



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, 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.

## **RESUELVO:**

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 sicigias 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:

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

$V_{cb} * 1,85 =$  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

Servicio Meteorológico de la Armada, de la Dirección Meteorológica de Chile o de otras fuentes reconocidas.

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 asomeramiento, 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 (boya, 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 simultaneas, 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 comparen 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 norma 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 datum 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:

| <b>Materiales</b>                   | <b>Vida útil Fabricante</b> | <b>Pruebas de vida útil (ej. pruebas de herrumbre, corrosión, prueba de corte y fatiga, etc.)</b> |
|-------------------------------------|-----------------------------|---|
| <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:

| <b>Profundidad de la Jaula (m)</b> | <b>Perímetro de la Jaula (m)</b> |              |              |               |                |                |                |                |
|------------------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                    | <b>&lt;49</b>                    | <b>50-69</b> | <b>70-89</b> | <b>90-109</b> | <b>110-129</b> | <b>130-149</b> | <b>150-169</b> | <b>&gt;170</b> |
| 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<br>(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:

| <b>Módulo de Cultivo</b> | <b>Material</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Documentación del proveedor (especificaciones técnicas)</b> |
|--------------------------|-----------------|-----------------|--|
| 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:

| <b>Componentes</b>      | <b>Material</b> | <b>Resistencia</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Documentación del proveedor (especificaciones técnicas)</b> |
|-------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--|
| 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:

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

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 definirá 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:

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

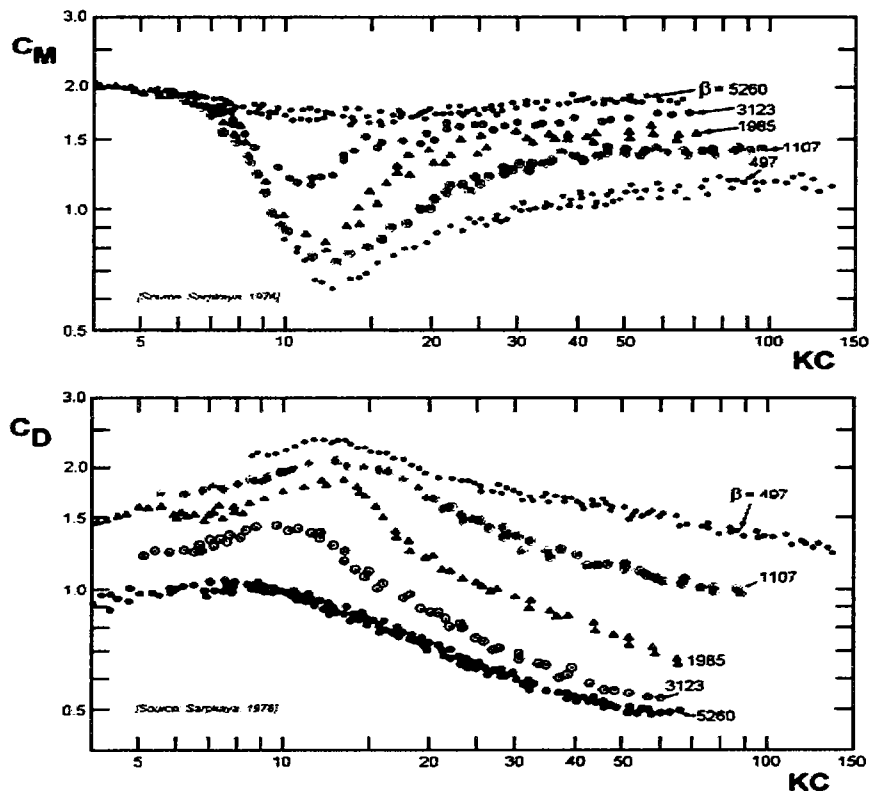
Donde:

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 ( $m/s^2$ ).

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 boya y elemento 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:

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

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 1,6. 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 boya 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:

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

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:

|  |  |
|--|--|
| <b>Cargas permanentes: Carga viva de equipamientos</b> |  |
| <b>Incluye</b>   | Peso del sistema de cultivo en seco                |
|  | Peso fijo del equipamiento                         |
|  | Fuerzas de boyas estáticas                         |
| <b>Cargas variables: Cargas intermitentes</b>          |  |
| <b>Incluye</b>   | 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        |
| <b>Cargas de deformación</b>                           |  |
| <b>Incluye</b>   | Pre - tensión                                      |
|  | Amarras  |
|  | Temperatura  |
| <b>Cargas ambientales</b>                              |  |
| <b>Incluye</b>   | Corrientes   |
|  | Vientos  |
|  | Oleaje   |
| <b>Cargas accidentales</b>                             |  |
| <b>Incluye</b>   | Ruptura en las líneas de amarre                    |
|  | Ruptura en los conectores                          |
|  | Perforación o pérdida 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> | $S_f \gamma_f \leq \frac{R}{\gamma_m}$                             |
| <b>Tensión admisible</b>     | $\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{critico}}{\gamma_m \times \gamma_f}$ |

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

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<br>( $\gamma_m$ ) |
|---|--------------------------------------|
| Cabo sintético                              | 3,0                                  |
| Cabo sintético con nudos                    | 5,0                                  |
| Cadenas y componentes de cadena             | 3,0                                  |
| Cadenas usadas                              | 5,0                                  |
| Disco de acoplamiento y conectores de acero | 5,0                                  |
| Grilletes                                   | 4,0                                  |
| Pernos de roca y sistemas de unión          | 3,0                                  |
| Boyas                                       | 1,0                                  |
| Amarres de cadenas                          | 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 |
|-------------------|-----------------|
| Análisis estático | 1,60            |
| Análisis dinámico | 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<br>( $\gamma_m$ ) |
|---|----------------------------------|--------------------------------------|
| Fatiga límite                             | Factor para todos los materiales | 1,0                                  |
| Accidente límite                          | 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:

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

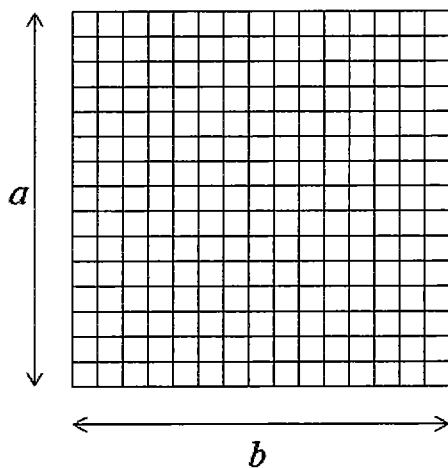
En esta expresión, que representa la forma general de la ecuación de Morison,  $F_w(t)$  es la fuerza ejercida por el fluido,  $\rho$  es la densidad del fluido,  $d$  es el diámetro efectivo del elemento de red,  $l$  es la longitud del elemento de red,  $C_M$  y  $C_d$  son los coeficientes de inercia 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:

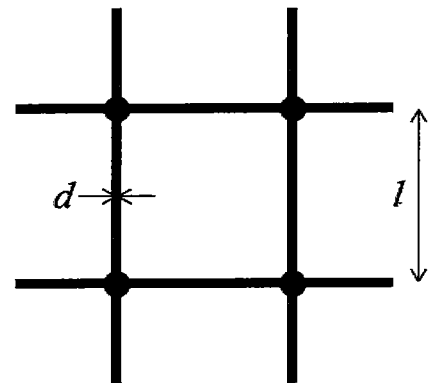
$$F_D = \frac{1}{2} \rho C_d A [v] |v|$$

Donde:

A corresponde al área proyectada de los elementos de red ( $d l$ ) 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:



(1.1) Área proyectada



(1.2) Componentes



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.

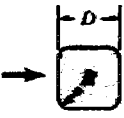



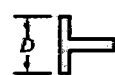
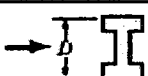


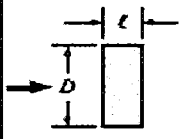
78.- La determinación del coeficiente de arrastre de la red, se determinará de la siguiente forma:

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



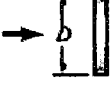


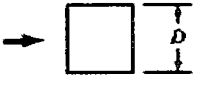
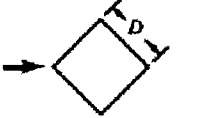
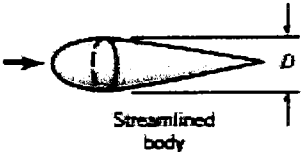
Sin embargo, se deberá tomar en cuenta que el coeficiente de inercia, de la ecuación de arrastre o ecuación de Morison, para el oleaje es de 0,6.

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<br>$A$<br>( $b$ = length) | Drag coefficient<br>$C_D = \frac{\mathcal{D}}{\frac{1}{2} \rho U^2 A}$  | Reynolds number<br>$Re = \rho U D / \mu$ |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
|---|--|---|--|-------|------------|------|----------------------|-----|------|-----|------|------|-------------|-----|------|-----|-------------|------|-----|-----|-------------|
|  Square rod with rounded corners | $A = bD$                                 | <table border="1"><thead><tr><th><math>RD</math></th><th><math>C_D</math></th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>2.2</td></tr><tr><td>0.02</td><td>2.0</td></tr><tr><td>0.17</td><td>1.2</td></tr><tr><td>0.33</td><td>1.0</td></tr></tbody></table>   | $RD$                                     | $C_D$ | 0          | 2.2  | 0.02                 | 2.0 | 0.17 | 1.2 | 0.33 | 1.0  | $Re = 10^3$ |     |      |     |             |      |     |     |             |
| $RD$  | $C_D$                                    |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| 0   | 2.2                                      |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| 0.02  | 2.0                                      |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| 0.17  | 1.2                                      |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| 0.33  | 1.0                                      |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
|  Rounded equilateral triangle    | $A = bD$                                 | <table border="1"><thead><tr><th><math>RD</math></th><th colspan="2"><math>C_D</math></th></tr><tr><td></td><th>→</th><th>←</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>1.4</td><td>2.1</td></tr><tr><td>0.02</td><td>1.2</td><td>2.0</td></tr><tr><td>0.08</td><td>1.3</td><td>1.9</td></tr><tr><td>0.25</td><td>1.1</td><td>1.3</td></tr></tbody></table> | $RD$                                     | $C_D$ |            |      | →                    | ←   | 0    | 1.4 | 2.1  | 0.02 | 1.2         | 2.0 | 0.08 | 1.3 | 1.9         | 0.25 | 1.1 | 1.3 | $Re = 10^3$ |
| $RD$  | $C_D$                                    |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
|   | →  | ←   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| 0   | 1.4                                      | 2.1   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| 0.02  | 1.2                                      | 2.0   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| 0.08  | 1.3                                      | 1.9   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| 0.25  | 1.1                                      | 1.3   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
|  Semicircular shell              | $A = bD$                                 | <table border="1"><tbody><tr><td>→</td><td>2.3</td></tr><tr><td>←</td><td>1.1</td></tr></tbody></table>   | →  | 2.3   | ←          | 1.1  | $Re = 2 \times 10^4$ |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| →   | 2.3                                      |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| ←   | 1.1                                      |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
|  Semicircular cylinder           | $A = bD$                                 | <table border="1"><tbody><tr><td>→</td><td>2.15</td></tr><tr><td>←</td><td>1.15</td></tr></tbody></table>   | →  | 2.15  | ←          | 1.15 | $Re > 10^4$          |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| →   | 2.15                                     |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| ←   | 1.15                                     |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
|  T-beam                          | $A = bD$                                 | <table border="1"><tbody><tr><td>→</td><td>1.80</td></tr><tr><td>←</td><td>1.65</td></tr></tbody></table>   | →  | 1.80  | ←          | 1.65 | $Re > 10^4$          |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| →   | 1.80                                     |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| ←   | 1.65                                     |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
|  I-beam                          | $A = bD$                                 | 2.05  | $Re > 10^4$                              |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
|  Angle                          | $A = bD$                                 | <table border="1"><tbody><tr><td>→</td><td>1.98</td></tr><tr><td>←</td><td>1.82</td></tr></tbody></table>   | →  | 1.98  | ←          | 1.82 | $Re > 10^4$          |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| →   | 1.98                                     |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| ←   | 1.82                                     |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
|  Hexagon                       | $A = bD$                                 | 1.0   | $Re > 10^4$                              |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
|  Rectangle                     | $A = bD$                                 | <table border="1"><thead><tr><th><math>UD</math></th><th><math>C_D</math></th></tr></thead><tbody><tr><td><math>\leq 0.1</math></td><td>1.9</td></tr><tr><td>0.5</td><td>2.5</td></tr><tr><td>0.65</td><td>2.9</td></tr><tr><td>1.0</td><td>2.2</td></tr><tr><td>2.0</td><td>1.6</td></tr><tr><td>3.0</td><td>1.3</td></tr></tbody></table>               | $UD$                                     | $C_D$ | $\leq 0.1$ | 1.9  | 0.5                  | 2.5 | 0.65 | 2.9 | 1.0  | 2.2  | 2.0         | 1.6 | 3.0  | 1.3 | $Re = 10^3$ |      |     |     |             |
| $UD$  | $C_D$                                    |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| $\leq 0.1$  | 1.9                                      |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| 0.5   | 2.5                                      |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| 0.65  | 2.9                                      |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| 1.0   | 2.2                                      |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| 2.0   | 1.6                                      |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |
| 3.0   | 1.3                                      |   |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |      |             |     |      |     |             |      |     |     |             |

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

| Shape   | Reference area<br>$A$   | Drag coefficient<br>$C_D$   | Reynolds number<br>$Re = \rho U D / \mu$ |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
|---|-------------------------|---|--|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-------------|
|  Solid hemisphere              | $A = \frac{\pi}{4} D^2$ | → 1.17<br>← 0.42  | $Re > 10^4$                              |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
|  Hollow hemisphere             | $A = \frac{\pi}{4} D^2$ | → 1.42<br>← 0.38  | $Re > 10^4$                              |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
|  Thin disk                     | $A = \frac{\pi}{4} D^2$ | 1.1   | $Re > 10^3$                              |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
|  Circular rod parallel to flow | $A = \frac{\pi}{4} D^2$ | <table border="1" data-bbox="992 575 1122 700"> <thead> <tr> <th><math>UD</math></th> <th><math>C_D</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.5</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>1.0</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>0.83</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>0.85</td> </tr> </tbody> </table>           | $UD$                                     | $C_D$ | 0.5 | 1.1  | 1.0 | 0.93 | 2.0 | 0.83 | 4.0 | 0.85 | $Re > 10^3$ |
| $UD$  | $C_D$                   |   |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
| 0.5   | 1.1                     |   |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
| 1.0   | 0.93                    |   |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
| 2.0   | 0.83                    |   |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
| 4.0   | 0.85                    |   |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
|  Cone                          | $A = \frac{\pi}{4} D^2$ | <table border="1" data-bbox="971 742 1122 867"> <thead> <tr> <th><math>\theta</math>, degrees</th> <th><math>C_D</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>0.30</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>1.15</td> </tr> </tbody> </table> | $\theta$ , degrees                       | $C_D$ | 10  | 0.30 | 30  | 0.55 | 60  | 0.80 | 90  | 1.15 | $Re > 10^4$ |
| $\theta$ , degrees  | $C_D$                   |   |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
| 10  | 0.30                    |   |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
| 30  | 0.55                    |   |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
| 60  | 0.80                    |   |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
| 90  | 1.15                    |   |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
|  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  | $Re > 10^3$                              |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |

Coefficiente de arrastre típico para cuerpos tridimensionales (Fundamentals of fluid mechanics" by Munson, Young, Okiishu 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  $S_a$  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 mitílicos, se deberá usar un peso mojado correspondiente al 30% del peso en seco de los mitílicos. 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.

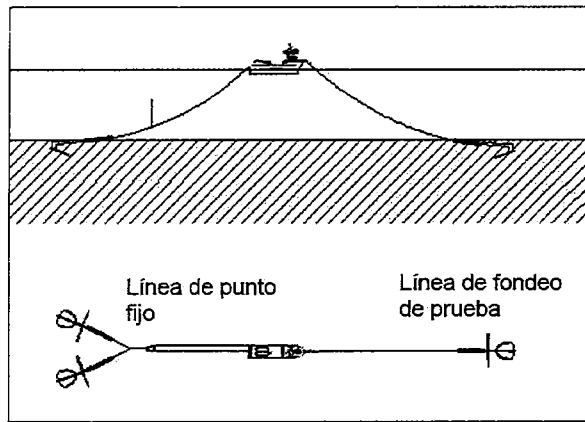
84.- Los elementos de anclaje serán sometidos a pruebas de tracción, mediante un método empírico que buscará conocer el poder de agarre del ancla o elemento de anclaje al fondo o sustrato sobre el que se dispondrá.

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:

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

$$\begin{cases} Tx = T \cos(\vartheta - \alpha) \\ Ty = T \sin(\vartheta - \alpha) \\ Pwx = P_w \sin \alpha \\ Pwy = P_w \cos \alpha \end{cases}$$

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).

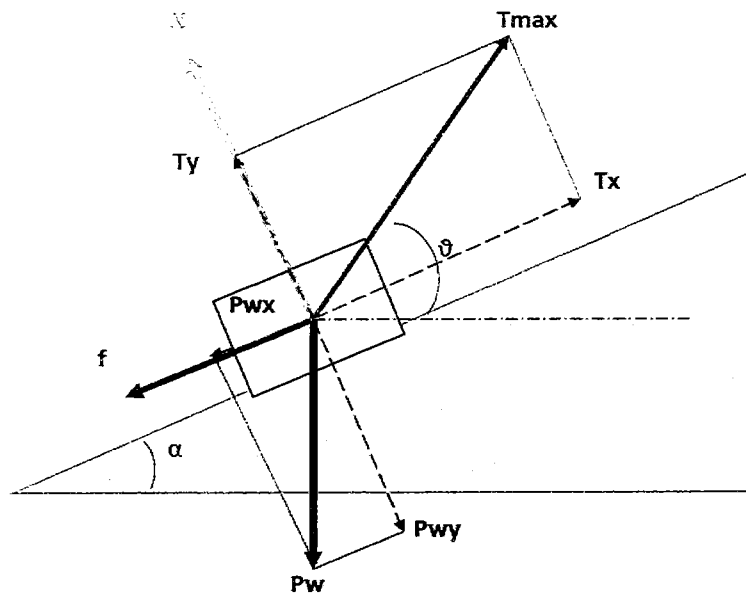
El peso seco del muerto (P) se calculará de la siguiente forma:

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

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:

| <b>Módulo de cultivo</b> | <b>Sistema de fondeo</b> |
|--------------------------|--------------------------|
| 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(los) 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.

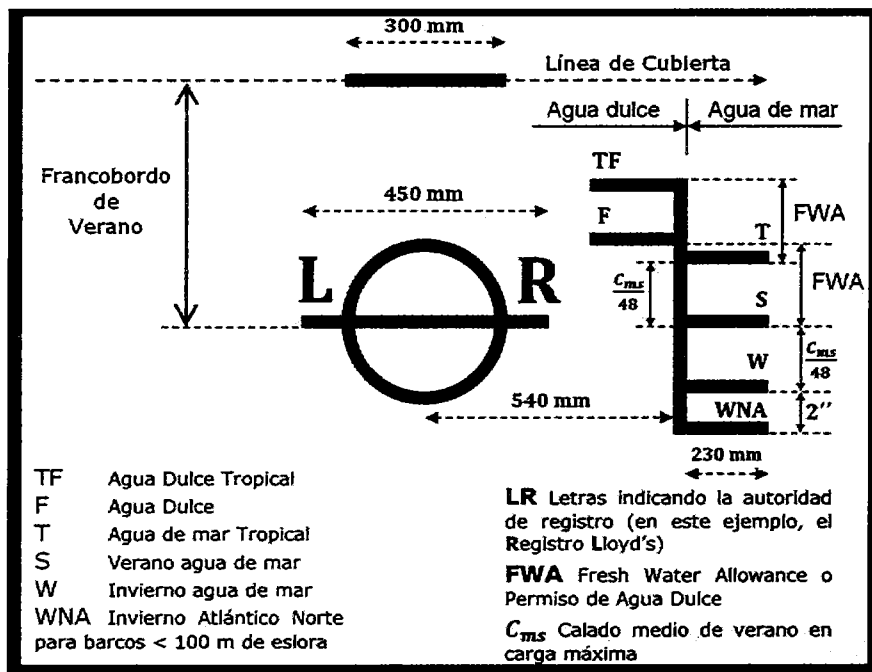
5) Examinar los pisos de los pasillos. Se deberá identificar si existe algún tipo de corrosión, lo que se deberá registrar con fotografías en alta definición o superior y, a su vez, especificar aquellos casos más críticos en donde se evidencia falta de mantención.

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:



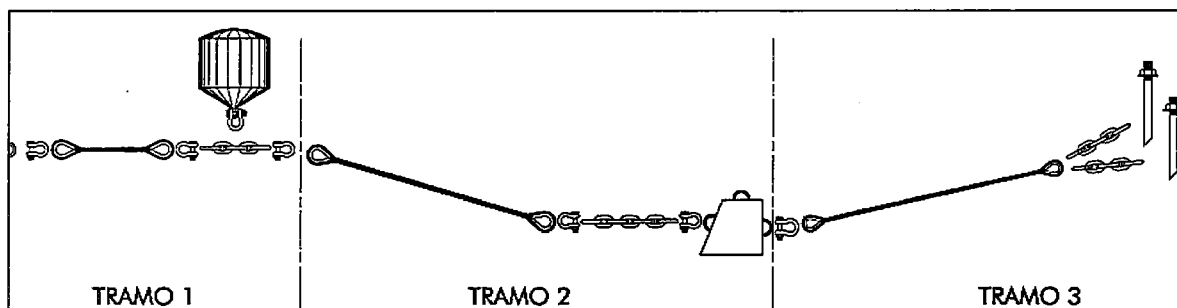
**Disco de Plimsoll.**

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 boya 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 boya 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 boya.
- 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 loberas, 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:**

**1° 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.

**2° 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.

**3° transitorio:** Mientras esté pendiente el plazo indicado en el inciso 2° del 1° transitorio, el titular que deba cumplir con la certificación anual de conformidad con el 2° 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(los) módulo(s) de cultivo y su trazabilidad.

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

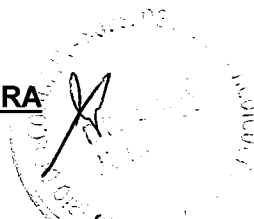


*[Handwritten signature]*  
LOPEZ/CAVICSB



*[Handwritten signature]*  
**ROMAN ZELAYA RIOS**  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura

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 4° LETRA E) DEL D.S. N° 320 DE 2001, DE ESTE MINISTERIO.**

(EXTRACTO)

por Resolución Exenta N° **1821**  
de esta Subsecretaría, establece metodología a la que se refiere el artículo 4° 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



**DECRETO 320 | REGLAMENTO AMBIENTAL PARA LA ACUICULTURA**

MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN; SUBSECRETARIA DE PESCA

Promulgación: 24-AGO-2001 Publicación: 14-DIC-2001

Versión: Última Versión - 13-JUL-2018

Última modificación: 13-JUL-2018 - Decreto 151

Url: <https://www.bcn.cl/navegar?i=192512&f=2018-07-13>**REGLAMENTO AMBIENTAL PARA LA ACUICULTURA**

Núm. 320.- Santiago, 24 de agosto de 2001.- Visto: Lo informado por la Subsecretaría de Pesca mediante informe técnico N° 62 contenido en el memorándum Técnico (R. Pesq.) N° 62 de 20 de julio del 2001 del Departamento de Pesquerías; la carta del Consejo Nacional de Pesca N° 35 de 23 de agosto del 2001; el oficio (DDP) N° 1186 de 24 de julio del 2001 de la Subsecretaría de Pesca dirigido al Consejo Zonal de Pesca de la I y II Regiones de fecha; el oficio N° 54 de fecha 31 de julio del 2001 del Consejo Zonal de Pesca de la III y IV Regiones; el oficio N° 20 de 10 de agosto del 2001 del Consejo Zonal de Pesca de la V, VI, VII, VIII y IX Regiones e Islas Oceánicas; el oficio N° 98 de 23 de agosto del 2001 del Consejo Zonal de Pesca de la X y XI Regiones; el oficio N° 54 de 31 de julio del 2001 Consejo Zonal de Pesca de la XII Región y Antártica Chilena; lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura, N° 18.892 y sus modificaciones, cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por D.S. N° 430 de 1991 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; la Ley N° 19.300 de 1994, sobre Bases Generales del Medio Ambiente; las facultades que confiere el artículo 32 N° 8 de la Constitución Política de la República de Chile; la Ley N° 10.336, los D.S. N° 175, de 1980, N° 99, de 1988, N° 427, de 1989, N° 550, de 1992, N° 290, de 1993, N° 499 y N° 604, ambos de 1994, todos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; el D.S. N° 1 de 1992 del Ministerio de Defensa Nacional; los D.S. N° 30 de 1997 y N° 90 del 2000, ambos del Ministerio Secretaría General de la Presidencia;

Considerando:

Que el inciso 1° del artículo 19 N° 8 de la Constitución Política de la República establece como deber del Estado la tutela de la preservación de la naturaleza.

Que el artículo 74° inciso 3° de la Ley General de Pesca y Acuicultura dispone que la mantención de la limpieza y del equilibrio ecológico de la zona concedida, cuya alteración tenga como causa la actividad acuícola será de responsabilidad del concesionario, de conformidad con los reglamentos que se dicten.

Que el artículo 87° de esa Ley, dispone que se deberán reglamentar las medidas de protección del medio ambiente para que los establecimientos de acuicultura operen en niveles compatibles con las capacidades de los cuerpos de agua lacustres, fluviales y marítimos.

Decreto:

Apruébase el siguiente Reglamento Ambiental para la Acuicultura.

TITULO I

Disposiciones Generales

Artículo 1°.- Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán a todo tipo de actividad de acuicultura, ya sea que ésta se someta al régimen de concesiones de acuicultura, de autorizaciones o requiera simplemente de su inscripción en el registro nacional de acuicultura, en los términos previstos en el artículo 67 de la Ley General de Pesca y Acuicultura. Asimismo, todo aquel que realice actividades de acuicultura quedará sujeto al cumplimiento de las medidas de protección ambiental, que de forma general o particular, se establezcan para un área geográfica, de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 74 y 87 de dicha Ley, sin perjuicio de lo dispuesto en otros cuerpos legales o reglamentarios.

