



INFORME FINAL

Monitoreo complementario de las mareas rojas en
las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes

SUBSECRETARIA DE SALUD PÚBLICA / Marzo-2013



INFORME FINAL

Monitoreo complementario de las mareas rojas en
las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes

SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA / Marzo-2013

REQUIRENTE

SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA
Subsecretario de Salud Pública
Jorge Díaz Anaíz

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación en Acuicultura
Leonardo Guzmán Méndez

Director Ejecutivo
Jorge Antonio Toro Da'Ponte

JEFE PROYECTO

Leonardo Guzmán Méndez



SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA / Marzo-2013

AUTORES

Leonardo Guzmán Méndez¹
Gastón Vidal Santana¹
Gemita Pizarro Nova³
Ximena Vivanco Tapia¹
Luis Iriarte Bustamante²
César Alarcón Zapata³
Victoria Arenas Sepúlveda¹
Susana Mercado Leal²
Hernán Pacheco Valles³
Patricio Mejías Wagner¹
Mauricio Palma Alarcón¹
Elías Fernández Niño Azocar²
Javier Monsalve Montecinos²
Christian Espinoza Alvarado¹
Gissela Labra Holzapfel¹
Silvia Cancino Bustos¹
Nicole Pesse Lastra¹

COLABORADORES

Roberto Raimapo Raimapo²
Pedro Calabrano Miranda¹
Raúl Hernández Torres²
Jorge Toro Mancilla²

1 Grupo región de Los Lagos (Puerto Montt)
2 Grupo región de Aysén (Ensenada Baja)
3 Grupo región de Magallanes (Punta Arenas)



RESUMEN EJECUTIVO

Se informa de los monitoreos de fitoplancton nocivo y toxinas marinas incluyendo variables oceanográficas y meteorológicas en el sur de Chile. En este contexto se entiende por un programa de monitoreo a una actividad sistemática en el espacio y tiempo, orientada a contar con información que permita conocer las tendencias naturales de determinadas variables que pueden ser utilizadas como indicadores de cambio ambiental y eventualmente indicadores de riesgo para la salud pública y las actividades productivas.

La información generada, ha resultado de la complementación de dos estudios, uno financiado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo y otro sustentado por la Subsecretaría de Salud Pública (SALUD) del Ministerio de Salud. Ambos estudios tienen objetivos similares y apuntan a generar información del fitoplancton nocivo y toxinas marinas en mariscos. El primero está orientado a la generación de información ligada a organismos plaga definidos según la legislación y normativa vigentes; en este caso el organismo plaga FAN es el dinoflagelado *Alexandrium catenella*, sin perjuicio del uso de otra información generada para fines de salud pública y disminuir los impactos sobre las actividades productivas. El otro estudio, estuvo orientado a proteger la salud pública y minimizar los efectos de las floraciones y brotes tóxicos sobre las actividades productivas, cautelando abarcar aquellos sectores geográficos que no son cubiertos por el estudio ligado al organismo plaga. Ambos estudios tuvieron una misma frecuencia de muestreo y para efectos de abarcar toda el área de estudio de una manera eficiente, los muestreos fueron planificados de manera conjunta.

El estudio de SUBPESCA se denomina “Manejo y monitoreo de las mareas rojas en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, VI Etapa 2012-13”, cuyo objetivo general fue disponer de un sistema oportuno de muestreo, detección y cuantificación periódico del Veneno Paralizante de los Mariscos (VPM), Veneno Diarreico de los Mariscos (VDM) y Veneno Amnésico de los Mariscos (VAM), además de las especies de microalgas nocivas fuentes primarias de las toxinas (*Alexandrium catenella*, *A. ostenfeldii*, *A. cf. tamarense*, *Dinophysis acuta*, *D. acuminata*, *Protoceratium reticulatum*, *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *P. cf. pseudodelicatissima*, respectivamente) adecuado a la realidad geográfica de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes.

El estudio de SALUD se denomina “Monitoreo complementario de las mareas rojas en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes” (2012), cuyo objetivo general era disponer de un sistema de muestreo, detección y cuantificación periódico del Veneno Paralizante de los Mariscos (VPM), Veneno Diarreico de los Mariscos (VDM) y Veneno Amnésico de los Mariscos (VAM); además, de las especies nocivas fuentes primarias de las toxinas (*Alexandrium catenella*, *Dinophysis acuta*, *D. acuminata*, *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *Pseudo-nitzschia cf. pseudodelicatissima*, respectivamente) adecuado a la realidad geográfica de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes.



Se presenta el sistema de información geográfico de los monitoreos del fitoplancton cualitativo y cuantitativo, incluyendo estimadores de abundancia relativa de siete taxones nocivos, además de resultados de los bioensayos para evaluar la concentración y/o presencia en mariscos, de veneno paralizante y veneno diarreico, y estimaciones de veneno amnésico mediante cromatografía líquida. Asimismo se incluyen los datos oceanográficos y meteorológicos recogidos de cada uno de los sitios de muestreo. La información abarca entre fines de febrero de 2012 y mediados de febrero de 2013 para un sector geográfico extenso que incluye las tres regiones administrativas más meridionales del país, abarcando desde Cochamó en el estuario de Reloncaví en la región de Los Lagos hasta los islotes Mariotti, al sur del canal Beagle, en la región de Magallanes.

El Instituto de Fomento Pesquero realizó el muestreo de mariscos y de fitoplancton cualitativo y cuantitativo, y la recolección de la información oceanográfica y meteorológica, además del análisis de fitoplancton y de la información oceanográfica y meteorológica, en tanto que los análisis de las toxinas marinas en especies centinelas estuvieron a cargo de los laboratorios de las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, en las ciudades de Puerto Montt, Aysén y Punta Arenas, respectivamente. Asimismo, en estas ciudades, el Instituto cuenta con capacidades para efectuar los muestreos y los análisis de las muestras biológicas e información oceanográfica y meteorológica propias de cada región. Para el trabajo de terreno en cada región, se contrataron embarcaciones menores para el transporte de los funcionarios, sin perjuicio del uso de embarcaciones menores de propiedad del Instituto, en el sector del Seno y Estuario de Reloncaví y Estrecho de Magallanes.

La red de estaciones del monitoreo de la SUBPESCA fue seleccionada bajo dos criterios, uno relacionado con las actividades que se realizan en cada región, en las cuales es importante mantener una vigilancia permanente y oportuna, y el segundo se relaciona con la frecuencia con que deberán efectuarse estos muestreos dependiendo de la estación del año y frecuencia de ocurrencia de los eventos FAN en cada sector. En tanto que aquellos sitios ligados a SALUD tuvieron como prioridad el proteger la salud pública a través de la obtención de información desde sectores que no disponían de antecedentes del fitoplancton nocivo y toxinas marinas.

Se establecieron 204 sitios de muestreo, 127 de SUBPESCA y 77 de SALUD, cuyo detalle por región administrativa se entrega en el siguiente cuadro.

Región Administrativa	Subpesca	Salud	Total
Región de Los Lagos	30	22	52
Región de Aysén	39	49	88
Región de Magallanes	58	6	64
Total	127	77	204



La información se presenta por período y localidad de muestreo, incluyendo estimadores de abundancia relativa para cada uno de los taxones nocivos considerados, listados de la composición cualitativa del fitoplancton, composición cuantitativa a nivel específico del fitoplancton, además de datos a profundidades discretas de la temperatura del agua de mar, salinidad, densidad, clorofila, transparencia y oxígeno. En cuanto a los datos meteorológicos, al momento de realizar los muestreos, estos incluyen temperatura del aire, nubosidad, presión barométrica y velocidad y dirección del viento.

La información recogida fue ordenada por variable, período de muestreo y región administrativa. Tan pronto la información de abundancias relativas del fitoplancton nocivo estuvo disponible, en un lapso entre 4-5 días hábiles luego que las muestras fueron ingresadas en el laboratorio, estos antecedentes fueron remitidos regularmente, vía correo electrónico, por sectores y regiones administrativas, a las autoridades de pesca y salud.

Para la Subsecretaría de Salud Pública la información se entrega en formato de sistema de información geográfico (SIG) (Anexo1).



ÍNDICE GENERAL

	Páginas
RESUMEN EJECUTIVO	i
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
1. ANTECEDENTES	1
2. OBJETIVOS	5
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura	
2.1. Objetivo general	5
2.2. Objetivos específicos	5
Subsecretaría de Salud Pública	
2.3. Objetivo general	6
2.4. Objetivos específicos	6
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO	7
3.1. Área de trabajo	7
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura	7
Subsecretaría de Salud Pública	9
3.2. Actividades de terreno	9
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura	9
Recolección de transvectores	11
Recolección de datos hidrográficos	12
Muestreo de fitoplancton.....	12
Recolección de información meteorológica	12
Subsecretaría de Salud Pública	13
Recolección de transvectores	13
Muestreo de fitoplancton.....	14



Subsecretaría de Pesca y Acuicultura - Subsecretaría de Salud Pública

3.3. Actividades de laboratorio	14
Transvectores	14
Fitoplancton.....	15
3.4. Actividades de gabinete	15
Recolecci3n y ordenamiento de la informaci3n	15
Comunicaci3n de la informaci3n	15
Sistema de informaci3n geogr3fico.....	15
4. Gesti3n del Proyecto	17
5. Referencias Bibliogr3ficas	19

TABLAS

FIGURAS

ANEXOS:

ANEXO 1: Base de datos en formato **SIG**. Febrero 2012-Febrero 2013 (CD).



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Estaciones de monitoreo (SUBPESCA) muestreadas entre febrero 2012 y febrero 2013 en la región de Los Lagos incluyendo código, sectorización, topónimo, especie centinela (transvector) y coordenadas geográficas..
- Tabla 2.** Estaciones de monitoreo (SUBPESCA) muestreadas entre febrero 2012 y febrero 2013 en la región de Aysén, incluyendo código, sectorización, topónimo, especie centinela (transvector) y coordenadas geográficas.
- Tabla 3.** Estaciones de monitoreo (SUBPESCA) muestreadas entre febrero 2012 y febrero 2013 en la región de Magallanes incluyendo código, sectorización, topónimo, especie centinela (transvector) y coordenadas geográficas.
- Tabla 4.** Estaciones de monitoreo complementarias (SALUD), muestreadas entre febrero 2012 y febrero 2013 en la región de Los Lagos incluyendo código, sectorización, topónimo, especie centinela (transvector) y coordenadas geográficas.
- Tabla 5.** Estaciones de monitoreo complementarias (SALUD), muestreadas entre febrero 2012 y febrero 2013 en la región de Aysén, incluyendo código, sectorización, topónimo, especie centinela (transvector) y coordenadas geográficas.
- Tabla 6.** Estaciones de monitoreo complementarias (SALUD), muestreadas entre febrero 2012 y febrero 2013 en la región de Magallanes, incluyendo código, sectorización, topónimo, especie centinela (transvector) y coordenadas geográficas.
- Tabla 7.** Escalas de abundancia relativa para *Dinophysis acuta*, *Alexandrium catenella*, *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *P. cf. pseudodelicatissima*. Número de células promedio bajo un cubre-objeto de 18x18 mm en 3 alícuotas de 0,1 ml cada una.



ÍNDICE DE FIGURAS

- Fig. 1.** Estaciones de monitoreo de SUBPESCA y SALUD entre febrero de 2012 y febrero de 2013, región de Los Lagos
- Fig. 2.** Estaciones de monitoreo de SUBPESCA y SALUD entre febrero 2012 y febrero 2013, región de Aysén.
- Fig. 3.** Estaciones de monitoreo de SUBPESCA y SALUD entre febrero 2012 y febrero 2013, región de Magallanes.



1. ANTECEDENTES

En las últimas cuatro décadas se ha apreciado, a escala mundial, un incremento aparente en la frecuencia, cobertura geográfica e intensidad de los fenómenos conocidos como mareas rojas y que técnicamente son denominadas Floraciones de Algas Nocivas (FANs) (sensu UNESCO, 1996). Chile no ha estado ajeno a la presencia de estos fenómenos, particularmente en su extremo sur austral. Aunque no ha sido confirmado, pareciera que para esta macro región, este incremento no es aparente y que corresponde a un cambio real.

Las FANs corresponden a una proliferación, en ambientes acuáticos, de algas microscópicas que pueden causar la muerte masiva de peces y una gran variedad de otros organismos, contaminar los mariscos con toxinas, y alterar los ecosistemas, de manera que los seres humanos las perciban como dañinas o nocivas (GEOHAB, 2001). Los impactos que ocasionan sobre el Hombre y sus actividades, incluyen intoxicaciones por consumo de mariscos, que pueden ser fatales; mortandades masivas de organismos marinos en el ambiente natural y en sistemas de crianza o engorda; alteraciones de los hábitat costeros y por ende, perturbaciones en los sistemas social y económico.

Desde la década de los noventa, toda la macro zona sur austral desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes, ha ido siendo afectada de manera gradual, de sur a norte, por floraciones de microalgas nocivas y la presencia de toxinas marinas que afectan la salud pública, el ambiente y las actividades productivas. Hoy día las regiones de Aysén y Magallanes, son afectadas recurrentemente por floraciones principalmente de *Alexandrium catenella* asociadas a veneno paralizante de los mariscos (VPM), aunque también ocurren otras floraciones nocivas asociadas a otros complejos tóxicos, pero no tienen la relevancia y no generan los impactos que producen los brotes de VPM. La región de Los Lagos, también ha sido afectada por floraciones, pero éstas hasta ahora, han sido esporádicas y han afectado sólo un sector del mar interior de Chiloé, aunque dada la relevancia de las actividades pesqueras y de la acuicultura, éstas ocasionan fuertes disturbios en los entornos social y económico. El sector de mayor probabilidad de riesgo para floraciones asociadas a veneno paralizante de los mariscos es el litoral sur este de la isla de Chiloé, al sur de la Isla Acui.

