frecuencia de ocurrencia en cada combinación, para el resumen de todo el largo de la base de datos, indicando, además, el número de datos utilizados en la elaboración de ésta. Estos resultados deberán ser complementados con histogramas y/o rosas direccionales.
- f) Magnitud máxima y media de la velocidad de la corriente registrada para cada dirección.
- g) Valores máximos, medios y mínimos de cada componente ortogonal.
- h) Diagrama de trazos para cada campaña de muestreo, especificando el eje de referencia y el valor de la escala de magnitud utilizada.
- i) Análisis de vector progresivo, indicando datos estadísticos descriptivos tales como: valores medios de la dirección, distancia recorrida y velocidad media, entre otros.
- j) Análisis espectral de las componentes ortogonales, indicando los grados de libertad e intervalo de confianza utilizados.
- k) Análisis de correlación cruzada entre componentes ortogonales de la corriente, viento y nivel del mar. Los resultados deberán ser complementados con una tabla y/o figura que contenga desfases (rezago) y los coeficientes de correlación para un mínimo de +/-24 horas, indicando la significancia estadística.
- l) Para el análisis de Correntometría Lagrangiana, indicar horas de inicio y de término, valores medios de magnitud y distancia vectorial, tanto de mediciones punto a punto, como de trayectoria neta.
- m) Análisis de la corriente en la columna de agua integrada, las cuales pueden ser representadas como perfiles de velocidad promedio.
- n) Informe técnico.

13.- El informe técnico de medición de corrientes deberá contener, a lo menos, lo siguiente:

- a) Descripción y características del área de estudio, considerando el área del emplazamiento de la concesión.
- b) Descripción, características técnicas y posicionamiento del instrumental utilizado.
- c) Certificados de calibración de los instrumentos utilizados.
- d) Huso horario empleado en todas las mediciones efectuadas.
- e) Metodología de los controles de calidad de los datos registrados.
- f) Metodología de procesamiento y análisis efectuados.

- g) Resultados y conclusiones para cada campaña.
- h) Comparación de resultados entre ambas campañas de mediciones, determinando la variación estacional de las corrientes en el lugar de interés.

Este informe deberá ser complementado con el respaldo digital, además de disponer de los datos crudos y procesados de los análisis que correspondan, con su respectiva metadata.

## **Párrafo II** **Estudio de los vientos.**

14.- El estudio de vientos tendrá como objetivo determinar el clima de viento operacional y/o el viento extremo en el sitio de la concesión, suficientes para establecer los valores de diseño de ingeniería.

Se deberán realizar las estimaciones del viento con períodos de retorno de 10, 25 y 50 años.

15.- La realización de mediciones y registros de vientos en el lugar, requerirá de la instalación de una estación meteorológica en el punto más cercano al sitio de la concesión.

Esta estación meteorológica deberá ser capaz de registrar y almacenar en memoria interna, la dirección y velocidad del viento, tanto de los valores instantáneos, medios y máximos (ráfagas).

16.- El instrumental utilizado deberá ser instalado de tal forma, que las mediciones no sean afectadas por características topográficas u obstáculos cercanos, tales como árboles, construcciones u otros, que puedan interferir en la obtención de datos representativos del sitio de la concesión.

Asimismo, se deberá contar con la documentación completa referente a las características y capacidades del instrumental utilizado, con determinación exacta de los umbrales de funcionamiento de los equipos, con el fin de verificar que posean la capacidad de caracterizar tanto los valores mínimos (calmas), como los máximos (ráfagas) del viento local.

El equipo deberá contar con los implementos necesarios para poder verificar su funcionamiento en terreno.

17.- Se deberán utilizar mediciones a intervalos de muestreo máximos de un minuto, con el fin de permitir el análisis posterior de los eventos máximos. Sin perjuicio de lo anterior, no se aceptará un intervalo de muestreo superior a 10 minutos.

18.- Para hacer el estudio de vientos de larga data ("vientos históricos"), se deberá recurrir a bases de datos que sean propiedad del

Se podrán presentar dos casos de aplicabilidad de estas fuentes de información:

- a) Caso 1: Que la estación meteorológica de registro de vientos de larga data esté cercana al sitio de la concesión o se encuentre hasta una distancia máxima de 50 kilómetros del referido sitio, y que no existan obstáculos importantes como cadenas montañosas o desniveles en altitud (costa a pampa).

En este caso se deberá obtener una base de datos de al menos 10 años de duración y con registros en lo posible horarios o en su defecto, no superior a 6 horas. Dicha base de datos deberá ser validada con la información proporcionada por las mediciones *in situ*.

- b) Caso 2: Que la estación meteorológica de registro de vientos de larga data se encuentre a una distancia mayor de 50 kilómetros del sitio de la concesión y su información no sea repetible ni aplicable al referido sitio.

En este caso la extensión de la base de datos dependerá de las condiciones del sector de estudio, por lo que se deberá cumplir lo dispuesto en el “Caso 2” letra b) del numeral 20.-

19.- El informe del estudio de vientos deberá contener, al menos, la siguiente información, procesamiento y análisis:

- a) Control de calidad de la información de viento, incluyendo las metodologías empleadas.
- b) Valor de la corrección magnética utilizada y fuente de la cual fue extraída.
- c) Posición en coordenadas geográficas y/o UTM de las estaciones meteorológicas, indicando el datum geodésico utilizado e incluyendo un plano georreferenciado de la ubicación del sitio de la concesión y del instrumental.
- d) Una tabla con al menos 8 columnas de direcciones y 6 filas de bandas de intensidad de viento (como mínimo), conteniendo la frecuencia de ocurrencia en cada combinación, para el resumen de todo el largo de la base de datos, indicando, además, el número de datos utilizados en la elaboración de ésta, cuyos resultados deberán ser complementados con histogramas y/o rosas direccionales.
- e) Una tabla con al menos 8 columnas de direcciones y 6 filas de bandas de intensidad de viento (como mínimo), conteniendo la frecuencia de ocurrencia en cada combinación, para el promedio de cada uno de los meses del año de la base de datos, indicando, además, el número de datos utilizados en la elaboración de ésta, cuyos resultados deberán ser complementados con histogramas y/o rosas direccionales y gráfico de ciclo anual.
- f) Una tabla con al menos 8 columnas de direcciones y 6 filas de bandas de intensidad de viento, para 6 horas discretas del día, separadas cada 4 horas, conteniendo la frecuencia de ocurrencia de cada combinación en cada una de estas horas, para el resumen de todo el largo de la base de datos, indicando además el número de datos

- utilizados en la elaboración de ésta, cuyos resultados deberán ser complementados con histogramas, rosas direccionales y gráfico del ciclo diario.
- g) Identificación de la magnitud máxima y media de la velocidad del viento registrada para cada dirección, en cada una de las tablas indicadas entre d) y f).
  - h) Identificación de los valores máximos, medios y mínimos de cada componente ortogonal, incluyendo el porcentaje de participación de éstas.
  - i) Análisis espectral de las componentes ortogonales, indicando los grados de libertad e intervalo de confianza utilizados.
  - j) Análisis estadístico de los valores extremos que resulte en una estimación de las máximas velocidades del viento por dirección, con una extrapolación mayor o igual a 5 períodos de retorno y hasta tres veces el largo del registro de la serie de datos histórica, incluyendo el error asociado al cálculo.

20.- De conformidad con los datos obtenidos en el numeral 18.- sobre “vientos históricos”, y cuya finalidad será la de establecer la similitud entre los datos *in situ* y los datos históricos, para establecer la serie de tiempo que podría ser utilizada en la determinación de los valores de diseño, se podrán presentar dos casos de aplicabilidad de estas fuentes:

- a) Caso 1: se procesará la información histórica con las mediciones de viento realizadas en el sitio de la concesión, por un período mínimo de 30 días, en caso de que las series de datos sean estadísticamente similares. Mientras que, en caso de que los registros de datos no presenten una buena correlación (esto es inferior a 95% de significancia), validado a través de una prueba estadística, las mediciones *in situ* deberán extenderse por un período mínimo de 1 año. En ambas situaciones se deberá dar cumplimiento a lo establecido en los numerales 19.- y 21.-.
- b) Caso 2: se procesará la información histórica con las mediciones de viento que se realicen en el sitio de la concesión, por un período mínimo de 1 año, de acuerdo a lo señalado en los numerales 19.- y 21.-, o se deberá validar la información con al menos 1 año de vientos modelados en el referido sitio.

21.- Para la comparación y validación con la información histórica, se deberá:

- 1) Estandarizar ambas bases de datos (mediciones históricas e *in situ*) a una altura de 10 metros sobre el nivel del terreno del sitio de la concesión, indicando fórmulas y factores de corrección.
- 2) Hacer un análisis estadístico comparativo entre las magnitudes y las direcciones de las bases de datos local e histórica.
- 3) Aplicar la metodología válida para determinar la correlación de velocidad y dirección del viento, para lo cual se realizará un análisis de correlación cruzada entre las componentes ortogonales de ambas bases de datos.

Los resultados deberán ser complementados con tablas y figuras que contengan los desfases y coeficientes de correlación, para un mínimo de +/-24 horas, indicando la significancia estadística.

Si ambas bases de datos son estadísticamente similares, se deberán utilizar las mediciones de larga data estandarizada, en el análisis de los valores extremos.

Si ambas bases de datos son estadísticamente diferentes, se deberá realizar una validación de los datos de largo período, con referencia a la información de la estación ubicada en el sitio de la concesión, según metodología propuesta por la empresa. No obstante, en caso de que la validación no se ajuste a la data *in situ*, se podrán utilizar éstos en el análisis de valores extremos, las cuales solo tendrán un carácter referencial.

22.- El informe técnico de vientos deberá contener, a lo menos, la siguiente información:

- a) Descripción y características del sitio de la concesión.
- b) Descripción, características técnicas y posicionamiento del instrumental utilizado.
- c) Certificados de calibración de los instrumentos utilizados.
- d) Huso horario empleado en todas las mediciones efectuadas.
- e) Metodologías de los controles de calidad de los datos registrados.
- f) Metodologías de procesamiento y análisis efectuados.
- g) Valores de viento extremo.
- h) Resultados y conclusiones.

Este informe deberá ser complementado con el respaldo digital, además de disponer de los datos crudos, históricos y procesados de los análisis que correspondan.

### **Párrafo III Estudio de olas.**

23.- El estudio de olas tendrá como objetivo determinar el clima de oleaje operacional y el oleaje extremo en el sitio de la concesión.

24.- Para las mediciones instrumentales de un oleaje regular (Teoría lineal de oleaje) se recomienda utilizar  $H_{max} = 1,86 * H_s$ , para un oleaje irregular en costa abierta se recomienda utilizar espectro Jonswap, y para fiordos se recomienda utilizar espectro Pierson-Moskowitz.

25.- Con la finalidad de contar con una descripción completa del clima de oleaje en aguas profundas, se deberá disponer de una base de datos de oleaje espectral bidimensional, de a lo menos 20 años, con la cual se deberá presentar una serie de tiempo de diversos parámetros de interés (altura significativa espectral, período máximo espectral y el espectro direccional de energía, tanto para la energía total, como para cada una de las componentes direccionales del espectro, si corresponde al caso).

Los estudios de oleaje en aguas profundas, se deberán desarrollar mediante la preparación de un hindcast espectral bidimensional (en función de la frecuencia y dirección), calculando y entregando los espectros bidimensionales cada tres horas como máximo. Para ello, se deberá utilizar un modelo matemático de hindcast de tercera generación, debidamente validado por las condiciones del oleaje del sitio de la concesión.

El hindcast en aguas profundas deberá ser validado contra las mediciones de olas instrumentales existentes (tales como boyas SHOA u otros) y/o datos satelitales. El ejecutor deberá identificar como se realizó la validación del método utilizado, proporcionando ejemplos, ya sea en gráficos y/o tablas indicando la calidad de la validación en aguas profundas. En el caso de que no existan datos suficientes en aguas profundas, se realizarán las mediciones necesarias para lograr el objetivo del estudio.

26.- La determinación del clima de oleaje en aguas someras (transformación de oleaje), se deberá realizar mediante el análisis de transferencia espectral bidimensional, desde aguas profundas hacia el sitio de interés, aislando y transfiriendo los componentes del espectro, mediante modelos numéricos de propagación de olas, obteniendo los espectros del sitio de la concesión y luego calculando los parámetros necesarios para determinar el clima de oleaje operacional en el referido sitio. Los métodos deberán considerar los principales efectos de la batimetría y de la línea de costa, tales como, el asomamiento, la refracción y la difracción, entre otros, según corresponda a las características del referido sitio.