Artículo 2°.- Para los efectos del presente Reglamento, se entenderá por:

DTO 397, ECONOMIA  
Art. único N° 1  
D.O. 15.04.2009

- a) ELIMINADA b) Acuicultura: actividad que tiene por objeto la producción de recursos hidrobiológicos organizada por el hombre.
- c) Anti-incrustante: sustancia o agente destinado a evitar que organismos acuáticos se fijen a las estructuras artificiales utilizadas en la acuicultura.
- d) Área de sedimentación: Sustrato ubicado directamente bajo los módulos de cultivo. No obstante, a petición del interesado, el área de sedimentación podrá ser determinada por un modelo matemático seleccionado por éste de entre aquellos que la Subsecretaría fije por resolución.
- e) Caracterización preliminar de sitio (CPS): informe presentado por los solicitantes o titulares de centros de cultivo que contiene los antecedentes ambientales, topográficos y oceanográficos del área en que se pretende desarrollar o modificar un proyecto de acuicultura para someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, cuyos requisitos establecerá el reglamento según el grupo de especies hidrobiológicas y el sistema de producción.
- f) Centro de cultivo o centro: lugar e infraestructura donde se realizan actividades de acuicultura.
- g) Condiciones aeróbicas: Condición que indica la presencia de oxígeno disuelto en el agua intersticial de los primeros tres centímetros del sedimento. En el caso de sustratos duros o semiduros o sitios con profundidades superiores a 60 metros, ésta se constatará en la columna de agua en el decil más profundo, medida a una distancia máxima de 3 metros desde el fondo.
- h) Condiciones anaeróbicas: Condición que indica la ausencia de oxígeno disuelto en el agua intersticial de los primeros tres centímetros del sedimento. En el caso de sustratos duros o semiduros o sitios con profundidades superiores a 60 metros, las condiciones anaeróbicas se constatarán en el decil más profundo de la columna de agua, medidas a una distancia máxima de 3 metros desde el fondo.
- i) Cuerpos de agua terrestres: aguas terrestres superficiales en los términos del artículo 2 del Código de Aguas, ya sean naturales o artificiales.
- j) ELIMINADA k) ELIMINADA l) Ley: Ley Nº 18.892 General de Pesca y Acuicultura y sus modificaciones.
- m) Módulo de cultivo: Balsa individual, grupo de balsas unidas o cualquier tipo de estructura utilizada para el confinamiento de los recursos hidrobiológicos. En el caso del cultivo en líneas, el módulo lo constituye una agrupación de líneas donde se cultiva un solo grupo de especies.
- n) Producción: resultado de la suma de todos los egresos, expresados en toneladas, kilos o unidades, y del remanente existente en un centro de cultivo en un período determinado. En el caso de las pisciculturas se entenderá por producción el resultado de la suma de todos los egresos, expresados en toneladas, kilos o unidades, descontados los ingresos de ejemplares efectuados en el mismo período.
- o) Ministerio: Ministerio de Economía, Fomento y Turismo
- p) Información ambiental (INFA): Informe de los antecedentes ambientales de un centro de cultivo en un período determinado.
- q) Servicio: Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.
- r) Sistema de producción extensivo: Cultivo de recursos hidrobiológicos cuya alimentación se realiza en forma natural o con escasa intervención antrópica.
- s) Sistema de producción intensivo: Cultivo de recursos hidrobiológicos cuya alimentación se basa principalmente en dietas suministradas antrópicamente y/o en la fertilización de las aguas en que se realiza.
- t) Subsecretaría: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- u) Limpieza in situ: actividad de remoción de materiales de las artes de cultivo sin moverlos desde su posición de operación.
- v) Artes de cultivo: Elementos o sistemas utilizados para la realización de acuicultura. Se comprenden dentro de éstos 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.
- Asimismo, cuando el presente reglamento se refiera a redes se entenderá por éstas a las redes peceras y redes loberas que se utilizan en los centros de cultivo de peces.
- w) 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

DTO 397, ECONOMIA  
Art. único N° 2 a)  
D.O. 15.04.2009

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único N° 1  
D.O. 08.01.2008

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 1 a)  
D.O. 13.07.2018

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 1 b)  
D.O. 13.07.2018

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único N° 2  
D.O. 08.01.2008

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único N° 1  
D.O. 08.01.2008

DTO 397, ECONOMIA  
Art. único N° 2 b)  
D.O. 15.04.2009

Decreto 20, ECONOMÍA  
Art. 1, N° 1 a)  
D.O. 22.05.2015

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 1 c)  
D.O. 13.07.2018

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único N° 1  
D.O. 08.01.2008

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 1 d)  
D.O. 13.07.2018

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.

x) Piscicultura: centro de cultivo emplazado en un terreno cualquiera sea su régimen de propiedad o uso, que se abastece de aguas provenientes de derechos de aprovechamiento de aguas o de aguas provenientes del ejercicio de una concesión marítima, inscrito en el Registro Nacional de Acuicultura.

y) Plan de acción ante contingencias: documento mediante el cual se describe en forma cronológica y ordenada, el conjunto de acciones o medidas a seguir en caso de enfrentar circunstancias susceptibles de provocar efectos ambientales negativos o adversos al medio ambiente, ya sea por uno o más centros de cultivo. Este plan de acción ante contingencias permitirá prevenir, controlar y minimizar las consecuencias de dichas circunstancias. El plan de acción ante contingencias deberá establecer los procedimientos, responsabilidades operativas y recursos logísticos que deberán ser implementados.

DTO 86, ECONOMIA

Art. único N° 1

D.O. 08.01.2008

Decreto 350, ECONOMIA

Art. UNICO N° 2

D.O. 21.06.2010

Decreto 151,

ECONOMIA

Art. único, N° 1 e)

D.O. 13.07.2018

Decreto 350, ECONOMIA

Art. UNICO N° 1

D.O. 21.06.2010

Decreto 151,

ECONOMIA

Art. único, N° 1 f)

D.O. 13.07.2018

Decreto 20, ECONOMIA

Art. 1, N° 1 b)

D.O. 22.05.2015

Decreto 151,

ECONOMIA

Art. unico, N° 1 g)

D.O. 13.07.2018

Artículo 3º.- Para los efectos del presente Reglamento, constituyen instrumentos para la conservación y evaluación de las capacidades de los cuerpos de agua, los requisitos de operación previstos en las normas generales y especiales del mismo, así como la Caracterización Preliminar de Sitio y la información ambiental en los casos en que resulten procedentes.

Asimismo, para los efectos del presente reglamento, se entenderá que se supera la capacidad de un cuerpo de agua cuando el área de sedimentación o la columna de agua, según corresponda, presente condiciones anaeróbicas.

Artículo 4º.- Todo centro de cultivo deberá cumplir siempre con las siguientes condiciones:

a) Adoptar medidas para impedir el vertimiento de residuos y desechos sólidos y líquidos, que tengan como causa la actividad, incluidas las mortalidades, compuestos sanguíneos, sustancias químicas, lodos y en general materiales y sustancias de cualquier origen, que puedan afectar el fondo marino, columna de agua, playas, terrenos de playa, sin perjuicio de lo dispuesto por las normas de emisión dictadas en conformidad con el artículo 40 de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente

La acumulación, traslado y disposición de dichos desechos y residuos deberá hacerse en contenedores herméticos que impidan escurrimientos. El transporte fuera del centro y la disposición final deberá realizarse conforme los procedimientos establecidos por la autoridad competente.

b) Mantener la limpieza de las playas y terrenos de playa aledaños al centro de cultivo de todo residuo sólido generado por la acuicultura.

Prohíbese el almacenamiento, bodegaje o disposición de maquinarias y de todo elemento utilizado en el ejercicio de la acuicultura en las playas o zonas aledañas al centro de cultivo. La disposición final de equipos, artes o módulos de cultivo

Decreto 397, ECONOMIA

Art. UNICO, N° 3)

D.O. 15.04.2009

Decreto 86, ECONOMIA

Art. único N° 4

D.O. 08.01.2008

Decreto 397, ECONOMIA

Art. único N° 4 b)

D.O. 15.04.2009

o parte componentes de éstos, deberá realizarse en lugares destinados al efecto y que cuenten con las autorizaciones cuando corresponda.

c) Retirar, al término de su vida útil o a la cesación definitiva de las actividades del centro, todo tipo de soportes no degradables o de degradación lenta que hubieren sido utilizados como sistema de fijación al fondo, con excepción de las estructuras de concreto, pernos y anclas.

d) La profundidad de las redes, linternas u otras artes de cultivo, incluidas las redes loberas, que penden de estructuras flotantes, no debe exceder al 90% de la altura de la columna de agua, respecto del nivel de reducción de sonda, debiendo quedar el decil más profundo siempre libre de estas estructuras. Esta condición no será aplicable a los colectores de semillas y sistemas de fijación al fondo. Tampoco será aplicable respecto de artes de cultivo que hayan sido sumergidos como medida de contingencia ante un florecimiento algal nocivo así declarado por la autoridad pesquera o por otra causa de fuerza mayor.

e) Disponer de módulos de cultivo y fondeo que presenten condiciones de seguridad apropiadas a las características geográficas y oceanográficas del sitio concesionado, para prevenir el escape o pérdida masiva de recursos en sistemas de cultivo intensivo o desprendimiento o pérdida de recursos exóticos en cultivos extensivos. Deberá verificarse semestralmente el buen estado de los mencionados módulos, debiendo realizarse la mantención en caso necesario para el restablecimiento de las condiciones de seguridad, de lo cual se llevará registro en el centro.

Para tales efectos el centro de cultivo deberá contar con un estudio de ingeniería que incluya una memoria de cálculo en la que se especifiquen las condiciones para las cuales se diseñaron las artes y módulos de cultivo. En dicho estudio deberá especificarse además la información base respecto del sector en que se emplazará el centro de cultivo, la que deberá comprender las características batimétrica, geográfica, meteorológica y oceanográfica, así como los procedimientos de instalación, operación y mantenimiento.

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 la Subsecretaría, con consulta previa al Ministerio del Medio Ambiente.

Las condiciones de seguridad de los módulos de cultivo y del fondeo de los centros de cultivo intensivo de peces, deberán ser certificadas anualmente, por un profesional o entidad debidamente calificados.

Para tales efectos deberá darse cumplimiento a un plan de mantención y de reparación en su caso, de las estructuras de cultivo que dé cumplimiento a las especificaciones técnicas que sean fijadas en la resolución de la Subsecretaría a que alude el inciso 3° de este literal.

Una copia de las certificaciones señaladas en el inciso anterior deberán ser mantenidas en el centro de cultivo.

f) Utilizar sólo aquellos sistemas de emisión de sonidos destinados a ahuyentar mamíferos marinos o aves que hubieren sido autorizados expresamente por la autoridad competente.

g) Utilizar elementos de flotación que no permitan ningún tipo de desprendimiento de los materiales que lo componen.

h) Activar durante el proceso de alimentación un sistema de detección o captación del alimento no ingerido. Se exceptúan de esta obligación los centros que alimenten las especies en cultivo, exclusivamente con algas y los centros ubicados en tierra.

Las medidas de protección ambiental que se requieran en relación con el cultivo de las especies que sean incorporadas en la nómina de especies hidrobiológicas vivas de importación autorizada, fijada en conformidad al artículo 13 de la ley, serán establecidas mediante decreto supremo expedido a través del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, previos informes técnicos debidamente fundamentados de la Subsecretaría, del Consejo Nacional de Pesca y del Consejo Zonal que corresponda.

Artículo 4° A. Sin perjuicio de las disposiciones sanitarias establecidas en el DS N° 319, de 2001, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción o la normativa que lo reemplace, los centros de cultivo emplazados en ríos, lagos, estuarios y mar, cuyo proyecto técnico considere especies hidrobiológicas del grupo Salmónidos, deberán contar con el equipamiento que permita la extracción, desnaturalización y almacenamiento de las mortalidades.

Los centros de cultivo a que alude el inciso anterior, deberán acreditar una capacidad mínima de extracción diaria de mortalidad y una capacidad mínima de desnaturalización diaria de mortalidad de 15 toneladas.

Los centros de cultivo deberán disponer de un sistema de almacenamiento de la mortalidad desnaturalizada, con una capacidad mínima que permita el almacenamiento de la biomasa desnaturalizada diariamente no inferior a 20 toneladas.

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. Único, N° 2  
D.O. 13.07.2018

DTO 397, ECONOMIA  
Art. único N° 4 c)  
D.O. 15.04.2009

Decreto 168, ECONOMÍA  
Art. UNICO a)  
D.O. 27.02.2012

Decreto 168, ECONOMÍA  
Art. UNICO b)  
D.O. 27.02.2012

Decreto 350, ECONOMIA  
Art. UNICO N° 3  
D.O. 21.06.2010

Decreto 397, ECONOMIA  
Art. único, N° 4 d)  
D.O. 15.04.2009

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. Único, N° 3  
D.O. 13.07.2018

Para los efectos anteriores, se deberá instalar en los centros de cultivo cuyo proyecto técnico considere Salmónidos, el o los sistemas o equipos de extracción, desnaturalización y almacenamiento de mortalidad que cumplan con las capacidades indicadas, y deberán estar operativos y en condiciones que permitan cumplir su objetivo adecuadamente durante todo el ciclo productivo. Los sistemas o equipos deberán contar con mantenciones periódicas. El registro de estas últimas y de las acciones realizadas, deberán ser efectuadas de conformidad con las disposiciones sanitarias.

Los titulares de los centros de cultivo de salmones emplazados en ríos, lagos, estuarios y mar deberán certificar que los sistemas o equipos de extracción, desnaturalización y almacenamiento de la mortalidad tienen las capacidades exigidas conforme lo indicado en los incisos anteriores. Esta certificación podrá ser realizada por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura o por un certificador inscrito de acuerdo al artículo 122 letra k) de la ley.

Artículo 5°. Todo centro debe disponer de un plan de acción ante contingencias, que establezca las acciones y responsabilidades operativas en caso de ocurrir circunstancias susceptibles de provocar efectos ambientales negativos o adversos. Asimismo, existirá un plan de acción ante contingencias que comprenderá a dos o más centros de cultivo denominado plan grupal, el que podrá ser elaborado en consideración a las agrupaciones de concesiones existentes.

Las contingencias que se deberán considerar serán a lo menos: temporales, terremotos, mortalidades masivas de salmones en cultivo, imposibilidad de operación de los sistemas o equipos utilizados para la extracción, desnaturalización o almacenamiento de la mortalidad diaria, enmalle de mamíferos marinos, choque de embarcaciones con los módulos de cultivo, pérdidas accidentales de alimento, de estructuras de cultivo u otros materiales, florecimientos algales nocivos, pérdida, desprendimiento o escape de recursos exóticos cualquiera sea su magnitud, y la pérdida, desprendimiento o escape de recursos nativos que revistan el carácter de masivos. Si la contingencia afecta a más de un centro de cultivo podrá así declararlo el Servicio exigiéndose inmediatamente la aplicación del plan de acción ante contingencias respectivo.

Cada plan de acción ante contingencias deberá ser adecuado al tipo de centro de cultivo en el que se aplicará y al tipo de contingencia para la que se comprenden acciones. La aplicación del plan de acción ante contingencias, sea individual o grupal, durará por el plazo que sea necesario para atenuar los posibles impactos que se generen. En la elaboración del plan de acción ante contingencias deberá considerarse, al menos, el tipo de contingencia, la especie en cultivo, el ambiente en el que se desarrolla y las posibles consecuencias que se generen.

Entre las actividades a seguir, el plan deberá comprender acciones de recaptura de los individuos, recolección y disposición segura de desechos y la eliminación de los ejemplares muertos en la forma prevista en la letra a) del artículo 4° y en el Decreto Supremo N° 319 de 2001 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción por el que se aprueba el reglamento de medidas de protección, control y erradicación de enfermedades de alto riesgo para las especies hidrobiológicas.

El Servicio determinará por resolución, previo informe técnico, el contenido mínimo de los planes de acción ante contingencias, por centro de cultivo y grupal, debiendo considerarse lo siguiente:

- a) Motivos o circunstancias en los que será aplicado el plan y el centro o centros a los que se les aplicará;
- b) Información actualizada acerca de los responsables de la ejecución de cada acción o etapa de la contingencia, indicando cargos (nombre de personas, número de teléfono fijo, celulares y correos electrónicos correspondientes) y personas designadas para mantener el contacto permanente con el Servicio y otras autoridades competentes en el marco de la contingencia de que se trate;
- c) Descripción de las acciones o etapas del plan, incluyendo cronograma de actividades, organigrama y diagramas de flujo que permitan el mejor manejo de la información;
- d) Insumos y todos los materiales, medios de transporte, señalización y comunicación que deba disponer el centro de cultivo necesarios para responder y ser utilizado en una contingencia, todo lo cual deberá encontrarse disponible y operativo permanentemente y en cualquier momento para ser utilizado durante la contingencia. Se deberá contar con un programa actualizado del mantenimiento de los insumos y materiales señalados;
- e) Medidas y recursos complementarios para asegurar la ejecución eficaz del plan, en el caso que ante el evento las acciones o etapas previstas no logren dar cumplimiento a los objetivos del plan;
- f) Empresas externas que prestarán servicios especiales, en caso de ser requeridos estos últimos;
- g) Monitoreo sobre situaciones o variables determinadas, conforme a la metodología y frecuencia que sean fijadas, para cada contingencia, por resolución de la Subsecretaría;

DTO 397, ECONOMIA  
Art. único N° 5  
D.O. 15.04.2009

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 4 a)  
D.O. 13.07.2018

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 4 b)  
D.O. 13.07.2018

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 4 c)  
D.O. 13.07.2018

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 4 d)  
D.O. 13.07.2018

h) Personal e implementos necesarios para enfrentar correctamente la o las contingencias presentadas, aunque el centro pueda o no verse afectado por la contingencia en desarrollo, en el caso de los planes de acción ante contingencias grupales.

Los procedimientos referidos a los planes de acción ante contingencias deberán formularse considerando el cumplimiento de las obligaciones y exigencias sanitarias correspondientes.

En el caso del plan de acción ante contingencias grupal, se deberá designar un coordinador del grupo, debiendo comunicarlo por escrito al Servicio, indicando agrupación a la que representa, cuando corresponda, nombre, dirección y correo electrónico. Dicha designación, así como su modificación deberá ser suscrita por los titulares de las concesiones integrantes del grupo y comunicada al Servicio. El coordinador será el responsable de presentar el plan de acción ante contingencias grupal al Servicio, incorporar las modificaciones efectuadas al mismo, remitir al Servicio el informe de contingencia en la forma y plazos que establezca el Servicio y actuará como contraparte y facilitador durante el desarrollo de la contingencia.

Un ejemplar escrito del plan de acción de contingencias "individual y grupal" deberá mantenerse en el centro de cultivo y deberá ser conocido por el personal del mismo.

Será responsabilidad del titular disponer de medios adecuados y personal capacitado para el cumplimiento del plan de acción frente a contingencias. Los costos de su aplicación serán de cargo del titular del centro de cultivo.

El Servicio especificará los formatos y el medio de entrega de los planes de acción ante contingencias y del informe de término de contingencia a que se refiere el artículo 5° B.

Una vez detectada una contingencia, el titular del centro de cultivo o el coordinador del plan de acción ante contingencias grupal, deberá notificar de inmediato al Servicio, a la Autoridad Marítima y a la Superintendencia de Medio Ambiente sobre la situación o la sospecha de su ocurrencia y su posterior confirmación o no, debiendo aplicarse el respectivo plan de acción ante contingencias y establecer una coordinación permanente entre el Servicio y el o los centros de cultivo.

Artículo 5° A. Los planes de acción ante contingencias, por centro de cultivo o grupal, serán entregados al Servicio, el que deberá evaluarlos y pronunciarse sobre ellos en el plazo de 20 días hábiles, contados desde la fecha de recepción del respectivo plan. El Servicio aprobará o rechazará los planes presentados por resolución. Cuando los planes estén incompletos o no cumplan con el mínimo exigido, el titular del centro de cultivo o el coordinador del grupo, deberá presentar nuevamente el plan de acción ante contingencias en un plazo no superior a 20 días hábiles, debiendo pronunciarse el Servicio en el mismo plazo.

En los casos que los centros de cultivo deban someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el plan de acción ante contingencias deberá presentarse en el marco de dicho procedimiento.

Una copia de los planes de acción ante contingencias quedará en poder del Servicio.

Artículo 5° B. Al término de la contingencia, el titular del centro de cultivo o el coordinador del plan de acción ante contingencias grupal en su caso, deberán presentar al Servicio un informe de término de contingencia y sus resultados en el momento en que se considere que ella ha concluido. El Servicio pondrá fin a la contingencia mediante resolución fundada, previo análisis del informe de término, en un plazo de 5 días hábiles contados desde la recepción del respectivo informe. Mientras el Servicio no ponga fin a la contingencia, el o los titulares de los centros de cultivos deberán continuar aplicando el plan de acción ante contingencias respectivo.

Sin perjuicio de lo anterior, el Servicio podrá requerir la presentación del respectivo informe de término en el momento que lo estime pertinente, cuando existan antecedentes disponibles que den cuenta que la contingencia ha terminado.

El informe de término de contingencia deberá incorporar un análisis respecto del evento acontecido y los resultados de la aplicación del plan. Conforme a los resultados obtenidos, deberán realizarse ajustes al plan de acción ante contingencias aplicado, según sea requerido por el Servicio, sin perjuicio de lo cual este último podrá solicitar mayor información sobre los planes aplicados y sus resultados para dar por finalizada la contingencia.

El informe de término de contingencia deberá contener al menos la siguiente información:

a) Localización del sector afectado, identificación del centro o agrupación si corresponde, titular o empresa que lo opera al momento de la contingencia;

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 4 e)  
D.O. 13.07.2018

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 4 f)  
D.O. 13.07.2018

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 4 g)  
D.O. 13.07.2018

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 5  
D.O. 13.07.2018

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 5  
D.O. 13.07.2018

- b) Descripción de la contingencia, detallando origen y efectos sobre la actividad de cultivo;
- c) Certificaciones de estructuras del centro o los registros de su estado en caso de que éstas se vean afectadas o sean parte de la contingencia;
- d) Registro gráfico, mapas, certificados, inspección por parte del Servicio y otros antecedentes que demuestren la correcta aplicación del plan de acción ante contingencias, la recuperación de las características de limpieza del sector y actividades habituales del centro de cultivo; destino de los residuos o estructuras a eliminar si se requiere, entre otros.

En caso de ocurrir alguna contingencia, el centro de cultivo, el grupo o la agrupación que no aplique su plan de acción ante contingencias, lo haga en forma incompleta o tardíamente, será sancionado de conformidad con lo dispuesto en la ley.

Artículo 5° C. Se entenderá que existen mortalidades masivas de salmones en un centro de cultivo cuando se cumplan una o más de las siguientes condiciones:

- a) Se supere la capacidad mínima diaria de extracción de mortalidad certificada que tiene el centro de cultivo. En ningún caso la capacidad mínima diaria de extracción podrá ser inferior a 15 toneladas;
- b) Se supere la capacidad mínima diaria de desnaturalización certificada que tiene el centro de cultivo. En ningún caso la capacidad mínima diaria de desnaturalización podrá ser inferior a 15 toneladas;
- c) El equipo de almacenamiento de mortalidad desnaturalizada llega a un 80% de su capacidad.

El titular de un centro de cultivo de salmones deberá presentar un plan de acción ante contingencias para determinar las acciones a ser realizadas en el caso de presentarse mortalidades masivas.

Los titulares de centros de cultivo integrantes de una agrupación de concesiones de salmones deberán presentar, a través del coordinador nombrado en conformidad a lo establecido en el artículo 58 I del DS N° 319, de 2001, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, un plan de acción ante contingencias grupal para determinar las acciones a ser realizadas en el caso de presentarse mortalidades masivas en la respectiva agrupación.

El plan de acción ante contingencias por agrupación y por cada centro integrante de ella, en las condiciones antes indicadas, deberá ser entregado al momento de la declaración de siembra a que se refiere el artículo 24 del DS N° 319, de 2001, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Verificada la omisión, la Subsecretaría requerirá a quien ha incumplido que entregue el plan de acción ante contingencias dentro del plazo de 10 días hábiles contados desde el requerimiento. Si vencido este plazo, no se ha dado cumplimiento a este requisito se informará esta circunstancia al Servicio, a fin de que este último se abstenga de validar el movimiento de los peces a sembrar en el o los centros de cultivo hasta que se subsane la omisión.

La entrega del plan de acción ante contingencias deberá realizarse por única vez, sin perjuicio de las modificaciones que deban realizarse o sean requeridas por el Servicio.

En el caso de una mortalidad masiva en un centro o por agrupación de concesiones de salmones, el titular del centro de cultivo o el coordinador de la agrupación, en su caso, deberá notificar de forma inmediata al Servicio, a la Autoridad Marítima y a la Superintendencia de Medio Ambiente y aplicar el respectivo plan de acción ante contingencias.

Artículo 6°.- Sin perjuicio del cumplimiento de las exigencias generales previstas en los artículos precedentes en materia de contingencias, en el caso de pérdida, desprendimiento o escape de recursos exóticos, cualquiera sea su magnitud, y la pérdida, desprendimiento o escape de recursos nativos que revistan el carácter de masivos, se deberá dar cumplimiento además a las disposiciones específicas previstas en el presente artículo.

Las acciones de recaptura respecto de especies de cultivo en sistemas de producción intensivo o especies exóticas en sistemas de producción extensivos, se extenderán hasta un período de 30 días desde ocurrido éste. En casos calificados, el plazo podrá ser ampliado por Resolución fundada del Servicio por una vez en los mismos términos.

Será responsabilidad del titular disponer de medios adecuados y personal capacitado para el cumplimiento de las acciones de recaptura.

Se deberá presentar un informe a la Dirección Regional del Servicio o su oficina más cercana en el plazo de 15 días hábiles de detectado el hecho, incluyendo los siguientes datos:

- a) Localidad exacta del escape, desprendimiento o pérdida de recursos, indicando el centro y la agrupación que integra, si corresponde;

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único N° 5  
D.O. 13.07.2018

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único N° 6 a)  
D.O. 13.07.2018

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único N° 6 b)  
D.O. 13.07.2018

DTO 397, ECONOMÍA  
Art. único N° 6 b)

- b) Identificación del centro y de los módulos de cultivo, jaulas o estanques siniestrados o afectados por el escape, desprendimiento o pérdida;
- c) Especies involucradas y estado de desarrollo;
- d) Número estimado de individuos y su peso aproximado;
- e) Circunstancias en que ocurrió el hecho;
- f) Estado sanitario de los ejemplares escapados;
- g) Período del último tratamiento terapéutico, señalando el compuesto utilizado, si correspondiere;
- h) Estado de aplicación del plan de acción ante contingencias ambientales;
- i) Registro fotográfico de las artes de cultivo afectadas.
- j) Tipo de actividad de recaptura, resultado de ésta en número de individuos y/o de biomasa, indicando el área que se abarcó para realizar la recaptura, en caso de ser pertinente;
- k) Destino de los ejemplares recapturados;
- l) Resultado de los procedimientos del plan de acción ante contingencias y cronograma efectuado;
- m) Apoyo con registro fotográfico de las distintas acciones realizadas en el tiempo.

D.O. 15.04.2009

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 6 c)  
D.O. 13.07.2018

Artículo 6° A. El Servicio declarará por resolución fundada, previo informe técnico, pre-alerta acuícola cuando se presuma que un fenómeno natural, la acción del hombre o una combinación de ambos, pueda afectar a uno o más centros de cultivo, de acopio o de faenamiento en un área geográfica, pudiendo generarse de ello mortalidades masivas, escapes o desprendimiento de ejemplares en cultivo, desprendimiento de estructuras de cultivo, efectos negativos para la salud humana, en las especies hidrobiológicas o en el medio, originando detrimento de las actividades pesqueras extractivas, de acuicultura o pérdidas económicas.

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 6 d)  
D.O. 13.07.2018

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 7  
D.O. 13.07.2018

Para los efectos anteriores, se podrá considerar una o más de las siguientes situaciones: existencia o probable diseminación de un florecimiento algal nocivo, existencia de condiciones de oxígeno anómalas, derrame de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas, actividad volcánica, tsunamis o fuertes marejadas, entre otras.

Artículo 6° B. El Servicio declarará por resolución fundada, previo informe técnico, alerta acuícola cuando se tenga conocimiento que un fenómeno natural, la acción del hombre o una combinación de ambos, afecta a uno o más centros de cultivo, de acopio o de faenamiento en un área geográfica, pudiendo generarse escapes o desprendimiento de ejemplares en cultivo, desprendimiento de estructuras de cultivo, efectos negativos para la salud humana, en las especies hidrobiológicas o en el medio, originando detrimento de las actividades pesqueras extractivas, de acuicultura o pérdidas económicas.