Los problemas crecientes que imponen las FANs y sus efectos son abordados tanto a través de actividades que fortalezcan la prevención, para proteger la salud pública además de disminuir los trastornos en los sectores productivos afectados o los efectos ambientales por la ampliación del ámbito de distribución de microalgas nocivas, denominadas acciones operacionales, como por el desarrollo de investigación científica para mejorar el nivel de conocimiento y comprensión de estos fenómenos. Entre las acciones operacionales se incluyen los monitoreos, y otras actividades orientadas a fortalecer la prevención según la acepción de Guzmán et al. (2004), tales como la capacitación, difusión y educación.

En general la inexistencia de antídotos para las toxinas que producen las microalgas nocivas, la falta de tecnologías para controlar las floraciones en el ambiente o para eliminar las toxinas de los mariscos, las perturbaciones que provocan en los sistemas social y económico, y la carencia de



modelos que permitan predecir la aparición, duración y lugar de ocurrencia de estas floraciones, obligan a fortalecer la prevención, una de cuyas fuentes de información son los programas de monitoreo (o vigilancia).

Un programa de monitoreo es una actividad sistemática en el espacio y tiempo, orientado a contar con información que permita conocer las tendencias naturales de determinadas variables que pueden ser utilizadas como indicadores de cambio ambiental y eventualmente indicadores de riesgo para la salud pública y las actividades productivas (Guzmán *et al.*, 2010).

En este contexto, la realización de monitoreos de toxinas marinas en mariscos y de fitoplancton nocivo responde a la necesidad de contar con información oportuna y confiable para la adopción de medidas para proteger la salud pública, minimizar los impactos sobre actividades productivas (pesca, acuicultura y turismo) y también para adoptar medidas de tipo ambiental, cuando especies invasoras están ligadas a este tipo de fenómeno, o cuando existen normas que califican a determinadas microalgas como especie plaga. Este es el caso en Chile para el dinoflagelado *Alexandrium catenella*. Por lo mismo el monitoreo de estas especies, apunta por un lado, a conocer el comportamiento espacio temporal de las especies plaga FAN, en especial en determinados sectores según los lineamientos que otorgan las resoluciones dictadas por la autoridad y por otro, intentan cautelar la expansión de la distribución geográfica de las especies declaradas plaga FAN, como consecuencia de actividades productivas o acciones irresponsables.

Por ahora, las aproximaciones metodológicas para conocer las variaciones espacio temporales del fitoplancton nocivo en el medio pelágico y de las toxinas marinas en mariscos requieren contar con muestreos sistemáticos en el espacio y en el tiempo mediante metodologías que permitan disponer de estimaciones de la concentración de las toxinas en mariscos centinela y acerca de la distribución y abundancia de las microalgas nocivas en la columna de agua. Es conveniente también incorporar el registro de variables hidrográficas y meteorológicas, para lograr una apreciación del entorno ambiental en el cual se desarrollan las floraciones nocivas y los brotes tóxicos. Esto último con un fin descriptivo e interpretativo de las condiciones asociadas a las floraciones y brotes tóxicos, pero en ningún caso apuntan a establecer relaciones causa efecto.

Por otro lado, la dinámica de las floraciones y de la distribución geográfica de las toxinas involucradas en estos estudios (veneno paralizante de los mariscos, veneno diarreico de los mariscos y veneno amnésico de los mariscos) y de la matriz ambiental en la cual están insertos, han impedido contar con un modelo predictivo del comportamiento espacio temporal de las especies fuente primaria de estos complejos tóxicos y consecuentemente de las toxinas involucradas. Es conocido como consecuencia de este estudio, que en una misma región, como entre regiones, existen claras diferencias interanuales, ya sea respecto de las áreas involucradas, como respecto de los períodos en que se inician las floraciones o los brotes tóxicos, no obstante que estos últimos, ocurren en lapsos más acotados, pero no es sorprendente el adelantamiento o retraso en uno o dos meses, como también diferencias interanuales respecto de los patrones de comportamiento descritos hasta ahora (Guzmán *et al.*, 2007, 2009, 2010).



Si bien el veneno paralizante constituye una toxina con un fuerte impacto, por su efecto sobre la salud pública y el entorno económico y social, no es menos importante la presencia de toxinas lipofílicas en toda la geografía abordada en este estudio. Los resultados de etapas previas muestran no sólo una proporción importante de muestras de mariscos con resultados positivos, sino que además en muchos casos, sugiere también la interferencia de otras toxinas lipofílicas, además del veneno diarreico. Entre las microalgas fuente primaria de toxinas lipofílicas están al menos *Dinophysis acuminata*, *D. acuta* y *Protoceratium reticulatum* (Guzmán *et al.*, 2009, 2010), todas ellas incluidas en este estudio.

Además, está el veneno amnésico de los mariscos, detectado ocasionalmente y en sectores puntuales, hasta ahora de la región de Los Lagos, pero durante 2007-2008 en la región de Aysén hubo muchas localidades con trazas de ácido domoico, que mostraron correlaciones significativas con las densidades y abundancias relativas de *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *P. cf. pseudodelicatissima*, durante los períodos en que las estimaciones de las abundancias de las microalgas eran más bajas, mediados y fines de otoño, en los meses de mayo y junio, sugiriendo la presencia de esta toxina durante los períodos de stress por la disponibilidad de nutrientes (Guzmán *et al.*, 2009).

En Chile, la preocupación en torno a las floraciones de algas nocivas ha estado centrada en proteger la salud pública, y consecuentemente minimizar los impactos sobre las actividades productivas. Además, para los temas de pesca y acuicultura, el Reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas (Decreto Supremo N° 345 de 2005 y sus modificaciones D.S. N° 239 de 2010, del Ministerio de Economía), que entró en vigencia el 17 de diciembre de 2007, le otorga a la autoridad atribuciones para adoptar medidas frente a determinados eventos que son calificados como plagas. Se entiende por plaga hidrobiológica o plaga, la población de una especie hidrobiológica que por su abundancia o densidad puede causar efectos negativos en la salud humana, en las especies hidrobiológicas o en el medio, originando detrimento de las actividades pesqueras extractivas o de la acuicultura y pérdidas económicas. Consecuentemente la autoridad pesquera debe regular las actividades y medidas destinadas a prevenir, controlar y propender a la erradicación de organismos que constituyen o pueden llegar a constituir plagas hidrobiológicas.

La entrada en vigencia del reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas y sus modificaciones, entrega a la autoridad la responsabilidad de velar sobre la oportuna detección de plagas hidrobiológicas para aislar su presencia y evitar su propagación, entre otras medidas. Es en este sentido y con motivo de vigilar el área FAN declarada en el 2009 bajo R. Ext. N° 177 y modificada en el 2012 por R. Ex. N°2826, que desde el año 2006 en el país se mantiene un programa de Monitoreo de las Mareas Rojas en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, el cual ejecuta el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Este monitoreo provee de la información necesaria para la toma de decisiones de la autoridad, además de alimentar una base de datos actualizada con información sobre la dinámica de la distribución y abundancia de las principales especies de microalgas nocivas que se encuentran en las citadas regiones.



Este documento representa al informe final del monitoreo complementario en el lapso realizado entre fines de febrero 2012 y mediados de febrero 2013. Se presenta la base de datos generada según los aspectos comprometidos en la propuesta técnica y complementa la información de abundancia relativa de los siete taxones nocivos o potencialmente nocivos, que es remitida periódicamente a la Autoridad.

Dado el formato establecido desde 2011, no se incluye un análisis integrado de la información, como tampoco se hace un análisis de los antecedentes recolectados según las distintas variables comprometidas, sino que solamente se presentan en forma tabular. No obstante, a fin de facilitar el acceso y la comprensión de la información, se han compilado de manera integrada los antecedentes que se generan en dos estudios complementarios que responden a iniciativas distintas de la autoridad en pesca y acuicultura y la autoridad en salud pública. Uno de estos estudios privilegia los temas asociados a especies plaga, sin perjuicio de la consideración de los aspectos relativos a salud pública y el otro, privilegia los temas ligados a la salud pública, especialmente en sectores geográficos que no son cubiertos por el monitoreo ligado a las especie plaga. Estos estudios corresponden al “Manejo y Monitoreo de las Mareas Rojas en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, VI etapa 2012-13” contratado por la Subsecretaría de Pesca del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo y “Monitoreo complementario de las mareas rojas en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes”, correspondiente a 2012, contratado por la Subsecretaría de Salud Pública del Ministerio de Salud.



2. OBJETIVOS

SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA

2.1. Objetivo general

Disponer de un sistema oportuno de muestreo, detección y cuantificación periódico del Veneno Paralizante de los Mariscos (VPM), veneno diarreico de los mariscos (VDM) y veneno amnésico de los mariscos (VAM), además de las especies de microalgas nocivas fuentes primarias de las toxinas (*Alexandrium catenella*, *A. ostenfeldii*, *Dinophysis acuta*, *D. acuminata*, *Protoceratium reticulatum*, *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *P. cf. pseudodelicatissima*, respectivamente) adecuado a la realidad geográfica de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes.

2.2. Objetivos específicos

1. Vigilar las variaciones espacio temporales del VPM, VDM y VAM en transvectores selectos en una red de estaciones que cubra representativamente el litoral de las áreas de estudio.
2. Conocer la abundancia y distribución espacio temporal de *Alexandrium catenella*, *A. ostenfeldii*, *Dinophysis acuta*, *D. acuminata*, *Protoceratium reticulatum*, *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *P. cf. pseudodelicatissima*, en la señalada red de estaciones.
3. Conocer la abundancia y distribución espacio temporal de especies que componen el fitoplancton en la red de estaciones de estudio.
4. Recolectar información hidrográfica y meteorológica en las estaciones de monitoreo de las 3 regiones
5. Registrar parámetros oceanográficos en sectores seleccionados del mar interior de Chiloé aledaños al límite norte del área plaga de *A. catenella*.
6. Mantener un flujo de información desde los organismos encargados de la generación de la información (Instituto de Fomento Pesquero y Secretarías Regionales Ministeriales de Salud) hacia aquellos responsables de la toma de decisiones, con relación a mariscos tóxicos orientados al consumo interno, como en lo que se refiere a la información vinculada con el reglamento de plagas hidrobiológicas.



SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA

2.3. Objetivo general

Disponer de un sistema de muestreo, detección y cuantificación periódico del Veneno Paralizante de los Mariscos (VPM), Veneno Diarreico de los Mariscos (VDM) y Veneno Amnésico de los Mariscos (VAM); además, de las especies nocivas fuentes primarias de las toxinas (*Alexandrium catenella*, *Dinophysis acuta*, *D. acuminata*, *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *Pseudo-nitzschia cf. pseudodelicatissima*, respectivamente) adecuado a la realidad geográfica de las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes.

2.4. Objetivos específicos

1. Vigilar las variaciones espacio temporales del VPM, VDM y VAM en transvectores selectos en una red de estaciones que cubra representativamente el litoral de las áreas de interés.
2. Conocer la distribución espacio temporal de *Alexandrium catenella*, *Dinophysis acuta*, *D. acuminata*, *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *Pseudo-nitzschia cf. pseudodelicatissima*.
3. Reunir antecedentes sobre la presencia de otras especies susceptibles de provocar floraciones nocivas como *Protoceratium reticulatum* y *Alexandrium ostenfeldii*, sin perjuicio de incluir otras microalgas nocivas que se detecten como consecuencia de las acciones de monitoreo.



3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1. Área de trabajo

SUBSECRETARIA DE PESCA Y ACUICULTURA

El área de trabajo abarcó desde Cochamó en la región de Los Lagos hasta Islotes Mariotti en la región de Magallanes (Figs. 1 y 3). Esta extensa área estuvo sectorizada, basándose en criterios geográficos, logísticos y de frecuencia de muestreo.

El muestreo se desarrolló entre fines de febrero de 2012 y mediados de febrero de 2013. Las áreas de muestreo en la región de Los Lagos y norte de la región de Aysén correspondió al sector comprendido entre Cochamó y Puyuhuapi, en tanto que la parte central y sur de la región de Aysén fue muestreada entre Isla Jesús y Tortel y la región de Magallanes, entre canal Adalberto e Islotes Mariotti (Figs. 1-3).

Dentro de cada sector se estableció un número fijo de sitios de muestreo, cuya identificación y ubicación geográfica se entregan en las Tablas 1-3 y Figuras 1-3. En cada punto de muestreo se recolectó información y muestras usando un criterio sistemático, que consideró lo siguiente:

- a) transvectores para evaluar presencia de toxinas marinas, en algunos puntos ello no fue posible dada la profundidad del punto de muestreo.
- b) muestras de agua para estudios de fitoplancton cualitativo y cuantitativo,
- c) información oceanográfica y meteorológica,
- d) registro de tres estaciones climáticas de registro continuo en cada región de estudio.

Las muestras de mariscos fueron analizadas usando metodologías oficiales para evaluar presencia y cantidad, según sea el caso, de veneno paralizante, veneno diarreico y veneno amnésico de los mariscos. Las muestras de fitoplancton fueron analizadas en términos cualitativos y cuantitativos; y la información oceanográfica y meteorológica es presentada en forma tabular. Un detalle de las técnicas de muestreo y metodologías de análisis se entrega más adelante.

El muestreo se realizó en las tres regiones, en estaciones dispuestas de manera representativa en cada sector. Esta red de estaciones fue seleccionada bajo dos criterios, uno relacionado con las actividades que se realizan en cada región, en las cuales es importante mantener una vigilancia permanente y oportuna, y el segundo relacionado con la frecuencia con que debieron efectuarse los muestreos dependiendo de la estación del año y frecuencia de ocurrencia de los eventos FAN en cada sector.