Para verificar los resultados de la transformación de oleaje, se deberá entregar un archivo digital que contenga los espectros bidimensionales, obtenidos en aguas someras y aguas profundas.

Independiente de la metodología de transferencia, la validación de esta información se debería efectuar mediante la medición de olas *in situ*, las cuales se utilizarán para validar los métodos de propagación antes descritos.

27.- El estudio del clima de oleaje en aguas interiores (generación de oleaje), se define como el cálculo de olas en el borde costero, que no está sujeto a la influencia de zonas oceánicas (fiordos, canales y lagos).

Para este caso se utilizará información histórica de vientos, según lo indicado en el párrafo II. de este título, cuyos datos deberán ser trasladados a la zona del mar mediante factores de transformación (determinados por la elevación, rugosidad, temperatura, entre otros), con la finalidad de representar el viento que sopla sobre la superficie del mar en el sitio de la concesión, principal generador del oleaje local.

Mediante los datos de vientos obtenidos, se realizará el hindcast de olas, utilizando 10 años de información de viento, el cual deberá tomar en cuenta todos los procesos de generación y transformación del oleaje, para estimar el clima de ola en el referido sitio, con el objeto de determinar el oleaje de diseño y/o el oleaje operacional, según corresponda.

Para verificar que la transformación de los datos históricos de vientos a la superficie del mar sean los adecuados, se deberá comparar con los vientos *in situ*, cuya metodología de medición se indica en el párrafo II. de este título, obtenidos en la zona más cercana posible al mar, para poder obtener los vientos que generan el oleaje en el sitio de la concesión.

28.- El desarrollo del clima de oleaje extremo, deberá estar basado en el análisis de las olas extremas, que han sido definidas por medio del set de datos obtenidos desde el hindcast de oleaje. En aguas profundas para sitios con influencias oceánicas, según lo indicado en el numeral 25.-, y sobre el sitio de la concesión para sitios sin influencias oceánicas, según lo descrito en el numeral 27.-, o mediciones de larga extensión.

El análisis de olas extremas deberá ser efectuado identificando y aislando, como mínimo, las mayores tormentas ocurridas en cada uno de los 20 años de hindcasting (al menos 20 eventos), para cada una de las componentes direccionales del oleaje más significativos para el referido sitio (tipos Sea y Swell que llegan generalmente desde el tercer y cuarto cuadrante a las costas de Chile) requeridos en el numeral 25.-, con el fin de observar el oleaje de diseño para diferentes direcciones y caracterizar el oleaje en casos extremos.

Con esta información, se deberá llevar a cabo un análisis estadístico de los valores extremos, que arroje una estimación de la altura significativa de la ola con períodos de retorno de 10, 25 y 50 años (se recomienda utilizar la función de Gumbel, Weibull o Pereto). Además, se deberá incluir en el análisis, los parámetros claves (altura significativa (Hs), período de “peak” espectral (Tp), dirección de incidencia (Dir), fecha y duración) asociados a cada tormenta.

Adicionalmente, se deberá incluir una estimación del error asociado a la determinación de la altura de la ola significativa de oleaje extremo, basado en el análisis estadístico de las tormentas.

29.- El clima de oleaje operacional, tiene como objetivo estudiar la evolución del conjunto de parámetros en el tiempo y la caracterización del oleaje en el sitio de la concesión, el cual deberá estar basado en los datos obtenidos por la transferencia espectral (clima de oleaje en aguas someras) o por el hindcast de oleaje local (clima de oleaje en aguas interiores), debidamente validados según se indica en los numerales 30.- y 31.-

Para ambos casos, se deberá calcular la información relevante que determine las condiciones de operación, identificando los parámetros de resúmenes producidos por la energía total del espectro y sus componentes direccionales. Para ello, se deberán construir tablas de incidencias (Altura v/s Dirección, Período v/s Dirección y Altura v/s Período), rosas de oleaje y períodos, con la finalidad de establecer las variaciones diarias, mensuales, anuales e interanuales.

Con el fin de analizar los límites de operatividad sobre el referido sitio, se deberán caracterizar las condiciones de oleaje más adversas que se producen durante el año y que podrían afectar a las actividades que se realizan sobre la localidad de interés, por ello, se deberán presentar tablas de incidencias comparativas, a lo menos entre invierno y verano, estableciendo las diferencias más significativas del oleaje y las condiciones operacionales que posee el lugar durante cada estación.

30.- La validación del modelo hindcast del clima de oleaje en aguas profundas, se realizará mediante un análisis estadístico de los resultados, con mediciones instrumentales de olas o datos satelitales, provistas por organizaciones públicas o privadas (tales como boyas de medición de oleaje pertenecientes al SHOA), en el caso de que no exista información *in situ*.

Esta validación deberá ser realizada para una ubicación en aguas profundas, representativa de las condiciones de oleaje costa afuera, disponible en las proximidades del sitio de interés, el cual no deberá estar influenciado por efectos batimétricos ni por la línea de costa. Para ello, se identificará el período preciso de medición de oleaje y se extraerán los parámetros de olas del hindcast, correspondiente a este mismo período.

Con estas dos bases de datos (mediciones históricas e *in situ*), se procederá a proveer la siguiente información:

1. Características del sistema de medición utilizado (boyas, receptor en tierra).
2. Datos del sistema fondeo (Posición Geográfica, Profundidad Sonda).
3. Cálculos estadísticos tales como: diferencias generales del Sesgo (Bias) y Error Cuadrático Medio (RMS), entre los datos medidos y los del modelo hindcast.
4. Se analizará y comparará la información mediante la utilización de gráficos de excedencia de altura y período de ola, utilizando herramientas estadísticas.

31.- La validación del clima de oleaje en el sitio de la concesión, obtenido por la transferencia espectral de clima de oleaje en aguas someras o por el hindcast de oleaje local (clima de oleaje en aguas interiores), deberá ser validado por medio de mediciones *in situ*, según las características geográficas del lugar:

- a) En sitios parcialmente protegidos del oleaje SW o NW (resguardados del oleaje que incide por el tercer cuadrante (Hemisferio Sur), o el oleaje incidente del cuarto cuadrante (Hemisferio Norte)), donde el oleaje está altamente influenciado por la difracción, su evolución debe ser caracterizada mediante el empleo de modelos numéricos capaces de simular este fenómeno, cuyos resultados podrían ser validados por solo una campaña de medición.

Si ello no es posible, se deberán realizar las correcciones necesarias para cubrir esta deficiencia y realizar validaciones del clima del oleaje mediante dos campañas de mediciones, una durante la temporada de invierno (para analizar el oleaje dominante que viene desde el SW) y la otra durante verano (para analizar el oleaje dominante que entra desde el NW), o dos mediciones simultáneas, una en un punto que esté

fuera de los efectos de difracción y otra en el sitio de la concesión, que esté directamente influenciado por este fenómeno.

- b) En sitios abiertos al Océano Pacífico, sin ningún tipo de protección de las olas que inciden por el tercer y/o cuarto cuadrante, el clima de oleaje podrá ser validado por una campaña de medición de oleaje en cualquier período del año. Esto sólo podrá ser aplicado cuando existan razones fundamentadas que argumenten la no existencia del fenómeno de difracción o que su influencia es insignificante para el estudio.
- c) En sitios influenciados principalmente por el oleaje local, corresponde aplicar lo establecido para el clima de oleaje en aguas interiores establecido en el numeral 27.-, debiendo realizar como mínimo una campaña de medición para la validación del hindcast local.

32.- Para los estudios de clima de oleaje en aguas someras y clima de oleaje en aguas interiores, deberán desarrollarse campañas de medición de olas *in situ* con una duración mínima de 30 días cada una, para caracterizar el oleaje en el rango de períodos de olas de 3 a 30 segundos.

El instrumento deberá ser instalado cerca del sitio de la concesión y registrar olas cada 3 horas como máximo, por un período de muestreo de a lo menos 18 minutos y con una frecuencia de muestreo de 0,5 segundos (2Hz) como mínimo.

Se deberá indicar el huso horario empleado en las mediciones y las coordenadas geográficas y UTM de la posición de fondeo del instrumento en datum WGS 84.

El instrumental a utilizar deberá ser capaz de registrar al menos período, altura y dirección de olas. El registro puede ser efectuado en memoria interna o en tiempo real.

Las mediciones con instrumentos ubicados en el fondo, deberán ser efectuadas preferentemente entre el veril de 10 y 20 metros, no siendo conveniente instalarlos en la zona de rompiente o próximo a ella.

33.- Para todos los casos anteriores, la validación se realizará mediante una comparación representativa entre las mediciones de olas de corto plazo y la climatología de olas de largo plazo, cuyo período mínimo de comparación corresponde al mismo establecido en el numeral 32.-

Lo anterior se podrá realizar mediante alguna de las siguientes opciones:

- a) Comparación estadística utilizando todos los años del hindcast de oleaje sobre el referido sitio. En este caso, se extraerán para cada año los parámetros de olas correspondientes al período de medición de los datos de oleaje *in situ*.

- b) Comparación estadística en el período exacto de medición de los parámetros de olas del hindcast sobre el referido sitio. En este caso, se extraerán los datos del hindcast cuyas fechas correspondan exactamente al período de medición de oleaje *in situ*.

En ambos casos, se deberá realizar un análisis estadístico entre los datos del hindcast de olas transferidas y las mediciones de corto plazo (datos *in situ*), de manera de poder cotejar ambas bases de datos. Se deberá presentar una comparación estadística detallada de los principales parámetros de olas (como por ejemplo: la determinación del error cuadrático medio, la varianza y la covarianza), entre las mediciones *in situ* y aquellas obtenidas desde el hindcast para la altura significativa de olas, período de máxima energía del espectro y la dirección promedio del oleaje, presentando además, una serie de tiempo para cada uno de los parámetros mencionados, en el cual se comparan los datos medidos *in situ* con los resultados del modelo.

34.- El informe deberá contener, a lo menos, la siguiente información:

- a) Descripción y características del sitio de la concesión.
- b) Certificados de calibración de los instrumentos utilizados.
- c) Parámetros de extracción de los datos registrados por el equipo (raw).
- d) Metodología del control de calidad de los datos registrados.
- e) Descripción, características técnicas y posicionamiento del instrumental.
- f) Intervalo y períodos de muestreo empleado en la observación.
- g) Corrección magnética utilizada y fuente de la cual fue extraída.
- h) Fuentes de datos e información, y cualquier otro antecedente que permita establecer el marco conceptual en el cual se desarrolló el trabajo.
- i) Metodología de los procesamientos y análisis realizados.
- j) Descripción del o los modelos numéricos utilizados.
- k) Análisis espectral: niveles de confianza y grados de libertad.
- l) Copia de datos registrados (crudos y procesados) y de los postprocesos en formato digital (datos espectrales 2D en aguas profundas y someras, batimetrías utilizadas para el o los modelos de transferencia de oleaje, datos de vientos históricos del sector o lugar más cercano, datos de vientos medidos *in situ*, datos de oleaje generado por el hindcast local, y todos los datos utilizados en el estudio, según corresponda).
- m) Resultados deberán ser presentados en forma clara y de fácil revisión.
- n) Representación en figuras y gráficos de los resultados.
- o) Resultados de clima de oleaje operacional y extremo.

Este informe deberá ser complementado con el respaldo digital, además de disponer de los datos crudos y procesados de los análisis que correspondan, con su respectiva metadata.

**Párrafo IV**  
**Estudio de la calidad del fondo.**

35.- El estudio de la calidad del fondo tendrá como objetivo la caracterización de sedimentos, para determinar la composición de la capa sedimentaria del sitio de la concesión, para lo cual deberá aplicarse la siguiente metodología:

a) Realizar una clasificación del fondo marino mediante un análisis de retrodispersión de sonda multihaz para la clasificación de fondos marinos (backscatter), donde se deberá caracterizar el sedimento describiendo las capas y composición de éstas (tales como fango, arena, arcilla, conchuela, piedra). En caso que, el titular disponga de datos de granulometría *in situ*, deberán incluirse con el fin de complementar el estudio.

b) Deberá entregar un registro fotográfico del fondo con fotografías y/o videos mediante ROV submarinos, en alta definición o superior.