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 7  
D.O. 13.07.2018

La declaración de alerta acuícola procederá siempre cuando uno o más centros de cultivo presenten mortalidades masivas y no haya podido ser resuelto el problema con el sistema de extracción, desnaturalización o almacenamiento, según corresponda, a través de los planes de acción ante contingencias en un plazo máximo de 72 horas.

Artículo 6° C. La declaración de pre-alerta o de alerta acuícola dará lugar a la adopción de medidas de control por parte del Servicio, las que deberán ser aplicadas por los centros de cultivo, de acopio o de faenamiento incluidos en la condición, en la forma y en el plazo que el Servicio establezca al efecto, con el objetivo de minimizar los potenciales impactos.

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 7  
D.O. 13.07.2018

La resolución que establezca una pre-alerta o una alerta acuícola deberá además delimitar el área geográfica de aplicación e individualizar los centros involucrados. Esta condición también podrá ser aplicada a una agrupación de concesiones, macro-zona o a una combinación o parte de ellas.

El Servicio deberá, mediante resolución, previo informe técnico, levantar la condición de pre-alerta y alerta acuícola, cuando termine el supuesto que dio lugar a su dictación.

Las medidas adoptadas deberán ser comunicadas inmediatamente a los titulares del o de los centros involucrados en la declaración de pre-alerta o de alerta acuícola.

El Servicio dispondrá una o más de las siguientes medidas:

- a) Instruir retiro coordinado y la disposición de las mortalidades;
- b) Requerir la realización y entrega de los análisis fisicoquímicos a la mortalidad;
- c) Instruir y/o autorizar el traslado de los ejemplares vivos, con la finalidad de evitar su mortalidad;



- d) Instruir la aplicación de acciones de monitoreo ambiental y/u oceanográfico en el sector afectado;
- e) Restringir el ingreso y la mantención de especies hidrobiológicas y/o la paralización de actividades en los centros de cultivo, de acopio o de faenamiento;
- f) Requerir a los centros la entrega de información necesaria para la adecuada toma de decisiones;
- g) Solo en el caso de la alerta acuícola, podrá ordenar la cosecha o la eliminación de los ejemplares en cultivo o de acopio.

Las medidas indicadas serán de cuenta y costo de el o de los titulares de los centros involucrados en la declaración de pre-alerta o alerta acuícola.

El Servicio dispondrá la forma, términos, condiciones y plazos para el cumplimiento de cualesquiera de las medidas indicadas anteriormente.

Artículo 7º.- La liberación de ejemplares desde centros de cultivo al ambiente requerirá de una autorización expresa de la Subsecretaría. Esta autorización sólo procederá en caso de proyectos con fines de repoblamiento de especies nativas o de apoyo a la pesca recreativa. Toda autorización deberá contemplar un programa de seguimiento de la liberación y de sus efectos en el ambiente.

Las condiciones para esta autorización serán establecidas por resolución de la Subsecretaría. En caso alguno procederá la liberación al medio acuático de organismos que no se distribuyan habitualmente en el área geográfica en la cual se pretenden liberar, cualquiera sea su etapa de desarrollo.

Artículo 8º.- Los centros de cultivo ubicados en tierra deberán cumplir con las normas de emisión dictadas en conformidad con el artículo 40 de la Ley Nº 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

Artículo 8 bis.- El uso de mecanismos físicos, productos químicos y biológicos, o la realización de cualquier proceso que modifique las condiciones de oxígeno del área de sedimentación, así como las actividades que resuspendan el sustrato, el arado, arrastre, aspirado o extracción del material sedimentado proveniente de centros de cultivo, sólo podrán ser llevado a cabo previa autorización por resolución fundada de la Subsecretaría.

Artículo 9.- La limpieza y lavado de las artes de cultivo sólo podrá realizarse bajo las condiciones generales y específicas que para cada caso se indican:

1. Toda actividad de lavado y limpieza de redes deberá observar siempre las siguientes condiciones generales:

a) Las redes removidas deberán ser depositadas de manera inmediata en contenedores u otro tipo de envases, debiendo éstos ser herméticos, sin vías de evacuación abiertas, sellados y etiquetados, pudiendo ser mantenidos en el respectivo centro por el plazo máximo de una semana contado desde su remoción.

Salvo lo señalado en el inciso anterior, las redes no podrán ser acopiados o mantenidos en sectores aledaños al centro de cultivo.

b) El transporte de las redes desde y hacia el centro deberá realizarse en contenedores u otro tipo de envases, debiendo éstos ser herméticos, sin vías de evacuación abiertas, sellados y etiquetados.

2. El lavado o limpieza de las artes de cultivo en instalaciones ubicadas en tierra sólo podrá efectuarse bajo las siguientes condiciones copulativas:

a) Las instalaciones deberán tratar sus efluentes de acuerdo con las normas de emisión vigentes y lo dispuesto en el decreto supremo a que se refiere el artículo 86 de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

b) Los residuos sólidos generados deben ser dispuestos de acuerdo a lo que estipule la normativa pertinente.

3. La limpieza y lavado de las artes de cultivo en embarcaciones, pontones y otros artefactos navales sólo podrá efectuarse si se cuenta con la autorización expresa de la Autoridad Marítima de acuerdo con lo dispuesto en el inciso sexto del artículo 142 del decreto ley 2.222, de 1978. No obstante lo anterior, queda prohibido este tipo de lavado:

a) Respecto de las artes de cultivo utilizadas en los centro de cultivo de peces.

b) Respecto de todo centro de cultivo ubicado en cuerpos de agua terrestres.

4. La limpieza in situ sólo podrá efectuarse respecto de artes de cultivo que no estén impregnadas con anti-incrustantes que contengan como productos activos elementos tóxicos no degradables o bioacumulables, lo que deberá acreditarse ante el Servicio, previo a su instalación en el respectivo centro.

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único Nº 7  
D.O. 08.01.2008

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único Nº 8  
D.O. 08.01.2008

Decreto 350, ECONOMIA  
Art. UNICO Nº 4  
D.O. 21.06.2010

En el evento que el sistema de limpieza in situ corresponda al aspirado con retención de sólidos, no podrán transcurrir más de 20 días corridos entre una actividad de limpieza y otra para un mismo arte de cultivo entre los meses de octubre a marzo y de dos meses entre los meses de abril a septiembre. Asimismo, los residuos sólidos retenidos deberán ser dispuestos en tierra, de conformidad con la normativa vigente. El plazo de 20 días o 2 meses, en su caso, para la primera limpieza, se computará desde la fecha de instalación del respectivo arte de cultivo, la que deberá ser informada por el titular de conformidad con el inciso 4º del presente numeral. En el caso que transcurran más de 20 días o de dos meses, en su caso, sin que se efectúe la limpieza de un mismo arte de cultivo, no podrá volver a utilizarse respecto de éste el sistema de aspirado con retención, debiendo efectuarse su limpieza de conformidad con lo señalado en el numeral 2. o 3. del presente artículo, en su caso.

En el caso que el sistema de limpieza in situ se efectúe mediante un sistema distinto del aspirado con retención de sólidos, no podrán transcurrir más de 15 días corridos entre una actividad de limpieza y otra para un mismo arte de cultivo entre los meses de octubre a marzo y de dos meses entre los meses de abril a septiembre. El plazo de 15 días o de dos meses, en su caso, para la primera limpieza, se computará desde la fecha de instalación del respectivo arte de cultivo, la que deberá ser informada por el titular de conformidad con el inciso 4º del presente numeral. Entre los meses de octubre a marzo en el caso que transcurran más de 15 días sin que se efectúe la limpieza de un mismo arte de cultivo, no podrá volver a utilizarse respecto de éste el sistema contemplado en el presente inciso, debiendo aplicarse el sistema de aspirado con retención o en el caso que transcurran más de 20 días desde la limpieza anterior, ésta deberá efectuarse de conformidad con lo señalado en el numeral 2. o 3. del presente artículo, en su caso. Entre los meses de abril a septiembre, en el caso que transcurran más de dos meses, sin que se efectúe la limpieza de un mismo arte de cultivo, no podrá volver a utilizarse respecto de éste el sistema contemplado en el presente inciso, debiendo efectuarse su limpieza de conformidad con lo señalado en el numeral 2. o 3. del presente artículo, en su caso.

En los casos de limpieza in situ indicados en los dos incisos anteriores, el titular del centro deberá dar aviso al Servicio de la fecha de instalación del arte de cultivo en el centro, en el plazo de cinco días desde que ésta se haya efectuado, e indicar el sistema de limpieza in situ que utilizará. Asimismo, el titular deberá llevar un registro en el centro de las fechas en que se efectúa este tipo de limpieza por arte de cultivo, las que deberán estar adecuadamente identificadas.

Sin perjuicio de lo señalado en los incisos anteriores, la Subsecretaría podrá determinar, de oficio o a petición de cualquier interesado, frecuencias distintas de limpieza in situ, en áreas o sectores, que por sus características ambientales así lo justifiquen.

## TITULO II

### De los Sistemas Productivos

#### Párrafo I

#### Sistemas de Producción Extensivos

Artículo 10º.- En los centros autorizados para operar cultivos de fondo y/o praderas de algas, no se podrán utilizar mangas plásticas para la fijación de recursos al sustrato. Sin perjuicio de lo anterior, en los casos de sustratos duros o semi duros, podrá autorizarse por el Servicio el uso de mangas plásticas previa aprobación de un plan de manejo de residuos.

Estará prohibida la instalación de cerquillos u otras estructuras destinadas a la captura de macroalgas a la deriva.

Artículo 11º.- Los centros con sistemas de producción extensivo ubicados en porciones de agua y fondo deberán mantener una distancia mínima de 200 metros entre sí y de 400 metros respecto de centros con sistemas de producción intensivo. Quedarán excluidos de esta exigencia los cultivos de macroalgas.

INCISO ELIMINADO.

#### NOTA

El artículo 2 del Decreto 7, Economía, publicado el 09.05.2016, modifica la presente norma en el sentido de eliminar el inciso 2. Sin embargo, el citado inciso fue eliminado por el Artículo 1 del Decreto 20, Economía, publicado el 22.05.2015.

DTO 86, ECONOMIA  
Art. Único N° 10  
D.O. 08.01.2008

DTO 86, ECONOMIA  
Art. Único N° 11  
D.O. 08.01.2008

#### NOTA

Decreto 20  
Art. 1  
D.O. 22.05.2015

Artículo 12º.- Aquellos individuos fijados en colectores de semillas y no usados para fines de cultivo, no deberán ser reingresados a cuerpos de agua. Se exceptúan de esta obligación aquellos cultivos en los cuales no se realice una

selección de los organismos fijados.

La disposición de los individuos no seleccionados deberá llevarse a cabo según lo dispuesto en el artículo 4 letra a) del presente Reglamento.

#### Párrafo II

#### Sistemas de Producción Intensivos

Artículo 13°.- Los centros con sistemas de producción intensivo ubicados en porciones de agua y fondo deberán conservar una distancia mínima entre sí de 1,5 millas náuticas. La distancia mínima de dichos centros respecto de centros con sistemas de producción extensivos, deberá ser de 400 metros.

Los centros de cultivo intensivos, cuya alimentación se base exclusiva y permanentemente en macroalgas, deberán mantener una distancia mínima de 400 metros entre sí y respecto de otros centros. En el caso que este tipo de cultivo se encuentre emplazado en las regiones XV, I, II, III o IV, no se aplicará la distancia señalada.

Artículo 13 bis.- Los centros de cultivo con sistemas de producción intensivos deberán mantener una distancia mínima de 2.778 metros respecto de parques marinos o reservas marinas. Los centros de cultivo con sistemas de producción extensivos deberán mantener una distancia mínima de 400 metros respecto de dichas áreas.

Artículo 14°.- En los centros ubicados en porciones de agua y fondo de cuerpos de aguas terrestres deberán dar cumplimiento a las siguientes obligaciones:

- a) Los salmónidos sólo podrán ser mantenidos en estos centros hasta que hayan alcanzado la esmoltificación. Se exceptúan de esta disposición las especies trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y trucha café (*Salmo trutta fario*), cuyos ejemplares podrán ser mantenidos en el centro de cultivo hasta alcanzar un tamaño de 300 gramos; los salmónidos reproductores que no sean alimentados y; los salmónidos mantenidos en centros de engorda ubicados en ríos que desemboquen directamente al mar.
- b) Se prohíbe el uso de anti-incrustantes, que contengan como productos activos elementos tóxicos no degradables o bioacumulables, en redes u otros artefactos empleados en la actividad.
- c) ELIMINADA
- d) ELIMINADA

#### TITULO III

De la Caracterización Preliminar de Sitio (Cps) y  
de la Información Ambiental

Artículo 15°.- La CPS será exigible a toda solicitud de concesión de acuicultura como requisito para la evaluación ambiental de la solicitud respectiva.

La CPS contendrá los elementos que deberá considerar la autoridad pesquera para evaluar ambientalmente los proyectos y si procediere, otorgar el correspondiente Permiso Ambiental Sectorial.

El titular de un centro de cultivo no podrá superar los niveles de producción aprobados en la resolución de calificación ambiental. En el caso de las pisciculturas que no cuenten con resolución de calificación ambiental, no podrán superarse los niveles de producción previstos en el proyecto técnico aprobado por la Subsecretaría y que se encuentre vigente.

La INFA será exigible a todos los centros de cultivo, y conforme a ella se determinará si el centro de cultivo opera en niveles compatibles con las capacidades del cuerpo de agua en que se localiza.

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único N° 12  
D.O. 08.01.2008

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único N° 13  
D.O. 08.01.2008  
DTO 397, ECONOMIA  
Art. único N° 9 a)  
D.O. 15.04.2009

DTO 397, ECONOMIA  
Art. único N° 9 b)  
D.O. 15.04.2009

Decreto 20, ECONOMÍA  
Art. 1, N° 3  
D.O. 22.05.2015

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único N° 15  
D.O. 08.01.2008

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único N° 16  
D.O. 08.01.2008

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 8 a)  
D.O. 13.07.2018

Decreto 20, ECONOMÍA  
Art. 1, N° 4  
D.O. 22.05.2015

Artículo 16º.- Tanto los contenidos como las metodologías para elaborar la CPS y la INFA serán fijados por resolución de la Subsecretaría.

Esta resolución sólo podrá establecer requerimientos relativos a la descripción de la ubicación y topografía del centro, características hidrográficas del sector, número y ubicación de los sitios de muestreo, registro visual del área, información relativa a especies exóticas bentónicas, parámetros y variables ambientales en el sedimento y columna de agua, y sus límites de aceptabilidad, y las condiciones técnicas bajo las cuales deberá efectuarse la obtención, traslado y análisis de las muestras.

Para establecer los requerimientos a que se refiere el inciso anterior, la resolución fijará categorías de centros de cultivo, las cuales deberán considerar los distintos sistemas de producción, la ubicación de los centros y nivel de producción.

Para la elaboración de la CPS e INFA se deberá confeccionar un acta de levantamiento de información en terreno, que constituirá un instrumento ambiental que dará cuenta de que las muestras o información levantada se realizaron dando fiel cumplimiento a la metodología de muestreo dictada de conformidad con la resolución a que se refieren los incisos anteriores. Una resolución de la Subsecretaría, previo informe técnico, establecerá el formato del citado instrumento ambiental.

El acta a que se refiere el inciso anterior podrá ser elaborada por una entidad de muestreo para que acompañe las muestras que sean enviadas a análisis por una entidad de análisis o podrá ser elaborada directamente por una entidad de análisis.

Artículo 17º.- Los proyectos en sectores de agua y fondo que deban someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental sólo obtendrán el Permiso Ambiental Sectorial cuando se determine que la futura área de sedimentación o el decil más profundo de la columna de agua, según corresponda, presenta condiciones aeróbicas.

Es responsabilidad del titular que su centro opere en niveles compatibles con las capacidades de los cuerpos de agua lacustres, fluviales y/o marítimos, para lo cual deberá mantener siempre condiciones aeróbicas".

No se otorgará el permiso ambiental sectorial a un centro de cultivo respecto del cual se haya solicitado un aumento de producción si se encuentra en cualquiera de las siguientes situaciones:

- a) No ha operado;
- b) Ha operado por debajo del 90% de la producción máxima autorizada mediante una resolución de calificación ambiental; o,
- c) Ha operado, sea que cuente o no con resolución de calificación ambiental, y el resultado de la INFA correspondiente al momento de solicitar la modificación indique la existencia de anaerobia en el sitio.

Artículo 18º.- Para que los proyectos de acuicultura en sectores de agua y fondo, o sus modificaciones, que no deban someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental obtengan el pronunciamiento ambiental sectorial, deberán proporcionar la información relativa a parámetros y variables ambientales del sedimento contenidas en la resolución a que se refiere el artículo 16º del presente reglamento.

Artículo 19º.- En los centros de cultivo de engorda de peces, los muestreos de la INFA se realizarán dos meses antes de iniciarse la cosecha, de acuerdo con los requerimientos establecidos para la categoría en que se encuentre dicho centro.

En los centros de cultivo de esmoltificación de peces, los muestreos de la INFA se realizarán dos meses antes de la última cosecha que se realice dentro del año calendario. Asimismo, en los centros que mantengan reproductores de peces, los muestreos se realizarán una vez al año, dentro del último trimestre del año.

En los casos que corresponda, será responsabilidad del titular del centro de cultivo informar con la debida anticipación la fecha en que comenzará la cosecha. Si el titular del centro de cultivo decide cosechar antes de la fecha informada, deberá comunicarlo inmediatamente al Servicio.

En los casos de centros de cultivo con sistema de producción extensivo y los de producción intensiva que se alimenten exclusiva y permanentemente de macroalgas, la INFA deberá ser entregada cada dos años, salvo que el centro de cultivo haya obtenido dos informes ambientales consecutivos cuyos resultados den cuenta de una condición aeróbica, en cuyo caso la periodicidad de entrega será de tres años. En el evento que a un centro de cultivo le haya sido aplicable la

Decreto 151  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 8 b)  
D.O. 13.07.2018

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único N° 17  
D.O. 08.01.2008

DTO 397, ECONOMIA  
Art. único N° 11  
D.O. 15.04.2009

Decreto 151  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 9  
D.O. 13.07.2018

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único N° 18  
D.O. 08.01.2008

Decreto 151  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 10  
D.O. 13.07.2018

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único N° 19  
D.O. 08.01.2008

DTO 397, ECONOMIA  
Art. único N° 12  
D.O. 15.04.2009

excepción indicada, si obtiene un informe ambiental que dé cuenta de una condición anaeróbica, deberá volver a la entrega de informes ambientales cada dos años. En estos casos, la oportunidad en que deberán realizarse los muestreos será determinada por la resolución a que se refiere el artículo 16 del presente reglamento.

No podrá ingresarse nuevos ejemplares a los centros de cultivo mientras no se cuente con los resultados de la INFA que acrediten que el centro está operando en niveles compatibles con la capacidad del cuerpo de agua, de conformidad con el artículo 3° del presente reglamento. Se exceptúa de la medida anterior, los centros de cultivo con sistemas de producción extensivos y los de producción intensiva que se alimenten exclusiva y permanentemente de macroalgas.

Sin perjuicio de lo anterior, esta medida no regirá en el caso que la autoridad competente no se hubiere pronunciado en el plazo de tres meses contados desde la fecha de entrega de los resultados de la INFA.

En el caso de los centros de cultivo que no se encuentren en operación y cuyo último INFA no haya tenido resultados negativos, no será exigible la entrega de INFA, salvo que hubieren transcurrido cinco años desde la fecha de la última cosecha de ejemplares, entendiéndose por tal, la fecha en que se produzca el total despoblamiento del centro de cultivo respectivo. En tal caso, en forma previa al ingreso de ejemplares al centro se deberá contar con un INFA que acredite la condición a que se refiere el inciso 6° de este artículo.

Artículo 19 bis. La INFA será elaborada por el Servicio, por cuenta y costo de los titulares de los centros de cultivo, de conformidad con el artículo 122 bis de la Ley. Para tales efectos, el Servicio podrá encomendar esta labor, previa licitación, a personas naturales o jurídicas, inscritas en el registro a que se refiere el artículo 122 letra k) de la ley.

El Servicio podrá solicitar al titular o a quien tenga un derecho inscrito en el registro de concesiones para operar el centro de cultivo, la información que sea necesaria para la elaboración de la INFA.

El Servicio deberá remitir copia de las INFA que elabore a la Subsecretaría.

Artículo 20°.- En el caso que el centro de cultivo supere la capacidad del cuerpo de agua, según lo establecido en el artículo 3°, no se podrá ingresar nuevos ejemplares mientras no se reestablezcan las condiciones aeróbicas de conformidad con el inciso siguiente.

Corresponderá al titular del centro de cultivo determinar el momento en que realizará una nueva INFA que deberá acreditar que en el sitio se podrá reanudar y mantener operaciones en condiciones aeróbicas al menos por un ciclo productivo, en el caso del cultivo de peces, y de dos años en los demás casos. En todo caso, el período de inactividad no suspenderá los plazos de caducidad previstos en el artículo 142 de la ley.

La INFA antes señalada deberá ser realizada por un profesional o persona jurídica que cumpla con los requisitos establecidos en el artículo 21.

Artículo 21°.- Para los efectos del presente reglamento, la CPS, INFA y la información a que se refiere el artículo 18, deberán ser elaboradas y suscritas por un consultor ambiental. En los mismos casos, los análisis serán realizados por entidades de análisis y, cuando corresponda, el acta de muestreo será elaborada por una entidad de muestreo. Tanto los consultores ambientales como las entidades de análisis y entidades de muestreo deberán cumplir con los requisitos señalados en el DS N° 15 de 2011, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo o la normativa que lo reemplace y encontrarse inscritos en el registro a que se refiere el artículo 122 letra k) de la ley.

El plan a que se refiere el artículo 5° deberá ser elaborado por un profesional que acredite especialización o experiencia en ciencias del mar. En el caso de personas jurídicas, su personal deberá cumplir con dicho requisito.

La Subsecretaría emitirá, con los datos recopilados, un reporte bienal sobre el estado ambiental de la acuicultura. Para tales efectos, el Servicio remitirá a la Subsecretaría, el 31 de marzo de cada año, los resultados de la evaluación de los INFA y la información estadística referida a la operación de los centros de cultivo del año calendario inmediatamente anterior. Una resolución de la Subsecretaría, previo informe técnico, establecerá el formato y los medios en los que dicha información deberá ser remitida.

Decreto 20, ECONOMÍA

Art. 1, N° 5

D.O. 22.05.2015

Decreto 151,

ECONOMÍA

Art. único, N° 11

D.O. 13.07.2018

Decreto 350, ECONOMÍA

Art. UNICO N° 5 a), y b)

D.O. 21.06.2010

Decreto 7, ECONOMÍA

Art. 1

D.O. 09.05.2016

Decreto 151,

ECONOMÍA

Art. Único, N° 11

D.O. 13.07.2018

Decreto 151,

ECONOMÍA

Art. único, N° 12

D.O. 13.07.2018

DTO 397, ECONOMÍA

Art. único N° 13

D.O. 15.04.2009

Decreto 151,

ECONOMÍA

Art. único, N° 13 a)

D.O. 13.07.2018

Decreto 151,

ECONOMÍA

Art. único, N° 13 b)

D.O. 13.07.2018

DTO 86, ECONOMÍA

Art. Único N° 22

D.O. 08.01.2008

Artículo 21 bis. Derogado.

Artículo 22º.- La resolución de la Subsecretaría a que alude el artículo 16 deberá ser revisada al menos cada dos años. Para tal efecto, la Subsecretaría elaborará un informe técnico, el que será sometido a consulta de la Comisión Nacional de Acuicultura.

Artículo 23º.- Las contravenciones al presente Reglamento serán sancionadas conforme a lo dispuesto en el artículo 118 de la Ley.

Artículo 24.- La Subsecretaría dictará la resolución a que se refiere el artículo 16 previa consulta al Ministerio del Medio Ambiente.

#### TITULO IV

##### Disposiciones Transitorias

Artículo 1º.- Los titulares de centros que cuenten con títulos administrativos vigentes, dispondrán del plazo de dos años desde la entrada en vigencia de este Reglamento para dar cumplimiento a sus disposiciones. Vencido el plazo señalado en el inciso anterior, se deberá entregar la información ambiental conforme lo dispuesto en el artículo 19.

Artículo 2º.- La distancia mínima entre centros de cultivo extensivos establecida en los artículos 11 y 13, no será exigible a las solicitudes acogidas a trámite por el Servicio con antelación a la entrada en vigencia del presente Reglamento, ni a las que se hubieren otorgado con anterioridad a él.

Artículo 3º.- La exigencia contenida en los artículos 15 y 18 quedará suspendida en su aplicación hasta que la Subsecretaría dicte la Resolución a que se refiere el artículo 16.

Artículo cuarto transitorio: La Subsecretaría dispondrá de un año contado desde la publicación del presente decreto supremo, para dictar la resolución a que se refiere el artículo 7º inciso 2º.

Artículo quinto transitorio: Lo dispuesto en los artículos 4 letras d) y g) y 10 inciso 2º comenzará a regir en el plazo de un año contado desde la publicación del presente decreto supremo.

#### NOTA:

El N° 16 del artículo único del DTO 397, Economía, publicado 15.04.2009, modifica la presente norma, en el sentido de señalar que la obligación establecida en la letra g) del artículo 4 comenzará a regir el 1 de enero de 2010.

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. Único, N° 13 c)  
D.O. 13.07.2018

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 14  
D.O. 13.07.2018

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único N° 23  
D.O. 08.01.2008

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 15  
D.O. 13.07.2018

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único N° 24  
D.O. 08.01.2008

Decreto 151,  
ECONOMÍA  
Art. único, N° 16  
D.O. 13.07.2018

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único N° 25  
D.O. 08.01.2008

DTO 86, ECONOMIA  
Art. único N° 25  
D.O. 08.01.2008

NOTA:

Artículo sexto transitorio: En el proceso de modificación del proyecto técnico, la exigencia de conservar una distancia mínima a que se refieren los artículos 11 y 13 del presente reglamento, no será exigible a los centros que mantengan o disminuyan la intensidad de su sistema de producción. Se entenderá que se disminuye la intensidad, cuando se sustituya total o parcialmente un sistema de producción intensivo por uno extensivo o por uno intensivo cuya alimentación se base exclusiva y permanentemente en macroalgas. Asimismo, se entenderá que disminuye la intensidad del sistema de producción cuando se sustituya total o parcialmente un cultivo extensivo de invertebrados por uno de macroalgas.

La misma excepción será aplicable a los casos de solicitudes de fusión de concesiones contiguas, actualmente existentes y del mismo titular.

Artículo séptimo transitorio: La distancia mínima a que se refiere el artículo 13 bis no será exigible a las solicitudes acogidas a trámite por el Servicio con antelación a la publicación del presente decreto supremo, ni a las que se hubieren otorgado con anterioridad a él.

Artículo 8° transitorio.- Por el período de seis meses contados desde la fecha de publicación en el Diario Oficial del presente decreto, se suspende la exigencia establecida en el inciso 1° del artículo 21 a los laboratorios que realizan análisis para elaboración de CPS e INFA, consistente en su acreditación ante el Sistema Nacional de Acreditación administrado por el Instituto Nacional de Normalización, de conformidad con la Norma Chile Nch-ISO/IEC17025:2005 (ES) o la que la reemplace.