Criterios de selección espacial

Región	Criterios de selección de estaciones de muestreo
Región de Los Lagos	Mantención de los sitios de muestreo establecidos durante 2011 para vigilar <i>A. catenella</i> en el marco de REPLA y bancos naturales sujetos a extracción por pescadores artesanales. En total se establecieron 30 sitios de alta frecuencia de muestreo (12 cruceros anuales)
Región de Aysén	Mantención de las sitios de muestreo establecidas durante 2011, que son cercanos a centros de cultivo de salmónidos; y en bancos naturales sujetos a extracción por pescadores artesanales Raúl Marín Balmaceda ha pedido del Ministerio de Salud. En total se establecieron 39 sitios de muestreo, 14 de alta frecuencia de muestreo (38,5%) y 25 de baja frecuencia de muestreo (61,5%). Se incluyeron durante 2012 cinco nuevos sitios de muestreo de baja frecuencia a solicitud del Ministerio de Salud.
Región de Magallanes	Mantención de los sitios de muestreo monitoreados hasta 2011 considerando bancos naturales sujetos a extracción de mitílidos por pescadores artesanales, incluyendo 6 estaciones en el área de extracción de ostión, y una estación a la salida de canal Beagle de importancia para el sector pesquero artesanal y solicitadas por el Gobierno Regional. Sectores sin registro de información. En total se establecieron 58 sitios de muestreo, 53 (91,4%) de baja frecuencia (10 cruceros anuales) y 5 (8,6%) que fueron muestreados en el período de pre captura del ostión del sur, aunque se consideró también en este grupo a un sitio de baja frecuencia, Estero Falcon (M08).

Criterios de selección de frecuencia

Frecuencia	Criterio Selección
Estaciones Macro- área Norte	Mantención del criterio aplicado durante 2011. Sitios localizados al norte del paralelo 44°30'S, ubicado en las cercanías del canal Puyuhuapi en la región de Aysén, hasta el Seno de Reloncaví en la región de Los Lagos. 12 muestreos en el lapso de un año.
Estaciones Macro- área Sur	Mantención del criterio aplicado durante 2011. Sitios de muestreo se encuentran localizados dentro del área declarada plaga. Esta zona comprende desde el paralelo 44°30'S al sur. Su frecuencia de muestreo es menor debido a que el sector ya se encuentra declarado con plaga de <i>A. catenella</i> . 10 muestreos en el lapso de un año.



SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA

El trabajo abordado es esencialmente el mismo al realizado en la red de sitios de muestreo del monitoreo contratado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Las diferencias estuvieron en que el monitoreo de la Subsecretaría de Salud Pública, no incluyó el registro de datos oceanográficos y meteorológicos, no obstante que dicha información también fue registrada. Por lo mismo, el énfasis del estudio de la Subsecretaría de Salud Pública estuvo centrado en la recolección de transvectores para la evaluación de toxinas marinas y muestras de agua para estudios de fitoplancton cualitativo y cuantitativo. Las metodologías de terreno y laboratorio aplicadas en ambos estudios fueron las mismas, como también el lapso en que se realizaron las actividades de terreno, esto es, desde fines de febrero de 2012 hasta mediados de febrero de 2013.

El área de trabajo se extendió desde Cochamó, en la región de Los Lagos, hasta Islotes Mariotti, en la región de Magallanes. Esta extensa área estuvo dividida considerando cada región administrativa, es decir, Los Lagos, Aysén y Magallanes. Dentro de cada región se incorporaron sectorizaciones, según sus características singulares. En consecuencia, la región de Los Lagos fue muestreada en el sector comprendido entre Cochamó y Tic Toc, la Región de Aysén, entre Melinka y Tortel, y la Región de Magallanes, entre Canal Adalberto y Caleta Eugenia.

Consecuentemente y con el objetivo de optimizar los recursos, se definieron 77 sitios de muestreo complementarios a los considerados por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura en el estudio "Manejo y Monitoreo de las mareas rojas en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, VI etapa 2012.13". Los sitios de muestreo se presentan en las tablas 4-6 y figuras 1-3.

No obstante que los términos técnicos de referencia solicitaron que los muestreos se efectuaran con una frecuencia entre 25-30 días en la primavera, verano y otoño, y entre 35-40 días entre fines de otoño e inicios de la primavera, de tal forma que en un año calendario se realizaron 10 visitas a cada punto de muestreo (i.e. 10 cruceros por año) en toda el área de estudio, a fin de mantener consistencia entre las bases de datos generada en ambos estudios, en todos aquellos sitios establecidos al norte de los 44°30' S en las cercanías del canal Puyuhuapi en la región de Aysén, la cantidad de cruceros realizados entre febrero de 2012 y febrero de 2013 ascendió a 12 cruceros, en tanto que al sur del señalado paralelo se realizaron 10 cruceros durante el período de estudio.

3.2. Actividades de terreno

SUBSECRETARIA DE PESCA Y ACUICULTURA

En la región de Los Lagos se establecieron 30 sitios de muestreo, en la región de Aysén 39 sitios, y en la región de Magallanes, 58 sitios. En total hubo 127 sitios correspondientes a los requerimientos de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.



Para las actividades de terreno, la región de Los Lagos y sector norte de Aysén fue subdividida en cuatro sectores, con un total de 44 estaciones de muestreo (30 en la región de Los Lagos y 14 en la región de Aysén) (Figs. 1-2), las cuales fueron monitoreadas con una frecuencia aproximada de 22 días en el periodo de primavera, verano y otoño temprano y del orden de 50 días en el periodo otoño medio e invierno. Se realizaron un total de 12 cruceros, 10 cruceros durante el periodo primavera, verano y otoño temprano y 2 durante el invierno (ver cronograma de actividades).

Las áreas muestreadas con alta frecuencia fueron las siguientes:

- Estuario y Seno Reloncaví incluyendo las estaciones Hueihue (L06) y Ancud (L05) (8 sitios de muestreo),
- Canal de Chiloé en la porción norte entre Canal Caucahué (L07) y Bahía Pumalín (L10N3) (9 sitios de muestreo),
- Canal de Chiloé en la porción sur entre isla Acui (L16) y Tic Toc (L25) por el sur este y una estación ubicada en el Golfo Corcovado (L25N3) por el oeste (13 estaciones).
- El área norte de Aysén incluyó desde Isla Virginia-Bahía Low (A01) hasta la estación A18N3 ubicada en el canal Moraleda (14 estaciones).

El monitoreo se efectuó mediante el apoyo de 4 embarcaciones menores. Los puertos base fueron Cochamó, Caleta La Arena y Calbuco para el área Estuario y Seno Reloncaví, además de Ancud y Manao para las estaciones localizadas en esos puertos, Quemchi para el área Canal de Chiloé norte. Quellón fue el puerto base para el área Canal de Chiloé Sur, y Golfo Corcovado, y el mismo puerto para el área norte de Aysén, aunque las muestras de estos 14 sitios de muestreo fueron desembarcadas en Puerto Cisnes en el Canal Puyuhuapi.

La región de Aysén en el área centro y sur fue subdividida en dos sectores, con un total de 25 sitios de muestreo, los cuales fueron muestreados con una frecuencia aproximada de 30 días en el periodo de primavera, verano y otoño temprano (20 de septiembre al 28 de mayo) y cada ~50 días en el periodo de otoño medio e invierno (1 de junio al 20 de septiembre). Se agregaron en esta oportunidad, para el área centro, 5 nuevos sitios según requerimiento de la Subsecretaría de Salud, dos ubicados en el canal Moraleda, Isla Filomena (A35N2) e Isla Francisco (A35N3), y tres en el sector oeste, adyacente al Océano Pacífico, en Aysén insular, sur de Isla Stokes (A38N3), sur de Isla Ipun (A38N4) y noroeste de Isla Rowlet (A38N2) (Tabla 2 y Fig. 2).

En el sector central del área de Aysén continental e insular, como también en el área sur de esta región el trabajo planificado se ordenó como sigue:

- Aysén continental e insular en su porción central de la región entre las estaciones Isla Filomena (A35N2) y Puerto Bonito (A29) (21 sitios de muestreo) y
- Área de Tortel (4 sitios de muestreo).



Al sur del paralelo 44° 30' S incluyendo Tortel, se realizaron se realizaron 10 cruceros. El monitoreo se efectuó mediante el apoyo de 2 embarcaciones menores. Los puertos base fueron Puerto Aysén para el área de Aysén continental e insular y Caleta Tortel para el área sur de la región de Aysén.

La región de Magallanes, fue subdividida en tres sectores, con un total de 58 sitios de muestreo (Fig. 3):

- Área Provincia de Ultima Esperanza (Área Norte) (28 sitios de muestreo),
- Área del Estrecho de Magallanes y sectores adyacentes (Área Centro) (20 sitios de muestreo) y
- Área del Canal Beagle (Área Sur) (10 sitios de muestreo).

El monitoreo se efectuó con el apoyo de 3 embarcaciones menores. Los puertos base fueron Puerto Natales para el área norte, Punta Arenas para el área centro y Puerto Williams para el área sur.

En esta región se incluyeron 6 estaciones de muestreo en el área norte vinculadas con la pesquería de ostión del sur, las cuales fueron muestreadas durante el verano temprano (enero 2013), según la apertura del período de veda. La estación Estero Falcon (M08) fue considerada tanto en el monitoreo regular, como en aquel orientado a evaluar las condiciones de los ostiones previo al período de captura. Se incluyó en la salida sur del canal Beagle a Islotes Mariotti, M46N1, según requerimiento del sector pesquero artesanal canalizado por el Gobierno de la Provincia Antártica.

Recolección de transvectores

Según la información histórica disponible para cada región, aunque con distinto énfasis se evaluaron la presencia en mariscos de las toxinas paralizante, diarreica y amnésica.

El muestreo estuvo orientado a especies centinelas en cada región (e.g. cholga, chorito o almeja). En Los Lagos el muestreo estuvo orientado a cholga (*Aulacomya ater*) y chorito (*Mytilus chilensis*) en las áreas Estuario y Seno Reloncaví y área Isla de Chiloé Norte, mientras que en las áreas Chiloé y Palena se recolectaron además ejemplares de almeja (*Venus antiqua*) (Tabla 1). En esta región se establecieron tres sitios de muestreo, en los cuales no se recolectaron transvectores. Por razones de profundidad no quedaron incluidos en los muestreos de mariscos centinela las estaciones en las trayectorias de navegación de los wellboats y establecidas en el sector central del canal de Chiloé,

En Aysén el muestreo estuvo orientado hacia ejemplares de cholga en la mayoría de las estaciones de monitoreo, sin embargo, en las áreas de Melinka, Sur Continental e Insular, se incorporaron los recursos almeja, chorito y culengue (*Gari solida*), y en las áreas de Raúl Marín Balmaceda y Tortel se consideraron además almeja y chorito (Tabla 2). En esta región, al igual que el sector sur del canal Chiloé, en todas las estaciones establecidas en el Canal Moraleda al norte del Puyuhuapi, tampoco serán muestreados los mariscos centinela.

En Magallanes el muestreo estuvo orientado hacia ejemplares de cholga en el área norte y de chorito en las áreas centro y sur, manteniendo el mismo criterio desde 1994 (Tabla 3). De manera



especial se recolectaron ostiones del sur (*Chlamys vitrea*) durante enero de 2013 en seis sitios del área norte de la Provincia de Última Esperanza.

En todos los casos se recolectaron especímenes de talla comercial mediante buceo semi autónomo. Cada muestra fue de aproximadamente 2 kilogramos de marisco con concha. Las muestras fueron etiquetadas y almacenadas en bolsas plásticas en recipientes con hielo o mantenidas en un congelador y transportadas a bordo de embarcaciones, las que en su puerto de destino, fueron congeladas a -20° C hasta el momento del análisis realizado en los laboratorios de la SEREMI de Salud de cada región.

Recolección de datos hidrográficos

En cada sitio de muestreo, también se realizaron mediciones de temperatura, salinidad, oxígeno, clorofila y densidad de la columna de agua mediante sensores electrónicos (CTD) hasta una profundidad máxima de 50 m ó hasta la profundidad que permitía la topografía del lugar. Se utilizaron cuatro STD/CTD SAIV A/S modelo 204, además de un CTDO marca Seabird modelo SEACAT.

Muestreo de fitoplancton

El fitoplancton para el análisis cualitativo, fue recolectado en todas las estaciones mediante arrastres verticales desde 20 m de profundidad como máximo hasta la superficie o según profundidad del lugar, usando una red de trama de malla de 23 µm. Los arrastres fueron realizados en triplicado (3 réplicas) en dos lugares en cada punto de muestreo de cada estación, separados entre sí por aproximadamente 300 m. Las muestras fueron fijadas con formalina neutralizada al 2-3% y de cada punto se conformó una sola muestra (i.e. una muestra integrada de seis arrastres).

Las muestras de agua para el análisis cuantitativo del fitoplancton fueron muestreadas entre los 20 m de profundidad y superficie, utilizando una manguera de 2,5 cm de diámetro. La columna de agua fue fraccionada en dos estratos: superficie-10m y 10-20m de profundidad (se recolectará una muestra por estrato).

Las muestras en terreno se fijaron en formalina, aproximadamente 10 mL por 1 L de muestra de agua de mar. Una vez en el laboratorio la formalina fue reemplazada por una solución de alcohol etílico comercial de 96%, agua destilada y B-glicerofosfato de sodio (Campos & Díaz, 2007).