36.- El informe del análisis de retrodispersión de sonda multihaz deberá contener, a lo menos, la siguiente información:

- a) Descripción y características de la futura área donde se pretenden instalar los fondeos.
- b) Descripción del levantamiento en general, por ejemplo: propósito, fecha, área, equipo usado, etc.
- c) El sistema geodésico de referencia usado, es decir dátum horizontal y vertical, incluyendo la vinculación a un marco de referencia geodésico basado en ITRF (por ejemplo, WGS-84) si se utiliza un dátum local.
- d) Procedimientos de calibración del equipo y resultados.
- e) Método de corrección de la velocidad del sonido.
- f) Incertidumbres alcanzadas y los respectivos niveles de confianza.
- g) Retrodispersión del fondo marino obtenido a partir de los datos de ecosonda, debidamente corregidos y filtrados.
- h) Características de textura derivadas de matrices de ocurrencia y co-ocurrencias de niveles de gris de la retrodispersión del fondo marino, en conjunto con los sombreados y la batimetría, para identificar límites entre diferentes clases de sedimentos y su clasificación.
- i) La información final debe entregarse en archivos XYZ (longitud, latitud, profundidad corregida) en formato ASCII, además de planos ACAD, mapa o perfil de distribución de los sedimentos, superficial y subsuperficial, según corresponda.
- j) Análisis de carácter descriptivo y estadístico de los resultados y su respectiva discusión, incluyendo la revisión bibliográfica de tipos de sedimentos del área de estudio.

37.- En el caso de no utilizar un análisis de retrodispersión, se deberá realizar una toma de muestras de sedimentos del fondo marino, para lo cual deberá aplicarse la siguiente metodología:

- a) Se deberán tomar las muestras dentro de la futura área donde se pretenden instalar los fondeos, considerándose a lo menos 10 puntos de muestreo, con espaciamiento adecuado que cubra toda la referida área.
- b) Se deberán analizar en laboratorios especializados que deberán contar con acreditación conforme a la norme técnica Nch 17.025:2005 o su equivalente, ante el Sistema Nacional de Acreditación administrado por el Instituto Nacional de Normalización.
- c) Los certificados granulométricos correspondientes a cada muestra deberán formar parte del informe. Dichos documentos deberán indicar los valores representativos de cada apertura de malla o tamaño de grano. En ningún caso se podrá presentar un certificado de carácter acumulativo.
- d) La escala a utilizar para el análisis granulométrico será la de Udden-Wentworth (1922) o la escala logarítmica de Krumbein (1963).
- e) Los métodos instrumentales que se deberán utilizar para la toma de muestra, podrán ser draga, buzo autónomo o corer manual.
- f) Todos los puntos de muestreo deberán ser georreferenciados.

38.- En el caso de optar por toma de muestras de conformidad con el numeral anterior, el informe deberá contener, a lo menos, la siguiente información:

- a) Descripción y características de la futura área donde se pretenden instalar los fondeos.
- b) Descripción, características técnicas y posicionamiento del instrumental.
- c) Metodología de análisis, mencionando referencias bibliográficas y/o programas utilizados.
- d) Certificado del análisis de muestras de sedimentos emitidos por un laboratorio, tanto en papel como en formato digital.
- e) Tablas y gráficos de los resultados granulométricos obtenidos para cada muestra, según sea el caso.
- f) Mapa o perfil de distribución de los sedimentos, superficial y subsuperficial, según corresponda.
- g) Coordenadas UTM y geográficas de las estaciones de muestreo, indicando el dátum geodésico utilizado.
- h) Análisis estadístico que valide la comparación entre muestras, en donde se presentará a lo menos desviación estándar, asimetría y curtosis.
- i) Análisis de carácter descriptivo y estadístico de los resultados y su respectiva discusión.
- j) Resultados y conclusiones.
- k) Lo anterior deberá ser complementado con el respaldo digital en donde se presenten, además, los datos del tamizado y los procesados, en el marco del análisis granulométrico.

39.- Cualquiera sea la metodología aplicada para analizar la caracterización de la calidad de fondo, se deberán realizar las pruebas de tracción correspondientes, con el fin de determinar el poder de agarre del ancla o elemento de anclaje, tal como se indica en los numerales 84.- y 85.-

## **Párrafo V Estudio de batimetría.**

40.- El estudio de batimetría deberá ser del tipo “Batimetría Exploratoria”, según lo indicado en las Instrucciones Hidrográficas N°5 del SHOA.

Asimismo, el control geodésico, posicionamiento del GPS, medición de profundidades, comprobación de ecosonda y todo lo que conlleve a una determinación batimétrica, debe seguir las especificaciones de las Instrucciones Hidrográficas N°5 del SHOA.

Este estudio deberá cubrir el 100% de la futura área donde se pretenden instalar los fondeos, con un cubrimiento de corridas cada 20 metros, paralelas al eje mayor del sector solicitado, prolongándose a lo menos 200 metros en todas las direcciones, y corridas transversales cada 50 metros.

La escala de los levantamientos, será 1:1.000 o 1:500, de modo que permita determinar el relieve batimétrico en la forma más clara y precisa posible

41.- Los procedimientos de análisis de los datos obtenidos, deberán estar dirigidos a cumplir los siguientes objetivos:

- a) El levantamiento en general, como por ejemplo propósito, fecha, área, equipo usado, etc.
- b) El sistema geodésico de referencia usado, es decir dátum horizontal y vertical, incluyendo la vinculación a un marco de referencia geodésico basado en ITRF (por ejemplo WGS-84) si se utiliza un dátum local.
- c) Procedimientos de calibración y resultados.
- d) Método de corrección de la velocidad del sonido.
- e) Dátum y reducción de marea.
- f) Incertidumbres alcanzadas y los respectivos niveles de confianza.
- g) La información final debe entregarse en archivos XYZ (longitud, latitud, profundidad corregida) en formato ASCII, además de planos ACAD.

## **TITULO II DEL MÓDULO DE CULTIVO.**

42.- Para los efectos previstos en esta resolución, los elementos que conforman el Módulo de Cultivo son el sistema de flotación de las balsas jaulas (metálicas o plásticas) y el sistema de contención de especies en cultivo (red pecera y lobera).

43.- Los principales componentes que conforman el sistema de flotación del módulo de cultivo, son los indicados en la Tabla 1.

La vida útil de los componentes es un elemento esencial para garantizar la integridad estructural de los mismos.

La vida útil de los materiales nuevos será la indicada por el fabricante, en documento que lo acredite y que permita su trazabilidad. Con todo, se podrá extender la vida útil de los diferentes componentes del módulo de cultivo en la medida que se acredite, a través de un documento, que aún están en condiciones de ser utilizados para los fines que fueron concebidos, debiendo dejarse registro de ello conforme lo señala la siguiente Tabla 1:

Materiales	Vida útil Fabricante	Pruebas de vida útil (ej. pruebas de herrumbre, corrosión, prueba de corte y fatiga, etc.)
<b>Jaulas metálicas (pasillos)</b>		
<b>Pasadores pasillos metálicos</b>		
<b>Baranda metálica</b>		
<b>Boyas plásticas</b>		
<b>Boyas metálicas</b>		
<b>Flotadores</b>		
<b>Grilletes</b>		
<b>Guardacabos</b>		
<b>Brackets</b>		
<b>Cabos</b>		
<b>Cadena</b>		
<b>Cables</b>		

**Tabla 1. Vida útil de los principales elementos del módulo de cultivo.**

44.- Los principales tipos que conforman el sistema de contención de especies en cultivo, son la red pecera y red lobera.

45.- Para determinar la resistencia a la ruptura mínima y el tiempo de vida útil de una red pecera, previamente se deberá determinar el grado de dimensión de la misma, considerando los siguientes parámetros: alturas de olas, velocidad de corrientes, profundidad de la red y perímetro de la red, conforme lo señala la siguiente Tabla 2:

Profundidad de la Jaula (m)	Perímetro de la Jaula (m)							
	<49	50-69	70-89	90-109	110-129	130-149	150-169	>170
0-15	I	II	III	IV	V	V	VI	0
15,1-30	II	II	III	IV	V	VI	VII	0

30,1-40	III	III	IV	V	V	VI	VII	0
>40	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla 2. Grado de dimensión de las redes.**

Para sitios con olas de alturas inferiores a 2,5 m y velocidades de corrientes menores a 0,75 m/s, la dimensión va a depender del perímetro de la red y la profundidad total de la misma, la cual será determinada de conformidad con la Tabla 2.

Para sitios con olas y corrientes superiores a 2,5 m o 0,75 m/s respectivamente, el grado de dimensión será automáticamente de “0”.

46.- Para determinar la resistencia a la ruptura mínima de una red nueva, se debe considerar tanto el tamaño de malla de la red como el grado de dimensión obtenido de conformidad con la Tabla 2. del numeral anterior, conforme a los valores indicados en la siguiente Tabla 3:

Media malla (mm) *	Grado de dimensión							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	0
	Resistencia a la ruptura mínima en la jaula (kgf)							
≤ 6,0	21	21	25	25	25	25	25	25
6,0-8,0	25	31	31	39	39	39	39	39
8,1-12,0	31	39	47	55	55	55	55	55
12,1-16,5	39	47	55	63	71	71	79	79
16,6-22,0	47	63	79	79	79	95	95	95
22,1-29,0	63	71	95	95	117	136	136	136
29,1-35,0	95	95	117	117	136	136	151	151

**Tabla 3. Valores de resistencia a la ruptura mínima de una red nueva.**

47.- El fabricante de la red deberá emitir un documento que permita su trazabilidad y que contendrá las especificaciones técnicas de la red, entre las cuales se deberán incluir al menos, que cumple con la resistencia mínima exigida, indicar la fecha de fabricación y la vida útil de la red.

48.- Con todo, solo se podrá extender la vida útil de la red en la medida que se acredite, a través de un testeo cuyo resultado deberá contar en un documento, que aún están en condiciones de ser utilizada para los fines que fue concebida. Este deberá ser realizado en talleres que cuenten con el equipamiento de laboratorio necesario para estos efectos. Este equipo de laboratorio deberá contar con calibraciones vigentes y estar certificado por organismos acreditados.

En redes que serán utilizadas para centros de dimensión de grado “0”, los números de testeos deberán ser el doble.

Una vez testeada la red, se deberá contrastar el resultado obtenido con la resistencia requerida en la Tabla 3. Para poder validar y aprobar la red para su nuevo uso, se exigirá que esta tenga a lo menos un 65% de la resistencia inicial indicada en la Tabla 3. Si esto se cumple, el taller deberá emitir un certificado que acredite que la red puede ser utilizada por los 12 meses siguientes.

Este proceso se puede repetir cuantas veces sea necesario hasta que la red ya no cumpla con el mínimo requerido (65% de la resistencia

indicada en Tabla 3), en cuyo caso no podrá ser utilizada, y deberá realizarse su disposición final cumpliendo con la normativa vigente.

49.- Para el uso de la red pecera se deberá considerar lo siguiente:

- a) El plazo de utilización de la red comenzará desde que ésta es ingresada al agua en el centro de cultivo correspondiente.
- b) Tendrá un plazo máximo de 12 meses, contados desde la fecha de emisión del documento extendido por el fabricante.
- c) Si transcurrido el plazo de 12 meses la red no ha sido ingresada al agua, deberá ser enviada a un taller, según corresponda, para que la resistencia a la ruptura mínima sea nuevamente testeada y certificada conforme al procedimiento descrito en el punto iii. Este certificado tendrá una validez de 3 meses contados desde la fecha de su emisión. Si transcurrido este tiempo la red no ha sido ingresada al agua, deberá repetirse este procedimiento de certificación.
- d) Para ser instalada en un centro de cultivo, deberá contar con el documento emitido por el fabricante o el certificado emitido por el taller, según corresponda.
- e) El titular del centro de cultivo deberá llevar un registro del uso efectivo de la red, la que deberá contar con un sistema que permita su trazabilidad, con el fin de asegurar que se da cumplimiento a la vida útil de la misma.

50.- La resistencia mínima y vida útil de la red lobera será la indicada por el fabricante, de lo cual deberá existir algún documento que lo acredite y permita su trazabilidad.

Con todo, solo se podrá extender la vida útil de la red en la medida que se acredite, a través de un testeo cuyo resultado deberá contar en un documento, que aún están en condiciones de ser utilizada para los fines que fue concebida.

### **TITULO III DEL SISTEMA DE FONDEO.**

51.- Para los efectos previstos en esta resolución, el Sistema de Fondeo se definirá a través de la memoria de cálculo de fondeo, en adelante "memoria de cálculo", la cual contendrá fundamentos técnicos que permitan soportar las estructuras de cultivo a instalar, considerando las fuerzas ambientales ejercidas sobre dichas estructuras.