Artículo 9 transitorio.- La exigencia establecida en la letra g) del artículo 4° entrará en vigencia en el plazo de un año, contado desde la publicación del presente decreto en el Diario Oficial.

Anótese, tómesese razón y publíquese.- RICARDO LAGOS ESCOBAR, Presidente de la República.- Jorge Rodríguez Grossi, Ministro de Economía, Fomento y Reconstrucción.

Lo que transcribe para su conocimiento.- Saluda atentamente a usted, Felipe Sandoval Precht, Subsecretario de Pesca.

DTO 86, ECONOMIA  
Art. Único N° 25  
D.O. 08.01.2008

Decreto 350, ECONOMIA  
Art. UNICO N° 6  
D.O. 21.06.2010

DTO 86, ECONOMIA  
Art. Único N° 25  
D.O. 08.01.2008

Decreto 196, ECONOMIA  
Art. UNICO  
D.O. 28.09.2009

Decreto 350, ECONOMIA  
Art. UNICO N° 7  
D.O. 21.06.2010



documento impreso desde [www.bcn.cl/leychile](http://www.bcn.cl/leychile) el 18 del 08 de 2020 a las 8 horas con 28 minutos.

—

—





Subsecretaría  
de Pesca y  
Acuicultura

Gobierno de Chile

## MEMORANDUM (D.AC.) N° 657

DE : JEFE DIVISIÓN DE ACUICULTURA  
A : JEFE DIVISIÓN JURÍDICA  
REF. : REMITE INFORME TÉCNICO DAC N° 650 DE 2020  
FECHA : 23 DE JULIO DE 2020

---

Junto con saludar, adjunto remito a Ud. Informe Técnico (DAC) N° 650, de 22 de julio de 2020, que establece la metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería, así como las especificaciones técnicas de las estructuras de cultivo.

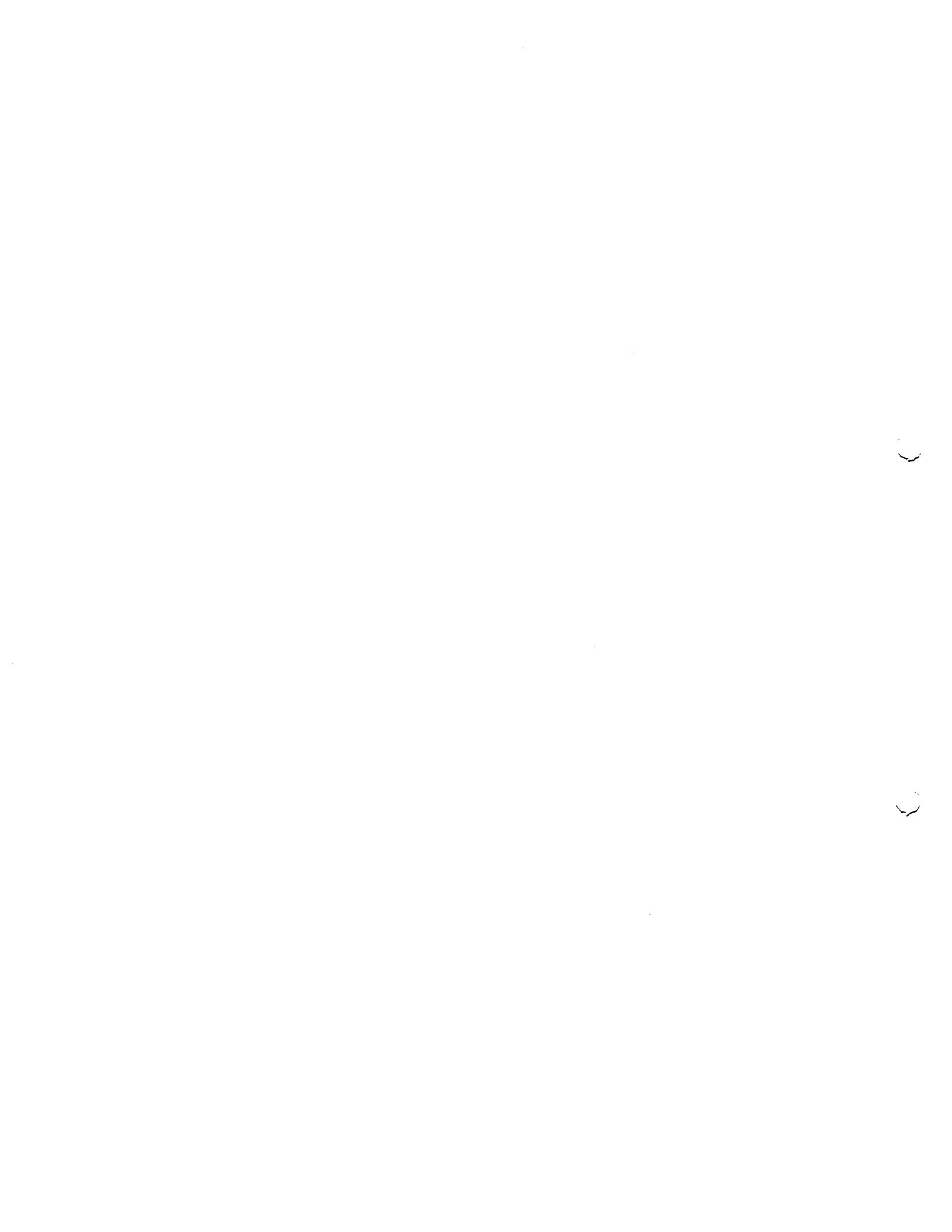
Saluda atentamente a Ud.

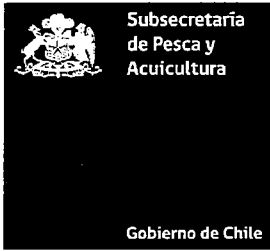
  
EUGENIO ZAMORANO VILLALOBOS  
Jefe División de Acuicultura



EZV/ezv

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Bellavista 168, piso 16, Casilla 100-V, Valparaíso, Chile





**Informe Técnico DAC N° 650  
22 de julio de 2020**

**Establece la metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería, así como las especificaciones técnicas de las estructuras de cultivo**



## Contenido

|  |    |
|--|----|
| 1. Introducción.....   | 4  |
| 2. Alcance y ámbito de aplicación.....   | 5  |
| 3. Documentación consultada.....   | 6  |
| 4. Antecedentes técnicos sobre las estructuras de cultivo .....  | 7  |
| 4.1. De los elementos que conforman el módulo de cultivo: sistema de flotación de las balsas jaulas y sistema de contención de especies en cultivo (redes) .....   | 8  |
| 4.2. De los elementos que conforman el sistema de fondeo .....   | 11 |
| 5. Propuesta de normativa para el establecimiento de las condiciones referidas a mantención y certificación de las estructuras de cultivo .....  | 16 |
| 5.1. Términos y definiciones.....  | 16 |
| 5.2. Consideraciones ambientales del lugar de emplazamiento del(los) módulo(s) de cultivo para la memoria de cálculo.....  | 18 |
| 5.2.1 Medición de corrientes.....  | 19 |
| 5.2.2 Estudio de vientos .....   | 22 |
| 5.2.3 Estudio de olas .....  | 26 |
| 5.2.4 Estudio de la calidad del fondo .....  | 32 |
| 5.2.5 Estudio de batimetría.....   | 35 |
| 5.3. Del módulo de cultivo .....   | 36 |
| 5.3.1 Sistema de flotación del módulo de cultivo .....   | 36 |
| 5.3.2 Red pecera: determinación de la resistencia mínima y vida útil .....   | 37 |
| 5.3.3 Red lobera: determinación de la resistencia mínima y vida útil .....   | 40 |
| 5.4. Del sistema de fondeo.....  | 40 |
| 5.4.1 Consideraciones para la confección de la memoria de cálculo (análisis estático y dinámico) .....   | 40 |
| 5.4.2 Consideraciones para la determinación de factores de seguridad, coeficiente de arrastre de la red y clasificación de los sitios para un sistema de cultivo de peces (análisis estático y dinámico) ..... | 51 |
| 5.4.3 Selección de coeficientes de arrastre en la determinación de carga hidrodinámica sobre redes.....  | 55 |



|         |   |    |
|---------|---|----|
| 5.4.4   | Elemento de anclaje .....   | 62 |
| 5.4.4.1 | Dimensionamiento de elementos de anclaje.....   | 62 |
| 5.4.4.2 | Cálculo del muerto másico para las líneas de fondeo .....   | 64 |
| 6.      | Trazabilidad .....  | 66 |
| 7.      | Verificación semestral del centro de cultivo .....  | 68 |
| 8.      | Certificación anual del centro de cultivo.....  | 69 |
| 9.      | Procedimiento de inspección para la verificación semestral o certificación anual del centro de cultivo.....   | 69 |
| 9.1.    | De los elementos que se encuentran sobre la superficie.....   | 69 |
| 9.2.    | De los elementos que se encuentran bajo la superficie.....  | 72 |
| 10.     | De la operación de embarcaciones al interior del centro de cultivo .....  | 74 |
| 11.     | Transitoriedad para la implementación de esta normativa .....   | 75 |
| 11.1.   | De la metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería, así como las especificaciones técnicas de las estructuras de cultivo..... | 75 |
| 11.2.   | De la verificación semestral del centro de cultivo. ....  | 76 |
| 11.3.   | De la certificación anual del centro de cultivo .....   | 76 |
| 11.4.   | Del levantamiento de información de variables ambientales .....   | 76 |
| 12.     | Referencias Bibliográficas .....  | 76 |



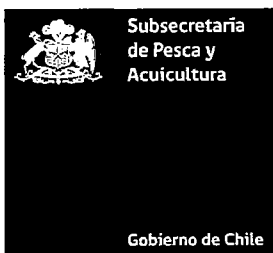
## 1. Introducción

De acuerdo con el artículo 4 letra e) del D.S. (MINECON) N° 320, de 2001, que aprobó el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA), todo centro de cultivo deberá *“Disponer de módulos de cultivo y fondeos que presenten condiciones de seguridad apropiadas a las características geográficas y oceanográficas del sitio concesionado, para prevenir el escape o pérdida masiva de recursos en sistemas de cultivo intensivo o desprendimiento o pérdida de recursos exóticos en cultivos extensivos. Deberá verificarse semestralmente el buen estado de los mencionados módulos, debiendo realizarse la mantención en caso necesario para el restablecimiento de las condiciones de seguridad, de lo cual se llevará registro en el centro.”*.

Sin embargo, atendida la necesidad de mejorar el control asociado con la prevención del escape o pérdida masiva de ejemplares en cultivo, se efectuó una modificación legal en el sentido de especificar requisitos y condiciones a cumplir. En efecto, la Ley N° 20.434, de 2010, modificó el artículo 87 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, en el sentido de indicar que *“deberán contemplarse, entre otras, medidas para la prevención de escapes y desprendimiento de ejemplares exóticos en cultivo, las que incluirán las referidas a la seguridad de las estructuras de cultivo atendidas las características geográficas y oceanográficas del sector, las obligaciones de reporte de estos eventos y las acciones de mitigación, las que serán de costo del titular del centro de cultivo.”*.

Atendido lo anterior, mediante D.S. (MINECON) N° 168, de 2011, se modificó el artículo 4 letra e) del RAMA en el sentido de indicar que *“el centro de cultivo deberá contar con un estudio de ingeniería que incluya una memoria de cálculo en la que se especifiquen las condiciones para las cuales se diseñaron las artes y módulos de cultivo. En dicho estudio deberá especificarse además la información base respecto del sector en que se emplazará el centro de cultivo, la que deberá comprender las características batimétrica, geográfica, meteorológica y oceanográfica, así como los procedimientos de instalación, operación y mantenimiento.”*.

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 la Subsecretaría, con consulta previa al Ministerio del Medio Ambiente. Asimismo, las condiciones de seguridad de los módulos de cultivo y del fondeo de los centros de cultivo intensivo de peces, deberán ser certificadas anualmente, por un profesional o entidad debidamente calificados.



Así las cosas, con el objetivo de levantar la información técnica específica requerida para elaborar la metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería, así como las especificaciones técnicas de las estructuras de cultivo, la Subpesca llevó a cabo la realización del proyecto denominado “Diagnóstico y Definición de Estándares de Calidad y Seguridad para la Certificación de Estructuras de Cultivo y sus Fondeos” cuyo ejecutor fue la empresa NAVTEC Ingeniería Naval, así como las asesorías por parte de la empresa PROCEANIC S.A., en materias oceanográficas, que entre otros aspectos consideraba llevar a cabo una evaluación de las alternativas técnicas disponibles para la implementación de un sistema de certificación de estructuras de cultivo; basado en los requerimientos necesarios para llevar a cabo la certificación de estudios de sitio, de diseños de estructuras, instalaciones en terreno y la aplicación de programas de mantención. Finalmente, el año 2018 se ejecutó el proyecto “Propuesta de elementos técnicos para la elaboración de una memoria de cálculo para el fondeo e instalación de módulos de cultivo”, ejecutado por la pontificia Universidad Católica de Valparaíso, que entregó los insumos técnicos necesarios para elaboración de la presente normativa.

A partir de todo lo descrito anteriormente, se elaboró una propuesta técnica que fue sometida a consulta con todas las empresas productoras y prestadoras de servicios en materia de elaboración de memorias de cálculo, así como instituciones de la Administración del Estado, tales como, el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (ORD. (D.AC.) N°1824-19), la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (ORD. (D.AC.) N°1826-19), la Superintendencia del Medio Ambiente (ORD. (D.AC.) N°1825-19) y el Ministerio del Medio Ambiente (ORD. (D.AC.) N°1827-19).

De este proceso, se recibieron diversas observaciones que fueron analizadas e incorporadas, en lo pertinente, en la propuesta final que se detalla a continuación.

## **2. Alcance y ámbito de aplicación**

El presente documento aborda 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 conforman los centros de cultivo intensivo de especies exóticas de engorda de salmones. Se especifican, también, las variables ambientales a considerar en el diseño de los señalados centros, con la finalidad de reducir el riesgo de escapes de ejemplares desde los centros de cultivo, producto del inadecuado proceso de cálculo y diseño, de una inadecuada instalación o de fallas técnicas de los componentes que constituyen el sistema.



### 3. Documentación consultada

Literatura tenida a la vista para la confección del presente informe:

- Instrucciones oceanográficas N° 1: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), 2005. SHOA PUB. 3201 Instrucciones Oceanográficas N°1. Especificaciones Técnicas para Mediciones y Análisis Oceanográficos. 3a Edición SHOA, Valparaíso, 30pp.
- Instrucciones Hidrográficas N° 5: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), 2003. SHOA PUB. 3205 Instrucciones Oceanográficas N°5. Especificaciones Técnicas para la Ejecución de Sondajes. 4a Edición SHOA, Valparaíso, 66pp.
- Instrucciones Hidrográficas N° 8: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), 2014. SHOA PUB. 3208 Instrucciones Oceanográficas N°8. Instrucciones para la Confección de Planos de Solicitudes y Concesiones de Acuicultura. 4a Edición SHOA, Valparaíso, 23pp.
- Norwegian Standard NS 9415:2009. Marine Fish Farms. Requirements for Site survey, risk analyses, design, dimensioning production, installation and operation.
- Marine Scotland. A Technical Standard for Scottish Finfish Aquaculture. Developed by the Ministerial Group for Sustainable Aquaculture's Scottish Technical Steering Group. June 2015.
- Reglamento Ambiental para la Acuicultura, D.S. (MINECON) N° 320, de 2001.
- Ley General de Pesca y Acuicultura, N°18.892, cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado, fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, del actual Ministerio de Economía Fomento y Turismo.
- Diagnóstico y Definición de Estándares de Calidad y Seguridad para la Certificación de Estructuras de Cultivo y sus Fondeos". NAVTEC División Acuícola Limitada Proyecto Asesorías.
- Propuesta de elementos técnicos para la elaboración de una memoria de cálculo para el fondeo e instalación de módulos de cultivo. Informe Final Proyecto CUI 2017-17-DAC-5. 2018.



#### 4. Antecedentes técnicos sobre las estructuras de cultivo

Las estructuras de cultivo de peces, que actualmente se utilizan con mayor frecuencia en nuestro país, corresponden a balsas jaulas metálicas cuadradas y plásticas circulares.

Las balsas cuadradas se unen entre sí a través de pasadores metálicos para conformar el módulo de cultivo, el cual varía en tamaño según el diseño del centro de cultivo, las balsas plásticas circulares se conectan entre sí a través de un reticulado de cabos, cables o cadenas unidos a través de un anillo o plato de distribución, cuya función es la de proporcionar un sustento para la conexión entre la jaula y el sistema de fondeo, conectados a su vez, a una boya de metal o plástico cuya función es de amortiguación así como delimitación del reticulado (Figuras 1 y 2).

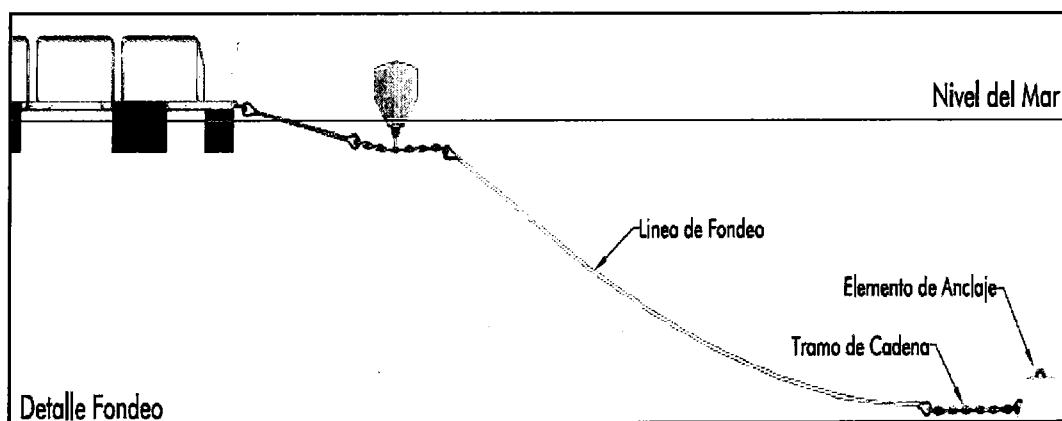


Figura 1. Esquema de una balsa jaula metálica cuadrada (Navtec, 2011).

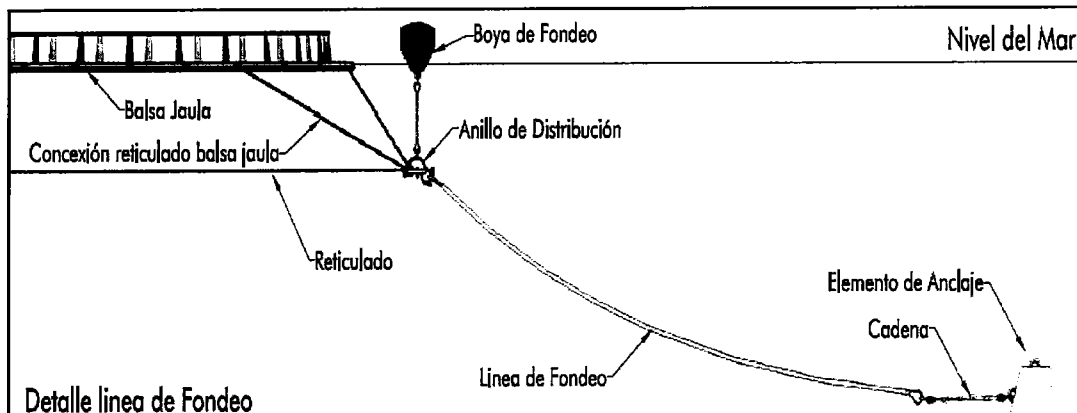


Figura 2. Esquema de una balsa plástica circular (Navtec, 2011).

En relación con los alcances de la presente normativa, a continuación, se señalan de manera genérica, los elementos que conforman los componentes estructurales principales de un centro de cultivo:

1. Módulo de cultivo, conformado por el sistema de flotación de las balsas jaulas metálicas o plásticas y el sistema de contención de especies en cultivo (redes).
2. El sistema de fondeo.

#### 4.1. De los elementos que conforman el módulo de cultivo: sistema de flotación de las balsas jaulas y sistema de contención de especies en cultivo (redes)

##### Sistema de flotación de las balsas jaulas

###### a) Balsas metálicas cuadradas (Figura 3)

- Pasillo metálico: constituye el elemento rígido del sistema y su número y tamaño dependerá de la cantidad de jaulas del set o módulo a instalar.
- Barandas: su principal función es de protección de los operarios.
- Flotadores: elemento cuya principal función es la de otorgar flotabilidad al sistema.
- Pasadores: elemento que entrega la articulación a los pasillos.

- Protección entre pasillos (tapas): corresponde a tapas apernadas entre los pasillos. Estos elementos permiten la circulación del personal que realiza operaciones sobre las jaulas disminuyendo la accidentabilidad por caídas.

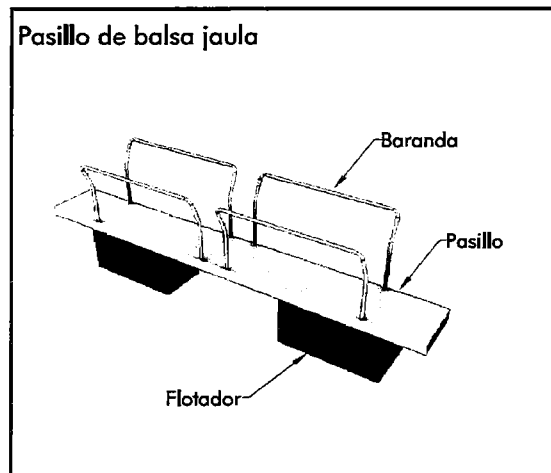


Figura 3. Elementos de una balsa metálica cuadrada (Navtec, 2011).

#### b) Balsas plásticas circulares (Figura 4)

- Tubos de flotación: tubos de polietileno de alta densidad dispuestos en forma concéntrica y sujetos entre sí mediante brackets plásticos o metálicos, cuya función es entregar reserva de flotabilidad al sistema.
- Brackets: su función es la de unir los tubos de flotación entre sí y rigidizar la estructura. El número de brackets por jaula varía según diámetro.
- Pasillos: estructuras que se encuentran sobre los tubos y por ende su ancho está en función de la cantidad de tubos que tenga la jaula. Su función es la de entregar seguridad de operar a las personas que trabajan en la balsa jaula.
- Pasamanos: su función es entregar seguridad durante la operación a las personas que trabajan en la balsa jaula.

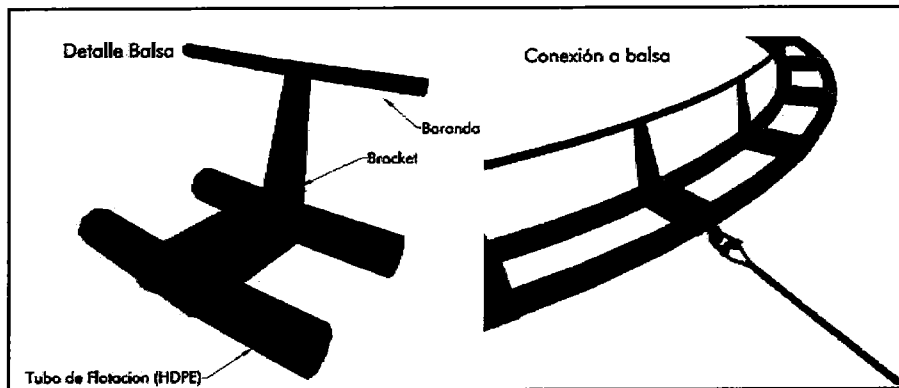


Figura 4. Elementos de una balsa plástica circular (Navtec, 2011).

#### Sistema de contención de las especies en cultivo (redes)

##### a) Balsas metálicas cuadradas y plásticas circulares (Figuras 5 y 6)

- Red de cultivo: red construida de diferentes materiales cuya principal función es la de contener peces.
- Red lobera: red anti-predación cuya principal función es la de protección frente al ataque de lobos.
- Red pajarera: red anti-predación cuya principal función es la de protección frente al ataque de aves. Esta red se mantiene distante del agua a través de un soporte ubicado al centro de la jaula.

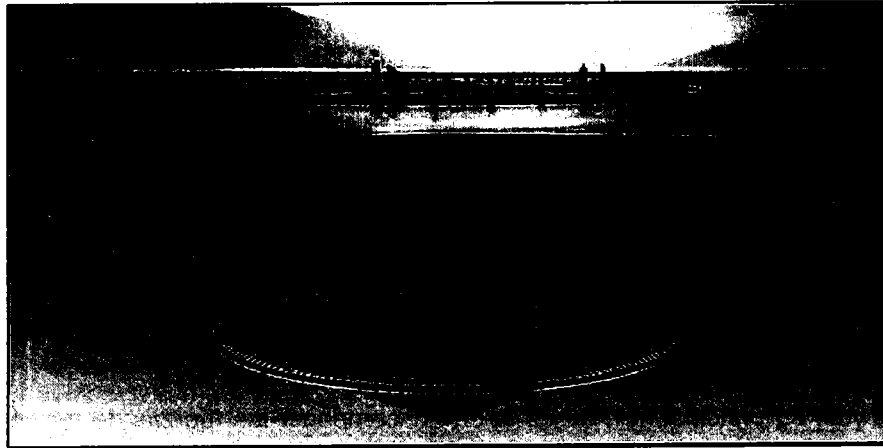


Figura 5. Red de cultivo balsa circular (Navtec 2011).

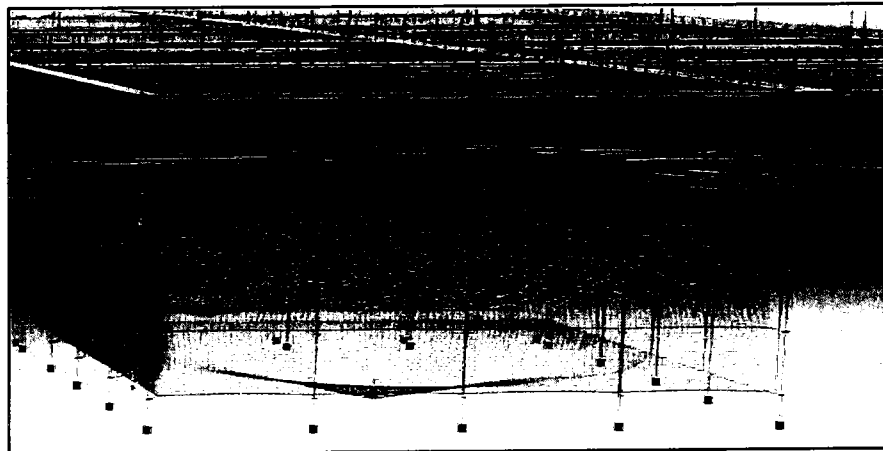
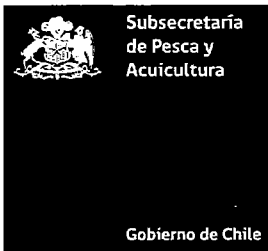


Figura 6. Red de cultivo balsa cuadrada (Navtec 2011).

#### 4.2. De los elementos que conforman el sistema de fondeo

##### a) Balsas metálicas cuadradas (Figura 7)

- Grilletes: su función es la de unión de los elementos de fondeo. Existen del tipo lira y recto.
- Guardacabos: su principal función es proteger y proporcionar un radio de curvatura adecuados a los cabos y cables sometidos a tracción en las líneas de fondeo.