Recolección de información meteorológica

El registro de variables climáticas se realizó mediante la instalación de tres estaciones meteorológicas de registro automático: Quellón (sector Trincao) a 13 m.s.n.m. en 43°08'S y 73°38'W, Fiordo Aysén, sector Ensenada Baja a 4 m.s.n.m. en 45°27'S y 72°48'W y Puerto Zenteno a 15 m.s.n.m. en 52°47'S y 70°47'W. Las estaciones se componen de un registrador de datos electrónico ("datalogger") y sus respectivos sensores de temperatura y humedad relativa del aire, radiación solar, velocidad y dirección del viento y precipitación. La energía para su funcionamiento es provista por una batería de 12 V, que es recargada en forma automática con un panel solar.



En todos los puntos de muestreo se registraron las condiciones atmosféricas al momento de efectuar el muestreo. Se contempló la medición de temperatura del aire y rapidez del viento mediante termómetros digitales marca GFM modelo Master II, a resguardo de lluvia y radiación solar, para efectuar la toma de temperatura y registrando 5 valores minuto a minuto para calcular un promedio de la rapidez del viento y el uso de un compás de navegación para registrar su dirección; la presión atmosférica se midió mediante un GPS Garmin modelo Etrex Vista; Nubosidad, mediante la división de la bóveda celeste en octavos. La posición de cada estación fue referenciada geográficamente utilizando equipos GPS Garmin bajo el Datum WGS84.

SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA

Las metodologías y técnicas de muestreo aplicadas para el estudio contratado por la Subsecretaría de Salud Pública son las mismas a aquellas aplicadas para el monitoreo de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Recolección de transvectores

El trabajo de terreno se caracterizó por la recolección sistemática de muestras de recursos marinos transvectores de marea roja desde los sitios de muestreo y su entrega oportuna a los laboratorios ambientales de las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud de las Regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, según sea el caso, para el análisis de biotoxinas marinas, a través de las metodologías analíticas oficiales.

En la región de Los Lagos, el muestreo estuvo orientado hacia ejemplares de cholga (*Aulacomya ater*) y chorito (*Mytilus chilensis*) en las áreas del Estuario y Seno Reloncaví y Chiloé Norte, mientras que en las áreas Chiloé Sur y Palena se recolectaron ejemplares de almeja (*Venus antiqua*).

En la región de Aysén, el muestreo estuvo orientado hacia ejemplares de cholga en todas las estaciones de monitoreo, sin embargo, en las áreas de Melinka, Sur Continental e Insular, se incorporaron los recursos almeja, chorito y culengue (*Gari solida*), y en las áreas de Raúl Marín Balmaceda y Tortel se consideraron, además, almeja y chorito.

En la Región de Magallanes, el muestreo estará orientado hacia ejemplares de cholga en el área norte y de chorito en las áreas centro y sur.

En cada sitio de muestreo se recolectaron especímenes de talla comercial mediante buceo semi autónomo. Cada muestra será de aproximadamente 2 kilogramos de marisco con concha. Luego de recolectadas las muestras, serán etiquetadas y almacenadas en bolsas plásticas en recipientes con hielo y transportadas a bordo de embarcaciones, las que, una vez llegadas a puerto, se congelarán a -20° C hasta el momento del análisis.



Muestreo de fitoplancton

En cada sitio de muestreo, se recolectaron muestras de agua para estudios de fitoplancton cualitativo y cuantitativo.

El fitoplancton para el análisis cualitativo, fue recolectado en todas las estaciones, mediante arrastres verticales desde 20 m de profundidad, como máximo, hasta la superficie o según profundidad del lugar, usando una red de trama de malla de 23 μm . Los arrastres fueron realizados en triplicado (3 réplicas) en dos lugares en cada punto de muestreo de cada estación, separados entre sí por, aproximadamente, 300 m. Las muestras fueron fijadas con formalina neutralizada al 2-3% y de cada punto se conformó una sola muestra (i.e. una muestra integrada de seis arrastres).

Las muestras de agua para el análisis cuantitativo del fitoplancton fueron muestreadas de la columna de agua entre los 20 m de profundidad y superficie, utilizando una manguera de 2,5 cm. de diámetro. La columna de agua fue fraccionada en dos estratos: el primer estrato de superficie a 10 m y el segundo estrato de 10 a 20 m de profundidad (se recolectó una muestra por estrato). Para el análisis cuantitativo del fitoplancton, las muestras fueron contabilizadas a nivel específico de cada taxón nocivo en cámaras de sedimentación HYDRO-BIOS KIEL, cuyo volumen fue seleccionado de acuerdo a la concentración de la muestra. La cámara más utilizada fue la de 10 ml. Para el recuento celular se aplicó la técnica de Utermöhl (1958), en microscopios invertidos complementados con equipo de contraste de fase.

3.3. Actividades de laboratorio

Las metodologías y técnicas de análisis aplicadas en el estudio contratado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura fueron las mismas que aquellas consideradas en el monitoreo contratado por la Subsecretaría de Salud Pública.

Transvectores

Las muestras de transvectores para determinar la toxicidad por VPM, VDM y VAM fueron entregadas en las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud de Los Lagos, Aysén y Magallanes, en los laboratorios de Puerto Montt, Aysén y Punta Arenas, respectivamente. Se mantuvo un registro de las entregas y recepciones mediante un formulario establecido para el efecto. La metodología para la detección de VPM fue el bioensayo ratón según norma A.O.A.C. 959.08 (1990) con determinación del Factor de Corrección (FC) y uso de saxitoxina estándar. Se estimó periódicamente el FC y para ratones CF-1 (Instituto de Salud Pública) entre 18-21g. Los resultados son entregados en microgramos equivalentes de saxitoxina por 100 gramos de carne de molusco (μg eq. STX 100 g-1).

Para el veneno diarreico, se aplicó la técnica modificada de Yasumoto *et al.* (1984) y los resultados presentados en términos cualitativos según los tiempos de muerte de los ratones en un lapso de 24 horas, entendiendo por resultado positivo la muerte, de al menos dos de tres ratones, en un lapso de 24 horas. El veneno amnésico fue estimado mediante cromatografía líquida de alta eficacia (CLAE)



según la metodología de Quilliam et al. (1995). Los resultados se presentan en microgramos de ácido domoico por gramos de carne de marisco ($\mu\text{g g}^{-1}$).

Fitoplancton

Para el análisis cualitativo del fitoplancton se utilizaron microscopios ópticos de campo luminoso, a 100x y 400x, dotados con condensador de contraste de fase y equipo de epi-fluorescencia. Para estimar la abundancia relativa, se contabilizó el número de células de *Alexandrium catenella*, *A. ostenfeldii*, *Dinophysis acuta*, *D. acuminata*, *Protoceratium reticulatum*, *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *P. cf. pseudodelicatissima* en una alícuota de 0,1 ml tomada desde una muestra sedimentada, bajo un cubre-objeto de 18 x 18 mm (3 réplicas) y un escalafón de abundancia de siete rangos, según la abundancia que presentan estas especies en la naturaleza (Tabla 7).

Para la identificación taxonómica de diatomeas y dinoflagelados se usarán las claves y descripciones de Avaria (1965), Balech (1988) Dodge (1985), Guzmán (1969), Hendey (1964), Hermosilla (1973), Muñoz & Avaria (1980), Rivera (1969), Rines & Hargraves (1988), Sournia (1967), Sykes (1981), Taylor (1976), Tomas (1996).

Para el análisis cuantitativo, las muestras serán contabilizadas a nivel específico en cámaras de sedimentación Hydro-Bios Kiel, cuyo volumen fue seleccionado de acuerdo a la concentración de la muestra. La cámara más utilizada fue la de 10 ml. Para el recuento celular se aplicará la técnica de Utermöhl (1958), en microscopios invertidos complementados con equipo de contraste de fase.

3.4. Actividades de gabinete

Recolección y ordenamiento de la información

La información fue ordenada y organizada en tablas por región administrativa, período de muestreo y estación de muestreo. Esta corresponde a los análisis de detección de toxinas en transvectores, estimadores de abundancias relativas, abundancias y densidades de las especies de microalgas nocivas y fitoplancton total, como también los registros de datos hidrográficos y meteorológicos.

Comunicación de la Información

La información sobre la abundancia relativa de *Alexandrium catenella*, *A. ostenfeldii*, *A. cf. tamarense*, *Dinophysis acuta*, *D. acuminata*, *Protoceratium reticulatum*, *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *P. cf. pseudodelicatissima* fue entregada a la autoridad en un plazo no superior a 5 días luego de finalizado el muestreo de cada Grupo de Estaciones según las sectorizaciones entregadas previamente. La entrega de esta información en formato planilla Excel se realizó, a través de un formulario registro vía correo electrónico.

Sistema de Información Geográfico

Éste fue desarrollado en etapas previas y está orientado exclusivamente para los requerimientos del estudio de la Subsecretaría de Salud Pública, no obstante que está incorporada toda la información disponible de ambos estudios. El sistema posibilita la visualización directa en pantalla de las



concentraciones o resultados (positivo o negativo) de las diferentes toxinas asociadas a los mariscos, las abundancias relativas de los taxones del fitoplancton nocivos o potencialmente nocivos, las densidades a nivel específico del fitoplancton en general y las condiciones oceanográficas y meteorológicas asociadas.



4. GESTIÓN DEL PROYECTO

Desde la suscripción del contrato el 24/01/2012 entre la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y el Instituto de Fomento Pesquero, en la gestión del proyecto se abordaron seis tópicos de relevancia para la ejecución de las acciones comprometidas en los términos técnicos de referencia.

- a. Solicitud dirigida al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada en cumplimiento del Decreto Supremo N° 711 del 22 de agosto de 1974 relativo al “Reglamento de Control de las Investigaciones Científicas y Tecnológicas Marinas afectadas en la Zona Marina de Jurisdicción Nacional”. La autorización fue aprobada el 31 de mayo de 2012 mediante autorización SHOA ORDINARIO N° 13270/24/407.
- b. Solicitud de Pesca de Investigación a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura para la recolección de muestras de mariscos para los análisis de toxinas marinas según se compromete en los términos técnicos de referencia de acuerdo a los requerimientos de la Ley General de Pesca y Acuicultura. La autorización fue aprobada el 15 de noviembre de 2012 mediante autorización R. EX. N° 2973.
- c. Suscripción de contratos con armadores de embarcaciones menores para la toma de muestras y registro de información en las áreas de estudio. Oportunamente diferentes armadores de las tres regiones administrativas fueron invitados a participar licitaciones públicas y privadas a fin de contar con el apoyo pertinente para acceder a los sitios de muestreo. En total se suscribieron contratos con ocho Armadores de las tres regiones, tres en Los Lagos, dos en Aysén y tres en Magallanes.
- d. Adquisiciones y mantenciones de equipos. Durante la ejecución del proyecto se hicieron gestiones tendientes a adquirir una unidad CTDO, dos lupas estereoscópicas, un microscopio dotado con epi-fluorescencia y una unidad de PCR en tiempo real para abordar técnicas de identificación de fitoplancton mediante técnicas moleculares. Adicionalmente, se realizaron las adquisiciones de materiales fungibles relacionados con frascos para las muestras, reactivos para análisis, soluciones para la fijación de muestras y mallas de plancton.
- e. Fortalecimiento de las competencias ligadas a las capacidades técnicas de los profesionales asociados al estudio.

Fecha: 14-18 de enero de 2013

Nombre del curso: Análisis de series de tiempo en oceanografía y en ecología.

Encargado del curso: Universidad de Concepción.

Lugar: Concepción, Chile

Participante: Ximena Vivanco y Patricio Mejías

Adicionalmente, durante el 2012 tres funcionarios vinculados al análisis de fitoplancton del proyecto Susana Mercado, Victoria Arenas y Cesar Alarcón participaron en un ejercicio de intercalibración



(BEQUALM-IOC Phytoplankton intercomparison test 2012) para evaluar competencias como analista para definir composición y abundancia de fitoplancton organizado por el laboratorio de referencia de la comunidad europea, Marine Institute, Galway, Irlanda en colaboración con el IOC Science and Communication Centre for Harmful Algae, Dinamarca. Los tres analistas aprobaron satisfactoriamente el ejercicio.

g. Cumplimiento de objetivos y actividades del estudio

Durante el desarrollo del estudio se ha dado cumplimiento a todas las materias planteadas en el objetivo general del proyecto y de igual manera se abordaron los seis objetivos específicos del estudio.

Muestreos:

Entre febrero de 2012 y febrero 2013 se realizaron 12 muestreos en 4 sub-áreas denominadas; (1) Estuario y Seno de Reloncaví; (2) Golfo Ancud e Islas Desertores; (3) Quellón y Golfo Corcovado y (4) Melinka hasta Puerto Cisnes y Puerto Amparo. Adicionalmente, se realizaron 10 muestreos en 5 sub-áreas denominadas (1) Sector Aysén (entre Raúl Marín Balmaceda y Canal Chacabuco), (2) Caleta Tortel, (3) Norte de Magallanes (entre Puerto Edén y Puerto Natales), (4) Centro de Magallanes (Estrecho de Magallanes) y (5) Sur de Magallanes (Puerto Williams). Adicionalmente, en dos oportunidades se realizaron mediciones de corrientes en el sector Golfo Corcovado. Finalmente a partir de la última semana de septiembre de 2012 hasta mediados de febrero de 2013, se agregó además en algunos puntos de la red de muestreo de la región de Los Lagos, un muestreo orientado a la evaluación del zooplancton total por grupos y enumeración a nivel específico de estadios larvarios de mitílidos.

Informes:

Se entregó un informe de avance al final del sexto mes de iniciado el proyecto, el cual consolidó la información recabada en las estaciones realizadas hasta dicha fecha, incluyendo el grado de avance de los análisis de fitoplancton cualitativo y cuantitativo. Este informe incorporó también la información y experiencia del funcionamiento operativo y logístico del desarrollo de los muestreos y otros aspectos ligados al estudio.