#### **Párrafo I Consideraciones generales para la confección de la memoria de cálculo.**

52.- Todo centro de cultivo deberá contar con una memoria de cálculo previa, con el objeto de que la instalación de las estructuras de cultivo y fondeo se realice de acuerdo con las condiciones batimétricas, geográficas, meteorológicas y oceanográficas del lugar de emplazamiento de la concesión otorgada.

53.- La memoria de cálculo deberá especificar claramente el rango de condiciones para las cuales se diseñó la estructura, con el fin de informar de la efectividad y seguridad de las actividades que se desarrollan en base a dicha

estructura.

54.- La confección de la memoria de cálculo implicará determinar las fuerzas ambientales que actuarán sobre el sistema (módulo de cultivo y fondeo), para lo cual se deberá considerar el escenario más desfavorable, es decir, aquellas condiciones ambientales extremas que afectarán al módulo de cultivo y sus fondeos.

Una vez definidas estas fuerzas, se definirán los materiales que serán utilizados.

55.- La metodología a emplear para la elaboración de la memoria de cálculo de fondeo, según el tipo de análisis que se realice, podrá ser estática o dinámica.

56.- Para la elaboración de una memoria de cálculo de fondeo, será necesario presentar el proyecto del centro de cultivo, entregando la siguiente información básica:

1. Titular de la concesión.
2. Mapa de ubicación de la concesión.
3. Ubicación geográfica (en coordenadas UTM) y
4. Objetivos del estudio (cantidad de módulos y cantidad de peces).

57.- Para la descripción del módulo de cultivo, en relación a la confección de la memoria de cálculo, se deberá presentar como mínimo la siguiente información:

1. Tipo de balsa(s) jaula(s).
2. Dimensiones de la(s) balsa(s) y número de balsas por tren o módulo, según corresponda el tipo de balsa.
3. Tipos de pasillos utilizados en cada módulo, dimensiones de cada pasillo, peso de cada pasillo, tipo, dimensiones y cantidad de flotadores por pasillo.
4. Tamaño de la red de confinamiento, presentando planos.
5. Tamaño de malla de la red de confinamiento, material(es) y diámetro de hilo, cuando corresponda.
6. Tamaño de la red pajarera (presentar planos), identificando su configuración funcional (tensores, reticulado etc.), cuando corresponda.
7. Tamaño de malla de la red pajarera, material(es) y diámetro de hilo, cuando corresponda.
8. Tamaño de la red lobera, presentando planos, identificando su configuración funcional (tensores, reticulado etc.), cuando corresponda.
9. Tamaño de malla de la red lobera, material (es) y diámetro de hilo, cuando corresponda.

Los elementos que conforman el módulo de cultivo, se presentaran de acuerdo con la siguiente Tabla 4:

Módulo de Cultivo	Material	Cantidad	Documentación del proveedor (especificaciones técnicas)
Pasillos			
Barandas			
Pasadores			
Flotadores			
Redes pajareras			
Redes peceras			
Redes loberas			
Brackets			
Cuerdas			
Cáncamo			

**Tabla 4. Elementos que conforman el módulo de cultivo.**

58.- Para la descripción del sistema de fondeo, se deberá presentar el plano de ingeniería del detalle del sistema, entendiéndose como el diseño y dimensionamiento para cada línea de fondeo, e incluirá un plano con todos los componentes, tales como, cabos, cadenas, cables, muertos, anclas, pernos de anclaje, herrajes, boyas, entre otros, de acuerdo a la siguiente Tabla 5:

Componentes	Material	Resistencia	Cantidad	Documentación del proveedor (especificaciones técnicas)
Grilletes				
Cadenas				
Cabos				
Guardacabos				
Boyas				
Anillos de distribución				
Muertos				
Ancla				
Pernos de anclaje				

**Tabla 5. Elementos que conforman el sistema de fondeo.**

## Párrafo II Del análisis estático de la memoria de cálculo.

59.- La memoria de cálculo de fondeo a través del método estático consistirá en determinar la fuerza de arrastre total de un sistema de cultivo con formulaciones lineales que tienden a sobre o subestimar los resultados.

Estos resultados estarán en función de la acción de la corriente, oleaje y viento para luego dividir dicha fuerza de arrastre resultante en una

cantidad de líneas de fondeo que, dado cierto dimensionamiento, resistirán las fuerzas incidentes con un margen de seguridad.

60.- La fuerza de arrastre ( $F_A$ ) corresponderá a la sumatoria de las fuerzas de arrastre por viento ( $F_V$ ), oleaje ( $F_W$ ) y corriente ( $F_C$ ).

$$F_A = F_V + F_W + F_C$$

No obstante, la metodología de cálculo para la fuerza de arrastre debe ser complementada con la información establecida en el párrafo V de este título.

61.- La fuerza de arrastre por viento está en función de la velocidad del viento y del área expuesta. También depende de algunas constantes propias de la forma y altura de la estructura a fondear. Se calculará de la siguiente forma:

$$F_V = \frac{1}{2} * \rho_a * C_h * C_s * A_{exp} * V_V^2$$

Donde:

$F_V$ : Fuerza de arrastre por viento.

$\rho_a$ : Densidad del aire.

$C_h$ : Coeficiente de altura (1 para alturas inferiores a 10 m).

$C_s$ : Coeficiente de forma (similar al coeficiente de arrastre según las figuras del numeral 79.-)

$A_{exp}$ : Área expuesta al flujo.

$V_V$ : Velocidad del viento.

Se considerará como área expuesta al flujo a los componentes que están sobre la línea de agua, aplicado específicamente a: el cerco perimetral lobero, redes pajareras, obra muerta de la estructura flotante (balsas) y pirámide pajarera.

62.- La fuerza de arrastre por corriente dependerá de factores como densidad del agua de mar, la velocidad de la corriente, la superficie de impacto y el coeficiente de arrastre de la corriente sobre la estructura y/o mallas. Se calculará de la siguiente forma:

$$F_c = \frac{1}{2} * \rho_{h_2o} * C_d * A_{exp} * V_c^2$$

Donde:

$F_c$ : Fuerza de arrastre por corriente.

$\rho_{h_2o}$ : Densidad del agua.

$C_d$ : Coeficiente de arrastre (en función del número de Reynolds y la forma del objeto a analizar).

$A_{exp}$ : Área expuesta al flujo.

$V_c$ : Velocidad de la corriente.

La fuerza por corriente actúa principalmente en los flotadores, en los pasillos del módulo, redes peceras y en redes loberas, debido al área expuesta que se encuentra con el flujo.

Para la determinación de la fuerza que ejerce la corriente sobre los flotadores se considerará el impacto sobre una forma plana.

El área expuesta al flujo de la red pecera se calculará de la siguiente forma:

$$A_{exp} = L_h * \phi$$

Donde:

$L_h$ : Longitud total de hilo en el primer paño de red (considera la longitud total del hilo expuesto al flujo).

$\phi$ : Diámetro del hilo.

El coeficiente de arrastre para el caso de las redes dependerá del tipo de red, ya sea pecera o lobera, su geometría y el material del hilo, puesto que la rugosidad y velocidad de corriente definirán el régimen del flujo, siendo éste laminar o turbulento. La determinación de este valor deberá hacerse de conformidad con lo dispuesto en el párrafo V de este título.

El modelo estático deberá incorporar un coeficiente de reducción de la velocidad de corriente ( $R$ ) producto de la resistencia que ponen los paños, el cual deberá aplicarse cada vez que se calcule la fuerza de arrastre para cada paño. Se propone considerar una reducción de un 10% en la velocidad de corriente al atravesar cada paño de red.

63.- La fuerza por oleaje será calculada en consideración al régimen de carga, profundidad del lugar, características de la ola y las dimensiones estructurales del(los) módulos de cultivo.

Para cada dirección de viento desfavorable, la combinación altura de ola - período deberá ser calculada.

La fuerza por olas y movimientos inducidos por oleaje en sistemas de anclaje permanente, serán calculados en el plano, es decir, para el cálculo se considerarán las olas en el plano XY, pero luego cuando se especifican las cargas por línea, se tomará en cuenta un plano cuyo ángulo de inclinación es entre la superficie del mar y la línea de fondeo que se conecta al fondo marino en la dirección paralela al nivel del mar.

Para estructuras esbeltas, las cuales no modifican significativamente el campo de olas incidente, podrá ser usada la formulación semi-empírica como la de Morison. Para calcular cargas de ola en estructuras que modifican significativamente el oleaje, se deberán usar métodos de difracción.

Cada combinación de altura de ola, período y profundidad de agua, considerado un rango de posiciones relativas a la estructura, deberá ser analizada para asegurar una adecuada determinación de máxima carga de oleaje en la jaula.

Para determinar la fuerza resultante, se establecerá cual es el área expuesta a su acción, en términos generales se deberán considerar las estructuras y flotadores.

El cálculo de fuerzas por oleaje se subdividirá en cargas horizontales: de arrastre y golpe de ola; y cargas verticales: de inercia, utilizando la formulación de Morison.

La fuerza hidrodinámica actuando normal al eje de una estructura cilíndrica estará dada por la ecuación de Morison. Se calculará de la siguiente forma:

$$F_W = F_D + F_I$$

Donde:

$F_W$  es la fuerza hidrodinámica por unidad de longitud a lo largo del miembro, actuando normal al eje de dicho miembro.

$F_D$  es la fuerza de arrastre o Drag por unidad de longitud.

$F_I$  es la fuerza de inercia por unidad de longitud.

El vector de fuerza de arrastre por unidad de longitud para un elemento rígido y estacionario, se calculará de la siguiente forma:

$$F_D = \frac{C_d}{2} * \rho * A * u_n * |u_n|$$

Donde:

$A$ : área proyectada en metros, del elemento en la dirección de la componente de velocidad perpendicular al flujo.

$C_d$ : coeficiente de arrastre (adimensional).

$u_n$ : componente de la velocidad, normal al eje de elemento en (m/s).

$|u_n|$ : valor absoluto de  $u_n$ .

$\rho$ : densidad de masa del agua de mar en ( $\text{kg s}^2/\text{m}^4$ ).

El vector fuerza de inercia por unidad de longitud para un elemento rígido y estacionario, se calculará de la siguiente forma:

$$F_I = \rho * V * C_M * a_n$$

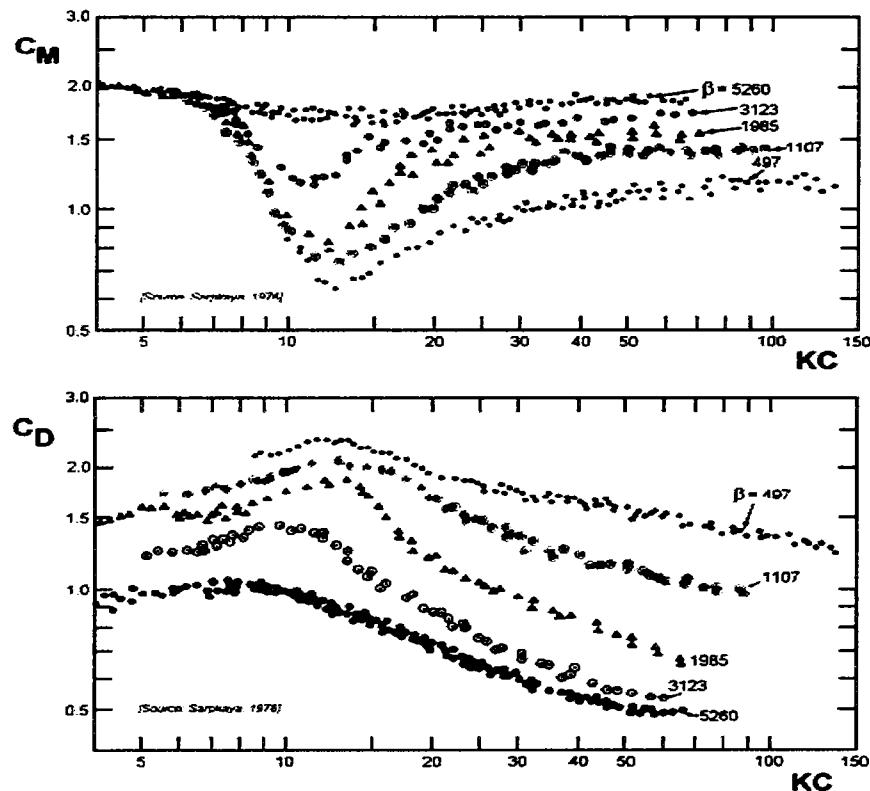
Donde:

$V$ : volumen del elemento.