- Cabos: su principal función es la unión de las estructuras con el elemento de anclaje, siendo un material muy dúctil y fácil de manipular.
  - Cables: su función, al igual que los cabos, es de unión de las estructuras al sistema de anclaje, poseen un mayor grado de resistencia a la abrasión que los cabos, pero menos elongación.
  - Cadenas: su función principal es conectar el elemento de anclaje con la línea de fondeo.
  - Boyas: su principal función es la de descomponer las fuerzas de tensión que se generan en la línea de fondeo. Las boyas se clasifican por el material de construcción (metálicas y plásticas) y su capacidad de boyantes.
  - Elemento de anclaje: sistema que mantiene las estructuras de cultivo en la posición deseada. Pueden ser anclas o pesos muertos:
- i. Anclas: el uso de anclas cada vez se ha masificado más dentro de los productores de peces y moluscos, principalmente debido a su versatilidad y alta eficiencia en comparación al peso muerto, ya que en un tipo de fondo blando (arena-fango) un ancla de 1000 kg equivale a utilizar un peso muerto de 20.000 Kg. Las principales partes y elementos constituyentes de un ancla de resistencia (figura 7) son las siguientes:

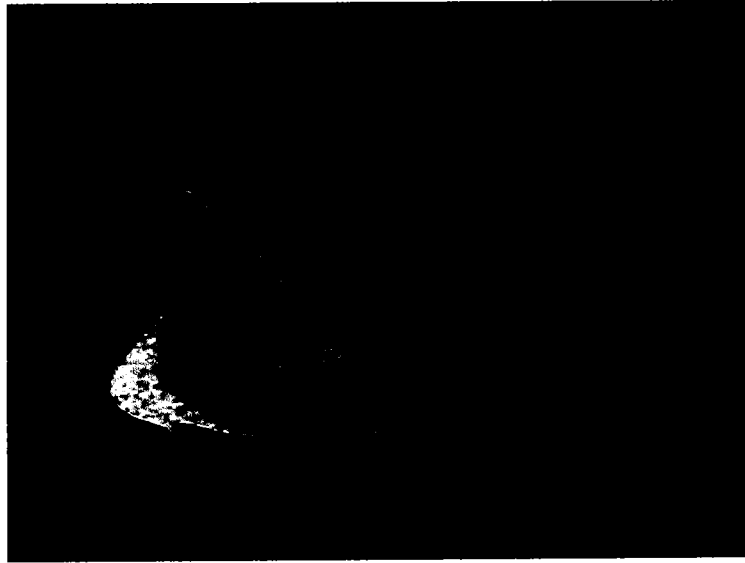
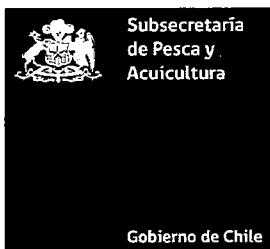


Figura 7. Principales elementos de un ancla.

- La uña, es la lámina o placa, que se ubica o está dispuesta en un cierto ángulo crítico con la caña, y cuya función es la de excavar o enterrarse en el fondo para así crear la resistencia al deslizamiento.
- La caña, es el elemento que tiene por función, transmitir el tiro de la línea de fondeo u anclaje hacia el ancla. Para que un ancla sea eficiente este elemento debe permitir el paso del suelo.
- El cepo, es el elemento que previene que el ancla rote sobre sí misma y le confiere estabilidad. Los estabilizadores eficientes son una parte integral de un buen diseño de anclas. Hay anclas con y sin cepo.
- El grillete del ancla, es el elemento que permite la unión con la línea de anclaje respectiva.

Un ancla para su buen funcionamiento debe tener un bajo ángulo de tiro entre el suelo y la línea de fondeo, es decir, el tiro del ancla debe ser paralelo al fondo marino y que el tipo de fondo no sea duro, dado que lo que se busca es que el ancla penetre el fondo logrando así su máximo rendimiento.



Las características generales que debe tener un ancla para ser empleada en distintos tipos de fondo son las siguientes:

- Poseer una adecuada velocidad de entierro, para desarrollar una resistencia apropiada.
- Además de rápido, el empotramiento debe ser profundo para evitar desprendimientos;
- Capacidad para excavar en lechos duros;
- Tener estabilidad y libertad de balanceo;
- Peso apropiado y alta efectividad, para ser útil en sustratos de bajo poder de agarre;

Por otra parte, dado que existen diferentes elementos que diferencian un ancla de otra, como por ejemplo peso, la caña, el ángulo de ataque, si posee o no cepo, etc., se establece una clasificación en base a su eficiencia:

**Tabla 1. Clasificación de eficiencias en anclas**

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

El concepto de eficiencia empleado en el dimensionamiento de elementos de anclaje es un resultado, obtenido en términos prácticos mediante mediciones *in situ* denominadas pruebas de tracción, donde se registra la fuerza requerida para sacar este elemento desde su posición de instalación. De este modo se obtiene un valor efectivo que incluye, sin necesidad de evaluaciones individuales, tanto la pérdida de peso en el agua como el roce con el sustrato submarino. Desde esta perspectiva, los valores que suelen asumirse para el dimensionamiento, tanto de pesos muertos de concreto como de anclas, surgen de las pruebas de tracción, y se manejan como rangos, donde se utilizará el valor que entregue más seguridad en función del tipo de fondo presente. El valor de eficiencia se debe validar, mediante la realización de pruebas de tracción, de preferencia realizadas de forma previa a la instalación de un centro de cultivo, de modo de detectar anticipadamente posibles sub-dimensionamientos.

- ii. Muerto: el anclaje más utilizado en el sistema de fondeo de los módulos de cultivo es el muerto másico, de material de hormigón.



## b) Balsas plásticas circulares

Además de los elementos señalados para las jaulas metálicas, encontramos los siguientes:

- Anillo de distribución: utilizado generalmente en las balsas jaulas plásticas circulares, su principal función es de amarre entre las estructuras de cultivo y las líneas de fondeo. Existen también platos de distribución que a diferencia del anterior se trata de una plancha de acero perforada para que se conecten grilletes.

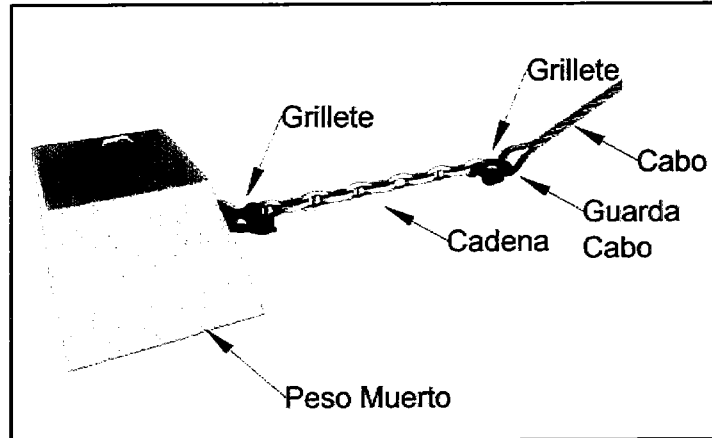


Figura 8. Componentes de un sistema de fondeo (Navtec, 2011).



## **5. Propuesta de normativa para el establecimiento de las condiciones referidas a mantención y certificación de las estructuras de cultivo**

La normativa ambiental vigente en nuestro país, establecida en el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA), D.S. (MINECON) N° 320/2001 y sus modificaciones, en su artículo 4° letra e) establece que se debe “disponer de módulos de cultivo y fondeo que presenten condiciones de seguridad apropiadas a las características geográficas y oceanográficas del sitio concesionado, para prevenir el escape o pérdida masiva de recursos en sistemas de cultivo intensivo o desprendimiento o pérdida de recursos exóticos en cultivos extensivos. Deberá verificarse semestralmente el buen estado de los mencionados módulos, debiendo realizarse la mantención en caso necesario para el restablecimiento de las condiciones de seguridad, de lo cual se llevará registro en el centro. Las condiciones de seguridad de los módulos de cultivo y del fondeo de los centros de cultivo intensivo de peces, deberán ser certificadas anualmente, por un profesional o entidad debidamente calificados.”.

Cabe mencionar que la presente propuesta establece los requerimientos necesarios en cuanto a variables y análisis para realizar los cálculos de estudios de ingeniería con la finalidad de reducir el riesgo de escape de ejemplares desde un centro de cultivo. Todo esto, es sin perjuicio de que el titular podrá utilizar más variables o análisis en pos de dar cumplimiento a la exigencia establecida en el referido reglamento.

Asimismo, se debe considerar que en ningún caso el(los) módulo(s) de cultivo debe instalarse fuera de los límites de la concesión de acuicultura. Lo anterior, es sin perjuicio de lo señalado en el art. 74 de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

Finalmente, es del caso indicar que cuando la presente normativa alude al titular se está refiriendo al titular de una concesión de acuicultura o a quien tenga un derecho sobre dicha concesión para el ejercicio de la actividad en ella.

### **5.1. Términos y definiciones**

Para los propósitos de esta normativa, se aplicarán los siguientes términos y definiciones:

- Acuicultura: actividad que tiene por objeto la producción de recursos hidrobiológicos organizada por el hombre (artículo 2 del RAMA).



- 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 (artículo 2 del RAMA).
- Balsa: estructura semirrígida con boyantes y estabilidad, cuyo objetivo es dar soporte a los sistemas de confinamiento de especies en cultivo.
- Centro de cultivo o centro: lugar donde se realiza acuicultura (artículo 2 del RAMA).
- 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.
- 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.
- 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.
- Corrientes Euleriana: consiste en medir la intensidad y dirección de la corriente en un punto fijo.
- 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 fluido. 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.
- Verificación semestral del centro de cultivo: inspección en terreno del centro de cultivo, efectuada por el titular, que tiene por finalidad verificar que se mantienen las condiciones de seguridad de los módulos de cultivo y del fondeo de los centros de cultivo, debiendo



realizarse la mantención en caso necesario para el restablecimiento de las condiciones de seguridad, de lo cual se llevará registro en el centro.

## **5.2. Consideraciones ambientales del lugar de emplazamiento del(los) módulo(s) de cultivo para la memoria de cálculo.**

Con la finalidad de evitar el escape de los ejemplares en cultivo al ambiente producto de un inadecuado diseño de las estructuras que componen el centro, es necesario conocer la dinámica oceanográfica presente en el lugar de emplazamiento del mismo. Esta información, persigue caracterizar los esfuerzos provenientes del ambiente a los que estarán sometidas las estructuras durante su funcionamiento. De esta manera los estudios deben considerar la caracterización de olas, corrientes, calidad del fondo, batimetría y vientos del sector, y obtener de éstos, los valores que serán usados en el diseño de ingeniería de las estructuras y sus soportes.

En la zona sur austral del país, donde se instalan principalmente los centros de cultivo intensivos de salmones, se pueden presentar diversas condiciones en donde alguno de los elementos oceanográficos señalados anteriormente cobrará más importancia que otros. Es así que en las zonas más expuestas al océano abierto cobrará vital importancia el oleaje como fuente crítica de esfuerzos sobre las estructuras. En cambio, en fiordos y canales interiores, probablemente las corrientes son más importantes de considerar en el diseño y cálculo de esfuerzos. Asimismo, estas variables se ven moderadas por agentes forzantes como el viento en el caso de las olas y el viento y mareas en el caso de las corrientes. Todas, además, siempre se ven influenciadas por las características particulares de la topografía local.

Por tanto, es preciso establecer la metodología para el levantamiento de la información ambiental.

Las mediciones de los parámetros ambientales para el diseño del sistema de cultivo, se debe hacer de forma simultánea entre las variables. La validez de las mediciones de corrientes, viento y olas será de 5 años, con el fin de aumentar en el tiempo las series de datos en las concesiones, para prevalecer la calidad del diseño debido al comportamiento estocástico de la oceanografía. En tanto, para el caso de las mediciones de batimetría y calidad de fondo, estas tendrán una duración 10 años, a menos que ocurra un fenómeno natural (ej. terremoto, aluvión) o antropogénico (ej. Tronaduras) pudiera alterar o modificar el área del fondo marino, en cuyo caso, se deberá realizar un nuevo levantamiento de



información batimétrica y calidad de fondo del área de emplazamiento del(los) módulo de cultivo.

### **5.2.1 Medición de corrientes**

Las observaciones de Correntometría 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 tanto en temporada invernal como estival.

Se deberá verificar que el/los instrumento(s) utilizado(s) en las mediciones de Corrientes Eulerianas 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.

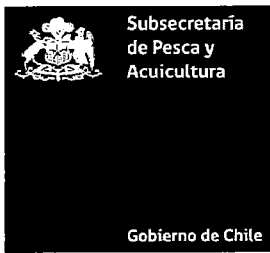
Las mediciones de Corrientes Eulerianas deberán realizarse con perfilador(es) de corrientes tipo ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler). Estos deberán ser programados de tal manera que se establezcan capas con un espesor y distribución que aseguren la medición de las corrientes en toda la columna de agua, en cualquier estado de la marea.

Se deberán desarrollar mediciones de Correntometría Lagrangiana, paralelamente a las mediciones Eulerianas, mediante lances de derivadores durante mareas de sicigias 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.

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>.

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.

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.

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.

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

- i.  $V_{cb} * 1,65 =$  período de retorno 10 años
- ii.  $V_{cb} * 1,85 =$  período de retorno 50 años

#### - **Procesamiento y análisis**

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.

### **Presentación del informe técnico**

El informe técnico de corriente 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.

Lo anterior, 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.



### 5.2.2 Estudio de vientos

El estudio de vientos tendrá como objetivo determinar el clima de viento operacional y/o el viento extremo en el sitio de la concesión. El estudio de vientos deberá ser suficiente para establecer los valores de diseño de ingeniería, y se deberán realizar las estimaciones del viento con períodos de retorno de 10, 25 y 50 años.

#### - Instrumental y procedimientos de terreno

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.

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

La 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).

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. Se exigirá la documentación completa referente a las características y capacidades del instrumental utilizado, poniendo énfasis en la determinación exacta de los umbrales de funcionamiento de los equipos, con el fin de verificar de que éstos 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.

#### - Fuentes de información de vientos históricos

Para hacer el estudio de vientos de larga data, se deberá recurrir a bases de datos que sean propiedad del Servicio Meteorológico de la Armada, de la Dirección Meteorológica de Chile o de otras fuentes reconocidas.



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

- 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, desniveles en altitud (costa a pampa).
- 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.

Para el caso 1, 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*.

Para el caso 2, 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”, del punto de “Procesamiento con la información histórica”.

- **Procesamiento y análisis**

El informe del estudio de vientos deberá contener al menos la 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.

#### - Procedimientos con la información histórica

La finalidad de estos procedimientos será la de establecer la similitud entre los datos *in situ* y los datos históricos, según los casos señalados en el punto de “Fuentes de información de vientos históricas”, lo que permitirá determinar la serie de tiempo que podría ser utilizada en la determinación de los valores de diseño.

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 (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 los Puntos de “Procesamientos y análisis” y “Comparación y validación con la información histórica”.

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 Puntos de “Procesamientos y análisis” y “Comparación y



validación con la información histórica”, o se deberá validar la información con al menos 1 año de vientos modelados en el referido sitio.

- **Comparación y validación con la información histórica**

- 1) Estandarización de ambas bases de datos a una altura de 10 metros sobre el nivel del terreno del sitio de la concesión, indicando fórmulas y factores de corrección.
- 2) Análisis estadístico comparativo entre las magnitudes y las direcciones de las bases de datos local e histórica.
- 3) 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.

En tanto que, 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.

- **Presentación del informe técnico**

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.



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

### **5.2.3 Estudio de olas**

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

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

#### **Clima de oleaje en aguas profundas**

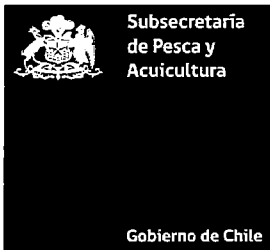
Con la finalidad de contar con una descripción completa del oleaje en aguas profundas, se deberá disponer de una base de datos de oleaje espectral bidimensional, de a lo menos 20 años, con la cual se deberá presentar una serie de tiempo de diversos parámetros de interés (altura significativa espectral, 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 (ej.: 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.

#### **- Clima de oleaje en aguas someras (Transformación de oleaje)**

La determinación de olas para el borde costero, 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 asomeramiento, 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.

#### - **Clima de oleaje en aguas interiores (Generación de oleaje)**

El estudio de oleaje en aguas interiores, 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 el caso de aguas interiores, se utilizará información histórica de vientos (según lo indicado en el punto de "Estudio de Vientos"), 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, que es el mecanismo principal de generación 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 punto de "Estudio de vientos"), obtenidos en la zona más cercana posible al mar, para poder obtener los vientos que generan el oleaje en el sitio de la concesión.



#### - **Clima de oleaje extremo**

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 punto de clima de oleaje en aguas profundas, y sobre el sitio de la concesión para sitios sin influencias oceánicas, según lo descrito en el punto clima de oleaje en aguas interiores) 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 punto de clima de oleaje en aguas profundas, 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.

#### - **Clima de oleaje operacional**

El clima de oleaje operacional, cuyo objetivo es estudiar la evolución del conjunto de parámetros en el tiempo y la caracterización del oleaje en el sitio de la concesión, 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 el punto de validación de métodos de predicción y modelación. 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.

- **Validación de métodos de predicción y modelación**

**Validación del clima de oleaje en aguas profundas**

La validación del modelo hindcast de olas en aguas profundas, se realizará mediante un análisis estadístico de los resultados de este modelo, con mediciones instrumentales de olas o datos satelitales, provistas por organizaciones públicas o privadas (ejemplo: 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, se procederá a proveer la siguiente información:

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



## Validación del clima de oleaje en el sitio de la concesión

El Clima de Oleaje en el referido sitio, 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:

- Sitios parcialmente protegidos del oleaje SW o NW, la mayoría de las costas chilenas están resguardadas del oleaje que incide por el tercer cuadrante (Hemisferio Sur), mientras que el oleaje incidente del cuarto cuadrante (Hemisferio Norte) llegan al referido sitio sin mayores obstáculos. De manera general, el oleaje está altamente influenciado por la difracción, cuya evolución debe ser caracterizada en el referido sitio, mediante el empleo de modelos numéricos capaces de simular este fenómeno, cuyos resultados podrían ser validados por solo una campaña de medición.

Por el contrario, si lo anterior 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 simultaneas, 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.

- Sitios abiertos al Océano Pacífico, sin ningún tipo de protección de las olas que inciden por el tercer y/o cuarto cuadrante, cuyo clima de oleaje podrá ser validado por una campaña de medición de oleaje en cualquier período del año. Este caso podrá ser aplicado solamente cuando existan razones fundamentadas que argumenten la no existencia del fenómeno de difracción o que su influencia es insignificante para el estudio.
- Sitios influenciados principalmente por el oleaje local, corresponden a lo establecido en el clima de oleaje en aguas interiores, en el cual se deberá realizar como mínimo una campaña de medición para la validación del hindcast local.

### - Requisitos para mediciones de olas *in situ*

Para los tipos de estudios indicados de clima de oleaje en aguas someras y clima de oleaje en aguas interiores, deberán desarrollarse las campañas de medición de olas por medios instrumentales 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.

- **Métodos de comparación**

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 anterior de mediciones *in situ*).

Esto se podrá realizar mediante alguna de las siguientes opciones:

- 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*.
- 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 procederá a 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 comparen los datos medidos *in situ* con los resultados del modelo.



#### - **Presentación del informe**

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.

Lo anterior, 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.

#### **5.2.4 Estudio de la calidad del fondo**

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 y se deberá aplicar 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 (fango, arena, arcilla, conchuela, piedra, etc.). En caso que, el titular disponga de

datos de granulometría *in situ*, estos se deberán incluir con el fin de complementar el estudio.

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

- **Presentación del informe**

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, ej.: 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 (ej. WGS84) 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.
- k) Resultados y conclusiones.



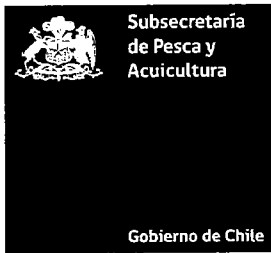
En el caso de no utilizar un análisis de retrodispersión, se deberá optar por toma de muestras de sedimentos del fondo marino, aplicando lo siguiente:

- a) Se deberán tomar muestras de sedimento marino 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) Las muestras se deberán analizar en laboratorios especializados y reconocidos, por lo que 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.
- c) La escala a utilizar para el análisis granulométrico será la de Udden-Wentworth (1922) o la escala logarítmica de Krumbein (1963).
- d) Los métodos instrumentales que se deberán utilizar para la toma de muestras, podrán ser draga, buzo autónomo o corer manual.
- e) Todos los puntos de muestreo deberán ser georreferenciados.

- **Presentación del informe**

En el caso de optar por toma de muestras de sedimentos, 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.

Independiente del tipo de análisis que se utilice para realizar la caracterización de la calidad de fondo, se deberá 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 el punto 5.4.4.1 de este documento.

#### **5.2.5 Estudio de batimetría**

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

El estudio debe 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. El área a hidrografiar debe siempre incluir todos los sectores donde pudieran ser dispuestos los sistemas de fondeo a utilizar.

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

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.

#### **- Análisis e Informe**

Los procedimientos de análisis de los datos obtenidos deberán estar dirigidos a cumplir los siguientes objetivos:

- a. El levantamiento en general, ej.: 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 (ej. WGS84) 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.

### 5.3. Del módulo de cultivo

En relación con los alcances de la presente normativa, de manera genérica, 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).

#### 5.3.1 Sistema de flotación del módulo de cultivo

Los principales componentes que conforman el sistema de flotación del módulo de cultivo, y que serán de interés en esta normativa son los indicados en la tabla 2.

La vida útil de los componentes es un elemento esencial para garantizar la integridad estructural de los mismos, debido a los distintos factores que los sistemas de cultivo se encuentran sometidos, como, por ejemplo, la fuerza ejercida por las corrientes, vientos, rozas de material, etc.

La vida útil de los materiales nuevos será la indicada por el fabricante, de lo cual deberá existir algún documento que lo acredite y que permita su trazabilidad. Con todo, solo 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, a través, por ejemplo, de pruebas de herrumbre, corrosión, prueba de corte y fatiga, según corresponda. De todo ello se deberá dejar un registro conforme se señala en la Tabla 2.

Tabla 2. Vida útil de los principales elementos del módulo de cultivo.

| Materiales                  | Vida útil Fabricante | Pruebas de vida útil (ej. pruebas de herrumbre, corrosión, prueba de corte y fatiga, etc.) |
|-----------------------------|----------------------|--|
| Jaulas metálicas (pasillos) |                      |  |
|                             |                      |  |

|                           |  |  |
|---------------------------|--|--|
| <b>Pasadores pasillos</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>             |  |  |

### 5.3.2 Red pecera: determinación de la resistencia mínima y vida útil

Las redes de cultivo son un elemento clave para evitar los escapes de peces y, asimismo, contingencias por roturas de mallas. Es por esto, que se establecen las resistencias a las rupturas mínimas y el tiempo de vida útil de las redes para evitar la pérdida de biomasa por fatiga de material.

A continuación, se describen las etapas para determinar la resistencia de las redes de cultivo convencionales.

#### Determinación del grado de dimensión

Para determinar el grado de dimensión de las redes, se deben considerar los siguientes parámetros:

- Alturas de olas.
- Velocidad de las corrientes.
- Profundidad de la red.
- Perímetro de la red.

De esta forma, para sitios con olas de alturas inferiores a 2,5 m y velocidades de corrientes menores a 0,75 m/s, el grado de dimensión va a depender del perímetro de la red y la profundidad total de la misma.

A continuación, se detalla el grado de dimensión de las redes en función de las dimensiones físicas de la misma (profundidad y perímetro).

Tabla 3. Grado de dimensión de las redes.

| 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    |

En el caso de que los sitios registren olas y corrientes superiores a 2,5 m o 0,75 m/s respectivamente, el grado de dimensión será automáticamente de "0".

#### Determinación de la resistencia a la ruptura mínima de redes nuevas.

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 en la tabla 3.

A continuación, se presentan los valores de resistencia a la ruptura mínima que debe tener la red nueva al momento de ser instalada en el centro de cultivo.

Tabla 4. Valores de resistencia a la ruptura mínima de una red nueva.

| Media malla (mm)<br>* | 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 |

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

La vida útil de la red 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 testeado cuyo resultado deberá contar en un documento, que aún están en condiciones de ser utilizada para los fines que fue concebida.

Este testeado 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.

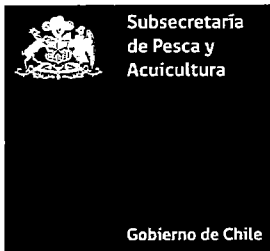
En redes que serán utilizadas para centros de dimensión de grado "0", los números de testeos deberán ser el doble.

Una vez testeada la red, se deberá contrastar el resultado obtenido con la resistencia requerida en la tabla 4. 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 4. 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 4).

Una vez que la red ya no cumpla con el valor mínimo requerido para autorizar su uso, ésta no podrá ser utilizada como red de cultivo. La disposición final de esta red deberá dar cumplimiento a la normativa vigente.

Algunas consideraciones importantes:

- El plazo de utilización de la red comenzará desde que esta es ingresada al agua en el centro de cultivo correspondiente.



- La red tiene un plazo máximo de 12 meses, contados desde la emisión del documento emitido por el fabricante, para ingresar al centro de cultivo.
- Si transcurrido el tiempo 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 anteriormente. Este certificado tendrá una validez de 3 meses contados desde su emisión. Si transcurrido este tiempo la red no ha sido ingresada al agua, se deberá repetir el procedimiento anterior.
- Toda red de cultivo que sea instalada en un centro deberá contar con el documento emitido por el fabricante o el certificado emitido por el taller, según corresponda.
- 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.

### **5.3.3 Red lobera: determinación de la resistencia mínima y vida útil**

La 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.

## **5.4. Del sistema de fondeo**

El sistema de fondeo se definirá a través de la memoria de cálculo de fondeo, en adelante memoria de cálculo. Esta memoria de cálculo contendrá los fundamentos técnicos del sistema de fondeo que soportará las estructuras de cultivo a instalar considerando las fuerzas ambientales ejercidas sobre dichas estructuras.

### **5.4.1 Consideraciones para la confección de la memoria de cálculo (análisis estático y dinámico)**

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. 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.

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.

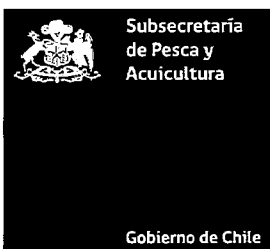
La metodología a emplear para la elaboración de la memoria de cálculo de fondeo, según el tipo de análisis que se realice, podrá ser estática o dinámica.

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

- a) Titular de la concesión.
- b) Mapa de ubicación de la concesión.
- c) Ubicación geográfica (en coordenadas UTM) y
- d) Objetivos del estudio (cantidad de módulos y cantidad de peces).

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 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 (presentar 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 (presentar 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.