Mantenimiento de Sistema de Información Geográfico (S.I.G.)

Aunque no constituye una obligación del estudio contratado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, durante el desarrollo del estudio se continuaron los trabajos de poblar con información toxicológica, biológica, oceanográfica y meteorológica emanada del proyecto el Sistema de Información Geográfico (S.I.G.) desarrollado en etapas previas y ubicado en el sitio web denominado <http://sig-acuicultura.ifop.cl/> desarrollado con el propósito de difundir la información del proyecto.



5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC 1990. Paralytic Shellfish Poison. Biological method. Final action. In Hellrich, K. ed. *Official Method of Analysis*. 15th Edition, pp. 881-882, Sec 959.08. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Arlington, Virginia, USA.
- Avaria, S. 1965. Diatomeas y silicoflagelados de la Bahía de Valparaíso. *Rev. Biol. Mar. Valparaíso*. 12(2): 61-119.
- Balech, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.* N°1. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid. 310 pp.
- Campos B. & P. Díaz, 2007. Distribución y abundancia de gasterópodos y bivalvos en fiordos y canales del sur de Chile. *Cienc y Tec. del Mar* 30(1): 115-132
- Dodge, J.D. 1985. *Marine dinoflagellates of the British Isles*. London: Her Britannic Majesty's Stationery Office. 303 pp.
- GEOHAB, 2001. *Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms*, Science Plan. P. Glibert and G. Pitcher (eds). SCOR and IOC, Baltimore and Paris, 86 pp.
- Guzmán, L. 1969. Contribución a la sistemática de los dinoflagelados tecados de la Bahía de Valparaíso. Tesis para optar el título de Biólogo Marino, Área de Matemáticas y ciencias naturales, Universidad de Chile. Valparaíso.
- Guzmán, L., García, F., Zunino, S., Atalah, A., Almonacid, E., Rivera, R., Pacheco, H., Quiroz, S., Alarcón, C., Banciella, M.I. & Pizarro, G. 2004. Adaptive training and information dissemination strategy to communities affected by PSP outbreaks in Southern Chile. In. *Harmful Algae Management and Mitigation*, 2004. Hall, S., Etheridge, S., Anderson, D., Kleindinst, J., Zhu, M and Zou, Y. (Eds). Asia-Pacific Economic Cooperation (Singapore): APEC Publication #204-MR-04.2 p. 114 – 120.
- Guzmán, L., G. Vidal, X. Vivanco, M. Palma, C. Espinoza, P. Mejías, R. Ulloa, L. Iriarte, V. Arenas, S. Mercado, E. Fernández-Niño, J. Monsalve, C. Alarcón, P. Salgado, N. Butorovic, P. Hinojosa & C. Zamora. 2007. Manejo y Monitoreo de las mareas rojas en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes. Informe Final. 141 p. + Figuras + Tablas + Anexos. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción- Subsecretaría de Pesca.



- Guzmán, L., G. Vidal, X. Vivanco, V. Arenas, L. Iriarte, S. Mercado, C. Alarcón, H. Pacheco, M. Palma, C. Espinoza, P. Mejías, E. Fernández-Niño, J. Monsalve, G. Pizarro, P. Hinojosa, C. Zamora, P. Zamora & N. Pesse. 2009. Manejo y Monitoreo de las mareas rojas en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes. Informe Final. 187p. + Figuras + Tablas + Anexos. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción- Subsecretaría de Pesca.
- Guzmán, L., G. Vidal, X. Vivanco, V. Arenas, L. Iriarte, S. Mercado, C. Alarcón, H. Pacheco, M. Palma, C. Espinoza, P. Mejías, E. Fernández-Niño, J. Monsalve, G. Pizarro, P. Hinojosa y C. Zamora. 2010. Manejo y Monitoreo de las mareas rojas en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes. Informe Final. 193p. + Figuras + Tablas + Anexos. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción- Subsecretaría de Pesca.
- Hendey, I.N. 1964. Bacillariophyceae (Diatoms) IN: An Introductory account of the smaller algae of British Coastal waters. Part V London H.M.S.O., Fishery Investigations Series IV. 317 pp.
- Hermosilla, J.G. 1973. Contribución al conocimiento sistemático de los dinoflagelados de la bahía de Concepción, Chile. *Gayana (Zoología)*, 24:1-149.
- Muñoz, P. & S. Avaria. 1980. Estudios taxonómicos de los dinoflagelados tecados de la Bahía de Valparaíso. Género *Ceratium*. *Revi Biol. Mar., Valparaíso*, 17(1): 1-58.
- Quilliam, M.A. and Wright, J.L.C. 1995. Methods for diarrhetic shellfish poisons. Ch. 6. In *Manual on Harmful Marine Microalgae*. G.M. Hallegraeff, D.M. Anderson, and A.D. Cembella (Eds.), p. 95-111. IOC Manuals and Guides No. 33. UNESCO, Paris.
- Rivera, P. 1969. Sinopsis de las diatomeas de la Bahía de Concepción, Chile. *Gayana Botánica* 18: 1 – 111.
- Rines, J.E.B. & P.E. Hargraves. 1988. The Chacetoceros Ehrenberg (Bacillariophyceae) flora of Bnarragansett Bay, Thode Island, U.S.A. *Bibliotheca Phycologica*. Gebrüder Borntraeger, Berlin. 196 pp.
- Sournia, A. 1967. Le genere *Ceratium* (Péridien Planctonique) dans le canal Mozambique. Contribution a une rreision mondiale. *Vie et Millieu*. 18 (2)-3-A): 375-500.
- Sykes, J.B. 1981. An illustrated guide to the diatoms of British Coastal plankton. *Field Studies* 5: 425-468.
- Taylor, F. R. J. 1976. Dinoflagellates from the international ocean expedition. A report on material collected by the R.V. "Anton Bruun" 1963-1964. *Bibliotheca Botanica*, 132: 1-234.



- Tomas, C.R. 1996. Identifying marine diatoms and dinoflagellates. Academic Press, Inc. 598 pp.
- UNESCO. 1996. Design and Implementation of Some Harmful Algal Monitoring Systems. Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) 44:1-102
- Utermohl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton. Methodik. Mitt int. Verein. Theor. angew. Limnol. 9, 38 p.
- Yasumoto, T., M. Murata, Y. Oshima, K. Matsumoto & J. Clardy. 1984. Diarrhetic shellfish poisoning. Pp. 207-214, in: E. P. Ragelis (ed.). SeaFood Toxins, ACS Symposium Series 262, American Chemical Society, Washington, D.C.

TABLAS

**Tabla 1.**

Estaciones de monitoreo (SUBPESCA) muestreadas entre febrero 2012 y febrero 2013 en la región de Los Lagos incluyendo código, sectorización, topónimo, especie centinela (transvector) y coordenadas geográficas.

Nº EST.	CÓDIGO	SECTOR	ESTACION	FREC.	TRANSVECTOR	LATITUD	LONGITUD
1	L01	Est. y S. Reloncaví	Metri	Alta	Cholga	-41°35'48"	-72°42'20"
2	L02N2	Est. y S. Reloncaví	Cochamó	Alta	Chorito	-41°29'47"	-72°18'41"
3	L03	Est. y S. Reloncaví	Caleta La Arena	Alta	Chorito	-41°41'16"	-72°38'39"
4	L06N2	Est. y S. Reloncaví	Paso Nao	Alta	Sin muestra	-41°50'41"	-72°53'47"
5	L04	Est. y S. Reloncaví	Calbuco Paso Quenu	Alta	Chorito	-41°48'26.3"	-73°10'01,7"
6	L04N2	Est. y S. Reloncaví	Bahía Ilque*	Alta	Sin muestra	-41°37'19"	-73°4'23"
7	L05	Chiloé Norte	Ancud, Quetalmahue	Alta	Chorito	-41°51'09"	-73°56'49"
8	L06	Chiloé Norte	Hueihue	Alta	Cholga	-41°54'12"	-73°29'51"
9	L09N1	Canal Chiloé Norte	Isla Butachauques 2	Alta	Sin muestra	-42°11'32"	-72°56'35"
10	L07	Canal Chiloé Norte	Canal Caucahue	Alta	Cholga	-42°08'15"	-73°28'23"
11	L08	Canal Chiloé Norte	Isla Mechuque	Alta	Cholga	-42°19'01"	-73°14'57"
12	L10	Canal Chiloé Norte	Ayacará	Alta	Cholga	-42°19'25,2"	-72°47'27,4"
13	L13N1	Canal Chiloé Norte	Isla Chaulinec 2	Alta	Sin muestra	-42°33'55"	-73°07'15"
14	L10N3	Canal Chiloé Norte	Bahía Pumalín	Alta	Almeja	-42°41'23"	-72°49'10"
15	L11	Canal Chiloé Norte	Canal Dalcahue	Alta	Chorito	-42°22'00"	-73°35'39"
16	L12	Canal Chiloé Norte	Isla Quehui	Alta	Almeja	-42°36'58"	-73°31'51"
17	L14	Canal Chiloé Norte	Isla Talcán	Alta	Almeja	-42°44'28,5"	-73°00'34.6"
18	L16	Canal Chiloé Sur	Isla Acuí	Alta	Almeja	-42°55'29"	-73°24'26"
18	L16N1	Canal Chiloé Sur	Isla Chaulín	Alta	Almeja	-43°04'41"	-73°26'12"
19	L17	Canal Chiloé Sur	Auchemó	Alta	Cholga	-43°06'20"	-72°54'16"
20	L17N2	Canal Chiloé Sur	Isla Tranqui	Alta	Sin muestra	-43°01'16"	-73°07'28"
22	L19N3	Canal Chiloé Sur	Golfo Corcovado	Alta	Sin muestra	-43°19'36"	-73°23'56"
23	L19N4	Corcovado	Golfo Corcovado 2	Alta	Sin muestra	-43°30'07"	-73°20'04"
24	L25N1	Corcovado	Boca Guafo	Alta	Sin muestra	-43°33'42"	-73°49'04"
25	L20	Canal Chiloé Sur	Isla Laitec	Alta	Almeja	-43°15'50"	-73°34'36"
26	L2542	Corcovado	Boca Guafo 2	Alta	Sin muestra	43°46'39"	73°53'18"
27	L22	Corcovado	Bahía Asasao	Alta	Almeja	-43°22'46"	-73°59'03"
28	L23	Corcovado	Isla San Pedro	Alta	Almeja	-43°18'48"	-73°39'42"
29	L24	Corcovado	Isla Guapiquilán	Alta	Almeja	-43°24'50"	-74°14'38"
30	L25	Corcovado	Bahía Tic Toc	Alta	Almeja	-43°36'26"	-72°57'29"



Tabla 2.

Estaciones de monitoreo (SUBPESCA) muestreadas entre febrero 2012 y febrero 2013 en la región de Aysén, incluyendo código, sectorización, topónimo, especie centinela (transvector) y coordenadas geográficas.

Nº EST.	CÓDIGO	SECTOR	ESTACIÓN	FREC.	TRANSVECTOR	LATITUD	LONGITUD
1	A01	Aysén Norte	Isla Virginia-Bahía Low	Alta	Almeja y Culengue	-43°47'10"	-73°52'39"
2	A04N1	Aysén Norte	Canal Moraleda 1	Alta	Sin muestra	-43°54'20"	-73°25'44"
3	A03	Aysén Norte	Puerto Barrientos	Alta	Almeja y Culengue	-43°56'23"	-73°58'24"
4	A04	Aysén Norte	Isla Julia-Grupo Peligroso	Alta	Cholga y Almeja	-43°55'40"	-73°38'09"
5	A03N1	Aysén Norte	Canal Tuamapu	Alta	Sin muestra	-43°58'55"	-74°11'40"
6	A05N1	Aysén Norte	Isla Valverde	Alta	Almeja	-44°17'41"	-73°53'25"
7	A05N2	Aysén Norte	Islas Broken	Alta	Sin muestra	-44°23'13"	-74°26'4"
8	A38N2	Aysén Norte	NW isla Rowlet	Baja	Almeja	-44°43'49,9"	74°32'47,47"
9	A38N3	Aysén Norte	Sur Isla Stokes	Baja	Almeja	-44°41'23,5"	74°35'40,34"
10	A38N4	Aysén Norte	Sur Isla Ipun	Baja	Almeja	-44°38'9,21"	74°42'46,87"
11	A11N1	Aysén Norte	Canal Moraleda 2	Alta	Sin muestra	-44°11'48"	-73°23'9"
12	A18N4	Aysén Norte	Canal Moraleda 3	Alta	Sin muestra	-44°29'34"	-73°27'14"
13	A35N1	Aysén Norte	Canal Moraleda Isla Cuptana	Baja	Sin muestra	44°42'29"	73°29'18"
14	A35N2	Aysén Norte	Isla Filomena	Baja	Almeja	44°29'41"	73°34'36"
15	A35N3	Aysén Norte	Isla Francisco	Baja	Almeja	44°29'58"	-73°41'08"
16	A30N1	Aysén Norte	Isla Viola	Baja	Sin muestra	45°01'05"	73°29'14"
17	A10	Aysén Norte	Añihué	Alta	Cholga y Almeja	-43°52'14"	-73°03'30"
18	A11	Aysén Norte	Melimoyu	Alta	Cholga, Chorito y Almeja	-44°03'53"	-73°11'25"
19	A14	Aysén Sur	Seno Miller	Alta	Cholga, Chorito y Almeja	-44°15'48"	-73°04'14"
20	A17	Aysén Sur	Isla Bobadilla-Seno Soto	Alta	Cholga y Chorito	-44°25'60"	-72°54'00"
21	A18N1	Aysén Norte	Isla Atilio	Alta	Cholga, Chorito y Almeja	-44°22'32"	-73°17'39"
22	A41N1	Aysén Norte	Isla James	Baja	Sin muestra	45°01'31"	74°20'00"
23	A49N1	Aysén Sur	Isla Isquiliac	Baja	Sin muestra	45°25'45"	74°15'46"
24	A50N1	Aysén Sur	Isla Renaico	Baja	Sin muestra	45°26'17"	73°38'14"
25	A21	Aysén Norte	Puerto Amparo	Baja	Cholga y Chorito	-44°55'00"	-73°16'54"
26	A24	Aysén Sur	Cinco Hermanas	Baja	Cholga	-45°16'12"	-73°14'57"
27	A25	Aysén Sur	Isla Elena	Baja	Cholga	-45°20'49"	-73°25'02"
28	A26	Aysén Sur	Isla Canquenes	Baja	Chorito	-45°43'31"	-74°06'51"
29	A28	Aysén Sur	Punta Lynch	Baja	Cholga	-45°46'39"	-73°33'23"
30	A29	Aysén Sur	Puerto Bonito	Baja	Cholga	-45°56'41"	-73°34'17"
31	A38N1	Aysén Sur	Isla Jesús	Baja	Cholga	-44°44'40"	-73°53'13"
32	A41	Aysén Sur	Canal Ninualac	Baja	Cholga	-44°59'48"	-73°55'31"
33	A43	Aysén Sur	Playas Largas	Baja	Almeja	-45°15'00"	-73°41'44"
34	A49	Aysén Sur	Canal Darwin	Baja	Chorito	-45°27'31"	-73°50'19"
35	A53	Aysén Sur	Canal Chacabuco	Baja	Cholga	-45°44'53"	-73°47'41"
36	A57	Tortel	Isla Scout	Baja	Cholga y Almeja	-47°57'55"	-74°42'00"
37	A59	Tortel	Isla Zealous	Baja	Cholga y Chorito	-47°53'15"	-74°37'60"
38	A60	Tortel	Punta Baker	Baja	Cholga y Chorito	-47°54'30"	-74°30'30"
39	A62	Tortel	Islote Porvernir	Baja	Sin muestra	-47°47'23"	-74°56'10"