$C_M$ : coeficiente de inercia basado en la masa del fluido desplazado por unidad de longitud (adimensional).

$a_n$ : componente del vector aceleración, normal al eje del elemento en (m/s<sup>2</sup>).

Los valores de  $u_n$  y  $a_n$  usados en la ecuación de Morison serán determinados usando la teoría de ondas para conocer la altura de ola y período de ola, considerando las profundidades del agua. El coeficiente de arrastre e inercia variarán considerablemente con la sección de la forma del elemento. El número de Reynolds y Keulegan Carpenter y la superficie rugosa, estarán basados en datos fiables obtenidos de literatura y pruebas de modelo o de prototipo. Para elementos cilíndricos con número de Reynolds mayores a  $1 \times 10^6$  y  $C_M$  y  $C_d$  podrán tomar valores de 0,6 y 1,8 respectivamente procurando que las incrustaciones marinas sean removidas periódicamente. Para otros números de Reynolds se recomienda seleccionar valores en base a las siguientes figuras.



Valores para coeficiente de arrastre e inercia en función de los números de Reynolds y Keulegan Carpenter de Sarpkaya (1976).

64.- Para determinar las tensiones máximas en los componentes del sistema de fondeo, para el caso del Sistema de Fondeo Intacto (SFI), se deberán estimar las tensiones máximas en todas las líneas de fondeo en función de las distintas combinaciones de viento, oleaje y corrientes que inciden en cada lateral y cabezal del tren o módulo de cultivo.

Para el caso del Sistema con Fouling (ScF), se deberán estimar las tensiones de todas las líneas de fondeo a las distintas combinaciones de viento, oleaje y corrientes que inciden en cada lateral y cabezal del tren o módulo de cultivo,

considerando el efecto del fouling como un aumento en la solidez, alcanzando en el caso de la red lobera y red pecera un valor de 0,5.

Finalmente, se deberá estimar el Estado Límite Accidental (ELA), para lo cual se deberá identificar claramente la línea de fondeo con la máxima tensión, para luego reevaluar las tensiones del sistema de fondeo con esta línea cortada.

Se deberá presentar una tabla con un resumen de los resultados obtenidos en la simulación indicando la línea de fondeo que presentó la máxima tensión en cada uno de los escenarios evaluados.

65.- Para cada uno de los tres escenarios anteriores (SFI, ScF y ELA) se deberá presentar: la tensión calculada a la cual se expone cada componente del sistema de fondeo (excepto boyas y elementos de sujeción como ancla o muerto), los factores de seguridad utilizados y el factor de utilización (K) el cual deberá ser menor que 1. Se calculará de la siguiente forma:

$$K = \frac{\sigma_{\text{Max}} * F_{\text{Amb}}}{\sigma_{\text{Cri}} * F_{\text{Mat}} * F_{\text{Ana}}}$$

Donde:

K: Factor de utilización.

$\sigma_{\text{Max}}$ : Tensión estimada.

$F_{\text{Amb}}$ : Factor de seguridad aplicada a la carga ambiental.

$\sigma_{\text{Cri}}$ : Tensión crítica (resistencia a la ruptura).

$F_{\text{Mat}}$ : Factor de seguridad aplicada al material.

$F_{\text{Ana}}$ : Factor de seguridad aplicada al tipo de análisis.

Para este caso, el factor a emplear será al menos 1,6. Los factores de seguridad aplicados al material y a la carga ambiental para el caso de Sistema de Fondeo Intacto, con Fouling y Estado Límite Accidental se encuentran detallados en el párrafo IV de este título.

### **Párrafo III Del análisis dinámico de la memoria de cálculo.**

66.- Para realizar una memoria de cálculo de fondeo a través de un análisis de simulación dinámica, el software a utilizar deberá estar sustentando como mínimo por el método de elementos finitos (MEF) con dominio en el tiempo, en el cual se realice un análisis global de las fuerzas de transmisión entre los componentes rígidos y flexibles, calculando las fuerzas locales y tensiones en cada componente.

67.- Al realizar la simulación dinámica, el operador del software deberá considerar todos los antecedentes expuestos con anterioridad

para construir el modelo, en especial el sistema de fondeo, que deberá considerar toda la información técnica respecto a la materialidad de los componentes empleados.

Respecto a las condiciones ambientales, bastará que el simulador considere la acción de la corriente, el viento y el oleaje.

68.- Se deberán estimar las tensiones máximas en todas las líneas de fondeo en función a la máxima velocidad de corriente, oleaje y viento las cuales deberán actuar al mismo tiempo y al menos en las direcciones 0°, 45° y 90° respecto al módulo (Sistema de Fondeo Intacto).

De igual manera, se deberán estimar las tensiones de todas las líneas de fondeo en función a la máxima velocidad de corriente, oleaje y viento, las cuales deberán actuar al mismo tiempo y al menos en las direcciones 0°, 45° y 90° respecto al módulo, considerando un factor de fouling que aumente la solidez de la pecera y lobera un 50% (Sistema con Fouling).

Para cada uno de los tres análisis del Sistema con Fouling, se deberá identificar claramente la línea de fondeo con la máxima tensión, para luego reevaluar las tensiones del sistema de fondeo con esta línea cortada (Estado Límite Accidental).

69.- Se deberá presentar una tabla con un resumen de los resultados obtenidos en la simulación dinámica, indicando la línea de fondeo que presentó la máxima tensión en cada uno de los escenarios evaluados.

70.- Para cada componente del sistema de fondeo (excepto boyo y elemento de sujeción como ancla o muerto) se deberá presentar la tensión máxima estimada en cada una de las simulaciones, los factores de seguridad utilizados y el factor de utilización (K) el cual debe ser menor que 1. Se calculará de la siguiente forma:

$$K = \frac{\sigma_{Max} * F_{Amb}}{\sigma_{Cri}} \\ F_{Mat} * F_{Ana}$$

Donde:

K: Factor de utilización.

$\sigma_{Max}$ : Tensión estimada.

$F_{Amb}$ : Factor de seguridad aplicada a la carga ambiental.

$\sigma_{Cri}$ : Tensión crítica (resistencia a la ruptura).

$F_{Mat}$ : Factor de seguridad aplicada al material.

$F_{Ana}$ : Factor de seguridad aplicada al tipo de análisis.

Para este caso, el factor a emplear será al menos 1,15. Los factores de seguridad aplicados al material y a la carga ambiental para el caso del Sistema de Fondeo Intacto, con Fouling y Estado Límite Accidental se encuentran detallados en el párrafo IV de este título.

**Párrafo IV**

**De las consideraciones para la determinación de factores de seguridad, coeficiente de arrastre de la red y clasificación de los sitios para un sistema de cultivo.**

71.- Se caracterizarán todas las cargas que deberán ser consideradas para el diseño de un sistema de cultivo de peces, de acuerdo con la siguiente Tabla 6:

Cargas permanentes: Carga viva de equipamientos	
Incluye	Peso del sistema de cultivo en seco
	Peso fijo del equipamiento
	Fuerzas de boyas estáticas
Cargas variables: Cargas intermitentes	
Incluye	Equipamiento mecánico
	Personal
	Alimentación
	Estabilizador variable
	Carga común del equipamiento primario y secundario
	Impacto de embarcación
	Defensa o amarras de embarcación
	Cargas aplicadas respecto a las operaciones
Cargas de deformación	
Incluye	Pre - tensión
	Amarras
	Temperatura
Cargas ambientales	
Incluye	Corrientes
	Vientos
	Oleaje
Cargas accidentales	
Incluye	Ruptura en las líneas de amarre
	Ruptura en los conectores
	Perforación o perdida de elementos de flotación

**Tabla 6. Tipos de cargas a considerar para el diseño de un sistema de cultivo.**

72.- El análisis de cada elemento estructural del sistema de fondeo, se calculará de acuerdo con las siguientes fórmulas:

<b>Relación de tensiones</b>	$S_f y_f \leq \frac{R}{\gamma_m}$
<b>Tensión admisible</b>	$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{critico}}{\gamma_m x y_f}$

<b>Factor de utilización</b>	$K = \frac{S_f \gamma_f}{R} < 1$
------------------------------	----------------------------------

Donde:

- $\sigma_{adm}$  : Tensión admisible.
- $S_f$  : Tensión debido a las fuerzas calculadas (fuerzas medio ambientales, propio peso, etc.)
- $\gamma_f$  : Factor de seguridad respecto a las condiciones ambientales.
- $\gamma_m$  : Factor de material.
- R : Resistencia del material o esfuerzo critico (Punto de fluencia del material).
- K : Factor de utilización (Si es menor a 1 cumple el diseño el elemento estructural y si es mayor a 1 no cumple).

73.- Los factores de seguridad que se utilizarán en la estructura, respecto al análisis de capacidad de flotación, será igual a 1, para el sistema de fondeo completo se utilizará un factor de carga ambiental 1,3 y para condiciones de daño, los factores de carga serán igual a 1, tal como se describe en la Tabla 7:

Situación de dimensionamiento	Cargas permanentes	Cargas variables	Cargas de deformación	Cargas ambientales
Capacidad de flotación	1,0	1,0	1,0	1,0
Capacidad del sistema del cultivo	1,0	1,0	1,0	1,3
Condición de daño	1,0	1,0	1,0	1,0

Tabla 7. Factores de carga para el diseño estructural.

74.- Para lograr una correcta selección y dimensionamiento del elemento de anclaje, se deberán considerar como aspectos más importantes:

- Material constituyente del suelo marino.
- Batimetría.
- Dirección de carga: uni u omni-direccional.
- Magnitud de las cargas verticales máximas.
- Magnitud de las cargas horizontales máximas.
- Posicionamiento requerido: Inexacto o exacto.

Para la elección de uno u otro elemento de anclaje, se considerarán los siguientes factores de material, según se detalla en la siguiente Tabla 8:

Tipo de elemento	Factor de material ( $\gamma_m$ )
<b>Cabo sintético</b>	3,0
<b>Cabo sintético con nudos</b>	5,0
<b>Cadenas y componentes de cadena</b>	3,0
<b>Cadenas usadas</b>	5,0
<b>Disco de acoplamiento y conectores de acero</b>	5,0
<b>Grilletes</b>	4,0
<b>Pernos de roca y sistemas de unión</b>	3,0
<b>Boyas</b>	1,0
<b>Amarres de cadenas</b>	3,0

**Tabla 8. Factores de material para los elementos de las líneas de amarre.**

75.- Los factores de carga, respecto al tipo de análisis empleado, será fijado de conformidad con la siguiente Tabla 9:

Tipo de análisis	Factor de carga
<b>Análisis estático</b>	1,60
<b>Análisis dinámico</b>	1,15

**Tabla 9. Factores de carga respecto al tipo de análisis.**

76.- Respecto a la realización de un análisis de fatiga, en el caso de los factores de carga para las instalaciones de acero, los estados límites son los que caracterizan el factor de material, es decir, se deberá estimar el accidente límite o la fatiga límite de un componente estructural, utilizando los factores de material mínimo, tal como se describe a continuación:

Factores de material para estados límites	Parámetros	Factor de material ( $\gamma_m$ )
<b>Fatiga límite</b>	Factor para todos los materiales	1,0
<b>Accidente límite</b>	Factor para todos los materiales	1,0

**Párrafo V**  
**De la selección de coeficientes de arrastre en la determinación de carga hidrodinámica sobre redes.**

77.- La carga hidrodinámica será determinada en base a una componente que representa la carga de arrastre y otra componente de inercia. En el caso de las redes, la carga debido al arrastre será dominante, siendo los principales parámetros para la determinación de la carga el área normal expuesta al flujo y el coeficiente de arrastre de la red, de acuerdo a la siguiente formula:

$$F_w(t) = \frac{1}{2} \rho C_d d l [v(t) - u(t)] |v(t) - u(t)| + \rho C_M \frac{\pi}{4} d^2 l \dot{v}(t) - \rho (C_M - 1) \frac{\pi}{4} d^2 l \ddot{u}(t)$$

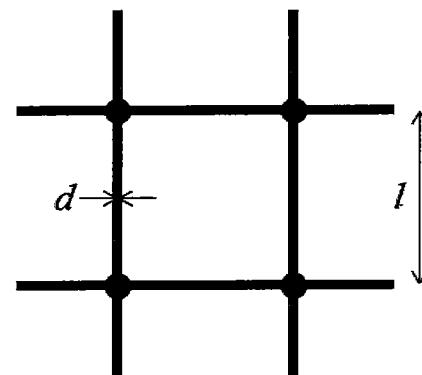
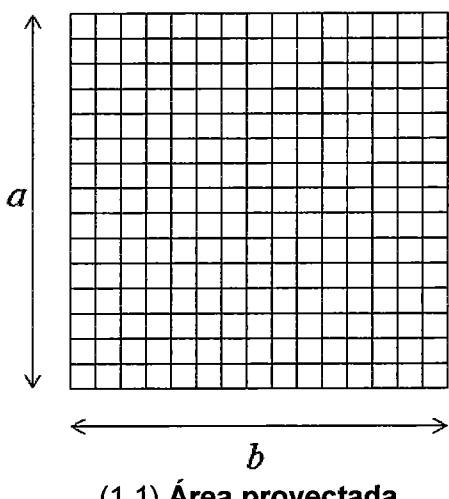
En esta expresión, que representa la forma general de la ecuación de Morison,  $F_w(t)$  es la fuerza ejercida por el fluido,  $\rho$  es la densidad del fluido,  $d$  es el diámetro efectivo del elemento de red,  $l$  es la longitud del elemento de red,  $C_M$  y  $C_d$  son los coeficientes de inercia y arrastre respectivamente,  $u(t)$  y  $v(t)$  son las velocidades del elemento y del flujo mientras que  $\dot{u}(t)$  y  $\dot{v}(t)$  son las aceleraciones del elemento y del fluido. En esta formulación,  $v(t)$  y  $\dot{v}(t)$  considera el efecto de interacción fluido estructura.