De los elementos que conforman el módulo de cultivo:

| <b>Módulo de Cultivo</b> | <b>Material</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Documentación del proveedor (especificaciones técnicas)</b> |
|--------------------------|-----------------|-----------------|--|
| Pasillos                 |                 |                 |  |
| Barandas                 |                 |                 |  |
| Pasadores                |                 |                 |  |
| Flotadores               |                 |                 |  |
| Redes pajareras          |                 |                 |  |
| Redes peceras            |                 |                 |  |
| Redes loberas            |                 |                 |  |
| Brackets                 |                 |                 |  |
| Cuerdas                  |                 |                 |  |
| Cáncamo                  |                 |                 |  |

Para la descripción del sistema de fondeo se deberá presentar el plano de ingeniería de detalle del sistema de fondeo, que se entenderá como el diseño y dimensionamiento del sistema 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 los elementos que conforman el sistema de fondeo:

| <b>Componentes</b>      | <b>Material</b> | <b>Resistencia</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Documentación del proveedor (especificaciones técnicas)</b> |
|-------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--|
| Grilletes               |                 |                    |                 |  |
| Cadenas                 |                 |                    |                 |  |
| Cabos                   |                 |                    |                 |  |
| Guardacabos             |                 |                    |                 |  |
| Boyas                   |                 |                    |                 |  |
| Anillos de distribución |                 |                    |                 |  |
| Muertos                 |                 |                    |                 |  |
| Ancla                   |                 |                    |                 |  |
| Pernos de anclaje       |                 |                    |                 |  |

## i. Análisis estático

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.

### - Metodología para la determinación de la fuerza de arrastre

La fuerza de arrastre corresponderá a la sumatoria de las fuerzas de arrastre ( $F_A$ ) por viento ( $F_V$ ), oleaje ( $F_W$ ) y corriente ( $F_C$ ). No obstante, cabe mencionar que la metodología de cálculo para la fuerza de arrastre se complementará con la información del punto 5.4.3.

$$F_A = F_V + F_W + F_C$$

### Fuerza de arrastre por viento

La fuerza de arrastre por viento está en función, principalmente, 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 deberá calcular con la siguiente ecuación:

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

Donde:

$F_V$ : Fuerza de arrastre por viento.

$\rho_a$ : Densidad del aire.

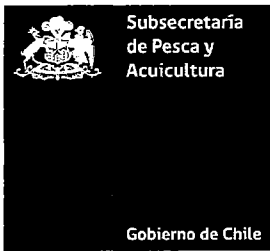
$C_h$ : Coeficiente de altura (1 para alturas inferiores a 10 m).

$C_s$ : Coeficiente de forma (similar al coeficiente de arrastre  $C_d$  (figura 12 y 13)).

$A_{exp}$ : 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.



### Fuerza de arrastre por corriente

La estimación teórica de la fuerza 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 deberá calcular con la siguiente ecuación:

$$F_c = \frac{1}{2} * \rho_{h_2O} * C_d * A_{exp} * V_c^2$$

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 considerará como la longitud total de hilo del primer paño de red de confinamiento (jaula) por el diámetro del hilo:

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

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 definirá el régimen del flujo, siendo éste laminar o turbulento. La determinación de este valor está propuesta en el punto 5.4.3. Sin embargo, es necesario entender que es



un valor particular a cada red y deberá ser estudiado a fin de entregar información certera, para así evitar sobreestimaciones de carga sobre la red.

Sin embargo, 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. Lo anterior ha sido observado en mediciones en centros de cultivo con velocidades de corriente moderada por lo que se considera una reducción adecuada y conservadora en redes limpias.

### **Fuerza por oleaje**

Las cargas por oleaje incidente serán calculadas 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.

En primer orden de interés, 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. Estas magnitudes serán calculadas por teorías pertinentes, presentadas en adelante. Las magnitudes obtenidas serán las fuerzas restauradoras inducidas por las líneas de fondeo.

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.



#### - Elementos afectados por oleaje incidente

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.

#### Fórmulas utilizadas

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.

#### Ecuación de Morison

La fuerza hidrodinámica actuando normal al eje de una estructura cilíndrica estará dada por la ecuación de Morison que se expresa como la suma de vectores indicados a continuación:

$$F_W = F_D + F_I$$

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 estará dado por:

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

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 estará dado por:

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

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.

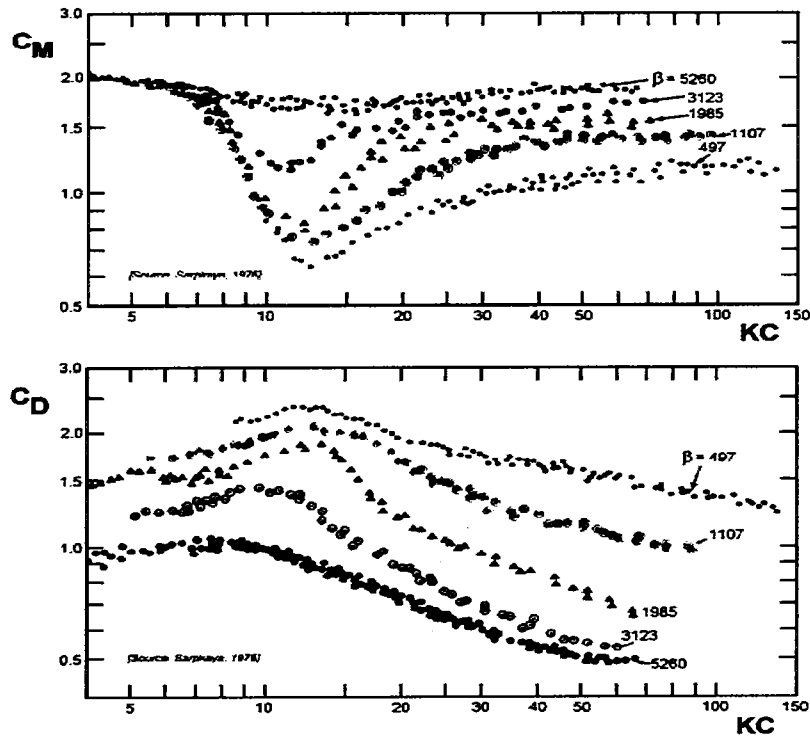


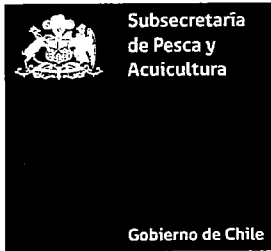
Figura 9. Valores para coeficiente de arrastre e inercia en función de los números de Reynolds y Keulegan Carpenter de Sarpkaya (1976).

## - Tensiones

### 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.

### **Resumen de tensiones máximas**

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.

### **Factores de utilización de los distintos componentes del sistema de fondeo**

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

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

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, en que el tipo de análisis es por metodología estática, 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 punto 5.4.2.



## ii. Análisis dinámico

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.

### - Simulación dinámica

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.

### - Resultados de la simulación dinámica

#### **Tensiones máximas en los componentes del sistema de fondeo**

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  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  y  $90^\circ$  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  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  y  $90^\circ$  respecto al módulo, considerando un factor de fouling que aumente la solidez de la pecera y lopera 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).

## Resumen de tensiones máximas

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.

## Factor de utilización de los distintos componentes del sistema de fondeo

Para cada componente del sistema de fondeo (excepto boya 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.

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

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, en que el tipo de análisis es por simulación dinámica, 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 punto 5.4.2.

### 5.4.2 Consideraciones para la determinación de factores de seguridad, coeficiente de arrastre de la red y clasificación de los sitios para un sistema de cultivo de peces (análisis estático y dinámico)

#### - Factores de seguridad

Se describen los coeficientes o factores de seguridad que se deberán emplear en el dimensionamiento de los distintos componentes del sistema de fondeo como cabos, cables

cadena, grilletes, guardacabos, anillos de distribución, anclas, muertos, pernos y otros elementos de conexión, además de los pasillos de las balsas y elementos de flotación, en base a los tipos de carga, relación de tensiones, factores de carga, factor de material y factores de seguridad respecto del tipo de análisis.

A continuación, se caracterizan todas las cargas que deberán ser consideradas para el diseño de un sistema de cultivo de peces (Tabla 5).

Tabla 5. Tipos de cargas a considerar para el diseño de un sistema de cultivo.

| 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 pérdida de elementos de flotación    |

Por otra parte, las siguientes fórmulas se utilizarán en el análisis de cada elemento estructural del sistema de fondeo, donde se incluirá el factor de seguridad respecto a las condiciones ambientales y el factor de seguridad respecto al tipo de material.

Tabla 6. Fórmulas para aplicar en la relación de tensiones de un elemento estructural.

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Relación de tensiones</b> | $S_f \gamma_f \leq \frac{R}{\gamma_m}$                             |
| <b>Tensión admisible</b>     | $\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{critico}}{\gamma_m \times \gamma_f}$ |
| <b>Factor de utilización</b> | $K = \frac{S_f \gamma_f}{\frac{R}{\gamma_m}} < 1$                  |

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).

En el mismo contexto, 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 a continuación (tabla 7):

Tabla 7. Factores de carga para el diseño estructural.

| 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                |

Sin embargo, el correcto dimensionamiento de los sistemas de fondeo reviste una importancia trascendental si se considera que toda la producción de una empresa va a estar contenida en una estructura flotante, la que a su vez debe estar bien anclada y poseer un adecuado nivel de seguridad y mínimo riesgo ante el colapso mecánico de cualquiera de sus componentes estructurales. La selección del elemento apropiado para fijar las estructuras no será algo trivial, ya que esta deberá basarse en las características geotécnicas del suelo existente en el lugar de emplazamiento de la balsa jaula.

Así, los aspectos más importantes por considerar para lograr una correcta selección y dimensionamiento del elemento de anclaje serán:

- 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.

Por otra parte, para la elección de uno u otro elemento de anclaje se considerarán los siguientes factores de material para los elementos del sistema de fondeo:

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

| Tipo de elemento                | Factor de material<br>( $\gamma_m$ ) |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| Cabo sintético                  | 3,0                                  |
| Cabo sintético con nudos        | 5,0                                  |
| Cadenas y componentes de cadena | 3,0                                  |
| Cadenas usadas                  | 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 |

A continuación, se identifican los factores de carga respecto al tipo de análisis empleado.

Tabla 9. Factores de carga respecto al tipo de análisis

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

Por otro lado, debido al largo tiempo que los componentes del sistema de anclaje estarán expuestos a las excitaciones cíclicas, se hace necesario realizar un análisis de fatiga. Respecto a lo anterior, 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 ( $\gamma_m$ ) |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|
| Fatiga límite                             | Factor para todos los materiales | 1,0                               |
| Accidente límite                          | Factor para todos los materiales | 1,0                               |

#### 5.4.3 Selección de coeficientes de arrastre en la determinación de carga hidrodinámica sobre redes

La formulación de Morison es ampliamente usada en la determinación de carga hidrodinámica en un centro de cultivo, es decir, el producto de la interacción entre la red y factores tales como corriente, viento y olas, dado que los elementos componentes de las



redes se consideran esbeltos en relación a la longitud de olas presentes en zonas de operación.

En dicha formulación la carga 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.

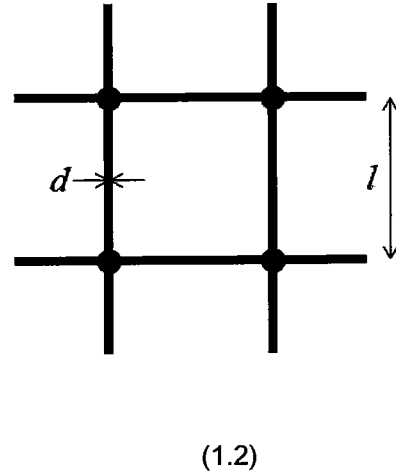
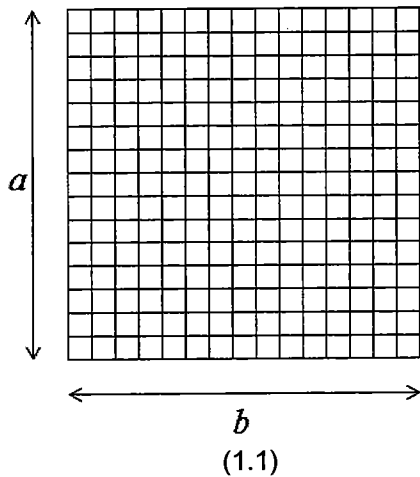
$$F_w(t) = \frac{1}{2} \rho C_d d l [v(t) - u(t)] |v(t) - u(t)| + \rho C_M \frac{\pi}{4} d^2 l \dot{v}(t) - \rho (C_M - 1) \frac{\pi}{4} d^2 l \dot{u}(t)$$

En la expresión anterior, 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.

La expresión anterior es utilizada para predecir la respuesta hidrodinámica de redes. Sin embargo, en el caso de un análisis cuasi-estático, será utilizada sólo la parte 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 expresión se reduce a:

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

En la formulación anterior el área  $A$  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 (figura 10).



**Figura 10. Área proyectada (1.1) panel, (1.2) Componentes**

Determinar el área completa de un panel resulta sencillo al conocer las dimensiones de la jaula a instalar. Por el contrario, determinar el área de los componentes de la red resulta un trabajo complejo, es por esto que 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.

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

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 10. Esta razón de solidez es una característica de las redes y es generalmente entregada por el fabricante, ya que varía dependiendo de la geometría de la red debido a la presencia de nudos en el caso de redes plásticas o cruces de filamentos como es el caso de redes metálicas. Algunos ejemplos de geometrías a continuación.

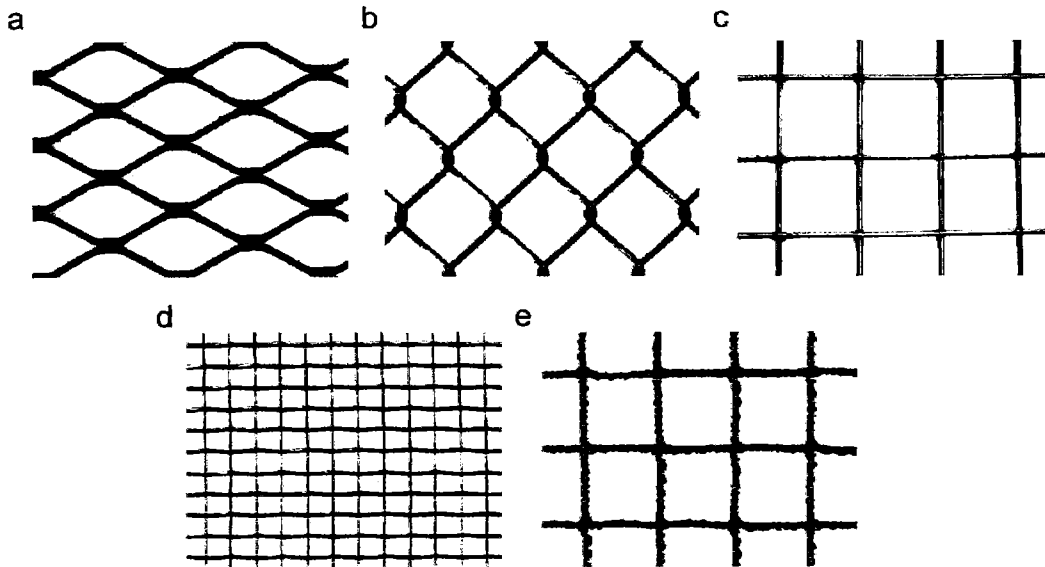


Figura 11. Patrones de red (a) Plano expandido, (b) Metálica entrelazada, (c) Soldada, (d) Moldeada, (e) Nylon sin nudos (Tsukrov *et al.* 2011).

- **Determinación del coeficiente de arrastre de la red**

Los valores de coeficiente de arrastre a usar en la formulación de Morison deberán ser determinados para cada tipo de red, a distintas velocidades de flujo. Al no existir información empírica para todas las redes utilizadas en nuestro país, se optará por usar los valores obtenidos en la Universidad de New Hampshire, Estados Unidos en el estudio presentado el año 2011 titulado *Characterization of geometry and normal drag coefficients of copper nets*. En dicho estudio se incluyeron dos redes de nylon con valores de solidez de 17 y 20%, lo que corresponde a redes peceras típicas usadas en centros de cultivo. Los valores para el coeficiente de arrastre en dicho estudio varían entre 1,3 y 1,5 por lo que se recomienda usar un valor de  $C_d$  de 1,4 para redes limpias. Para otros tipos de redes usando diferentes materiales es necesario realizar pruebas de laboratorio que puedan caracterizar los valores de arrastre en un rango amplio de velocidades de corriente y geometrías de redes.

Los valores previamente declarados para coeficiente de arrastre serán aplicables a redes de nylon considerando que cerca del 90% de las redes usadas actualmente en la industria son de este tipo. Para otras redes los valores serán incluso menores por lo que al usar los valores dados como mínimos éstos adicionarán un factor de seguridad en los cálculos.

Para la determinación de los coeficientes de arrastre, se propone lo siguiente:

| <b>Forzante ambiental</b> | <b>Cd para red pecera</b>                       | <b>Cd para red lobera</b>                       |
|---------------------------|---|---|
| <b>Corriente</b>          | 1,4   | 1,4   |
| <b>Viento</b>             | Respecto a la forma geométrica (figura 12 y 13) | Respecto a la forma geométrica (figura 12 y 13) |
| <b>Oleaje</b>             | 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. Posteriormente 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.

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 figuras 12 y 13. Esta información ha sido extraída del texto "Fundamentals of fluid mechanics" by Munson, Young, Okiishu and Huebsh.








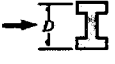


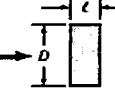
| Shape  | Reference area<br>$A$<br>( $b$ = length) | Drag coefficient<br>$C_D = \frac{D}{\frac{1}{2} \rho U^2 A}$   | Reynolds number<br>$Re = \rho U D \mu$ |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
|--|--|--|--|-------|------------|------|----------------------|-----|------|-----|------|-----|-------------|-----|-----|-----|-------------|
|  <p>Square rod with rounded corners</p> | $A = bD$                                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>RD</math></th> <th><math>C_D</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>2.2</td> </tr> <tr> <td>0.02</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td>0.17</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>0.33</td> <td>1.0</td> </tr> </tbody> </table>   | $RD$                                   | $C_D$ | 0          | 2.2  | 0.02                 | 2.0 | 0.17 | 1.2 | 0.33 | 1.0 | $Re = 10^3$ |     |     |     |             |
| $RD$   | $C_D$                                    |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| 0  | 2.2                                      |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| 0.02   | 2.0                                      |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| 0.17   | 1.2                                      |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| 0.33   | 1.0                                      |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
|  <p>Rounded isosceles triangle</p>      | $A = bD$                                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>RD</math></th> <th><math>C_D</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1.4</td> </tr> <tr> <td>0.02</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>0.08</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>0.25</td> <td>1.1</td> </tr> </tbody> </table>   | $RD$                                   | $C_D$ | 0          | 1.4  | 0.02                 | 1.2 | 0.08 | 1.3 | 0.25 | 1.1 | $Re = 10^3$ |     |     |     |             |
| $RD$   | $C_D$                                    |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| 0  | 1.4                                      |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| 0.02   | 1.2                                      |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| 0.08   | 1.3                                      |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| 0.25   | 1.1                                      |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
|  <p>Semicircular shell</p>              | $A = bD$                                 | <table border="1"> <tbody> <tr> <td>→</td> <td>2.3</td> </tr> <tr> <td>←</td> <td>1.1</td> </tr> </tbody> </table>   | →                                      | 2.3   | ←          | 1.1  | $Re = 2 \times 10^4$ |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| →  | 2.3                                      |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| ←  | 1.1                                      |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
|  <p>Semicircular cylinder</p>           | $A = bD$                                 | <table border="1"> <tbody> <tr> <td>→</td> <td>2.15</td> </tr> <tr> <td>←</td> <td>1.15</td> </tr> </tbody> </table>   | →                                      | 2.15  | ←          | 1.15 | $Re > 10^4$          |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| →  | 2.15                                     |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| ←  | 1.15                                     |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
|  <p>T-beam</p>                         | $A = bD$                                 | <table border="1"> <tbody> <tr> <td>→</td> <td>1.80</td> </tr> <tr> <td>←</td> <td>1.65</td> </tr> </tbody> </table>   | →                                      | 1.80  | ←          | 1.65 | $Re > 10^4$          |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| →  | 1.80                                     |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| ←  | 1.65                                     |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
|  <p>H-beam</p>                        | $A = bD$                                 | 2.05   | $Re > 10^4$                            |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
|  <p>Angle</p>                         | $A = bD$                                 | <table border="1"> <tbody> <tr> <td>→</td> <td>1.98</td> </tr> <tr> <td>←</td> <td>1.82</td> </tr> </tbody> </table>   | →                                      | 1.98  | ←          | 1.82 | $Re > 10^4$          |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| →  | 1.98                                     |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| ←  | 1.82                                     |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
|  <p>Hexagon</p>                       | $A = bD$                                 | 1.0  | $Re > 10^4$                            |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
|  <p>Rectangle</p>                     | $A = bD$                                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>GD</math></th> <th><math>C_D</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\leq 0.1</math></td> <td>1.9</td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>0.65</td> <td>2.9</td> </tr> <tr> <td>1.0</td> <td>2.2</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>1.6</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>1.3</td> </tr> </tbody> </table> | $GD$                                   | $C_D$ | $\leq 0.1$ | 1.9  | 0.5                  | 2.5 | 0.65 | 2.9 | 1.0  | 2.2 | 2.0         | 1.6 | 3.0 | 1.3 | $Re = 10^3$ |
| $GD$   | $C_D$                                    |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| $\leq 0.1$   | 1.9                                      |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| 0.5  | 2.5                                      |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| 0.65   | 2.9                                      |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| 1.0  | 2.2                                      |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| 2.0  | 1.6                                      |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |
| 3.0  | 1.3                                      |  |  |       |            |      |                      |     |      |     |      |     |             |     |     |     |             |

Figura 12. Coeficiente de arrastre típico para cuerpos bidimensionales (Fundamentals of fluid mechanics" by Munson, Young, Okiishu and Huebsh).






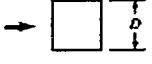


| Shape   | Reference area<br>$A$   | Drag coefficient<br>$C_D$  | Reynolds number<br>$Re = \rho U D / \mu$ |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
|---|-------------------------|--|--|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-------------|
|  Solid hemisphere              | $A = \frac{\pi}{4} D^2$ | $\rightarrow$ 1.17<br>$\leftarrow$ 0.42  | $Re > 10^4$                              |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
|  Hollow hemisphere             | $A = \frac{\pi}{4} D^2$ | $\rightarrow$ 1.42<br>$\leftarrow$ 0.38  | $Re > 10^4$                              |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
|  Thin disk                     | $A = \frac{\pi}{4} D^2$ | 1.1  | $Re > 10^3$                              |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
|  Circular rod parallel to flow | $A = \frac{\pi}{4} D^2$ | <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>UD</math></th> <th><math>C_D</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.5</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>1.0</td> <td>0.93</td> </tr> <tr> <td>2.0</td> <td>0.83</td> </tr> <tr> <td>4.0</td> <td>0.85</td> </tr> </tbody> </table>           | $UD$                                     | $C_D$ | 0.5 | 1.1  | 1.0 | 0.93 | 2.0 | 0.83 | 4.0 | 0.85 | $Re > 10^3$ |
| $UD$  | $C_D$                   |  |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
| 0.5   | 1.1                     |  |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
| 1.0   | 0.93                    |  |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
| 2.0   | 0.83                    |  |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
| 4.0   | 0.85                    |  |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
|  Cone                         | $A = \frac{\pi}{4} D^2$ | <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>\theta</math>, degrees</th> <th><math>C_D</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>0.30</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>1.15</td> </tr> </tbody> </table> | $\theta$ , degrees                       | $C_D$ | 10  | 0.30 | 30  | 0.55 | 60  | 0.80 | 90  | 1.15 | $Re > 10^4$ |
| $\theta$ , degrees  | $C_D$                   |  |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
| 10  | 0.30                    |  |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
| 30  | 0.55                    |  |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
| 60  | 0.80                    |  |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
| 90  | 1.15                    |  |  |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |
|  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   | $Re > 10^3$                              |       |     |      |     |      |     |      |     |      |             |

Figura 13. Coeficiente de arrastre típico para cuerpos tridimensionales (Fundamentals of fluid mechanics" by Munson, Young, Okiishu and Huebsh).

### - Fouling

Dado que las redes con el paso del tiempo son afectadas por ejemplo por algas, moluscos y crustáceos que se adhieren a su superficie, se hace necesario estimar la carga en presencia de fouling. Para lo anterior, 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.

#### 5.4.4 Elemento de anclaje

##### 5.4.4.1 Dimensionamiento de elementos de anclaje

Dado que existen diferentes elementos que diferencian un ancla de otra, como, por ejemplo, su peso, la caña, etc., estas se clasificarán en base a su eficiencia (tabla 10):

Tabla 10. Clasificación de eficiencias en anclas.

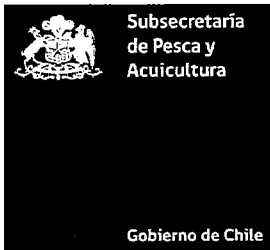
| Clase | Eficiencia |
|-------|------------|
| A     | Mayor a 20 |
| B     | 15 a 20    |
| C     | 10 a 15    |
| D     | 5 a 10     |
| E     | Menor a 5  |

El concepto de eficiencia empleado en el dimensionamiento de elementos de anclaje es un resultado obtenido en términos prácticos, mediante mediciones *in situ* denominadas pruebas de tracción, donde se registra la fuerza requerida para sacar este elemento desde su posición de instalación. De este modo se obtiene un valor efectivo que incluye, sin necesidad de evaluaciones individuales, tanto la pérdida de peso en el agua como el roce con el sustrato submarino.

La eficiencia corresponderá a la razón que existe entre la masa del ancla su capacidad de agarre medida en la Prueba de Tracción.

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





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.

La eficiencia del elemento de fondeo dependerá de diversos factores, siendo estos:

- 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.

### **Pruebas de tracción**

Consiste en 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.

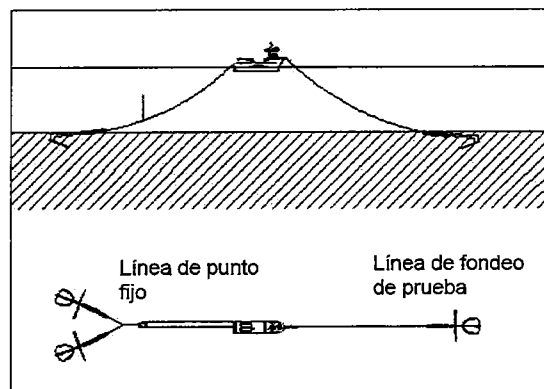
Se deberá instalar una línea de fondeo, exactamente como lo indican los planos de la memoria de cálculo de fondeo, indicando el tipo de material, para conocer de manera precisa y real el comportamiento que tendrá y, poder validar y modificar a tiempo lo que el proyecto de fondeo original contempló. Alguno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

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

que se va a medir ha sufrido desplazamientos o algún tipo de influencia externa como para invalidar el resultado.

A continuación, se muestra un esquema de planta y perfil en donde se puede apreciar con mayor detalle:

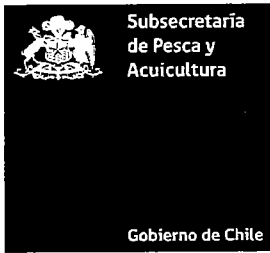


**Figura 14. Esquema representativo de prueba de tracción**

#### **5.4.4.2 Cálculo del muerto másico para las líneas de fondeo**

El anclaje más utilizado en el sistema de fondeo de los módulos de cultivo es el muerto másico (material de hormigón). Para la determinación de su volumen se deberá considerar lo siguiente:

- Ángulo de las líneas de fondeo. No es siempre fijo, el análisis dinámico permite su cálculo exacto.
- Ángulo del fondo marino. Es diferente considerar un muerto cuesta arriba o cuesta abajo.
- Roce con el fondo (tipo de fondo marino).
- Tensión máxima en la línea.
- Densidad del hormigón.