* Estación sin recursos hidrobiológicos, solo se recolectan muestras de fitoplancton.



Tabla 3.

Estaciones de monitoreo (SUBPESCA) muestreadas entre febrero 2012 y febrero 2013 en la región de Magallanes incluyendo código, sectorización, topónimo, especie centinela (transvector) y coordenadas geográficas.

Nº EST.	COD.	SECTOR	ESTACIÓN	FREC	TRANSVECTOR	LATITUD (S)	LONGITUD (W)
1	M04	Norte	Canal Adalberto	Baja	Cholga	-48°40'07"	-74°36'02"
2	M05	Norte	Bahía Libertá	Baja	Cholga	-48°54'54"	-74°22'14"
3	M06	Norte	Puerto Edén	Baja	Cholga	-49°07'05"	-74°25'18"
4	M07	Norte	Isla Crossover	Baja	Cholga	-49°17'17"	-74°22'59"
5	M24N	Norte	Paso del Abismo	Baja	Cholga	-49°35'48"	-74°26'37"
6	M08	Norte	Estero Falcon/GORE	Baja y Precosecha	Cholga/Ostión	-49°33'37"	-74°08'50"
7	M08N1	Norte	Estero Falcon/GORE	Precosecha	/Ostión	-49°32'48"	-73°54'11"
8	M25N	Norte	Estero Ringdove	Baja	Cholga	-49°47'21"	-74°18'11"
9	M09	Norte	Estero Pengüin	Baja	Cholga	-49°55'01"	-74°19'58"
10	M09N1	Norte	Estero Pengüin/GORE	Precosecha	Ostión	-49°58'06"	-74°10'13"
11	M09N2	Norte	Estero Pengüin/GORE	Precosecha	Ostión	-49°56'57"	-73°58'31"
12	M10	Norte	Seno Europa	Baja	Cholga	-50°00'21"	-74°21'38"
13	M11	Norte	Isla Topar	Baja	Cholga	-50°06'45"	-74°41'58"
14	M12	Norte	Isla Figueroa	Baja	Cholga	-50°25'10"	-74°30'44"
15	M13	Norte	Estero Peel	Baja	Cholga	-50°51'05"	-74°05'55"
16	M13N1	Norte	Estero Peel/GORE	Precosecha	Ostión	-50°47'50"	-73°48'44"
17	M13N2	Norte	Estero Peel/GORE	Precosecha	Ostión	-50°39'33"	-73°42'16"
18	M14	Norte	Puerto Bueno	Baja	Cholga	-50°59'32"	-74°13'23"
19	M15	Norte	Isla Vancouver	Baja	Cholga	-51°21'33"	-74°05'25"
20	M16	Norte	Isla Piazzi	Baja	Cholga	-51°39'43"	-73°58'14"
21	M16N1	Norte	Islas Rennell	Baja	Cholga	-51°45'03"	-74°16'50"
22	M17	Norte	Caleta Williams	Baja	Cholga	-51°58'41"	-73°41'30"
23	M18	Norte	Bahía Ensenada	Baja	Cholga	-52°05'57"	-73°43'51"
24	M19	Norte	Bahía Isthmus	Baja	Cholga	-52°10'07"	-73°36'31"
25	M20	Norte	Isla Larga	Baja	Cholga	-52°11'39"	-73°36'55"
26	M21	Norte	Puerto Fontaine	Baja	Cholga	-52°04'28"	-73°28'09"
27	M22	Norte	Estero de las Montañas	Baja	Cholga	-52°05'38"	-73°15'45"
28	M23	Norte	Isla Ballesteros	Baja	Cholga	-51°48'29"	-72°54'28"
29	M24	Centro	Bahía Fanny	Baja	Chorito	-53°11'20"	-72°11'33"
30	M25	Centro	Estero Silva Palma	Baja	Chorito	-53°13'55"	-71°51'21"
31	M26	Centro	Estero Wickham	Baja	Chorito	-53°15'10"	-72°07'07"



32	M27	Centro	Estero Sullivan	Baja	Chorito	-53°15'22"	-72°25'14"
33	M28	Centro	Estero Nuñez	Baja	Chorito	-53°19'14"	-72°28'56"
34	M29	Centro	Cutter Cove	Baja	Chorito	-53°22'10"	-72°27'19"
35	M30	Centro	Bahía Mussel	Baja	Chorito	-53°36'45"	-72°17'49"
36	M31	Centro	Bahía Nash	Baja	Chorito	-53°41'45"	-72°19'44"
37	M32	Centro	Bahía Cordes	Baja	Chorito	-53°43'24"	-71°55'25"
38	M33	Centro	Bahía Bell	Baja	Chorito	-53°53'09"	-71°50'14"
39	M34	Centro	Seno Pedro	Baja	Chorito	-53°55'48"	-71°36'49"
40	M34N1	Centro	Canal Gabriel	Baja	Chorito	-54°04'25"	-70°56'23"
41	M35	Centro	Cabo San Isidro	Baja	Chorito	-53°47'11"	-70°58'43"
42	M36	Centro	Bahía Buena	Baja	Chorito	-53°37'30"	-70°55'27"
43	M37	Centro	Bahía Agua Fresca	Baja	Chorito	-53°24'27"	-70°54'58"
44	M38	Centro	Río Seco	Baja	Chorito	-53°06'20"	-70°50'29"
45	M39	Centro	Puerto Zenteno	Baja	Chorito	-52°48'48"	-70°45'37"
46	M39N1	Centro	Segunda Angostura	Baja	Chorito	-52°41'44"	-70°13'03"
47	M39N2	Centro	Pta. San Valentín	Baja	Chorito	-53°36'35"	-70°26'10"
48	M39N3	Centro	Puerto Yartou	Baja	Chorito	-53°52'37"	-70°09'58"
49	M40	Sur	Seno Ventisquero	Baja	Chorito	-54°49'31"	-70°19'58"
50	M40N1	Sur	Isla Olga	Baja	Chorito	-55°05'34"	-70°08'06"
51	M41	Sur	Ventisquero España	Baja	Chorito	-54°49'38"	-69°46'17"
52	M42	Sur	Ventisquero Holanda	Baja	Chorito	-54°56'31"	-69°09'05"
53	M43	Sur	Bahía Yendegaia	Baja	Chorito	-54°53'02"	-68°44'24"
54	M44	Sur	Puerto Navarino	Baja	Chorito	-54°54'37"	-68°19'06"
55	M44N1	Sur	Bahía Douglas	Baja	Chorito	-55°17'33"	-68°05'10"
56	M45	Sur	Puerto Williams	Baja	Chorito	-54°55'28"	-67°36'28"
57	M46	Sur	Puerto Eugenia	Baja	Chorito	-54°55'42"	-67°18'20"
58	M46N1	Sur	Islotes Mariotti/GORE	Baja	Chorito	-55°12'43"	-67°06'02"

**Tabla 4.**

Estaciones de monitoreo complementarias (SALUD), muestreadas entre febrero 2012 y febrero 2013 en la región de Los Lagos incluyendo código, sectorización, topónimo, especie centinela (transvector) y coordenadas geográficas.

	Nº EST.	AREA	ESTACION	TRANSVECTOR	LATITUD (S)	LONGITUD (W)
1	L02	Estuario Reloncaví	Yates	Chorito	-41°41'31"	-72°23'39"
2	L02N1	Estuario Reloncaví	Sotomó	Chorito	-41°39'58"	-72°24'03"
3	L02N3	Estuario Reloncaví	Marimeli	Chorito	-41°42'00"	-72°27'00"
4	L02N4	Estuario Reloncaví	Pocoihuen	Chorito	-41°30'02"	-72°19'31"
5	L03N1	Estuario Reloncaví	Potrerillos	Chorito	-41°42'54"	-72°26'58"
6	L04N3	Seno Reloncaví	Chayahué	Chorito	-41°46'25"	-73°21'59"
7	L04N4	Seno Reloncaví	Isla Puluqui	Chorito	-41°50'35"	-73°4'50"
8	L06N1	Seno Reloncaví	Isla Caicura	Cholga	-41°43'59"	-72°40'59"
9	L09	Canal Chiloé Centro	Isla Butachauques	Almeja	-42°20'19"	-73°06'38"
10	L10N2	Canal Chiloé Centro	Isla Talcán 2	Almeja	-42°42'04"	72°59'36"
11	L13	Canal Chiloé Centro	Isla Chaulinec	Almeja	-42°39'45"	-73°15'12"
12	L17N1	Canal Chiloé Centro	Estero Palvitad	Cholga	-43°02'33"	-72°46'31"
13	L19N1	Corcovado	Yelcho	Almeja	-43°10'12"	-73°34'48"
14	L19N2	Corcovado	Canal Coldita	Chorito	-43°14'50"	-73°41'32"
15	L20N1	Corcovado	Banco Velahue	Almeja	-43°11'46"	-73°31'26"
16	L22N1	Corcovado	Ensenada Quilanlar	Almeja	-43°23'26"	-74°04'49"
17	L22N2	Corcovado	Inio	Almeja	-43°22'59"	-74°07'11"
18	L22N3	Corcovado	Isla Redonda	Almeja	-43°21'39"	-74°11'20"
19	L23N1	Corcovado	Canal Guamblad	Almeja	-43°23'53"	-73°47'39"
20	L23N2	Corcovado	Isla San Pedro 2	Almeja	-42°23'19"	-73°45'16"
21	L24N1	Corcovado	Isla Guapiquilán 2	Almeja	-43°23'39"	-74°14'40"



Tabla 5.

Estaciones de monitoreo complementarias (SALUD), muestreadas entre febrero 2012 y febrero 2013 en la región de Aysén, incluyendo código, sectorización, topónimo, especie centinela (transvector) y coordenadas geográficas.