Esta expresión es utilizada para predecir la respuesta hidrodinámica de redes. Sin embargo, en el caso de un análisis cuasi-estático, será utilizada sólo parte de la ecuación de Morison correspondiente a la carga de arrastre. Adicionalmente, en ese tipo de análisis, siempre se considerará a la red en posición perpendicular al flujo y estática, por lo que la formula se reduce a:

$$F_D = \frac{1}{2} \rho C_d A |v| |v|$$

Donde:

A corresponde al área proyectada de los elementos de red ( $dl$ ) en el panel sobre el cual se está calculando la carga por arrastre, siendo  $l$  el largo total del hilo en el paño de red a calcular y  $d$  el diámetro del hilo, de acuerdo con la siguiente figura:



Para determinar el área total de los componentes de la red se define la razón de solidez  $S_n$ , que es la razón entre el área proyectada de los componentes de la red y el área del paño de red al cual corresponden. Se calculará de la siguiente forma:

$$S_n = \frac{A_{proyectada}}{A_{total}} = \frac{I_{total}d}{A_{total}}$$

En la expresión anterior el área total se definirá como el producto ab de las dimensiones del paño de red sobre el cual se quiere determinar la carga de arrastre, como se define en la figura anterior.

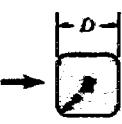
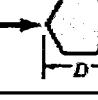
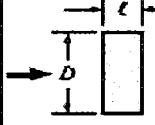
78.- La determinación del coeficiente de arrastre de la red, se determinará de la siguiente forma:

Forzante ambiental	Cd para red pecera	Cd para red lobera
Corriente	1,4	1,4
Viento	Respecto a la forma geométrica (figura 12 y 13)	Respecto a la forma geométrica (figura 12 y 13)
Oleaje	1,8	1,8

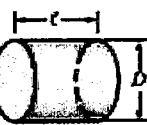
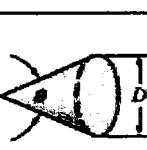
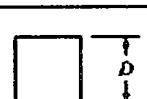
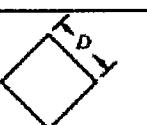
Sin embargo, se deberá tomar en cuenta que el coeficiente de inercia, de la ecuación de arrastre o ecuación de Morison, para el oleaje es de 0,6.

Después de haber determinado todas las forzantes con sus respectivos factores de seguridad, se deberá emplear el factor de utilización para comprobar el dimensionamiento de los elementos estructurales.

79.- Para el coeficiente de arrastre, cuyo forzante ambiental es el viento, se deberán considerar coeficientes de arrastre para distintas formas y números de Reynolds, según lo indicado en las siguientes figuras:

Shape	Reference area $A$ ( $b$ = length)	Drag coefficient $C_D = \frac{2}{1} \frac{D}{\rho U^2 A}$	Reynolds number $Re = \rho U D / \mu$
	$A = bD$ Square rod with rounded corners	$\frac{RD}{C_D}$ 0 2.2 0.02 2.0 0.17 1.2 0.33 1.0	$Re = 10^3$
	$A = bD$ Rounded equilateral triangle	$\frac{RD}{C_D}$ 0 1.4 2.1 0.02 1.2 2.0 0.08 1.3 1.9 0.25 1.1 1.3	$Re = 10^3$
	$A = bD$ Semicircular shell	$\frac{RD}{C_D}$ 0 2.3 0.02 1.1	$Re = 2 \times 10^4$
	$A = bD$ Semicircular cylinder	$\frac{RD}{C_D}$ 0 2.15 0.02 1.15	$Re > 10^4$
	$A = bD$ T-beam	$\frac{RD}{C_D}$ 0 1.80 0.02 1.65	$Re > 10^4$
	$A = bD$ I-beam	$\frac{RD}{C_D}$ 0 2.05	$Re > 10^4$
	$A = bD$ Angle	$\frac{RD}{C_D}$ 0 1.98 0.02 1.82	$Re > 10^4$
	$A = bD$ Hexagon	$\frac{RD}{C_D}$ 0 1.0	$Re > 10^4$
	$A = bD$ Rectangle	$\frac{RD}{C_D}$ 0.1 1.9 0.5 2.5 0.65 2.9 1.0 2.2 2.0 1.6 3.0 1.3	$Re = 10^3$

Coeficiente de arrastre típico para cuerpos bidimensionales  
(Fundamentals of fluid mechanics" by Munson, Young, Okiishi and Huebsh).

Shape	Reference area $A$	Drag coefficient $C_D$	Reynolds number $Re = \rho U D / \mu$
 Solid hemisphere	$A = \frac{\pi}{4} D^2$	$\rightarrow 1.17$ $\leftarrow 0.42$	$Re > 10^4$
 Hollow hemisphere	$A = \frac{\pi}{4} D^2$	$\rightarrow 1.42$ $\leftarrow 0.38$	$Re > 10^4$
 Thin disk	$A = \frac{\pi}{4} D^2$	1.1	$Re > 10^3$
 Circular rod parallel to flow	$A = \frac{\pi}{4} D^2$	$\frac{UD}{D} \mid C_D$ 0.5 1.1 1.0 0.93 2.0 0.83 4.0 0.85	$Re > 10^3$
 Cone	$A = \frac{\pi}{4} D^2$	$\theta, \text{ degrees} \mid C_D$ 10 0.30 30 0.55 60 0.80 90 1.15	$Re > 10^4$
 Cube	$A = D^2$	1.05	$Re > 10^4$
 Cube	$A = D^2$	0.80	$Re > 10^4$
 Streamlined body	$A = \frac{\pi}{4} D^2$	0.04	$Re > 10^3$

Coeficiente de arrastre típico para cuerpos tridimensionales  
(Fundamentals of fluid mechanics" by Munson, Young, Okiishi and Huebsh).

80.- Para estimar la carga en presencia de fouling, se deberá considerar este efecto mediante un aumento en la razón de solidez de la red, manteniendo el valor del coeficiente de arrastre al no existir información empírica acerca de la variación de  $C_D$  en presencia de fouling.

Para el caso de redes loberas, se deberá usar un valor de  $S_n$  mínimo de 0,1 para redes limpias, 0,3 para condición de operación y 0,5 para condición de supervivencia.

Para el caso de redes peceras, se deberá usar un valor de  $S_n$  mínimo de 0,2 para redes limpias, 0,4 para condición de operación y 0,5 para condición de supervivencia.

En cuanto al aumento de masa a considerar por la presencia de fouling, particularmente mitílidos, se deberá usar un peso mojado correspondiente al 30% del peso en seco de los mitílidos. Para el caso de algas, estas se considerarán con boyantes neutra, por lo que no suman carga vertical al sistema, incrementando sólo la carga horizontal por efecto de incremento del área proyectada de los paños de red.

#### **Párrafo VI De los elementos de anclaje.**

81.- Los elementos de anclaje se clasificarán en base a su eficiencia, según la siguiente Tabla 10:

Clase	Eficiencia
A	Mayor a 20
B	15 a 20
C	10 a 15
D	5 a 10
E	Menor a 5

**Tabla 10. Clasificación de eficiencias en anclas.**

82.- La eficiencia corresponderá a la razón que existe entre la masa del ancla y su capacidad de agarre medida en la Prueba de Tracción. Se calculará de la siguiente forma:

$$E = \frac{F.T.}{P.S}$$

Donde:

*E*: Eficiencia (factor adimensional).

*F.T.*: Fuerza de tracción en toneladas.

*P.S*: Peso en seco del elemento de anclaje en toneladas.

El valor de eficiencia se debe validar, mediante la realización de pruebas de tracción, previo a la instalación de un centro de cultivo, de modo de detectar anticipadamente posibles sub-dimensionamientos.

83.- La eficiencia del elemento de fondeo dependerá de los siguientes factores:

- a) Tipo de fondo
- b) Longitud de la línea de fondeo y ángulo respecto a la horizontal.
- c) Materiales que componen la línea de fondeo (cabos, cadenas, cables, etc.)
- d) Diseño del ancla.
- e) Cantidad de cadena incluida en la línea de fondeo.

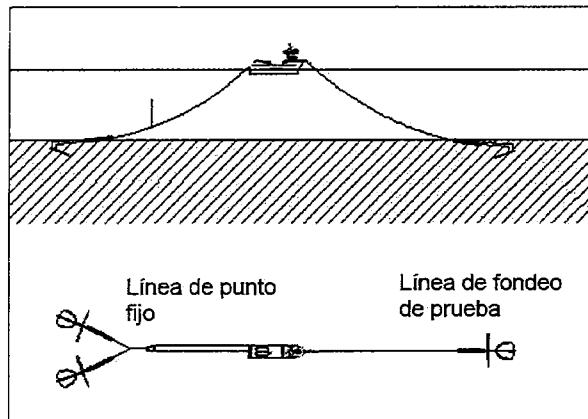
84.- Los elementos de anclaje serán sometidos a pruebas de tracción, mediante un método empírico que buscará conocer el poder de agarre del ancla o elemento de anclaje al fondo o sustrato sobre el que se dispondrá.

Se deberá instalar una línea de fondeo, exactamente como lo indican los planos de la memoria de cálculo de fondeo, indicando el tipo de material, para conocer de manera precisa y real el comportamiento que tendrá y, poder validar y modificar a tiempo lo que el proyecto de fondeo original contempló.

Los resultados a entregar, deberán ser los siguientes:

1. Determinar del verdadero poder de agarre del elemento de anclaje en el lugar estudiado (Independiente del tipo de fondo supuesto o medido).
2. Verificar la tensión máxima de la línea de fondeo cuando falla el agarre del fondeo. Esto debido a que la prueba lleva al límite el poder de agarre del anclaje.
3. Establecer con seguridad los materiales a utilizar dado que se conoce el valor de trabajo máximo, por ende, se mejora la selección del material y su factor de seguridad.

85.- Para el desarrollo de una prueba de tracción será necesario contar, fuera de la línea de fondeo a probar, con un apoyo lo suficientemente mayor a la línea de fondeo que se denominará punto fijo, y cuya función será justamente entregar seguridad de que la tensión registrada, no presente fuertes disminuciones que representen un desplazamiento de la unidad de anclaje o algún tipo de influencia externa como para invalidar el resultado, según se muestra en el siguiente esquema de planta y perfil:



Esquema representativo de prueba de tracción

86.- Para determinar el volumen del muerto másico para las líneas de fondeo, se deberá considerar lo siguiente:

1. Ángulo de las líneas de fondeo, donde el análisis dinámico permite su cálculo exacto.
2. Ángulo del fondo marino.
3. Roce con el fondo (tipo de fondo marino).
4. Tensión máxima en la línea.
5. Densidad del hormigón.