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

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

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

Obteniendo:

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

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).

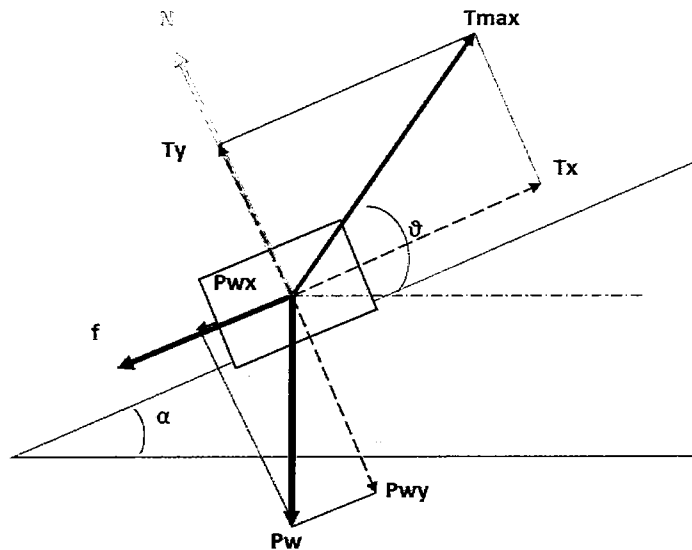
El peso seco del muerto ( $P$ ) se calculará con la fórmula:

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

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>]).



**Figura 15. Diagrama de cuerpo libre de un muerto másico.**

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

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

Con el mismo procedimiento, será necesario averiguar que el ángulo de fondo no sea excesivo y no apto a la instalación del muerto (Ej. considerando un coeficiente de roce de 0,6, un muerto el ángulo que permite su desplazamiento por peso propio resulta ser 30°).

## 6. Trazabilidad

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

El titular deberá confeccionar un dossier con la información de los elementos que se encuentran trazados y cada vez que se cambie alguno de ellos, deberá consignarlo en este documento, el cual deberá estar actualizado en el centro de cultivo.

Los elementos, que conforman el módulo de cultivo y sistema de fondeo, que deberán ser trazados y contenidos dentro del dossier serán los siguientes:

| 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           |                         |

El referido dossier deberá contener, a lo menos, la siguiente información:

- Fecha de inicio y término de todas las actividades como instalación, verificación semestral, certificación anual o cualquier otra actividad que modifique la estructura de cultivo o una parte de ella.
- Documentos y/o certificados que acrediten la trazabilidad de los materiales utilizados, como boyas, cabos, cables, cadenas, anclas, pesos muertos, entre otros).
- Indicar claramente si los materiales utilizados son nuevos o usados, en cuyo caso se deberá precisar cuáles de ellos y la cantidad.
- En el caso de materiales usados deberá detallarse la data de estos y el lugar desde donde provienen además del estado en que se encontraban.
- 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 de 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.
- 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), debido a posibles modificaciones durante la instalación o detalle de los materiales que componen el sistema de fondeo efectivamente instalados 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.

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. De no dar cuenta de tales condiciones, se perderá la condición de trazable a dichos elementos.

## **7. Verificación semestral del centro de cultivo**

Cada seis meses contados desde el inicio de la etapa de siembra y mientras dure el ciclo productivo, el titular deberá efectuar una verificación semestral, a través de un plan documentado de inspección que deberá contener a lo menos los siguientes ítems:

- Inspección superficial al 100% de las estructuras de cultivo instaladas, enfocándose en puntos críticos como, por ejemplo, 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, etc.
- 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.
- Una vez terminado los trabajos antes mencionados, se deberá dejar un 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 tomar las acciones de mejoras correspondientes tales como: reemplazo, adaptaciones, restauraciones de los materiales inspeccionados, etc., para el restablecimiento de las condiciones de seguridad.



## **8. Certificación anual del centro de cultivo**

Inmediatamente terminada la siembra de todo el centro de cultivo y cada doce meses, contados desde la fecha en que se hizo la certificación pos siembra, mientras dure el ciclo productivo, un profesional o entidad debidamente calificados, en adelante certificador, deberá realizar una certificación anual consistente en una inspección en terreno del centro, con la finalidad de comprobar las condiciones de seguridad del(los) módulo(s) de cultivo y del fondeo de los centros de cultivo. El certificador deberá acreditar que los elementos principales que componen el centro de cultivo (módulo de cultivo (balsas jaulas y redes) 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. Cada vez que exista alguna modificación a las estructuras y/o ubicación de éstas corresponderá realizar una nueva certificación de instalación.

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

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

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.

## **9. Procedimiento de inspección para la verificación semestral o certificación anual del centro de cultivo**

### **9.1. De los elementos que se encuentran sobre la superficie**

Antes de una inspección *in situ*, se deberá contar con toda la información que ayude a ejecutar una visita conforme a los objetivos planteados.



Una vez que el certificador o profesional responsable de la verificación semestral llegue al módulo de jaulas, deberá:

- 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. Lo anterior, en consideración a los sistemas de trazabilidad dispuestos en los elementos que constituyen los módulos de cultivo.
- 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.
- Examinar que el número y tamaño de las estructuras de cultivo sea el que se consideró en el diseño y que fue informado.
- Examinar las uniones soldadas de las diferentes partes que componen la estructura de cultivo.
- 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.
- 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.
- 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, etc.



El francobordo se determinará pintando marcas en algunos flotadores del set de balsas jaulas tal cual lo tienen los barcos como en el caso del disco de Plimsoll (figura 16).

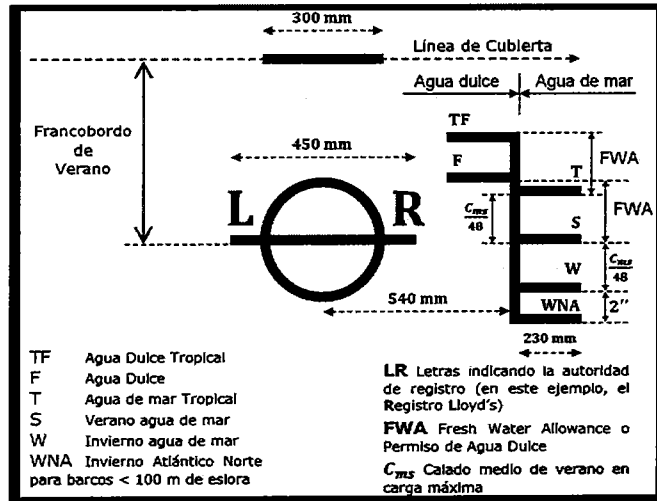


Figura 16. Disco de Plimsoll.

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. A continuación, se presenta un ejemplo de aplicación de reserva de boyantes (Tabla 11).

Tabla 11. Ejemplo de aplicación de reserva de boyantes.

| Ejemplo módulo 12 jaulas de 30 x30 x15                      |            |
|---|------------|
| Peso del módulo completo                                    | 86 [ton]   |
| Empuje del módulo   | 292 [ton]  |
| Reserva de boyantes (70%)                                   | 206 [ton]  |
| Reserva de boyantes mínima (30%)                            | 87,6 [ton] |
| Carga máxima al módulo (cargas extras, fouling y operación) | 118 [ton]  |

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, ya que la corriente de marea afecta a las redes y éstas generan una componente vertical que hunde los pasillos con la eventual pérdida de flotabilidad y disminución del francobordo.

## 9.2. De los elementos que se encuentran bajo la superficie

Antes de una inspección *in situ*, se deberá contar con toda la información que ayude a ejecutar una visita conforme a los objetivos planteados.

Se deberá realizar una inspección al 100% de las líneas de fondeo instaladas.

Se deberán diferenciar 3 sectores o tramos: Tramo 1; Tramo jaula-Boyas, Tramo 2; Tramo Boya- Anclaje principal y Tramo 3; Anclaje Principal una Retenida (anclaje auxiliar), conforme se muestra en la Figura 17. Cada uno de ellos considera materiales y elementos que se deberán inspeccionar.

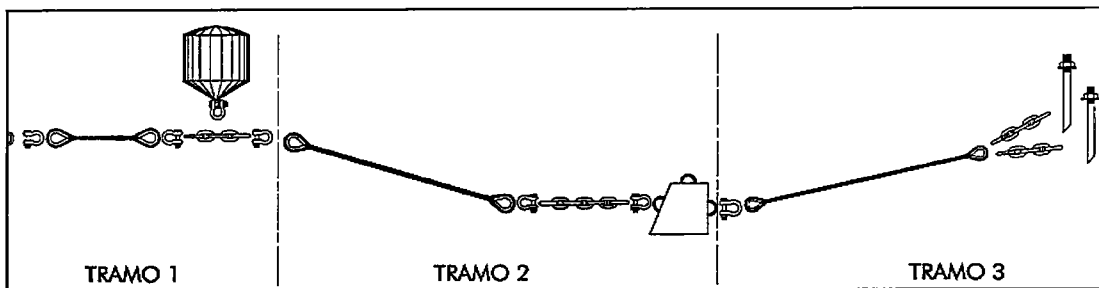


Figura 17. Sistema de fondeo.

A continuación, se determinan los parámetros para la detección de posibles fallas de los elementos que constituyen al módulo, según tramo.

### Tramo 1; Tramo jaula-Boyas

La certificación o verificación semestral de este tramo se deberá realizar de manera superficial y en aquella parte que se encuentra bajo la superficie, con apoyo de un ROV o buzo con cámara submarina, en alta definición o superior. Se deberá:

- 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.
- Revisar, de manera visual, la condición de las cadenas o cabos existentes en este tramo e indicar y registrar cualquier anomalía.



- Revisar la condición de francobordo de todas las boyas de fondeo que marcan el término de este tramo conforme al procedimiento del punto 9.1. Se deberá dejar registro de la condición de trabajo, su estado y conexiones con el sistema de fondeo.

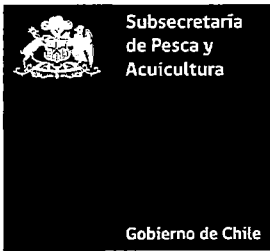
## **Tramo 2; Tramo Boya- Anclaje principal**

La certificación o verificación semestral de este tramo se deberá realizar con apoyo de un ROV o buzo con cámara submarina, en alta definición o superior. Se deberá:

- Establecer la condición de seguridad de los elementos como grilletes que conectan la boya con el elemento de anclaje principal que puede ser un peso muerto, ancla y/o pernos de anclaje.
- Recorrer el cable, cabo o cadena que exista en la línea de fondeo, tomando en cuenta un orden de inspección desde la boya al primer anclaje, con el objetivo de determinar el espesor y condición de trabajo.

Durante el recorrido se deberá identificar claramente la línea que se está inspeccionando y dejar registro de cualquier no conformidad como cruces o roces con otras líneas.

- Dejar registro y control de la condición de la unión entre diferentes materiales, en caso que existan uniones, como, por ejemplo, grilletes y/o piezas metálicas, así como también la condición de nudos en el caso de no utilizar grilletes.
- Dejar registro de la condición de la unión entre la línea de fondeo y el elemento de anclaje principal, conforme lo siguiente:
  - a) **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.
  - b) **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.

### **Tramo 3; Anclaje Principal una Retenida (anclaje auxiliar)**

La certificación o verificación semestral de este tramo se deberá realizar con apoyo de un ROV o buzo con cámara submarina, en alta definición o superior. Se deberá:

- Establecer la condición de seguridad de los elementos como grilletes que unen a los 2 anclajes.
- 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.
- Dejar registro y control de la condición de conexión desde donde se fijan los tramos que unen a estos anclajes, generalmente se utilizan cables de acero o cadenas para las retenidas.

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

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 debería ser del mismo material de las balsas jaulas para evitar la corrosión.

Cada instalación 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.

El titular antes del ingreso de la embarcación al centro de cultivo deberá proporcionar al capitán de la embarcación la siguiente información:

- La posición geográfica y distribución de las estructuras
- La profundidad del o los sectores donde se encuentran emplazadas las estructuras.
- El largo y ancho total de las estructuras.
- La cantidad, el número de cada jaula.
- La ubicación y distribución del sistema de fondeo.
- La distancia que hay entre el cáncamo de amarre de la jaula y la boya.



- La disposición de las líneas de fondeo
- La posición de las líneas de alimentación.
- Para el caso de las jaulas circulares indicar, además la profundidad del reticulado del set.

El encargado del centro de cultivo deberá tener las siguientes consideraciones, antes de comenzar la maniobra:

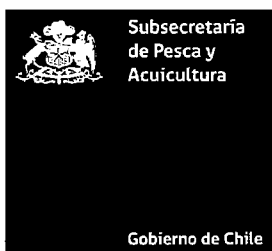
- Las redes loberas, deben estar fijas y firmes para evitar acorbatamiento con las hélices o empujadores transversales según corresponda.
- Todos los cabos que se hallan liberado tanto al interior como al exterior de la jaula, para realizar la maniobra, deben ser sacados o asegurados para evitar acorbatamiento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

## **11. Transitoriedad para la implementación de esta normativa**

Se ha estimado necesario establecer normas transitorias con la finalidad de permitir una adecuada implementación de las nuevas obligaciones por parte de los titulares de centros de cultivo. De esta forma, se identifican las siguientes hipótesis:

### **11.1. De la metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería, así como las especificaciones técnicas de las estructuras de cultivo.**

- a) Los centros de cultivo de engorda de salmones, sean o no integrantes de una agrupación de concesiones, que operen por primera vez o que tengan planificado iniciar un ciclo productivo, a partir del mes 18, contado desde la publicación de la presente resolución, deberán instalar el(los) módulo(s) de cultivo dando cabal cumplimiento a todas las especificaciones técnicas establecidas en la presente resolución.
- b) Los centros de cultivo de engorda de salmones, sean o no integrantes de una agrupación de concesiones, que no se encuentren en la hipótesis anterior, tendrán un plazo de tres años, contados desde la publicación de la presente resolución, para



cumplir cabalmente todas las especificaciones técnicas establecidas en la presente resolución.

#### **11.2. De la verificación semestral del centro de cultivo.**

La verificación semestral del centro de cultivo, conforme a las especificaciones establecidas en la presente resolución, aplicará a los ciclos productivos, de engorda de salmones, que inicien a los tres meses contados desde la publicación de la presente resolución en el Diario Oficial.

#### **11.3. De la certificación anual del centro de cultivo**

- a) La certificación anual del centro de cultivo, conforme a las especificaciones establecidas en la presente resolución, aplicará a los ciclos productivos, de engorda de salmones, que inicien a los tres meses contados desde la publicación de la presente resolución en el Diario Oficial.
- b) Mientras no se cumplan los plazos indicados en el 1° transitorio, al momento de efectuar la certificación anual se deberá incluir la información que tenga el titular, referida al levantamiento de información de las variables ambientales, confección de la memoria de cálculo, vida útil de los elementos que conforman el(los) módulo(s) de cultivo y su trazabilidad.

#### **11.4. Del levantamiento de información de variables ambientales**

El titular podrá utilizar información de las variables ambientales que hubiesen sido levantadas con anterioridad a la publicación de la presente resolución, siempre y cuando cumplan con las especificaciones técnicas contenidas en esta normativa.

### **12. Referencias Bibliográficas**

- J. P. Pierson and L. Moskowitz. 1964. A Proposed Spectral Form for Fully Developed Wind Seas Based on the Similarity Theory of S. A. Kitaigorodskii. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 69, No.24.



Navtec. 2011. Informe Final Proyecto 4728-40-LE10. 2011. "Diagnóstico y definición de estándares de calidad y seguridad para la certificación de estructuras de cultivo y sus fondeos".

Norwegian Standard NS 9415:2009. Marine Fish Farms. Requirements for Site survey, risk analyses, design, dimensioning production, installation and operation.

Pub. SHOA 3201. Instrucciones Oceanográficas N° 1. "Especificaciones Técnicas y administrativas para Mediciones y Análisis Oceanográficos".

Pub. SHOA 3105. Instrucciones Hidrográficas N° 5. "Especificaciones Técnicas y administrativas para la Ejecución de Batimetrías con Valor Hidrográfico".

Proyecto CUI 20178-17-DAC-5. 2018. Informe Final "Propuesta de elementos técnicos para la elaboración de una memoria de cálculo para el fondeo e instalación de módulos de cultivo" 136 pp.

Sanhueza, I. 2006. Interacción operacional entre wellboats y balsas jaulas. Tesis para optar al título de Ingeniero Naval. Universidad Austral de Chile.

Tsukrov, I., Drach, A., DXeCew, J., Robinson Swift, M., Celikkol, B. 2011. Characterization of geometry and normal drag coefficients of copper nets. Ocean Eng. 38, 1979-1988. Doiu 10.1016/j.oceaneng.2011.09.0.

Eugenio Zamorano Villalobos  
**JEFE DIVISIÓN DE ACUICULTURA**



CAV/SGM/sgm



Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N° 19.799

Para verificar la integridad y autenticidad de este documento ingrese el código de verificación: 1903066-4c8217 en:

<https://fed.gob.cl/verificarDoc/docinfo>





D.G.T.M. Y M.M. ORD. N° 12600/42 S.S.P. Y A.

OBJ.: Remite observaciones a la propuesta de normativa para el establecimiento de las condiciones referidas a mantención y certificación de las estructuras de cultivo.

REF.: Subsecretario de Pesca y Acuicultura Oficio Ord. (D.A.C.) N° 1826, de fecha 27 de diciembre de 2019.

VALPARAÍSO, 28 ENE. 2020

DEL DIRECTOR GENERAL DEL TERRITORIO MARÍTIMO Y DE MARINA MERCANTE  
AL SR. SUBSECRETARIO DE PESCA Y ACUICULTURA

En atención a lo solicitado en el documento citado en la referencia, adjunto remito a Us. Anexo "A" con los comentarios respecto de las "Observaciones a la propuesta para el establecimiento de las condiciones referidas a la mantención y certificación de las estructuras de cultivo".

Saluda a Us.



  
IGNACIO MARDONES COSTA  
VICEALMIRANTE  
DIRECTOR GENERAL

**DISTRIBUCION:**

- 1.- S.S.P. Y A.
- 2.- D.S. Y O.M.
- 3.- ARCHIVO.

**ANEXO "A"**

**FORMULARIO DE OBSERVACIONES**

**PROPUESTA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS CONDICIONES  
REFERIDAS A LA MANTENCION Y CERTIFICACION DE LAS  
ESTRUCTURAS DE CULTIVO**

**1. Datos de quien envía observaciones:**

|   |            |            |                    |
|---|------------|------------|--------------------|
| Nombre del representante organizacional que envía el documento y cargo: |            |            |                    |
| VA Sr. Ignacio MARDONES Costa   |            |            |                    |
| Dirección   | Ciudad     | Teléfono   | Correo electrónico |
| Av. Errázuriz N° 537  | Valparaíso | 32-2208101 | imardones@dgtm.cl  |
| Institución(es) que representa:   |            |            |                    |
| Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante.         |            |            |                    |

**2. Consideraciones ambientales del lugar de emplazamiento del centro de cultivo para la memoria de cálculo – Variables ambientales:**

**2.1. Estudio de corrientes:**

| Tiene Observaciones |    | Justificación |
|---------------------|----|---------------|
| SI                  | NO |               |
|                     | X  |               |
| Propuesta           |    |               |
|                     |    |               |

**2.2. Estudio de vientos:**

| Tiene Observaciones |    | Justificación |
|---------------------|----|---------------|
| SI                  | NO |               |
|                     | X  |               |
| Propuesta           |    |               |
|                     |    |               |

**2.3. Estudio de olas:**

| Tiene Observaciones |    | Justificación |
|---------------------|----|---------------|
| SI                  | NO |               |
|                     | X  |               |
| Propuesta           |    |               |
|                     |    |               |

**2.4. Estudio de la calidad del fondo:**

| Tiene Observaciones |    | Justificación |
|---------------------|----|---------------|
| SI                  | NO |               |
|                     | X  |               |
| Propuesta           |    |               |
|                     |    |               |

**2.5. Estudio de batimetría:**

| Tiene Observaciones |    | Justificación |
|---------------------|----|---------------|
| SI                  | NO |               |
|                     | X  |               |
| Propuesta           |    |               |
|                     |    |               |

**3. Del módulo de cultivo:**

**3.1. Determinación de la vida útil de los principales elementos del sistema de flotación de las balsas jaulas.**

| Tiene Observaciones |    | Justificación |
|---------------------|----|---------------|
| SI                  | NO |               |
|                     | X  |               |
| Propuesta           |    |               |
|                     |    |               |

**3.2. Determinación de la resistencia mínima y vida útil del sistema de contención de especies en cultivo: red.**

| Tiene Observaciones |    | Justificación |
|---------------------|----|---------------|
| SI                  | NO |               |
|                     | X  |               |
| Propuesta           |    |               |
|                     |    |               |

**4. Del sistema de fondeo:**

**4.1. Consideraciones para la confección de la memoria del cálculo (método estático y dinámico)**

| Tiene Observaciones  |    | Justificación   |
|--|----|---|
| SI   | NO | <p>Según se menciona en la página N° 3, el D.S. (MINECON) N°168 (2011) indica que el Centro de Cultivo deberá contar con un estudio de ingeniería que incluya una memoria de cálculo para el diseño de las artes y módulos de cultivo y que considere aspectos batimétricos, geográficos, meteorológicos y oceanográficos. La parte constructiva y de flotabilidad está señalada como especificación técnica de la estructura, estudio de ingeniería y cálculo de fondeo.</p> <p>De acuerdo a lo señalado en la página N° 4, las condiciones de seguridad de los módulos de cultivo y del fondeo deberán ser certificadas anualmente por un profesional competente o entidad certificada.</p> |
| X  |    |   |
| <b>Propuesta:</b>  |    |   |
| <p>Cabe destacar que no se define cual tipo de certificación, corresponde a un Profesional Competente para presentar el estudio de ingeniería, ni como se evaluará la competencia de la "entidad". De la misma forma, no se hace referencia a ninguna regulación nacional.</p> <p>Por lo anterior, se sugiere considerar lo estipulado en el artículo 13° del D.S. (M) 146, que indica: "Se entenderá como profesional competente quienes posean un título profesional reconocido por la legislación vigente en Chile, que los habilite para proyectar obras de Ingeniería Naval".</p> <p>Se puede considerar como punto de partida, la adopción de las Normas Noruegas (NS Norwegian Standard), mencionadas en la Bibliografía (página N° 76).</p> <p>Si bien, en la página N° 41, se dan a conocer prescripciones detalladas para la confección de la memoria de cálculo del Sistema de Fondeo por el método Estático y el Dinámico, se considera que sigue existiendo la carencia de definición respecto a quien puede presentar un cálculo de fondeo.</p> <p>Se concuerda con las disposiciones para permitir la trazabilidad de los elementos que componen el Sistema de Cultivo, descrito en la página N° 67, lo que permitiría Auditorías a los Centros de Cultivo.</p> <p>La página N° 72, indica la determinación del francobordo a través del pintando de un disco de Plimsoll.</p> <p>Se debe considerar que la ubicación del disco de Plimsoll se encuentra regulada en el Convenio Internacional de Líneas de Carga (1966).</p> <p>Se sugiere mencionar el cálculo de la flotación mediante el mismo convenio y también como Calado de Máxima Operación, y cualquiera de estos dos que otorguen un mayor Francobordo (reserva de flotabilidad).</p> <p>Resulta importante considerar que solo se asignará la flotación de Verano y la de Invierno, si el artefacto naval operará más al sur de la Isla de Chiloé.</p> |    |   |

En la misma página N° 72, se menciona que la reserva de boyantes será de un 70% para cuando el módulo de cultivo está recién instalado y una reserva de boyantes mínima de 30% cuando está actuando el fouling, cargas extras y operación.  
 Lo anterior, condiciona lo indicado precedentemente, por lo tanto, no tendría sentido calcular el francobordo. Se desconoce el criterio utilizado para determinar el 30% mínimo, que equivaldría, a un francobordo asignado sin cálculos.

**4.2. Consideraciones para la determinación de factores de seguridad, coeficiente de arrastre de la red y clasificación de los sitios para un sistema de cultivo de peces.**

| Tiene Observaciones   |    | Justificación                           |
|---|----|---|
| SI  | NO | Importancia de la Seguridad Industrial. |
| X   |    |   |
| Propuesta   |    |   |
| Cabe destacar el documento no menciona aspectos de Seguridad Industrial (Prevención de Riesgos), que tienen relación con el mantenimiento del centro de cultivo. Tampoco se menciona el análisis del tamaño de la nave que se puede abarload a la jaula sin afectar la maniobra de fondeo, elementos de amarre y la integridad estructural de la balsa. |    |   |

**4.3. Selección de coeficientes de arrastre en la determinación de carga hidrodinámica sobre redes.**

| Tiene Observaciones |    | Justificación |
|---------------------|----|---------------|
| SI                  | NO |               |
|                     | X  |               |
| Propuesta           |    |               |
|                     |    |               |

**4.4. Elemento de anclaje.**

**4.4.1 Dimensionamiento de elementos de anclaje.**

| Tiene Observaciones |    | Justificación |
|---------------------|----|---------------|
| SI                  | NO |               |
|                     | X  |               |
| Propuesta           |    |               |
|                     |    |               |

**4.4.2 Cálculo del muerto másico para las líneas de fondeo.**

| Tiene Observaciones |    | Justificación |
|---------------------|----|---------------|
| SI                  | NO |               |
|                     | X  |               |
| Propuesta           |    |               |
|                     |    |               |

5. Trazabilidad:

| Tiene Observaciones |    | Justificación |
|---------------------|----|---------------|
| SI                  | NO |               |
|                     | X  |               |
| Propuesta           |    |               |
|                     |    |               |

6. Verificación semestral para centros del cultivo:

| Tiene Observaciones |    | Justificación |
|---------------------|----|---------------|
| SI                  | NO |               |
|                     | X  |               |
| Propuesta           |    |               |
|                     |    |               |

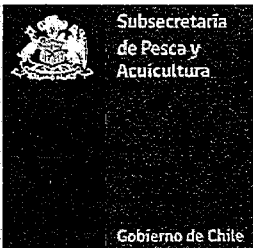
7. Certificación del centro de cultivo – Procedimiento de inspección para la certificación de los elementos sobre y bajo la superficie:

| Tiene Observaciones  |    | Justificación  |
|--|----|--|
| SI   | NO | En página N° 69 se menciona la Certificación del Centro de Cultivo que deberá cumplir el "certificador", con información que deberá recolectar el titular del centro de cultivo. Además, se señalan algunos procedimientos de inspecciones para elementos sobre y bajo superficie. |
| X  |    |  |
| Propuesta  |    |  |
| De acuerdo a lo anterior, se repite la carencia de la definición del concepto de certificador, así como la de entidad certificada. |    |  |



  
IGNACIO MARDONES COSTA  
VICEALMIRANTE  
DIRECTOR GENERAL

**DISTRIBUCIÓN:**  
Misma cuerpo básico.



ORD. (D.AC.) N° 1827 /

ANT: No Hay

MAT: Remite propuesta de normativa para el establecimiento de las condiciones referidas a la mantención y certificación de las estructuras de cultivo.