	Nº EST.	AREA	ESTACION	TRANSVECTOR	LATITUD (S)	LONGITUD (W)
1	A02	Melinka	Repollal-Canal Puquítin	Cholga, Chorito y Almeja	-43°50'36"	-73°48'51"
2	A05	Melinka	Isla Ovalada	Cholga, Chorito y Almeja	-44°03'44"	-73°43'48"
3	A33	Melinka	Isla Concoto	Cholga	-44°12'11"	-73°50'03"
4	A34	Melinka	Isla Garcia	Cholga	-44°15'11"	-73°44'40"
5	A06	Raúl Marín Balmaceda	Laja Brazo Pillán 1	Cholga, Chorito y Almeja	-43°45'15"	-72°49'50"
6	A07	Raúl Marín Balmaceda	Canal	Cholga y Chorito	-43°46'50"	-72°55'60"
7	A08	Raúl Marín Balmaceda	Repollal - E. Las Islas	Cholga, Chorito y Almeja	-43°45'55"	-72°54'15"
8	A08N1	Raúl Marín Balmaceda	Mallín	Chorito	-43°47'44"	-72°56'26"
9	A08N2	Raúl Marín Balmaceda	Playa Corta	Almeja	-43°49'27"	-73°00'06"
10	A09	Raúl Marín Balmaceda	Santo Domingo	Chorito y Almeja	-43°58'12"	-73°06'51"
11	A10N!	Raúl Marín Balmaceda	Añihué interior	Cholga, Chorito y Almeja	-43°52'27"	-73°01'28"
12	A12	Canal Yacaf	Seno Gala	Cholga, Chorito y Almeja	-44°13'02"	-73°10'26"
13	A12N1	Canal Yacaf	Seno Gala interior	Cholga, Chorito y Almeja	-44°11'00"	-73°07'22"
14	A13	Canal Yacaf	Isla Toto	Cholga, Chorito y Almeja	-44°15'07"	-73°12'33"
15	A15	Canal Yacaf	Isla Manuel	Cholga, Chorito y Almeja	-44°21'14"	-72°59'24"
16	A16	Canal Yacaf	Isla Gama Zañartu-Canal Yacaf	Cholga, Chorito y Almeja	-44°23'50"	-72°49'13"
17	A19	Canal Puyuhuapi	Seno Magdalena	Cholga y Chorito	-44°40'34"	-72°47'17"
18	A19N1	Canal Puyuhuapi	Seno Ventisquero 1	Cholga, Chorito y Almeja	-44°22'43"	-72°35'46"
19	A19N2	Canal Puyuhuapi	Seno Ventisquero 2	Cholga, Chorito y Almeja	-44°27'29"	-72°35'57"
20	A19N3	Canal Puyuhuapi	Seno Queulat	Cholga, Chorito y Almeja	-44°29'28"	-72°36'12"
21	A20	Canal Puyuhuapi	Faro Marta-Canal Puyuhuapi	Cholga, Chorito y Almeja	-44°49'30"	-72°58'10"
22	A18	Canal Moraleda (I. Magdalena)	Punta Cálqueman	Cholga, Chorito, Almeja y Culengue	-44°39'41"	-73°26'44"
23	A18N2	Canal Moraleda (I. Magdalena)	Seno Canalad	Cholga, Chorito y Almeja	-44°32'48"	-73°09'56"
24	A18N3	Canal Moraleda (I. Magdalena)	Seno Medio	Cholga, Chorito y Almeja	-44°36'34"	-73°14'50"
25	A35	Canal Moraleda (I. Magdalena)	Isla Sierra	Chorito	-44°43'37"	-73°35'02"
26	A36	Canal Moraleda (I. Magdalena)	Grupo Enjambre	Chorito	-44°48'16"	-73°34'14"
27	A22	Canal Moraleda (P. Aguirre)	Isla San Andrés	Cholga, Chorito y Almeja	-44°55'57"	-73°19'28"
28	A23	Canal Moraleda (P. Aguirre)	Isla Orestes	Cholga, Chorito, Almeja y Culengue	-45°01'46"	-73°26'44"



29	A30	Canal Moraleda (P. Aguirre)	Isla Julián	Cholga, Chorito, Almeja y Culengue	-45°06'18"	-73°30'13"
30	A31	Canal Moraleda (P. Aguirre)	Islas Huichas	Chorito	-45°10'49"	-73°29'10"
31	A32	Canal Moraleda (P. Aguirre)	Isla Vergara	Chorito	-45°11'57"	-73°30'44"
322	A37	Canal Moraleda (P. Aguirre)	Isla Teresa	Cholga	-44°50'46"	-73°51'04"
33	A39	Canal Moraleda (P. Aguirre)	Puerto Lampazo	Cholga	-44°56'16"	-73°44'39"
34	A40	Canal Moraleda (P. Aguirre)	Isla Silachilu	Cholga	-44°58'48"	-73°40'24"
35	A42	Canal Moraleda (P. Aguirre)	Canal Pilcomayo	Cholga	-45°14'40"	-73°29'20"
36	A44	Canal Moraleda (P. Aguirre)	Canal Carrera del Chivato	Cholga y Choro Zapato	-45°18'17"	-73°45'44"
37	A45	Canal Moraleda (P. Aguirre)	Canal Rodríguez	Cholga	-45°18'57"	-73°32'30"
38	A46	Canal Moraleda (P. Aguirre)	Isla Churrecue	Cholga	-45°19'13"	-73°29'30"
39	A47	Canal Moraleda (P. Aguirre)	Isla Castillo	Cholga	-45°20'03"	-73°44'43"
40	A48	Canal Moraleda (P. Aguirre)	Isla Palumbo	Cholga	-45°22'19"	-73°50'16"
41	A48N1	Canal Moraleda (P. Aguirre)	Canal Carrera del Cuchi	Chorito, Choro Zapato y Almeja	-45°22'00"	-73°49'00"
42	A27	Isla Traiguén	Estero Quitalco	Cholga	-45°45'50"	-73°29'26"
43	A50	Isla Traiguén	Tronador	Cholga	-45°31'11"	-73°33'15"
44	A51	Isla Traiguén	Canal Vicuña	Cholga	-45°34'43"	-73°50'06"
45	A52	Isla Traiguén	Colonia Grande	Cholga	-45°38'37"	-73°33'31"
46	A54	Isla Traiguén	Isla Rojas-Paso Tres Cruces	Cholga	-45°44'52"	-73°41'45"
47	A55	Tortel	Isla Orlebar	Cholga y Almeja	-47°57'36"	-74°34'48"
48	A56	Tortel	Isla Alert - Roca Lobo	Cholga y Almeja	-47°55'58"	-74°38'21"
49	A58	Tortel	Isla Porcia	Cholga y Chorito	-47°52'00"	-74°38'02"



Tabla 6.

Estaciones de monitoreo complementarias (SALUD), muestreadas entre febrero 2012 y febrero 2013 en la región de Magallanes, incluyendo código, sectorización, topónimo, especie centinela (transvector) y coordenadas geográficas.

	Nº EST.	AREA	ESTACION	TRANSVECTOR	LATITUD (S)	LONGITUD (W)
1	M01N	Puerto Edén	Isla Morton	Cholga	-49°08'20"	-74°24'35"
2	M02N	Puerto Edén	Isla Carlos	Cholga	-49°09'50"	-74°25'47"
3	M03N	Puerto Edén	Arrecife Hamond	Cholga	-49°11'10"	-74°26'08"
4	M29N1	Seno Otway	Isla Engelfield	Chorito	-53°04'28"	-71°49'38"
5	M39C1	Tierra del Fuego	Bahía Gente Grande	Chorito	-52°57'38"	-70°14'06"
6	M39C3	Tierra del Fuego	Canal Gabriel	Chorito	-54°18'15"	-70°14'10"

Tabla 7.

Escalas de abundancia relativa para *Dinophysis acuta*, *Alexandrium catenella*, *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *P. cf. pseudodelicatissima*. Número de células promedio bajo un cubreobjeto de 18x18 mm en 3 alícuotas de 0,1 ml cada una.

	ESCALA	<i>D. acuta</i> ⁽¹⁾	<i>A. catenella</i> ⁽²⁾	<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>
AUSENTE	0	0	0	0
RARO	1	1 – 5	1 - 2	1 – 10
ESCASO	2	6 – 15	3 - 10	11 – 50
REGULAR	3	16 – 35	11 - 42	51 – 210
ABUNDANTE	4	36 – 75	43 - 170	211 – 850
MUY ABUNDANTE	5	76 – 155	171 - 682	851 – 3.410
EXTREMADAMENTE ABUNDANTE	6	156 – 315	683 – 2.730	3.411 – 13.650
HIPER ABUNDANTE	7	316 – 635	2.731 – 10.922	13.651 – 54.610
ULTRA ABUNDANTE ⁽³⁾	8	-----	10.923 – 43.690	-----
MEGA ABUNDANTE ⁽³⁾	9	-----	43.691 – 174.762	-----

(1) Esta escala se aplicará también para *A. ostenfeldii* y *D. acuminata*.

(2) Esta escala se aplicará también para *Protoceratium reticulatum*

(3) Sólo aplicable en situaciones excepcionales, pues habitualmente no supera el nivel de hiper abundante (nivel 7)

FIGURAS

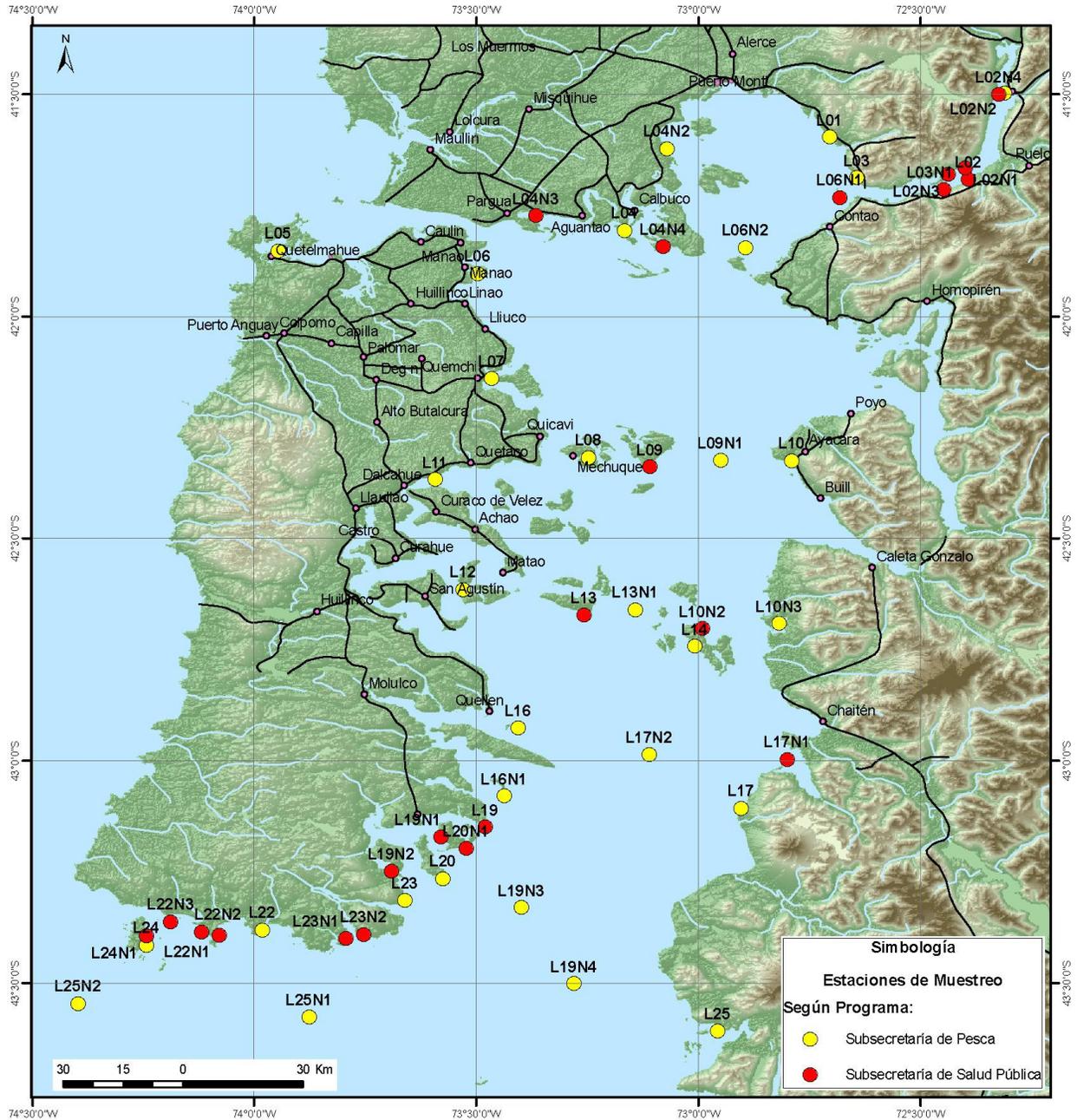


Fig. 1. Estaciones de monitoreo de SUBPESCA y SALUD entre febrero de 2012 y febrero de 2013, región de Los Lagos

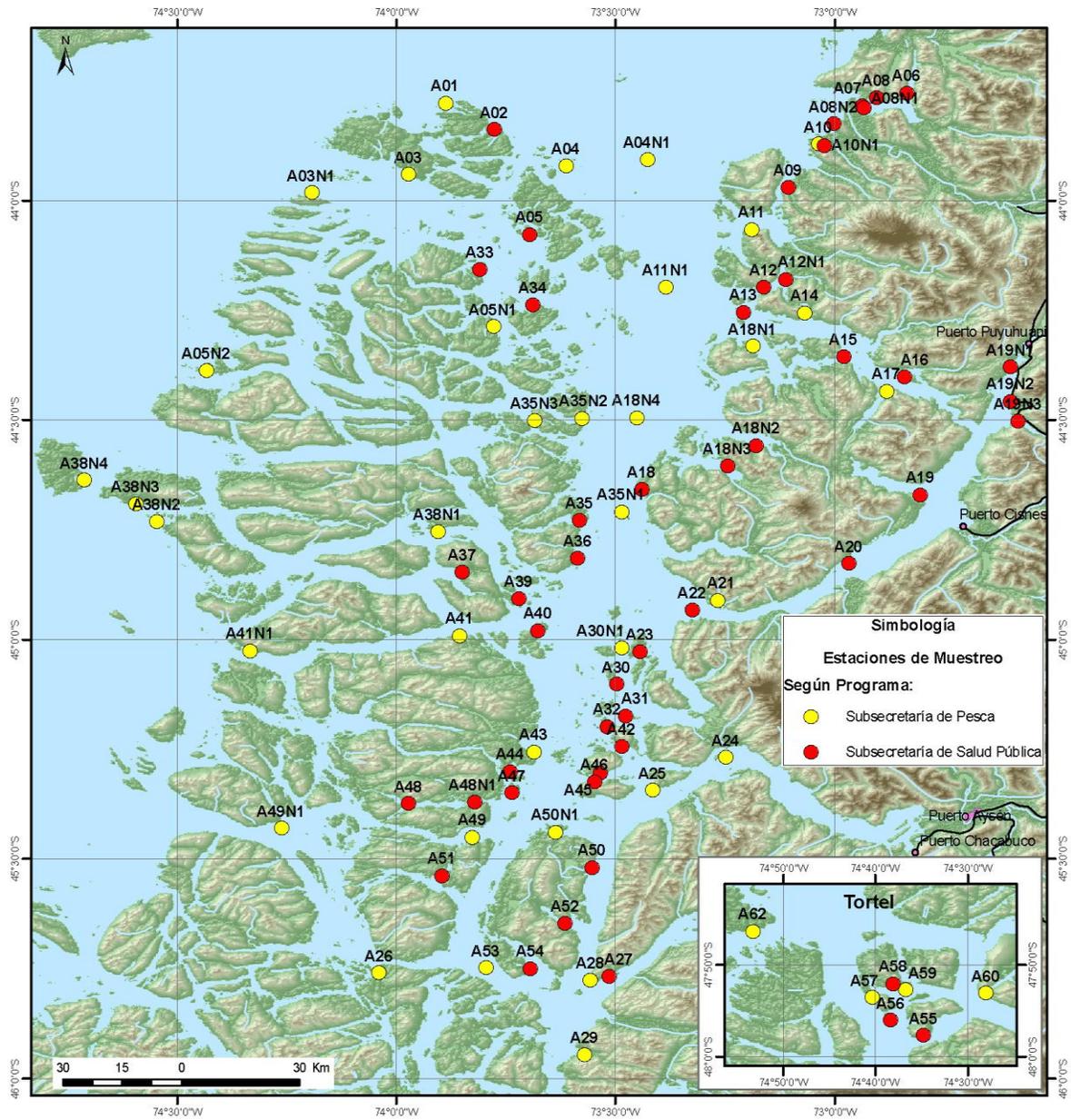


Fig. 2. Estaciones de monitoreo de SUBPESCA y SALUD entre febrero 2012 y febrero 2013, región de Aysén.