87.- El peso bajo agua ( $P_w$ ) deberá calcularse considerando la descomposición de las fuerzas con las siguientes consideraciones:

$$\begin{cases} Tx - f - Px = 0 \\ Ty + N - Py = 0 \\ f = \mu N \end{cases}$$

$$\begin{cases} Tx = T \cos(\vartheta - \alpha) \\ Ty = T \sin(\vartheta - \alpha) \\ P_{wx} = P_w \sin \alpha \\ P_{wy} = P_w \cos \alpha \end{cases}$$

Se calculará de la siguiente forma:

$$P_w = T * \frac{\mu \sin(\vartheta - \alpha) + \cos(\vartheta - \alpha)}{\mu \cos \alpha + \sin \alpha} [\text{Ton}]$$

Donde:

$T$ = Tensión en la línea [Ton].

$\mu$ = Coeficiente de roce entre muerto y fondo.

$\vartheta$ = Ángulo de la línea.

$\alpha$  =Ángulo de fondo ( $>$  cuesta arriba;  $< 0$  cuesta abajo).

El peso seco del muerto (P) se calculará de la siguiente forma:

$$P = \frac{\rho_{\text{Hormigón}}}{(\rho_{\text{hormigón}} - \rho_{\text{agua}})} P_w [\text{Ton}]$$

Donde:

$\rho_{\text{agua}}$  = Densidad del agua (valor indicativo de 1,025 [ton/m<sup>3</sup>]).

$\rho_{\text{Hormigón}}$  = Densidad del hormigón (valor indicativo de 2,4 [ton/m<sup>3</sup>]).

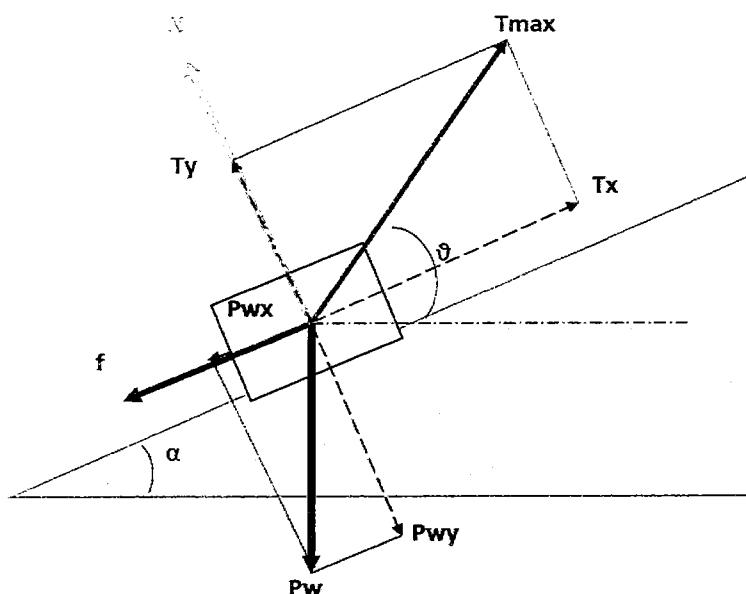


Diagrama de cuerpo libre de un muerto másico.

En relación con el coeficiente de roce se deberá tener presente que:

- Dependerá de la tipología de fondo y se evaluará con prueba de tracción.
- Cuando no esté definido por una prueba de tracción, se deberá considerar un factor de 0,6.

## TITULO IV

### DE LA TRAZABILIDAD, VERIFICACIÓN SEMESTRAL, CERTIFICACIÓN ANUAL Y OPERACIÓN DE EMBARCACIONES.

#### Párrafo I De la trazabilidad.

88.- Con el objeto de identificar cada uno de los elementos que conforman el módulo de cultivo (sistema de flotación y sistema de contención o redes), y el sistema de fondeo, se deberá disponer, en forma previa a la instalación, de un sistema de identificación que permita realizar la trazabilidad de estos elementos.

89.- El titular deberá confeccionar un dossier con la información de los elementos que se encuentran trazados, el cual deberá ser actualizado y estar disponible en el centro de cultivo, de acuerdo con el siguiente detalle:

Módulo de cultivo	Sistema de fondeo
Pasillos	Grilletes
Barandas	Cadenas
Pasadores	Cabos
Flotadores	Guardacabos
Redes pajareras	Boyas
Redes peceras	Anillos de distribución
Redes loberas	Muertos
Brackets	Ancla
Cuerdas	Pernos de anclaje
Cáncamo	

90.- Asimismo, el sistema de trazabilidad deberá contener a lo menos, la siguiente información:

- a) Fecha de inicio y término de todas las actividades realizadas, tales como instalación, verificación semestral, certificación anual o cualquier otra actividad que modifique la estructura de cultivo o una parte de ella.
- b) Documentos y/o certificados que acrediten la trazabilidad de los materiales utilizados, como boyas, cabos, cables, cadenas, anclas, pesos muertos, entre otros.
- c) Indicar claramente si los materiales utilizados son nuevos o usados, en cuyo caso se deberá precisar cuáles de ellos y la cantidad.
- d) En el caso de materiales usados, deberá detallarse la data de estos, el lugar desde donde provienen, y el estado en que se encontraban.
- e) En el caso de las redes peceras, la empresa deberá llevar un registro individual en el que se lleve la historia de uso de la misma, junto con las certificaciones que haya sido objeto. Este informe de la historia de cada red deberá estar siempre actualizado y a disposición en el centro donde se encuentre la red.
- f) Planos referenciados geográficamente en formatos normalizados, presentados en papel y digital (\*.dwg o compatible), en los cuales se incluya a lo menos:
  - posición de las estructuras de cultivo en coordenadas geográficas y UTM (datum WGS 84), instaladas en cada una de las líneas de fondeo.
  - posición (coordenadas geográficas y UTM, datum WGS 84) y profundidad definitiva de los elementos de anclajes como pesos muertos, anclas y pernos de anclaje en costa, así como también cualquier detalle de conexión entre los elementos de anclaje.

91.- El sistema de trazabilidad a utilizar deberá contar con un procedimiento de identificación individual que permita reconocer a qué instalación pertenece, estar fabricado con un material de larga duración, resistente a la radiación UV e indeleble.

El montaje del sistema deberá ser inviolable, no susceptible de ser alterado, copiado ni adulterado.

**Párrafo II**  
**De verificación semestral del centro de cultivo.**

92.- El titular deberá efectuar una verificación del centro de cultivo cada 6 meses, contados desde el inicio de la etapa de siembra y mientras dure el ciclo productivo, a través de un plan documentado de inspección que deberá contener, a lo menos, los siguientes ítems:

1. Inspección superficial del 100% de las estructuras de cultivo instaladas, enfocándose en sus puntos críticos, tales como, estado de los cáncamos, pasadores de los pasillos metálicos, flotadores, nivel de corrosión de los grilletes y guardacabos, alineación de las boyas, estado y flotabilidad de las boyas, posicionamiento actual del módulo de cultivo.
2. Inspección submarina utilizándose equipos de filmación y fotografía submarina, ambos en alta definición o superior, manejados por personal con competencia en la materia, debidamente calificado. Dicha inspección deberá abarcar el 100% de líneas del sistema de fondeo para el caso de balsas jaulas.
3. Registro a través de un informe técnico detallado, que dé cuenta acerca de las condiciones de seguridad en que se encuentran las estructuras inspeccionadas, con el propósito de evidenciar fallas en el sistema, tales como, fatiga de material, mal funcionamiento de elementos, corrosión, desgaste, etc.; y detallar las acciones de mejoras efectuadas tales como reemplazos, adaptaciones y restauraciones, para el restablecimiento de las condiciones de seguridad.

**Párrafo III**  
**De la certificación anual del centro de cultivo.**

93.- Inmediatamente terminada toda la siembra del centro de cultivo, y cada doce meses, el titular deberá efectuar una certificación del centro de cultivo, mientras dure el ciclo productivo.

94.- Esta certificación estará a cargo de un profesional o entidad debidamente calificados, en adelante “certificador”, quien deberá realizar una inspección en terreno del centro, con la finalidad de comprobar las condiciones de seguridad del(s) módulo(s) de cultivo y del fondeo.

El certificador deberá acreditar que los elementos principales que componen el centro de cultivo (módulo de cultivo y sistema de fondeo) se encuentran en condiciones óptimas para operar, están en concordancia con lo señalado en la “memoria de cálculo” y descripción del centro de cultivo.

95.- El titular del centro de cultivo deberá proveer, para el proceso de certificación, de los siguientes documentos:

- Informe de variables ambientales.
- Descripción del centro de cultivo.
- Memoria de cálculo.
- Informe técnico de verificación semestral, según corresponda.

96.- Con todo, en caso que el titular realice modificaciones en la infraestructura del centro, que hagan necesaria la realización de una nueva memoria de cálculo, tales como, el incremento o disminución de las balsas jaulas, desplazamiento del módulo de cultivo, entre otros, deberá efectuar una nueva certificación, inmediatamente después de realizada la referida modificación.

#### **Párrafo IV**

#### **Del procedimiento de inspección para la verificación semestral o certificación anual del centro de cultivo.**

97.- En relación con los módulos de cultivo, el titular, en el caso de la verificación semestral, o el certificador, en el caso de la certificación anual, a la que se refieren los párrafos anteriores, deberá seguir el siguiente procedimiento, según corresponda:

1) Contar el número de jaulas, asegurando de registrar dimensiones principales y alguna información adicional que permita establecer el tipo, modelo, fabricante, origen y en definitiva el estado de la estructura en sí. Todo ello, en consideración a los sistemas de trazabilidad dispuestos en los elementos que constituyen los módulos de cultivo.

2) Examinar que las instalaciones del centro de cultivo y sus componentes principales, están ubicados en los lugares conforme a lo planificado en los cálculos realizados.

3) Examinar que el número y tamaño de las estructuras de cultivo sea el que se consideró en el diseño, y que fue informado.

4) Examinar las uniones soldadas de las diferentes partes que componen la estructura de cultivo.

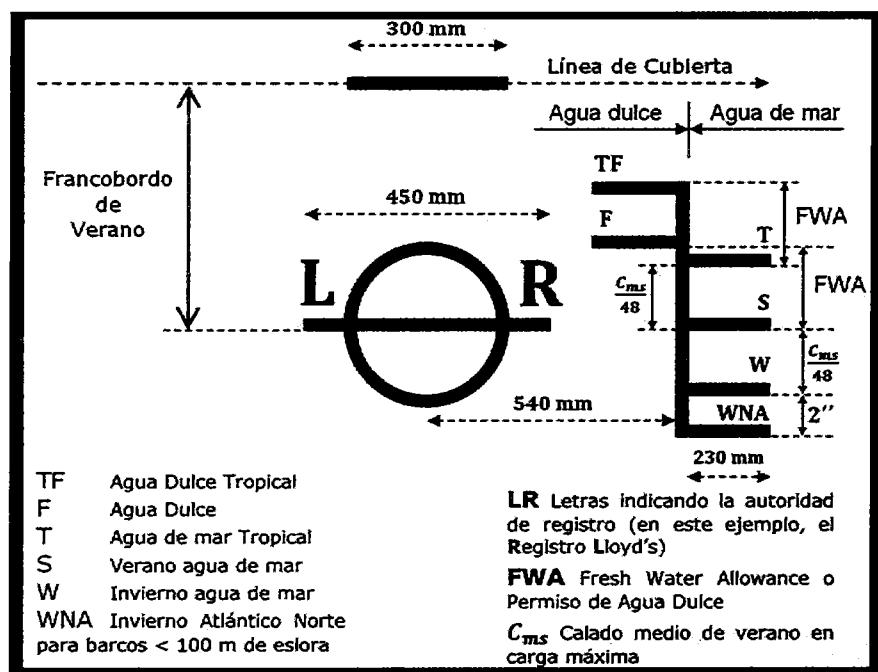
5) Examinar los pisos de los pasillos. Se deberá identificar si existe algún tipo de corrosión, lo que se deberá registrar con fotografías en alta definición o superior y, a su vez, especificar aquellos casos más críticos en donde se evidencia falta de mantención.

6) Examinar los flotadores asociados a los pasillos. Se deberá realizar una inspección visual con especial énfasis en los zunchos y pernos que mantienen a los flotadores unidos a los pasillos.

7) Verificar el francobordo mínimo de operación, que estará dado en función de la capacidad de boyantes del set de balsas jaulas y el peso de la estructura, más los componentes y elementos de operación como se indica a continuación:

- Redes de cultivo y anti depredadores.
- Sistema de retiro de mortalidad.
- Contrapesos para mantener la geometría de las redes.
- Sistema de alimentación.
- Gabinetes de equipos de medición.
- Compresores.