- Adjunto -

VALPARAÍSO, 27 DIC 2019

DE : SUBSECRETARIO DE PESCA Y ACUICULTURA

A : MINISTRA DEL MEDIO AMBIENTE

Junto con saludar y en atención a que el artículo 4° letra e) del D.S. (MINECON) N° 320 de 2001 - Reglamento Ambiental para la Acuicultura - establece 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 la Subsecretaría, con consulta previa al Ministerio del Medio Ambiente, adjunto remito a Ud. propuesta de normativa para el establecimiento de las condiciones referidas a la mantención y certificación de las estructuras de cultivo.

Así las cosas, solicito a Ud. sus buenos oficios para que, a la brevedad posible de acuerdo al formato adjunto, se remita a esta Subsecretaría su opinión respecto de las modificaciones propuestas.

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.,

ROMÁN ZELAYA RÍOS  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura

EZV/SGM/sgm  
DISTRIBUCIÓN:

- Ministra del Medio Ambiente
- División de Recursos Naturales y Biodiversidad del Ministerio del Medio Ambiente
- División de Acuicultura de Subpesca
- Archivo







ORD. (D.AC.) N° 1826 /

ANT: No Hay

MAT: Remite propuesta de normativa para el establecimiento de las condiciones referidas a mantención y certificación de las estructuras de cultivo

- Adjunto -

VALPARAÍSO, 27 DIC 2019

DE : SUBSECRETARIO DE PESCA Y ACUICULTURA

A : DIRECTOR GENERAL DEL TERRITORIO MARÍTIMO Y DE MARINA MERCANTE

Junto con saludar, en atención a que el artículo 4° letra e) del D.S. (MINECON) N° 320 de 2001 - Reglamento Ambiental para la Acuicultura - establece una serie de requisitos que deben cumplir los centros de cultivo para efectos de garantizar que presentan condiciones de seguridad apropiadas a las características geográficas y oceanográficas del sitio concesionado, para prevenir el escape o desprendimiento de ejemplares, adjunto remito a Ud. propuesta normativa para el establecimiento de las condiciones referidas a mantención y certificación de las estructuras de cultivo.

Así las cosas, solicito a Ud. sus buenos oficios para que, a la brevedad posible de acuerdo al formato adjunto, se remita a esta Subsecretaría su opinión respecto de las modificaciones propuestas.

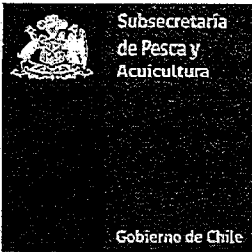
Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.,

  
ROMÁN ZELAYA RÍOS  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura

  
EZV/SGM/sgm  
DISTRIBUCION:

- Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante
- División de Acuicultura de Subpesca
- Archivo





ORD. (D.AC.) Nº 1825 /

ANT: No Hay

MAT: Remite propuesta de normativa para el establecimiento de las condiciones referidas a mantención y certificación de las estructuras de cultivo

- Adjunto -

VALPARAÍSO, 27 DIC 2019


DE : SUBSECRETARIO DE PESCA Y ACUICULTURA

A : SUPERINTENDENTE DEL MEDIO AMBIENTE

Junto con saludar, en atención a que el artículo 4° letra e) del D.S. (MINECON) N° 320 de 2001 - Reglamento Ambiental para la Acuicultura - establece una serie de requisitos que deben cumplir los centros de cultivo para efectos de garantizar que presentan condiciones de seguridad apropiadas a las características geográficas y oceanográficas del sitio concesionado, para prevenir el escape o desprendimiento de ejemplares, adjunto remito a Ud. propuesta normativa para el establecimiento de las condiciones referidas a mantención y certificación de las estructuras de cultivo.

Así las cosas, solicito a Ud. sus buenos oficios para que, a la brevedad posible de acuerdo al formato adjunto, se remita a esta Subsecretaría su opinión respecto de las modificaciones propuestas.

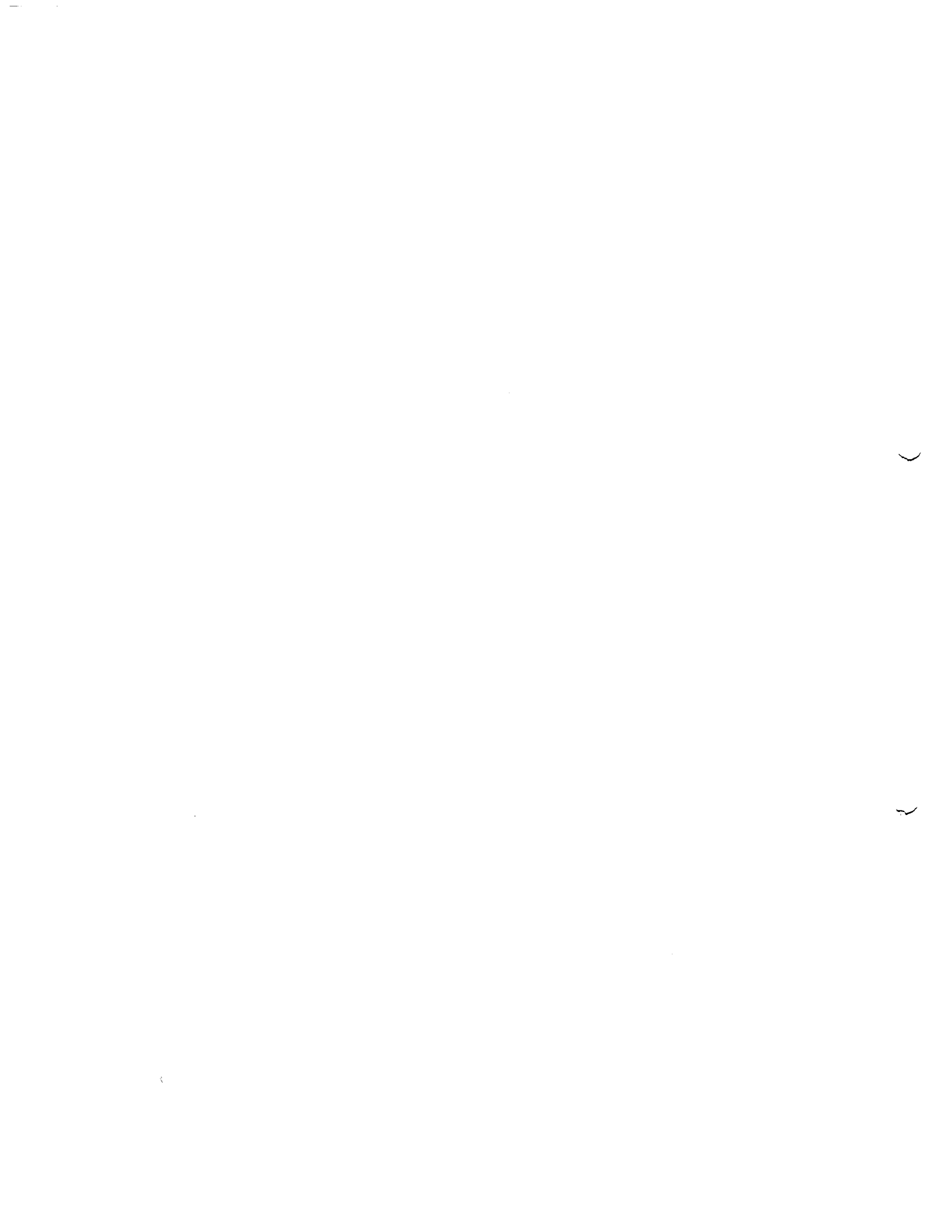
Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.,

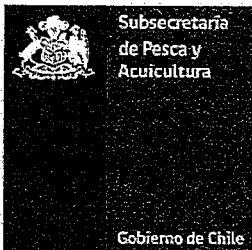
  
ROMÁN ZELAYA RÍOS  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura

  
EZV/SGM/sgm

DISTRIBUCIÓN:

- Superintendente del Medio Ambiente
- División de Acuicultura de Subpesca.
- Archivo





ORD. (D.AC.) N° 1824 /

ANT: No Hay

MAT: Remite propuesta de normativa para el establecimiento de las condiciones referidas a mantención y certificación de las estructuras de cultivo

- Adjunto -

VALPARAÍSO, 27 DIC 2019

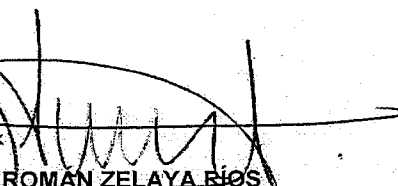
DE : SUBSECRETARIO DE PESCA Y ACUICULTURA


A : SRA. DIRECTORA NACIONAL DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA

Junto con saludar, en atención a que el artículo 4° letra e) del D.S. (MINECON) N° 320 de 2001 - Reglamento Ambiental para la Acuicultura - establece una serie de requisitos que deben cumplir los centros de cultivo para efectos de garantizar que presentan condiciones de seguridad apropiadas a las características geográficas y oceanográficas del sitio concesionado, para prevenir el escape o desprendimiento de ejemplares, adjunto remito a Ud. propuesta normativa para el establecimiento de las condiciones referidas a mantención y certificación de las estructuras de cultivo.

Así las cosas, solicito a Ud. sus buenos oficios para que, a la brevedad posible de acuerdo al formato adjunto, se remita a esta Subsecretaría su opinión respecto de las modificaciones propuestas.

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.,

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



  
**EZV/SGM/sgm**

**DISTRIBUCION:**

- Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura
- División de Acuicultura de Subpesca
- Archivo



## Formulario de Estimación de Impacto Regulatorio en Empresas de Menor Tamaño

### A. DATOS GENERALES

|   |   |
|---|---|
| <b>1. Fecha de publicación del formulario en banner de Gobierno Transparente</b>  |   |
| Día: 18   | Mes: agosto   |
| Año: 2020   |   |
| <b>2. Denominación/título/nombre de la propuesta normativa</b>  |   |
| RESOLUCIÓN QUE ESTABLECE METODOLOGÍA PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN, PROCESAMIENTO Y CÁLCULOS DEL ESTUDIO DE INGENIERÍA, Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS ESTRUCTURAS DE CULTIVO. |   |
| <b>3. Tipo de Norma</b>   |   |
| Reglamento (DS reglamentario) <input type="checkbox"/>  | Decreto (DS simple) <input type="checkbox"/>                          |
| Resolución <input checked="" type="checkbox"/>  | Circular <input type="checkbox"/>                                     |
| Norma técnica <input type="checkbox"/>  | Oficio <input type="checkbox"/>                                       |
| Instrucción <input type="checkbox"/>  | Orden <input type="checkbox"/>  |
| Acuerdo <input type="checkbox"/>  | Otras normas (especificar en celda inferior) <input type="checkbox"/> |
| <b>4. Efectos de la norma (respuesta múltiple)</b>  |   |
| Introduce nueva normativa <input checked="" type="checkbox"/>   | Deroga normativa <input type="checkbox"/>                             |
| Modifica normativa existente <input type="checkbox"/>   |   |
| <b>5. Organismo que dicta normativa</b>   |   |
| Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura   |   |
| <b>6. Nombre del contacto</b>   | <b>7. División/ Departamento/ Unidad</b>                              |
| Eugenio Zamorano Villalobos   | División de Acuicultura   |
| <b>8. Teléfono del contacto</b>   | <b>9. Correo electrónico del contacto</b>                             |
| 32-2505742  | ezamorano@subpesca.cl   |

### B. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

|  |   |
|--|---|
| <b>10. Descripción del problema que motiva la elaboración de esta normativa</b><br>(máximo sugerido 12 líneas)   |   |
| El D.S. (MINECON) N° 320, de 2001, establece que la Subsecretaría establecerá, por resolución, la metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería, así como las especificaciones técnicas de las estructuras de cultivo.    |   |
| 10.A ¿Existen documentos disponibles que describan con mayor profundidad el problema que motiva la elaboración de esta propuesta normativa? En caso de estar disponible, adjuntar archivos en link habilitado en página de Gobierno Transparente ("enlace a mayor información"). | SI <input checked="" type="checkbox"/><br>NO <input type="checkbox"/> |
| <b>11. Objetivos de la propuesta normativa</b> (máximo sugerido 12 líneas)   |   |
| Dictar la resolución que establece la metodología para el levantamiento de información, procesamiento y cálculos de ingeniería, y especificaciones técnicas de las estructuras de cultivo.   |   |

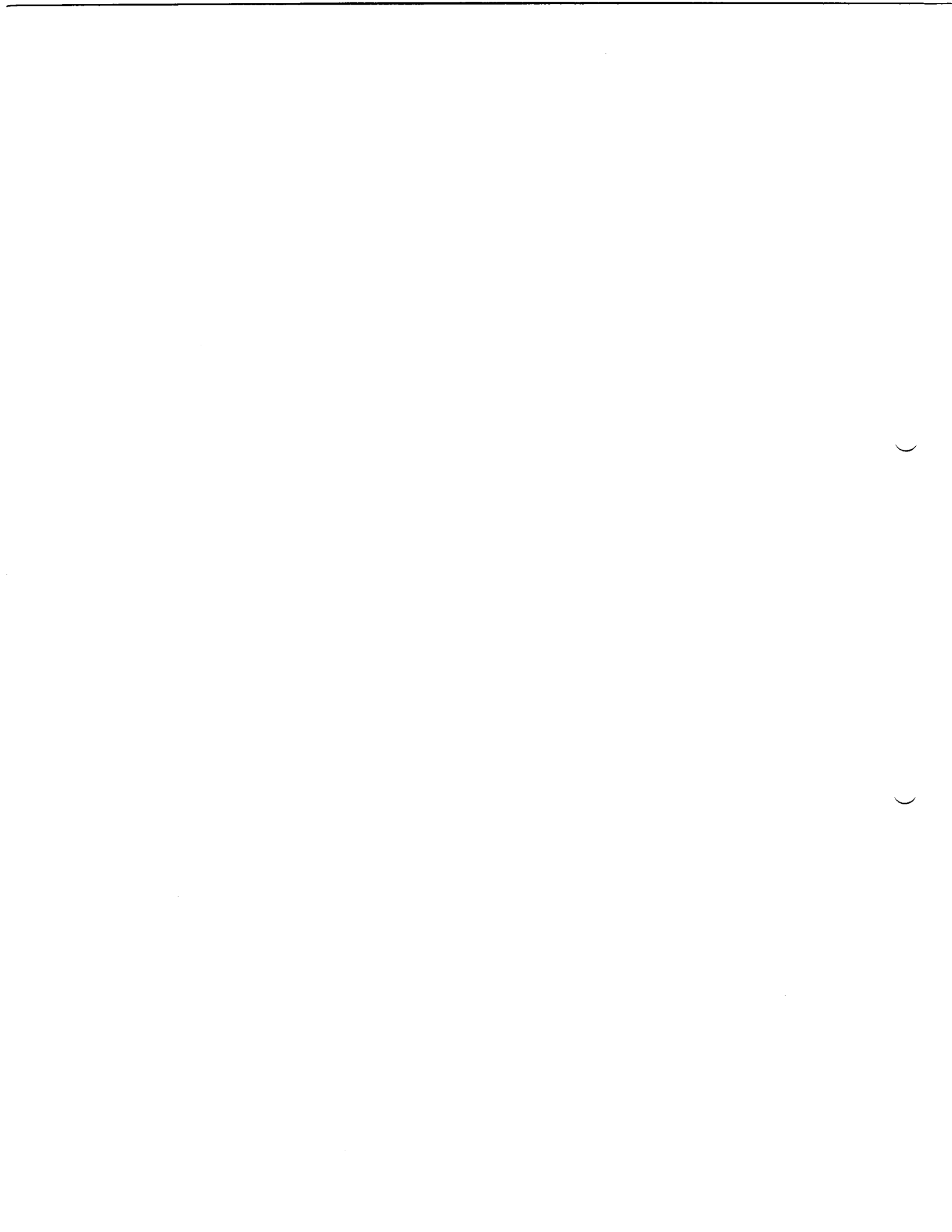




|   |  |
|---|--|
| <b>12. Descripción de la propuesta y efectos esperados (máximo sugerido 12 líneas)</b>  |  |
| Se establece la metodología para el levantamiento de información de variables ambientales (forzantes), procesamiento y cálculos del estudio de ingeniería ("memoria de cálculo"), así como las especificaciones técnicas de las estructuras que conforman los centros de cultivo intensivos de salmones.  |  |
| 12.A ¿Existen documentos disponibles que describan con mayor profundidad el contenido de la propuesta y sus efectos esperados (por ejemplo, última versión de la propuesta normativa)? En caso de estar disponible, adjuntar archivos en link habilitado en página de Gobierno Transparente ("enlace a mayor información").                                     | SI <input checked="" type="checkbox"/><br>NO <input type="checkbox"/>  |
| <b>13. ¿Se consideraron alternativas regulatorias o no regulatorias, que luego fueron descartadas en favor de la propuesta actual?</b>  | SI <input type="checkbox"/> pase a pregunta 13. A y luego a 13. B<br>NO <input checked="" type="checkbox"/> pase a pregunta 14 |
| 13.A En caso de contestar (SI) en la pregunta 13, indique entre las opciones siguientes que tipo de alternativas fueron evaluadas (respuesta múltiple)  |  |
| Campañas de información pública para favorecer auto-regulación <input type="checkbox"/>   | Mejora en procedimientos de fiscalización <input type="checkbox"/>   |
| Regular a través de proyecto de Ley <input type="checkbox"/>  | Otra alternativa (especificar en celda inferior) <input type="checkbox"/>  |
| 13.B Indique las razones para descartar las alternativas consideradas mencionadas en 13. A (máximo sugerido 12 líneas)  |  |
|   |  |
| <b>14. ¿Se consultaron los contenidos de la propuesta con otras entidades relevantes?</b>   | SI <input checked="" type="checkbox"/> pase a pregunta 14. A<br>NO <input type="checkbox"/> pase a pregunta 15                 |
| 14.A En caso de contestar (SI) en la pregunta 14, seleccione entre las opciones siguientes cuales entidades fueron consultadas para afinar el contenido de la propuesta. Adjunte los resultados de las consultas y/o información relacionada con ellas en link habilitado en página de Gobierno Transparente("enlace a mayor información") (respuesta múltiple) |  |
| Con otros organismos del Estado <input checked="" type="checkbox"/>   | Con entidades gremiales <input checked="" type="checkbox"/>  |
| Con centros de estudios <input type="checkbox"/>  | Otros (especificar en celda inferior) <input type="checkbox"/>   |

### C. ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DE LA PROPUESTA EN EMT

|  |  |
|--|--|
| <b>15. Cobertura territorial de aplicación de la propuesta normativa (respuesta única)</b> |  |
| Nacional <input checked="" type="checkbox"/>   | En caso de cobertura regional, especifique las regiones en la celda inferior |
| Regional <input type="checkbox"/>  |  |



|   |                          |   |   |
|---|--------------------------|---|---|
| <b>16. Etapa del ciclo de vida de la empresa a la que se aplica la propuesta normativa</b><br>(respuesta múltiple)  |                          |   |   |
| Creación de la empresa  | <input type="checkbox"/> | Funcionamiento de la empresa                          | <input checked="" type="checkbox"/>                       |
|   |                          | Cierre de la empresa                                  | <input type="checkbox"/>                                  |
| <b>17. Actividades económicas a las que se aplica la norma</b> (respuesta múltiple)   |                          |   |   |
| Todos los sectores  | <input type="checkbox"/> | Agricultura, ganadería, caza y silvicultura           | <input type="checkbox"/>                                  |
|   |                          | Pesca   | <input checked="" type="checkbox"/>                       |
|   |                          | Explotación de minas y canteras                       | <input type="checkbox"/>                                  |
| Industrias manufactureras   | <input type="checkbox"/> | Electricidad gas y agua                               | <input type="checkbox"/>                                  |
|   |                          | Construcción  | <input type="checkbox"/>                                  |
|   |                          | Comercio  | <input type="checkbox"/>                                  |
| Hoteles y restaurantes  | <input type="checkbox"/> | Transporte, almacenamiento, comunicaciones            | <input type="checkbox"/>                                  |
|   |                          | Intermediación financiera                             | <input type="checkbox"/>                                  |
|   |                          | Actividades inmobiliarias                             | <input type="checkbox"/>                                  |
| Educación   | <input type="checkbox"/> | Servicios sociales y de salud                         | <input type="checkbox"/>                                  |
|   |                          | Servicios comunitarios y personales                   | <input type="checkbox"/>                                  |
|   |                          | Organizaciones y órganos extraterritoriales           | <input type="checkbox"/>                                  |
| <b>18. ¿Esta propuesta considera una diferenciación y/o exención según tamaño de empresa en la aplicación de la norma?</b>  |                          |   | SI <input type="checkbox"/> pase a pregunta 18. A         |
|   |                          |   | NO <input checked="" type="checkbox"/> pase a pregunta 19 |
| 18.A En caso de contestar (SI) en la pregunta 18, explique brevemente en que consiste la diferenciación y/o exención (máximo sugerido 12 líneas), identificando el segmento de empresa (micro, pequeña, mediana y/o grande) al que se aplica. |                          |   |   |
|   |                          |   |   |
| <b>19. ¿La propuesta genera beneficios para las EMT?</b>  |                          |   | SI <input type="checkbox"/> pase a pregunta 19.A y 19.B   |
|   |                          |   | NO <input checked="" type="checkbox"/> pase a pregunta 20 |
| 19.A En caso de contestar (SI) en la pregunta 19, seleccione entre las opciones siguientes el tipo de beneficio para EMT incorporado en la propuesta normativa (respuesta múltiple)   |                          |   |   |
| Se eliminan/ simplifican trámites existentes  | <input type="checkbox"/> | Mayores facilidades para comenzar/ formalizar empresa | <input type="checkbox"/>                                  |
|   |                          | Mayores facilidades para el cierre de empresas        | <input type="checkbox"/>                                  |
| Se reduce costo monetario de realizar un trámite  | <input type="checkbox"/> | Mejora en condiciones laborales                       | <input type="checkbox"/>                                  |
|   |                          | Mejora el acceso a mercados                           | <input type="checkbox"/>                                  |
| Mejora el acceso a financiamiento   | <input type="checkbox"/> | Mejora el acceso a algún tipo de tecnologías          | <input type="checkbox"/>                                  |
|   |                          | Otros (especificar en celda inferior)                 | <input type="checkbox"/>                                  |
| 19.B ¿Tiene una estimación cuantitativa de los beneficios mencionados en 19.A?  |                          |   | SI <input type="checkbox"/> pase a pregunta 19.C          |
|   |                          |   | NO <input type="checkbox"/> pase a pregunta 20            |
| 19.C En caso de contestar (SI) en la pregunta 19.B, entregue una estimación cuantitativa de los beneficios identificados en 19.A (máximo sugerido 12 líneas):   |                          |   |   |
|   |                          |   |   |

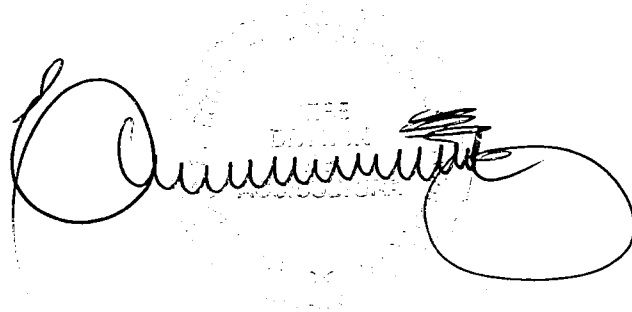


|   |                                     |  |                                 |
|---|-------------------------------------|--|---------------------------------|
| <b>20. La propuesta normativa, ¿modifica trámites que actualmente deben cumplir las empresas de menor tamaño (cambio en requisitos, plazos, otros)?</b>   |                                     | SI <input type="checkbox"/> pase a pregunta 20. A<br>NO <input checked="" type="checkbox"/> pase a pregunta 21         |                                 |
| 20.A En caso de contestar (SI) en la pregunta 20, seleccione el tipo de modificación que genera la propuesta, describiendo en la columna de la derecha la modificación introducida.                             |                                     |  |                                 |
| <b>Tipo de modificación introducida por la propuesta normativa</b>  |                                     | <b>Explique en que consiste la modificación introducida por la propuesta normativa</b>                                 |                                 |
| Cambia la cantidad de requisitos para cumplir con el trámite  | <input type="checkbox"/>            |  |                                 |
| Cambia el/los plazos para cumplir con algún trámite o con pasos/ componentes del trámite  | <input type="checkbox"/>            |  |                                 |
| Otra modificación (especificar abajo)   | <input type="checkbox"/>            |  |                                 |
| <b>21. La propuesta normativa ¿introduce trámites adicionales a los que actualmente realiza la empresa?</b>   |                                     | SI <input type="checkbox"/> pase a pregunta 21. A<br>NO <input checked="" type="checkbox"/> pase a pregunta 22         |                                 |
| 21.A En caso de contestar (SI) en la pregunta 21, estime el costo (expresado en tiempo y frecuencia) que el/ los nuevos tramites tendrían para las EMT.   |                                     |  |                                 |
| <b>Trámite</b>  | <b>Requisitos exigidos</b>          | <b>Tiempo estimado para cumplir con trámite</b>  | <b>Periodicidad del trámite</b> |
|   |                                     |  |                                 |
|   |                                     |  |                                 |
|   |                                     |  |                                 |
|   |                                     |  |                                 |
|   |                                     |  |                                 |
| <b>22. La propuesta normativa ¿genera a la empresa gastos monetarios adicionales para cumplir con la norma?</b>   |                                     | SI <input type="checkbox"/> pase a pregunta 22. A y 22. B<br>NO <input checked="" type="checkbox"/> pase a pregunta 23 |                                 |
| 22.A En caso de contestar (SI) en la pregunta 22, entregue una estimación del costo que tendría que incurrir la empresa para cumplir con la regulación.   |                                     |  |                                 |
| <b>Categorías de costos</b>   | <b>Costo estimado (por empresa)</b> | <b>Periodicidad</b>  |                                 |
| <b>En términos de pagos para cumplir con procedimientos administrativos de la normativa:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pago de certificados, patentes, permisos, otros (monto a pagar).</li> </ul> |                                     |  |                                 |
| <b>En términos de recursos humanos adicionales:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nuevas contrataciones</li> </ul>   |                                     |  |                                 |

—

—

|   |  |  |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación de trabajadores nuevos y/o actuales</li> </ul>  |  |  |
| <b>En términos de inversión física/ infraestructura:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión adicional</li> <li>• Mantención adicional</li> </ul>  |  |  |
| <b>En términos de modificaciones al proceso productivo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporar nueva tecnología</li> <li>• Otro ( )</li> </ul>   |  |  |
| <b>Otros costos (especificar en celdas inferiores):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> </ul>  |  |  |
| <b>22.B: Entregue a continuación una descripción y/o comentarios respecto a los costos declarados, incluyendo método para calcularlos, supuestos y fuentes de datos utilizadas (máximo sugerido 20 líneas):</b>   |  |  |
|   |  |  |
| <b>23. ¿Ha identificado efectos indirectos y/o externalidades (positivas y/o negativas) que la propuesta pueda generar y que impacten a empresas de menor tamaño?</b>   | SI <input type="checkbox"/> pase a pregunta 23. A<br>NO <input checked="" type="checkbox"/> fin del cuestionario |  |
| <b>23.A En caso de contestar (SI) en la pregunta 23, describa brevemente los eventuales efectos (positivos y/o negativos) y las condiciones necesarias para que estos se generen (máximo sugerido 12 líneas):</b> |  |  |
|   |  |  |



A handwritten signature in black ink is written over a circular stamp. The stamp contains the text 'INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS' around the perimeter and 'INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS' in the center. The signature is a cursive script that spans across the stamp.