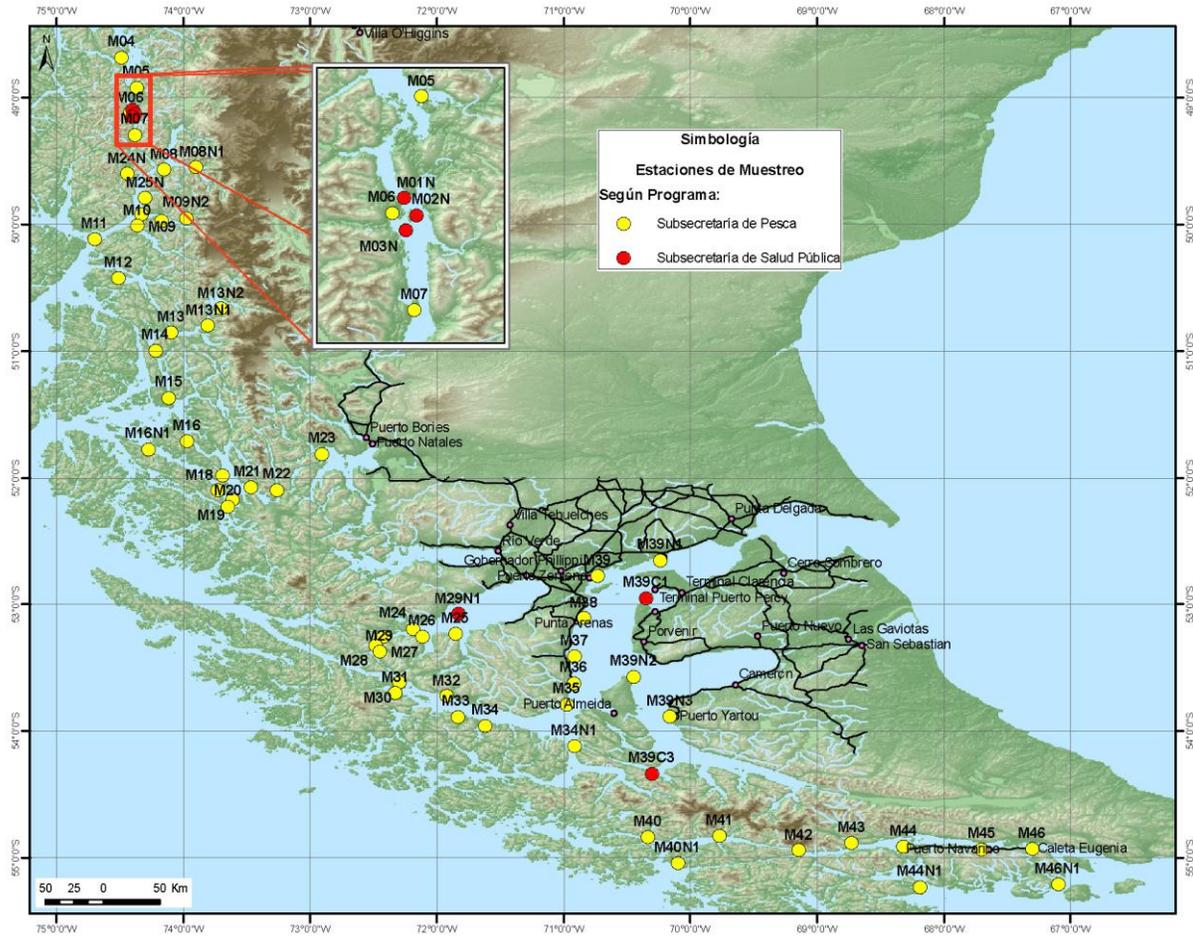


Fig. 3. Estaciones de monitoreo de SUBPESCA y SALUD entre febrero 2012 y febrero 2013, regi3n de Magallanes.

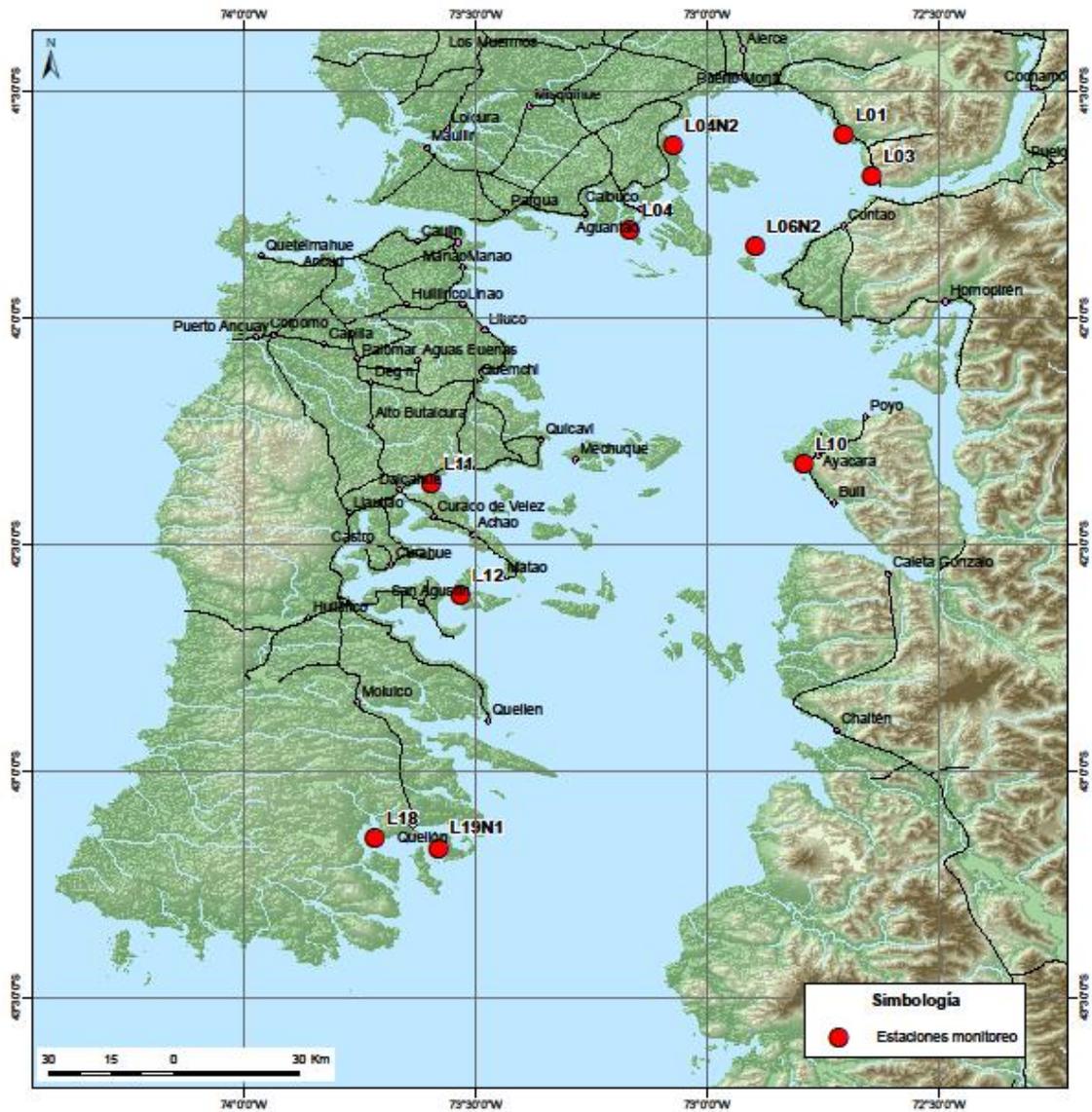


Fig. 4. Ubicaci3n geogr1fica de los sitios seleccionados para el muestreo de zooplancton.

A N E X O S

A N E X O 1

Base de datos en formato **SIG**.
Febrero 2012-Febrero 2013.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN EN ACUICULTURA

BASE DE DATOS S.I.G. INFORME FINAL MONITOREO MAREA ROJA, FEBRERO 2012-FEBRERO 2013

1. Carpeta Marea Roja 2012

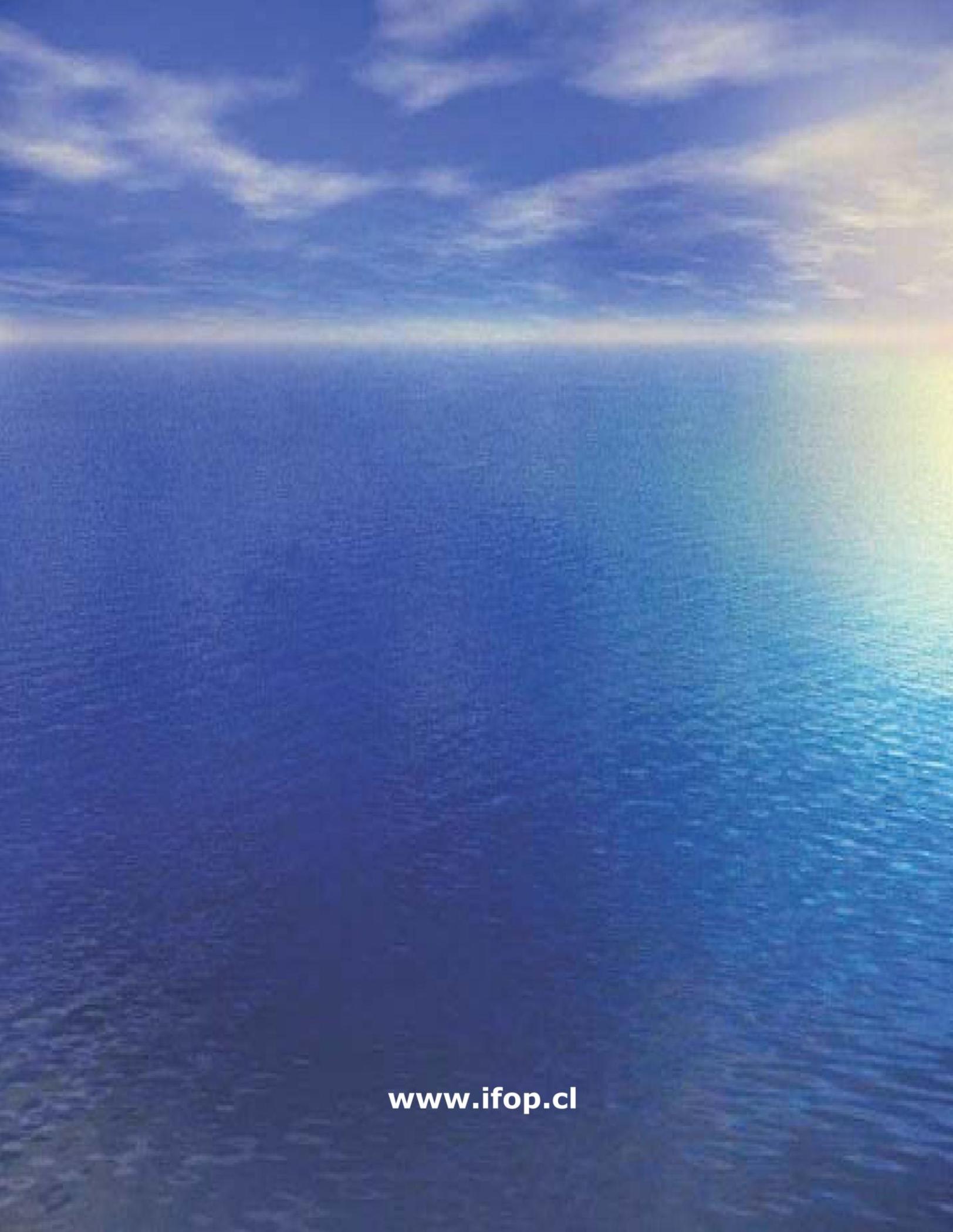
- 1.1 Archivo:
MareaRoja2012.gdb





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Sección Ediciones y Producción
Almte. Manuel Blanco Encalada 839
Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl



www.ifop.cl