El francobordo se determinará pintando marcas en algunos flotadores del set de balsas jaulas, según se detalla en la siguiente figura:



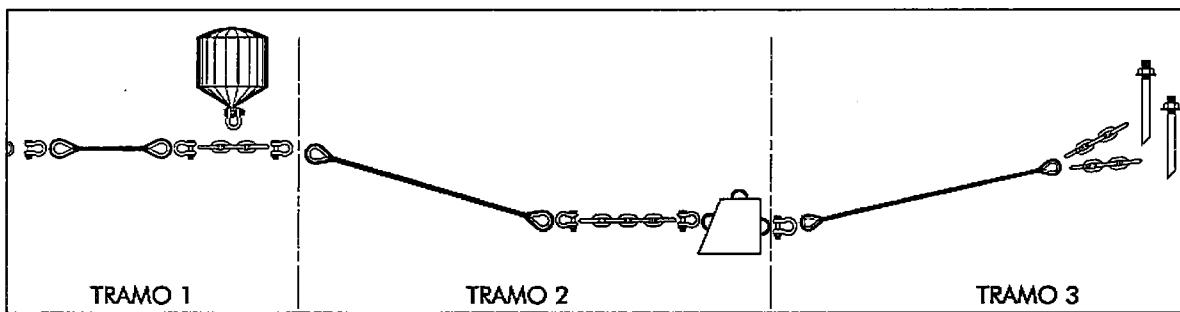
Disco de Plimsoll.

La reserva de boyantes será de 70%, para cuando el módulo de cultivo esta recién instalado, y una reserva de boyantes mínima del 30% cuando está actuando el fouling, las cargas extras y la operación.

Para determinar un francobordo mínimo de operación, se deberán realizar mediciones en momentos de calma y en fases de marea que no afecten la estructura.

98.- En relación con el sistema de fondeo, el titular o el certificador, según corresponda, deberá realizar una inspección del 100% de las líneas de fondeo instaladas.

Para ello se deberán diferenciar 3 sectores o tramos, conforme se muestra en la siguiente figura:



**Tramos del sistema de fondeo.**

Tramo 1: Jaula-Boya

Tramo 2: Boya- Anclaje principal

Tramo 3: Anclaje principal una Retenida (anclaje auxiliar)

99.- Para la detección de posibles fallas de los elementos que constituyen el módulo de cultivo, se determinarán los parámetros según tramo, de la siguiente forma:

a) Para el Tramo 1, la verificación o certificación, según corresponda, se realizará de manera superficial, y en aquella parte que se encuentra bajo la superficie, se deberá realizar con apoyo de un ROV o buzo con cámara submarina, en alta definición o superior. Para ello se deberá:

1. Establecer la condición de seguridad de los elementos como grilletes y guardacabos que están conectados a la balsa jaula, verificar si existe roce, corrosión o cualquier otra observación que implique riesgo de fatiga o corte;
2. Revisar, de manera visual, la condición de las cadenas o cabos existentes en este tramo e indicar y registrar cualquier anomalía; y
3. Revisar la condición de francobordo de todas las boyas de fondeo que marcan el término de este tramo, conforme al procedimiento establecido en el punto 7. del numeral 97.-. Se deberá dejar registro de la condición de trabajo, su estado y conexiones con el sistema de fondeo.

b) Para el Tramo 2, la verificación o certificación, según corresponda, se realizará con apoyo de un ROV o buzo con cámara submarina, en alta definición o superior. Para ello se deberá:

1. Establecer la condición de seguridad de los elementos como grilletes que conectan la boyera con el elemento de anclaje principal que puede ser un peso muerto, ancla y/o pernos de anclaje.
2. Recorrer el cable, cabo o cadena que exista en la línea de fondeo, tomando en cuenta un orden de inspección desde la boyera al primer anclaje, con el objetivo de determinar el espesor y condición de trabajo.
3. Identificar claramente la línea que se está inspeccionando y dejar registro de cualquier no conformidad como cruces o roces con otras líneas.

4. Dejar registro y control de la condición de la unión entre diferentes materiales, en caso de que existan, tales como grilletes y/o piezas metálicas, así como también la condición de nudos, en el caso de no utilizar grilletes.
5. Registrar la condición de la unión entre la línea de fondeo y el elemento de anclaje principal, conforme lo siguiente:
  - Peso muerto: se deberá identificar el tipo de fondeo, la profundidad donde está trabajando el anclaje y la condición de trabajo, es decir, si está en una buena posición, estable con el fondo, revisar su integridad (daños, funcionalidad, etc.). Cualquier diferencia o problema deberá manifestarse en el reporte de inspección.
  - Anclas: se deberá identificar el tipo de ancla, su tamaño, la profundidad donde está trabajando el anclaje y revisar la conexión con la cadena y el ángulo de ésta con el fondo, así como también establecer la posición de ataque con el fondo. Cualquier diferencia o problema deberá manifestarse en el reporte de inspección.

c) Para el Tramo 3, la verificación o certificación, según corresponda, se realizará con apoyo de un ROV o buzo con cámara submarina, en alta definición o superior. Para ello se deberá:

1. Establecer la condición de seguridad de los elementos como grilletes que unen a los 2 anclajes.
2. Controlar el estado de las conexiones críticas de los elementos que los unen y las condiciones de operación en las que están actuando. Se debe tener en cuenta que, dependiendo del sitio, se utilizan conexiones desde pesos muertos a otros pesos muertos, de pesos muertos a anclas y de pesos muertos a pernos de anclaje.
3. Dejar registro y control de la condición de conexión desde donde se fijan los tramos que unen a estos anclajes, generalmente cables de acero o cadenas para las retenidas.

## **Párrafo V**

### **De la operación de embarcaciones al interior del centro de cultivo.**

100.- Para la operación de embarcaciones al interior de un centro de cultivo, y para asegurar el amarre de estas, el titular deberá contar con una cornamusa en los extremos de los pasillos transversales del set de jaulas, el que deberá ser del mismo material de las balsas jaulas, con el fin de evitar su corrosión.

Cada instalación que se realice en el centro de cultivo deberá contar con la señalización marítima aplicada a las instalaciones de acuicultura, según lo indicado en el anexo B de la Circular Marítima N° 2/2003, o la circular que la reemplace.

101.- El titular deberá proporcionar al capitán, en forma previa al ingreso de la embarcación al centro de cultivo, la siguiente información:

- a) La posición geográfica y distribución de las estructuras
- b) La profundidad del o los sectores donde se encuentran emplazadas las estructuras.
- c) El largo y ancho total de las estructuras.
- d) La cantidad de jaulas.

- e) La ubicación y distribución del sistema de fondeo.
- f) La distancia que hay entre el cáncamo de amarre de la jaula y la boyas.
- g) La disposición de las líneas de fondeo.
- h) La posición de las líneas de alimentación.
- i) Para el caso de las jaulas circulares indicar, además, la profundidad del reticulado del set.

102.- El encargado responsable del centro de cultivo, antes de comenzar la maniobra, deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Las redes liberas, deben estar fijas y firmes para evitar acorbatamiento con las hélices o empujadores transversales, según corresponda.
- b) Todos los cabos que se hayan liberado tanto al interior como al exterior de la jaula, para realizar la maniobra, deben ser sacados o asegurados para evitar acorbatamiento de la embarcación.
- c) Al soltar boyas, estas deben quedar libres de la jaula y sin orinques flotantes.
- d) Considerar banda de carga y descarga, estribor o babor según corresponda, para dar espacios a la maniobra al abordar la jaula.

**Disposición final:** De conformidad con el artículo 74 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, el titular de una concesión de acuicultura tiene el privilegio de uso exclusivo del fondo correspondiente al área en él proyectada verticalmente por la superficie de la porción de agua concedida y se constituirá por el solo ministerio de la ley una servidumbre que sólo permitirá extender los elementos de flotación y soporte de las estructuras y su fijación.

Por tanto, la metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería (“memoria de cálculo”), así como las especificaciones técnicas de las estructuras que conformar los centros de cultivo intensivos de salmones que se regulan por la presente resolución, sustentarán la extensión que se permitirá para los elementos de flotación y soporte de las estructuras y su fijación, sobre la cual se detenta la servidumbre de conformidad con la normativa vigente, y sin perjuicio de los demás permisos y autorizaciones que correspondan y que sean de competencia de otros organismos.

#### **DISPOSICIONES TRANSITORIAS:**

**1º transitorio:** La metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería (“memoria de cálculo”), así como las especificaciones técnicas de las estructuras que conformar los centros de cultivo intensivos de salmones que se regulan por la presente resolución, será exigible a todos los centros de cultivo, sean o no integrantes de una agrupación de concesiones, que no estén actualmente operando y que tengan planificado iniciar o reiniciar operaciones a partir de los 18 meses, contados desde la fecha de publicación de la presente resolución en el Diario Oficial.

Los centros de cultivo, sean o no integrantes de una agrupación de concesiones, que estén actualmente operando o que tengan planificado iniciar o reiniciar operaciones dentro de los 18 meses contados desde la fecha de publicación de la presente resolución en el Diario Oficial, tendrán el plazo de tres años, contados desde la misma fecha, para dar cumplimiento a ella.

**2º transitorio:** Las obligaciones contempladas en los párrafos II, III y IV del Título IV de esta resolución, relativos a la verificación semestral y certificación anual, serán aplicables a partir de los 3 meses contados desde la fecha de publicación de la presente resolución en el Diario Oficial, para todos los centros de cultivo, sean o no integrantes de una agrupación de concesiones, que tengan planificado iniciar o reiniciar operaciones a partir de dicha fecha.

Con todo, tratándose de la obligación de certificación anual, dicho plazo se suspenderá mientras no se publique en el Diario Oficial la modificación al Reglamento contenido en el D.S. N° 15, de 2011, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, mediante la cual se incluya la calidad de "certificador" al que se hace referencia en la presente resolución, en el registro señalado en el artículo 122 letra k) de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

**3º transitorio:** Mientras esté pendiente el plazo indicado en el inciso 2º del 1º transitorio, el titular que deba cumplir con la certificación anual de conformidad con el 2º transitorio, podrá utilizar información de las variables ambientales que hubiesen sido levantadas con anterioridad a la publicación de la presente resolución, así como aquella referida a la confección de la memoria de cálculo, vida útil de los elementos que conforman el(s) módulo(s) de cultivo y su trazabilidad.

**ANÓTESE, NOTIFIQUESE, PUBLÍQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL POR CUENTA DE ESTA SUBSECRETARIA Y A TEXTO INTEGRAL EN EL SITIO DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE ESTA SUBSECRETARÍA Y DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA.**



ROMAN ZELAYA RIOS  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura

LOP/EZV/CAV/CSB

MINISTERIO DE ECONOMIA  
FOMENTO Y TURISMO  
SUBSECRETARIA DE PESCA Y ACUICULTURA

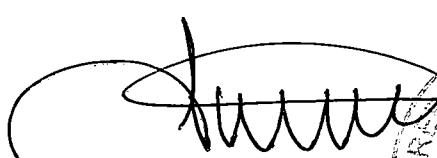
**RESOLUCIÓN QUE ESTABLECE METODOLOGÍA PARA EL LEVANTAMIENTO DE  
INFORMACIÓN, PROCESAMIENTO Y CÁLCULOS DEL ESTUDIO DE INGENIERÍA, Y  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS ESTRUCTURAS DE CULTIVO, A LA QUE SE  
REFIERE EL ARTICULO 4º LETRA E) DEL D.S. N° 320 DE 2001,  
DE ESTE MINISTERIO.**

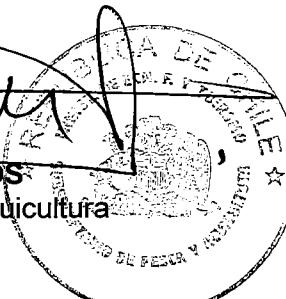
**(E X T R A C T O)**

por Resolución Exenta N°

**1821**

de esta Subsecretaría, establece metodología a la que se refiere el artículo 4º letra e) del D.S. N° 320 de 2001, de este Ministerio, en la forma que indica la resolución extractada y publicada íntegramente en las páginas [www.subpesca.cl](http://www.subpesca.cl) y [www.sernapesca.cl](http://www.sernapesca.cl)

  
**ROMAN ZELAYA RIOS**  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura



Valparaíso, 18 AGO 2020